



TUGAS AKHIR - (RC18 - 4803)

**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN DAN
PERBAIKAN TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN**

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
NRP. 03111540000134

Dosen Pembimbing I:
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II:
Musta'in Arif ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR – RC18-4803

**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN DAN
PERBAIKAN TANAH DASAR PADA OPRIT JEMBATAN
KALI DEKET JALAN LINGKAR LUAR LAMONGAN**

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
NRP 0311154000134

Dosen Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II:
Musta'in Arif ST., MT.

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT – RC18-4803

**ABUTMENT PLANNING AND BASIC SOIL
IMPROVEMENT FOR APPROACH OF KALI DEKET
BRIDGE ON OUTER RING ROAD LAMONGAN**

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
NRP 03111540000134

Supervisor I:
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Supervisor II:
Musta'in Arif ST., MT.

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN DAN
PERBAIKAN TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET JALAN LINGKAR
LUAR LAMONGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Study S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS

NRP. 031 1154 0000 134

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi (Pembimbing I)
2. Musta'in Arif, ST. MT (Pembimbing II)



**SURABAYA
JULI, 2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN DAN
PERBAIKAN TANAH DASAR PADA OPRIT JEMBATAN
KALI DEKET JALAN LINGKAR LUAR LAMONGAN**

Nama Mahasiswa : Ananda Putra Pamungkas
NRP : 03111540000134
Departemen : Teknik Sipil FTSLK – ITS
Dosen Konsultasi : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Musta'in Arif ST. MT.

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk tertinggi ke-4 di dunia, yang mana 50-60% penduduk di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2017) terdapat di Pulau Jawa, Jawa Timur merupakan provinsi terpadat kedua (39.075.300 jiwa) setelah Jawa Barat (47.379.400 jwa). Salah satu pusat industri di Jawa Timur terdapat di Kota Gresik dan Tuban. Diantara dua kota industri tersebut terdapat Kota Lamongan. Oleh Karena itu, Kota Lamongan juga merupakan kota yang memiliki lalu lintas yang padat dikarenakan sering dilalui penduduk dari Kota Gresik ke Kota Tuban atau sebaliknya.

Dalam rangka mengurangi kemacetan yang ditimbulkan oleh perlintasan sebidang, maka pihak Kontraktor PT. MonoHeksa akan merencanakan pembangunan Jembatan Jalan Lingkar Lamongan yang melewati perlintasan sebidang. Jembatan jalan lingkar Lamongan tersebut akan dibuat di atas tanah dasar dominan lempung lunak dengan NSPT 15 sampai dengan kedalaman 26 m. Tanah dasar lunak mempunyai daya dukung yang rendah dan kemampuan pemampatannya tinggi sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan konsolidasi.

Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif metode perbaikan dan perkuatan tanah dasar agar abutment jembatan dapat menahan beban yang berkerja diatas tanah dasar sehingga tidak terjadi kelongsoran dan perbedaan penurunan konsolidasi. Pada tugas akhir ini akan direncanakan abutment jembatan beserta

opritnya miring dan tegak, lalu akan direncanakan perbaikan tanah jembatan menggunakan metode PVD dan micropile. Perbaikan tanah timbunan akan dilakukan menggunakan metode geotextile, geotextile wall, dan freysissol. Setelah itu, akan dilakukan perhitungan biaya material untuk beberapa metode perbaikan tersebut, dan memilih alternatif yang cocok apabila mempertimbangkan biaya material.

Dari hasil analisa untuk alternatif 1 yaitu timbunan oprit miring, dengan perbaikan geotextile dan micropile, untuk kebutuhan geotextile timbunan miring adalah 69359,2m² untuk potongan melintang, 4817,5 m² untuk potongan memanjang, 20 buah micropile dengan panjang 22888 m, dan PVD sepanjang 252200 m dengan jarak 1 m.

Dari hasil analisa untuk alternatif 2 yaitu timbunan oprit tegak, dengan perbaikan geotextile wall, freysissol dan micropile, untuk kebutuhan geotextile timbunan tegak adalah 32436 m² untuk potongan melintang, 4817,5 m² untuk potongan memanjang, micropile dengan panjang 21034 m, freysissol dengan dengan volume 5112 m² dan PVD sepanjang 106600 m dengan jarak 1 m.

Dari kedua analisa timbunan oprit, dipilih timbunan oprit tegak dengan alasan efisiensi biaya.

Kata Kunci : Abutment, Geotextile Wall, Micropile, Prefabricated Vertical Drain, Freysissol

**ABUTMENT PLANNING AND BASIC SOIL
IMPROVEMENT FOR APPROACH OF KALI DEKET
BRIDGE ON OUTER RING ROAD LAMONGAN**

Name : Ananda Putra Pamungkas
NRP : 03111540000134
Department : Teknik Sipil FTSLK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
Musta'in Arif ST. MT.

Indonesia is the 4th largest population in the world, of which 50-60% of the population in Indonesia (Statistics Indonesia, 2017) is included in Java, East Java is the second most populous province (39,075,300 people) after West Java (47,379,400 people). One of the industrial centers in East Java is located in the City of Gresik and Tuban. Among the two industrial cities including Lamongan City. Therefore, the city of Lamongan is also a city that has heavy traffic which is often passed by residents from the City of Gresik to the City of Tuban or vice versa.

In order to reduce the congestion caused by level crossings, the Contractor PT. MonoHeksa will plan the construction of the Lamongan Ring Road Bridge that passes a level crossing. The Lamongan ring road bridge will be made on dominant subgrade with NSPT 15 up to a height of 26 m. The basic soil has a low carrying capacity and high compression capability so that it can cause high demand.

Therefore, an alternative method for repairing and strengthening soil so that bridges can withstand loads that work on the subgrade so that landslides and yield changes cannot be carried out. In this final assignment, a bridge for a sloping bridge and a bridge will be determined, then the bridge for land improvement uses the PVD and micropile methods. Improvement of embankment soil will be carried out using the geotextile,

geotextile wall, and freysissol methods. After that, a material cost calculation will be made for some of these repair methods, and choose an alternative that is in accordance with the material costs. From the results of analysis for alternative 1, it is oprit sloping pile, with repairs to geotextile and micropile, for geotextile needs of sloping heap is 69359,2 m² for cross section, 4817,5 m² for cross section, micropile with a length of 22888m , and PVD as long as 252200 m with a distance of 1 m.

From the results of analysis for alternative 2, upright oprit stockpiles, with repairs to geotextile wall, freysissol and micropile, for geotextile needs of sloping heap is 32436 m² for cross section, 6549.97 m² for cross section, micropile with length 21034m, freysissol with a volume of 5112 m² and PVD of 106600 m with a distance of 1 m.

From the two analyzes of oprit stockpiles, oprit piles were chosen for reasons of cost efficiency.

Keyword : Abutment, Geotextile Wall, Micropile, Prefabricated Vertical Drain, Freysissol

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum.wr.wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Abutment dan Perbaikan Tanah Dasar Untuk Oprit Jembatan Lingkar Luar Lamongan” ini tepat pada waktunya.

Adapun dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini, penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, rasa hormat, dan rasa sayang yang besar penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah – Nya
2. Kedua orang tua, bapak Khoris Setyoso, dan Ibu L. Trijosida yang selalu mendoakan dan memberi dukungan untuk kelancaran dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi selaku Dosen Pembimbing 1 atas segala bimbingan dan waktunya dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Must'ain Arif ST. MT., selaku Dosen Pembimbing 2 atas segala bimbingan dan waktunya dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir.
5. Teman Penulis, Rut Permata yang selalu memberi dukungan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir.
6. Teman - teman Jurusan Teknik Sipil ITS angkatan 2015 yang telah memberi doa, dukungan, dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Rekan-rekan satu bidang geoteknik yang senantiasa berdiskusi dan berbagi ilmu selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

8. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Walaupun jauh dari sempurna harapan saya semoga Tugas Akhir ini nantinya dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan sedisiplin ilmu. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

Wassalamualaikum wr wb

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	11
1.3. Tujuan Makalah.....	11
1.4. Batasan Masalah.....	12
1.5. Manfaat Makalah.....	12
1.6. Lingkup Pekerjaan.....	13
1. Analisa Perencanaan Abutment dan Oprit Jembatan	13
BAB II.....	15
TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1. Umum.....	15
2.1.1. Korelasi Tanah	15
2.1.2. Jembatan.....	17
2.1.3. Timbunan Oprit.....	18
2.2. Besar & Lama Waktu Pemampatan Konsolidasi	18

2.2.1. Penambahan Tegangan Tanah ($\Delta\sigma'$) Akibat Beban Luar	18
2.2.2. Besar Pemampatan Konsolidasi	20
2.2.3. Lama Waktu Konsolidasi	21
2.2.4. Percepatan Waktu Konsolidasi Dengan <i>Prefabricatedvertical Drain</i> (PVD).....	23
2.3. Perbaikan Tanah Dengan Metode <i>Preloading</i>	28
2.3.1. Penentuan Tinggi <i>Preloading</i>	29
2.3.2. Sistem Timbunan Bertahap	31
2.3.3. Peningkatan Daya Dukung Tanah Akibat Timbunan Bertahap.....	32
2.4. Perkuatan Timbunan Tanah.....	33
2.4.1. Stabilitas Lereng Timbunan.....	33
2.4.2. Perkuatan Dinding Timbunan Tegak.....	34
2.4.3. Perkuatan Tanah Dasar Dibawah Timbunan Miring.....	43
2.5. Beban Pada Abutment	46
2.5.1. Beban Luar dan Dalam.....	46
2.5.2. Kontrol Stabilitas.....	47
2.6. Pondasi	49
2.6.1. Pondasi Dalam.....	49
2.7. Perumusan Daya Dukung Pondasi Tiang	51
2.7.1. Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan SPT Lapangan.....	51
2.7.2. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang.....	53

2.7.3. Ketahanan Pondasi Tiang Pancang Terhadap Gaya Lateral.....	54
BAB III.....	61
METODOLOGI	61
3.1. Bagan Alir Perencanaan	61
3.2. Rincian Tahapan Pengerjaan	64
1. Studi Literatur	64
2. Pengumpulan dan Analisa Data	65
3. Analisa Perencanaan Abutment dan Oprit Jembatan	65
BAB IV	67
ANALISIS DATA PERENCANAAN.....	67
4.1. Data Tanah Timbunan Oprit.....	67
4.2. Data Struktur Jembatan	72
4.3. Data Material Perbaikan Tanah dan Perkuatan Tanah	73
BAB V.....	75
PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN.....	75
5.1. Perencanaan Abutment Jembatan.....	75
5.2. Data Perencanaan	75
5.3. Pembebanan	75
5.3.1. Berat Sendiri (MS)	76
5.3.2. Berat Sendiri Struktur Bawah.....	77
5.3.3. Beban Mati Tambahan (MA)	79
5.3.4. Tekanan Tanah	80

5.3.5. Beban Lajur “D” (TD).....	80
5.3.6. Gaya Rem (TB)	83
5.3.7. Beban Angin (EW).....	85
5.3.8. Perhitungan Beban Gempa (EQ).....	89
5.3.9. Gesekan Pada Perletakan (FB)	101
5.3.10. Kombinasi Pembebanan Pada Abutment.....	102
5.4. Perencanaan Tiang Pancang	105
5.4.1. Daya Dukung Ijin Tiang Pancang	106
5.4.2. Spesifikasi Tiang Pancang.....	107
5.4.3. Penentuan Kedalaman Tiang Pancang	109
5.5. Penulangan abutment.....	118
5.5.1. Penulangan breaswall	118
BAB VI	131
PERENCANAAN OPRIT TIMBUNAN	131
6.1. Perencanaan Timbunan Oprit Miring	131
6.1.1. Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinitial)	131
6.1.2 Perhitungan Waktu Konsolidasi tanpa Perbaikan Tanah	143
6.1.3 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)	145
6.1.4 Penentuan Pola Pemasangan PVD	154
6.1.5 Perencanaan Timbunan Bertahap	155
6.1.7 Perencanaan <i>Geotextile</i> Arah Melintang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan	166
6.1.8. Perencanaan Perkuatan Tanah dengan <i>Micropile</i>	174
6.2. Perencanaan Timbunan Oprit Tegak	178

6.2.1. Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinisial).....	178
6.2.2. Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah.....	190
6.2.3. Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD) ...	191
6.2.4. Penentuan Pola Pemasangan PVD	191
6.2.5. Perencanaan Timbunan Bertahap.....	191
6.2.6. Perencanaan Geotextile wall arah memanjang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan.....	197
6.2.7. Perencanaan <i>Geotextile</i> Arah Melintang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan	202
6.2.8. Perencanaan Perkuatan Tanah dengan <i>Micropile</i>	211
6.2.9. Perencanaan Perkuatan Timbunan Menggunakan <i>Freysissol</i>	215
6.2.10. Perhitungan Total Biaya Timbunan Oprit Tegak	223
6.2.11. Pemilihan Perencanaan Timbunan	224
BAB VII	225
KESIMPULAN	225
7.1. Kesimpulan.....	225
7.2. Saran.....	227

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta kepadatan yang terjadi di Pulau Jawa	2
Gambar 1. 2	Double Track perlintasan kereta api	3
Gambar 1. 3	Outline rencana Jalan Lingkar Luar Lamongan	4
Gambar 1. 4	Sungai yang terdapat pada rencana Jembatan Kali Deket	5
Gambar 1. 5	Kontur tanah pada potongan memanjang jembatan Kali Deket	5
Gambar 1. 6	Lokasi titik B-1 Data borlog Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Lamongan	6
Gambar 1. 7	Data borlog Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Lamongan.....	7
Gambar 1. 8	Perencanaan Alinemen Jalan Lingkar Luar Lamongan.....	8
Gambar 1. 9	Potongan Melintang Jalan Lingkar Luar Lamongan	9
Gambar 1. 10	Detail Potongan Melintang Jembatan Kali Deket (a)	9
Gambar 1. 11	Detail Potongan Memanjang Jembatan Kali Deket (b)	10
Gambar 2. 1	Potongan melintang konstruksi jembatan.....	17
Gambar 2. 2	Potongan memanjang konstruksi jembatan	17
Gambar 2. 3	Diagram tegangan tanah	18
Gambar 2. 4	Grafik faktor beban berbentuk persegi	20
Gambar 2. 5	Pemasangan Vertical Drain	23
Gambar 2. 6	Pola susunan bujur sangkar	24
Gambar 2. 7	Pola susunan segitiga.....	24
Gambar 2. 8	Diameter ekuivalen PVD.....	27
Gambar 2. 9	Kurva Hubungan antara Tinggi Timbunan dengan Intensitas Beban yang Bersesuaian dengan Beban Traffic.....	29
Gambar 2. 10	Tinggi timbunan saat mengalami pemampatan	30
Gambar 2. 11	Tanah ditimbun secara bertahap	31

Gambar 2. 12 Rekayasa kestabilan Timbunan	33
Gambar 2. 13 Perkuatan tanah dengan geotextile	34
Gambar 2. 14 Diagram Tegangan Tanah Dan Desain Geotextile	35
Gambar 2. 15 External Stability pada Geotextile (a) aman terhadap guling (b) aman terhadap geser (c) aman terhadap kelongsoran daya dukung	37
Gambar 2. 16 Ilustrasi perkuatan dinding segmental	42
Gambar 2. 17 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk	43
Gambar 2. 18 Grafik untuk mencari nilai f	44
Gambar 2. 19 Grafik untuk mencari nilai F_m	45
Gambar 2. 20 Kombinasi pembebanan untuk abutment.....	47
Gambar 2. 21 (a) permukaan bidang yang dicoba; (b) gaya yang bekerja pada irisan n	48
Gambar 2. 22 Pondasi Pile	50
Gambar 2. 23 Grafik hubungan antara f dan Q_u	55
Gambar 2. 24 Prosedur Desain untuk masing – masing Kondisi	57
Gambar 2. 25 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi I.....	58
Gambar 2. 26 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II	59
Gambar 2. 27 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III	60
Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir	61
Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)	62
Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)	63
Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)	64
Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara LL dan C_v	69
Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara IP dan LL	69
Gambar 4. 3 Rencana awal Jembatan Kali Deket.....	72
Gambar 4. 4 PCI girder H-125 cm	73

Gambar 5. 1	Komponen struktur atas.....	76
Gambar 5. 2	Perencanaan dimensi abutment	78
Gambar 5. 3	Skema pembebanan pada abutment.....	78
Gambar 5. 4	Sketsa beban lajur “D”	81
Gambar 5. 5	Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur “D”.....	81
Gambar 5. 6	Temperatur jembatan rata-rata nominal.....	84
Gambar 5. 7	Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur...	84
Gambar 5. 8	Sketsa gaya akibat temperatur yang terjadi	85
Gambar 5. 9	Skema pembebanan angin yang meniup samping jembatan	87
Gambar 5. 10	Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	90
Gambar 5. 11	Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	90
Gambar 5. 12	Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	91
Gambar 5. 13	Bentuk tipikal respons spektra di permukaan tanah	93
Gambar 5. 14	Skema beban gempa yang terjadi	98
Gambar 5. 15	Sketsa gesekan pada perletakan.....	101
Gambar 5. 16	Grafik daya dukung ijin aksial tekan tiang Luciano Decourt	106
Gambar 5. 17	Grafik daya dukung ijin aksial tekan tiang Bazaara	107
Gambar 5. 18	Pile section.....	108
Gambar 5. 19	Konfigurasi tiang pancang D60	110
Gambar 6. 1	Potongan melintang rencana timbunan.....	131
Gambar 6. 2	Grafik hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban traffic	132
Gambar 6. 3	Diagram tegangan tanah akibat timbunan	135

Gambar 6. 4 Grafik hubungan antara Hinitial dan Hfinal	142
Gambar 6. 5 Grafik hubungan antara Hfinal dan Settlement	143
Gambar 6. 6 Grafik hubungan antara waktu konsolidasi dengan derajat konsolidasi pola pemasangan segitiga	150
Gambar 6. 7 Grafik hubungan antara waktu konsolidasi dengan derajat konsolidasi pola pemasangan segitiga	154
Gambar 6. 8 Ilustrasi pentahapan timbunan	155
Gambar 6. 9 Perubahan tegangan akibat beban bertahap	157
Gambar 6. 10 Grafik Konsolidasi Tanah Dasar yang Terjadi Akibat Penahapan Penimbunan	160
Gambar 6. 11 Hasil Perhitungan Nilai Sv	162
Gambar 6. 12 Sketsa pemasangan geotextile wall.....	163
Gambar 6. 13 Bidang longsor.....	167
Gambar 6. 14 Sketsa pemasangan geotextile	173
Gambar 6. 15 Potongan melintang rencana timbunan.....	179
Gambar 6. 16Grafik hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban traffic	179
Gambar 6. 17 Diagram tegangan tanah akibat timbunan	182
Gambar 6. 18 Grafik hubungan antara Hinitial dan Hfinal	189
Gambar 6. 19 Grafik hubungan antara Hfinal dan Settlement ..	190
Gambar 6. 20 Ilustrasi pentahapan timbunan	191
Gambar 6. 21 Perubahan tegangan akibat beban bertahap	193
Gambar 6. 22 Grafik Konsolidasi Tanah Dasar yang Terjadi Akibat Penahapan Penimbunan	196
Gambar 6. 23 Sketsa pemasangan geotextile wall.....	199
Gambar 6. 24 Bidang longsor yang ditinjau.....	203
Gambar 6. 25 Kebutuhan Geotextile Pada Tiap STA.....	203
Gambar 6. 26 Sketsa pemasangan geotextile wall.....	206
Gambar 6. 27 ilustrasi pemasangan freyssissol.....	218
Gambar 7. 1 Perencanaan Abutment Jembatan	225

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan NSPT dengan ϕ , D_r , q_u , dan Jenis Tanah .	15
Tabel 2. 2 Korelasi untuk Mendapatkan Nilai w_c , e_0 , dan C_v untuk Tanah Lempung.....	16
Tabel 2. 3 Tabel harga nilai N_c , N_q , N_γ	38
Tabel 2. 4 Faktor keamanan untuk T_{allow}	40
Tabel 4. 1 Rekap perhitungan γ_{sat} dan C_v	68
Tabel 4. 2 Rekap Perhitungan Nilai LL , IP ,dan PL (%).....	70
Tabel 4. 3 Hasil Rekap Data Tanah.....	71
Tabel 5. 1 Perhitungan pembebanan struktur atas jembatan	77
Tabel 5. 2 Perhitungan Berat Sendiri Struktur Bawah	79
Tabel 5. 3 Rekap perhitungan beban akibat berat sendiri.....	79
Tabel 5. 4 Perhitungan beban mati tambahan (MA)	80
Tabel 5. 5 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan	86
Tabel 5. 6 Tekanan angin dasar.....	87
Tabel 5. 7 Kelas Situs.....	92
Tabel 5. 8 Faktor amplifikasi untuk periode 0 & 0,2 detik (FPGA/Fa).....	92
Tabel 5. 9 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (Fv).....	93
Tabel 5. 10 Faktor modifikasi respons (R) untuk bangunan bawah	94
Tabel 5. 11 Distribusi beban gempa pada struktur atas (memanjang).....	98
Tabel 5. 12 Distribusi beban gempa pada struktur atas (melintang)	99

Tabel 5. 13 Distribusi beban gempa pada struktur bawah (memanjang).....	99
Tabel 5. 14 Distribusi beban gempa pada struktur bawah (memanjang).....	100
Tabel 5. 15 Kombinasi beban untuk perencanaan tegangan kerja	102
Tabel 5. 16 Kombinasi untuk beban	103
Tabel 5. 17 Rekap beban kerja	103
Tabel 5. 18 Rekap kombinasi Kuat I	103
Tabel 5. 19 Rekap Kombinasi Kuat III.....	104
Tabel 5. 20 Rekap Kombinasi Kuat IV	104
Tabel 5. 21 Rekap kombinasi Kuat V.....	104
Tabel 5. 22 Rekap kombinasi Ekstrem I arah x.....	104
Tabel 5. 23 Rekap kombinasi Ekstrem I arah y.....	105
Tabel 5. 24 Rekap kombinasi layan.....	105
Tabel 5. 25 Rekap total kombinasi	105
Tabel 5. 26 Spesifikasi Tiang Pancang	108
Tabel 5. 27 Rekap Perhitungan Kombinasi Tiang Pancang	111
Tabel 5. 28 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D40.....	112
Tabel 5. 29 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D50.....	112
Tabel 5. 30 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D60.....	112
Tabel 5. 31 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D80	113
Tabel 5. 32 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D40	113
Tabel 5. 33 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D50	113
Tabel 5. 34 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D60	114
Tabel 5. 35 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D80	114
Tabel 5. 36 Kebutuhan dan Biaya Tiang Pancang.....	117

Tabel 5. 37 Beban sendiri pada breastwall	118
Tabel 5. 38 PMS + PMA	118
Tabel 5. 39 Beban gempa pada breastwall arah x	119
Tabel 5. 40 Beban gempa pada breastwall arah x	119
Tabel 5. 41 Rekap beban pada breastwall	119
Tabel 5. 42 Rekap Beban Kombinasi pada breastwall	120
Tabel 5. 43 Beban sendiri pada breastwall	123
Tabel 5. 44 Beban gempa pada breastwall	124
Tabel 5. 45 Rekap beban pada breastwall	124
Tabel 5. 46 Perhitungan Beban Pile cap.....	128
Tabel 5. 47 Rekap Total Gaya Aksial Tiang	128
Tabel 5. 48 Rekap Total Momen Ultimate Tiang.....	128
Tabel 6. 1 Tegangan Overburden ($\sigma'0$) Tiap Lapisan	134
Tabel 6. 2 Tegangan Pra Konsolidasi ($\sigma'c$) Tiap Lapisan Tanah	135
Tabel 6. 3 Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar	137
Tabel 6. 4 Tegangan Tanah Akibat Beban Pavement	138
Tabel 6. 5 Settlement Akibat Timbunan dan Pavement ($q = 9$.	140
Tabel 6. 6 Hasil Perhitungan Settlement untuk Variasi q	141
Tabel 6. 7 Hasil Perhitungan Hinitial dan Hfinal	142
Tabel 6. 8 Variasi Faktor Waktu	145
Tabel 6. 9 Perhitungan Faktor Hambatan oleh PVD.....	147
Tabel 6. 10 Perhitungan Derajat Konsolidasi Total Pola Segitiga S = 1,0 m	149
Tabel 6. 11 Perhitungan Faktor Hambatan oleh PVD.....	151
Tabel 6. 12 Perhitungan Derajat Konsolidasi Total Pola Segitiga S = 1,0 m	153
Tabel 6. 13 Umur Timbunan ke-I pada Minggu ke-4	156

Tabel 6. 14 Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah pada Derajat Konsolidasi 100%	157
Tabel 6. 15 Perumusan Perubahan Tegangan pada Derajat Konsolidasi $U < 100\%$	158
Tabel 6. 16 Perubahan harga C_u pada Minggu Keempat	159
Tabel 6. 17 Kebutuhan Geotextile Pada tiap potongan	167
Tabel 6. 18 Perhitungan Momen Penahan oleh Geotextile	170
Tabel 6. 19 Hasil Perhitungan Panjang Geotextile	172
Tabel 6. 20 Hasil Perhitungan Kebutuhan Geotextile	173
Tabel 6. 21 Rekapitulasi Kebutuhan Geotextile pada setiap STA	174
Tabel 6. 22 Rekapitulasi Kebutuhan Cerucuk di Setiap STA ...	178
Tabel 6. 23 Tegangan Overburden (σ'_0) Tiap Lapisan	181
Tabel 6. 24 Tegangan Pra Konsolidasi (σ'_c) Tiap Lapisan Tanah	182
Tabel 6. 25 Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar	184
Tabel 6. 26 Tegangan Tanah Akibat Beban Pavement.....	185
Tabel 6. 27 Settlement Akibat Timbunan dan Pavement ($q = 9$ t/m ²)	187
Tabel 6. 28 Hasil Perhitungan Settlement untuk Variasi q	188
Tabel 6. 29 Hasil Perhitungan Hinitial dan Hfinal	189
Tabel 6. 30 Umur Timbunan ke-I pada Minggu ke-6.....	192
Tabel 6. 31 Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah pada Derajat Konsolidasi 100%	193
Tabel 6. 32 Perumusan Perubahan Tegangan pada Derajat Konsolidasi $U < 100\%$	194
Tabel 6. 33 Perubahan harga C_u pada Minggu Keenam	195
Tabel 6. 34 Hasil Perhitungan Nilai S_v	198
Tabel 6. 35 Hasil Perhitungan Nilai S_v	205
Tabel 6. 36 Rekapitulasi Kebutuhan Geotextile Wall	209

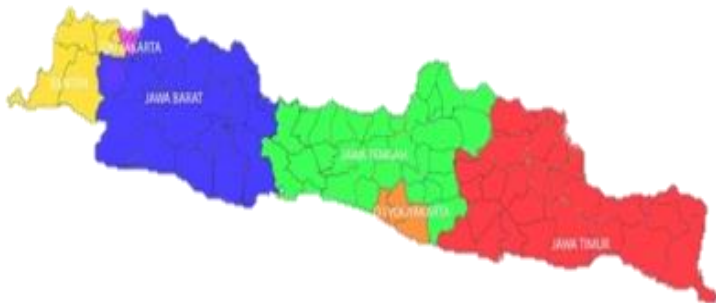
Tabel 6. 37 Rekap kebutuhan paraweb straps untuk masing – masing dinding precast	217
Tabel 6. 38 Rekapitulasi kebutuhan Freyssidol	221
Tabel 6. 39 Alternatif 1 Perencanaan Timbunan Oprit Miring ..	223
Tabel 6. 40 Total Biaya Perencanaan Timbunan Oprit Tegak ..	223
Tabel 6. 41 Total Biayasa Perencanaan Timbunan Oprit Tegak	224
Tabel 7. 1 Rekapitulasi Kebutuhan Biaya Perkuatan Timbunan	227

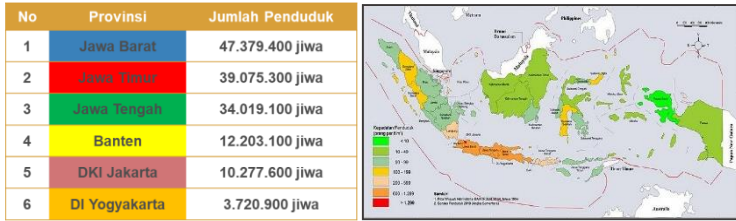
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk tertinggi ke-4 di dunia, dengan jumlah penduduk 265,05 juta orang yang terdiri dari 133,17 juta jiwa penduduk laki-laki, dan 131,88 juta jiwa penduduk perempuan (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas)). 50-60% penduduk di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2017) terdapat di Pulau Jawa. Pulau Jawa terdiri dari 6 provinsi diantaranya ; Banten,DKI Jakarta, Jawa Barat, DIY Yogyakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Pusat pemerintahan di Indonesia pun terletak di Pulau Jawa. Dikarenakan jumlah penduduk terbanyak dan pusat pemerintahan di Indonesia terdapat di Pulau Jawa, maka lalu lintas kendaraan di Pulau Jawa menjadi sangat padat. Jawa Timur merupakan provinsi terpadat kedua (39.075.300 jiwa) setelah Jawa Barat (47.379.400 jwa), peta kepadatan Pulau Jawa dijelaskan pada (Gambar 1.1)





Gambar 1. 1Peta kepadatan yang terjadi di Pulau Jawa
(Sumber : Google earth)

Dengan banyaknya penduduk yang terdapat di Jawa Timur, maka terdapat banyak kota yang merupakan pusat industri di Provinsi Jawa Timur, kota yang terdapat pusat industri di dalamnya merupakan kota dengan lalu lintas yang padat. Salah satu pusat industri di Jawa Timur terdapat di Kota Gresik dan Tuban. Diantara dua kota industri tersebut terdapat Kota Lamongan yang menghubungkan kedua kota tersebut. Disamping itu, Kota Lamongan sendiri pun merupakan kota yang memiliki lalu lintas yang padat disebabkan oleh adanya *double track* kereta api pada Km.Sby 43+600 dan 45+600.

Menurut data survey LHR 2016 Kota Lamongan, kondisi jalan sudah tidak memungkinkan dikarenakan volume arus lalu lintas yang padat yang melintasi kota lamongan dengan LHR rata-rata mencapai 2353.56 kendaraan/jam. Oleh karena itu untuk mengurangi kemacetan yang disebabkan pada jam-jam sibuk (pagi dan sore hari) yang ditimbulkan oleh perlintasan kereta api pada Km.Sby 43+600 dan Km.Sby 45+600 (Gambar 1.2)



Gambar 1. 2 Double Track perlintasan kereta api
(Sumber : Google Maps)

maka pihak Konsultan PT. MonoHexsa akan merencanakan pembangunan Jalan Lingkar Luar Lamongan untuk menghindari jalur utama Kota Lamongan yang mana jalan lingkar tersebut diprioritaskan pada kendaraan berat yang akan melintasi Kota Lamongan dari Kota Gresik – Tuban, yang akan ditampilkan pada (Gambar 1.3). Pada Outline rencana jalan lingkar luar tersebut, terdapat beberapa sungai, oleh karena itu direncanakan jembatan untuk menghindari sungai tersebut, gambar penampang sungai ditampilkan pada (Gambar 1.4 a & b).

Jembatan jalan lingkar luar Lamongan tersebut akan dibuat di atas tanah dasar (koordinat x : 659,227 ; y : 9,213,771) dominan lanau lempung dengan NSPT 15 sampai dengan kedalaman 26 m (Gambar 1.5 a & b). Tanah dasar lunak mempunyai daya dukung yang rendah dan kemampuan pemampatannya tinggi sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan konsolidasi.

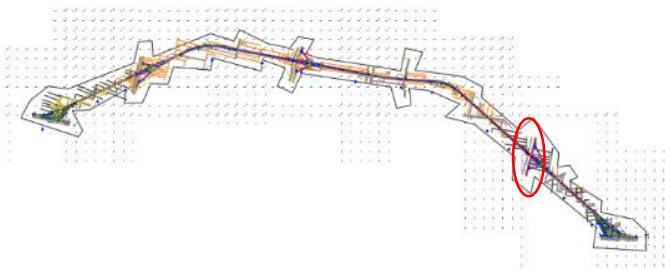
Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif metode perbaikan dan perkuatan tanah dasar agar abutment jembatan dapat menahan beban yang berkerja diatas tanah dasar sehingga tidak terjadi kelongsoran dan perbedaan penurunan

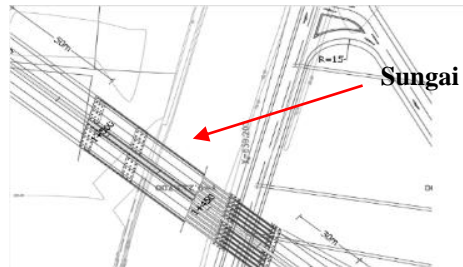
konsolidasi. PT MonoHeksa telah merencanakan abutment jembatan, Perencanaan *existing* oleh PT MonoHeksa dapat dilihat pada (Gambar 1.6 & Gambar 1.7)

Gambar perencanaan alinemen *existing* yang terdapat pada gambar potongan melintang dan layout rencana Jalan Lingkar Luar Lamongan akan didetailkan pada (Gambar 1.8 a & b),

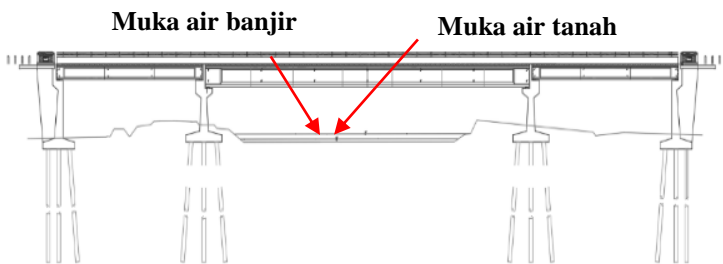


Gambar 1. 3 Outline rencana Jalan Lingkar Luar Lamongan
(Sumber : PT. MonoHeksa)

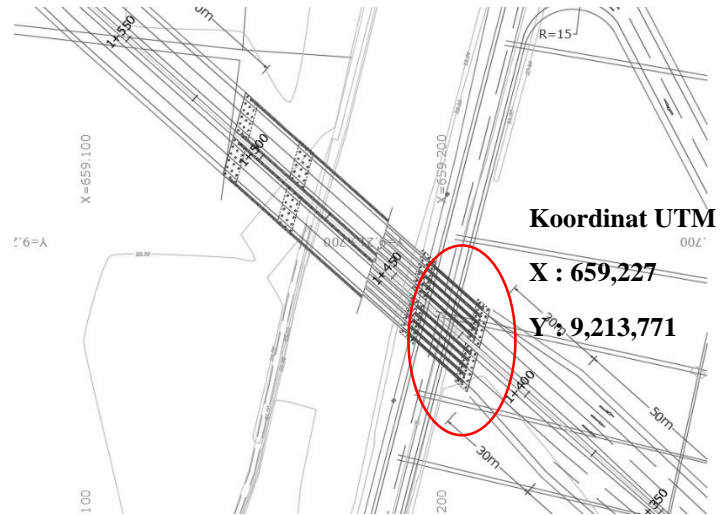




Gambar 1. 4 Sungai yang terdapat pada rencana Jembatan Kali Deket
(Sumber : PT. MonoHeksa)



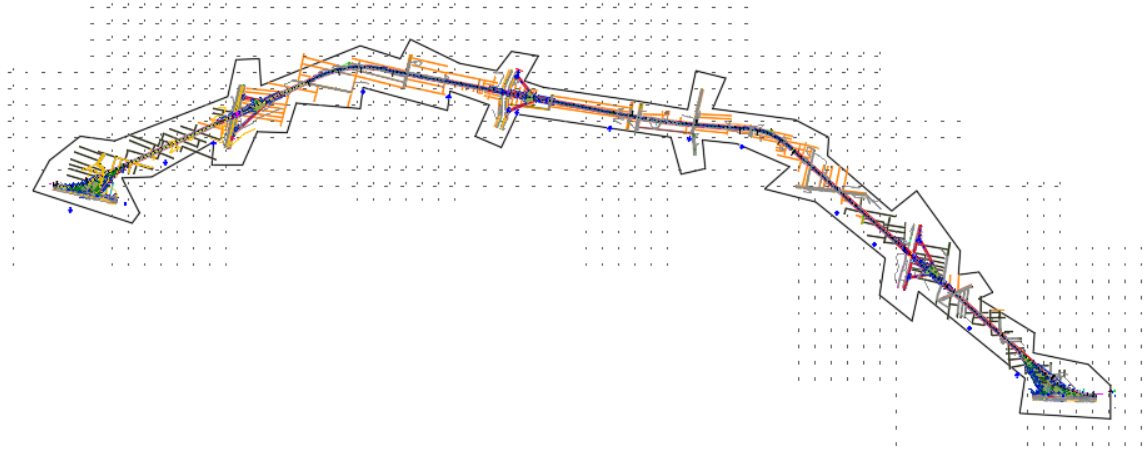
Gambar 1. 5 Kontur tanah pada potongan memanjang jembatan
Kali Deket
(Sumber : PT. MonoHeksa)



Gambar 1. 6 Lokasi titik B-1 Data borlog Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Lamongan
(Sumber : PT. MonoHeksa)

DEPTH (m)	BORE LOG	Standart Penetration Test (SPT) N/30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth Sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties					Mechanical Properties		
						Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dey Density (γ_d)(gr/cm ³)	Specific Gravity G _s	Porosity n	Void Ratio e	Unconfined Test qu kg/cm ²	Direct Shear Test	
																c kg/cm ²	ϕ ($^\circ$)
0			Unguan Lanau dan Pedel	Coklat Putih													
1			Lanau Kelempungan	Coklat Hitam	2 + 2 = 4 2.00 - 3.50 = 1.50 m	1.59	3.92	54.93	39.56	35.43	1.336	2.651	0.484	0.939	0.39	0.23	18
2			Lanau Kelempungan sedikit kulit kerang	Abu-abu	0 + 1 = 1 4.00 - 4.50 = 0.50 m	0.00	2.2	54.56	43.24	79.66	0.844	2.622	0.676	2.089	0.31	0.34	11
3		0 + 0 = 0 6.00 - 5.50 = 0.50 m			0.00	4.5	58.76	36.74	78.11	0.861	2.649	0.674	2.069	0.32	0.28	15	
4		0 + 1 = 1 8.00 - 8.50 = 0.50 m			0.11	0.44	54.42	45.05	88.17	0.808	2.603	0.696	2.295	0.26	0.36	9	
5		0 + 1 = 1 10.00 - 10.50 = 0.50 m			0.22	4.87	51.68	43.24	86.58	0.817	2.662	0.697	2.305	0.28	0.27	16	
6			Lanau Kelempungan sedikit Pasir	Abu-abu	0 + 0 = 0 12.00 - 12.50 = 0.50 m	0.00	2.66	57.78	39.56	85.41	0.818	2.643	0.693	2.257	0.27	0.32	13
7		1 + 1 = 2 14.00 - 14.50 = 0.50 m			0.00	4.18	54.43	41.39	83.07	0.836	2.659	0.688	2.208	0.29	0.3	14	
8		1 + 1 = 2 16.00 - 16.50 = 0.50 m			0.00	0.27	56.49	43.24	86.84	0.82	2.96	0.72	2.57	0.28	0.38	7	
9			Lanau Kelempungan sedikit organik	Hitam	2 + 2 = 4 18.00 - 18.50 = 0.50 m	1.47	0.99	57.8	39.73	54.89	1.112	2.631	0.591	1.444	0.35	0.33	12
10		2 + 3 = 5 20.00 - 20.50 = 0.50 m			5.32	1.35	53.32	40.01	65.77	0.982	2.674	0.638	1.759	0.32	0.24	17	
11			Lanau kelempungan	Kuning	3 + 5 = 8 22.00 - 22.50 = 0.50 m	0.00	0.14	60.37	39.48	43.17	1.23	2.588	0.528	1.117	0.36	0.39	6
12		4 + 5 = 9 24.00 - 24.50 = 0.50 m			0.00	0.13	56.58	43.29	56.26	1.108	2.583	0.592	1.453	0.33	0.41	5	
13		5 + 2 = 7 26.00 - 26.50 = 0.50 m			0.00	0.53	58.08	41.39	58.52	1.085	2.999	0.603	1.521	0.34	0.37	8	
14		5 + 2 = 7 28.00 - 28.50 = 0.50 m			0.00	1.58	55.18	43.24	46.62	1.176	2.611	0.549	1.217	0.37	0.35	10	
15		5 + 8 = 13 30.00 - 30.50 = 0.50 m			0.80	24.68	50.96	23.55	30.01	1.471	2.688	0.446	0.807	0.44	0.21	19	

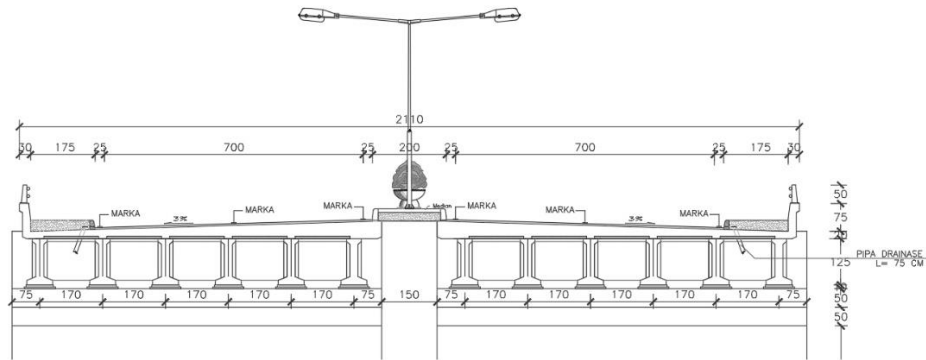
Gambar 1. 7 Data borlog Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Lamongan
(Sumber : PT. MonoHeksa)



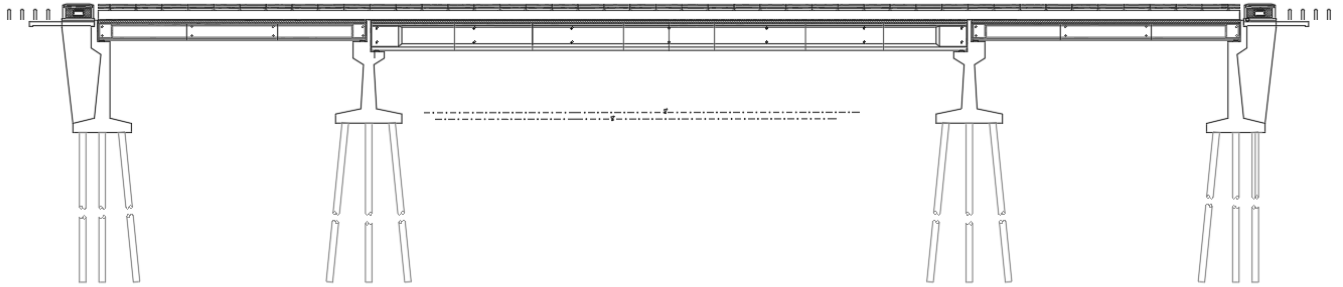
Gambar 1. 8 Perencanaan Alinemen Jalan Lingkar Luar Lamongan
(Sumber : PT. MonoHeksa)



Gambar 1. 9 Potongan Melintang Jalan Lingkar Luar Lamongan
(Sumber : PT. MonoHeksa)



Gambar 1. 10 Detail Potongan Melintang Jembatan Kali Deket (a)
(Sumber : PT. MonoHeksa)



Gambar 1. 11 Detail Potongan Memanjang Jembatan Kali Deket (b)
(Sumber : PT. MonoHeksa)

Pada Tugas Akhir ini, akan direncanakan kembali abutment dengan menggunakan PVD untuk mempercepat pemampatan dan metode perbaikan tanah ; *geotextile wall* ,*micropile* dan *freysissol*. Dari ketiga metode perbaikan tersebut akan dipilih salah satu atau kombinasi dari beberapa metode perbaikan yang telah disebutkan dengan mempertimbangkan biaya yang efisien untuk perbaikan pada perencanaan Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Luar Lamongan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian permasalahan yang ada, beberapa permasalahan yang akan dibahas pada Tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana perencanaan konstruksi abutment Jembatan Jalan Lingkar Lamongan ?
2. Berapa lama waktu pemampatan setelah dilakukan perbaikan tanah dengan sistem *Prefabricated Vertical Drain(PVD)*?
3. Bagaimana kekuatan lereng dan perbaikan tanah yang efisien pada oprit timbunan miring apabila menggunakan *geotextile*, dan *micropile* untuk mengatasi kelongsoran ?
4. Bagaimana kekuatan lereng dan perbaikan tanah yang efisien pada oprit timbunan tegak apabila menggunakan *geotextile wall*, *freysissol* dan *micropile* untuk mengatasi kelongsoran ?
5. Alternatif perencanaan timbunan oprit seperti apakah yang tepat jika diterapkan pada pembangunan jembatan apabila ditinjau dari segi biaya material?

1.3. Tujuan Makalah

Tujuan perencanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan ulang abutment Jembatan Jalan Lingkar Luar Lamongan
2. Mengetahui besar pemampatan yang terjadi akibat beban yang bekerja diatas tanah dasar

3. Merencanakan perkuatan lereng dan perbaikan tanah dasar dan jembatan pada timbunan tegak atau miring untuk meningkatkan daya dukung tanah
4. Menentukan alternatif perbaikan tanah dengan salah satu macam perbaikan atau dengan kombinasi beberapa perbaikan tanah jika ditinjau dari biaya material.

1.4. Batasan Masalah

Pada penulisan Tugas Akhir ini, agar tidak terjadi perbedaan persepsi pada penyelesaian masalah, maka permasalahan dibatasi pada pokok-pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Data yang dipakai merupakan data sekunder yang didapat dari Konsultan PT. MonoHeksa Jalan Lingkar Luar Lamongan
2. Tidak merencanakan struktur jembatan bagian atas, tetapi menggunakan perhitungan pembebanan struktur bagian atas untuk perhitungan pembebanan struktur jembatan bawah.
3. Tidak membahas saluran irigasi jalan
4. Tidak menghitung biaya untuk metode pelaksanaan, hanya menghitung biaya material.
5. Tidak membahas geometrik jalan
6. Tidak menghitung pilar jembatan bagian bawah.

1.5. Manfaat Makalah

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah menjadi bentuk alternatif bagi Konsultan atau owner dalam perencanaan bangunan bawah jembatan dan perbaikan tanah untuk dasar jembatan yang memiliki tipikal sama dengan mempertimbangkan biaya pada perencanaan di tempat lainnya.

1.6. Lingkup Pekerjaan

1. Analisa Perencanaan Abutment dan Oprit Jembatan

- Perencanaan Abutment sebagai berikut :
 - Penentuan bentuk dan dimensi dari struktur atas jembatan
 - Penentuan beban yang bekerja pada abutment
 - Perhitungan kombinasi pada abutment
 - Kontrol stabilitas dari abutment yang telah direncanakan
- Perencanaan Oprit jembatan sebagai berikut :
 - Pengolahan data tanah oprit jembatan
 - Penentuan $H_{initial}$ dan H_{akhir} oprit jembatan
 - Perhitungan besar dan waktu pemampatan
 - Perencanaan percepatan pemampatan tanah dengan preloading yang dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*.
 - Kontrol kekuatan oprit menggunakan software XSTABL
 - Perencanaan oprit jembatan timbunan miring dengan alternatif :
 - *Geotextile*
 - Menentukan tipe *geotextile*
 - Merencanakan jumlah lembar yang dibutuhkan
 - Menghitung jarak vertikal antar tiap *geotextile*
 - Menghitung jumlah kebutuhan *geotextile*
 - Perencanaan oprit jembatan timbunan tegak dengan alternatif :
 - *Freyssisol*
 - *Geotextile Wall*

- Perencanaan perbaikan tanah dasar dasar dengan alternatif :
 - *Micropile*
- Pemilihan alternatif perencanaan yang efisien jika ditinjau dari biaya material dan waktu pemampatan

a

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

2.1.1. Korelasi Tanah

Korelasi data tanah untuk mendapatkan parameter yang belum diketahui menggunakan Tabel 2.1 sampai Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Hubungan NSPT dengan ϕ , Dr, qu, dan Jenis Tanah

<i>Cohesionless Soil</i>					
N (blows)	0 - 3	4 - 10	11 - 30	31 - 50	>50
Y (kN/m³)	-	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 - 23
ϕ (°)	-	25 - 32	28 - 36	30 - 40	>35
State	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
Dr (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
<i>Cohesive Soil</i>					
N (blows)	<4	4 - 6	6 - 15	16 - 25	>25
Y (kN/m³)	14 - 18	16 - 18	16 - 18	16 - 20	>20
q (kPa)	<25	20 - 50	30 - 60	40 - 200	>100
Consistency	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiffy</i>	<i>Hard</i>

(sumber : J.E Bowles, 1984)

Tabel 2. 2 Korelasi untuk Mendapatkan Nilai w_c , e_0 , dan C_v untuk Tanah Lempung

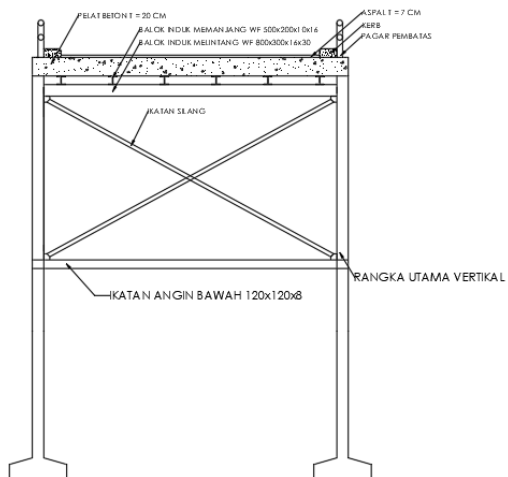
Sumber: BIAREZ

NO	γ sat	w sat	n	e	γ dry	k	Cv
	t/m ³	%			t/m ³		
1	1.31	163.0	0.8	4.4	0.5	1.00E-09	1.00E-05
2	1.32	158.23	0.80	4.27	0.51	1.69E-09	1.69E-05
3	1.33	153.46	0.79	4.14	0.53	2.38E-09	2.38E-05
4	1.34	148.69	0.79	4.01	0.54	3.08E-09	3.08E-05
5	1.35	143.91	0.79	3.89	0.56	3.77E-09	3.77E-05
6	1.36	139.14	0.79	3.76	0.57	4.46E-09	4.46E-05
7	1.37	134.37	0.78	3.63	0.59	5.15E-09	5.15E-05
8	1.38	129.6	0.78	3.5	0.6	5.85E-09	5.85E-05
9	1.39	125.83	0.77	3.39	0.62	6.54E-09	6.54E-05
10	1.40	121.67	0.77	3.29	0.63	7.23E-09	7.23E-05
11	1.41	117.70	0.76	3.18	0.65	7.92E-09	7.92E-05
12	1.42	113.73	0.75	3.07	0.67	8.62E-09	8.62E-05
13	1.43	109.77	0.75	2.97	0.68	9.31E-09	9.31E-05
14	1.44	105.8	0.74	2.86	0.7	1.00E-08	1.00E-04
15	1.45	102.83	0.73	2.78	0.72	1.69E-08	1.17E-04
16	1.46	99.87	0.73	2.70	0.73	2.38E-08	1.33E-04
17	1.47	96.90	0.72	2.62	0.75	3.08E-08	1.50E-04
18	1.48	93.93	0.71	2.54	0.77	3.77E-08	1.67E-04
19	1.49	90.97	0.71	2.46	0.78	4.46E-08	1.83E-04
20	1.50	88	0.7	2.38	0.8	5.15E-08	2.00E-04
21	1.51	86.01	0.70	2.33	0.81	5.85E-08	2.14E-04
22	1.52	84.03	0.69	2.27	0.83	6.54E-08	2.29E-04
23	1.53	82.04	0.69	2.22	0.84	7.23E-08	2.43E-04
24	1.54	80.06	0.68	2.16	0.86	7.92E-08	2.57E-04
25	1.55	78.07	0.68	2.11	0.87	8.62E-08	2.71E-04
26	1.56	76.09	0.67	2.05	0.89	9.31E-08	2.86E-04
27	1.57	74.1	0.67	2	0.9	1.00E-07	3.00E-04
28	1.58	72.25	0.66	1.95	0.92	2.50E-07	3.3E-04
29	1.59	70.49	0.66	1.90	0.93	4.00E-07	3.7E-04
30	1.60	68.55	0.65	1.85	0.95	5.50E-07	4.00E-04
31	1.61	66.70	0.64	1.80	0.97	7.00E-07	4.3E-04
32	1.62	64.85	0.64	1.75	0.98	8.50E-07	4.7E-04
33	1.63	63	0.63	1.7	1	1.00E-06	5.00E-04
34	1.64	61.48	0.62	1.66	1.02	1.17E-06	5.17E-04
35	1.65	59.97	0.62	1.62	1.03	1.33E-06	5.33E-04
36	1.66	58.45	0.61	1.58	1.05	1.50E-06	5.50E-04
37	1.67	56.93	0.60	1.53	1.07	1.67E-06	5.67E-04
38	1.68	55.42	0.60	1.49	1.08	1.83E-06	5.83E-04
39	1.69	53.9	0.59	1.45	1.1	2.00E-06	6.00E-04
40	1.70	52.81	0.59	1.42	1.11	2.14E-06	6.14E-04
41	1.71	51.73	0.58	1.39	1.13	2.29E-06	6.29E-04
42	1.72	50.64	0.58	1.36	1.14	2.43E-06	6.43E-04
43	1.73	49.56	0.57	1.34	1.16	2.57E-06	6.57E-04
44	1.74	48.47	0.57	1.31	1.17	2.71E-06	6.71E-04
45	1.75	47.39	0.56	1.28	1.19	2.86E-06	6.86E-04
46	1.78	46.3	0.56	1.25	1.2	3.00E-06	7.00E-04
47	1.77	45.23	0.55	1.22	1.22	3.17E-06	7.17E-04
48	1.78	44.17	0.55	1.19	1.23	3.33E-06	7.33E-04
49	1.79	43.10	0.54	1.17	1.25	3.50E-06	7.50E-04
50	1.80	42.03	0.53	1.14	1.27	3.67E-06	7.67E-04
51	1.81	40.97	0.53	1.11	1.28	3.83E-06	7.83E-04

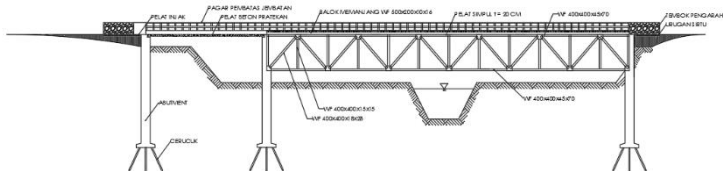
(sumber : Biarez)

2.1.2. Jembatan

Bagian-bagian konstruksi jembatan terdiri dari konstruksi bangunan atas, dan bawah. Konstruksi bangunan atas terdiri dari trotoar, lantai kendaraan + perkerasan, balok diafragma, balok gelagar ikatan pengaku (ikatan angin, rem, tumbukan) dan perletakan (rol,sendi). Konstruksi bangunan bawah meliputi : abutment, dan perkuatan tanah



Gambar 2. 1 Potongan melintang konstruksi jembatan



Gambar 2. 2 Potongan memanjang konstruksi jembatan

2.1.3. Timbunan Oprit

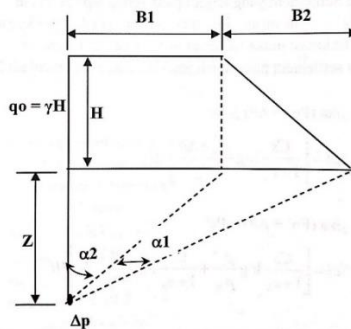
Timbunan adalah sejumlah tanah atau material yang digunakan untuk mengisi ruang atau lahan untuk meninggikan permukaan tanah. Salah satu contoh aplikasi penggunaan timbunan dalam bidang konstruksi adalah oprit dalam pekerjaan jembatan. Oprit jembatan adalah timbunan tanah di belakang abutmen jembatan yang harus dibuat sepadat mungkin untuk menghindari terjadinya penurunan (settlement) agar tidak membahayakan bagi kendaraan yang melewati atau berhenti di jembatan itu

Apabila oprit dibangun di atas tanah lunak, masalah yang timbul diantaranya daya dukung tanah dasar di bawah tanah timbunan yang rendah serta konsolidasi yang besar dan berlangsung lama. Penurunan konsolidasi dapat menyebabkan stabilitas lereng terganggu.

2.2. Besar & Lama Waktu Pemampatan Konsolidasi

2.2.1. Penambahan Tegangan Tanah ($\Delta\sigma'$) Akibat Beban Luar

Penambahan Tegangan Tanah ($\Delta\sigma'$) merupakan tambahan tegangan yang diakibatkan oleh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan. Diagram tegangan tanah akibat timbunan dapat dilihat pada



Gambar 2. 3 Diagram tegangan tanah
(sumber : Braja M. Das, 1986)

Nilai tegangan tanah ($\Delta\sigma'$) adalah sebagai berikut :

$$\Delta\sigma' = \frac{q_0}{\pi} \left[\left(\frac{B_1+B_2}{B_2} \right) x (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{B_1}{B_2} (\alpha_2) \right] \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$\Delta\sigma'$ = tegangan akibat beban timbunan ditinjau ditengah lapisan (t/m^2)

q_0 = beban timbunan (t/m^2)

α_1 = $\tan^{-1} \{ (B_1+B_2)/z \} - \tan^{-1} (B_1/z)$ (radian)

α_2 = $\tan^{-1} (B_1/z)$ (radian)

B_1 = 1/2 lebar timbunan

B_2 = panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan

Catatan : nilai tegangan tanah tersebut akibat beban $\frac{1}{2}$ timbunan, untuk timbunan total nilainya harus dikali 2

Nilai tegangan tanah untuk beban berbentuk persegi dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

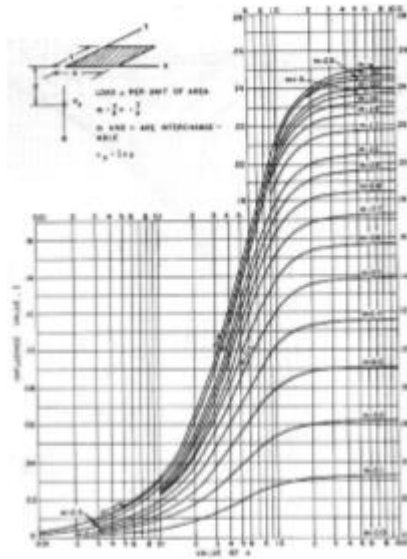
$$\Delta\sigma' = 4 x q_0 x I \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$\Delta\sigma'$ = tegangan akibat beban timbunan ditinjau ditengah lapisan (t/m^2)

I = factor pengaruh beban

Nilai factor pengaruh beban (I) dapat ditentukan melalui grafik dari NAVFAC DM-7 (1971)



Gambar 2. 4 Grafik faktor beban berbentuk persegi
(Sumber : NAVFAC DM-7,1971)

2.2.2. Besar Pemampatan Konsolidasi

Pemampatan konsolidasi tanah lempung akibat beban luar dapat terjadi secara normal (*normally consolidated*) dan terlalu terkonsolidasi (*overconsolidated*). Pemampatan konsolidasi tanah lempung secara umum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Terzaghi, 1942) :

- Besar pemampatan untuk tanah NC soil:

$$S_c = \frac{H}{1+e_0} \left[C_c \times \log\left(\frac{\sigma'_{o'} + \Delta\sigma}{\sigma'_{o'}}\right) \right] \dots\dots\dots (2.3)$$

- Besar pemampatan untuk tanah OC soil:
 - Bila $\sigma'_o + \Delta\sigma \leq \sigma'_c$

$$Sc = \frac{H}{1+e_0} [C_s \times \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right)] \dots \dots \dots (2.4)$$

o Bila $\sigma'_0 + \Delta\sigma > \sigma'_c$

$$Sc = \left[\frac{H}{1+e_0} C_s \times \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_0} \right] + \left[\frac{H}{1+e_0} C_s \times \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \right] (2.5)$$

Dimana:

Sc = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah ke-i yang ditinjau

Hi = tebal lapisan tanah ke-i

e₀ = angka pori awal dari lapisan tanah ke-i

C_c = indeks kompresi dari lapisan ke-i

C_s = indeks mengembang dari lapisan ke-i

σ_{σ'} = tekanan tanah vertical efektif dari suatu titik ke tengah – tengah lapisan ke-I akibat beban tanah sendiri diatas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)

σ_{c'} = tegangan konsolidasi efektif di masa lampau (*effective past overburden*)

Δσ' = Penambahan tegangan vertical yang ditinjau (di tengah lapisan ke-i) akibat beban timbunan yang baru (beban luar)

2.2.3. Lama Waktu Konsolidasi

Tanah lempung mempunyai pemampatan yang besar dengan waktu yang sangat lama. Derajat konsolidasi rata-rata untuk seluruh kedalaman lapisan lempung pada suatu saat (*t*) adalah sebagai berikut :

$$U = \frac{St}{S} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

U = derajat konsolidasi rata-rata

St = pemampatan pada saat (*t*)

S = pemampatan total yang terjadi

Waktu konsolidasi dilapangan dapat diasumsikan sebagai berikut :

$$t = \frac{T(Hdr)^2}{Cv} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- t = waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan konsolidasi
- Tv = *time factor*
- Hdr = panjang pengaliran ($H/2 = double\ drainage$, $H = single\ drainage$)
- Cv = koefisien konsolidasi akibat aliran pori arah vertical

Harga factor waktu (Tv) dan derajat konsolidasi rata-rata dapat dihitung dengan rumus berikut ini (Das, 1985):

- Untuk $U = 0$ s/d 60%

$$Tv = \frac{\pi}{4} x \left(\frac{U\%}{100}\right)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$
- Untuk $U > 60\%$

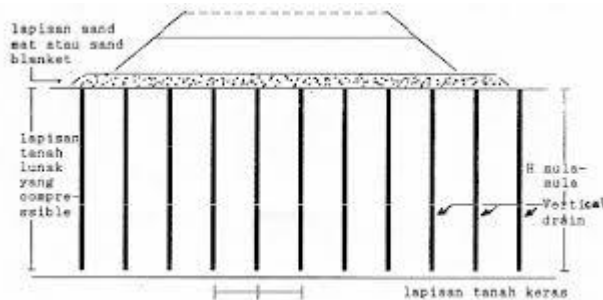
$$Tv = 1,781 - 0.33 \log (100-U\%) \dots\dots\dots (2.9)$$

Tanah yang memiliki banyak lapis dengan ketebalan yang berbeda-beda, harga Cv gabungan dapat ditentukan dengan rumusan berikut :

$$Cv_{gabungan} = \frac{[H_1+H_2+\dots+H_n]}{\frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}}+\frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}}+\dots+\frac{H_n}{\sqrt{Cv_n}}} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.2.4. Percepatan Waktu Konsolidasi Dengan *Prefabricated vertical Drain (PVD)*

Penggunaan *vertical drain* ini bertujuan untuk mempercepat proses pengaliran air pori sehingga proses konsolidasi tanah menjadi lebih cepat (Gambar 2.5). Hal ini dikarenakan pemampatan konsolidasi yang terjadi pada tanah lempung membutuhkan waktu yang cukup lama.



Gambar 2. 5 Pemasangan Vertical Drain
(sumber : Mochtar, 2000)

Waktu konsolidasi yang dibutuhkan dengan menggunakan *vertical drain* menurut Barron (1948) adalah :

$$t = \left(\frac{D^2}{8.Ch} \right) F(n) \cdot \ln \left(\frac{1}{1-U_h} \right) \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

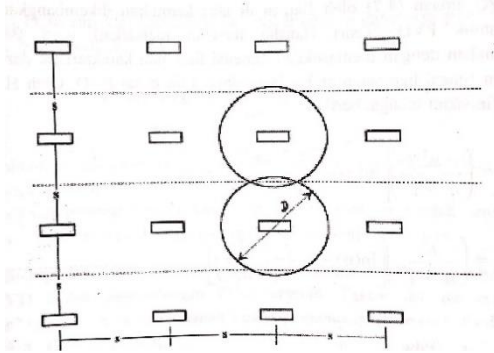
t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer.
D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD

- D = 1.13 x S, untuk pola susunan bujur sangkar,
- D = 1.05 x S, untuk pola susunan segitiga

C_h = koefisien konsolidasi tanah arah horizontal.

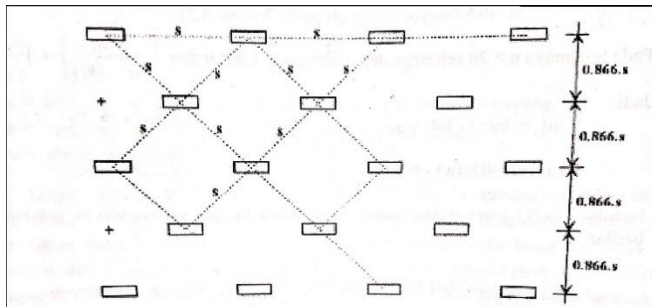
U_h = derajat konsolidasi tanah (arah horizontal)

Pola pemasangan bujur sangkar ($D = 1,13 \times S$) :



Gambar 2. 6 Pola susunan bujur sangkar
(sumber : Mochtar, 2000)

Pola pemasangan segitiga ($D = 1,05 \times S$) :



Gambar 2. 7 Pola susunan segitiga
(sumber : Mochtar, 2000)

Teori di atas dikembangkan oleh Hansbo (1979) dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik dari PVD. Fungsi $F(n)$ merupakan fungsi hambatan akibat jarak antar titik pusat PVD.

Harga $F(n)$ didefinisikan dengan:

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

$N = D/dw$

$dw =$ diameter equivalen dari *vertical drain*

Pada umumnya $n > 20$ sehingga dapat dianggap $1/n = 0$, jadi :

$$F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4} \text{ atau } F(n) = \ln\left(\frac{D}{dw}\right) - \frac{3}{4} \dots \dots (2.13)$$

Waktu konsolidasi menurut Hansbo (1979) adalah:

$$t = \left(\frac{D^2}{4} \right) (F(n) + F_{sFr}) \ln\left(\frac{1}{1 - \bar{u}_h}\right) \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

$Ch =$ koefisien konsolidasi aliran horizontal

$= (kh/kv) \cdot Cv$

$kh/kv =$ perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horizontal dan vertikal, untuk tanah lempung yang jenuh air, harga (kh/kv) berkisar antara 2 s.d.5

$F(n) =$ faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD

$Fr =$ faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri.

$Fs =$ faktor hambatan tanah yang terganggu

(disturbed).

Harga F_r merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan sebagai berikut :

$$F_r = \pi \cdot z(L - Z) \cdot \left(\frac{kh}{q_w}\right) \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

z = kedalaman titik yang ditinjau pada *PVD* terhadap permukaan tanah

L = panjang *drain*

Kh = koefisien permeabilitas arah horizontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*).

q_w = *discharge capacity* (kapasitas discharge) dari *drain* (tergantung dari jenis PVD)

Harga F_s merupakan faktor yang disebabkan oleh ada tidaknya perubahan pada tanah di sekitar PVD akibat pemancangan PVD tersebut. Faktor F_s tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

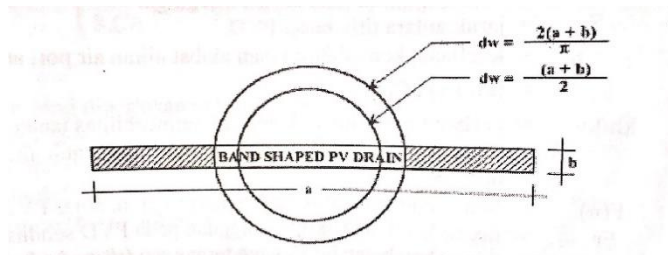
$$F_r = \left(\frac{kh}{k_s} - 1\right) \ln\left(\frac{d_s}{d_w}\right) \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

K_s = koefisien permeabilitas arah horizontal pada tanah sudah terganggu (*disturbed*)

D_s = diameter daerah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*

d_w = *equivalen diameter*



Gambar 2. 8 Diameter ekuivalen PVD
(sumber : Mochtar, 2000)

Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa $F(n) = F_s$. Dari data berkisar antara 1 sampai 3. Nilai F_r pada umumnya kecil, maka harga F_r dapat dianggap nol. Jadi, persamaan waktu konsolidasi dapat ditulis sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{D^2}{8.ch} \right) (2F(n)) \ln \left(\frac{1}{1-U_h} \right) \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai
- D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*
- Ch = koefisien konsolidasi tanah akibat aliran air pori arah radial
- F(n) = faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
- U_h = derajat konsolidasi tanah arah horizontal

Konsolidasi akibat aliran pori tidak hanya arah horizontal (U_h), tetapi juga terjadi konsolidasi akibat aliran

pori arah vertikal (U_v). Harga U_v ini dicari dengan persamaan sebagai berikut :

- Untuk U_v antara 0 sampai dengan 60%

$$\bar{U}_v = \left(\sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.18)$$

- Untuk $U_v > 60\%$

$$\bar{U}_v = (100 - 10^a)\%$$

dimana nilai $a = \frac{1.781 - T_v}{0.933} \dots\dots\dots (2.19)$

Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{U} = \left[1 - (1 - \bar{U}_h)(1 - \bar{U}_v) \right] \times 100\% \dots\dots\dots (2.20)$$

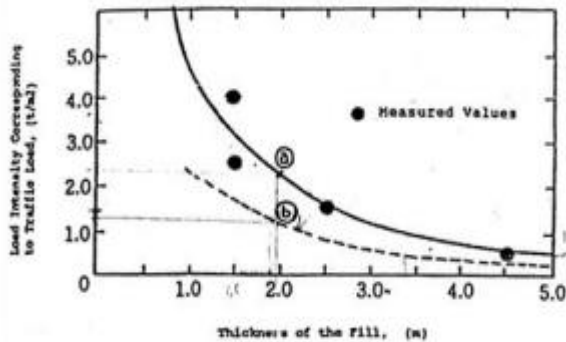
2.3. Perbaikan Tanah Dengan Metode *Preloading*

Preloading adalah suatu metode perbaikan tanah lunak dengan cara meletakkan timbunan pada lokasi yang akan distabilisasi dengan berat minimal sama dengan berat struktur (permanen) di masa yang akan datang.

Apabila penurunan akibat pemampatan yang diinginkan telah tercapai, sebagian atau timbunan preloading dapat dibuang. Beban preloading dapat berupa beban traffic (jalan), beban pavement, dan beban timbunan.

Untuk beban traffic harus diperhitungkan sebagai tambahan beban merata yang menyebabkan penurunan tanah. Menurut Japan Road Associaton (1986), beban traffic diperhitungkan sebagai beban merata yang tergantung dari tinggi timbunan (embankment) seperti pada gambar 2.11. Beban traffic tersebut kemudian dapat dikorelasikan dalam tinggi timbunan tambahan dan akan dibongkar saat waktu konsolidasi selesai. Hasil studi oleh Japan Road Associaton

(1986) tersebut berlaku untuk suatu timbunan tanah di atas tanah asli yang belum diperbaiki. Untuk tanah asli yang sudah memampat akibat PVD, tentunya pengaruh traffic tidaklah sebesar aslinya. Jadi, dapat diasumsikan pengaruh traffic pada tanah dasar yang telah terkonsolidasi hanya sebagian dari harga menurut Japan Road Association tersebut. Bila intensitas tersebut hanya setengah dari harga Japan Road Association, kurva hubungan mengikuti kurva b dari gambar 2.11.



Gambar 2. 9 Kurva Hubungan antara Tinggi Timbunan dengan Intensitas Beban yang Bersesuaian dengan Beban Traffic (Sumber : Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils), 2000)

2.3.1. Penentuan Tinggi *Preloading*

- a. Perhitungan tinggi timbunan awal (H_{initial})

Tinggi timbunan rencana pada saat pelaksanaan harus memperhatikan besar pemampatan tanah asli. Oleh sebab itu, direncanakan tinggi timbunan awal agar saat pemampatan terjadi tinggi timbunan tetap sesuai dengan tinggi timbunan rencana. Untuk mencari besarnya tinggi

timbunan awal ($H_{initial}$) digunakan persamaan sebagai berikut :

- Kondisi Awal :

$$q_{awal} = H_{awal} \times \gamma_{timbunan} \dots \dots \dots (2.21)$$

- Setelah mengalami konsolidasi S_c

$$H_{akhir} = H_{awal} - S_c \dots \dots \dots (2.22)$$

$$q_{akhir} = H_{akhir} \times \gamma_{timb} + S_c (\gamma_{sat.timb} - \gamma_w) \dots \dots \dots (2.23)$$

$$q_{akhir} = q = (H_{awal} - S_c) \gamma_{timb} + S_c (\gamma_{sat.timb} - \gamma_w) \dots (2.24)$$

$$q = H_{awal} \cdot \gamma_{timb} - S_c \cdot \gamma_{timb} + S_c \cdot \gamma'_{timb} \dots \dots \dots (2.25)$$

$$q = H_{awal} \cdot \gamma_{timb} - S_c \cdot (\gamma_{timbunan} + \gamma'_{timbunan}) \dots \dots (2.26)$$

Dimana:

$H_{initial}$ = tinggi timbunan awal (m)

H_{akhir} = tinggi timbunan akhir (m)

S_c = total penurunan tanah akibat timbunan H (m)

γ_{timb} = berat volume efektif material timbunan (t/m³)

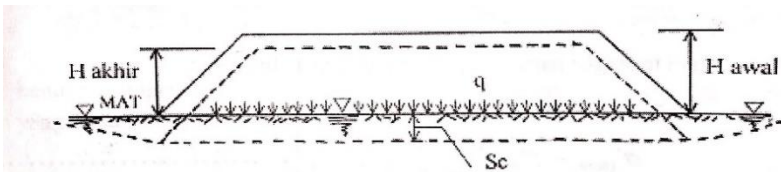
Bila kondisi $\gamma_{sat} \neq \gamma_{timb}$, maka

$$H_{awal(i)} = \{ [q(i) + S_{c(i)} (\gamma_{timb} - \gamma_{timb})] / \gamma_{timb} \} \quad (2.27)$$

Bila $\gamma_{sat} = \gamma_{timb}$, maka :

$$q = H_{initial} \times \gamma_{timb} - S_c \times \gamma_w \dots \dots \dots (2.28)$$

$$H_{initial} = \frac{(q + S_c \times \gamma_w)}{\gamma_{timb}} \dots \dots \dots (2.29)$$



Gambar 2. 10 Tinggi timbunan saat mengalami pemampatan (sumber : Mochtar,2000)

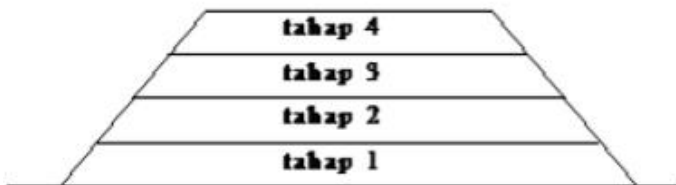
b. Perhitungan tinggi timbunan akhir (H_{akhir})

hubungan antara tinggi timbunan awal dan tinggi timbunan akhir dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H_{\text{akhir}(i)} = H_{\text{awal}(i)} - S_{c(i)} \dots \dots \dots (2.30)$$

2.3.2. Sistem Timbunan Bertahap

Pelaksanaan konstruksi timbunan secara bertahap dilakukan dengan cara menimbun tanah secara bertahap dalam jangka waktu tertentu. Metode ini bertujuan untuk mencegah kegagalan pada tanah dasar dengan cara memampatkan tanah dasar hingga tanah timbunan berikutnya diberikan, sehingga stabilitas tanah dasar dapat ditingkatkan. Penambahan beban setiap lapisan mengacu pada ketinggian yang masih mampu dipikul yaitu H kritis agar tidak terjadi kelongsoran. Untuk menentukan H kritis dapat digunakan program bantu Xstabl . Pemberian timbunan secara bertahap dapat dilihat pada :



Gambar 2. 11 Tanah ditimbun secara bertahap
(sumber : Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

Pemampatan konsolidasi dapat dihitung dengan persamaan 2.3 untuk kondisi $p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > \sigma_c$, 2.4 untuk kondisi $p'_0 + \Delta p_1 \leq \sigma_c$, dan 2.5 untuk kondisi $p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 > \sigma_c$

Dimana :

P'_0 = tegangan efektif *overburden*

Δp = penambahan tegangan akibat beban tahapan

Timbunan

Perumusan untuk penambahan tegangan akibat beban bertahap (Δp) sebagai berikut.

- ΔP_1 (Δ tegangan) akibat tahap penimbunan (1), dari 0 m s/d h_1 selama t_1 (derajat konsolidasi = U_1)

$$\Delta p_{1-U_1} = \left(\frac{\sigma'_1}{p'_0} \right)^{U_1} \cdot p'_0 - p'_0 \dots \dots \dots (2.31)$$

- ΔP_2 (Δ tegangan) akibat tahap penimbunan (2), dari h_1 s/d h_2 selama t_2 (derajat konsolidasi = U_2).

$$\Delta p_{2-U_2} = \left(\frac{\sigma'_2}{p'_1} \right)^{U_2} \cdot p'_1 - p'_1 \dots \dots \dots (2.32)$$

2.3.3. Peningkatan Daya Dukung Tanah Akibat Timbunan Bertahap

Tanah yang memampat akan menjadi lebih padat dan lebih kuat dari semula sehingga daya dukung tanahnya meningkat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999), diketahui bahwa terdapat hubungan antara kekuatan geser undrained ($C_u = \text{undrained shear strength}$) dengan tegangan tanah vertikal efektif (σ'_v) yang bekerja pada tanah lempung. Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- Untuk harga PI tanah < 120 %
 $C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,0737 + (0,1899 - 0,0016 \text{ PI})\sigma'_v \dots (2.32)$

- Untuk harga PI tanah > 120 %
 $C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,0737 + (0,0454 - 0,00004 \text{ PI})\sigma'_v \dots (2.33)$

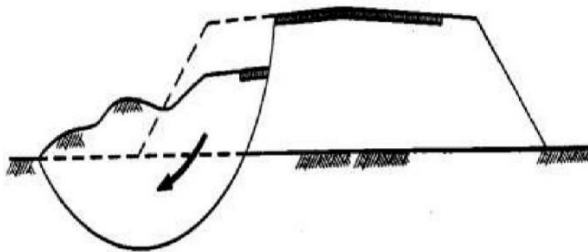
Dimana :

$$\sigma'_v = \text{tegangan tanah vertikal efektif (kg/cm}^2\text{)}.$$

2.4. Perkuatan Timbunan Tanah

2.4.1. Stabilitas Lereng Timbunan

Timbunan atau embankment merupakan tumpukan tanah yang dibuat oleh manusia dengan cara dipadatkan lapis demi lapis dengan ketebalan dan kepadatan sesuai dengan ketentuan yang direncanakan. Dalam setiap keadaan, permukaan tanah yang tidak datar akan menghasilkan komponen gravitasi dari berat tanah yang sejajar dengan kemiringan lereng timbunan cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi lebih tinggi ke elevasi lebih rendah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2. 12 Rekayasa kestabilan Timbunan
(sumber : *Powerpoint* timbunan dan kosntruksi penahan tanah
ITS)

Dalam melakukan perencanaan, hal yang sangat perlu diketahui pertama kali adalah stabilitas dari timbunan yang bersangkutan. Untuk itu perlu menghitung dan membandingkan antara tegangan geser (*shear stress*) yang terbentuk sepanjang bidang longsor yang paling kritis dengan kuat geser tanah (*shear strength*); proses ini disebut sebagai Analisa Stabilitas Talud Atau *Slope Stability Analysis*. Apabila diketahui *shear strength* lebih

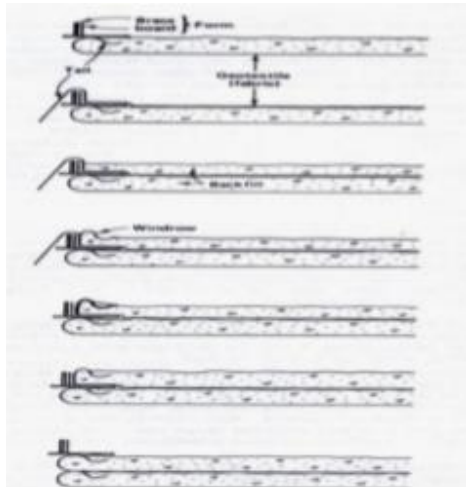
besar daripada *shear stress* maka kondisi lereng **stabil** atau tidak longsor.

2.4.2. Perkuatan Dinding Timbunan Tegak

a. Geotextile Wall

Geotextile wall berfungsi sebagai dinding penahan tanah timbunan oprit tegak (Gambar 2.15). Tujuan pemasangan *geotextile* untuk menjaga kestabilan lereng timbunan. Kontrol stabilitas dari *geotextile* sebagai dinding penahan tanah yang perlu ditinjau adalah:

- *Internal stability*
- *External stability*



Gambar 2. 13 Perkuatan tanah dengan *geotextile*
(sumber : Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

- *Internal Stability*
Pada *Internal Stability* gaya-gaya yang perlu diperhatikan adalah :
- Tanah di beakang dinding

- Beban luar (Beban *Surcharge* dan beban hidup)
 Besar tegangan horisontal yang diterima dinding (σ_H):

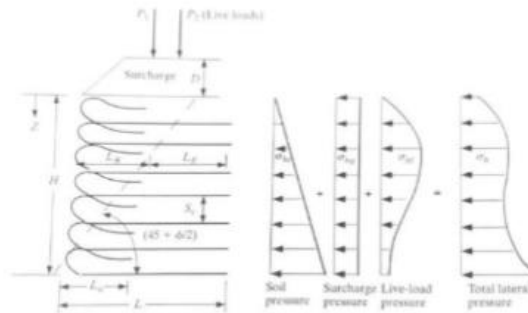
$$\sigma_H = \sigma_{HS} + \sigma_{Hq} + \sigma_{HL} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana :

σ_{HS} = tegangan horisontal akibat tanah dibelakang dinding

σ_{Hq} = tegangan horisontal akibat tanah timbunan surcharge

σ_{HL} = tegangan horisontal akibat tanah hidup



Earth pressure concepts and theory for geotextile wall design.

Gambar 2. 14 Diagram Tegangan Tanah Dan Desain *Geotextile* (sumber : Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

Jarak vertikal pemasangan *geotextile* (S_v) adalah

$$S_v = \frac{T_{all}}{SF \times \sigma_{HZ} \times 1} \dots \dots \dots (2.35)$$

Dimana :

σ_{HZ} = tegangan horisontal pada kedalaman z

$$SF = 1,3 - 1,5$$

Panjang *geotextile* yang ditanam (L) :

$$L = L_e + L_R \dots \dots \dots (2.36)$$

Dimana :

L_e = panjang *geotextile* yang berada dalam *anchorage zone* (minimum = 3 ft atau 1 m)

L_r = Panjang *geotextile* yang berada di depan bidang longsor

Panjang L_e :

$$l_e = \frac{Sv \times \sigma_H \times SF}{2 \times [c + \sigma v(\tan\delta)]} \dots \dots \dots (2.37)$$

Panjang L_r :

$$L_R = (H - Z) \times \left[\tan \left(45 \frac{\theta}{2} \right) \right] \dots \dots \dots (2.38)$$

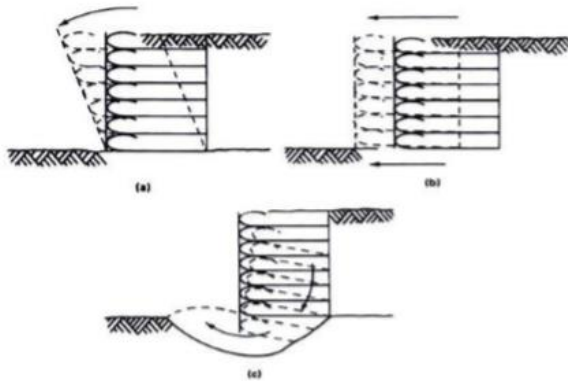
Panjang (L_o), Gaya yang diperhitungkan $\frac{1}{2} \sigma_H$:

$$L_o = \frac{Sv \times \sigma_H \times SF}{4 [c + \sigma v(\tan\delta)]} \dots \dots \dots (2.39)$$

- *External Stability*

Untuk perencanaan Geotextile sebagai dinding penahan tanah perlu diperhatikan External Stability, yaitu:

- Aman terhadap geser
- Aman terhadap guling
- Aman terhadap kelongsoran daya dukung



Gambar 2. 15 External Stability pada Geotextile (a) aman terhadap guling (b) aman terhadap geser (c) aman terhadap kelongsoran daya dukung
(sumber : Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

- a. Kontrol terhadap geser
Faktor keamanan dapat dihitung dengan rumusan.

$$SF = \frac{\sum \text{Gaya Penahan}}{\sum \text{Gaya Dorong}} \geq 3 \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana :

Gaya Penahan =

$$\left[c + \left(\frac{W_1 + w_2 + P_a \sin \delta}{L} \right) \tan \delta \right] \dots \dots \dots (2.41)$$

$$\text{Gaya pendorong} = P_a \cos \delta \dots \dots \dots (2.42)$$

- b. Kontrol terhadap guling

$$SF = \frac{\sum \text{Momen Penahan}}{\sum \text{Momen Dorong}} \geq 3 \dots \dots \dots (2.43)$$

Dimana :

Momen penahan
 $= (P \times \sin \delta) \times X + W \times X \dots \dots \dots (2.44)$

Momen pendorong
 $= (P \times \cos \delta) \times R \dots \dots \dots (2.45)$

- c. Kontrol terhadap kelongsoran daya dukung
 Faktor keamanan dapat dihitung dengan rumusan :

$$SF = \frac{P_{ultimate}}{P_{action}} \geq 3 \dots \dots \dots (2.46)$$

Dimana :

$$P_{ultimate} = cN_c + qN_q + 0,5\gamma BN_{\gamma} \dots \dots \dots (2.47)$$

$$P_{action} = (\gamma_{timb} \times h_{timb}) + q \dots \dots \dots (2.48)$$

Nilai N_c , N_q , dan N_{γ} dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tabel harga nilai N_c , N_q , N_{γ}

ϕ	N_c	N_{γ}	N_q
0	5.14	0	1.00
5	6.30	0.10	1.60
10	8.40	0.50	2.50
15	11.00	1.40	4.00
20	14.80	3.50	6.40
25	20.70	8.10	10.70
30	30.00	18.10	18.40
35	46.00	41.10	33.30
40	75.30	100.00	64.20
45	134.00	254.00	135.00

(sumber : Caquot & Kerisel)

Adapun Geotextile sebagai perhitungan geotextile sebagai perkuatan timbunan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan momen dorong (MD)

$$MD = \frac{MR_{min}}{SF_{min}} \dots \dots \dots (2.49)$$

Dimana :

MD = momen dorong (kNm)

MR_{min} = momen penahan eksisting (kNm)
 SF_{min} = angka keamanan eksisting

2. Perhitungan momen rencana (MR_{rencana})

Perhitungan momen rencana berdasarkan angka keamanan rencana (SF_{rencana}) :

$$MR_{rencana} = MD \times SF_{rencana} \dots \dots \dots (2.50)$$

3. Perhitungan tambahan momen penahan (ΔMR)

$$\Delta MR = MR_{rencana} - MR_{min} \dots \dots \dots (2.51)$$

4. Perhitungan tambahan kekuatan geotextile yang diizinkan

$$T_{allow} = \frac{T}{F_{Sid} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}} \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana :

T_{allow} = kekuatan geotextile izin (kN)

T = kekuatan Tarik max geotextile (kN/m)

F_{Sid} = faktor keamanan akibat kerusakan saat pemasangan

F_{Scr} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat rangkai

F_{Scd} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat bahan kimia

F_{Sbd} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat aktivitas biologis dalam tanah

\`Faktor keamanan diatas dapat ditentukan dari Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Faktor keamanan untuk T_{allow}

Penggunaan Geotextile	Faktor Pemasangan, FS_u	Faktor Rangkak, FS_v	Faktor Kimia, FS_w	Faktor Biologi, FS_d
Separation	1.1 - 2.5	1.1 - 1.2	1.0 - 1.5	1.0 - 1.2
Cushioning	1.1 - 2.0	1.2 - 1.5	1.0 - 2.0	1.0 - 1.2
Unpaved Roads	1.1 - 2.0	1.5 - 2.5	1.0 - 1.5	1.0 - 1.2
Walls	1.1 - 2.0	2.0 - 4.0	1.0 - 1.5	1.0 - 1.3
Embankments	1.1 - 2.0	2.0 - 3.0	1.0 - 1.5	1.0 - 1.3
Bearing Capacity	1.1 - 2.0	2.0 - 4.0	1.0 - 1.5	1.0 - 1.3
Slope Stabilization	1.1 - 1.5	1.5 - 2.0	1.0 - 1.5	1.0 - 1.3
Pavement Overlays	1.1 - 1.5	1.0 - 1.2	1.0 - 1.5	1.0 - 1.1
Railroads	1.5 - 3.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	1.0 - 1.2
Flexible Form	1.1 - 1.5	1.5 - 3.0	1.0 - 1.5	1.0 - 1.1
Silt Fences	1.1 - 1.5	1.5 - 2.5	1.0 - 1.5	1.0 - 1.1

(sumber : Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

5. Perhitungan kebutuhan *geotextile*

Kebutuhan *geotextile* tergantung pada ΔMR yang dibutuhkan agar timbunan tidak mengalami kelongsoran. Jika momen penahan akibat adanya *geotextile* sudah lebih dari ΔMR maka timbunan dikatakan aman terhadap kelongsoran.

$$M_{geotextile} = T_{allow} \times Ti$$

$$\sum M_{geotextile} > \Delta MR \dots \dots \dots (2.53)$$

Dimana :

- M_{geotex} = momen penahan *geotextile* (kNm)
- T_{allow} = kekuatan *geotextile* izin (kN)
- Ti = jarak vertikal *geotextile* dengan pusat bidang longsor (m)

6. Perhitungan panjang *geotextile* dibelakang bidang longsor (Le)

$$Le = \frac{T_{allow} \times FS_{rencana}}{(\tau_1 + \tau_2) \times E} \dots \dots \dots (2.54)$$

Dimana :

- Le = panjang *geotextile* di belakang bidang longsor (m)

- τ_1 = tegangan geser antara tanah timbunan dengan geotextile
 $= C_{u1} + \sigma_v \tan \Phi_1$
- τ_2 = tegangan geser antara tanah dasar dengan geotextile
 $= C_{u2} + \sigma_v \tan \Phi_2$
- E = efisiensi diambil = 0,8 (modul ajar Metode Perbaikan Tanah)

7. Perhitungan panjang geotextile di depan bidang longsor (L_r)

Panjang geotextile didepan bidang longsor didapatkan menggunakan program bantu *Autocad*.

8. Perhitungan panjang lipatan (L_o)

Panjang lipatan geotextile dapat diasmsikan $\frac{1}{2}$ dari panjang geotextile di belakang bidang longsor (L_e).

$$L_o = 0.5 \times L_e \dots \dots \dots (2.55)$$

9. Perhitungan panjang total *geotextile*

$$L_{total} = L_e + L_r + S_v + L_o \dots \dots \dots (2.56)$$

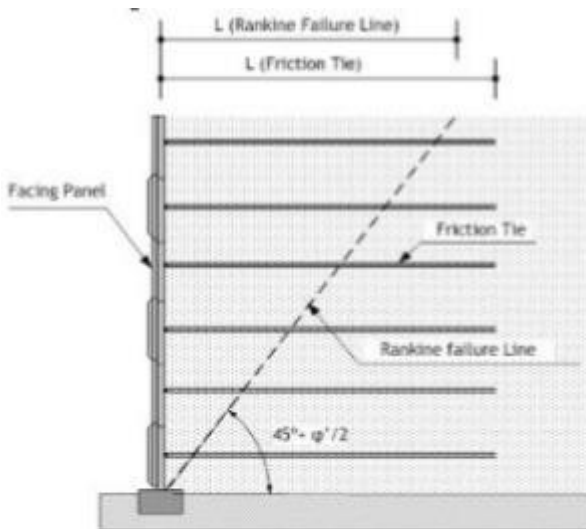
Dimana :

S_v = jarak vertikal pemasangan *geotextile* (m)

b. Freyssissol

Merupakan suatu konstruksi dinding penahan tanah yang banyak diaplikasikan pada oprit jembatan, oprit flyover, serta dapat dipakai sebagai dinding perkuatan lereng perumahan atau perkantoran, prinsip dari desain perkuatannya sangat sederhana, yaitu sesuai dengan hitungan dinding penahan tanah biasa yang diajarkan di mata kuliah mekanika tanah teknik sipil. Perhitungan desain dinding segmental mengacu pada

hukum garis keruntuhan Rankine, dan juga perhitungan kekuatan strip perkuatan. Adapun ilustrasi perkuatan dinding segmental wall bisa dilihat pada Gambar 2.18



Gambar 2. 16 Ilustrasi perkuatan dinding segmental
(sumber : Mochtar, I.B., 2000)

Panel Beton segmental pada dinding lereng hanya berfungsi sebagai facing tidak sebagai struktur utama perkuatan dikarenakan kekuatannya sendiri ada pada Reinforce Strip atau Friction Strip yang terpasang di belakang dinding panel beton. Reinforce Strip atau Friction Strip berfungsi menahan tekanan tanah Aktif (tekanan tanah kearah dinding dan beban rencana kendaraan) di belakang dinding panel beton juga memotong garis kelongsoran pada lereng. Pada teori Rankine garis keruntuhan lereng di buat dalam bentuk persamaan $45^\circ + \phi / 2$ (ϕ = sudut geser tahan) dari persamaan tersebut diketahui bahwa semakin besar nilai ϕ maka akan semakin tegak garis keruntuhan. nilai

phi yang besar biasanya dimiliki oleh tanah-tanah granular (pasir).

2.4.3. Perkuatan Tanah Dasar Dibawah Timbunan Miring

a. Micropile

Asumsi yang dipakai untuk perhitungan micropile ini adalah asumsi cerucuk oleh Mochtar (2012). Penggunaan cerucuk dimaksudkan untuk menaikkan tahanan geser tanah. Bila tahanan tanah terhadap geser meningkat, maka daya dukung tanah pun meningkat. Asumsi yang digunakan dalam konstruksi cerucuk dapat dilihat pada Gambar 2.23



Gambar 2. 17 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk
(sumber : Mochtar, I.B., 2000)

Perhitungan kekuatan 1 buah cerucuk terhadap gaya horizontal adalah sebagai berikut :

- Menghitung factor kekakuan relatif (T)

$$T = \left[\frac{EI}{f} \right]^{\frac{1}{5}} \dots \dots \dots (2.57)$$

Dimana :

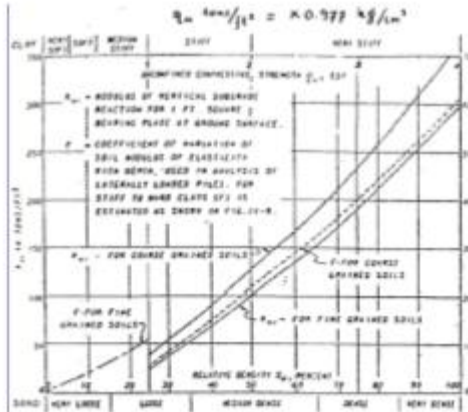
E = modulus elastisitas cerucuk (kg/cm²)

I = momen inersia cerucuk (cm⁴)

f = koefisien dari variasi modulus tanah
(kg/cm³)

T = faktor kekakuan relatif (cm)

Harga f didapat dari **Gambar 2.18**.



Gambar 2. 18 Grafik untuk mencari nilai f
(Sumber: Design Manual, NAVFAC DM-7, 1971)

- Menghitung gaya horizontal yang dapat ditahan oleh 1 tiang

$$M_P = F_M \times (P \times T) \dots\dots\dots (2.58)$$

Dimana :

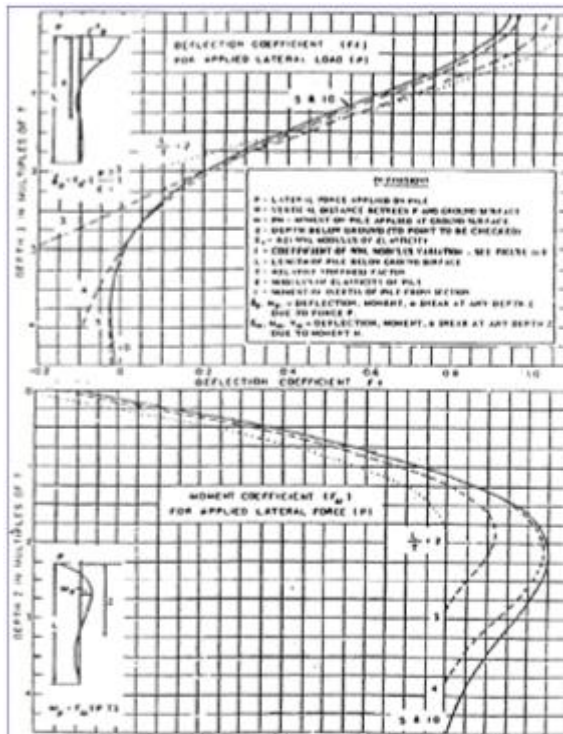
M_P = momen lentur yang bekerja pada cerucuk akibat beban P (kg cm)

F_m = koefisien momen akibat gaya lateral P

P = gaya horisontal yang diterima cerucuk (kg)

T = faktor kekakuan (cm)

Harga F_M didapat dari **Gambar 2.19**



Gambar 2. 19 Grafik untuk mencari nilai Fm (Sumber: Design Manual, NAVFAC DM-7, 1971)

Jadi, gaya horizontal yang mampu dipikul oleh 1 (satu) cerucuk adalah:

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T} \dots \dots \dots (2.59)$$

P_{max} yang dapat ditahan oleh 1 cerucuk terjadi bila momen maksimum lentur bahan cerucuk (M_p) adalah

$$(M_{P-max})_{1cerucuk} = \frac{\sigma_{max-bahan} \times I_n}{C} = \sigma_{max} \cdot W \dots \dots \dots (2.60)$$

Dimana :

σ_{max} = tegangan tarik / tekan maksimum bahan cerucuk

I_n = momen inersia penampang cerucuk

C = $\frac{1}{2} D$, (D = diameter cerucuk)

w = I_n / C

Jadi, P_{max} yang dapat ditahan oleh 1 cerucuk adalah

$$P_{max} 1cerucuk = \frac{M_{Pmax} 1cerucuk}{F_M \times T} \dots \dots \dots (2.61)$$

Jumlah cerucuk yang diperlukan per meter panjang timbunan adalah

$$n = \frac{SF_{rencana} - SF_{eksisting}}{P_{max} 1cerucuk \times R} \times M_D \dots \dots \dots (2.62)$$

b. Geotextile

untuk perhitungan geotextile pada timbunan miring, cara perhitungan disamakan dengan perhitungan geotextile wall pada persamaan 2.34 - 2.56.

2.5. Beban Pada Abutment

2.5.1. Beban Luar dan Dalam

Pada perencanaan abutment jembatan ini akan diperhitungkan banyak gaya dan beban yang bekerja pada abutment tersebut. Perencanaan gaya yang bekerja sesuai RSNI T02-2005, RSNI 2833-201X, dan SNI 1725-2016. Gaya – gaya tersebut adalah sebagai berikut:

- Beban sendiri
 - Beban sendiri struktur atas
 - Berat sendiri struktur bawah
 - Berat total akibat beban sendiri
- Berat mati tambahan
 - Overlay aspal dikemudian hari

- Genangan air apabila drainase terganggu
- Beban lajut “D” akibat kendaraan
- Gaya rem
- Temperatur
- Beban angin
 - Angin yang meniup beban samping jembatan
 - Angin yang meniup kendaraan
 - Angin total pada abutment
- Beban gempa
 - Beban gempa static ekivalen (arah x dan y)
- Gesekan pada perletakkan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perencanaan *abutment* sesuai SNI-1725-2016 dapat dilihat pada Gambar 2.28 sebagai berikut :

Kondisi Batas	AIS RIA TA PR PL SH	TT TD TB TZ TP	EU	EW ₁	EW ₂	BF	EU ₁	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	f_c	1.8	1.00	-	-	1.00	0.50(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Kuat II	f_c	1.4	1.00	-	-	1.00	0.50(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Kuat III	f_c	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Kuat IV	f_c	-	1.00	-	-	1.00	0.50(1.20)	-	-	-	-	-
Kuat V	f_c	-	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Ekstrem I	f_c	f_{cr}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.0	-	-
Ekstrem II	f_c	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.0	1.0
Gaya geser I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Gaya geser II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00(1.20)	-	-	-	-	-
Gaya geser III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00(1.20)	f_{cr}	f_{cr}	-	-	-
Gaya geser IV	1.00	-	1.00	0.70	-	1.00	1.00(1.20)	-	1.00	-	-	-
Pada TD atau TH	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gambar 2. 20 Kombinasi pembebanan untuk abutment
(Sumber : SNI 1725-2016)

2.5.2. Kontrol Stabilitas

Stabilitas abutment harus dikontrol agar sesuai dengan safety factor yang sudah ditetapkan. Kontrol stabilitas abutment ada 3 yaitu sebagai berikut :

- Kontrol geser (*Sliding*)
Kontrol geser dapat dianalisa menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$FS_{sliding} = \frac{\sum F_R}{\sum F_D} = \frac{(\sum V) \tan \delta + Bc'_a + P_p}{P_a \cos \alpha} \geq 2,2 \dots (2.63)$$

Dimana :

$\sum F_R$ = total gaya horizontal penahan

$\sum F_D$ = total gaya horizontal mendorong

- Kontrol guling (*Overtuning*)

Kontrol guling dapat dianalisis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$FS_{overturning} = \frac{\sum M_R}{\sum M_D} \geq 2,2 \dots (2.64)$$

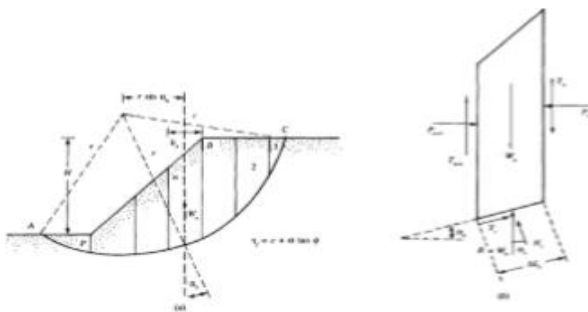
Dimana :

$\sum M_R$ = total momen penahan

$\sum M_D$ = total momen mendorong

- Kontrol terhadap kelongsoran (*Overall Stability*)

Kontrol terhadap kelongsoran (overall stability) harus tetap dihitung meskipun kontrol geser, guling, dan daya dukung sudah memenuhi angka keamanan. Kontrol terhadap kelongsoran dianalisa menggunakan metode irisan, dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 2.21 Sebagai berikut:



Gambar 2. 21 (a) permukaan bidang yang dicoba; (b) gaya yang bekerja pada irisan n
(sumber : Mekanika Tanah jilid 2)

Pengamatan keseimbangan digunakan rumusan sebagai berikut :

$$N_r = W_n \times \cos a_n \dots \dots \dots (2.65)$$

Gaya geser perlawanan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$T_v = \tau_d(\Delta L_n) = \frac{\tau_f(\Delta L_n)}{(F_s)} = \frac{1}{(F_s)} [c + \sigma \tan \phi] \Delta L_n \dots \dots \dots (2.66)$$

Tegangan normal σ dalam persamaan di atas adalah (2.98) sama dengan :

$$\frac{N_y}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cos a_n}{\Delta L_n} \dots \dots \dots (2.67)$$

Keseimbangan blok percobaan ABC, momen gaya dorong terhadap titik O adalah sama dengan momen gaya perlawanan terhadap titik O

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c \times \Delta L_n + W_n \cos a_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin a_n} \dots \dots \dots (2.68)$$

Catatan : ΔL_n dalam Persamaan 2.68 Diperkirakan sama dengan $\frac{(b_n)}{\cos a_n}$ dengan b_n = lebar potongan nomor n.

2.6. Pondasi

2.6.1. Pondasi Dalam

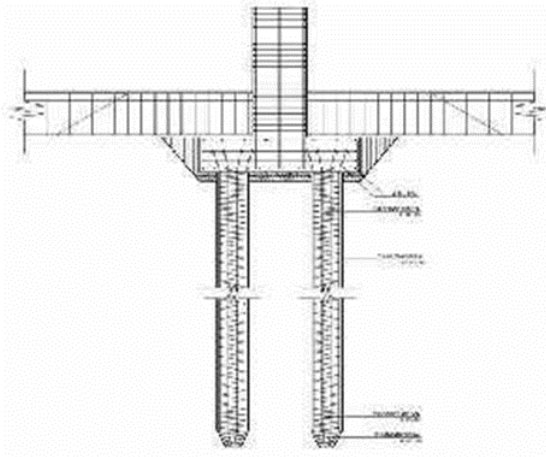
Pondasi dalam adalah pondasi yang biasanya didirikan di permukaan tanah kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk pondasi tiang pancang.

Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis

tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari.

a. Pondasi Pile

- Dibuat untuk mengirimkan beban melalui jenis lapisan tanah dengan jenis daya dukung rendah hingga tercapai jenis tanah yang lebih dalam atau lapisan batuan yang memiliki kapasitas daya dukung yang tinggi.
- digunakan ketika dengan pertimbangan nilai ekonomi, konstruksi, atau tanah yang diinginkan untuk mengirimkan beban diluar jangkauan praktis dibandingkan menggunakan jenis pondasi dangkal. Selain mendukung struktur,
- untuk menahan beban struktur melawan gaya angkat dan juga membantu struktur dalam melawan kekuatan gaya lateral dan gaya guling.



Gambar 2. 22 Pondasi Pile
(sumber : Buku Mekanika Tanah)

Dalam pelaksanaannya pondasi pile ini biasanya terdiri dari 2 atau lebih tiang pancang yang disatukan dengan balok poer (Pile Cap) di atasnya (seperti gambar di atas). Selanjutnya kolom konstruksi bangunan dapat didirikan di atas Pile Cap tersebut.

2.7. Perumusan Daya Dukung Pondasi Tiang

Metode yang dipakai untuk mendapatkan harga Q_{ult} dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah berdasarkan data SPT (Standard Penetration Test) di lapangan.

2.7.1. Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan SPT Lapangan

Data SPT dari lapangan harus dilakukan beberapa koreksi terhadap data tersebut. Koreksi - koreksi yang harus diperhitungkan adalah sebagai berikut :

1. Koreksi terhadap muka air tanah

- Untuk tanah pasir halus, pasir belau, dan pasir berlempung yang berada di bawah muka air tanah dengan harga $N > 15$, maka harga N dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut dan diambil harga yang terkecil :

- $N_1 = 15 + \frac{1}{2} (N-15)$ (Terzaghi & Peck, 1960)
- $N_1 = 0,6 N$ (Bazaraa, 1967)

- Untuk jenis tanah lempung, lanau, pasir kasar dengan harga $N=15$ tidak perlu dilakukan koreksi sehingga $N_1 = N$. Catatan: Untuk jenis tanah di luar pasir tersebut di atas, koreksi ini tidak diperlukan.

2. Koreksi terhadap *overburden pressure* dari tanah

Hasil dari koreksi terhadap muka air tanah (N_1) dikoreksi terhadap pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah, di mana harga N tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = tekanan *overburden*).

Menurut Bazaraa (1967), koreksi terhadap tekanan *overburden* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

- Bila $\sigma_0 \leq 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka:

$$N_2 = \frac{4 \times N_t}{1 + 0,4 \times \sigma_0} \dots\dots\dots (2.69)$$

- Bila $\sigma_0 \geq 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka :

$$N_2 = \frac{4 \times N_t}{3,25 + 0,1 \times \sigma_0} \dots\dots\dots (2.70)$$

Dimana :

σ_0 = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan tanah atau kedalaman yang ditinjau, yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (ton/m²):

$$\sigma'_o = \gamma_i \times h_i$$

Untuk menghitung *end bearing capacity* dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$P_{ujung} = C_{nujung} \times A_{ujung} \text{ (ton)} \dots\dots\dots (2.71)$$

Dimana :

$$C_{nujung} = 40 \times N \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

N = harga rata-rata N₂ dari 4.D di bawah ujung tiang pancang sampai dengan 8.D di atas ujung tiang pancang.

$$A_{ujung} = \text{luas ujung tiang pancang (m}^2\text{)}$$

Perhitungan *friction* sepanjang tiang pancang dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\sum Psi = Cl_i \times AS_i \dots\dots\dots (2.72)$$

Dimana :

hambatan geser selimut tang pada setiap lapisan atau kedalaman.

$$C_{li} = f_{si} =$$

= $N_i / 2$ (ton/m²), untuk tanah lempung atau lanau.

= $N_i / 5$ (ton/m²), untuk tanah pasir.

Asi = luas selimut tiang pada setiap lapisan i.

= $O_i \times h_i$

O_i = keliling tiang pancang.

Sehingga :

$$P_{ulti\ tiang} = P_{ujung} + \sum R_{si} \dots \dots \dots (2.73)$$

$$P_{ijin} = \frac{P_{ulti\ tiang}}{SF} \dots \dots \dots (2.74)$$

Harga SF = 2 untuk beban sementara, dan SF = 3 untuk beban tetap.

2.7.2. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang

Jika daya dukung *ultimate* kelompok tiang pancang kategori *end bearing piles*, maka daya dukung kelompok tiang pancang dapat dianggap sebagai daya dukung sebuah tiang dikalikan dengan jumlah tiang pancang. Tetapi jika termasuk kategori *friction piles*, maka terdapat faktor reduksi pada daya dukung tiang pancang.

Faktor reduksi tersebut dapat ditentukan dengan rumus Converse-Labarre (Poulos dan Davis, 1980), yaitu :

$$C = 1 - \arctg \frac{D}{S} x \left[\frac{(n-1) x m + (m-1) x n}{90 x m x n} \right] \dots \dots \dots (2.75)$$

Dimana :

C = faktor reduksi

D = diameter tiang pancang

S = jarak antara pusat tiang pancang

m = jumlah baris dalam kelompok tiang pancang

n = jumlah tiang pancang dalam satu baris

2.7.3. Ketahanan Pondasi Tiang Pancang Terhadap Gaya Lateral

Perumusan yang dipakai dalam perhitungan gaya lateral yang mampu diterima oleh pondasi tiang pancang dalam tugas akhir ini diambil dari NAVFAC DM-7 (1971). Menurut NAVFAC DM-7 tersebut, gaya lateral yang bekerja pada pondasi tiang pancang dibedakan atas 3 (tiga) kondisi, yaitu:

1. Tiang pancang yang poernya fleksibel atau tiang pancang yang terjepit ujungnya (Gambar 2.31) Kondisi ini disebut sebagai kondisi I.
2. Tiang pancang dengan poer kaku menempel di atas permukaan tanah (Gambar 2.31). Kondisi ini disebut sebagai kondisi II.
3. Tiang pancang dengan poer kaku terletak pada suatu ketinggian (Gambar 2.31) Kondisi ini disebut sebagai kondisi III.

Prosedur perhitungan untuk masing-masing kondisi adalah sebagai berikut:

- Kondisi I:
 1. Menghitung faktor kekakuan relative (relative stiffness factor)

$$T = \left(\frac{E \times I}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \dots\dots\dots (2.76)$$

Dimana :

- E = modulus elastisitas tiang (cerucuk) (Kg/cm²)
- I = momen inersia tiang (cerucuk) (cm⁴)
- f = koefisien dari variasi modulus tanah (kg/cm³)
(didapat dari grafik pada Gambar 2.23)
- T = dalam (cm)

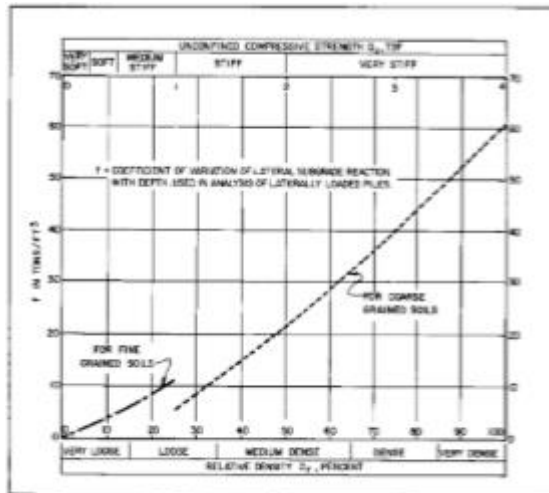


FIGURE 9
Coefficient of Variation of Subgrade Reaction

Gambar 2. 23 Grafik hubungan antara f dan Q_u
(Sumber: Design Manual, NAVFAC DM-7, 1971)

2. Menghitung defleksi, momen dan gaya geser pada kedalaman yang ditinjau dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.32.
- Kondisi II :
 1. Sama dengan langkah 1 kondisi I.
 2. Menentukan koefisien defleksi ($F\delta$) dan koefisien (FM) berdasarkan Gambar 2.34
 3. Menghitung defleksi dan besarnya momen berdasarkan rumus yang terdapat pada Gambar 2. 32
 4. Gaya geser maksimum dianggap terjadi pada ujung atas tiang pancang, yang besarnya untuk 1 tiang pancang adalah:

$$P = \frac{PT}{n} \dots\dots\dots (2.77)$$

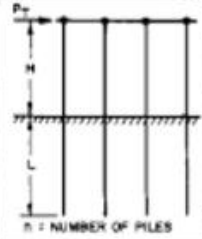
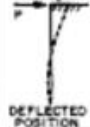
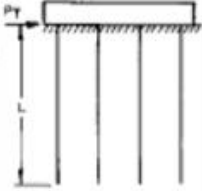

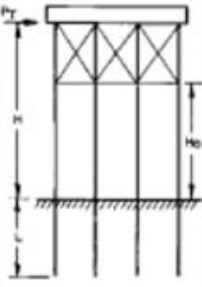

Dimana :

P = besar gaya geser 1 tiang pancang

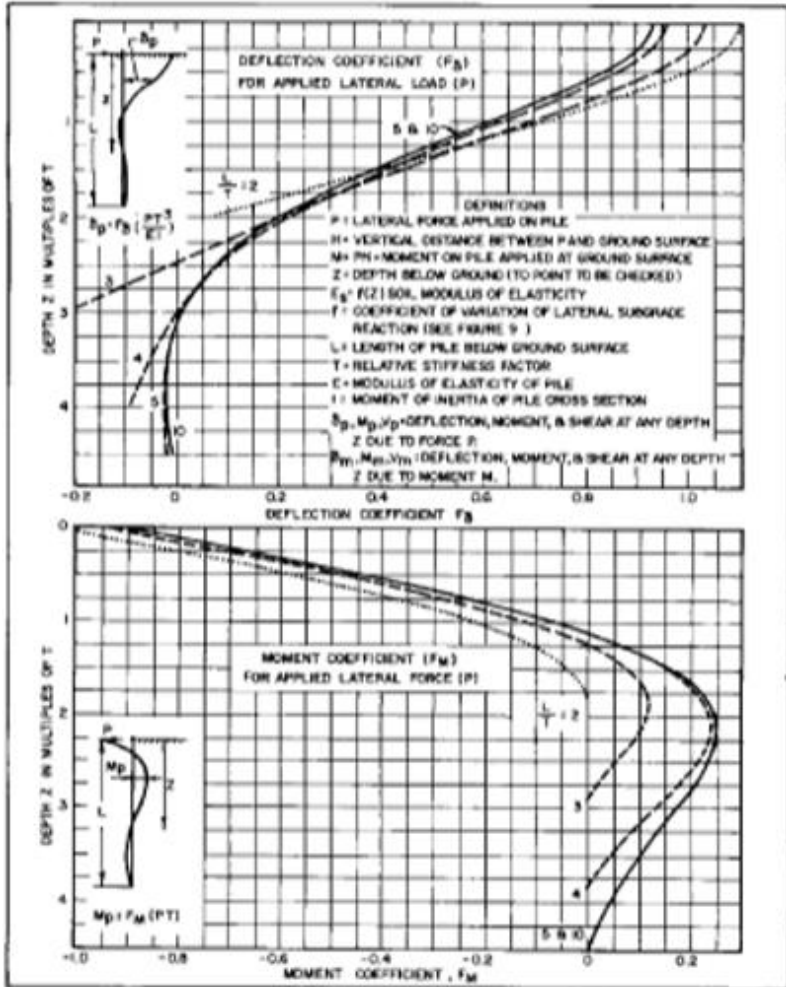
PT = besar gaya geser total yang bekerja

n = jumlah tiang pancang

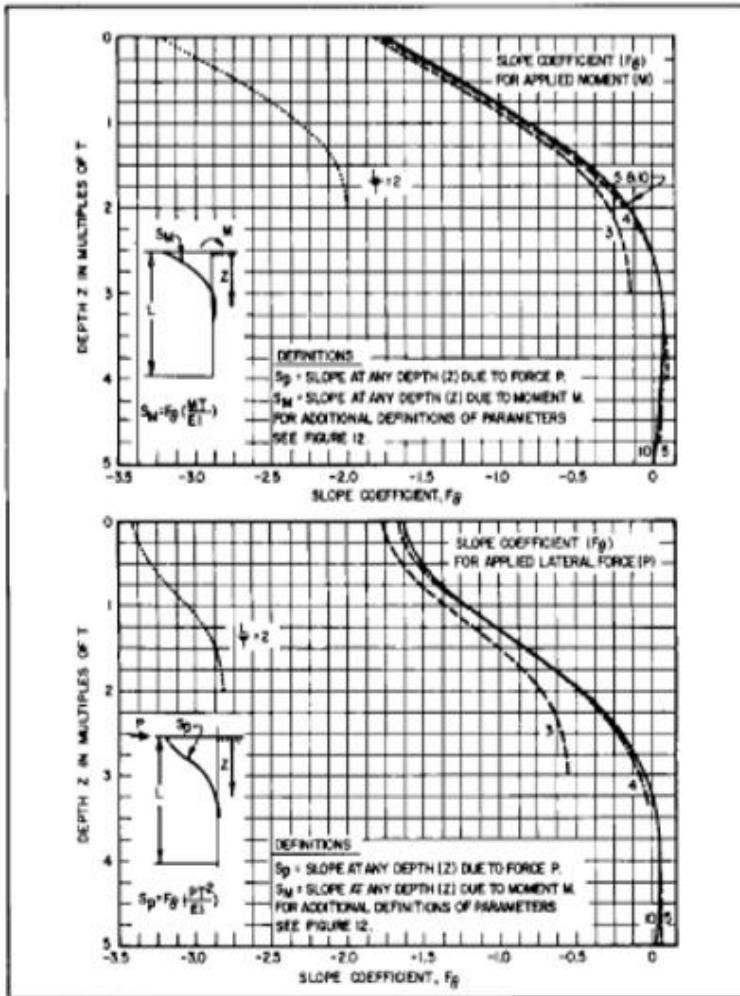
- Kondisi III :
 1. Menganggap pada titik A terjadi jepitan dan momen M1 seperti pada Gambar 2.32
 2. Menghitung sudut 2ϕ di atas tanah.
 3. Menghitung sudut 1ϕ dari koefisien sudut (F_0) dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.35
 4. Dengan persamaan $1\phi = 2\phi$, diperoleh nilai momen.
 5. Setelah mendapatkan nilai M dan P1, menghitung besarnya defleksi, gaya geser dan momen seperti pada Kondisi I

CASE I. FLEXIBLE CAP, ELEVATED POSITION		
CONDITION	LOAD AT GROUND LINE	DESIGN PROCEDURE
 <p>P_T</p> <p>H</p> <p>L</p> <p>n : NUMBER OF PILES</p>	<p>FOR EACH PILE:</p> $P = \frac{P_T}{n}$ $M = PH$  <p>DEFLECTED POSITION</p>	<p>FOR DEFINITION OF PARAMETERS SEE FIGURE 12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. COMPUTE RELATIVE STIFFNESS FACTOR. $\tau = \left(\frac{EI}{L^3} \right)^{1/3}$ 2. SELECT CURVE FOR PROPER $\frac{L}{\tau}$ IN FIGURE 11. 3. OBTAIN COEFFICIENTS F_B, F_M, F_V AT DEPTHS DESIRED. 4. COMPUTE DEFLECTION, MOMENT AND SHEAR AT DESIRED DEPTHS USING FORMULAS OF FIGURE 11. <p>NOTE: "τ" VALUES FROM FIGURE 9 AND CONVERT TO LB/N³.</p>
CASE II. PILES WITH RIGID CAP AT GROUND SURFACE		
 <p>P_T</p> <p>L</p>	 <p>P</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. PROCEED AS IN STEP 1, CASE I. 2. COMPUTE DEFLECTION AND MOMENT AT DESIRED DEPTHS USING COEFFICIENTS F_B, F_M AND FORMULAS OF FIGURE 12. 3. MAXIMUM SHEAR OCCURS AT TOP OF PILE AND EQUALS $P = \frac{P_T}{n}$ IN EACH PILE.
CASE III. RIGID CAP, ELEVATED POSITION		
 <p>P_T</p> <p>H</p> <p>H_0</p> <p>L</p>	<p>DEFLECTED POSITION</p>  <p>θ_2</p> <p>M</p> <p>P</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ASSUME A HINGE AT POINT A WITH A BALANCING MOMENT M APPLIED AT POINT A. 2. COMPUTE SLOPE θ_2 ABOVE GROUND AS A FUNCTION OF M FROM CHARACTERISTICS OF SUPERSTRUCTURE. 3. COMPUTE SLOPE θ_1 FROM SLOPE COEFFICIENTS OF FIGURE 13 AS FOLLOWS: $\theta_1 = F_{\theta} \left(\frac{P}{EI} \right) + F_{\theta} \left(\frac{MT}{EI} \right)$ 4. EQUATE $\theta_1 = \theta_2$ AND SOLVE FOR VALUE OF M. 5. KNOWN VALUES OF P AND M, SOLVE FOR DEFLECTION, SHEAR, AND MOMENT AS IN CASE I. <p>NOTE: IF GROUND SURFACE AT PILE LOCATION IS INCLINED, LOAD P TAKEN BY EACH PILE IS PROPORTIONAL TO $1/H_0^3$.</p>

Gambar 2. 24 Prosedur Desain untuk masing – masing Kondisi
(Sumber : Desain Manual, NAVFAC DM-7, 1971)



Gambar 2. 26 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971)



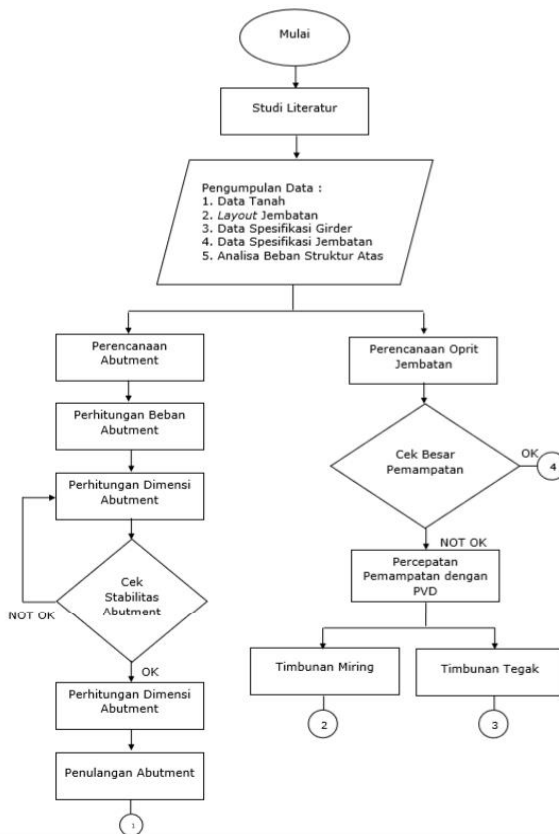
Gambar 2. 27 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III (Sumber: NAVFAC DM-7, 1971)

BAB III

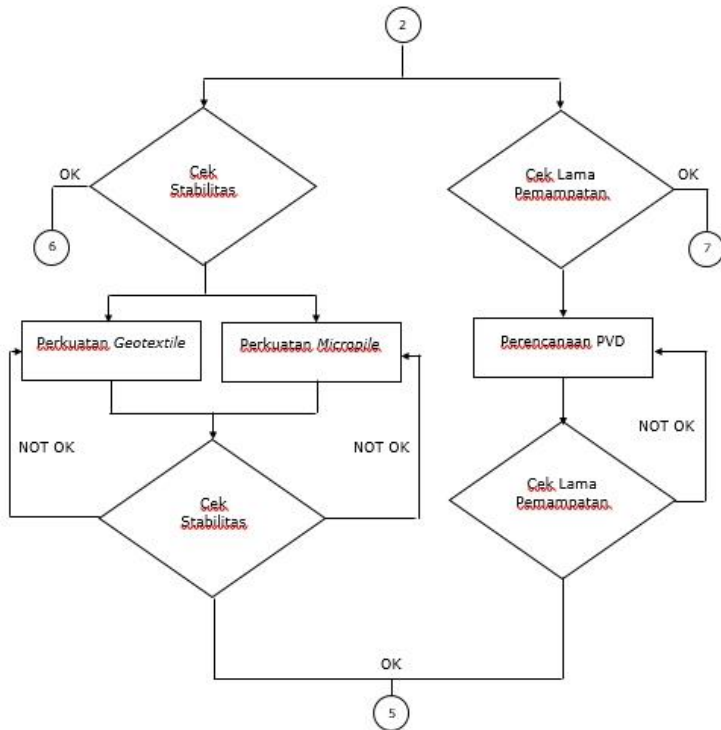
METODOLOGI

3.1. Bagan Alir Perencanaan

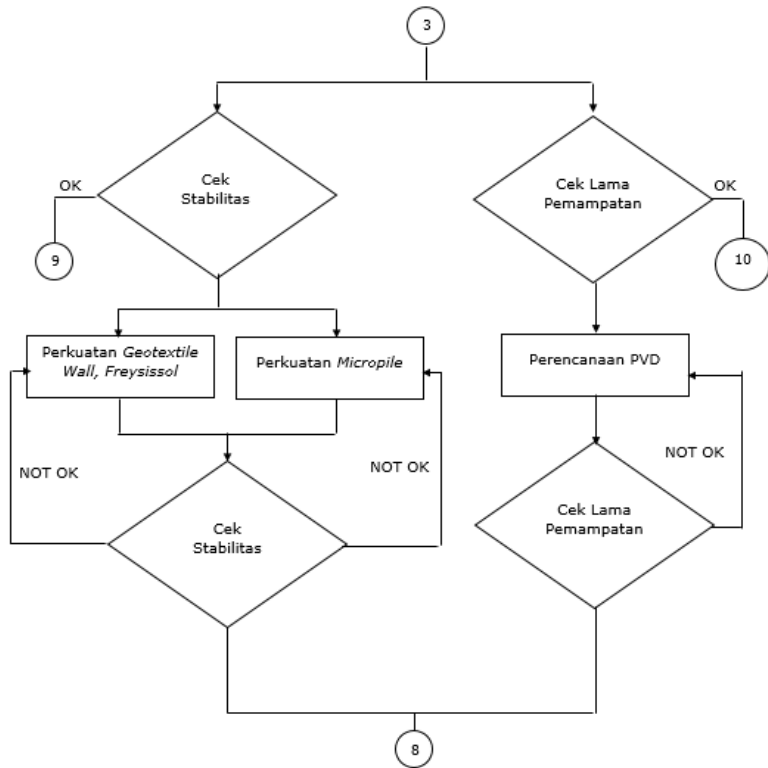
Diagram alir mengenai tahapan perencanaan Tugas Akhir Perencanaan abutment jembatan dan perbaikan tanah dasar oprit jembatan lingkaran luar Lamongan dapat dilihat pada (Gambar 3.1 - Gambar 3.4)



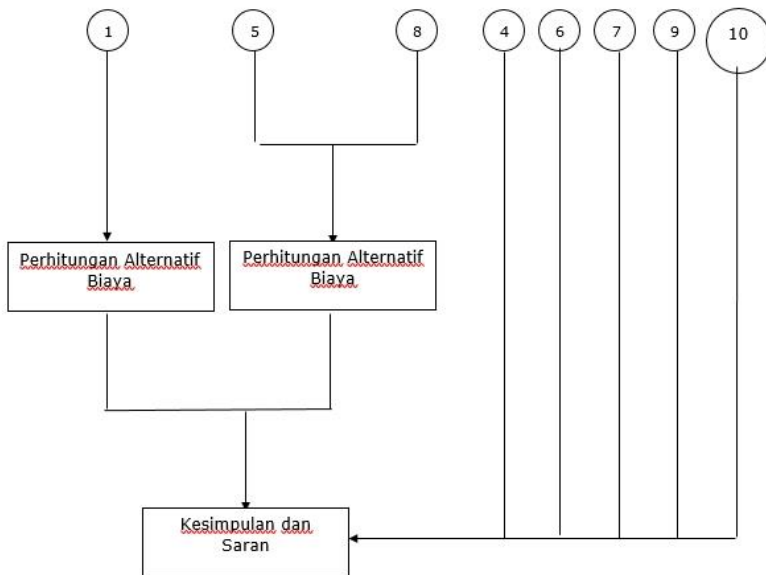
Gambar 3. 1 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir



Gambar 3. 2 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)



Gambar 3. 3 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)



Gambar 3. 4 Diagram alir perencanaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2. Rincian Tahapan Pengerjaan

1. Studi Literatur

Studi literatur yang dimaksudkan disini adalah mengumpulkan bahan-bahan yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan perencanaan. Bahan ajar yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut :

- Das, Braja M. 1985. Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta. Erlangga
- Das, Braja M. 1985. Mekanika Tanah 2 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta. Erlangga
- Endah, Noor. 2009. Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS

- Dan literatur-literatur yang membahas :
 - Perhitungan perencanaan tinggi timbunan oprit
 - SNI 03-1726-2002 (Penentuan Jenis Tanah)
 - Perhitungan perencanaan preloading dengan kombinasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* dengan kedalaman optimum
 - Perhitungan perencanaan, *geotextile* dan *Micropile* sebagai metode perkuatan tanah dasar pada timbunan miring
 - Perhitungan perencanaan *Freysissol* dan *geotextile wall* sebagai metode perkuatan oprit jembatan timbunan tegak
- 2. Pengumpulan dan Analisa Data

Data-data yang digunakan dalam alternatif perencanaan oprit jembatan adalah data yang diperoleh dari instansi terkait, data tersebut meliputi :

 - Data tanah berupa *borlog* tanah di lokasi perencanaan Jalan Lingkar Luar Lamongan
 - Layout perencanaan oprit dan Jembatan Jalan Lingkar Luar Lamongan.
 - Data Spesifikasi girder pada jembatan
- 3. Analisa Perencanaan Abutment dan Oprit Jembatan

Perencanaan Abutment dan oprit jembatan dengan alternative sebagai berikut :

 - Penentuan bentuk dan dimensi dari struktur atas jembatan
 - Penentuan beban-beban yang bekerja untuk abutment jembatan
 - Kontrol stabilitas dari abutment yang telah direncanakan
 - Penentuan $H_{initial}$ dan H_{akhir} oprit jembatan

- Perhitungan besar dan waktu pemampatan
- Perencanaan percepatan pemampatan tanah dengan preloading yang dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).
- Kontrol kekuatan oprit menggunakan software XSTABL
- Perencanaan oprit jembatan dengan alternatif :
 - Perencanaan perkuatan oprit jembatan dengan *geotextile wall*
 - Menentukan tipe *geotextile*
 - Merencanakan jumlah lembar yang dibutuhkan
 - Menghitung jarak vertical antar tiap *geotextile*
 - Menghitung panjang total *geotextile* yang dibutuhkan
 - Perencanaan perkuatan oprit jembatan dengan freysissol
 - Perencanaan perkuatan tanah timbunan dengan metode *geotextile*, dan *micropile* untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar oprit jembatan.
 - Pemilihan alternatif perencanaan yang efisien jika ditinjau dari biaya material dan waktu pemampatan

BAB IV

ANALISIS DATA PERENCANAAN

Data perencanaan abutment dan oprit jembatan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data Tanah
2. Data Tanah Timbunan
3. *Layout* Jembatan
4. Data Spesifikasi Jembatan
5. Analisa Beban Struktur Atas

4.1. Data Tanah Timbunan Oprit

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data tanah hasil penyelidikan oleh Konsultan PT. MonoHeksa untuk proyek pembangunan Jembatan pada Jalan Lingkar Luar Lamongan Data tanah ditampilkan dalam bentuk borlog dan dilampirkan pada Lampiran 1.

Metode untuk melengkapi nilai parameter tanah yang belum diketahui adalah dengan metode korelasi. Data tanah dasar yang diketahui adalah data borlog NSPT yang harus dikorelasi untuk mendapatkan nilai γ_d , γ_t , γ_{sat} , e_0 , w_c , C_v , C_c , C_s , LL , PL , PI , C_u .

Korelasi nilai γ_{sat} dan γ_t menggunakan interpolasi pada **Tabel 2.1** (Terzaghi & Peck, 1967) dan **Tabel 2.2** (J. E Bowles, 1984). Nilai w_c , e_0 , dan C_v didapatkan dari Biarez pada **Tabel 2.3**. Korelasi nilai γ_d menggunakan rumus sebagai berikut :

Contoh perhitungan γ_{sat} kedalaman 0-1 m :

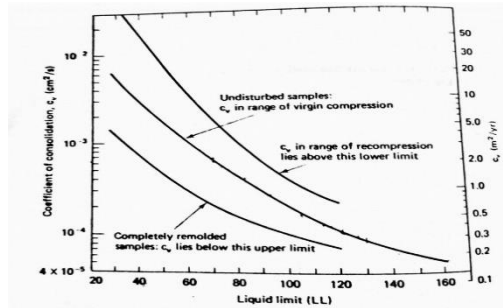
$$\begin{aligned}\gamma_{sat} &= \gamma_d \times (1 + W_c) \\ &= 1,336 \times (1+0,35) \\ &= 1,809 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Hasil rekap perhitungan untuk nilai γ_{sat} dan C_v dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Rekap perhitungan γ sat dan Cv

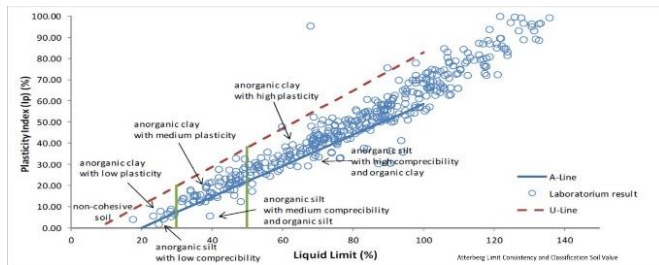
DEPTH (m)		PHYSICAL PROPERTIES			
		WATER CONTENT (WC)	DERAJAT JENUH (γ SAT)	GAMMA EFEKTIF (γ')	BIAREZ
0	1	35.43	1.8093448	0.8093448	0.000787
1	2	35.43	1.8093448	0.8093448	0.000787
2	3	79.66	1.5163304	0.5163304	0.000229
3	4	79.66	1.5163304	0.5163304	0.000229
4	5	78.11	1.5335271	0.5335271	0.000243
5	6	78.11	1.5335271	0.5335271	0.000243
6	7	88.17	1.5204136	0.5204136	0.000229
7	8	88.17	1.5204136	0.5204136	0.000229
8	9	86.58	1.5243586	0.5243586	0.000229
9	10	86.58	1.5243586	0.5243586	0.000229
10	11	85.41	1.5166538	0.5166538	0.000229
11	12	85.41	1.5166538	0.5166538	0.000229
12	13	83.07	1.5304652	0.5304652	0.000243
13	14	83.07	1.5304652	0.5304652	0.000243
14	15	86.84	1.532088	0.532088	0.000243
15	16	86.84	1.532088	0.532088	0.000243
16	17	54.89	1.7223768	0.7223768	0.000643
17	18	54.89	1.7223768	0.7223768	0.000643
18	19	65.77	1.6278614	0.6278614	0.000470
19	20	65.77	1.6278614	0.6278614	0.000470
20	21	43.17	1.760991	0.760991	0.000700
21	22	43.17	1.760991	0.760991	0.000700
22	23	56.26	1.7313608	0.7313608	0.000657
23	24	56.26	1.7313608	0.7313608	0.000657
24	25	58.52	1.719942	0.719942	0.000643
25	26	58.52	1.719942	0.719942	0.000643

Nilai LL ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan antara LL dan Cv pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara LL dan C_v

Nilai indeks plastisitas (IP) ditentukan dengan grafik hubungan antara IP dan LL pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara IP dan LL

Rekap hasil perhitungan nilai LL, IP, dan PL dapat dilihat pada **Tabel 4.2** sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Rekap Perhitungan Nilai LL, IP ,dan PL (%)

DEPTH (m)		PHYSICAL PROPERTIES	MECHANICAL PROPERTIES		
		BIAREZ CV (cm ² /s)	ATTERBERG TEST BARU		
			LL %	PL %	IP %
0	1	0,000787	64	31	33
1	2	0,000787	64	31	33
2	3	0,000229	98	45	53
3	4	0,000229	98	45	53
4	5	0,000243	96	45	51
5	6	0,000243	96	45	51
6	7	0,000229	98	45	53
7	8	0,000229	98	45	53
8	9	0,000229	98	45	53
9	10	0,000229	98	45	53
10	11	0,000229	98	45	53
11	12	0,000229	98	45	53
12	13	0,000243	96	45	51
13	14	0,000243	96	45	51
14	15	0,000243	96	45	51
15	16	0,000243	96	45	51
16	17	0,000643	70	34	36
17	18	0,000643	70	34	36
18	19	0,000470	79	32	47
19	20	0,000470	79	32	47
20	21	0,000700	72	35	37
21	22	0,000700	72	35	37
22	23	0,000657	70	35	35
23	24	0,000657	70	35	35
24	25	0,000643	71	35	36
25	26	0,000643	71	35	36

Nilai indeks kompresi (Cc) ditentukan dengan rumus Kosasih dan Mochtar (1997) dan nilai indeks mengembang (Cs) diambil $(1/5 - 1/10)$ Cc. Contoh perhitungan nilai Cc dan Cs pada kedalaman 0-2 m adalah sebagai berikut :

$$Cc = 0,007 LL + 0,0001 wc^2 - 0,18$$

$$Cc = 0,007 \times 64 + 0,0001 (0,35)^2 - 0,18$$

$$= 0,27$$

$$Cs = 1/7 Cc$$

$$= 1/7 \times 0,27$$

$$= 0,04$$

Nilai tegangan geser undrain (Cu) ditentukan dengan menggunakan rumus Ardana dan Mochtar (1999). Contoh perhitungan nilai Cu untuk kedalaman 0-2 m sebagai berikut :

$$Cu \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,0737 + (0,19 - 0,0016 PI) \sigma_p'$$

$$= 0,0737 + (0,19 - 0,0016 \times 64) \times 0,08093$$

$$= 0,084796 \text{ kg/cm}^2$$

Hasil rekap data tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 4.3.**

Tabel 4. 3 Hasil Rekap Data Tanah

DEPTH (m)		PHYSICAL PROPERTIES							MECHANICAL PROPERTIES		
		WATER CONTENT (WC) (%)	DERAJAT JENUH (γ SAT) (GR.CM ³)	GAMMA EFEKTIF (γ') (GR.CM ³)	VOID RATIO	BIAREZ			UNCONFINE D TEST QU KG/CM ²	DIRECT SHEAR TEST	
						e	CV (cm ² /s)	CC		CS	C KG/CM ²
0	1	35.43	1.8093448	0.8093448	0.939	0.000787	0.27	0.038287508	0.39	0.23	18
1	2	35.43	1.8093448	0.8093448	0.939	0.000787	0.27	0.038287508	0.39	0.23	18
2	3	79.66	1.5163304	0.5163304	2.089	0.000229	0.500063	0.07229478	0.31	0.34	11
3	4	79.66	1.5163304	0.5163304	2.089	0.000229	0.500063	0.07229478	0.31	0.34	11
4	5	78.11	1.5335271	0.5335271	2.069	0.000243	0.492061	0.07029443	0.32	0.28	15
5	6	78.11	1.5335271	0.5335271	2.069	0.000243	0.492061	0.07029443	0.32	0.28	15
6	7	88.17	1.5204136	0.5204136	2.295	0.000229	0.500078	0.07229682	0.26	0.36	9
7	8	88.17	1.5204136	0.5204136	2.295	0.000229	0.500078	0.07229682	0.26	0.36	9
8	9	86.58	1.5243586	0.5243586	2.305	0.000229	0.500075	0.072296423	0.28	0.27	16
9	10	86.58	1.5243586	0.5243586	2.305	0.000229	0.500075	0.072296423	0.28	0.27	16
10	11	85.41	1.5166538	0.5166538	2.257	0.000229	0.500073	0.072296136	0.27	0.32	13
11	12	85.41	1.5166538	0.5166538	2.257	0.000229	0.500073	0.072296136	0.27	0.32	13
12	13	83.07	1.5304652	0.5304652	2.208	0.000243	0.492069	0.070295572	0.29	0.3	14
13	14	83.07	1.5304652	0.5304652	2.208	0.000243	0.492069	0.070295572	0.29	0.3	14
14	15	86.84	1.532088	0.532088	2.570	0.000243	0.492075	0.070296487	0.28	0.38	7
15	16	86.84	1.532088	0.532088	2.570	0.000243	0.492075	0.070296487	0.28	0.38	7
16	17	54.89	1.7223768	0.7223768	1.444	0.000643	0.31003	0.044290018	0.35	0.33	12
17	18	54.89	1.7223768	0.7223768	1.444	0.000643	0.31003	0.044290018	0.35	0.33	12
18	19	65.77	1.6278614	0.6278614	1.759	0.000470	0.373043	0.053291894	0.32	0.24	17
19	20	65.77	1.6278614	0.6278614	1.759	0.000470	0.373043	0.053291894	0.32	0.24	17
20	21	43.17	1.769991	0.769991	1.117	0.000700	0.324019	0.046288577	0.36	0.39	6
21	22	43.17	1.769991	0.769991	1.117	0.000700	0.324019	0.046288577	0.36	0.39	6
22	23	56.26	1.7313608	0.7313608	1.453	0.000657	0.310032	0.044290236	0.33	0.41	5
23	24	56.26	1.7313608	0.7313608	1.453	0.000657	0.310032	0.044290236	0.33	0.41	5
24	25	58.52	1.719942	0.719942	1.521	0.000643	0.317034	0.045290607	0.34	0.37	8
25	26	58.52	1.719942	0.719942	1.521	0.000643	0.317034	0.045290607	0.34	0.37	8

Satu sisi timbunan oprit yang direncanakan dibagi menjadi 4 potongan sebagai berikut :

- Potongan A : Tinggi timbunan final 0 m s/d 1m, Stasioning 0+000 s/d 0+028
- Potongan B : Tinggi timbunan final 1 m s/d 3 m, Stasioning 0+028 s/d 0+086
- Potongan C : Tinggi timbunan final 3 m s/d 5 m, Stasioning 0+086 s/d 0+143
- Potongan D : Tinggi timbunan final 5 m s/d 7 m, Stasioning 0+143 s/d 0+200

4.2. Data Struktur Jembatan

A. Data Perencanaan Jembatan

- Nama jembatan : Jembatan Kali Deket
- Lokasi jembatan : Jalan Lingkar Luar Lamongan
- Konstruksi jembatan : Jembatan beton prategang (Prestressed Concrete Bridge)
- Bentang jembatan : 95 m (2 pilar)
- Lebar jembatan : 20,5 m
- Tinggi timb. Oprit : 7 m.

Data konstruksi jembatan menggunakan data rencana awal Jembatan Kali Deket.



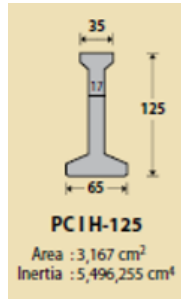
Gambar 4. 3 Rencana awal Jembatan Kali Deket

B. Spesifikasi PCI Girder

Konstruksi jembatan Kali Deket menggunakan PCI girder yang direncanakan menggunakan brosur dari WIKA BETON yang ditampilkan pada **Lampiran 2**. Spesifikasi PCI girder yang digunakan adalah sebagai berikut

- Tipe PCI : PCI H-125
- Luas penampang : 3167 cm²
- Momen Inersia : 5496255 cm⁴
- Beam Spacing : 140 cm
- f_c' : 60 mpa
- Beam support reaction

- V_{DL} : 234 kN
- V_{LL} : 217 kN
- V_{ult} : 695 kN



Gambar 4. 4 PCI girder H-125 cm

C. Spesifikasi Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan dalam perencanaan jembatan Tulang Bawang adalah tiang pancang produksi WIKA BETON. Alternatif tiang pancang yang digunakan yaitu Diameter 40 cm, 50 cm, 60 cm, dan 80 cm.

4.3. Data Material Perbaikan Tanah dan Perkuatan Tanah

Material perbaikan tanah dasar adalah menggunakan *vertical drain*, sedangkan untuk perkuatan tanah timbunan menggunakan *geotextile*, dinding *Freysissol*, dan *micropile*

A. Vertical Drain

Vertical drain yang digunakan adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) merk CeTeau-Drain CT-D812 dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL ditampilkan pada **Lampiran 2**.

B. Geotextile

Geotextile pada perencanaan timbunan oprit menggunakan jenis UnggulTex UW-250 dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL ditampilkan pada **Lampiran 2**.

C. *Micropile*

Micropile pada perencanaan perkuatan timbunan menggunakan jenis micropile segiempat 20 cm x 20 cm dari PT. Kalimantan Indo Gemilang ditampilkan pada **Lampiran 2**.

D. Freyssisol

Freyssisol yang digunakan sebagai dinding tegak adalah produk dari *Geoforce Segmental Retaining Wall* (GRSW) Data ditampilkan pada **Lampiran 2**.

BAB V

PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN

5.1. Perencanaan Abutment Jembatan

Pada jembatan kali dekat, jembatan ini memiliki panjang total 95 m, lalu direncanakan abutment jembatan pada kedua sisi jembatan. Dalam Tugas Akhir ini, akan direncanakan salah satu abutment saja dikarenakan pada sisi yang lain mempunyai tinggi timbunan yang sama. Data tanah yang digunakan dalam perhitungan abutment dapat dilihat pada Lampiran 3.

5.2. Data Perencanaan

Data perencanaan abutment jembatan Kali dekat Jalan Lingkar Luar Lamongan

- Panjang girder (L) = 20 m
 - Tinggi girder (hb) = 1,25 m
 - Lebar jalan (b) = 15 m
 - Tebal plat lantai jembatan (ts) = 0.2 m
 - Tebal lapisan aspal + overlay (ta) = 0.2 m
 - Lebar abutment (B) = 20,5 m
 - Tinggi abutment = 8,5 m
- Tanah dasar Pile-cap
- Berat volume (γ_t) = 1,8 t/m³
 - Sudut geser (Φ) = 18 °
 - Kohesi (c) = 0,847 t/m²

5.3. Pembebanan

Perhitungan pembebanan untuk jembatan berdasarkan SNI 8460-2017, dan SNI 1725-2016. Asumsi tanda (+) adalah moment yang menggulingkan ke arah sungai dan tanda (-)

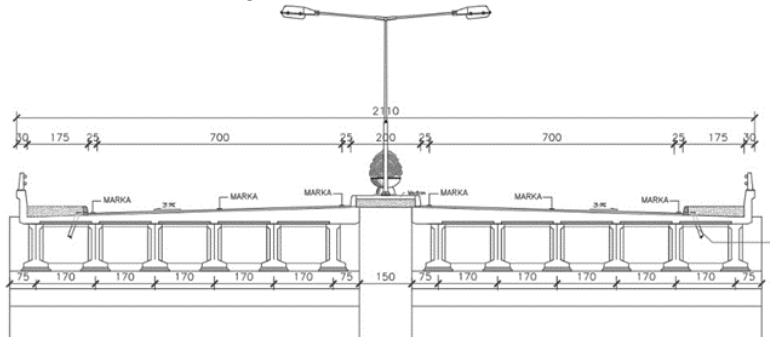
sebaliknya. Hasil perhitungan pembebanan untuk abutment jembatan sebagai berikut:

5.3.1. Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri yang bekerja pada abutment jembatan ada dua macam yaitu berat sendiri struktur atas dan berat sendiri struktur bawah.

- Berat Sendiri Struktur Atas

Skema pembebanan struktur atas dapat dilihat pada **Gambar 5.1** sebagai berikut :



Gambar 5. 1 Komponen struktur atas

Berat sendiri struktur atas terdiri dari slab, aspal, railing & PJU, trotoar, PCI Girder, balok diafragma, dan air hujan . Hasil perhitungan berat sendiri struktur atas jembatan adalah sebagai berikut :

Berat balok girder (PCI H-125) :

- Panjang girder (L) = 20 m
- Luas penampang (A) = 0,3167 m²
- Berat jenis beton (W_c) = 25.5 kN/m³
- W_{balok} = A x L x W_c
= 0,3167 m² x 20 m x 25.5
kN/m³
= 161,517 kN

- $$Q_{\text{balok}} = W_{\text{balok}} / L$$

$$= 161,517 \text{ kN} / 20 \text{ m}$$

$$= 8,07585 \text{ kN/m}$$

Perhitungan berat sendiri struktur atas dapat dilihat pada **Tabel 5.1**

Tabel 5. 1 Perhitungan pembebanan struktur atas jembatan

Beban	Parameter volume				Berat	Satuan	Berat (kN)
	Lebar (m)	Tebal (m)	Panjang (m)	n			
Slab	20.5	0.2	20	1	24	kN/m ³	1968
Aspal	18.5	0.2	20	1	22	kN/m ³	1628
Railing & PJU			20		0.5	kN/m ³	20
Trottoar	1.75	0.25	20	1	24	kN/m ³	210
PCI Girder	-	-	20	12	8.076	kN/m	1938.204
Balok diafragma	-	-	-	10	11.888	kN	356.643
Air Hujan	20.5	0.01	20	1	9.800	kN/m ³	40.18
Total berat sendiri struktur atas						W _{ms}	6120.847

Beban pada abutment akibat berat sendiri struktur atas adalah sebagai berikut:

$$P_{MS} = 0,5 \times W_{MS}$$

$$= 0,5 \times 6120,85 \text{ kN}$$

$$= 3060,42 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban terhadap fondasi:

$$e = 0 \text{ m}$$

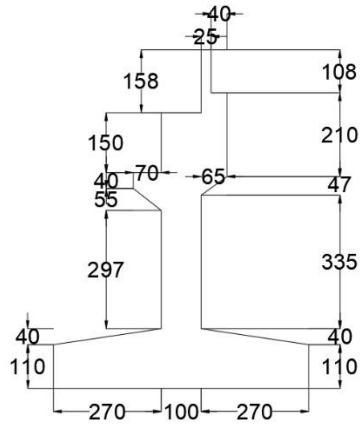
Momen pada fondasi akibat beban sendiri struktur atas:

$$M_{MS} = P_{MS} \times e$$

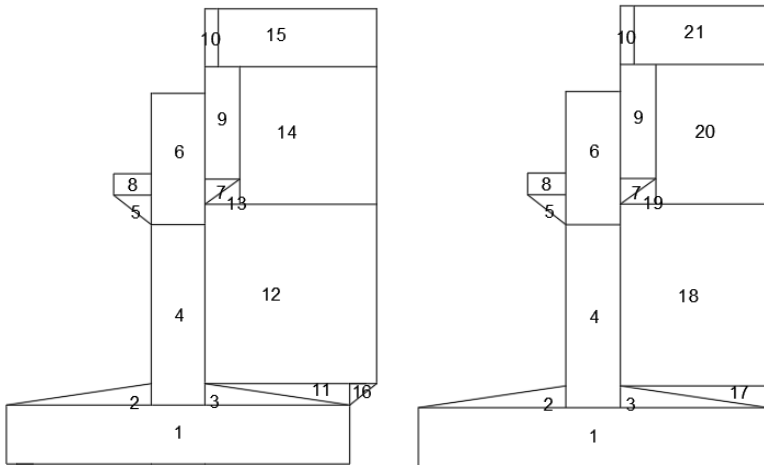
$$= 3060,42 \text{ kN} \times 0 \text{ m} = 0 \text{ kNm}$$

5.3.2. Berat Sendiri Struktur Bawah

Beban akibat berat sendiri struktur bawah jembatan terdiri dari berat sendiri dari abutment. Abutment memiliki tinggi 8,5 m dan lebar 6,4 m serta tebal *wing wall* 0.5 m. Gambar perencanaan abutment dan skema pembebanan dapat dilihat pada **Gambar 5.2** dan **Gambar 5.3**.



Gambar 5. 2 Perencanaan dimensi abutment



Gambar 5. 3 Skema pembebanan pada abutment

Perhitungan berat sendiri struktur bawah dapat dilihat pada **Tabel 5.2**.

Tabel 5. 2 Perhitungan Berat Sendiri Struktur Bawah

No	PARAMETER BERAT BAGIAN				BERAT (kN)	LENGAN (m)	MOMEN (kNm)
	b	h	Shape	Arah			
ABUTMEN							
1	6.4	1.1	1	-1	3608	0	0
2	2.7	0.4	0.5	-1	276.75	1.4	387.45
3	2.7	0.4	0.5	-1	276.75	1.4	-387.45
4	1	2.97	1	-1	1522.125	0	0
5	0.7	0.55	0.5	-1	98.65625	0.733333333	72.347917
6	1	2.45	1	-1	1255.625	0	0
7	0.65	0.47	0.5	-1	78.284375	0.716666667	-56.1038
8	0.7	0.4	1	1	143.5	0.85	121.975
9	0.65	2.1	1	-1	699.5625	0.825	-577.1391
10	0.25	1.08	1	-1	138.375	0.625	-86.48438
WING WALL							
11	2.7	0.4	0.5	-1	13.5	2.3	-31.05
12	3.2	3.35	1	-1	268	2.1	-562.8
13	0.65	0.47	0.5	-1	3.81875	0.933333333	-3.564167
14	2.55	2.57	1	-1	163.8375	2.425	-397.3059
15	2.95	1.08	1	-1	79.65	2.225	-177.2213
16	0.5	0.4	0.5	-1	2.5	3.366666667	-8.416667
TANAH							
17	2.7	0.4	0.5	-1	249.75	2.3	-574.425
18	2.7	3.35	1	-1	4183.3125	1.85	-7739.128
19	0.65	0.47	0.5	-1	70.646875	0.933333333	-65.93708
20	2.05	2.57	1	-1	2436.6813	2.175	-5299.782
21	2.45	1.08	1	-1	1223.775	1.975	-2416.956
				PMS	16793.1	MMS	-17801.99

Total beban akibat berat sendiri dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Rekap perhitungan beban akibat berat sendiri

No	Berat Sendiri	PMS (kN)	MMS (kNm)
1	Struktur Atas	3060.4235	0
2	Struktur Bawah	16793.1	-17801.9899
		19853.5235	-17801.9899

5.3.3. Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan (*superimposed dead load*) adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural, dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan. Perhitungan beban mati tambahan dapat dilihat pada **Tabel 5.4**.

Tabel 5. 4 Perhitungan beban mati tambahan (MA)

No	Jenis Beban Mati Tambahan	Tebal (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	n	w (kN/m ³)	Berat (kN)
1	Lap. Aspal Overlay	0.2	18.5	20	2	22	3256
2	Air Hujan	0.01	20.5	20	1	9.8	40.18
WMA							3296.18

Beban pada abutment akibat beban mati tambahan:

$$\begin{aligned}
 P_{MA} &= 0.5 \times W_{MA} \\
 &= 0.5 \times 3390,991 \text{ kN} \\
 &= 1695,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Eksentrisitas beban terhadap pondasi,

$$e = 0 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat beban mati tambahan,

$$\begin{aligned}
 M_{MA} &= P_{MA} \times e \\
 &= 3648 \text{ kN} \times 0 \text{ m} = 0 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

5.3.4. Tekanan Tanah

Tekanan tanah di belakang abutment tidak diperhitungkan sebagai beban abutment karena tanah timbunan arah memanjang jembatan sudah ditahan oleh geotextile wall. Perencanaan geotextile wall dapat dilihat pada BAB VI.

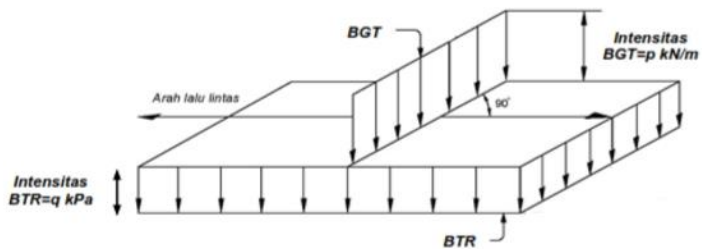
5.3.5. Beban Lajur “D” (TD)

Beban kendaraan yg berupa beban lajur "D" terdiri dari 2 macam beban yaitu beban terbagi rata (BTR) dan beban garis terpusat (BGT). Menurut SNI 1725-2016 pas al 8.3.1 BTR mempunyai intensitas q (kPa) yang besarnya q tergantung pada panjang total jembatan (L) yang dibebani lalu lintas dengan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$6. \quad q = 9.0 \text{ kPa, untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

$$7. \quad q = 9.0 \times (0.5 + 15 / L) \text{ kPa, untuk } L > 30 \text{ m}$$

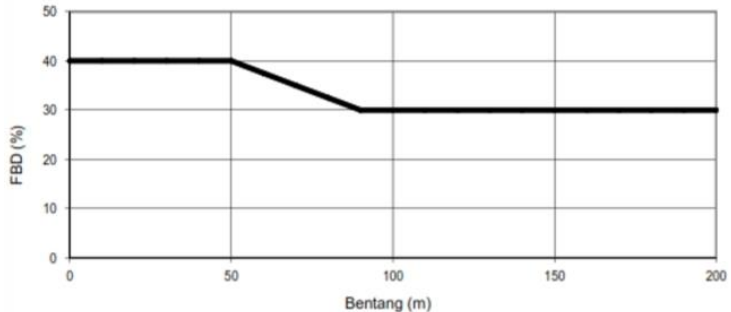
Sketsa beban lajur dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 5. 4 Sketsa beban lajur “D”

(sumber : SNI 1725:2016 ps.8.3.1)

Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. BGT memiliki faktor beban dinamis (FBD) yang bergantung pada bentang jembatan. Faktor beban dinamis untuk BGT diambil sebagai berikut



Gambar 5. 5 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur “D”

(sumber : SNI 1725:2016 ps.8.6)

Menurut SNI 1725-2016 pasal 8.3.3, Distribusi beban hidup dalam arah melintang digunakan untuk memperoleh

momen dan geser dalam arah longitudinal pada gelagar jembatan. Hal itu dilakukan dengan mempertimbangkan beban lajur "D" tersebar pada seluruh lebar balok (tidak termasuk parapet, kerb dan trotoar) dengan intensitas 100% untuk panjang terbebani yang sesuai. Dihitung beban lajur "D" dengan data sebagai berikut :

- Bentang Jembatan, (L) = 20 m
- Lebar Jembatan = 20,5 m
- Lebar Trotoar = 1,75 m
- Beban Terbagi Rata (BTR) = 9 kN/m²
(untuk $L \leq 30\text{m}$)
- Beban Garis Terpusat, (BGT) = 49 KN/m
- FBD BGT untuk $L \leq 30\text{m}$ = 40 %
- Jumlah lajur = 4
- lajur Lebar lajur = 3,75 m

Maka selanjutnya dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 q \text{ BTR} &= q \cdot \lambda \\
 &= 20 \times 9 \\
 &= 180 \text{ KN/m} \\
 q \text{ BGT} &= p \cdot (1 + \text{FBD}) \\
 &= 49 \times 1.4 \\
 &= 68.6 \text{ KN/m} \\
 P \text{ BTR} &= q \text{ BTR} \times \text{Jumlah lajur} \times \text{lebar lajur} \\
 &= 2700 \text{ kN} \\
 P \text{ BGT} &= q \text{ BGT} \times \text{Jumlah lajur} \times \text{lebar lajur} \\
 &= 1029 \text{ kN} \\
 \text{VTD pada 1 abutment} &= (P \text{ BTR} + P \text{ BGT}) / 2 \\
 &= 1864,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Eksentrisitas perletakan terhadap titik pusat O poer = -
 0.1 m Momen pada fondasi akibat beban lajur "D",
 MTD = VTD x e

$$= 1846,5 \text{ kN} \times 0$$

$$= 0 \text{ kNm}$$

5.3.6. Gaya Rem (TB)

Perhitungan gaya akibat beban Rem sesuai dengan SNI 1725:2016. Gaya rem yang dipakai sebesar 25% dari berat gandar truk desain jalan 4 lajur 2 arah. 4 lajur searah sehingga jembatan menerima beban rem dari 4 kendaraan searah. Besar gaya rem pada jembatan sebagai berikut:

a. Beban gandar truk sesuai SNI	= 500 kN
25% dari berat gandar truk desain	= 125 kN
Gaya rem akibat 4 truk searah	= 4 x 125 kN
	= 500 kN

b. 5% dari berat truk rencana ditambah P BTR

$$= 0,05 \times ((2700 \text{ kN} + 500 \text{ kN}))$$

$$= 1600 \text{ kN}$$

Sehingga dipakai gaya rem (TB) maximum

$$= 500 \text{ kN}$$

Lengan terhadap titik putar pondasi (ya)

$$= 8,5 \text{ m}$$

Momen akibat gaya rem (MTb)

$$= TB \times ya$$

$$= 500 \times 8,5$$

$$= 4250 \text{ kN}$$

5.3.6. Perhitungan Temperatur (ET)

Menurut SNI 1725-2016 pasal 9.3.1 Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperatur, diambil perbedaan temperatur yang besarnya setengah dari selisih antara temperatur maksimum dan temperatur minimum rata-rata pada lantai jembatan. Seperti ditabelkan sebagai berikut :

Gambar 5. 6 Temperatur jembatan rata-rata nominal
(sumber : SNI 1725:2016 ps.9.3.1.1)

Tipe bangunan atas	Temperatur jembatan rata-rata minimum (t)	Temperatur jembatan rata-rata maksimum
Lantai beton di atas gelagar atau boks beton.	15°C	40°C
Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	40°C
Lantai pelat baja di atas gelagar, boks atau rangka baja.	15°C	45°C
CATATAN (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m diatas permukaan laut.		

Sifat oleh masing-masing komponen bahan jembatan sangat berbeda-beda menerima beban temperatur seperti dijelaskan menurut SNI 1725-2016 pasal 9.3.11 ditabelkan berikut :

Gambar 5. 7 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur

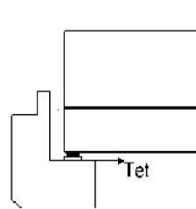
(sumber : SNI 1725:2016 ps.9.3.1.1)

Bahan	Koefisien perpanjangan akibat suhu (α)	Modulus Elastisitas (MPa)
Baja	12×10^{-6} per °C	200.000
Beton:		
Kuat tekan <30 MPa	10×10^{-6} per °C	$4700 \sqrt{f'c}$
Kuat tekan >30 MPa	11×10^{-6} per °C	$4700 \sqrt{f'c}$

Maka dapat dihitung beban akibat temperatur adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Temperatur rata-rata min, } (T_{\min}) &= 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 \text{Temperatur rata-rata max, } (T_{\max}) &= 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 \text{Perbedaan temperatur, } (\Delta T) &= (T_{\max} - T_{\min})/2 \\
 &= (40 - 15)/2 \\
 &= 12.5 \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 \text{Koefisien muai FRP, } (\beta) &= 11 \times 10^{-6} / \text{ }^{\circ}\text{C} \\
 \text{Jumlah elastomer dalam 1 pondasi, } (n) &= 12 \text{ buah} \\
 \text{Panjang Girder} &= 20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kekakuan geser untuk elastomer, (k) = 1500 kN/m
 Lengan terhadap pondasi, (YET) = 6,92 m
 Berikut adalah sketsa beban yang terjadi



Gambar 5. 8 Sketsa gaya akibat temperatur yang terjadi

$$\begin{aligned} \text{TET abutment} &= \beta \times \Delta T \times k \times (L/2) \times n \\ &= 49,5 \text{ kN} \\ &= 4,95 \text{ t} \\ \text{MET abutment} &= \text{TET} \times \text{YET} \\ &= 34,254 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

5.3.7. Beban Angin (EW)

Beban Angin yang diperhitungkan ada 2 macam diantaranya beban angin pada struktur jembatan (EWs) dan beban angin dari kendaraan (EWi). Dengan dasar peraturan perhitungan dipakai SNI 1725-2016.

1. Beban Angin Pada Struktur (EWs)

Menurut SNI 1725-2016 pasal 9.6 Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, V_{DZ} , harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$VDZ = 2,5 \cdot V_o \left(\frac{V_{10}}{VB} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

Dengan nilai-nilai sebagai berikut :

Tabel 5. 5 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan

(sumber : SNI 1725:2016 ps.9.6.1)

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_0 (km/jam)	13,2	17,6	19,3
Z_0 (mm)	70	1000	2500

Maka V_0 (lahan terbuka) = 13,2 km/jam , $Z_0 = 70$ mm

Z = adalah elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau

dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm).

V_B = adalah kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm.

V_{10} = adalah kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas

permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam).

Diambil $V_B = V_{10} = 126$ km/jam Sehingga dapat dihitung :

$$VDZ = 2,5 \times 13,2 \left(\frac{126}{13,2} \right) \ln \left(\frac{10000}{70} \right)$$

$$= 163,74 \text{ km/jam}$$

Menurut SNI 1725-2016 pasal 9.6.1.1 dengan tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PD = PB \times \left(\frac{VDZ}{V_S} \right)^2$$

Dengan PB adalah tekanan angin dasar seperti yang ditentukan dalam Tabel sebagai berikut :

Tabel 5. 6 Tekanan angin dasar
(sumber : SNI 1725:2016 ps.9.6.1.1)

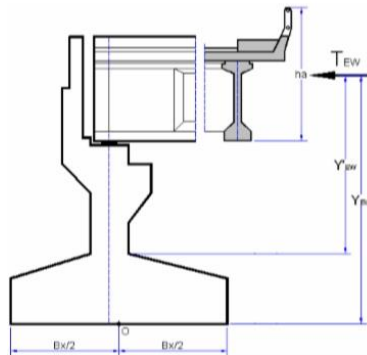
Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

Maka PB (Permukaan Datar) = 0,0019 MPa.

Sehingga dapat dihitung :

$$PD = 0,0019 \times \left(\frac{163,74}{126} \right)^2$$

$$= 3,2086 \text{ kN/m}^3$$



Gambar 5. 9 Skema pembebanan angin yang meniup samping jembatan

Menurut RSNI T-02-2005 pasal 7.6 ayat 3, Luas ekuivalen bagian samping jembatan adalah luas total bagian yang masif dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Untuk jembatan rangka luas ekivalen ini dianggap 30 % dari luas yang dibatasi oleh batang-batang bagian terluar;

$$\begin{aligned} \text{Tinggi muka breast-wall s/d muka trotoar (y)} &= 1,98\text{m} \\ \text{Luas bidang sisi jembatan (Ab)} &= 30\% \times y \times L \\ &= 11,88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung :

$$\begin{aligned} TEW_s &= PD \times Ab \\ &= 0,32086 \times 11,88 \\ &= 3,811915 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Lengan (Y) terhadap titik O pusat poer
= 7,91 m
- Momen pada fondasi akibat beban angin (M_{EW1})
= $TEW_s \times Y$
= 30,15225 ton.m
- Lengan (Y') terhadap *breast-wall*
= 6,41 m
- Momen pada *breastwall* akibat beban angin (M_{EW1})
= $TEW_s \times Y'$
= 24,43438 ton.m

2. Beban Angin Pada Kendaraan (EWi)

Menurut SNI 1725-2016 pasal 9.6.1.2 Tekanan angin rencana harus dikerjakan baik pada struktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan tersebut harus diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm diatas permukaan jalan. Sehingga dapat dihitung :

Sehingga dapat dihitung :

- $TEW_i = 1,46 \text{ N/mm} \times \text{Lebar lajur} \times L \text{ jembatan}$
= $1,46 \times 10^{-4} \times 3,75 \times 20 = 0,01095 \text{ ton}$
- Lengan terhadap Fondasi (Y)
= 10,5 m
- $MEW_{i1} = TEW_i \times Y$
= $0,01095 \times 10,5$
= 0,114975 ton.m
- Lengan terhadap Fondasi (Y')
= 9 m

- $MEW_{i2} = TEW_i \times Y$
 $= 0,01095 \times 9$
 $= 0,09855 \text{ ton.m}$

3. Beban Angin Total Pada Abutment

Rekapan nilai beban-beban yang bekerja pada abutmen akibat gaya angin adalah sebagai berikut:

Total beban angin pada Abutment:

$$\begin{aligned} TEW &= TEW_s + TEW_i \\ &= 3,811915 + 0,01095 = 3,8229 \text{ ton} \end{aligned}$$

Total momen pada Fondasi :

$$\begin{aligned} MEW &= MEW_s 1 + MEW_i 1 \\ &= 30,15225 + 0,114975 = 30,26 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Total momen pada Breast-wall :

$$\begin{aligned} MEW' &= MEW_s 2 + MEW_i 2 \\ &= 24,43 + 0,098 = 24,53 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Dari kedua momen tersebut maka dipilih momen yang paling menentukan adalah total momen yang bekerja pada fondasi,

$$MEW = 30,26 \text{ ton.m}$$

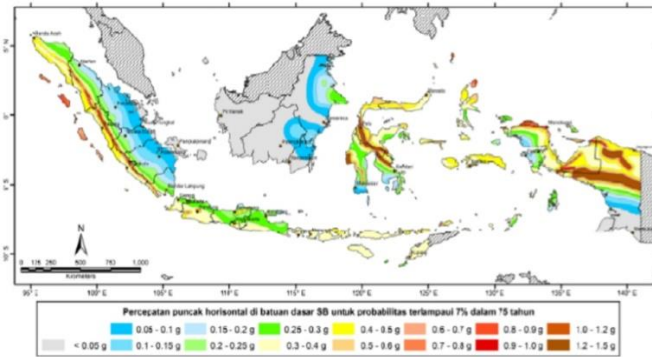
5.3.8. Perhitungan Beban Gempa (EQ)

1. Perhitungan Koefisien Gempa Horizontal

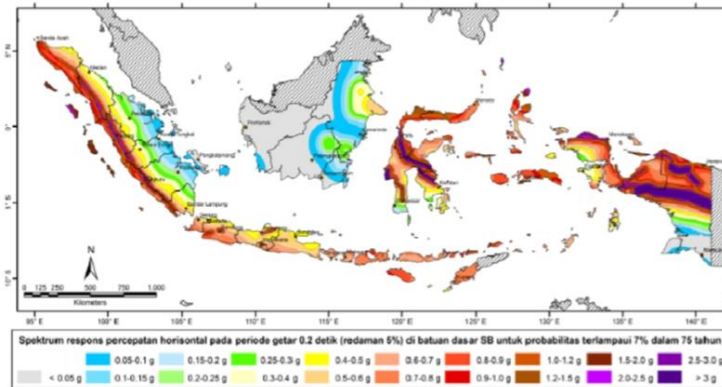
Berikut adalah prosedur dalam perhitungan koefisien gempa menurut RSNI 2833-2013

- a. Mencari nilai zonasi pada peta gempa.

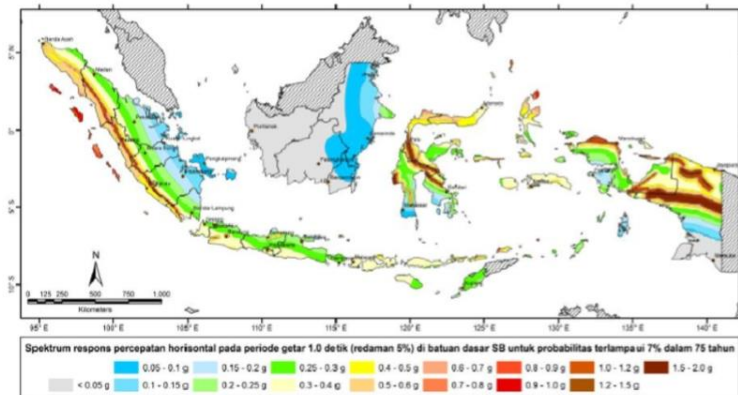
Berdasarkan SNI 2833-2013 pasal 5.2.1 maka dipakai level hazard (potensi bahaya) gempa 1000 tahun dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun. Selanjutnya dicari nilai PGA, S_s, dan S₁ berdasarkan Gambar 6.8, 6.9, dan 6.10 sebagai berikut :



Gambar 5. 10 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (sumber : RSNi 2833-2013 pasal 5.2.1)



Gambar 5. 11 Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (sumber : RSNi 2833-2013 pasal 5.2.1)



Gambar 5. 12 Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (sumber : RSNI 2833-2013 pasal 5.2.1)

Dari peta zonasi gempa tersebut untuk lokasi wilayah proyek Lamongan didapatkan nilai sebagai berikut :

PGA (percepatan puncak batuan dasar) = 0,329

Ss (Respons spektra untuk 0,2 detik) = 0,682

S1 (Respons Spektra untuk 1 detik) = 0,244

b. Menentukan Pengaruh situs

Berdasarkan RSNI 2833-2013 pasal 5.3.1 Klasifikasi situs pada pasal ini ditentukan untuk lapisan setebal 30 m sesuai dengan yang didasarkan pada korelasi dengan hasil penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium. Didapatkan Nrata-rata = 6,419 < 15, maka menurut RSNI 2833-2013 pasal 5.3.1 adalah “tanah lunak” ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5. 7 Kelas Situs
(sumber : RSNI 2833:2013 ps.5.3.1)

Kelas Situs	\bar{V}_s (m/s)	\bar{N}	\bar{S}_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa			

c. Menentukan faktor situs

Berdasarkan RSNI 2833-2013 pasal 5.3.2 untuk penentuan respons spektra di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi pada periode nol detik, periode pendek ($T=0,2$ detik) dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode nol detik (FPGA), faktor amplifikasi periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 memberikan nilai-nilai FPGA, F_a , dan F_v untuk berbagai klasifikasi jenis tanah berikut :

Tabel 5. 8 Faktor amplifikasi untuk periode 0 & 0,2 detik
(FPGA/ F_a)

(sumber : RSNI 2833:2013 ps.5.3.2)

Kelas situs	PGA $\leq 0,1$ $S_u \leq 0,25$	PGA = 0,2 $S_u = 0,5$	PGA = 0,3 $S_u = 0,75$	PGA = 0,4 $S_u = 1,0$	PGA > 0,5 $S_u \geq 1,25$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah Keras (SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah Lunak (SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Tabel 5. 9 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)

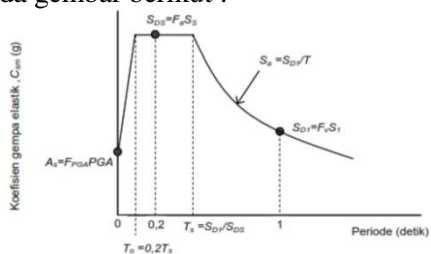
(sumber : RSNI 2833:2013 ps.5.3.2)

Kelas situs	$S_T \leq 0.1$	$S_T = 0.2$	$S_T = 0.3$	$S_T = 0.4$	$S_T \geq 0.5$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Tanah Sedang (SD)	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
Tanah Lunak (SE)	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

Sehingga untuk nilai $PGA = 0,329$ dan $S_s = 0,682$ dari interpolasi tabel didapatkan $F_{PGA}/F_A = 1,114$. Sedangkan untuk $S_1 = 0,244$ didapatkan $F_V = 3,023$.

d. Menentukan Respons Spektrum Rencana
Berdasarkan RSNI 2833-2013 pasal 5.4.1 Respons spektra adalah nilai yang menggambarkan respons maksimum dari system berderajat-kebebasan-tunggal pada berbagai frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu goyangan tanah. Untuk kebutuhan praktis, maka respons spektra dibuat dalam bentuk respons spektra yang sudah disederhanakan. Seperti dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 5. 13 Bentuk tipikal respons spektra di permukaan tanah

(sumber : RSNI 2833-2013 pasal 5.4.1)

Respons spektra di permukaan tanah ditentukan dari 3 (tiga) nilai percepatan puncak yang mengacu pada peta gempa Indonesia 2010 (PGA, Ss dan S1), serta nilai faktor amplifikasi FPGA, Fa, dan Fv. Perumusan respons spektra adalah sebagai berikut :

- AS = FPGA x PGA
= 1,114 x 0,329
= 0,3665
- SDS = Fa x Ss
= 1,337 x 0,682
= 0,608
- SD1 = Fv x S1
= 3,023 x 0,244
= 0,492

e. Menentukan Faktor modifikasi respon (R)
Berdasarkan RSNI 2833-2013 pasal 5.7 Gaya gempa rencana pada bangunan bawah dan hubungan antara elemen struktur ditentukan dengan membagi gaya gempa elastis dengan faktor modifikasi respons (R) sesuai dengan Tabel 5.12.berikut :

Tabel 5. 10 Faktor modifikasi respons (R) untuk bangunan bawah

(sumber : RSNI 2833:2013 ps.5.7.1)

Bangunan bawah	Kategori kepentingan		
	Sangat penting	Penting	Lainnya
Pilar tipe dinding	1,5	1,5	2,0
Tiang/kolom beton bertulang			
Tiang vertikal	1,5	2,0	3,0
Tiang miring	1,5	1,5	2,0
Kolom tunggal	1,5	2,0	3,0
Tiang baja dan komposit			
Tiang vertikal	1,5	3,5	5,0
Tiang miring	1,5	2,0	3,0
Kolom majemuk	1,5	3,5	5,0

Berdasarkan Tabel 5.12 dipilih bangunan bawah “pilar tipe dinding” dengan kategori kepentingan “penting” maka R = 1,5.

- f. Menentukan Koefisien respons gempa elastic (C_{sm})
 Berdasarkan RSNI 2833-2013 pasal 5.4.2 Penggunaan masing masing persamaan dapat membentuk respons spektra dipermukaan seperti diperlihatkan pada Gambar 5.12. Diantara persamaan untuk menentukan C_{sm} dari T adalah berhubungan $T_0 = 0,2 T_s$ dan $T_s = SD1 / SDS$ dengan beberapa persyaratan untuk menentukan nilai C_{sm} adalah sebagai berikut :

- a. Jika $T < T_0$, Maka $C_{sm} = (SDS - A_s) \times \frac{T}{T_0} + A_s$
- b. Jika $T_s \geq T \geq T_0$, Maka $C_{sm} = SDS$
- c. Jika $T > T_s$, Maka $C_{sm} = SD1 / T$

Dengan waktu getar alami struktur (T) menurut Bride Management System 2.4.7.1 (2.10) -on page 2-46 dirumuskan :

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times K_p)]}$$

Dimana harus dihitung berdasarkan arah memanjang jembatan (X) dan arah melintang jembatan (Y) sebagai berikut :

- Arah Memanjang jembatan (X)
 - Tinggi breast wall, H_{bw} = 5,42 m
 - Ukuran penampang breast wall, B_{bw} = 20,5 m -
 - Tebal breast wall = 1 m -
 - Inersia penampang breast wall, I_c

$$= 1/12 \times b \times h^3$$

$$= 1/12 \times 20,5 \times 1^3 = 1,7083 \text{ m}^4$$
 - Mutu beton, $K-600 \text{ fc}'$ = 0,83 x $K/10$ = 49,8 MPa
 - Modulus elastis beton, E_c = $4700 \times \sqrt{\text{fc}'}$ = 33167 MPa
 - E_c = 33167000 kPa
 - Nilai Kekakuan struktur, K_p

$$= 3 \times E_c \times I_c / H_{bw}^3$$

- = 1067599 kN/m -
- Percepatan grafitasi, g = 9.81 m/det²
 - Berat sendiri struktur atas (PMS) = 3060 kN
 - Beban sendiri struktur bawah (PMS) = 16793 kN
 - Berat Total (WTP = PMS atas + 0.5 PMS bawah)
= 11456 kN
 - T (arah X) = $2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times Kp)]}$
= 0.2079 detik
- Arah Melintang jembatan (Y)
 - Tinggi breast wall, Hbw = 5,42 m
 - Ukuran penampang breast wall, Bbw = 20,5 m -
 - Tebal breast wall = 1 m -
 - Inersia penampang breast wall, Ic
= $1/12 \times b^3 \times h$
= $1/12 \times 20,5^3 \times 1$ = 717,927 m⁴
 - Mutu beton, K-300 fc'
= 0.83 x K/10
= 49,8 MPa
 - Modulus elastis beton, Ec
= $4700 \times \sqrt{fc'}$
= 33167 MPa
 - Ec = 33167000 kPa
 - Nilai Kekakuan struktur, Kp
= $3 \times Ec \times Ic / Hbw^3$
= 448658873 kN/m -
 - Percepatan grafitasi, g = 9.81 m/det²
 - Berat sendiri struktur atas (PMS) = 3060 kN
 - Beban sendiri struktur bawah (PMS) = 16793 kN
 - Berat Total (WTP = PMS atas + 0.5 PMS bawah)
= 11456 kN
 - T (arah X) = $2 \times \pi \times \sqrt{[WTP / (g \times Kp)]}$
= 0.0100 detik

Sehingga dapat dihitung masing-masing koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) dari kedua arah sebagai berikut :

- Arah memanjang jembatan (X) –
 - T_0 = 0,2 T_s = 0.162 detik
 - T_s = $SD1 / SDS$ = 0.81 detik
 - T (arah X) = 0.2174 detik

Maka masuk pada syarat 2 dimana $T_s \geq T \geq T_0$,
 $C_{sm} = S_{DS} = 0,607$

- Arah melintang jembatan (Y) –
 - T_0 = 0,2 T_s = 0.162 detik
 - T_s = $SD1 / SDS$ = 0.81 detik
 - T (arah X) = 0.0090detik

Maka masuk pada syarat 1 dimana $T < T_0$,

$$C_{sm} = (SDS - A_s) \times \frac{T}{T_0} + A_s$$

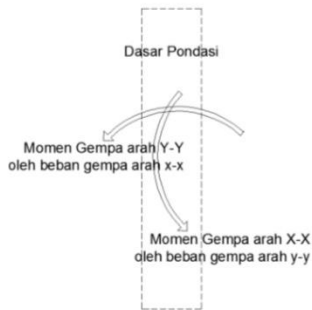
$$= 0,3816 \text{ detik}$$

2. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis

Gaya gempa yang diperhitungkan ada 3 macam yaitu beban gempa dari struktur atas jembatan yang ditinjau oleh 2 arah, beban gempa dari struktur bawah jembatan yang ditinjau oleh 2 arah, dan beban tekanan tanah dinamis akibat gempa. Menurut RSNI 28332013 pasal 5.1 untuk struktur atas dan struktur bawah jembatan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Eq = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t$$

Sementara untuk perhitungan beban tekanan tanah dinamis akibat gempa akan dibahas pada sub-bab selanjutnya. Berikut adalah skema beban yang terjadi :



Gambar 5. 14 Skema beban gempa yang terjadi

3. Beban Gempa Struktur Atas Jembatan

Sudah dihitung pada poin-poin sub-bab 8.1 sebelumnya didapatkan nilai $R = 1.5$, nilai C_{sm} memanjang (x-x) jembatan = 0.607 detik, dan untuk nilai C_{sm} melintang (y-y) jembatan = 0.3867 detik. Selanjutnya akan dihitung distribusi beban gempa pada struktur atas jembatan arah memanjang (X-X) yang menyebabkan momen arah (Y-Y) pada tabel berikut :

Tabel 5. 11 Distribusi beban gempa pada struktur atas (memanjang)

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
STRUKTUR ATAS				
PMS	3060.4235	1238.451	6.92	8570.08352
PMA	1648.09	666.9271	6.92	4615.13544

Sedangkan distribusi beban gempa pada struktur atas jembatan arah melintang (Y-Y) yang menyebabkan momen arah (X-X) pada tabel berikut :

Tabel 5. 12 Distribusi beban gempa pada struktur atas (melintang)

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
STRUKTUR ATAS				
PMS	3060.424	778.4959	6.92	5387.191
PMA	1648.09	419.2332	6.92	2901.094

4. Beban Gempa Struktur Bawah Jembatan

Sudah dihitung pada poin-poin sub-bab 8.1 sebelumnya didapatkan nilai $R = 1.5$, nilai C_{sm} memanjang (x-x) jembatan = 0.607 detik, dan untuk nilai C_{sm} melintang (y-y) jembatan = 0.3867 detik. Selanjutnya akan dihitung distribusi beban gempa pada struktur bawah jembatan arah memanjang (X-X) yang menyebabkan momen arah (Y-Y) pada tabel berikut :

Tabel 5. 13 Distribusi beban gempa pada struktur bawah (memanjang)

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
ABUTMEN				
1	3608	1460.037	0.55	803.020533
2	276.75	111.9915	1.233333333	138.12285
3	276.75	111.9915	1.233333333	138.12285
4	1522.125	615.9533	2.985	1838.62045
5	98.65625	39.9229	4.836666667	193.09374
6	1255.625	508.1096	5.695	2893.68408
7	78.284375	31.67908	5.163333333	163.569635
8	143.5	58.06967	5.22	303.12366
9	699.5625	283.0896	6.37	1803.28091
10	138.375	55.99575	7.96	445.72617
WING WALL				
11	13.5	5.463	1.366666667	7.4661
12	268	108.4507	3.175	344.330867
13	3.81875	1.545321	5.163333333	7.97900657
14	163.8375	66.29958	6.135	406.747893
15	79.65	32.2317	7.96	256.564332
16	2.5	1.011667	1.366666667	1.38261111
TANAH				
17	249.75	101.0655	1.366666667	138.12285
18	4183.3125	1692.847	3.175	5374.78962
19	70.646875	28.58844	5.163333333	147.611622
20	2436.6813	986.0437	6.135	6049.37797
21	1223.775	495.221	7.96	3941.95876
Total	21501.614	8700.986		38581.9155

Maka untuk distribusi beban gempa pada struktur bawah oleh akibat beban tanah, *wingwall*, dan *Abutment* adalah kumulatif dari ketiganya. Didapatkan distribusi beban gempa pada struktur bawah untuk arah memanjang adalah $T_{eq} = 8701$ kN dan $M_{eq} = 38581,92$ kN.m.

Sedangkan distribusi beban gempa pada struktur bawah jembatan arah melintang (Y-Y) yang menyebabkan momen arah (X-X) pada tabel berikut :

Tabel 5. 14 Distribusi beban gempa pada struktur bawah (memanjang)

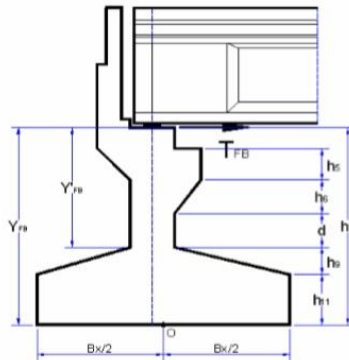
No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
ABUTMEN				
1	3608	917.7857	0.55	504.7822
2	276.75	70.39834	1.233333	86.82462
3	276.75	70.39834	1.233333	86.82462
4	1522.125	387.1909	2.985	1155.765
5	98.65625	25.0957	4.836667	121.3796
6	1255.625	319.3999	5.695	1818.982
7	78.28438	19.9136	5.163333	102.8206
8	143.5	36.50284	5.22	190.5448
9	699.5625	177.9514	6.37	1133.55
10	138.375	35.19917	7.96	280.1854
WING WALL				
11	13.5	3.434065	1.366667	4.693223
12	268	68.17255	3.175	216.4479
13	3.81875	0.971395	5.163333	5.015638
14	163.8375	41.6762	6.135	255.6835
15	79.65	20.26099	7.96	161.2774
16	2.5	0.635938	1.366667	0.869115
TANAH				
17	249.75	63.53021	1.366667	86.82462
18	4183.313	1064.131	3.175	3378.616
19	70.64688	17.97081	5.163333	92.7893
20	2436.681	619.8313	6.135	3802.665
21	1223.775	311.298	7.96	2477.932
Total	21501.61	5469.477	0	24252.76

Maka untuk distribusi beban gempa pada struktur bawah oleh akibat beban tanah, *wingwall*, dan *Abutment* adalah kumulatif dari ketiganya. Didapatkan distribusi beban gempa

pada struktur bawah untuk arah melintang adalah $T_{eq} = 5469,5$ kN dan $M_{eq} = 24253$ kN.m.

5.3.9. Gesekan Pada Perletakan (FB)

Koefisien gesek pada tumpuan yang berupa mechanical bearing, $\mu = 0,01$ Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau terhadap beban berat sendiri dan beban mati tambahan. Sketsa gesekan pada perletakan ditampilkan pada **Gambar 5.13**



Gambar 5. 15 Sketsa gesekan pada perletakan

- Berat sendiri struktur atas (P_{MS})
= 3050,4235 kN
- Berat mati tambahan (P_{MA})
= 1648,09 kN
- Reaksi Abutment akibat beban tetap (P_T)
= $P_{MS} + P_{MA}$
= 4708,5135 kN
- Gaya gesek pada perletakan (T_{FB})
= $\mu \times P_T$
= $0,05 \times 4708,5135$
= 235,42 kN

Tabel 5.17 dirubah agar lebih ringkas menjadi tabel 5.18 dan untuk rekap beban dan kombinasi disajikan pada tabel 5.19 – 5.27

Tabel 5. 16 Kombinasi untuk beban

Kuat I	1,2 MS + 2 MA ++1,4 TA + 1,8 TD + 1,8 TB + BF + 1,2 Eun
Kuat III	1,2 MS + 2 MA + 1,4 TA + 1,4 EWS + BF + 1,2 Eun
Kuat IV	1,2 MS + 2 MA + 1,4 TA + BF + 1,2 Eun
Kuat V	1,2 MS + 2 MA + 1,4 TA + 0,4 Ews + Ewl + BF + 1,2 Eun
Ekstrem I arah X	1,2 MS + 2 MA + 1,4 TA + 0,5 TD + 0,5 TB + BF + EQ
Ekstrem I arah Y	1,2 MS + 2 MA + 1,4 TA + 0,5 TD + 0,5 TB + BF + EQ
Layan	MS + MA + TA + TD + TB + 0,3 Ews + EWL + 1,2 Eun

Tabel 5. 17 Rekap beban kerja

Rekap Beban Kerja		arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Beban	Kode	P (kN)	Ix (kN)	Iy (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
A	Aksi Tetap						
1	Berat Sendiri	MS	19853.5235			-17801.9899	
2	Beban Mati Tambahan	MA	1648.09			0	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"	TD	1864.5			0	
5	Beban Pedestrian	TP	146.125			0	
6	Gaya Rem	TB		500		4250.00	
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur	Eun		49.5		342.54	
8	Beban Angin	Ews			38.11915289		301.5224993
	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
9	Beban Gempa (x)	EQ		8700.986263		38581.91548	
	Beban Gempa (y)	EQ			5469.477336		24252.75778
D	Aksi Lainnya						
10	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	

Tabel 5. 18 Rekap kombinasi Kuat I

Kuat I		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	3356.1			0	
5	Gaya Rem	TB		900		7650	
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
	TOTAL		30476.51	1194.83		-11672.19	0.00

Tabel 5. 19 Rekap Kombinasi Kuat III

KUAT III		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0		0	
4	Beban Angin	Ews			53.36681404		422.1314991
5	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
6	Temperatur	Eun		59.4		-411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	53.37	-19322.19	422.13

Tabel 5. 20 Rekap Kombinasi Kuat IV

Kuat IV		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
5	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	0.00	-19322.19	0.00

Tabel 5. 21 Rekap kombinasi Kuat V

Kuat V		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban Angin	Ews			15.25		120.61
5	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	15.36	-19322.19	121.76

Tabel 5. 22 Rekap kombinasi Ekstrem I arah x

Ekstrem I arah X		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	932.25			0	
5	Gaya Rem	TB		250		2125	
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Beban Gempa (x)	EQ		8700.986263		38581.91548	
8	Beban Gempa (y)	EQ			1640.843201		7275.827333
TOTAL			28052.66	9186.41	1640.84	20973.67	7275.83

Tabel 5. 23 Rekap kombinasi Ekstrem I arah y

Ekstrem I arah Y		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	932.25			0.00	
5	Gaya Rem	TB		250.00		2125.00	
6	Gesekan	FB		235.43		1629.15	
7	Beban Gempa (x)	EQ		2610.295879		11574.57464	
8	Beban Gempa (y)	EQ			5469.477336	0	24252.75778
TOTAL			28052.66	3095.72	5469.48	-6033.67	24252.76

Tabel 5. 24 Rekap kombinasi layan

Layan		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	19853.52			-17801.99	
2	Beban Mati Tambahan	MA	1648.09			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	1864.5			0	
5	Gaya Rem	TB		500		4250	
6	Beban Angin	Ews			11.43574587		90.4567498
7	Beban Angin	EW1		0.1095			1.14975
8	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			23366.11	559.40	11.55	-13140.94	91.61

Tabel 5. 25 Rekap total kombinasi

Beban	Vertikal	Horizontal		Momen	
	P (kN)	TX (kN)	Ty (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
Kuat I	30476.51	1194.83		-11672.19	
Kuat III	27120.41	294.83	53.37	-19322.19	422.13
Kuat IV	27120.41	294.83		-19322.19	
Kuat V	27120.41	294.83	15.36	-19322.19	121.76
Ekstrem I arah X	28052.66	9186.41	1640.84	20973.67	7275.83
Ekstrem I arah Y	28052.66	3095.72	5469.48	-6033.67	24252.76
Layan	23366.11	559.40	11.55	-13140.94	91.61

Dikarenakan abutment tersebut berdiri diatas tanah lunak, maka direncanakan pondasi tiang pancang.

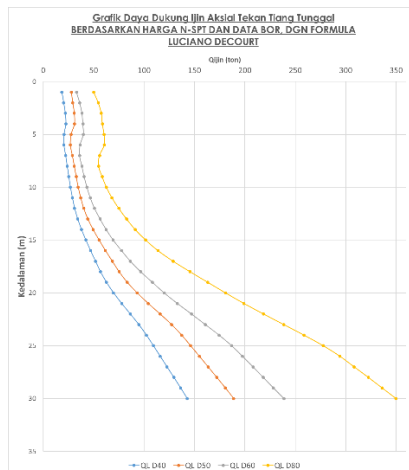
5.4. Perencanaan Tiang Pancang

Perencanaan tiang pancang dilakukan karena stabilitas geser dan daya dukung tidak memenuhi faktor keamanan yang diisyaratkan. Untuk perhitungan kekuatan tiang

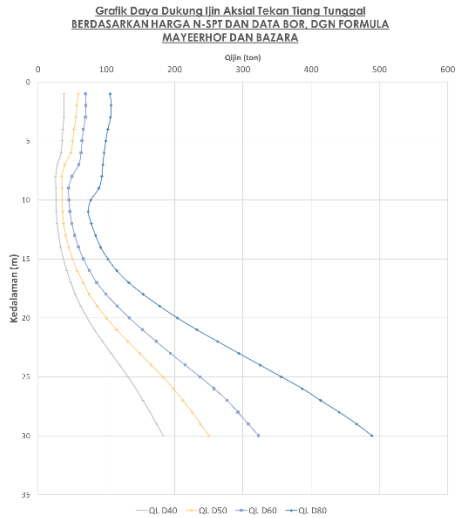
pancang, menggunakan formula dari Luciano Decourt dikarenakan lebih kritis dibanding formula dari Bazaara. Tiang pancang yang direncanakan mempunyai diameter 40 cm, 50 cm, 60 cm dan 80 cm.

5.4.1. Daya Dukung Ijin Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung ijin aksial tiang berdasarkan data SPT dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Grafik daya dukung ijin tiang pancang dapat dilihat pada **Gambar 5.14 dan 5.15**



Gambar 5. 16 Grafik daya dukung ijin aksial tekan tiang Luciano Decourt



Gambar 5. 17 Grafik daya dukung ijin aksial tekan tiang Bazaara

5.4.2. Spesifikasi Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan dalam perencanaan abutment adalah tiang pancang dari PT. Wijaya Karya. Data spesifikasi tiang pancang dapat dilihat pada **Tabel 5.26**.

Tabel 5. 26 Spesifikasi Tiang Pancang

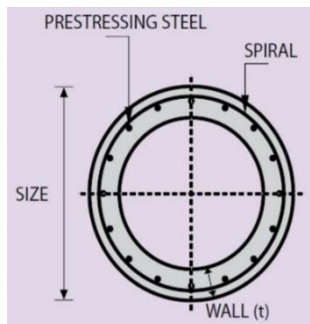
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile** (m)
						Crack + (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.66	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A3	4.20	6.30	89.50	30.74	6-13
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
					A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
400	75	765.76	106,488.95	191	A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
					A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
450	80	929.91	166,570.38	232	A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6-17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6-18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6-18
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6-16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6-17
					A3	22.00	33.00	245.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6-19
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	C	29.00	58.00	229.50	163.67	6-20
					A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6-20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6-21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6-22
1000***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	B	55.00	99.00	388.61	215.80	6-23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6-24
					A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6-23
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6-24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24
					A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6-24
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
					B	170.00	256.00	751.90	409.60	6-24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6-24

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)
 **) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position
 ***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe

Unit Conversion : 1 ton = 9.8066 kN

(Sumber : Brosur PT. WIKA Beton)

Contoh perhitungan dan spesifikasi tiang pancang diameter 60 cm adalah sebagai berikut :



Gambar 5. 18 Pile section
 (Sumber : Brosur PT. WIKA Beton)

- Diameter Luar = 60 cm
- Tebal = 10 cm
- Diameter dalam = 40 cm
- Kelas = C
- Mutu beton = K-600
- f_c' = 52 MPa
- *allowable axial* = 229,5 ton
- *bending momen crack* = 29 t.m
- *bending momen ult* = 58 t.m
- E = $4700 \times f_c^{0.5}$
= 33892,18 MPa
= 338921,82 kg/cm²
- Moment Inersia (I)
= $\frac{1}{64} \times \pi \times (Diameter\ luar^4 - Diameter\ dalam^4)$
= 510508,81 cm⁴

5.4.3. Penentuan Kedalaman Tiang Pancang

Penentuan kedalaman tiang pancang berdasarkan dari daya dukung ijin bahan dan tanah. Daya dukung ijin tanah sendiri antara $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ dari daya dukung ijin bahan.

Contoh perhitungan tiang pancang D60:

Pultimate bahan	= 229,5 ton
Pijin bahan	= Pult/ SF
	= $229,5/3$
	= 76,5 ton
Pijin tanah	= $2/3 \times$ Pijin bahan
	= $2/3 \times 76,5$ ton
	= 51 ton

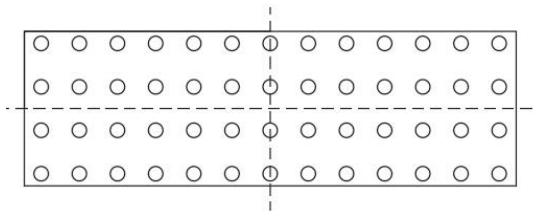
Didapatkan Pijin tanah = 51 ton, dan diplot pada grafik daya dukung ijin aksial tekan tiang (Gambar 5.16) didapatkan kedalaman tiang pancang 13 meter. Dikarenakan untuk kontrol

daya dukung aksial tidak memenuhi syarat, maka tiang perlu diperdalam sampai daya dukung aksialnya memenuhi syarat yang diijinkan.

5.4.1. Perencanaan Konfigurasi Tiang Pancang

Konfigurasi tiang pancang dapat dilihat pada Gambar 5.17. Hasil perhitungan jumlah tiang pancang yang digunakan pada abutment jembatan adalah sebagai berikut

- Jumlah tiang pancang = 52 buah
- n arah x (m) = 4 buah
- n arah y (n) = 13 buah
- Lpilecap arah x = 6,4 m
- Lpilecap arah y = 20,5 m
- Jarak antar tiang arah x = 1,8 m
- Jarak antar tiang arah y = 1,591 m
- Jarak tiang ke sisi luar x = 0,5 m
- Jarak tiang ke sisi luar y = 0,7 m
- x_{max} = 2,7 m
- y_{max} = 9,55 m
- Σx^2 = 210,6 m²
- Σy^2 = 1844,91 m²



Gambar 5. 19 Konfigurasi tiang pancang D60

Rekap hasil perhitungan kombinasi tiang pancang D40, D50, D60, D80 dapat dilihat pada tabel 5.27

Tabel 5. 27 Rekap Perhitungan Kombinasi Tiang Pancang

Diameter Tiang pancang (m)	m	n	Total Tiang Pancang	Sm (m)	Sn (m)	Jarak Tiang ke Tepi m (m)	Jarak tiang ke tepi n (m)
0.4	6	19	114	1.08	1.06	0.5	0.7
0.5	5	15	75	1.35	1.36	0.5	0.7
0.6	4	13	52	1.8	1.59	0.5	0.7
0.8	3	9	27	2.5	2.39	0.7	0.7

Perhitungan efisiensi tiang pancang group (μ) adalah sebagai berikut :

$$\mu = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{D}{S}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

$$\mu = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{0,6}{1,74}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{4} - \frac{1}{13}\right)$$

$$= 0,615$$

Direncanakan kedalaman tiang pancang adalah 55 m, dari grafik daya dukung aksial tiang (Gambar 5.14) didapatkan Qultimate = 3995,5 kN. Faktor keamanan (SF) rencana adalah 3, maka didapatkan Pijin = Qultimate/SF = 1331,86 kN.

$$\begin{aligned} \text{Pijin 1 tiang dalam group} &= \text{Pijin} \times \mu \\ &= 1331,86 \times 0,615 \\ &= 8202 \text{ kN} \\ &= 82,02 \text{ ton} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan gaya aksial tiang pancang maksimum dan minimum sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\max} &= \frac{P}{n} - \frac{Mx \times Y_{\max}}{\sum y^2} - \frac{My \times X_{\max}}{\sum x^2} \\ &= \frac{3047,651}{52} - \frac{-1167,219 \times 9,55}{1844,9} - \frac{0 \times 2,7}{210,6} \\ &= 64,651 \text{ ton} \\ P_{\min} &= \frac{P}{n} + \frac{Mx \times Y_{\max}}{\sum y^2} + \frac{My \times X_{\max}}{\sum x^2} \\ &= \frac{3047,651}{52} + \frac{-1167,219 \times 9,55}{1844,9} + \frac{0 \times 2,7}{210,6} \\ &= 52,567 \text{ ton} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan gaya aksial maksimum dan minimum tiang pancang D40, D50, D60 dan D80 dapat dilihat pada Tabel 5.29 – 5.32

Tabel 5. 28 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D40

No	Kombinasi Beban	P (ton)	Mx (t.m)	My (t.m)	P/n (ton)	Mx.y/2y ² (ton)	My.x/2x ² (ton)	P max (ton)	P min (ton)
1	Kuat I	3047.651	-1167.219	0.000	26.734	-2.895	0.000	29.629	23.839
2	Kuat III	2712.041	-1932.219	42.213	23.790	-4.792	0.294	28.288	19.292
3	Kuat IV	2712.041	-1932.219	0.000	23.790	-4.792	0.000	28.582	18.998
4	Kuat V	2712.041	-1932.219	12.176	23.790	-4.792	0.085	28.497	19.083
5	Ekstrem I arah X	2805.266	2097.367	727.583	24.608	5.202	5.065	34.874	14.341
6	Ekstrem I arah Y	2805.266	-603.367	2425.276	24.608	-1.496	16.884	39.996	9.220
7	Layan	2336.611	-1314.094	9.161	20.497	-3.259	0.064	23.692	17.301

Tabel 5. 29 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D50

No	Kombinasi Beban	P (ton)	Mx (t.m)	My (t.m)	P/n (ton)	Mx.y/2y ² (ton)	My.x/2x ² (ton)	P max (ton)	P min (ton)
1	Kuat I	3047.651	-1167.219	0.000	40.635	-4.278	0.000	44.913	36.358
2	Kuat III	2712.041	-1932.219	42.213	36.161	-7.081	0.417	42.825	29.496
3	Kuat IV	2712.041	-1932.219	0.000	36.161	-7.081	0.000	43.242	29.079
4	Kuat V	2712.041	-1932.219	12.176	36.161	-7.081	0.120	43.122	29.199
5	Ekstrem I arah X	2805.266	2097.367	727.583	37.404	7.687	7.186	52.276	22.531
6	Ekstrem I arah Y	2805.266	-603.367	2425.276	37.404	-2.211	23.953	59.146	15.661
7	Layan	2336.611	-1314.094	9.161	31.155	-4.816	0.090	35.880	26.429

Tabel 5. 30 Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D60

No	Kombinasi Beban	P (ton)	Mx (t.m)	My (t.m)	P/n (ton)	Mx.y/2y ² (ton)	My.x/2x ² (ton)	P max (ton)	P min (ton)
1	Kuat I	3047.651	-1167.219	0.000	58.609	-6.042	0.000	64.651	52.567
2	Kuat III	2712.041	-1932.219	42.213	52.155	-10.002	0.541	61.615	42.694
3	Kuat IV	2712.041	-1932.219	0.000	52.155	-10.002	0.000	62.157	42.153
4	Kuat V	2712.041	-1932.219	12.176	52.155	-10.002	0.156	62.000	42.309
5	Ekstrem I arah X	2805.266	2097.367	727.583	53.947	10.857	9.328	74.132	33.763
6	Ekstrem I arah Y	2805.266	-603.367	2425.276	53.947	-3.123	31.093	81.917	25.977
7	Layan	2336.611	-1314.094	9.161	44.935	-6.802	0.117	51.620	38.250

Tabel 5. 31Gaya Aksial Maksimum dan Minimum Tiang Pancang D80

No	Kombinasi Beban	P (ton)	Mx (t.m)	My (t.m)	P/n (ton)	Mx.x/Σx ² (mm)	My.y/Σy ² (mm)	P max (ton)	P min (ton)
1	Kuat I	3047.65082	-1167.21942	0	112.876	-10.864	0.000	123.740	102.012
2	Kuat III	2712.04082	-1932.21942	42.2131499	100.446	-17.985	0.938	117.492	83.399
3	Kuat IV	2712.04082	-1932.21942	0	100.446	-17.985	0.000	118.431	82.461
4	Kuat V	2712.04082	-1932.21942	12.175875	100.446	-17.985	0.271	118.160	82.732
5	Ekstrem I arah X	2805.26582	2097.367327	727.582733	103.899	19.522	16.169	139.589	68.208
6	Ekstrem I arah Y	2805.26582	-603.3667561	2425.27578	103.899	-5.616	53.895	152.178	55.620
7	Layan	2336.61135	-1314.09419	9.16064998	86.541	-12.231	0.204	98.569	74.513

Hasil perhitungan kontrol daya dukung ijin tiang bor tiap kombinasi pembebanan D40, D50, D60, dan D80 dapat dilihat pada Tabel 5.33 sampai Tabel 5.36.

Tabel 5. 32 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D40

No	Kombinasi Beban	% P _{ijin}	P _{ijin} (ton)	P _{max} (ton)	Keterangan
1	Kuat I	100%	40.422	23.839	OK
2	Kuat III	100%	40.422	19.292	OK
3	Kuat IV	100%	40.422	18.998	OK
4	Kuat V	100%	40.422	19.083	OK
5	Ekstrem I arah X	100%	40.422	34.874	OK
6	Ekstrem I arah Y	100%	40.422	39.996	OK
7	Layan	100%	40.422	17.301	OK

Tabel 5. 33Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D50

No	Kombinasi Beban	% P _{ijin}	P _{ijin} (ton)	P _{max} (ton)	Keterangan
1	Kuat I	100%	45.950	36.358	OK
2	Kuat III	100%	45.950	42.825	OK
3	Kuat IV	100%	45.950	43.242	OK
4	Kuat V	100%	45.950	43.122	OK
5	Ekstrem I arah X	100%	45.950	22.531	OK
6	Ekstrem I arah Y	100%	45.950	15.661	OK
7	Layan	100%	45.950	35.880	OK

Tabel 5. 34 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D60

No	Kombinasi Beban	% P _{ijin}	P _{ijin} (ton)	P _{max} (ton)	keterangan arah x
1	Kuat I	100%	82.028	52.567	OK
2	Kuat III	100%	82.028	42.694	OK
3	Kuat IV	100%	82.028	42.153	OK
4	Kuat V	100%	82.028	42.309	OK
5	Ekstrem I arah X	100%	82.028	74.132	OK
6	Ekstrem I arah Y	100%	82.028	81.917	OK
7	Layan	100%	82.028	38.250	OK

Tabel 5. 35 Kontrol Daya Dukung Ijin Tiang Pancang D80

No	Kombinasi Beban	% P _{ijin}	P _{ijin} (ton)	P _{max} (ton)	keterangan
1	Kuat I	100%	153.150	102.012	OK
2	Kuat III	100%	153.150	83.399	OK
3	Kuat IV	100%	153.150	82.461	OK
4	Kuat V	100%	153.150	82.732	OK
5	Ekstrem I arah X	100%	153.150	139.589	OK
6	Ekstrem I arah Y	100%	153.150	152.178	OK
7	Layan	100%	153.150	74.513	OK

5.4.1.1 Kontrol Terhadap Gaya Lateral Tiang

Pondasi tiang pancang perlu dikontrol terhadap gaya horizontal. Momen dan defleksi yang terjadi pada tiang pancang tidak boleh melebihi syarat yang telah ditentukan. Perhitungan kontrol tiang pancang terhadap momen dan defleksi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai T

Nilai T dapat dicari dengan rumusan sebagai berikut :

$$T = \left(\frac{E \times I}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Harga f didapatkan melalui grafik dari NAVFAC DM-7 (Gambar 2.22). Parameter yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$Cu = 0,084 \text{ kg/cm}^2$$

$$qu = 2 \times Cu = 0,168 \text{ kg/cm}^2 = 0,086 \text{ ton/ft}^2$$

Kedua parameter tersebut diplot pada grafik dan didapatkan nilai $f = 3 \text{ ton/ft}^3 = 0,096 \text{ kg/cm}^3$

Spesifikasi tiang adalah menggunakan beton K-600, sehingga didapatkan nilai E adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times f_c^{0.5} \\ &= 4700 \times 48.9^{0.5} \\ &= 338921,8 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$I = 510508,81 \text{ cm}^4$$

Maka, didapatkan nilai T adalah sebagai berikut :

$$T = \left(\frac{338921,8 \times 510508,81}{0,096} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$T = 282,596 \text{ cm}$$

2. Menentukan nilai defleksi (δP) pada tiang

Nilai defleksi pada tiang dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$\delta = F\delta \left(\frac{PT^3}{EI} \right) < 2,54 \text{ cm}$$

Dimana :

$$P = H_{\max}/n$$

H_{\max} = gaya horizontal maksimum

n = jumlah tiang pancang

$F\delta$ = koefisien defleksi

Nilai dari $F\delta$ dapat dicari dengan kurva dari NAVFAC DM-7 (Gambar 2.24). Parameter untuk menentukan nilai $F\delta$ sebagai berikut :

$$L = 55 \text{ m}$$

$$T = 2,82 \text{ m}$$

$$L/T = 19,46$$

$$Z = 0 \text{ m}$$

$$F\delta = 1$$

$$P = 17946 \text{ kg}$$

Nilai defleksi (δ) adalah sebagai berikut :

$$\delta = \left(\frac{17946 \times (282,596)^3}{338921 \times 510508,81} \right)$$

$$= 0,78 \text{ cm} < 2.54 \text{ cm (OK)}$$

3. Menentukan nilai momen (M_p) pada tiang

Momen pada tiang pancang dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$M_{pmax} = f_m \times P \times T < M_{crack \text{ bahan}}$$

Dimana:

$$P = H_{max}/n$$

H_{max} = gaya horizontal maksimum

n = jumlah tiang pancang

Nilai dari f_m dapat dicari dengan kurva dari NAVFAC DM-7 (Gambar 2.24). Parameter yang untuk menentukan f_m adalah

$$L = 55 \text{ m}$$

$$T = 2,82 \text{ m}$$

$$L/T = 19,46$$

$$Z = 0 \text{ m}$$

$$f_m = 0,99$$

$$P = 17946 \text{ kg}$$

$$M_{ijin} = 58 \text{ ton.m}$$

Momen pada tiang pancang adalah sebagai berikut :

$$M_{pmax} = f_m \times P \times T <$$

$$= 0,9 \times 17,946 \text{ ton} \times 2,82$$

$$= 45,643 \text{ t.m} < M_{ijin} (58 \text{ t.m}) \text{ (OK)}$$

Hasil perhitungan Defleksi dan momen tiang pancang pada setiap diameter tiang yang direncanakan dapat dilihat pada Lampiran 5.

5.4.1.2. Kontrol Terhadap Gaya Horizontal Maksimum Tiang

Menurut Tomlinson, 1977 besarnya gaya horizontal yang terjadi pada tiang akibat beban yang bekerja di ujung atas sebuah tiang dikontrol harus lebih kecil dari kapasitas gaya horizontal maksimum yang mampu diterima oleh tiang.

- Gaya horizontal tiang yang terjadi oleh akibat beban

digunakan persamaan $Hu = \sqrt{\frac{Hx^2 + Hy^2}{n}}$

- Syarat Hu *fixed-headed pile* : $Hu = 2 \text{ Mult} / (e + Zf)$, SF = 2. Dengan, e = jarak antara lateral load bekerja dengan muka tanah, Zf = *point of virtual fixity*

Dengan perhitungan ditabelkan pada Lampiran 5.

5.4.2. Tiang Pancang yang Digunakan

Perencanaan abutment dengan pondasi tiang pancang direncanakan menggunakan diameter 0,4 m, 0,5 m, 0,6 m, 0,8 m dan didapatkan kebutuhan tiang pancang untuk tiap – tiap diameter dapat dilihat pada Tabel 5.28 Kebutuhan tiang pancang tersebut menentukan jumlah biaya yang dibutuhkan. Hasil perhitungan biaya tiang pancang dapat dilihat pada Tabel 5.36

Tabel 5. 36 Kebutuhan dan Biaya Tiang Pancang

Diameter (m)	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Panjang Tiang (m)	Biaya 1 Tiang	Total Biaya
0.4	43	114	9	Rp 3,800,000.00	Rp 2,069,733,333.33
0.5	36	75	12	Rp 5,500,000.00	Rp 1,237,500,000.00
0.6	55	52	15	Rp 6,700,000.00	Rp 1,277,466,666.67
0.8	69	27	12	Rp 7,300,000.00	Rp 1,133,325,000.00

Penentuan tiang pancang yang digunakan adalah berdasarkan biaya yang paling sedikit dikeluarkan. Berdasarkan Tabel 5.36 diatas, tiang pancang yang digunakan pada perencanaan pondasi abutment adalah **diameter 80 cm**.

5.5. Penulangan abutment

Penulangan pada abutment meliputi penulangan pilecap, breast wall, dan back wall. Perhitungan penulangan adalah sebagai berikut :

5.5.1. Penulangan breaswall

Penulangan breast wall pda abutment direncanakan menggunakan tulangan vertikal diameter 29 mm, dan tulangan geser diameter 22 mm. Berikut adalah beban yang bekerja pada breast wall

a. Beban sendiri (PMS) + Beban Mati Tambahan (PMA)

Perhitungan berat sendiri breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.37 dan Tabel 5.38

Tabel 5. 37 Beban sendiri pada breastwall

No	PARAMETER BERAT BAGIAN			BERAT (kN)
	b	h	Shape	
1	1	5.42	1	2777.75
2	0.7	0.55	0.5	98.65625
3	0.7	0.4	1	143.5
			Total	3019.90625

Tabel 5. 38 PMS + PMA

No	Berat Sendiri	W (kN)
1	PMS	3060.424
2	PMA	1648.09

c. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa pada breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.39 dan 5.40

Tabel 5. 39 Beban gempa pada breastwall arah x

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
STRUKTUR ATAS				
PMS	3060.4235	1238.451	6.92	8570.083524
PMA	1648.09	666.9271	6.92	4615.13544
Abutment				
1	2777.75	1124.063	4.21	4732.304528
2	98.65625	39.9229	4.836666667	193.0937395
3	143.5	58.06967	5.22	303.12366
EQ		3127.434	MEQ	18413.74089

Tabel 5. 40 Beban gempa pada breastwall arah x

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
STRUKTUR ATAS				
PMS	3060.4235	778.4959	6.92	5387.191312
PMA	1648.09	419.2332	6.92	2901.093959
Abutment				
1	2777.75	706.5907	4.21	2974.746952
2	98.65625	25.0957	4.836666667	121.379554
3	143.5	36.50284	5.22	190.5448346
EQ		1965.918	MEQ	11574.95661

Rekap beban kerja dan kombinasi beban yang bekerja pada breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.41

Tabel 5. 41 Rekap beban pada breastwall

Rekap Beban Kerja		arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Beban	Kode	P (kN)	Ix (kN)	Iy (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	6080.32975				
2	Beban Mati Tambah	MA	1648.09				
3	Beban lajur "D"	TD	1864.5				
4	Gaya Rem	TB		500		4250	
5	Beban Angin	Ews			38.11915289		301.5225
6	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
7	Beban Gempa (x)	EQ		3127.433859		18413.74	
8	Beban Gempa (y)	EQ			1965.918356		11574.96

Untuk beban kombinasi dari beban breastwall, dapat dilihat pada tabel 5.42

Tabel 5. 42 Rekap Beban Kombinasi pada breastwall

Beban	Vertikal	Horizontal		Momen	
	P (kN)	TX (kN)	Ty (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
Kuat I	13948.68	900.00	0.00	7650.00	0.00
Kuat III	10592.58	0.00	53.37	0.00	422.13
Kuat IV	10592.58	0.00	0.00	0.00	0.00
Kuat V	10592.58	0.00	15.36	0.00	121.76
Ekstrem I arah X	11524.83	3377.43	589.78	20538.74	3472.49
Ekstrem I arah Y	11524.83	1188.23	1965.92	7649.12	11574.96
Layan	9592.92	500.00	11.55	4250.00	91.61

Tulangan Utama :

$$\text{Momen ultimit (Mu)} = 33985,077 \text{ kNm} = 33985077282 \text{ Nmm}$$

$$f_y = 390 \text{ mpa}$$

$$f'_c = 49,8 \text{ mpa}$$

$$D_{\text{longitudinal}} = 25 \text{ mm}$$

$$D_{\text{transversal}} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } \textit{breast wall} = 1000 \text{ mm}$$

$$B_y = 20500 \text{ mm}$$

$$d = 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm}$$

$$= 925 \text{ mm}$$

$$dx = d - 0,5 D - \emptyset$$

$$= 925 \text{ mm} - (0,5 \times 25 \text{ mm}) - 16 \text{ mm}$$

$$= 896,5 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left(\frac{f'_c - 28}{7} \right)$$

$$= 0,85 - 0,05 \times \left(\frac{49,8 - 28}{7} \right)$$

$$= 0,694$$

$$P_b = \left(\frac{0,85 \times \beta_1 \times f'_c}{f_y} \right) \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= 0,046$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times p_b$$

$$= 0,034$$

$$\rho_{\text{min}} = 1,4/f_y$$

$$= 0,0036$$

$$M_n = \Phi M_u$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times 20538740892 \text{ Nmm} \\
 &= 24163224579 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \left(\frac{M_u}{b \times d^2} \right) \\
 &= 1,46656 \text{ N/mm}^2 \\
 P_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 \times f'c}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f'c}} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 49,8}{390} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,46656}{0,85 \times 49,8}} \right) \\
 &= 0,003827917 \\
 \text{As perlu} &= p_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,003827917 \times 20500 \text{ mm} \times 896,5 \text{ mm} \\
 &= 70350,40957 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 \\
 &= 490,874 \text{ mm}^2 \\
 N &= \text{Asperlu} / \text{Astulangan} \\
 &= 70350,40957 / 490,874 \\
 &= 143,3166 \\
 &= 144 \text{ buah} \\
 s &= b_y / n \\
 &= 20500 \text{ mm} / 144 \text{ buah} \\
 &= 142,36 \text{ mm} \\
 &= 125 \text{ mm} \\
 \text{As pasang} &= \left(\frac{b_y \times \text{Astulangan}}{s} \right) \\
 &= \left(\frac{20500 \times 490,874}{125} \right) \\
 &= 80503,31175 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As pasang > Asperlu (OK!)

Digunakan Tulangan **D25 - 125**

Tulangan bagi :

$$\begin{aligned}
 D &= 22 \text{ mm} \\
 \text{As perlu} &= 50\% \times \text{As tulangan utama} \\
 &= 50\% \times 70350,40957 \\
 &= 35175,20 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 22^2 \\
 &= 308,133 \text{ mm}^2 \\
 n &= 92,53 \text{ buah} \\
 &= 93 \text{ buah} \\
 s &= 20500 \text{ mm} / 93 \\
 &= 220 \text{ mm} \\
 &= 200 \text{ mm (dipakai)} \\
 \text{As pasang} &= \left(\frac{\text{by} \times \text{Astulangan}}{s} \right) \\
 &= \left(\frac{20500 \times 308,133}{200} \right) \\
 &= 38963,60 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As pasang > Asperlu (OK!)

Digunakan Tulangan **D22 - 200**

Tulangan geser :

$$\begin{aligned}
 N_u &= 13948,676 \text{ kN} \\
 &= 13948675 \text{ N} \\
 V_u &= 3377,434 \text{ kN} = 3377433,859 \text{ N} \\
 \lambda &= 1,0 \text{ (beton ringan)} \\
 A_g &= b \times d \\
 &= 20500 \times 1000 \\
 &= 20500000 \text{ mm}^2 \\
 B_w &= 1000 \text{ mm} \\
 d &= 20500 \text{ mm} \\
 V_c &= 0,17 \times \left(1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right) \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d \\
 &= 0,17 \times \left(1 + \frac{13948675}{14 \times 20500000} \right) \times 1 \times \sqrt{49,8} \times 1000 \times 20500 \\
 &= 14617507,11 \text{ N} \\
 &= 14617,50711 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$V_c > V_u$ (tidak perlu tulangan geser)

Kuat nominal geser akibat beton sudah melebihi beban geser yang ada. Akan tetapi, tulangan geser yang akan dipasang tetap perlu dihitung. Direncanakan tulangan sengkang D16 – 300.

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$s = 300 \text{ mm}$$

$$d = 896,5 \text{ mm}$$

$$A_v = 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right)$$

$$= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \right)$$

$$= 402,124 \text{ mm}^2$$

$$V_s = \left(\frac{A_v \times f_y \times d}{s} \right)$$

$$= \left(\frac{402,124 \times 390 \times 896,5}{300} \right)$$

$$= 46855,2522 \text{ N}$$

$$= 468,655 \text{ kN}$$

$$V_n = \Phi (V_s + V_c)$$

$$= 0,75 \times (468,655 + 14617,507)$$

$$= 11314,621 \text{ kN}$$

$V_n > V_u$ (OK!)

5.5.1. Penulangan backwall

Penulangan backwall pada abutment direncanakan menggunakan tulangan vertikal diameter 16 mm, dan tulangan bagi diameter 10 mm. Berikut adalah beban yang bekerja pada breast wall

a. Berat sendiri

Perhitungan berat sendiri breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.43

Tabel 5. 43 Beban sendiri pada breastwall

No	PARAMETER BERAT BAGIAN			BERAT (kN)	LENGAN (m)	MOMEN (kNm)
	b	h	Shape			
1	0.65	0.47	0.5	78.28438	0.7166667	56.1038
2	0.65	2.1	1	699.5625	0.825	577.1391
3	0.25	1.08	1	138.375	0.625	86.48438

b. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa pada breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.44.

Tabel 5. 44 Beban gempa pada breastwall

No	Berat Wt (kN)	EQ (kN)	y (m)	MEQ (kNm)
1	78.284375	31.67908	5.163333333	163.5696
2	699.5625	283.0896	6.37	1803.281
3	138.375	55.99575	7.96	445.7262

Rekap beban kerja dan kombinasi beban yang bekerja pada breast wall dapat dilihat pada Tabel 5.45

Tabel 5. 45 Rekap beban pada breastwall

No	Beban	Pu (kN)	T (kN)	M (kNm)
1	Berat Sendiri	916.2219		719.7272
2	Beban Gempa		370.7644521	2412.577

Tulangan Utama :

$$\begin{aligned}
 \text{Momen ultimit (Mu)} &= 3132,30 \text{ kNm} \\
 &= 3132303956 \text{ Nmm} \\
 f_y &= 390 \text{ mpa} \\
 f'_c &= 49,8 \text{ mpa} \\
 D_{\text{longitudinal}} &= 16 \text{ mm} \\
 D_{\text{transversal}} &= 10 \text{ mm} \\
 \text{Tebal selimut} &= 75 \text{ mm} \\
 \text{Tebal } \textit{back wall} &= 650 \text{ mm} \\
 B_y &= 20500 \text{ mm} \\
 d &= 650 \text{ mm} - 75 \text{ mm} \\
 &= 575 \text{ mm} \\
 dx &= d - 0,5 D - \emptyset \\
 &= 575 \text{ mm} - (0,5 \times 16 \text{ mm}) - 10 \text{ mm} \\
 &= 557 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\beta_1 &= 0,85 - 0,05 x \left(\frac{f'c-28}{7} \right) \\
&= 0,85 - 0,05 x \left(\frac{49,8-28}{7} \right) \\
&= 0,694 \\
\rho_b &= \left(\frac{0,85 x \beta_1 x f'c}{f_y} \right) x \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\
&= 0,046 \\
\rho_{max} &= 0,75 x \rho_b \\
&= 0,034 \\
\rho_{min} &= 1,4/f_y \\
&= 0,0036 \\
M_n &= M_u/\Phi \\
&= 3132303956 \text{ Nmm} / 0,85 \\
&= 3685063477 \text{ Nmm} \\
R_n &= \left(\frac{M_u}{b x d^2} \right) \\
&= 0,54369 \text{ N/mm}^2 \\
\rho_{perlu} &= \frac{0,85 x f'c}{f_y} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f'c}} \right) \\
&= \frac{0,85 x 49,8}{390} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,54369}{0,85 x 49,8}} \right) \\
&= 0,001430316 \\
A_s \text{ perlu} &= \rho_{min} x b x d \\
&= 0,0036 x 20500 \text{ mm} x 557 \text{ mm} \\
&= 40989,48718 \text{ mm}^2 \\
A_s \text{ tulangan} &= \frac{1}{4} x \pi x D^2 \\
&= \frac{1}{4} x \pi x 16^2 \\
&= 201,06 \text{ mm}^2 \\
N &= A_s \text{ perlu} / A_s \text{ tulangan} \\
&= 407989,487/201,06 \\
&= 203,864 \\
&= 204 \text{ buah} \\
s &= b_y/n \\
&= 20500 \text{ mm} / 204 \text{ buah} \\
&= 100,49 \text{ mm} \\
&= 100 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= \left(\frac{by \times Astulangan}{s} \right) \\
 &= \left(\frac{20500 \times 283,528}{125} \right) \\
 &= 41217,695 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As pasang > Asperlu (OK!)

Digunakan Tulangan **D16 - 100**

Tulangan bagi :

$$\begin{aligned}
 D &= 10 \text{ mm} \\
 \text{As perlu} &= 50\% \times \text{As tulangan utama} \\
 &= 50\% \times 40989,48718 \\
 &= 20494,743 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \\
 &= 78,544 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{260,94}{78,544} \text{ buah} \\
 &= 261 \text{ buah} \\
 s &= \frac{20500 \text{ mm}}{261} \\
 &= 78,544 \text{ mm} \\
 &= 75 \text{ mm (dipakai)} \\
 \text{As pasang} &= \left(\frac{by \times Astulangan}{s} \right) \\
 &= \left(\frac{20500 \times 78,53}{75} \right) \\
 &= 38963,60 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

As pasang > Asperlu (OK!)

Digunakan Tulangan **D10 - 75**

Tulangan geser :

$$\begin{aligned}
 N_u &= 916,222 \text{ kN} \\
 &= 916221,875 \text{ N} \\
 V_u &= 370,764 \text{ kN} = 370764,4521 \text{ N} \\
 \lambda &= 1,0 \text{ (beton ringan)} \\
 A_g &= b \times d \\
 &= 20500 \times 650
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 13325000 \text{ mm}^2 \\
 B_w &= 650 \text{ mm} \\
 d &= 20500 \text{ mm} \\
 V_c &= 0,17 \times \left(1 + \frac{Nu}{14 \times A_g}\right) \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\
 &= 0,17 \times \left(1 + \frac{916221,875}{14 \times 13325000}\right) \times 1 \times \sqrt{49,8} \times 1000 \times 20500 \\
 &= 4383216848 \text{ N} \\
 &= 43832,16848 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$V_c > V_u$ (tidak perlu tulangan geser)

Kuat nominal geser akibat beton sudah melebihi beban geser yang ada. Akan tetapi, tulangan geser yang akan dipasang tetap perlu dihitung. Direncanakan tulangan sengkang 2 D16 – 300.

$$\begin{aligned}
 D &= 10 \text{ mm} \\
 s &= 300 \text{ mm} \\
 d &= 455,5 \text{ mm} \\
 A_v &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2\right) \\
 &= 2 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2\right) \\
 &= 157,1 \text{ mm}^2 \\
 V_s &= \left(\frac{A_v \times f_y \times d}{s}\right) \\
 &= \left(\frac{157 \times 390 \times 557}{300}\right) \\
 &= 113741,362 \text{ N} \\
 &= 113,74 \text{ kN} \\
 V_n &= \Phi (V_s + V_c) \\
 &= 0,75 \times (113,43 + 43832,16848) \\
 &= 32959,432 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$V_n > V_u$ (OK!)

5.5.2. Penulangan Pilecap

Beban yang bekerja pada pile cap yaitu beban akibat tiang pancang dan beban akibat berat sendiri pile cap. Perhitungan beban yang bekerja pada pile cap dapat dilihat pada Tabel 5.46, 5.47, 5.48

Tabel 5. 46 Perhitungan Beban Pile cap

No. Tiang	x (m)	y (m)	x2 (m2)	y2 (m2)	P						
					Kuat I	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ektrem I arah X	Ektrem I arah Y	Layan
1	-2.5	-9.55	6.25	91.2025	2350.979	2858.873	3027.726	2979.022	-4067.54	-8030.32	2204.784
2	0	-9.55	0	91.2025	2350.979	3027.726	3027.726	3027.726	-1157.21	1670.785	2241.426
3	2.5	-9.55	6.25	91.2025	2350.979	3196.579	3027.726	3076.429	1753.122	11371.89	2278.069
4	-2.5	-7.1625	6.25	51.30141	2758.385	3533.296	3702.148	3653.445	-4799.61	-7819.72	2663.455
5	0	-7.1625	0	51.30141	2758.385	3702.148	3702.148	3702.148	-1889.27	1881.384	2700.098
6	2.5	-7.1625	6.25	51.30141	2758.385	3871.001	3702.148	3750.852	1021.057	11582.49	2736.741
7	-2.5	-4.775	6.25	22.80063	3573.198	4882.14	5050.992	5002.289	-6263.74	-7398.52	3580.799
8	0	-4.775	0	22.80063	3573.198	5050.992	5050.992	5050.992	-3353.4	2302.583	3617.441
9	2.5	-4.775	6.25	22.80063	3573.198	5219.845	5050.992	5099.696	-443.074	12003.69	3654.084
10	-2.5	-2.3875	6.25	5.700156	6017.637	8928.673	9097.525	9048.822	-10656.1	-6134.93	6332.828
11	0	-2.3875	0	5.700156	6017.637	9097.525	9097.525	9097.525	-7745.8	3566.178	6369.471
12	2.5	-2.3875	6.25	5.700156	6017.637	9266.378	9097.525	9146.229	-4835.47	13267.28	6406.114
13	-2.5	0	6.25	0	1128.76	1004.46	1004.46	1004.46	1038.987	1038.987	865.4116
14	0	0	0	0	1128.76	1004.46	1004.46	1004.46	1038.987	1038.987	865.4116
15	2.5	0	6.25	0	1128.76	1004.46	1004.46	1004.46	1038.987	1038.987	865.4116
16	-2.5	2.3875	6.25	5.700156	-3760.12	-7257.46	-7088.61	-7137.31	6913.441	-11189.3	865.4116
17	0	2.3875	0	5.700156	-3760.12	1004.46	-7088.61	-7088.61	9823.772	-1488.2	-4638.65
18	2.5	2.3875	6.25	5.700156	-3760.12	-6919.75	-7088.61	-7039.92	12734.1	8212.9	-4602.01
19	-2.5	4.775	6.25	22.80063	-1315.68	-3210.93	-3042.07	-3090.78	2521.049	-9925.71	-1923.26
20	0	4.775	0	22.80063	-1315.68	1004.46	-3042.07	-3042.07	5431.38	-224.608	-1886.62
21	2.5	4.775	6.25	22.80063	-1315.68	-2873.22	-3042.07	-2993.37	8341.711	9476.495	-1849.98
22	-2.5	7.1625	6.25	51.30141	-500.866	-1862.08	-1693.23	-1741.93	1056.918	-9504.51	-1005.92
23	0	7.1625	0	51.30141	-500.866	1004.46	-1693.23	-1693.23	3967.249	196.5905	-969.275
24	2.5	7.1625	6.25	51.30141	-500.866	-1524.38	-1693.23	-1644.53	6877.58	9897.694	-932.632
25	-2.5	9.55	6.25	91.2025	-93.4597	-1187.66	-1018.81	-1067.51	324.8526	-9293.91	-547.246
26	0	9.55	0	91.2025	-93.4597	1004.46	-1018.81	-1018.81	3235.183	407.1897	-510.603
27	2.5	9.55	6.25	91.2025	-93.4597	-849.954	-1018.81	-970.103	6145.514	10108.29	-473.961

Tabel 5. 47 Rekap Total Gaya Aksial Tiang

	Kuat I	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ekstrem I arah X	Ekstrem I arah Y	Layan
sigma P baris 1	10158.84	7689.315	9040.13607	8650.508	-13931.8	-68257.93882	13036.26573
sigma P baris 2	10158.84	25900.69	9040.13607	9040.136	9350.886	9350.886067	7788.7045
sigma P baris 3	10158.84	10390.96	9040.13607	9429.764	32633.53	86959.71096	8081.845299

Tabel 5. 48 Rekap Total Momen Ultimate Tiang

	Jarak	Kuat I	Kuat III	Kuat IV	Kuat V	Ekstrem I arah X	Ekstrem I arah Y	Layan
sigma P baris 1	2.5	25397.09	19223.2882	22600.34	21626.27	-34829.4035	-170644.8471	32590.66
sigma P baris 2	0	0	0	0	0	0	0	0
sigma P baris 3	2.5	25397.09	25977.3922	22600.34	23574.41	81583.83383	217399.2774	20204.61

Penulangan tulangan lentur :

Mu

$$= 217399,2774 \text{ kNm}$$

$$= 2173992774 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 f'c &= 50 \text{ Mpa} \\
 f_y &= 410 \text{ Mpa} \\
 D_{\text{longitudinal vertikal}} &= 570 \text{ mm} \\
 D_{\text{transversal horisontal}} &= \text{mm} \\
 B_x &= 6400 \text{ mm} \\
 B_y &= 20500 \text{ mm} \\
 \text{Tebal Selimut} &= 50 \text{ mm} \\
 \text{Tebal pilecap} &= 1100 \text{ mm} \\
 dx &= 1100-50 \\
 &= 1050 \text{ mm} \\
 \beta_1 &= 0,85 - 0,05 \times \frac{f'c-28}{7} \\
 &= 0,85 - 0,05 \times \frac{f'c-28}{7} \\
 &= \\
 \rho_b &= \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{f_y} \times \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 50}{410} \times \left(\frac{600}{600+410} \right) \\
 &= 0,0523 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0523 \\
 &= 0,0393 \\
 \rho_{\min} &= 0,5/f_y \\
 &= 0,5/410 \\
 &= 0,003415 \\
 R_n &= \frac{M_n}{\phi \times b \times d_x^2} \\
 &= \frac{217399,2774 \times 10^6 / 0,8}{20500 \times 1050^2} \\
 &= 7,198 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 \times f'c}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f'c}} \right)
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,85 \times 50}{410} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 7,198}{0,85 \times 50}} \right)$$

$$= 0,0194$$

$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$ (dipakai ρ_{perlu})

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho \times b \times d_x$$

$$= 0,0194 \times 20500 \times 1050$$

$$= 538762,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ tulangan}} = 1/4 \times \pi \times D^2$$

$$= 2551,8 \text{ mm}^2$$

$$s = 20500 - (2 \times 75) / 212$$

$$= 95,540 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ pasang}} = 0,25 \times \pi \times dtul^2 \times n$$

$$= 0,25 \times \pi \times 57^2 \times 212$$

$$= 540973 \text{ mm}^2$$

$A_{s \text{ pasang}} > A_{s \text{ perlu}}$ (OK)

Jadi, penulangan lentur *pilecap* menggunakan tulangan D57-95

Perhitungan tulangan bagi :

$$A_{s \text{ tulangan perlu}} = 20 \% A_{s \text{ perlu tulangan utama}} / B_x$$

$$\times B_y$$

$$= 33693,78 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai 89 tulangan D 22, dengan $A_{s \text{ pasang}}$

$$A_{s \text{ pasang}} = 1/4 \times \pi \times dtul^2 \times n$$

$$= 33832 \text{ mm}^2$$

$$s = 20500 - (2 \times 75) / 89$$

$$= 69 \text{ mm}$$

BAB VI

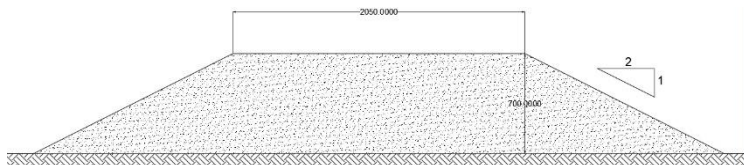
PERENCANAAN OPRIT TIMBUNAN

Perencanaan timbunan oprit direncanakan pada kedua sisi jembatan sebelum abutment. Timbunan oprit direncanakan dengan tinggi timbunan akhir adalah 7 m. Timbunan oprit jembatan Kali Deket direncanakan dengan variasi timbunan tegak dan timbunan miring (kemiringan 1:2) untuk mendapatkan perencanaan yang tepat dilihat dari biaya yang paling ekonomis. Jenis lapisan tanah dasar dibawah timbunan oprit adalah tanah lempung lunak yang mudah memampat (*compressible*) sampai kedalaman 26 m.

6.1. Perencanaan Timbunan Oprit Miring

6.1.1. Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinitial)

Tinggi timbunan awal direncanakan untuk mendapatkan tinggi akhir (H_{final}) yang telah direncanakan yaitu 7 m dengan menghilangkan *settlement* pada lapisan *compressible*. Perencanaan Hinitial selain memperhitungkan berat dari timbunan itu sendiri juga memperhitungkan beban perkerasan (*pavement*) dan beban lalu lintas (*traffic*). Lapisan tanah akan dibagi tiap 1 meter agar lebih teliti.



Gambar 6. 1 Potongan melintang rencana timbunan

Contoh perhitungan tinggi timbunan awal dengan asumsi beban timbunan 9 t/m^2 adalah sebagai berikut :

- Mencari H_{timbunan}

$$q_{\text{timbunan}} = 9 \text{ t/m}^2 \text{ (asumsi)}$$

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1,85 \text{ t/m}^3$$

$$H_{\text{timbunan}} = \frac{9 \text{ t/m}^2}{1,85 \text{ t/m}^3}$$

$$= 4,864 \text{ m}$$

- Mencari q_{pavement}

$$\gamma_{\text{pavement}} = 2,2 \text{ t/m}^3$$

$$H_{\text{pavement}} = 0,4 \text{ m}$$

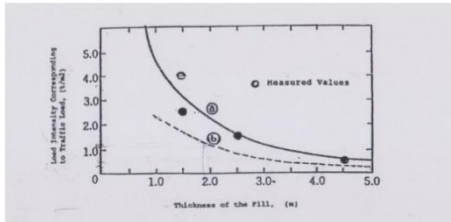
$$q_{\text{pavement}} = 2,2 \text{ t/m}^3 \times 0,45 \text{ m}$$

$$= 0,8 \text{ t/m}^2$$

- Mencari $H_{\text{bongkar Akibat Traffic}}$

Beban bongkar *traffic* didapatkan dari grafik hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban *traffic* yang dapat dilihat pada **Gambar 6.2**.

$$H_{\text{timbunan}} = 4,864 \text{ m}$$



Gambar 6. 2 Hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban *traffic* (Sumber : *Japan Road Association*, 1986)

$$\begin{aligned}
 q_{\text{bongkartraffic}} &= 0.4 \text{ t/m}^2 \\
 H_{\text{bongkartraffic}} &= \frac{q_{\text{bongkartraffic}}}{\gamma_{\text{pavement}}} = 0.2162 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Mencari nilai tegangan *overburden* (σ'_{0})

Contoh perhitungan tegangan *overburden* pada lapisan ke – 1 (0-1 m) dan lapis ke - 2 (2-4 m) adalah sebagai berikut :

- Kedalaman 0-2 m

$$\begin{aligned}
 H &= 1 \text{ m} \\
 z_1 &= 0,5 \text{ m} \\
 \gamma'_1 &= 0,80 \text{ t/m}^3 \\
 \sigma'_{0} &= \gamma' \times z \\
 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 0,4047 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- Kedalaman 1-2 m

$$\begin{aligned}
 H &= 1 \text{ m} \\
 z_2 &= 1,5 \text{ m} \\
 \gamma'_2 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \\
 \sigma'_{0} &= \gamma'_1 \times H + \gamma'_2 \times z_2 \\
 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \times 1 \text{ m} + 0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 1,214 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* untuk seluruh lapisan dapat dilihat pada **Tabel 6.1** sebagai berikut :

Tabel 6. 1 Tegangan Overburden (σ'_0) Tiap Lapisan

DEPTH (m)		σ'_0 (t/m ²)
0	1	0.404672
1	2	1.214017
2	3	1.876855
3	4	2.393185
4	5	2.918114
5	6	3.451641
6	7	3.978611
7	8	4.499025
8	9	5.021411
9	10	5.54577
10	11	6.066276
11	12	6.58293
12	13	7.106489
13	14	7.636954
14	15	8.168231
15	16	8.700319
16	17	9.327551
17	18	10.04993
18	19	10.72505
19	20	11.35291
20	21	12.04733
21	22	12.80833
22	23	13.5545
23	24	14.28586
24	25	15.01151
25	26	15.73146

- Mencari nilai tegangan pra konsolidasi (σ'_c)

Perhitungan tegangan pra konsolidasi untuk kedalaman 0 – 1 meter sebagai berikut :

$$H_{\text{fluktuasi}} = 0 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{air}} = 1,0 \text{ t/m}^3$$

$$q_{\text{fluktuasi}} = 0 \text{ m} \times 1,0 \text{ t/m}^3$$

$$= 0 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma'_c = q_{\text{fluktuasi}} + \sigma'_0$$

$$= 0 \text{ t/m}^2 + 0,4046 \text{ t/m}^2$$

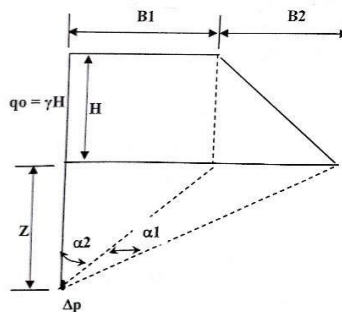
$$= 0,4046 \text{ t/m}^2$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* untuk seluruh lapisan dapat dilihat pada **Tabel 6.2** sebagai berikut :

Tabel 6. 2 Tegangan Pra Konsolidasi ($\sigma'c$) Tiap Lapisan Tanah

DEPTH (m)		$\sigma'c$ (t/m ²)
0	1	0,404672
1	2	1,214017
2	3	1,876855
3	4	2,393185
4	5	2,918114
5	6	3,451641
6	7	3,978611
7	8	4,499025
8	9	5,021411
9	10	5,54577
10	11	6,066276
11	12	6,58293
12	13	7,106489
13	14	7,636954
14	15	8,168231
15	16	8,700319
16	17	9,227551
17	18	10,04993
18	19	10,72505
19	20	11,35291
20	21	12,04733
21	22	12,80833
22	23	13,5545
23	24	14,28586
24	25	15,01151
25	26	15,73146

- Mencari nilai tegangan akibat timbunan ($\Delta\sigma'$)
Diagram tegangan tanah akibat timbunan menurut Braja M Das (1986) dapat dilihat pada **Gambar 6.3**



Gambar 6. 3 Diagram tegangan tanah akibat timbunan
(Sumber : *Principles of Foundation Engineering Second Edition*)

Contoh perhitungan tegangan tanah akibat beban timbunan pada kedalaman 0-1 m adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{timbunan}} &= 4,865 \text{ m} \\
 z &= 0,5 \text{ m} \\
 q_0 &= 9 \text{ t/m}^2 \\
 B_1 &= 20,5/2 \\
 &= 10,25 \text{ m} \\
 B_2 &= 2 \times H_{\text{timbunan}} \\
 &= 2 \times 4,864 \text{ m} \\
 &= 9,728 \text{ m} \\
 \alpha_1 &= \tan^{-1} \{ (12+9,728)/0,5 \} - \tan^{-1} (12/0,5) \text{ (radian)} \\
 &= 0,0237 \text{ rad} \\
 \alpha_2 &= \tan^{-1} (12/0,5) \text{ (radian)} \\
 &= 1,5221 \text{ rad} \\
 \Delta\sigma' &= \frac{9}{\pi} \left[\left(\frac{12 + 9,728}{9,728} \right) \times (0,0237 + 1,5221) \right. \\
 &\quad \left. - \frac{12}{9,728} (1,5221) \right] \\
 &= 4,499 \text{ t/m}^3
 \end{aligned}$$

Harga diatas adalah untuk 0,5 timbunan, sehingga harus dikali 2 untuk timbunan total yang mempunyai tipe sama.

$$\begin{aligned}
 2\Delta\sigma' &= 2 \times 4,499 \text{ t/m}^3 \\
 &= 8,998 \text{ t/m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 6.3**.

Tabel 6. 3 Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar

DEPTH (m)		α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
0	1	0.023722	1.522054	4.499914
1	2	0.070374	1.425486	4.497714
2	3	0.114752	1.331565	4.489709
3	4	0.155632	1.241747	4.472887
4	5	0.192158	1.157107	4.445285
5	6	0.22386	1.078311	4.406049
6	7	0.250619	1.005647	4.355301
7	8	0.272586	0.939106	4.293902
8	9	0.290099	0.878462	4.22319
9	10	0.3036	0.823355	4.144746
10	11	0.313581	0.773351	4.060211
11	12	0.320534	0.72799	3.971162
12	13	0.324924	0.686818	3.879036
13	14	0.327176	0.649401	3.785093
14	15	0.327667	0.61534	3.690404
15	16	0.326724	0.584271	3.595854
16	17	0.324628	0.555871	3.502161
17	18	0.321615	0.529849	3.409889
18	19	0.317884	0.50595	3.319476
19	20	0.313599	0.483949	3.231245
20	21	0.308899	0.463648	3.145431
21	22	0.303893	0.44487	3.062192
22	23	0.298675	0.427464	2.981627
23	24	0.293317	0.411294	2.903786
24	25	0.287881	0.396239	2.828679
25	26	0.282415	0.382196	2.756289

- Mencari nilai tegangan akibat pavement ($\Delta\sigma'_{\text{pavement}}$)

Perhitungan nilai tegangan akibat beban pavement untuk $q = 0,88$ t/m² adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar pavement} &= 15 \text{ m} \\
 z &= 1 + (\text{Hinitial}) \text{ m} \\
 &= 6,545 \text{ m} \\
 x &= 15 \text{ m} / 2 \\
 &= 7,5 \text{ m} \\
 y &= \sim \\
 m &= 7,5 \text{ m} / 1 + (\text{Hinitial})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,5 \text{ m} / 1 + (5,545) \\
 &= 1,145 \\
 n &= y/z \\
 &= \sim / 1 \\
 &= \sim
 \end{aligned}$$

Nilai faktor pengaruh beban I ditentukan dengan grafik yang ditampilkan pada Gambar 2.6. Dari grafik tersebut didapatkan nilai I sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= 0,215 \\
 q_0 &= 1,1 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma' &= 4 \times q_0 \times I \\
 &= 4 \times 1,1 \text{ t/m}^2 \times 0,215 \\
 &= 0,946 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah akibat pavement untuk seluruh lapisan tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 6.4**.

Tabel 6. 4 Tegangan Tanah Akibat Beban Pavement

DEPTH (m)		$m = x/z$	$n = y/z$	I_{pavement}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
0	1	1.235663	∞	0.215	0.946
1	2	1.060878	∞	0.205	0.902
2	3	0.929412	∞	0.197	0.8668
3	4	0.826937	∞	0.185	0.814
4	5	0.744815	∞	0.172	0.7568
5	6	0.67753	∞	0.165	0.726
6	7	0.621395	∞	0.158	0.6952
7	8	0.57385	∞	0.148	0.6512
8	9	0.533064	∞	0.142	0.6248
9	10	0.49769	∞	0.138	0.6072
10	11	0.466719	∞	0.128	0.5632
11	12	0.439377	∞	0.122	0.5368
12	13	0.415061	∞	0.118	0.5192
13	14	0.393296	∞	0.112	0.4928
14	15	0.373699	∞	0.105	0.462
15	16	0.355963	∞	0.102	0.4488
16	17	0.339834	∞	0.098	0.4312
17	18	0.325103	∞	0.093	0.4092
18	19	0.311596	∞	0.09	0.396
19	20	0.299167	∞	0.087	0.3828
20	21	0.287691	∞	0.085	0.374
21	22	0.277063	∞	0.082	0.3608
22	23	0.267193	∞	0.079	0.3476
23	24	0.258001	∞	0.076	0.3344
24	25	0.249421	∞	0.074	0.3256
25	26	0.241393	∞	0.072	0.3168

- Perhitungan *settlement* akibat timbunan dan *pavement*

Settlement konsolidasi dibedakan menjadi 2 yaitu *normal consolidated* (NC) *soil* dan *over consolidated* (OC) *soil*. Jika $(\sigma'_c/\sigma'_0) \leq 1$ maka tanah terkonsolidasi secara normal (NC) dan sebaliknya, jika $(\sigma'_c/\sigma'_0) > 1$ tanah terkonsolidasi lebih (OC).

Perhitungan settlement menggunakan Persamaan 2.3 sampai Persamaan 2.5. Contoh perhitungan settlement akibat beban timbunan $q = 9 \text{ t/m}^2$ adalah sebagai berikut :

- Kedalaman 0 - 1 m :

$$\begin{aligned}
 H_i &= 2 \text{ m} \\
 C_c &= 0,27 \\
 C_s &= 0,04 \\
 e_0 &= 0,939 \\
 \sigma'_0 &= 0,4046 \text{ t/m}^2 \\
 q_{\text{fluktuasi}} &= 0 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma'_c &= 0,4046 \text{ t/m}^2 + 0 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0,4046 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma'_{\text{Timbunan}} &= 8,998 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma'_{\text{Pavement}} &= 0,946 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma'_0 + \Delta\sigma' &= 9,4045 \text{ t/m}^2 \text{ (Timbunan)} \\
 \sigma'_0 + \Delta\sigma' &= 1,35 \text{ t/m}^2 \text{ (Pavement)} \\
 \text{OCR} &= \sigma'_0 / \sigma'_c \\
 &= 0,8093 / 0,8093 \\
 &= 1, \text{ Normal Consolidated (NC) Soil}
 \end{aligned}$$

- *Settlement* akibat timbunan :

Settlement akibat beban timbunan, $\sigma'_0 + \Delta\sigma' > \sigma'_c$, maka digunakan Persamaan 2.5 :

$$\begin{aligned}
 S_c &= \left[\frac{H}{1+e_0} C_c \times \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right] \\
 S_c &= \left[\frac{1}{1+0,939} C_s \times \log \frac{0,4046+9,4045}{0,4046} \right] \\
 S_c &= 0,1888 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Settlement akibat pavement :*

Settlement akibat beban pavement, $\sigma'_0 + \Delta\sigma' > \sigma'_C$, maka digunakan Persamaan 2.4 :

$$Sc = \left[\frac{H}{1+e_0} C_c \times \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right]$$

$$Sc = \left[\frac{2}{1+0,939} C_s \times \log \frac{0,4046+1,350}{0,4046} \right]$$

$$Sc = 0,072352 \text{ m}$$

Hasil perhitungan settlement akibat timbunan dan pavement tiap lapisan tanah dasar ditampilkan dalam Tabel 6.5.

Tabel 6. 5 Settlement Akibat Timbunan dan Pavement ($q = 9$)

DEPTH (m)		Sc _{Timbunan}	SC KUM	Sc _{pavement}	SC KUM
0	1	0.18884341	0.18884341	0.07235184	0.07235184
1	2	0.12782461	0.31666802	0.0333522	0.10570404
2	3	0.12487761	0.44154563	0.02701497	0.13271901
3	4	0.11068142	0.55222705	0.02083031	0.15354932
4	5	0.09733785	0.6495649	0.01605651	0.16960583
5	6	0.08827874	0.73784364	0.01329246	0.18289829
6	7	0.07736357	0.81520721	0.010742	0.19364029
7	8	0.07122196	0.88642916	0.00901691	0.2026572
8	9	0.06560915	0.95203831	0.00779881	0.21045601
9	10	0.06079416	1.01283247	0.00690941	0.21736542
10	11	0.05732891	1.07016138	0.005991	0.22335641
11	12	0.05340484	1.12356622	0.0052898	0.22864622
12	13	0.04916042	1.17272664	0.00469736	0.23334358
13	14	0.04588258	1.21860922	0.0041656	0.23750917
14	15	0.03853564	1.25714486	0.00329352	0.24080269
15	16	0.03606404	1.2932089	0.00301091	0.2438136
16	17	0.03085946	1.32406836	0.0024897	0.2463033
17	18	0.02853502	1.35260338	0.00219869	0.24850199
18	19	0.02829268	1.38089606	0.00212907	0.25063107
19	20	0.02645895	1.40735501	0.00194731	0.25257838
20	21	0.02792738	1.43528239	0.00203216	0.25461054
21	22	0.02597665	1.46125904	0.00184655	0.25645709
22	23	0.0200132	1.48127224	0.00138989	0.25784698
23	24	0.0187242	1.49999644	0.00127004	0.25911702
24	25	0.01746672	1.51746316	0.00117195	0.26028897
25	26	0.01640732	1.53387048	0.00108892	0.2613779

- Menghitung total *settlement* pada variasi beban q
Perhitungan total *settlement* dengan cara menjumlahkan hasil perhitungan *settlement* akibat timbunan pada setiap lapisan tanah untuk masing – masing variasi beban q. Hasil perhitungan total *settlement* dapat dilihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6. 6 Hasil Perhitungan Settlement untuk Variasi q

DEPTH (m)		Settlement (m)						
		Q = 3 t/m ²	Q = 6 t/m ²	Q = 9 t/m ²	Q = 12 t/m ²	Q = 15 t/m ²	Q = 18 t/m ²	Q = 21 t/m ²
0	1	0.12784975	0.16578124	0.18884341	0.20546364	0.21846593	0.22914723	0.23821198
1	2	0.20251758	0.27272629	0.31666802	0.34875093	0.37403821	0.39491272	0.41268863
2	3	0.27028769	0.3746209	0.44154563	0.49097855	0.53020637	0.56273383	0.5905208
3	4	0.32769406	0.46351082	0.53222705	0.61833494	0.67106959	0.71494805	0.75252387
4	5	0.37621067	0.54057986	0.6495649	0.7313839	0.79694372	0.85165597	0.89860886
5	6	0.41864561	0.60955903	0.73784364	0.83481049	0.91282941	0.97811915	1.03425987
6	7	0.45462108	0.66927108	0.81520721	0.92619556	1.01583142	1.09103129	1.15580942
7	8	0.48673137	0.72360576	0.88642916	1.01098994	1.11195113	1.19685794	1.27012432
8	9	0.51545062	0.77309591	0.95203831	1.08970657	1.2016839	1.29607743	1.3776692
9	10	0.54132096	0.81845256	1.01283247	1.16320245	1.28593289	1.38963124	1.47941161
10	11	0.56507009	0.86077172	1.07016138	1.23302688	1.36641388	1.47937858	1.57734364
11	12	0.58663605	0.89979157	1.12356622	1.29854814	1.44234556	1.56440764	1.67043596
12	13	0.60600845	0.93535296	1.17272664	1.35929886	1.51313095	1.64400726	1.75787603
13	14	0.62367227	0.96822317	1.21860922	1.41640358	1.58002761	1.7195508	1.84114002
14	15	0.63818412	0.99557442	1.25714486	1.46469845	1.63690525	1.78404885	1.91246833
15	16	0.65148578	1.0209446	1.2932089	1.51020204	1.69077641	1.84539063	1.98053279
16	17	0.66263152	1.0424563	1.32406836	1.54941468	1.73745794	1.89878189	2.03998928
17	18	0.67227529	1.06216605	1.35260338	1.58593722	1.78118857	1.94903175	2.09616183
18	19	0.68255053	1.08154681	1.38089606	1.62239168	1.8250727	1.99967888	2.15298278
19	20	0.69158657	1.09953523	1.40735501	1.65669366	1.86657301	2.047772	2.20712232
20	21	0.70097157	1.11838223	1.43528239	1.69312186	1.91086923	2.09932083	2.2635551
21	22	0.70956699	1.13578748	1.46125904	1.72721116	1.95253177	2.14801073	2.32055568
22	23	0.71609631	1.14910864	1.48127224	1.75362371	1.98496721	2.18607098	2.36853271
23	24	0.7221267	1.16149597	1.49999644	1.7784665	2.01561375	2.22217153	2.40505731
24	25	0.72768557	1.17298603	1.51746316	1.80175694	2.04446979	2.25628954	2.44412308
25	26	0.73285029	1.18372243	1.53387048	1.82373792	2.07181581	2.2887378	2.48139185

- Perhitungan H_{initial} dan H_{final}
Perhitungan H_{initial} dan H_{final} untuk beban $q = 9 \text{ t/m}^2$ adalah sebagai berikut :

$$H_{\text{initial}} = \frac{(q + (Sc \times (Y_{\text{timb}} + Y_w - Y_{\text{sat timb}})))}{Y_{\text{timb}}}$$

$$= \frac{(9 + (1,53 \times (1,85 + 1 - 2)))}{1,85}$$

$$= 5,569 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = H_{\text{initial}} + H_{\text{pavement}} - H_{\text{bongkar traffic}} - SC_{\text{timb}} - SC_{\text{pavement}}$$

$$= 5,569 + 0,5 - 0,2162 - 1,53 - 0,2578$$

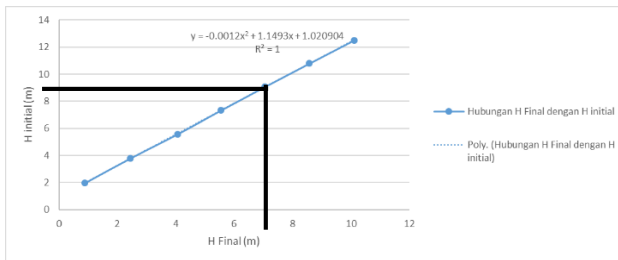
$$= 4,0617 \text{ m}$$

Hasil perhitungan H_{initial} dan H_{final} untuk masing – masing variasi beban q dapat dilihat pada Tabel 6.7 berikut :

Tabel 6. 7 Hasil Perhitungan H_{initial} dan H_{final}

q (t/m ²)	h _{timbunan} (m)	h _{initial} (m)	q bongkar traffic (t/m ²)	h _{bongkar} (m)	tebal pavement (m)	Sc _{timbunan} (m)	Sc _{pavement} (m)	Sc _{total} (m)	h _{final} (m)
3	1.621622	1.958337	1	0.54054054	0,5	0.7328503	0.298749	1.0316	0.886196
6	3.243243	3.787116	0.7	0.37837838	0,5	1.1837224	0.279146	1.462869	2.445869
9	4.864865	5.569616	0.4	0.21621622	0,5	1.5338705	0.257847	1.791717	4.061682
12	6.486486	7.32442	0.4	0.21621622	0,5	1.8237379	0.238133	2.061871	5.546333
15	8.108108	9.060023	0.4	0.21621622	0,5	2.0718158	0.221804	2.293619	7.050188
18	9.72973	10.78131	0.4	0.21621622	0,5	2.2887378	0.202923	2.491661	8.573435
21	11.35135	12.49145	0.4	0.21621622	0,5	2.4813919	0.187882	2.669274	10.10596

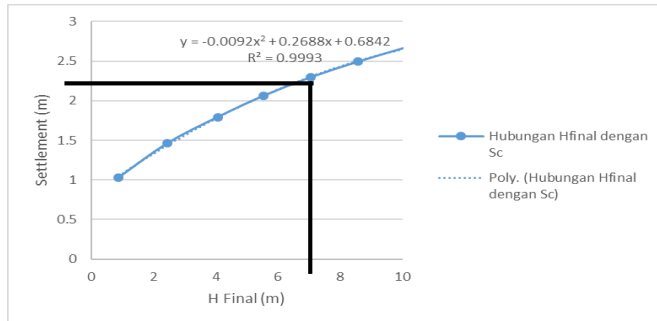
Hubungan antara H_{initial} dan H_{final} ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.4. Sedangkan hubungan antara H_{final} dengan *Settlement* ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6. 4 Hubungan antara H_{initial} dan H_{final}

Dari grafik hubungan antara H_{initial} dan H_{final} diatas didapatkan persamaan regresi $y = -(0.0012 \times H \text{ Final}^2) + (1.1493 \times H \text{ Final}) + (1.02094)$, maka didapatkan nilai H_{initial} adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{final}} &= 7 \text{ m} \\
 H_{\text{initial}} &= -(0.0012 \cdot (7^2)) + (1.1493 \cdot 7) + (1.02094) \\
 &= 9,00724 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 6. 5 Hubungan antara Hfinal dan Settlement

Dari grafik hubungan antara Hfinal dan settlement diatas didapatkan persamaan regresi $y = -(0.0092 \cdot (x^2)) + (0.2688 \cdot x) + (0.6842)$, maka didapatkan nilai Settlement (Sc) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{final}} &= 7 \text{ m} \\
 Sc &= -(0.0092 \cdot (7^2)) + (0.2688 \cdot 7) + (0.6842) \\
 &= 2,115 \text{ m}
 \end{aligned}$$

6.1.2 Perhitungan Waktu Konsolidasi tanpa Perbaikan Tanah

Pada perhitungan sebelumnya diketahui bahwa tanah mempunyai *settlement* sebesar 2,115 m. Oleh karena itu, tanah membutuhkan waktu untuk menghilangkan *settlement* tersebut. Lapisan tanah di bawah lapisan *compressible* merupakan lapisan tanah lanau sehingga arah alirannya adalah *single drainage*. Perhitungan waktu konsolidasi tanah adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
H_{\text{final}} &= 7 \text{ m} \\
H_{\text{initial}} &= 9,00724\text{m} \\
Sc &= 2,115 \text{ m} \\
H_{\text{dr}} &= 26 \text{ m} \\
C_{\text{v rata-rata}} &= \frac{[H_1+H_2+\dots+H_n]}{\frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}}+\frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}}+\dots+\frac{H_n}{\sqrt{Cv_n}}} \\
&= \frac{26}{\frac{14}{\sqrt{0,0002}}+\frac{4}{\sqrt{0,0006}}+\frac{8}{\sqrt{0,0007}}} \\
&= 0,00036125 \text{ (cm}^2/\text{dtk)} \\
&= 1,255 \text{ m}^2/\text{dtk}
\end{aligned}$$

Harga faktor waktu (T_v) dihitung berdasarkan Persamaan [2.10] dan Persamaan [2.11]. Contoh perhitungan T_v adalah sebagai berikut

- Untuk $U = 0$ sampai dengan 60%

$$\begin{aligned}
T_v &= \frac{\pi}{4} x \left(\frac{U\%}{100} \right)^2 \\
&= \frac{\pi}{4} x \left(\frac{10\%}{100} \right)^2 \\
&= 0,0707
\end{aligned}$$

- Untuk $U > 60\%$

$$\begin{aligned}
T_v &= 1,781 - 0,933 \log (100 - U\%) \\
&= 1,781 - 0,933 \log (100 - 70\%) \\
&= 0,4028
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan variasi faktor waktu dapat dilihat pada Tabel 6.8 sebagai berikut :

Tabel 6. 8 Variasi Faktor Waktu

Lama Pemampatan		
U (%)	Tv	t (tahun)
0	0	0
10	0.007853982	4.22832893
20	0.031415927	16.9133157
30	0.070685835	38.0549604
40	0.125663706	67.6532629
50	0.196349541	105.708223
60	0.282743339	152.219842
70	0.402845869	216.879148
80	0.567139014	305.329248
90	0.848	456.535691
95	1.128860986	607.742135

Dari tabel diatas didapatkan Tv (U95%) adalah 1,128861. Lama waktu konsolidasi tanah adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{T(Hdr)^2}{Cv} \\
 &= \frac{1,128861 \times (26)^2}{1,255} \\
 &= 607,74 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan *consolidation settlement* adalah 608 tahun. Oleh karena itu, untuk mempercepat waktu konsolidasi diperlukan pemasangan PVD.

6.1.3 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Pemampatan yang terjadi pada tanah dasar membutuhkan waktu 608 tahun untuk menghilangkan seluruh *settlement*. Waktu pemampatan yang lama sehingga diperlukan bantuan vertical drain untuk mempercepat waktu pemampatan. Jenis vertical drain yang digunakan adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Pola pemasangan PVD menggunakan pola segitiga dan pola segiempat. Alternatif

pemasangan jarak PVD yang digunakan adalah 0,8 m, 0,9 m, 1,0 m, 1,1 m, dan 1,2 m.

1. Perencanaan PVD Pola Segitiga

Perhitungan perencanaan PVD pola segitiga dengan kedalaman PVD sedalam tanah lunak yaitu 26 m sebagai berikut:

- Perhitungan faktor hambatan oleh PVD ($F(n)$)

Contoh perhitungan fungsi hambatan $F(n)$ untuk jarak PVD $s = 1,0$ m sebagai berikut :

$$a = 10 \text{ cm}$$

$$b = 0,5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} dw &= 2(a+b) / \pi \\ &= 2 \times (0,1 \text{ m} + 0,005 \text{ m}) / \pi \\ &= 0,095 \text{ m} \end{aligned}$$

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah pengaruh

PVD

$$= 1,05 \times s$$

$$= 1,05 \times 1,0 \text{ m}$$

$$= 1,050 \text{ m}$$

$$n = D/Dw$$

$$= 1,05 \text{ m} / 0,095 \text{ m}$$

$$= 10,996$$

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2} \right) \right]$$

$$= \left(\frac{10,996^2}{10,996^2-1^2} \right) \left[\ln(10,996) - \left(\frac{3 \times 10,996^2-1}{4 \times 10,996^2} \right) \right]$$

$$= 1,659$$

Hasil rekap perhitungan $F(n)$ setiap alternatif jarak pemasangan PVD dapat dilihat pada Tabel 6.9.

Tabel 6. 9 Perhitungan Faktor Hambatan oleh PVD

FUNGSI HAMBATAN YANG DIAKIBATKAN JARAK ANTAR PVD (Fn)						
Jarak PVD S (m)	D (m)	a (m)	b(m)	Dw	n = D/dw	F(n)
0.800	0.840	0.100	0.050	0.095	8.796	1.440
0.900	0.945	0.100	0.050	0.095	9.896	1.555
1.000	1.050	0.100	0.050	0.095	10.996	1.659
1.100	1.155	0.100	0.050	0.095	12.095	1.753
1.200	1.260	0.100	0.050	0.095	13.195	1.839

- Perhitungan derajat konsolidasi total (U)

Contoh perhitungan derajat konsolidasi untuk jarak pemasangan PVD (s) = 1,0 m sebagai berikut :

$$s = 1,0 \text{ m}$$

$$D = 1,05 \text{ m}$$

$$t = 1 \text{ minggu}$$

$$H_{dr} = 26 \text{ m (single drainage)}$$

$$C_v = 0,0241 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$C_h = \text{koefisien konsolidasi, } C_h = (2-5) \times C_v$$

$$= 3 \times C_v$$

$$= 3 \times 0,0241 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$= 0,0724 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$T_v = \text{faktor waktu}$$

$$= t \times C_v / (H_{dr}^2)$$

$$= 1 \times 0,0241 / (26^2)$$

$$= 0,00003993$$

$$U_v = \text{derajat konsolidasi vertikal}$$

$$= \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right)$$

$$= \left(2 \sqrt{\frac{0,00003993}{\pi}} \right)$$

$$= 0,007 \%$$

$$U_h = \text{derajat konsolidasi vertikal}$$

$$\begin{aligned}
&= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right) \right] \\
&= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0,07244}{1,05^2 \times 2 \times 1,659} \right)}} \right) \right] \\
&= 0,147\%
\end{aligned}$$

$$U_{\text{total}} = (1 - (1 - U_h) \times (1 - U_v)) \times 100\%$$

$$= (1 - (1 - 0,147) \times (1 - 0,007)) \times 100\%$$

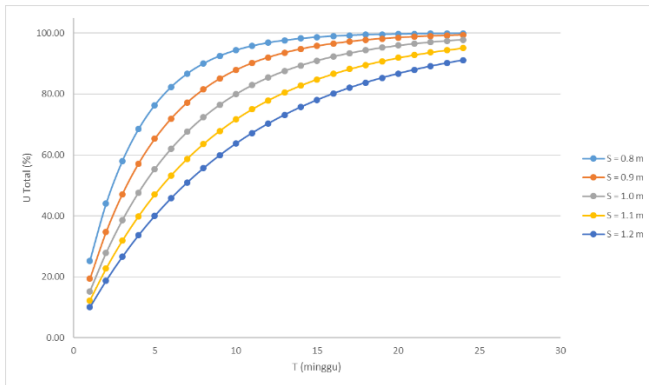
$$= 15,226 \%$$

Hasil perhitungan derajat konsolidasi total untuk minggu selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6. 10 Perhitungan Derajat Konsolidasi Total Pola
Segitiga S = 1,0 m

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)	t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
1	0.0000	0.007	0.147	15.226	27	0.0010	0.035	0.986	98.660
2	0.0001	0.010	0.272	27.849	28	0.0010	0.036	0.988	98.857
3	0.0001	0.012	0.378	38.552	29	0.0010	0.036	0.990	99.025
4	0.0001	0.013	0.469	47.650	30	0.0011	0.037	0.991	99.169
5	0.0002	0.015	0.547	55.391	31	0.0011	0.038	0.993	99.291
6	0.0002	0.017	0.613	61.982	32	0.0011	0.038	0.994	99.395
7	0.0003	0.018	0.670	67.595	33	0.0012	0.039	0.995	99.484
8	0.0003	0.019	0.718	72.377	34	0.0012	0.039	0.995	99.560
9	0.0003	0.020	0.760	76.452	35	0.0013	0.040	0.996	99.625
10	0.0004	0.021	0.795	79.924	36	0.0013	0.040	0.997	99.680
11	0.0004	0.022	0.825	82.884	37	0.0013	0.041	0.997	99.727
12	0.0004	0.023	0.851	85.406	38	0.0014	0.042	0.998	99.767
13	0.0005	0.024	0.872	87.556	39	0.0014	0.042	0.998	99.801
14	0.0005	0.025	0.891	89.389	40	0.0014	0.043	0.998	99.830
15	0.0005	0.026	0.907	90.952	41	0.0015	0.043	0.998	99.855
16	0.0006	0.027	0.921	92.284	42	0.0015	0.044	0.999	99.877
17	0.0006	0.028	0.932	93.420	43	0.0015	0.044	0.999	99.895
18	0.0006	0.029	0.942	94.389	44	0.0016	0.045	0.999	99.910
19	0.0007	0.029	0.951	95.215	45	0.0016	0.045	0.999	99.923
20	0.0007	0.030	0.958	95.919	46	0.0016	0.046	0.999	99.935
21	0.0008	0.031	0.964	96.520	47	0.0017	0.046	0.999	99.944
22	0.0008	0.032	0.969	97.032	48	0.0017	0.047	1.000	99.952
23	0.0008	0.032	0.974	97.468	49	0.0018	0.047	1.000	99.959
24	0.0009	0.033	0.978	97.841	50	0.0018	0.048	1.000	99.965
25	0.0009	0.034	0.981	98.158	51	0.0018	0.048	1.000	99.970
26	0.0009	0.034	0.984	98.429	52	0.0019	0.049	1.000	99.975
27	0.0010	0.035	0.986	98.660					

Perhitungan diatas digunakan untuk menghitung derajat konsolidasi total dengan alternatif jarak PVD yang lain. Hasil perhitungan derajat konsolidasi untuk seluruh alternatif jarak PVD dapat dilihat pada Lampiran 7. Hubungan antara waktu dan derajat konsolidasi ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6. 6 Hubungan antara waktu konsolidasi dengan derajat konsolidasi pola pemasangan segitiga

2. Perencanaan PVD Pola Segiempat

Perhitungan perencanaan PVD pola segiempat dengan kedalaman PVD sedalam tanah lunak yaitu 26 m sebagai berikut:

- Perhitungan faktor hambatan oleh PVD ($F(n)$)

Contoh perhitungan fungsi hambatan $F(n)$ untuk jarak PVD $s = 1,0$ m sebagai berikut :

$$a = 10 \text{ cm}$$

$$b = 0,5 \text{ cm}$$

$$dw = 2(a+b) / \pi$$

$$= 2 \times (0,1 \text{ m} + 0,005 \text{ m}) / \pi$$

$$= 0,095 \text{ m}$$

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah pengaruh

PVD

$$= 1,13 \times s$$

$$= 1,13 \times 1,0 \text{ m}$$

$$= 1,130 \text{ m}$$

$$n = D/dw$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,130 \text{ m} / 0,095 \text{ m} \\
 &= 11,833 \\
 F(n) &= \left(\frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2} \right) \right] \\
 &= \left(\frac{11,833^2}{11,833^2-1^2} \right) \left[\ln(11,833) - \left(\frac{3 \times 11,833^2-1}{4 \times 11,833^2} \right) \right] \\
 &= 1,732
 \end{aligned}$$

Hasil rekap perhitungan $F(n)$ setiap alternatif jarak pemasangan PVD dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6. 11 Perhitungan Faktor Hambatan oleh PVD

FUNGSI HAMBATAN YANG DIAKIBATKAN JARAK ANTAR PVD (Fn)						
Jarak PVD S (m)	D (m)	a (m)	b(m)	Dw	n = D/dw	F(n)
0.800	0.840	0.100	0.050	0.095	8.796	1.440
0.900	0.945	0.100	0.050	0.095	9.896	1.555
1.000	1.050	0.100	0.050	0.095	10.996	1.659
1.100	1.155	0.100	0.050	0.095	12.095	1.753
1.200	1.260	0.100	0.050	0.095	13.195	1.839

- Perhitungan derajat konsolidasi total (U)

Contoh perhitungan derajat konsolidasi untuk jarak pemasangan PVD (s) = 1,0 m sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 s &= 1,0 \text{ m} \\
 D &= 1,13 \text{ m} \\
 t &= 1 \text{ minggu} \\
 H_{dr} &= 26 \text{ m (single drainage)} \\
 C_v &= 0,0241471 \text{ m}^2/\text{minggu} \\
 C_h &= \text{koefisien konsolidasi, } C_h = (2-5) \times C_v \\
 &= 3 \times C_v \\
 &= 3 \times 0,041471 \text{ cm}^2/\text{detik} \\
 &= 0,0724412 \text{ m}^2/\text{minggu} \\
 T_v &= \text{faktor waktu} \\
 &= t \times C_v / (H_{dr}^2) \\
 &= 1 \times 0,0241 / (26^2) \\
 &= 0,000036 \\
 U_v &= \text{derajat konsolidasi vertikal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(2 \sqrt{\frac{Tv}{\pi}} \right) \\
 &= \left(2 \sqrt{\frac{0,0000323}{\pi}} \right) \\
 &= 0,007 \%
 \end{aligned}$$

Uh = derajat konsolidasi vertikal

$$\begin{aligned}
 &= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right) \right] \\
 &= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0,0724}{1,05^2 \times 2 \times 1,732} \right)}} \right) \right] \\
 &= 0,123\%
 \end{aligned}$$

$$U_{\text{total}} = (1 - (1 - Uh) \times (1 - Uv)) \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= (1 - (1 - 0,134) \times (1 - 0,007)) \times 100\% \\
 &= 12,875 \%
 \end{aligned}$$

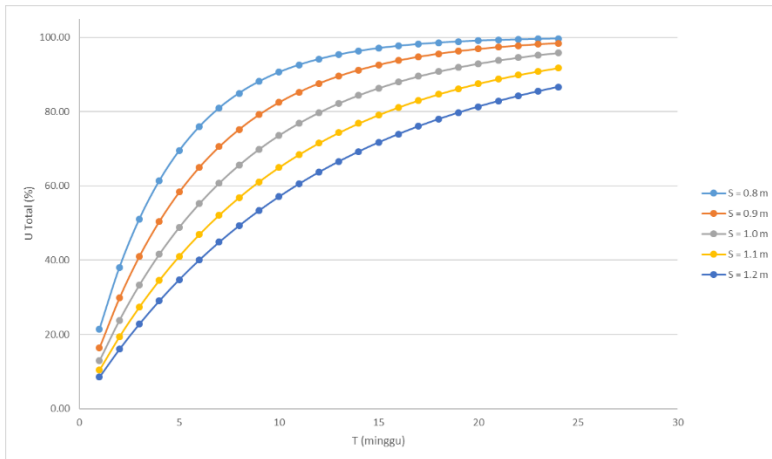
Hasil perhitungan derajat konsolidasi total untuk minggu selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6. 12 Perhitungan Derajat Konsolidasi Total Pola Segiempat S = 1,0 m

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
1	0.0000	0.007	0.098	10.372
2	0.0001	0.010	0.186	19.350
3	0.0001	0.012	0.265	27.382
4	0.0001	0.013	0.337	34.591
5	0.0002	0.015	0.402	41.073
6	0.0002	0.017	0.460	46.904
7	0.0003	0.018	0.513	52.152
8	0.0003	0.019	0.560	56.878
9	0.0003	0.020	0.603	61.134
10	0.0004	0.021	0.642	64.968
11	0.0004	0.022	0.677	68.422
12	0.0004	0.023	0.709	71.534
13	0.0005	0.024	0.737	74.338
14	0.0005	0.025	0.763	76.865
15	0.0005	0.026	0.786	79.143
16	0.0006	0.027	0.807	81.196
17	0.0006	0.028	0.826	83.046
18	0.0006	0.029	0.843	84.714
19	0.0007	0.029	0.858	86.218
20	0.0007	0.030	0.872	87.573
21	0.0008	0.031	0.884	88.795
22	0.0008	0.032	0.896	89.897
23	0.0008	0.032	0.906	90.890
24	0.0009	0.033	0.915	91.785
25	0.0009	0.034	0.923	92.592
26	0.0009	0.034	0.931	93.320

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
27	0.0010	0.035	0.938	93.976
28	0.0010	0.036	0.944	94.568
29	0.0010	0.036	0.949	95.102
30	0.0011	0.037	0.954	95.583
31	0.0011	0.038	0.959	96.017
32	0.0011	0.038	0.963	96.408
33	0.0012	0.039	0.966	96.760
34	0.0012	0.039	0.970	97.079
35	0.0013	0.040	0.973	97.365
36	0.0013	0.040	0.975	97.624
37	0.0013	0.041	0.978	97.857
38	0.0014	0.042	0.980	98.068
39	0.0014	0.042	0.982	98.257
40	0.0014	0.043	0.984	98.428
41	0.0015	0.043	0.985	98.582
42	0.0015	0.044	0.987	98.722
43	0.0015	0.044	0.988	98.847
44	0.0016	0.045	0.989	98.960
45	0.0016	0.045	0.990	99.062
46	0.0016	0.046	0.991	99.154
47	0.0017	0.046	0.992	99.237
48	0.0017	0.047	0.993	99.312
49	0.0018	0.047	0.993	99.379
50	0.0018	0.048	0.994	99.440
51	0.0018	0.048	0.995	99.495
52	0.0019	0.049	0.995	99.545

Perhitungan diatas digunakan untuk menghitung derajat konsolidasi total dengan alternatif jarak PVD yang lain. Hasil perhitungan derajat konsolidasi untuk seluruh alternatif jarak PVD dapat dilihat pada Lampiran 8. Hubungan antara waktu dan derajat konsolidasi ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6. 7 Hubungan antara waktu konsolidasi dengan derajat konsolidasi pola pemasangan segiempat

6.1.4 Penentuan Pola Pemasangan PVD

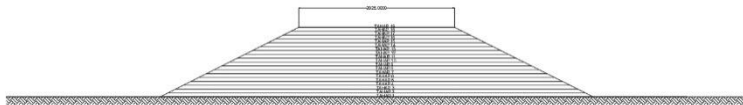
Perencanaan PVD pada Tugas Akhir ini dipakai PVD pola segiempat dengan jarak 1,0 m. Penentuan pola pemasangan PVD berdasarkan yang paling efektif digunakan jika waktu konsolidasi yang diijinkan adalah 6 bulan. Pola segiempat dengan jarak spasi 1 m dipilih dengan alasan :

1. Perencanaan PVD dengan pola segiempat lebih mudah dipasang saat dilapangan dibandingkan menggunakan pola segitiga.
2. Jarak spasi antar PVD yang digunakan adalah 1 m. Jarak spasi 1 m dipilih dikarenakan dapat mencapai derajat konsolidasi (U) 95% dalam waktu 24 minggu, sedangkan untuk jarak spasi 1,1 m dapat mencapai derajat konsolidasi (U) 95% lebih dari 24 minggu. Hal tersebut menyebabkan jarak spasi 1,1m tidak efektif digunakan mengingat waktu konsolidasi yang diijinkan adalah 24 minggu.

3. Jika dibandingkan dengan jarak spasi 0,9 m yang dapat mencapai U95% dalam waktu 18 minggu, tetap dipilih jarak spasi 1 m dikarenakan waktu yang tersedia masih cukup untuk mencapai U95%. Selain itu, jarak yang lebih rapat akan menyebabkan penggunaan PVD yang lebih banyak sehingga biaya yang dikeluarkan lebih besar.

6.1.5 Perencanaan Timbunan Bertahap

Penimbunan dilapangan dilakukan secara bertahap sesuai dengan kecepatan penimbunan. Tahap penimbunan yang direncanakan adalah 0,5 meter per minggu. Penimbunan dilakukan sampai tinggi timbunan awal (Hinisial) 9,01 meter maka didapatkan jumlah tahapan penimbunan 19 tahap. Untuk tahap timbunan ke 19, tinggi timbunan yang diletakkan adalah 0,01 meter. Ilustrasi perencanaan pentahapan timbunan dapat dilihat pada Gambar 6.8.



Gambar 6. 8 Ilustrasi pentahapan timbunan

Tinggi penimbunan dilapangan harus memperhatikan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang dapat dipikul oleh tanah dasar. Tinggi timbunan kritis ditentukan dengan membandingkan bantuan program XSTABL dan rumus *puncture*. Didapatkan nilai H_{cr} untuk $SF = 1$ (hasil perhitungan XSTABL, $SF = 1,008$) adalah 2,6 m dan dengan rumus *puncture* 1,99 m, lalu dipilih yang paling kritis yaitu 2 m. Analisa hasil XSTABL dapat dilihat pada Gambar 6.9.

Contoh perhitungan H kritis menggunakan rumus *puncture* :

$$SF = \frac{Cu \times Nc}{\gamma \times Ht}$$

$$Ht = \frac{Cu \times Nc}{\gamma \times SF}$$

$$Ht = \frac{0,87 \times 0,084 \times 5}{1,85 \times 1}$$

$$= 1,9938 \text{ m}$$

$$= 2,0 \text{ m}$$

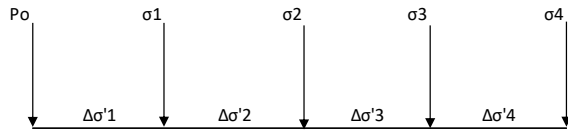
Tinggi timbunan yang dapat diterima tanah dasar adalah 2 meter maka tahap penimbunan 1 sampai 4 dapat dilakukan secara terus menerus. Tahap penimbunan selanjutnya tanah dasar harus cukup kuat menahan tanah timbunan. Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan daya dukung tanah dasar terlebih dahulu. Perhitungan peningkatan daya dukung adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tahap penimbunan hingga minggu ke-i pada minggu ke – 4 dapat dilihat pada **Tabel 6.13**.

Tabel 6. 13 Umur Timbunan ke-I pada Minggu ke-4

Tahap Penimbunan	1	2	3	4	5
Minggu Ke-	0				
	1	0			
	2	1	0		
	3	2	1	0	
	4	3	2	1	0
	5	4	3	2	1

2. Perhitungan tegangan tanah saat U = 100% Sketsa perubahan tegangan akibat beban bertahap dapat dilihat pada **Gambar 6.9**.



Gambar 6. 9 Perubahan tegangan akibat beban bertahap

$$\sigma_1 = \sigma'_o + \Delta\sigma'1$$

$$\sigma_2 = \sigma'_o + \Delta\sigma'2 \text{ dan seterusnya}$$

$$\Delta\sigma_1 = \Delta\sigma_2 = \Delta\sigma_3 = \Delta\sigma_4$$

$$\Delta\sigma_1 = I \times q$$

Perubahan tegangan di tiap lapisan tanah dasar saat derajat konsolidasi 100% dapat dilihat pada **Tabel 6.14**.

Tabel 6. 14 Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah pada Derajat Konsolidasi 100%

U		100%	100%	100%	100%	100%
H _{timbunan} (m)		0	0.50	1.00	1.50	2.00
No	z (m)	σ'_0 (t/m ²)	$\Delta\sigma'1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma'2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma'3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma'4$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	1.3296701	2.2546675	3.1796647	4.1046614
2	1.5	1.2140172	2.1389555	3.0638866	3.9888094	4.9137224
3	2.5	1.8768548	2.8015708	3.7262539	4.650899	5.5754997
4	3.5	2.3931852	3.317413	4.2415522	5.1655887	6.0895056
5	4.5	2.918114	3.8414927	4.764687	5.687668	6.6104009
6	5.5	3.4516411	4.3737254	5.2954817	6.2168593	7.1377974
7	6.5	3.9786114	4.8988842	5.8186318	6.7377747	7.6562176
8	7.5	4.499025	5.416911	6.3340184	7.2502313	8.165412
9	8.5	5.0214111	5.9362918	6.8500833	7.7626269	8.6737349
10	9.5	5.5457697	6.4569982	7.366771	8.2748814	9.1810856
11	10.5	6.0662759	6.9731909	7.8782316	8.7811387	9.681608
12	11.5	6.5829297	7.4848688	8.384468	9.2814124	10.175335
13	12.5	7.1064892	8.0028013	8.8962668	9.786514	10.673112
14	13.5	7.6369544	8.5270096	9.413678	10.296531	11.175073
15	14.5	8.168231	9.0514298	9.9306751	10.805482	11.675296
16	15.5	8.700319	9.5760989	10.44734	11.313505	12.17398
17	16.5	9.3275514	10.195393	11.058099	11.915082	12.765677
18	17.5	10.049928	10.909357	11.76305	12.610375	13.450617
19	18.5	10.725047	11.575638	12.419896	13.257145	14.086632
20	19.5	11.352909	12.194286	13.02874	13.85556	14.673955
21	20.5	12.047335	12.879172	13.703509	14.519606	15.326639
22	21.5	12.808326	13.630345	14.444305	15.249439	16.044902
23	22.5	13.554502	14.366471	15.169843	15.963831	16.747572
24	23.5	14.285863	15.087595	15.880216	16.662924	17.434841
25	24.5	15.011514	15.802865	16.584616	17.355954	18.115995
26	25.5	15.731456	16.512319	17.283121	18.043043	18.791198

3. Perhitungan penambahan tegangan efektif saat $U < 100\%$

Perhitungan derajat konsolidasi total (U_{total}) dengan PVD pola pemasangan segiempat jarak spasi 1 m dapat dilihat pada Tabel 6.16.

Perhitungan perubahan tegangan efektif tanah akibat beban bertahap menggunakan **Persamaan 2.32**. Hasil perhitungan perubahan tegangan efektif tiap lapisan tanah pada $U < 100\%$ ditampilkan pada **Tabel 6.15**.

Tabel 6. 15 Perumusan Perubahan Tegangan pada Derajat Konsolidasi $U < 100\%$

U		1	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%
Tinggi Timbunan (m)		0	0.5	1	1.5	2
Umur timbunan (minggu)		-	4	3	2	1
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)
1	0.5	0.404672	0.259092	0.255616	0.19216	0.106271
2	1.5	1.214017	0.322529	0.27189	0.198467	0.108547
3	2.5	1.876855	0.340313	0.279115	0.201782	0.109853
4	3.5	2.393185	0.348209	0.282867	0.203628	0.110603
5	4.5	2.918114	0.353552	0.285603	0.205014	0.111167
6	5.5	3.451641	0.357252	0.287567	0.206006	0.111558
7	6.5	3.978611	0.359708	0.288856	0.20662	0.111771
8	7.5	4.499025	0.361241	0.289589	0.206897	0.111818
9	8.5	5.021411	0.362067	0.289861	0.20688	0.111712
10	9.5	5.54577	0.362291	0.289715	0.206585	0.111146
11	10.5	6.066276	0.361973	0.289177	0.206022	0.111065
12	11.5	6.58293	0.361173	0.288279	0.205209	0.110535
13	12.5	7.106489	0.359959	0.287063	0.204173	0.109883
14	13.5	7.636954	0.358364	0.285552	0.202929	0.109118
15	14.5	8.168231	0.35641	0.283762	0.201487	0.108247
16	15.5	8.700319	0.354131	0.281718	0.199866	0.10728
17	16.5	9.327551	0.351649	0.279513	0.198131	0.106252
18	17.5	10.04993	0.348957	0.277146	0.196283	0.105165
19	18.5	10.72505	0.345958	0.274542	0.194273	0.103994
20	19.5	11.35291	0.342702	0.271741	0.192128	0.102753
21	20.5	12.04733	0.339292	0.268823	0.189906	0.101473
22	21.5	12.80833	0.335741	0.265802	0.187616	0.100161
23	22.5	13.5545	0.332032	0.262662	0.185248	0.098812
24	23.5	14.28586	0.328193	0.259428	0.182821	0.097434
25	24.5	15.01151	0.324253	0.256122	0.180349	0.096038
26	25.5	15.73146	0.320232	0.252762	0.177846	0.094628

4. Perhitungan kenaikan daya dukung

Perhitungan harga Cu baru menggunakan **Persamaan**

2.35. Hasil perhitungan Cu baru dapat dilihat pada **Tabel 6.16.**

Tabel 6. 16 Perubahan harga Cu pada Minggu Keempat

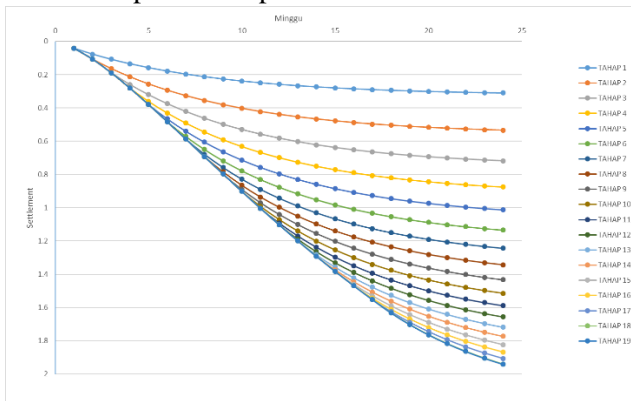
U		1	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%									
Tinggi Timbunan (m)		0	0.5	1	1.5	2									
Umur timbunan (minggu)		-	4	3	2	1									
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)			
1	0.5	0.04672	0.259092	0.255616	0.19216	0.106271	1.217812	0.121781	33	0.079248	0.090396	0.084822			
2	1.5	1.214017	0.322529	0.27189	0.198467	0.108547	2.11545	0.211545	33	0.090344	0.102703	0.096523			
3	2.5	1.876855	0.340313	0.279115	0.201782	0.109853	2.807917	0.280792	53	0.093426	0.103211	0.098318			
4	3.5	2.391818	0.348209	0.282867	0.203628	0.110603	3.338492	0.333849	53	0.098852	0.108788	0.10382			
5	4.5	2.918114	0.353553	0.285603	0.205014	0.111167	3.873449	0.387345	51	0.105303	0.115649	0.110476			
6	5.5	3.451641	0.357253	0.287567	0.206006	0.111558	4.414024	0.441402	51	0.111081	0.121504	0.116293			
7	6.5	3.978611	0.359708	0.288856	0.20662	0.111771	4.945567	0.494557	53	0.115515	0.125678	0.120977			
8	7.5	4.499025	0.361241	0.289589	0.206897	0.111818	5.46857	0.546857	53	0.120985	0.131175	0.12608			
9	8.5	5.021411	0.362067	0.289861	0.20688	0.111712	5.99193	0.599193	53	0.126475	0.136675	0.131575			
10	9.5	5.54577	0.362291	0.289715	0.206585	0.11146	6.51582	0.651582	53	0.131986	0.142181	0.137084			
11	10.5	6.066276	0.361973	0.289177	0.206022	0.111065	7.034512	0.703451	53	0.137457	0.147633	0.142545			
12	11.5	6.58293	0.361173	0.288279	0.205209	0.110535	7.548126	0.754813	53	0.142887	0.153031	0.147959			
13	12.5	7.106489	0.359959	0.287063	0.204173	0.109883	8.067568	0.806757	51	0.150663	0.161072	0.155868			
14	13.5	7.636954	0.358364	0.285552	0.202929	0.109118	8.592917	0.859292	51	0.156408	0.166761	0.161585			
15	14.5	8.168231	0.35641	0.283762	0.201487	0.108247	9.118137	0.911814	51	0.162162	0.172449	0.167306			
16	15.5	8.700319	0.354131	0.281718	0.199866	0.10728	9.643313	0.964331	51	0.167924	0.178137	0.173031			
17	16.5	9.327551	0.351649	0.279513	0.198131	0.106252	10.2631	1.02631	36	0.197104	0.209481	0.203292			
18	17.5	10.04993	0.348957	0.277146	0.196283	0.105165	10.97748	1.097748	36	0.206661	0.218932	0.212796			
19	18.5	10.75205	0.345958	0.274542	0.194273	0.103994	11.64381	1.164381	47	0.196716	0.207255	0.201985			
20	19.5	11.35291	0.342702	0.271741	0.192128	0.102753	12.26223	1.226223	47	0.203918	0.214348	0.209133			
21	20.5	12.04733	0.339292	0.268823	0.189906	0.101473	12.94683	1.294683	37	0.231159	0.242915	0.237037			
22	21.5	12.80833	0.335741	0.265802	0.187616	0.100161	13.69765	1.369765	37	0.241105	0.252728	0.246917			
23	22.5	13.5545	0.332032	0.262662	0.185248	0.098812	14.43326	1.443326	35	0.255195	0.266961	0.261078			
24	23.5	14.28586	0.328193	0.259428	0.182821	0.097434	15.15374	1.515374	35	0.264988	0.276609	0.270798			
25	24.5	15.01151	0.324253	0.256122	0.180349	0.096038	15.86828	1.586828	36	0.272302	0.283637	0.27797			
26	25.5	15.73146	0.320232	0.252762	0.177846	0.094628	16.57692	1.657692	36	0.281827	0.293013	0.28742			

5. Perhitungan Hcr dengan Cu baru

Penimbunan tahap selanjutnya yaitu tahap 5 dengan tinggi timbunan total 2,5 m. Hasil perhitungan XSTABL untuk SFrencana = 1,5 didapatkan hasil SF = 0,974 < 1,5 maka penimbunan tahap 6 tidak bisa dilakukan. Sehingga harus ditunda seminggu dan dicek kembali daya dukung tanah dasarnya. Setelah ditunda seminggu dan didapatkan SF = 1,042 < 1,5 maka penimbunan tidak dapat dilanjutkan.

Setelah ditunda sekitar 6 minggu dan didapatkan hasil perhitungan XSTABL SF = 1,218 < 1,5. Karena waktu penundaan yang cukup lama maka diputuskan untuk menggunakan perkuatan.

Perkuatan timbunan oprit miring direncanakan menggunakan *geotextile* atau *micropile*. Karena telah digunakan perkuatan timbunan, maka daya dukung tanah dasar tidaklah menjadi masalah lagi sehingga penimbunan dapat menerus dilakukan tanpa adanya waktu penundaan penahapan. Grafik konsolidasi tanah dasar yang terjadi akibat pentahapan penimbunan dapat dilihat pada **Gambar 6.10**.



Gambar 6. 10 Konsolidasi Tanah Dasar yang Terjadi Akibat Penahapan Penimbunan

6.1.6 Perencanaan Geotextile wall Arah Memanjang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan

Perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan oprit bertujuan sebagai dinding penahan tanah. Jenis geotextile yang digunakan adalah tipe UW-250 dengan kuat Tarik sebesar 53 kN/m. Perhitungan perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan sebagai berikut :

1. Kontrol *Internal Stability*
 - a. Perhitungan Jarak Pemasangan *Geotextile* (S_v)
 - Menentukan persamaan nilai tegangan horizontal

$$\begin{aligned}\Phi &= 35^\circ \\ ka &= \tan^2(45 - \Phi/2) \\ &= \tan^2(45 - 35/2) \\ &= 0,271\end{aligned}$$

$$h_{\text{timb}} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{hs}} &= \gamma_{\text{timb}} \times z \times ka \\ &= 18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m} \times 0,271 \\ &= 35,093 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{hq}} &= ka \times q \\ &= 0,271 \times 17,1 \text{ kN/m}^2 \\ &= 4,6349 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- Menentukan nilai $T_{\text{allowable}}$

$$\begin{aligned}T_{\text{allow}} &= \frac{T}{FSid \times FScr \times FScd \times FSbd} \\ &= \frac{53}{1,1 \times 2,0 \times 1,0 \times 1,0} \\ &= 24,091 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

- Jarak pemasangan geotextile (S_v)

$$\begin{aligned}S_v &= T_{\text{allow}} / (SF \times \sigma_h) \\ &= 24,091 / (1,5 \times 39,728) \\ &= 0,436 \text{ m}\end{aligned}$$

$$S_{v_{\text{pakai}}} = 0,4 \text{ m}$$

Perhitungan nilai S_v selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 9** Rekap perhitungan nilai S_v tiap z yang berbeda – beda dapat dilihat pada **Tabel 6.17**.

Gambar 6. 11 Hasil Perhitungan Nilai Sv

Layer	z (m)	σ_{hs} (kN/m ²)	σ_{hq} (kN/m ²)	σ_h (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)
1,0	7,0	35,1	4,6	39,7	0,4	0,4
2,0	6,6	33,1	4,6	37,7	0,4	0,4
3,0	6,2	31,1	4,6	35,7	0,4	0,4
4,0	5,8	29,1	4,6	33,7	0,5	0,4
5,0	5,4	27,1	4,6	31,7	0,5	0,5
6,0	4,9	24,6	4,6	29,2	0,6	0,5
7,0	4,4	22,1	4,6	26,7	0,6	0,6
8,0	3,8	19,1	4,6	23,7	0,7	0,6
9,0	3,2	16,0	4,6	20,7	0,8	0,7
10,0	2,5	12,5	4,6	17,2	0,9	0,9
11,0	1,6	8,0	4,6	12,7	1,3	1,2

b. Perhitungan Panjang *Geotextile*

Jarak pemasangan geotextile didapatkan pada perhitungan sebelumnya untuk setiap ketinggian timbunan yang direncanakan, selanjutnya dapat dihitung panjang geotextile yang dibutuhkan. Contoh perhitungan untuk mencari panjang geotextile adalah sebagai berikut :

Panjang geotextile dibelakang bidang longsor :

$$\begin{aligned}
 Le &= \frac{Sv \times \sigma_h \times SF}{2[c + \sigma_v (\text{tg} \delta)]} \\
 &= \frac{0,4 \times 39,7 \times 1,5}{2[0 + (7 \times 18,5 (\text{tg} 33,25))]} \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Le_{\text{pakai}} = 1,0 \text{ m}$$

Panjang geotextile didepan bidang longsor (L_r) :

Nilai L_r didapat dengan program bantu AUTOCAD dan didapatkan nilai L_r :

$$L_r = 16,43 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 L &= L_e + L_r \\
 &= 1 + 16,43 \\
 &= 17,43 \text{ m} \\
 L_{\text{pakai}} &= 18 \text{ m}
 \end{aligned}$$

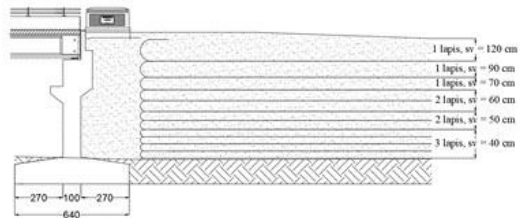
Panjang lipatan *geotextile* :

$$\begin{aligned}
 L_o &= 0,5 \times L_e \\
 &= 0,5 \times 1 \\
 &= 0,5 \text{ m} \\
 L_{o \text{ pakai}} &= 1,0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang *geotextile* total:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} &= L_{\text{pakai}} + S_v + L_o \\
 &= 18 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
 &= 19,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai L_e , L_r , L_o , dan L_{total} selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.



Gambar 6. 12 Sketsa pemasangan geotextile wall

2. Kontrol *External Stability*

Kontrol external stability meliputi kontrol guling, kontrol geser, dan kontrol daya dukung terhadap timbunan.

a. Kontrol terhadap guling

$$\begin{aligned}
 K_a &= 0,2709 \\
 \delta &= 90\% \times \Phi \\
 &= 0,95 \times 35 \\
 &= 33,25 \\
 q &= 17,1 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_1 &= q = 17,1 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_2 &= \sigma_1 + (\gamma_{\text{timb}} \times h) \\
 &= 17,1 + (18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m}) \\
 &= 146,6 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_{h1} &= \sigma_1 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\
 &= 17,1 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\
 &= 4,6 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_{h2} &= \sigma_2 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\
 &= 146,6 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\
 &= 39,713 \text{ kN/m}^2 \\
 P_1 &= 4,6 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} &= 32,44 \text{ kN} \\
 P_1 \cos \delta &= 21,58 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) &= 27,13 \text{ kN} \\
 P_1 \sin \delta &= 21,58 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 11,83 \text{ kN} \\
 P_2 &= 37,037 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} &= 122,83 \text{ kN} \\
 P_2 \cos \delta &= 32,44 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) &= 102,72 \text{ kN} \\
 P_2 \sin \delta &= 122,83 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 67,33 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Momen guling ditinjau di dasar timbunan (titik O)

Momen Dorong ($P \cos \delta \times R$)

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 18,05 \text{ kN/m} \times 3,375 \text{ m} &= 60,92 \text{ kN.m} \\
 P_2 &= 95,51 \text{ kN/m} \times 2,25 \text{ m} &= 214,49 \text{ kN.m} \\
 P \text{ total} &= P_1 + P_2 \\
 &= 60,92 \text{ kN} + 214,49 \text{ kN} \\
 &= 275,82 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Momen Penahan [$(P \sin \delta \times X) + W \times X$]

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 11,83 \text{ kN/m} \times 0,59 \text{ m} &= 6,98 \text{ kN.m} \\
 P_2 &= 62,62 \text{ kN/m} \times 5,3425 \text{ m} &= 334,54 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{total}} &= 10302,65 \text{ kN.m} \\
 P_{\text{total}} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 6,98 + 334,54 + 10302,65 = 10644,18 \\
 &\text{kN.m} \\
 SF &= \text{momen penahan / momen pendorong} \\
 &= 10644,18 / 275,82 \\
 &= 34,15 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

b. Kontrol terhadap geser

Gaya Penahan ($P \sin \delta + W$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 11,83 \text{ kN} \\
 P2 &= 62,62 \text{ kN} \\
 W1 &= 995,3,2 \text{ kN} \\
 P \text{ total} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 1070 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya Pendorong ($P \cos \delta$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 18,05 \text{ kN} \\
 P2 &= 95,51 \text{ kN} \\
 P \text{ total} &= 113,56 \text{ kN} \\
 \text{Gaya Pendorong} &= 113,56 \text{ kN} \\
 SF &= \text{gaya penahan / gaya pendorong} \\
 &= 1070 \text{ kN} / 113,56 \text{ kN} \\
 &= 9,4 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

c. Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

Saat kontrol terhadap daya dukung, geotextile diasumsikan sebagai pondasi dangkal dengan kedalaman = 0 m.

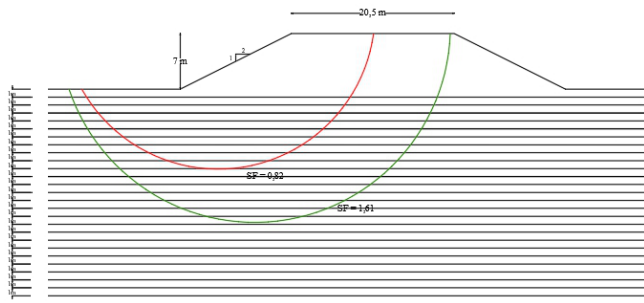
$$\begin{aligned}
 \Phi &= 18 \\
 N_c &= 14,08 \\
 N_\gamma &= 2,66 \\
 N_q &= 5,44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cu &= 2,526 \text{ t/m}^2 \\
 \gamma_t &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 B &= 20,5 \text{ m} \\
 q_{\text{traffic+pavement}} &= 1,71 \text{ t/m}^2 \\
 q_{\text{timb}} &= 7 \text{ m} \times 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 &= 12,95 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pult} &= c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 2,53 \times 14,08 + (1,71 \times 5,44) + (0,5 \times 1,85 \times \\
 &\quad 20,5 \times 2,66) \\
 &= 44,866 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pactual} &= q_{\text{timb}} + Cu \\
 &= 12,95 + 2,53 \\
 &= 15,47 \text{ t/m}^2 \\
 \\
 \text{SF} &= \text{Pult/Pact} \\
 &= 44,86/15,47 = 2,89 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

6.1.7 Perencanaan *Geotextile* Arah Melintang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan

Perencanaan *geotextile* sebagai perkuatan timbunan oprit bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar dibawah timbunan. Jenis *geotextile* yang digunakan adalah tipe UW-250 dengan kuat Tarik 53 kN/m.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisa dengan mencari hasil paling kritis dari program *Geo 5*, dengan bantuan program *Geo5* didapatkan SF minimum dan *momen resistant* serta bidang longsor yang terjadi, berikut merupakan bidang longsor paling kritis yang didapatkan dari program *Geo5*.



Gambar 6. 13 Bidang longsor

Hasil perhitungan kebutuhan *moment resistant* di tiap potongan pada bidang longsor ditampilkan pada Tabel 6.17.

Tabel 6. 17 Kebutuhan Geotextile Pada tiap potongan

STA	Tinggi Timbunan		Geotextile	
	(m)		Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0
0+028	1.01	1	0	0
0+050	1.75	1.75	25	1250
0+075	2.625	2.63	76	3800
0+086	3.01	3	82	1804
0+100	3.5	3.5	152	4256
0+125	4.375	4.38	247	12350
0+143	5.045	5	363	13068
0+150	5.25	5.25	370	5180
0+175	6.125	6.13	493	24650
0+200	7	7	638	31900

Berdasarkan Tabel 6.17, kebutuhan *moment resistant* paling banyak pada keruntuhan dengan $SF = 0,82$. Sehingga, kebutuhan geotextile pada bidang longsor dengan $SF = 0,82$ yang dipakai dan ditinjau lebih lanjut.

Perhitungan perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan sebagai berikut :

1. Geometri Timbunan

- Lebar timbunan = 20,5 m
- H inisial = 9,01 m
- H final = 7 m
- Angka keamanan:
SF = 0,82
- Jari-jari kelongsoran :
R = 19,73 m
- Koordinat pusat bidang longsor :
X_o = 24,8
Y_o = 35,67
- Momen Penahan :
MR min = 18190,2 kNm
- Koordinat Dasar Timbunan :
X = 20 m
Y = 26 m

2. Perhitungan momen dorong

$$SF = \frac{MR_{min}}{MR_{dorong}}$$

$$M_{dorong} = \frac{18190,2}{0,82}$$

$$= 22183 \text{ kNm}$$

3. Perhitungan momen rencana

$$Sf_{rencana} = 1,5$$

$$MR_{rencana} = M_{dorong} \times Sf_{rencana}$$

$$= 22183 \times 1,5$$

$$= 33275 \text{ kNm}$$

4. Perhitungan tambahan momen penahan (ΔMR)

$$\Delta MR = MR_{rencana} - MR_{min}$$

$$= 33275 - 18190,2$$

$$= 15084,58 \text{ kNm}$$

5. Perhitungan kekuatan *geotextile* yang diijinkan
Kekuatan Tarik maksimum = 53 kN/m

$$\begin{aligned}
 T_{allowable} &= \frac{T}{FS_{id} + FS_{cr} + FS_{CD} + FS_{bd}} \\
 &= \frac{T}{FS_{id} + FS_{cr} + FS_{CD} + FS_{bd}} \\
 &= \frac{53}{1,1 \times 1,5 \times 1 \times 1} \\
 &= 31,5152 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan kebutuhan *geotextile*

$$M_{geotextile} = T_{allow} \times T_i$$

Dimana :

T_i = jarak vertikal *geotextile* dengan pusat bidang longsor

$$\begin{aligned}
 T_i &= y_0 - y_z \\
 &= 35,67 \text{ m} - 26 \text{ m} \\
 &= 9,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{geotextile} &= T_{allow} \times T_i \\
 &= 31,3152 \times 9,67 \\
 &= 304,8 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. 18 Perhitungan Momen Penahan oleh Geotextile

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	Si (kN)	Ti.Si (kNm)	x (buah)	Ti.Si.x (kNm)
1	0.25	7.00	9.67	31.5	304.8	3.0	914.3
2	0.25	6.75	9.42	31.5	296.9	3.0	890.6
3	0.25	6.50	9.17	31.5	289.0	3.0	867.0
4	0.25	6.25	8.92	31.5	281.1	3.0	843.3
5	0.25	6.00	8.67	31.5	273.2	3.0	819.7
6	0.25	5.75	8.42	31.5	265.4	3.0	796.1
7	0.25	5.50	8.17	31.5	257.5	3.0	772.4
8	0.25	5.25	7.92	31.5	249.6	3.0	748.8
9	0.25	5.00	7.67	31.5	241.7	3.0	725.2
10	0.25	4.75	7.42	31.5	233.8	3.0	701.5
11	0.25	4.50	7.17	31.5	226.0	3.0	677.9
12	0.25	4.25	6.92	31.5	218.1	3.0	654.3
13	0.25	4.00	6.67	31.5	210.2	3.0	630.6
14	0.25	3.75	6.42	31.5	202.3	3.0	607.0
15	0.25	3.50	6.17	31.5	194.4	3.0	583.3
16	0.25	3.25	5.92	31.5	186.6	3.0	559.7
17	0.25	3.00	5.67	31.5	178.7	2.0	357.4
18	0.25	2.75	5.42	31.5	170.8	2.0	341.6
19	0.25	2.50	5.17	31.5	162.9	2.0	325.9
20	0.25	2.25	4.92	31.5	155.1	2.0	310.1
21	0.25	2.00	4.67	31.5	147.2	2.0	294.4
22	0.25	1.75	4.42	31.5	139.3	2.0	278.6
23	0.25	1.50	4.17	31.5	131.4	2.0	262.8
24	0.25	1.25	3.92	31.5	123.5	2.0	247.1
25	0.25	1.00	3.67	31.5	115.7	2.0	231.3
26	0.25	0.75	3.42	31.5	107.8	2.0	215.6
27	0.25	0.50	3.17	31.5	99.9	2.0	199.8

$$\begin{aligned}\Sigma M &= M_{\text{geotextile1}} + M_{\text{geotextile2}} + \dots + M_{\text{geotextile-n}} \\ &= 15290,2 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\Sigma M > \Delta MR = 15290,2 \text{ kNm} > 15084,58 \text{ kNm}$$

7. Perhitungan panjang *geotextile* dibelakang bidang longsor

$$T_{\text{allow}} = 31,5152 \text{ kNm}$$

$$L_e = \frac{T_{\text{allow}}}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

Data timbunan :

$$H_i = 9,01 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{timb}} = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned}\sigma_v &= \gamma_{\text{timb}} \times H_i \\ &= 18,5 \times 9,01\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 166,63 \text{ kN/m}^2 \\
 C_{u1} &= 0 \text{ kN/m}^2 \\
 \Phi_1 &= 35^\circ \\
 \tau_1 &= C_{u1} + \sigma_v \tan \Phi_1 \\
 &= 0 + 166,63 \times \tan (35) \\
 &= 116,68 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Data lapisan atas tanah dasar :

$$\begin{aligned}
 \gamma &= 18 \text{ kN/m}^3 \\
 C_{u2} &= 23,926 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_v &= \gamma \times H_i \\
 &= 18,5 \times 9,01 \\
 &= 166,63 \text{ kN/m}^2 \\
 \Phi_2 &= 18^\circ \\
 \tau_2 &= C_{u2} + \sigma_v \tan \Phi_2 \\
 &= 23,926 + (166,63 \times \tan (18)) \\
 &= 76,605 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_e &= \frac{T_{allow}}{(\tau_1 + \tau_2) \times E} \\
 &= \frac{31,5152}{(116,68 + 76,605) \times 0,8} \\
 &= 0,3057 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_e \text{ pakai} = 1,0 \text{ m}$$

8. Perhitungan panjang lipatan (L_o)

$$\begin{aligned}
 L_o &= 0,5 \times L_e \\
 &= 0,5 \times 1 \\
 &= 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_o \text{ pakai} = 1,0 \text{ m}$$

9. Perhitungan *geotextile* didepan bidang longsor (L_r)

Perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor (L_r) dibantu dengan program Autocad.

$$L_r = 22,02 \text{ m}$$

Hasil perhitungan panjang *geotextile* dapat dilihat pada Tabel 6.19.

Tabel 6. 19 Hasil Perhitungan Panjang Geotextile

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	τ_1 (kN/m ²)	τ_2 (kN/m ²)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Lo (m)	Ltotal (m)	Ltotal pakai (m)
1	0.25	7.00	9.67	90.67688	64.86573	0.379902	1	22.02	1	24.27	25
2	0.25	6.75	9.42	87.43842	63.40359	0.39174	1	21.63	1	23.88	24
3	0.25	6.50	9.17	84.19906	61.94145	0.404341	1	21.26	1	23.51	24
4	0.25	6.25	8.92	80.9615	60.47932	0.417778	1	20.89	1	23.14	24
5	0.25	6.00	8.67	77.72304	59.01718	0.43214	1	20.52	1	22.77	23
6	0.25	5.75	8.42	74.48458	57.55504	0.447524	1	20.14	1	22.39	23
7	0.25	5.50	8.17	71.24612	56.0929	0.464044	1	19.75	1	22	22
8	0.25	5.25	7.92	68.00766	54.63076	0.48183	1	19.37	1	21.62	22
9	0.25	5.00	7.67	64.7692	53.16862	0.501034	1	18.97	1	21.22	22
10	0.25	4.75	7.42	61.53074	51.70648	0.521833	1	18.58	1	20.83	21
11	0.25	4.50	7.17	58.29228	50.24435	0.544433	1	18.18	1	20.43	21
12	0.25	4.25	6.92	55.05382	48.78221	0.569079	1	17.87	1	20.12	21
13	0.25	4.00	6.67	51.81536	47.32007	0.596062	1	17.36	1	19.61	20
14	0.25	3.75	6.42	48.5769	45.85793	0.625732	1	16.95	1	19.2	20
15	0.25	3.50	6.17	45.33844	44.39579	0.65851	1	16.54	1	18.79	19
16	0.25	3.25	5.92	42.09998	42.93365	0.694912	1	16.12	1	18.37	19
17	0.25	3.00	5.67	38.86152	41.47151	0.735574	1	15.69	1	17.94	18
18	0.25	2.75	5.42	35.62306	40.00938	0.781291	1	15.27	1	17.52	18
19	0.25	2.50	5.17	32.3846	38.54724	0.833066	1	14.84	1	17.09	18
20	0.25	2.25	4.92	29.14614	37.0851	0.892191	1	14.4	1	16.65	17
21	0.25	2.00	4.67	25.90768	35.62296	0.960349	1	13.96	1	16.21	17
22	0.25	1.75	4.42	22.66922	34.16082	1.039783	2	13.52	1	16.77	17
23	0.25	1.50	4.17	19.43076	32.69868	1.133542	2	13.08	1	16.33	17
24	0.25	1.25	3.92	16.1923	31.23654	1.245886	2	12.63	1	15.88	16
25	0.25	1.00	3.67	12.95384	29.7744	1.382947	2	12.18	1	15.43	16
26	0.25	0.75	3.42	9.71538	28.31227	1.533893	2	11.73	1	14.98	15
27	0.25	0.50	3.17	6.47692	26.85013	1.773062	2	11.27	1	14.52	15

10. Perhitungan panjang total Geotextile

Panjang total geotextile 1 sisi = Le + Lr

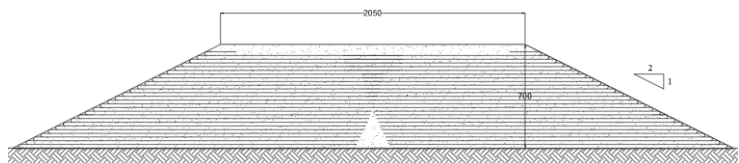
Panjang total geotextile 2 sisi = 2 x (Le + Lr)

Hasil perhitungan panjang total geotextile dapat dilihat pada Tabel 6.20.

Tabel 6. 20 Hasil Perhitungan Kebutuhan Geotextile

Sv (m)	Lo (m)	Lr + Le (m)	1/2 lebar Timbunan (m)	Pemasangan	Lpemasangan (m)	Jumlah Geotextile	Kebutuhan geotextile total (m)
0.25	1	23.02	24.25	2 x Lttotal	48.6	3.0	145.8
0.25	1	22.63	23.75	2 x Lttotal	47.8	3.0	143.4
0.25	1	22.26	23.25	2 x Lttotal	47.1	3.0	141.3
0.25	1	21.89	22.75	2 x Lttotal	46.3	3.0	138.9
0.25	1	21.52	22.25	2 x Lttotal	45.6	3.0	136.8
0.25	1	21.14	21.75	2 x Lttotal	44.8	3.0	134.4
0.25	1	20.75	21.25	2 x Lttotal	44	3.0	132
0.25	1	20.37	20.75	2 x Lttotal	43.3	3.0	129.9
0.25	1	19.97	20.25	2 x Lttotal	42.5	3.0	127.5
0.25	1	19.58	19.75	2 x Lttotal	41.7	3.0	125.1
0.25	1	19.18	19.25	2 x Lttotal	40.9	3.0	122.7
0.25	1	18.87	18.75	selebar Timbunan	40	3.0	120
0.25	1	18.36	18.25	selebar Timbunan	39	3.0	117
0.25	1	17.95	17.75	selebar Timbunan	38	3.0	114
0.25	1	17.54	17.25	selebar Timbunan	37	3.0	111
0.25	1	17.12	16.75	selebar Timbunan	36	3.0	108
0.25	1	16.69	16.25	selebar Timbunan	35	2.0	70
0.25	1	16.27	15.75	selebar Timbunan	34	2.0	68
0.25	1	15.84	15.25	selebar Timbunan	33	2.0	66
0.25	1	15.4	14.75	selebar Timbunan	32	2.0	64
0.25	1	14.96	14.25	selebar Timbunan	31	2.0	62
0.25	1	15.52	13.75	selebar Timbunan	30	2.0	60
0.25	1	15.08	13.25	selebar Timbunan	29	2.0	58
0.25	1	14.63	12.75	selebar Timbunan	28	2.0	56
0.25	1	14.18	12.25	selebar Timbunan	27	2.0	54
0.25	1	13.73	11.75	selebar Timbunan	26	2.0	52
0.25	1	13.27	11.25	selebar Timbunan	25	2.0	50

Sketsa Pemasangan *geotextile* dapat dilihat pada Gambar 6.14.



Gambar 6. 14 Sketsa pemasangan geotextile

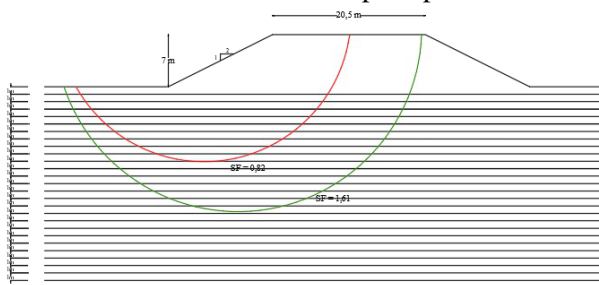
Berikut merupakan rekapitulasi kebutuhan geotextile pada STA 0+000 – 0+200

Tabel 6. 21 Rekapitulasi Kebutuhan Geotextile pada setiap STA

STA	Tinggi Timbunan		Geotextile	
	(m)		Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0
0+028	1.01	1	0	0
0+050	1.75	1.75	52	2600
0+075	2.625	2.63	105	5250
0+086	3.01	3	127.6	2807.2
0+100	3.5	3.5	161	4508
0+125	4.375	4.38	235	11750
0+143	5.045	5	303	10908
0+150	5.25	5.25	336	4704
0+175	6.125	6.13	479	23950
0+200	7	7	673	33650

6.1.8. Perencanaan Perkuatan Tanah dengan *Micropile*

Pada perencanaan micropile, timbunan sudah dipasang geotextile sehingga analisa stabilitas untuk daya dukung hanya mempertimbangkan keruntuhan pada tanah dasar. Analisa dilakukan seperti pada Gambar 6.14



Gambar 6.14 Sketsa keruntuhan pada tanah dasar

Dikarenakan SF rencana 1,5, dan dari hasil percobaan aplikasi *Geo 5* di dapat $SF_{min} = 0,82$ Contoh Perhitungan perkuatan dengan micropile untuk $SF_{min} = 0,82$ adalah sebagai berikut:

- SF minimum
 - Koordinat dasar timbunan di titik Z
- $$X_z = 20$$

- $Yz = 26$
 - Angka Keamanan
 $SF = 0,82$
 - Jari-jari kelongsoran
 $R = 19,73$
 - Koordinat pusat bidang longsor di titik O
 $Xo = 24,8$
 $Yo = 35,67$
 - Koordinat dasar bidang longsor di titik C
 $Xc = 24,79$
 $Yc = 15,94$
 - Koordinat batas longsor di titik A dan B
 $Xa = 7,6$
 $Ya = 26$
 $Xb = 42,0$
 $Yb = 26$
 - Momen Penahan
 $MR_{min} = 18190,2 \text{ kNm}$
 - Panjang bidang longsor rencana dibuat agar micropile tidak bertabrakan dengan PVD
 $L_{bidang \text{ longsor}} = 34,39 \text{ m}$
- SF Rencana ($SF = 1,5$)
 - Spesifikasi Micropile (PT. Wika Beton)
 Dimensi : $250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$
 $Ht = 250 \text{ mm}$
 $Bt = 250 \text{ mm}$
 $fc' = 42 \text{ MPa}$
 $I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$
 $= \frac{1}{12} \times 250 \times 250^3$
 $= 32552 \text{ kg/m}$
 $Mu = 5,19 \text{ ton.m}$
 $= 519 \text{ ton.cm}$

- Panjang *Micropile*

$$\begin{aligned} \text{La diatas bidang longsor} &= Yz - Yc \\ &= 26 - 15,94 \\ &= 10,06 \text{ m} \end{aligned}$$

Lb dibawah bidang longsor = 6,71m Gaya horizontal yang mampu dipikul 1 *micropile*

- Faktor modulus tanah (f)
 - Cu = 0,2393 kg/cm²
 - = 0,2448 ton/ft²
 - qu = 2 x Cu
 - = 2 x 0,2448
 - = 0,4897 ton/ft²

Nilai qu diplot pada grafik pada gambar (NAVFAC DM 7)

$$\begin{aligned} f &= 5 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 5 \times 0,032 \\ &= 0,16 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Modulus elastisitas (E)
 - E = 4700 x $\sqrt{fc'}$
 - = 4700 x $\sqrt{42}$
 - = 30459,48 MPa
 - = 204594,8128 kg/cm²

- Faktor kekakuan relative (T)
 - T = (EI/f)^{1/5}
 - = (32552 x 204594,8128/0,16)^{1/5}
 - = 144,02 cm
 - = 1,44 m

- Koefisien momen akibat gaya lateral
 - La+Lb = 17,0 m

$$T = 1,44 \text{ m}$$

$$Lb/T = 11,80$$

$$Z = 0$$

Nilai Lb/T dan Z di plot pada grafik pada gambar (NAVFAC DM 7)

$F_m = 10,95$ Gaya horizontal yang dapat dipikul 1 *micropile*

$$\begin{aligned} P &= Mu / (f_m \times T) \\ &= 5,19 / (1 \times 1,44) \\ &= 3,79 \text{ ton} \\ &= 37,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Jumlah micropile yang dibutuhkan

$$H_{\text{inisial}} = 9,01 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = 7 \text{ m}$$

$$SF_{\text{min}} = 0,82$$

$$MR_{\text{min}} = 18190,2 \text{ kN}$$

$$R = 19,73 \text{ m}$$

$$SF_{\text{rencana}} = 1,5$$

$$\begin{aligned} M_{\text{dorong}} &= MR_{\text{min}} / SF_{\text{min}} \\ &= 18190,2 / 0,82 \\ &= 22183 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MR_{\text{rencana}} &= M_{\text{dorong}} \times SF \\ &= 22183 \times 1,5 \\ &= 33275 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta MR &= MR_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}} \\ &= 33275 \text{ kNm} - 22183 \text{ kNm} \\ &= 15085 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{max}} &= P \\ &= 37,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \Delta MR / (P \times R) \\ &= 15,085 / (37,90 \times 19,73) \\ &= 20,156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 21 \text{ buah} \\
 s &= \text{panjang bidang perencanaan} / n \\
 &= 34,93 \text{ m} / 21 \text{ buah} \\
 &= 1,56 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi kebutuhan cerucuk pada setiap STA :

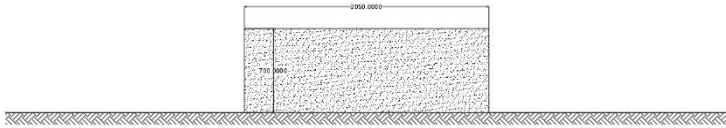
Tabel 6. 22 Rekapitulasi Kebutuhan Cerucuk di Setiap STA

STA	Tinggi Timbunan		Micropile			
	(m)		Jumlah	Kedalaman	Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0	0	0
0+028	1.01	1	0	0	0	0
0+050	1.75	1.75	2	7	14	700
0+075	2.625	2.63	4	10	40	2000
0+086	3.01	3	4	10	40	880
0+100	3.5	3.5	5	11	55	1540
0+125	4.375	4.38	9	10	90	4500
0+143	5.045	5	11	9	99	3564
0+150	5.25	5.25	12	10	120	1680
0+175	6.125	6.13	16	12	192	9600
0+200	7	7	21	17	357	17850

6.2. Perencanaan Timbunan Oprit Tegak

6.2.1. Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinisial)

Tinggi timbunan awal direncanakan untuk mendapatkan tinggi akhir (H_{final}) yang telah direncanakan yaitu 7 m dengan menghilangkan settlement pada lapisan compressible. Perencanaan Hinitial selain memperhitungkan berat dari timbunan itu sendiri juga memperhitungkan beban perkerasan (pavement) dan beban lalu lintas (traffic). Lapisan tanah akan dibagi tiap 1 meter untuk mendapatkan nilai settlement yang lebih teliti.



Gambar 6. 15 Potongan melintang rencana timbunan

- Mencari H_{timbunan}

$$q_{\text{timbunan}} = 9 \text{ t/m}^2 \text{ (asumsi)}$$

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1,85 \text{ t/m}^3$$

$$H_{\text{timbunan}} = \frac{9 \text{ t/m}^2}{1,85 \text{ t/m}^3}$$

$$= 4,864 \text{ m}$$
- Mencari q_{pavement}

$$\gamma_{\text{pavement}} = 1,1 \text{ t/m}^3$$

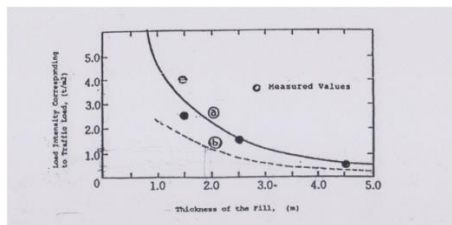
$$H_{\text{pavement}} = 0,5 \text{ m}$$

$$q_{\text{pavement}} = 2,2 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m}$$

$$= 1,1 \text{ t/m}^2$$
- Mencari $H_{\text{bongkar Akibat Traffic}}$

Beban bongkar *traffic* didapatkan dari grafik hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban *traffic* yang dapat dilihat pada **Gambar 6.16**.

$$H_{\text{timbunan}} = 4,864 \text{ m}$$



Gambar 6. 16 Hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban traffic
(Sumber : Japan Road Association, 1986)

$$\begin{aligned}
 q_{\text{bongkartraffic}} &= 0,4 \text{ t/m}^2 \\
 H_{\text{bongkartraffic}} &= \frac{q_{\text{bongkartraffic}}}{\gamma_{\text{pavement}}} = 0,216 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- Mencari nilai tegangan *overburden* (σ'_o)

Contoh perhitungan tegangan *overburden* pada lapisan ke – 1 (0-1 m) dan lapis ke - 2 (1-2 m) adalah sebagai berikut :

- Kedalaman 0-2 m

$$\begin{aligned}
 H &= 1 \text{ m} \\
 z_1 &= 0,5 \text{ m} \\
 \gamma'_1 &= 0,80 \text{ t/m}^3 \\
 \sigma'_o &= \gamma' \times z \\
 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 0,4047 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- Kedalaman 1-2 m

$$\begin{aligned}
 H &= 1 \text{ m} \\
 z_2 &= 1,5 \text{ m} \\
 \gamma'_2 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \\
 \sigma'_o &= \gamma'_1 \times H + \gamma'_2 \times z_2 \\
 &= 0,8 \text{ t/m}^3 \times 1 \text{ m} + 0,8 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m} \\
 &= 1,214 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* untuk seluruh lapisan dapat dilihat pada **Tabel 6.23** sebagai berikut :

Tabel 6. 23 Tegangan Overburden ($\sigma'0$) Tiap Lapisan

DEPTH (m)		$\sigma'0$ (tm ²)
0	1	0.404672
1	2	1.214017
2	3	1.876855
3	4	2.398185
4	5	2.918114
5	6	3.451641
6	7	3.978611
7	8	4.499025
8	9	5.021411
9	10	5.545777
10	11	6.066276
11	12	6.58293
12	13	7.106489
13	14	7.636954
14	15	8.168231
15	16	8.700319
16	17	9.327551
17	18	10.04993
18	19	10.72505
19	20	11.35291
20	21	12.04733
21	22	12.80833
22	23	13.5545
23	24	14.28586
24	25	15.01151
25	26	15.73146

- Mencari nilai tegangan pra konsolidasi ($\sigma'c$)

Perhitungan tegangan pra konsolidasi untuk kedalaman 0 – 1 meter sebagai berikut :

$$H_{\text{fluktuasi}} = 0 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{air}} = 1,0 \text{ t/m}^3$$

$$q_{\text{fluktuasi}} = 0 \text{ m} \times 1,0 \text{ t/m}^3$$

$$= 0 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma'c = q_{\text{fluktuasi}} + \sigma'0$$

$$= 0 \text{ t/m}^2 + 0,4046 \text{ t/m}^2$$

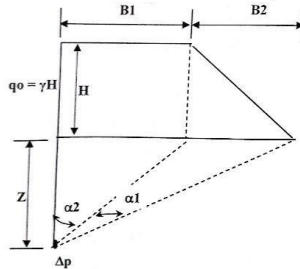
$$= 0,4046 \text{ t/m}^2$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* untuk seluruh lapisan dapat dilihat pada **Tabel 6.24** sebagai berikut :

Tabel 6. 24 Tegangan Pra Konsolidasi ($\sigma'c$) Tiap Lapisan Tanah

DEPTH (m)		$\sigma'c$ (t/m ²)
0	1	0.404672
1	2	1.214017
2	3	1.876855
3	4	2.393185
4	5	2.918114
5	6	3.451641
6	7	3.978611
7	8	4.499025
8	9	5.021411
9	10	5.54577
10	11	6.066276
11	12	6.58293
12	13	7.106489
13	14	7.636954
14	15	8.168231
15	16	8.700319
16	17	9.327551
17	18	10.04993
18	19	10.72505
19	20	11.35291
20	21	12.04733
21	22	12.80833
22	23	13.5545
23	24	14.28586
24	25	15.01151
25	26	15.73146

- Mencari nilai tegangan akibat timbunan ($\Delta\sigma'$)
Diagram tegangan tanah akibat timbunan menurut Braja M Das (1986) dapat dilihat pada **Gambar 6.17**



Gambar 6. 17 Diagram tegangan tanah akibat timbunan
(Sumber : *Principles of Foundation Engineering Second Edition*)

Contoh perhitungan tegangan tanah akibat beban timbunan pada kedalaman 0-1 m adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{timbunan}} &= 4,86 \text{ m} \\
 z &= 0,5 \text{ m} \\
 \text{lebar timb.} &= 20,5 \text{ m} \\
 x &= 20,5/2 \\
 &= 10,25 \text{ m} \\
 y &= - \\
 m &= x/z \\
 &= 10,25 / 0,5 \\
 &= 20,5 \\
 n &= y/z \\
 &= -/0,5
 \end{aligned}$$

Nilai faktor pengaruh beban I ditentukan dengan grafik yang ditampilkan pada Gambar 2.5. Dari grafik tersebut didapatkan nilai I sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 I &= 0,25 \\
 q_0 &= 9 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma &= 4 \times q_0 \times I \\
 &= 4 \times 9 \text{ t/m}^2 \times 0,25 \\
 &= 9 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 6.25**.

Tabel 6. 25 Perhitungan tegangan tanah akibat timbunan untuk seluruh lapisan tanah dasar

DEPTH (m)		$m = x/z$	$n = y/z$	I_{timbunan}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
0	1	20.5	∞	0.25	9
1	2	6.833333	∞	0.25	9
2	3	4.1	∞	0.25	9
3	4	2.928571	∞	0.248	8.928
4	5	2.277778	∞	0.243	8.748
5	6	1.863636	∞	0.238	8.568
6	7	1.576923	∞	0.224	8.064
7	8	1.366667	∞	0.221	7.956
8	9	1.205882	∞	0.218	7.848
9	10	1.078947	∞	0.211	7.596
10	11	0.97619	∞	0.205	7.38
11	12	0.891304	∞	0.192	6.912
12	13	0.82	∞	0.187	6.732
13	14	0.759259	∞	0.178	6.408
14	15	0.706897	∞	0.168	6.048
15	16	0.66129	∞	0.161	5.796
16	17	0.621212	∞	0.152	5.472
17	18	0.585714	∞	0.149	5.364
18	19	0.554054	∞	0.146	5.256
19	20	0.525641	∞	0.142	5.112
20	21	0.5	∞	0.14	5.04
21	22	0.476744	∞	0.136	4.896
22	23	0.455556	∞	0.125	4.5
23	24	0.43617	∞	0.122	4.392
24	25	0.418367	∞	0.117	4.212
25	26	0.401961	∞	0.113	4.068

- Mencari nilai tegangan akibat pavement ($\Delta\sigma'_{\text{pavement}}$)

Perhitungan nilai tegangan akibat beban pavement untuk $q = 0,88 \text{ t/m}^2$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar pavement} &= 20,5 \text{ m} \\
 z &= 0,5 + (H_{\text{initial}}) \text{ m} \\
 &= 6,45587 \text{ m} \\
 x &= 20,5 \text{ m} / 2 \\
 &= 10,25 \text{ m} \\
 y &= \sim \\
 m &= 10,25 \text{ m} / 1 + (H_{\text{initial}}) \\
 &= 10,25 \text{ m} / 1 + (4,86) \\
 &= 1,1523 \\
 n &= y/z \\
 &= \sim / 1 \\
 &= \sim
 \end{aligned}$$

Nilai faktor pengaruh beban I ditentukan dengan grafik yang ditampilkan pada Gambar 2.6. Dari grafik tersebut didapatkan nilai I sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= 0,215 \\
 q_0 &= 1,1 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma' &= 4 \times q_0 \times I \\
 &= 4 \times 1,1 \text{ t/m}^2 \times 0,215 \\
 &= 0,946 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah akibat pavement untuk seluruh lapisan tanah dasar dapat dilihat pada **Tabel 6.26**.

Tabel 6. 26 Tegangan Tanah Akibat Beban Pavement

DEPTH (m)		m = x/z	n = y/z	I_{pavement}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
0	1	1.244147	∞	0.215	0.946
1	2	1.067126	∞	0.207	0.9108
2	3	0.934204	∞	0.194	0.8536
3	4	0.830728	∞	0.183	0.8052
4	5	0.747889	∞	0.172	0.7568
5	6	0.680073	∞	0.165	0.726
6	7	0.623533	∞	0.158	0.6952
7	8	0.575673	∞	0.148	0.6512
8	9	0.534636	∞	0.143	0.6292
9	10	0.499061	∞	0.138	0.6072
10	11	0.467925	∞	0.131	0.5764
11	12	0.440445	∞	0.126	0.5544
12	13	0.416014	∞	0.118	0.5192
13	14	0.394151	∞	0.108	0.4752
14	15	0.374472	∞	0.106	0.4664
15	16	0.356663	∞	0.104	0.4576
16	17	0.340472	∞	0.102	0.4488
17	18	0.325687	∞	0.098	0.4312
18	19	0.312133	∞	0.094	0.4136
19	20	0.299662	∞	0.086	0.3784
20	21	0.288149	∞	0.079	0.3476
21	22	0.277488	∞	0.071	0.3124
22	23	0.267587	∞	0.068	0.2992
23	24	0.258369	∞	0.065	0.286
24	25	0.249765	∞	0.062	0.2728
25	26	0.241715	∞	0.061	0.2684

- Perhitungan *settlement* akibat timbunan dan *pavement*

Settlement konsolidasi dibedakan menjadi 2 yaitu *normal consolidated* (NC) *soil* dan *over consolidated* (OC) *soil*. Jika $(\sigma'c/\sigma'o) \leq 1$ maka tanah terkonsolidasi secara normal (NC) dan sebaliknya, jika $(\sigma'c/\sigma'o) > 1$ tanah terkonsolidasi lebih (OC).

Perhitungan *settlement* menggunakan **Persamaan 2.3** sampai **Persamaan 2.5**. Contoh perhitungan *settlement* akibat beban timbunan $q = 9 \text{ t/m}^2$ adalah sebagai berikut :

- Kedalaman 0 - 1 m :

$$\begin{aligned}
 H_i &= 1 \text{ m} \\
 C_c &= 0,268 \\
 C_s &= 0,0383 \\
 e_0 &= 0,939 \\
 \sigma'o &= 0,4065 \text{ t/m}^2 \\
 q_{\text{fluktuasi}} &= 0 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma'_c &= 0,4065 \text{ t/m}^2 + 0 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0,4065 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma'_{\text{Timbunan}} &= 9 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma'_{\text{Pavement}} &= 0,946 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma'o + \Delta\sigma' &= 9,4047 \text{ t/m}^2 \text{ (Timbunan)} \\
 \sigma'o + \Delta\sigma' &= 1,3507 \text{ t/m}^2 \text{ (Pavement)} \\
 \text{OCR} &= \sigma'o / \sigma'_c \\
 &= 0,4065 / 0,4065 \\
 &= 1, \text{ Normal Consolidated (NC) Soil}
 \end{aligned}$$

- *Settlement* akibat timbunan :

Settlement akibat beban timbunan, $\sigma'o + \Delta\sigma' > \sigma'_c$, maka digunakan Persamaan 2.5 :

$$\begin{aligned}
 S_c &= \left[\frac{H}{1+e_0} C_c \times \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right] \\
 S_c &= \left[\frac{1}{1+0,939} C_s \times \log \frac{0,4065+9,4047}{0,4065} \right] \\
 S_c &= 0,1888 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Settlement akibat pavement :*

Settlement akibat beban pavement, $\sigma'_0 + \Delta\sigma' > \sigma'_c$, maka digunakan Persamaan 2.4 :

$$S_c = \left[\frac{H}{1+e_0} C_c \times \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_c} \right]$$

$$S_c = \left[\frac{1}{1+0,939} \times 0,268 \times \log \frac{0,4065+0,946}{0,4065} \right]$$

$$S_c = 0,0724 \text{ m}$$

Hasil perhitungan settlement akibat timbunan dan pavement tiap lapisan tanah dasar ditampilkan dalam Tabel 6.28.

Tabel 6. 27 Settlement Akibat Timbunan dan Pavement ($q = 9$ t/m²)

DEPTH (m)		$S_{c\text{Timbunan}}$	SC KUM	$S_{c\text{Pavement}}$	SC KUM
0	1	0.188845	0.188845	0.072352	0.072352
1	2	0.127851	0.316696	0.033601	0.105953
2	3	0.125012	0.441708	0.026672	0.132625
3	4	0.11057	0.552278	0.020635	0.15326
4	5	0.096492	0.64877	0.016057	0.169316
5	6	0.086879	0.735649	0.013292	0.182609
6	7	0.073875	0.809524	0.010742	0.193351
7	8	0.067921	0.877445	0.009017	0.202368
8	9	0.062587	0.940032	0.007851	0.210218
9	10	0.057374	0.997406	0.006909	0.217128
10	11	0.053712	1.051118	0.006125	0.223253
11	12	0.04844	1.099558	0.005456	0.228709
12	13	0.044396	1.143954	0.004697	0.233407
13	14	0.040587	1.18454	0.004021	0.237428
14	15	0.033171	1.217712	0.003324	0.240752
15	16	0.030561	1.248273	0.003068	0.24382
16	17	0.025432	1.273705	0.002589	0.246409
17	18	0.023563	1.297268	0.002314	0.248724
18	19	0.023419	1.320687	0.002222	0.250946
19	20	0.02183	1.342517	0.001925	0.252871
20	21	0.023231	1.365748	0.001891	0.254762
21	22	0.021518	1.387266	0.001602	0.256364
22	23	0.015736	1.403001	0.001198	0.257562
23	24	0.014714	1.417716	0.001088	0.25865
24	25	0.013507	1.431223	0.000984	0.259634
25	26	0.012561	1.443784	0.000924	0.260558

- Menghitung total *settlement* pada variasi beban q
 Perhitungan total *settlement* dengan cara menjumlahkan hasil perhitungan *settlement* akibat timbunan pada setiap lapisan tanah untuk masing – masing variasi beban q. Hasil perhitungan total *settlement* dapat dilihat pada Tabel 6.28.

Tabel 6. 28 Hasil Perhitungan Settlement untuk Variasi q

DEPTH (m)		Settlement (m)						
		Q = 3 t/m ²	Q = 6 t/m ²	Q = 9 t/m ²	Q = 12 t/m ²	Q = 15 t/m ²	Q = 18 t/m ²	Q = 21 t/m ²
0	1	0.12785149	0.1657826	0.1888445	0.20546455	0.2184667	0.2291479	0.23821257
1	2	0.20255656	0.27275988	0.31669599	0.34877455	0.37405854	0.3949305	0.4127044
2	3	0.27049737	0.37481172	0.44170836	0.49111786	0.53032727	0.5628402	0.59061554
3	4	0.32798973	0.46368159	0.55227816	0.61829301	0.67095625	0.71477903	0.75231058
4	5	0.37622945	0.54014609	0.64877021	0.73032038	0.79567728	0.85023262	0.89706127
5	6	0.41821118	0.60813395	0.73564902	0.83204346	0.90962945	0.9745836	1.03045797
6	7	0.45264191	0.66516088	0.80952395	0.9193575	1.0081237	1.08265037	1.14689435
7	8	0.4835518	0.71711129	0.8774453	1.00015493	1.09970929	1.18351979	1.25591193
8	9	0.51143881	0.76458627	0.94003213	1.07504743	1.18498203	1.27776913	1.35806901
9	10	0.53644851	0.80772807	0.99740649	1.14413878	1.26403189	1.36547861	1.45343929
10	11	0.55941947	0.847805	1.05111826	1.20918809	1.33878508	1.44871409	1.5442089
11	12	0.57967055	0.88361186	1.09955822	1.26826491	1.40704816	1.52506141	1.62777475
12	13	0.59795122	0.91622164	1.14395388	1.32267139	1.47015573	1.59586374	1.70547436
13	14	0.61437996	0.9458184	1.18454039	1.37268878	1.52843294	1.66148867	1.77771646
14	15	0.6275847	0.96983499	1.21771158	1.41379847	1.57655058	1.71587914	1.83778435
15	16	0.63958925	0.99183418	1.24827298	1.45184927	1.62125708	1.76657484	1.89392413
16	17	0.64942898	1.01001967	1.2737047	1.48368395	1.65882744	1.80933963	1.94143551
17	18	0.65844989	1.02679011	1.2972678	1.51329337	1.69388474	1.84935423	1.98599793
18	19	0.66733486	1.04339069	1.32068691	1.542821	1.72894489	1.88947022	2.03076877
19	20	0.67554658	1.05880539	1.3425168	1.57043374	1.76182168	1.92717776	2.07293967
20	21	0.6842241	1.07515731	1.36574808	1.59989871	1.79698555	1.96759026	2.11821653
21	22	0.69219594	1.0902465	1.38726571	1.62727753	1.82975037	2.00533718	2.16059804
22	23	0.6979571	1.10122116	1.40300136	1.64739397	1.85392366	2.03328802	2.1920831
23	24	0.70331223	1.1114551	1.41771563	1.66625031	1.87663132	2.05959439	2.2217667
24	25	0.70819539	1.12082042	1.43122301	1.68360764	1.89758498	2.08392215	2.24927217
25	26	0.71271114	1.1295069	1.4437842	1.69978676	1.91715718	2.1066889	2.2750569

- Perhitungan $H_{initial}$ dan H_{final}

Perhitungan $H_{initial}$ dan H_{final} untuk beban $q = 9 \text{ t/m}^2$ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{initial} &= \frac{(q + (Sc \times (Y_{timb} + Y_w - Y_{sat \ timb})))}{Y_{timb}} \\
 &= \frac{(9 + (1,443 \times (1,85 + 1 - 2)))}{1,85} \\
 &= 5,52 \text{ m}
 \end{aligned}$$

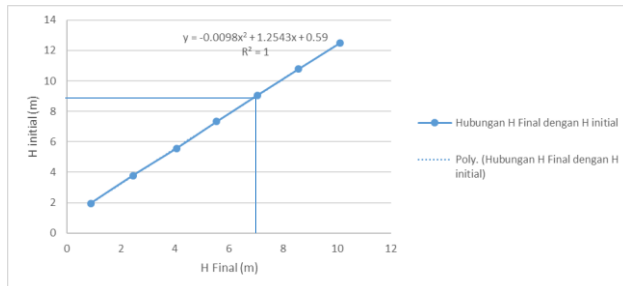
$$\begin{aligned}
 H_{\text{final}} &= H_{\text{initial}} + H_{\text{pavement}} - H_{\text{bongkar traffic}} - SC_{\text{timb}} - \\
 &\quad SC_{\text{pavement}} \\
 &= 5,52 + 0,5 - 0,2162 - 1,443 - 0,2576 \\
 &= 4,1107 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan H_{initial} dan H_{final} untuk masing – masing variasi beban q dapat dilihat pada Tabel 6.29 berikut :

Tabel 6. 29 Hasil Perhitungan H_{initial} dan H_{final}

q (t/m^2)	h_{timbunan} (m)	h_{initial} (m)	q bongkar trafik (t/m^2)	h_{bongkar} (m)	tebal pavement (m)	SC_{timbunan} (m)	SC_{pavement} (m)	SC_{total} (m)	h_{final} (m)
3	1.621622	1.949083	1	0.540541	0.5	0.712711	0.298613	1.011324	0.897219
6	3.243243	3.762206	0.7	0.378378	0.5	1.129507	0.278453	1.407959	2.475868
9	4.864865	5.528225	0.4	0.216216	0.5	1.443784	0.257562	1.701346	4.110663
12	6.486486	7.26747	0.4	0.216216	0.5	1.699787	0.236848	1.936634	5.614619
15	8.108108	8.988964	0.4	0.216216	0.5	1.917157	0.218106	2.135263	7.137485
18	9.72973	10.69767	0.4	0.216216	0.5	2.106689	0.201944	2.308633	8.672818
21	11.35135	12.39665	0.4	0.216216	0.5	2.275057	0.186816	2.461872	10.21856

Hubungan antara H_{initial} dan H_{final} ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.18. Sedangkan hubungan antara H_{final} dengan *Settlement* ditampilkan dalam sebuah grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.19.



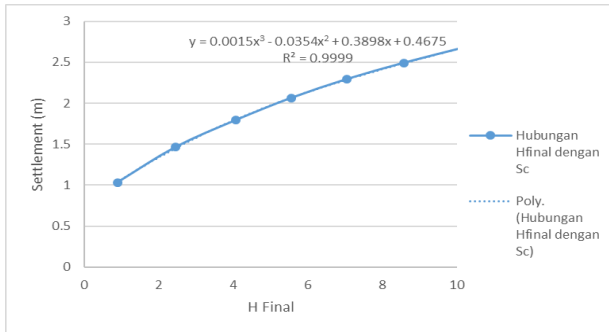
Gambar 6. 18 Hubungan antara H_{initial} dan H_{final}

Dari grafik hubungan antara H_{initial} dan H_{final} diatas didapatkan persamaan regresi $y = -0,0098x^2 + 1,2543x + 0,59$, maka didapatkan nilai H_{initial} adalah sebagai berikut :

$$H_{\text{final}} = 7\text{m}$$

$$H_{\text{initial}} = 0,0098(7)^2 + 1,2543(7) + 0,59$$

$$= 8,89 \text{ m}$$



Gambar 6. 19 Hubungan antara Hfinal dan Settlement

Dari grafik hubungan antara Hfinal dan settlement diatas didapatkan persamaan regresi $y = 0,0015x^3 - 0,0354x^2 + 0,3898x + 0,4675$, maka didapatkan nilai Settlement (Sc) adalah sebagai berikut :

$$H_{\text{final}} = 7 \text{ m}$$

$$Sc = 0,0015(7)^3 - 0,0354(7)^2 + 0,3898(7) + 0,4675$$

$$= 1,976 \text{ m}$$

6.2.2. Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah

Perhitungan sama seperti pada perhitungan Timbunan miring

6.2.3. Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

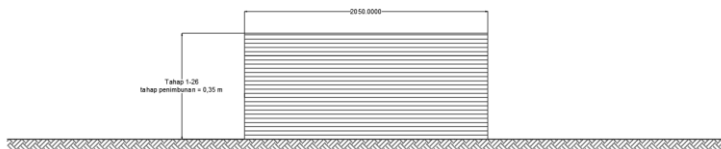
Perhitungan sama seperti pada perhitungan Timbunan miring

6.2.4. Penentuan Pola Pemasangan PVD

Perhitungan sama seperti pada perhitungan Timbunan miring

6.2.5. Perencanaan Timbunan Bertahap

Penimbunan dilapangan dilakukan secara bertahap sesuai dengan kecepatan penimbunan. Tahap penimbunan yang direncanakan adalah 0,35 meter per minggu. Penimbunan dilakukan sampai tinggi timbunan awal (Hinisial) 8,89 meter maka didapatkan jumlah tahapan penimbunan 26 tahap. Untuk tahap timbunan ke 21, tinggi timbunan yang diletakkan adalah 0,14 pada Gambar 6.20.



Gambar 6. 20 Ilustrasi pentahapan timbunan

Tinggi penimbunan dilapangan harus memperhatikan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang dapat dipikul oleh tanah dasar. Tinggi timbunan kritis ditentukan dengan membandingkan bantuan program XSTABL dan rumus *puncture*. Didapatkan nilai H_{cr} untuk $SF = 1$ (hasil perhitungan XSTABL, $SF = 1,008$) adalah 2,6 m dan dengan rumus *puncture* 1,99 m, lalu dipilih yang paling kritis yaitu 2 m.

Contoh perhitungan H kritis menggunakan rumus *puncture* :

$$SF = \frac{Cu \times Nc}{\gamma \times Ht}$$

$$Ht = \frac{Cu \times Nc}{\gamma \times SF}$$

$$Ht = \frac{0,84 \times 0,084 \times 5}{1,85 \times 1}$$

$$= 1,9938 \text{ m}$$

$$= 2,0 \text{ m}$$

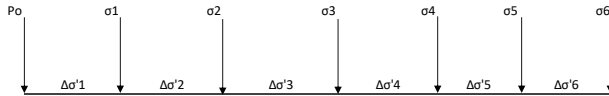
Tinggi timbunan yang dapat diterima tanah dasar adalah 2 meter maka tahap penimbunan 1 sampai 6 dapat dilakukan secara terus menerus. Tahap penimbunan selanjutnya tanah dasar harus cukup kuat menahan tanah timbunan. Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan daya dukung tanah dasar terlebih dahulu. Perhitungan peningkatan daya dukung adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tahap penimbunan hingga minggu ke-i pada minggu ke – 6 dapat dilihat pada **Tabel 6.30**.

Tabel 6. 30 Umur Timbunan ke-I pada Minggu ke-6

Tahap Penimbunan	1	2	3	4	5	6
Minggu Ke-	0					
	1	0				
	2	1	0			
	3	2	1	0		
	4	3	2	1	0	
	5	4	3	2	1	0
	6	5	4	3	2	1

2. Perhitungan tegangan tanah saat $U = 100\%$ Sketsa perubahan tegangan akibat beban bertahap dapat dilihat pada **Gambar 6.21**.



Gambar 6. 21 Perubahan tegangan akibat beban bertahap

$$\sigma_1 = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_1$$

$$\sigma_2 = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_2 \text{ dan seterusnya}$$

$$\Delta\sigma_1 = \Delta\sigma_2 = \Delta\sigma_3 = \Delta\sigma_4 = \Delta\sigma_5 = \Delta\sigma_6$$

$$\Delta\sigma_1 = I \times q$$

Perubahan tegangan di tiap lapisan tanah dasar saat derajat konsolidasi 100% dapat dilihat pada **Tabel 6.31**.

Tabel 6. 31 Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah pada Derajat Konsolidasi 100%

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
$H_{\text{imbunan}} \text{ (m)}$		0	0.35	0.70	1.05	1.40	1.75	2.10
No	$z \text{ (m)}$	$\sigma'_0 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_1 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_2 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_3 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_4 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_5 \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Delta\sigma'_6 \text{ (t/m}^2\text{)}$
1	0.5	0.4046724	1.05217	1.69967	2.34717	2.99466	3.64216	4.28966
2	1.5	1.2140172	1.86147	2.50892	3.15637	3.80381	4.45123	5.09865
3	2.5	1.8768548	2.52415	3.17142	3.81867	4.46588	5.11305	5.76018
4	3.5	2.3931852	3.04013	3.68701	4.33382	4.98054	5.62716	6.27366
5	4.5	2.918114	3.56445	4.21065	4.8567	5.50257	6.14823	6.79364
6	5.5	3.4516411	4.09705	4.74222	5.38712	6.03169	6.6759	7.31967
7	6.5	3.9786114	4.62272	5.26645	5.90974	6.55253	7.19472	7.83622
8	7.5	4.499025	5.14142	5.78326	6.42445	7.06489	7.70446	8.34302
9	8.5	5.0214111	5.66166	6.30112	6.93967	7.57719	8.21551	8.84843
10	9.5	5.5457697	6.1834	6.81998	7.45536	8.08937	8.72178	9.35235
11	10.5	6.0662759	6.70082	7.33402	7.96367	8.59557	9.22344	9.84898
12	11.5	6.5829297	7.21392	7.84323	8.47061	9.09582	9.71854	10.3384
13	12.5	7.1064892	7.73346	8.35838	8.98099	9.60096	10.2179	10.8315
14	13.5	7.6369544	8.25946	8.87953	9.49685	10.1111	10.7218	11.3285
15	14.5	8.168231	8.78585	9.40062	10.0122	10.6202	11.2241	11.8235
16	15.5	8.700319	9.31265	9.92172	10.5271	11.1285	11.7252	12.3168
17	16.5	9.3275514	9.93423	10.5372	11.1361	11.7304	12.3196	12.903
18	17.5	10.049928	10.6506	11.2472	11.8392	12.4261	13.0074	13.5823
19	18.5	10.725047	11.3195	11.9093	12.4942	13.0735	13.6466	14.2128
20	19.5	11.352909	11.9408	12.5237	13.1011	13.6725	14.2373	14.7946
21	20.5	12.047335	12.6284	13.2042	13.774	14.3373	14.8935	15.4419
22	21.5	12.808326	13.3825	13.9508	14.5129	15.068	15.6156	16.1548
23	22.5	13.554502	14.1215	14.6824	15.2365	15.7834	16.3222	16.8523
24	23.5	14.285863	14.8456	15.3989	15.9451	16.4835	17.0136	17.5346
25	24.5	15.011514	15.5639	16.1095	16.6476	17.1777	17.699	18.2109
26	25.5	15.731456	16.2765	16.8143	17.3444	17.866	18.3786	18.8814

3. Perhitungan penambahan tegangan efektif saat $U < 100\%$

Perhitungan derajat konsolidasi total (U_{total}) dengan PVD pola pemasangan segiempat jarak spasi 1 m dapat dilihat pada Tabel 6.37.

Perhitungan perubahan tegangan efektif tanah akibat beban bertahap menggunakan **Persamaan 2.32**. Perumusan penimbunan sampai tahap ke-6 ($H = 2,1$ m, $t = 6$ minggu) dapat dilihat pada **Tabel 6.32**. Hasil perhitungan perubahan tegangan efektif tiap lapisan tanah pada $U < 100\%$ ditampilkan pada **Tabel 6.33**.

Tabel 6. 32 Perumusan Perubahan Tegangan pada Derajat Konsolidasi $U < 100\%$

Tahap Penimbunan	Umur timbunan (minggu)	Derajat Konsolidasi Total (%)	$\Delta\sigma'$ saat $U < 100\%$
0 - 0.35 (1)	6	55.20%	$\{(\frac{\sigma_1}{\sigma_{0'}})^{0.552} \times \sigma_{0'}\} - \sigma_{0'}$
0.35 - 0,7 (2)	5	48.85%	$\{(\frac{\sigma_2}{\sigma_{1'}})^{0.4885} \times \sigma_{1'}\} - \sigma_{1'}$
0.75 - 1.05 (3)	4	41.60%	$\{(\frac{\sigma_3}{\sigma_{2'}})^{0.416} \times \sigma_{2'}\} - \sigma_{2'}$
1.05 - 1.40 (4)	3	33.30%	$\{(\frac{\sigma_4}{\sigma_{3'}})^{0.3310} \times \sigma_{3'}\} - \sigma_{3'}$
1.4 - 1.75 (4)	2	23.79%	$\{(\frac{\sigma_5}{\sigma_{4'}})^{0.2379} \times \sigma_{4'}\} - \sigma_{4'}$
1.75 - 2.10 (4)	1	12.87%	$\{(\frac{\sigma_4}{\sigma_{3'}})^{0.1287} \times \sigma_{5'}\} - \sigma_{5'}$

Tabel 6.33 Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah pada Derajat Konsolidasi < 100%

U		1	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%	Σσ' (t/m ²)	Σσ (kg/cm ²)
Umur Timbunan (minggu)		0	0.35	0.7	1.05	1.4	1.75	2.1		
No	z (m)	σ ⁰ (t/m ²)	Δσ ¹ (t/m ²)	Δσ ² (t/m ²)	Δσ ³ (t/m ²)	Δσ ⁴ (t/m ²)	Δσ ⁵ (t/m ²)	Δσ ⁶ (t/m ²)	Σσ' (t/m ²)	Σσ (kg/cm ²)
1	0.5	0.4046724	0.28110463	0.2777897	0.24423966	0.19833843	0.14276384	0.07754423	1.22178	0.122178
2	1.5	1.2140172	0.32306689	0.29223443	0.25140273	0.20231274	0.14493947	0.07850758	1.292464	0.129246
3	2.5	1.87685848	0.33352735	0.2977956	0.25472342	0.20435507	0.1461304	0.07905649	1.315588	0.131559
4	3.5	2.3931852	0.3379309	0.30046099	0.25642191	0.20543258	0.1467643	0.07934627	1.326357	0.132636
5	4.5	2.91811395	0.34076012	0.30226253	0.25758888	0.20616685	0.14718332	0.07952751	1.333489	0.133349
6	5.5	3.45164105	0.34256722	0.30341706	0.25831277	0.20659031	0.14739492	0.07959877	1.337881	0.133788
7	6.5	3.9786114	0.34358626	0.30401234	0.25862057	0.20670402	0.147391	0.07955251	1.339867	0.133987
8	7.5	4.499025	0.34399581	0.30413746	0.25855662	0.20652854	0.14717952	0.07939065	1.339789	0.133979
9	8.5	5.0214111	0.34391276	0.30385903	0.25815958	0.20608601	0.14672742	0.0791184	1.337908	0.133791
10	9.5	5.5457697	0.34339228	0.30320797	0.25744702	0.20538652	0.14617544	0.07873866	1.334348	0.133435
11	10.5	6.0662759	0.34246635	0.30220299	0.25643043	0.20443757	0.14539376	0.07825456	1.329186	0.132919
12	11.5	6.5829297	0.34116917	0.30086863	0.25512831	0.20323553	0.14448312	0.07767736	1.32253	0.132253
13	12.5	7.1064892	0.33953909	0.29923586	0.25356631	0.20185541	0.14332455	0.07700233	1.314524	0.131452
14	13.5	7.6396594	0.33759837	0.29732402	0.25176166	0.20025836	0.14206534	0.07625146	1.305259	0.130526
15	14.5	8.168231	0.33536552	0.29515015	0.24973026	0.19847677	0.14067235	0.07542745	1.294823	0.129482
16	15.5	8.700319	0.33286511	0.29273708	0.24749309	0.19652918	0.13916036	0.0745933	1.28324	0.128322
17	16.5	9.3275514	0.33016844	0.29014918	0.24510677	0.19446282	0.13756482	0.07367026	1.271059	0.127106
18	17.5	10.0499282	0.32728065	0.28739343	0.24257951	0.19228623	0.13589331	0.07263269	1.258069	0.125807
19	18.5	10.7250473	0.3241606	0.2844349	0.23988279	0.18997755	0.13413091	0.07161863	1.244205	0.124421
20	19.5	11.3529087	0.32084339	0.28130567	0.23704509	0.18756067	0.13232552	0.07056449	1.229615	0.122961
21	20.5	12.0473349	0.31791111	0.27806242	0.23411637	0.18507709	0.13041795	0.06949116	1.214556	0.121456
22	21.5	12.8083259	0.3138196	0.27472042	0.23111072	0.18253891	0.1285074	0.06840386	1.199101	0.11991
23	22.5	13.5545018	0.31012825	0.27127968	0.22802852	0.17994669	0.12656437	0.06730287	1.18325	0.118325
24	23.5	14.2858626	0.3059398	0.267876107	0.22488817	0.17731561	0.12459994	0.06619427	1.167098	0.11671
25	24.5	15.011514	0.30247626	0.26443471	0.22170731	0.17466009	0.12262459	0.06508375	1.150777	0.115074
26	25.5	15.731456	0.29855565	0.260567	0.21850018	0.17199167	0.12064656	0.06395754	1.134237	0.113424

4. Perhitungan kenaikan daya dukung
 Perhitungan harga Cu baru menggunakan **Persamaan 2.35**. Hasil perhitungan Cu baru dapat dilihat pada **Tabel 6.33**.

Tabel 6. 33 Perubahan harga Cu pada Minggu Keenam

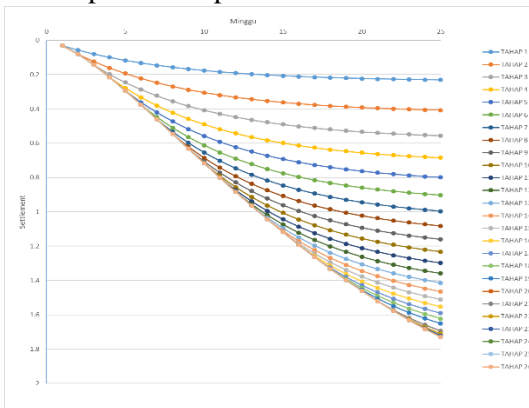
z (m)	PI (%)	Umur timbunan (minggu)						
		Cu lama (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)	Cu baru (kg/cm ²)
0.5	33	0.079248059	0.12925316	0.12103075	0.11277411	0.10443529	0.0960476	0.08763098
1.5	33	0.090344176	0.1405328	0.13232294	0.12403674	0.1156849	0.0772766	0.09882585
2.5	53	0.093425744	0.11931981	0.12564115	0.11928701	0.11288127	0.10643115	0.09994355
3.5	53	0.098852376	0.13733881	0.1310679	0.12471651	0.11831247	0.11186281	0.10573403
4.5	51	0.105303174	0.14495078	0.13847714	0.13193976	0.12534678	0.11870542	0.11202221
5.5	51	0.111081273	0.15066755	0.14420855	0.1376839	0.1311019	0.12446989	0.11779438
6.5	53	0.115515206	0.15384029	0.14759227	0.14127901	0.13490752	0.12848554	0.12201952
7.5	53	0.120984753	0.15918448	0.15296423	0.14667494	0.14032521	0.13392263	0.12747385
8.5	53	0.126475031	0.16451447	0.15832854	0.15207008	0.14574807	0.13937042	0.13294404
9.5	53	0.13198604	0.16982978	0.16368515	0.15746401	0.15117578	0.1448287	0.13843
10.5	53	0.13745656	0.17506938	0.16897287	0.16279548	0.15654704	0.15023618	0.14387047
11.5	53	0.14288691	0.18023427	0.17419238	0.16806491	0.16186211	0.155593	0.14926551
12.5	51	0.150663278	0.18884132	0.18267797	0.17642136	0.17008246	0.16367097	0.15719541
13.5	51	0.156408216	0.19424803	0.18815285	0.18195919	0.17567841	0.16912059	0.16289458
14.5	51	0.162161942	0.19963451	0.19361256	0.18748666	0.18126915	0.1749698	0.16859801
15.5	51	0.167924455	0.20503352	0.19949052	0.1930894	0.18685573	0.18081926	0.17439402
16.5	36	0.197103505	0.24188083	0.23472857	0.22742699	0.22300104	0.21246409	0.20482803
17.5	36	0.20666055	0.25091465	0.24385545	0.23665097	0.22931633	0.22186514	0.21343958
18.5	47	0.196716293	0.23460212	0.22857407	0.22241513	0.21613853	0.20975621	0.20327892
19.5	47	0.203917863	0.24130693	0.235573	0.22930355	0.22311184	0.21680901	0.21040865
20.5	37	0.231158667	0.27318318	0.26653038	0.25971823	0.25276184	0.24567499	0.23847051
21.5	37	0.24110482	0.28253822	0.27599533	0.26928857	0.26243299	0.25544232	0.24832913
22.5	35	0.255194779	0.29702849	0.29043857	0.28367657	0.27675774	0.26969611	0.26250455
23.5	35	0.2649877	0.3062015	0.29972483	0.29307227	0.28625891	0.27929867	0.27220436
24.5	36	0.27320233	0.31240794	0.3061202	0.29965534	0.29302803	0.28625189	0.27933947
25.5	36	0.281827163	0.32131066	0.31513914	0.30878216	0.30225955	0.29558471	0.28877009

5. Perhitungan Hcr dengan Cu baru

Penimbunan tahap selanjutnya yaitu tahap 7 dengan tinggi timbunan total 2,45 m. Hasil perhitungan XSTABL untuk SFrencana = 1,5 didapatkan hasil SF = 0,974 < 1,5 maka penimbunan tahap 6 tidak bisa dilakukan. Sehingga harus ditunda seminggu dan dicek kembali daya dukung tanah dasarnya. Setelah ditunda seminggu dan didapatkan SF = 1,042 < 1,5 maka penimbunan tidak dapat dilanjutkan.

Setelah ditunda sekitar 6 minggu dan didapatkan hasil perhitungan XSTABL SF = 1,284 < 1,5. Karena waktu penundaan yang cukup lama maka diputuskan untuk menggunakan perkuatan.

Perkuatan timbunan oprit tegak direncanakan menggunakan *geotextile*, *freysissol* atau *micropile*. Karena telah digunakan perkuatan timbunan, maka daya dukung tanah dasar tidaklah menjadi masalah lagi sehingga penimbunan dapat menerus dilakukan tanpa adanya waktu penundaan penahapan. Grafik konsolidasi tanah dasar yang terjadi akibat penahapan penimbunan dapat dilihat pada **Gambar 6.22**.



Gambar 6. 22 Grafik Konsolidasi Tanah Dasar yang Terjadi Akibat Penahapan Penimbunan

6.2.6. Perencanaan Geotextile wall arah memanjang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan

Perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan oprit bertujuan sebagai dinding penahan tanah. Jenis geotextile yang digunakan adalah tipe UW-250 dengan kuat Tarik sebesar 53 kN/m. Perhitungan perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan sebagai berikut :

1. Kontrol *Internal Stability*

c. Perhitungan Jarak Pemasangan *Geotextile* (S_v)

- Menentukan persamaan nilai tegangan horizontal

$$\Phi = 35^\circ$$

$$\begin{aligned} k_a &= \tan^2(45 - \Phi/2) \\ &= \tan^2(45 - 35/2) \\ &= 0,271 \end{aligned}$$

$$h_{\text{timb}} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{hs} &= \gamma_{\text{timb}} \times z \times k_a \\ &= 18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m} \times 0,271 \\ &= 35,093 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{hq} &= k_a \times q \\ &= 0,271 \times 17,1 \text{ kN/m}^2 \\ &= 4,6349 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai $T_{\text{allowable}}$

$$\begin{aligned} T_{\text{allow}} &= \frac{T}{\frac{FSid \times FScr \times FScd \times FSbd}{53}} \\ &= \frac{24,091}{1,1 \times 2,0 \times 1,0 \times 1,0} \\ &= 24,091 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- Jarak pemasangan geotextile (S_v)

$$\begin{aligned} S_v &= T_{\text{allow}} / (SF \times \sigma_h) \\ &= 24,091 / (1,5 \times 39,728) \\ &= 0,436 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_{v\text{pakai}} = 0,4 \text{ m}$$

Perhitungan nilai Sv selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 5** Rekap perhitungan nilai Sv tiap z yang berbeda – beda dapat dilihat pada **Tabel 6.34**.

Tabel 6. 34 Hasil Perhitungan Nilai Sv

Layer	z (m)	σ_{hs} (kN/m ²)	σ_{hq} (kN/m ²)	σ_h (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)
1,0	7,0	35,1	4,6	39,7	0,4	0,4
2,0	6,6	33,1	4,6	37,7	0,4	0,4
3,0	6,2	31,1	4,6	35,7	0,4	0,4
4,0	5,8	29,1	4,6	33,7	0,5	0,4
5,0	5,4	27,1	4,6	31,7	0,5	0,5
6,0	4,9	24,6	4,6	29,2	0,6	0,5
7,0	4,4	22,1	4,6	26,7	0,6	0,6
8,0	3,8	19,1	4,6	23,7	0,7	0,6
9,0	3,2	16,0	4,6	20,7	0,8	0,7
10,0	2,5	12,5	4,6	17,2	0,9	0,9
11,0	1,6	8,0	4,6	12,7	1,3	1,2

d. Perhitungan Panjang *Geotextile*

Jarak pemasangan geotextile didapatkan pada perhitungan sebelumnya untuk setiap ketinggian timbunan yang direncanakan, selanjutnya dapat dihitung panjang geotextile yang dibutuhkan. Contoh perhitungan untuk mencari panjang geotextile adalah sebagai berikut :

Panjang geotextile dibelakang bidang longsor :

$$\begin{aligned}
 L_e &= \frac{Sv \times \sigma_h \times SF}{2[c + \sigma_v (\text{tg} \delta)]} \\
 &= \frac{0,4 \times 39,7 \times 1,5}{2[0 + (7 \times 18,5 (\text{tg} 33,25))]} \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_e \text{ pakai} = 1,0 \text{ m}$$

Panjang geotextile didepan bidang longsor (L_r) :

Nilai L_r didapat dengan program bantu AUTOCAD dan didapatkan nilai L_r :

$$\begin{aligned} L_r &= 16,43 \text{ m} \\ L &= L_e + L_r \\ &= 1 + 16,43 \\ &= 17,43 \text{ m} \\ L_{\text{pakai}} &= 18 \text{ m} \end{aligned}$$

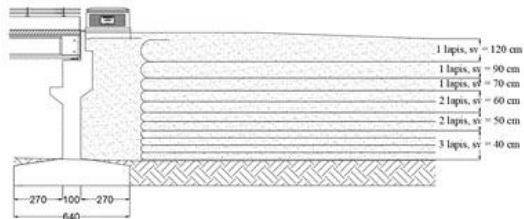
Panjang lipatan *geotextile* :

$$\begin{aligned} L_o &= 0,5 \times L_e \\ &= 0,5 \times 1 \\ &= 0,5 \text{ m} \\ L_{o \text{ pakai}} &= 1,0 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang *geotextile* total:

$$\begin{aligned} L_{\text{total}} &= L_{\text{pakai}} + S_v + L_o \\ &= 18 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 1 \text{ m} \\ &= 19,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan nilai L_e , L_r , L_o , dan L_{total} selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.



Gambar 6. 23 Sketsa pemasangan geotextile wall

2. Kontrol *External Stability*

Kontrol external stability meliputi kontrol guling, kontrol geser, dan kontrol daya dukung terhadap timbunan.

a. Kontrol terhadap guling

$$K_a = 0,2709$$

$$\begin{aligned}\delta &= 90\% \times \Phi \\ &= 0,95 \times 35 \\ &= 33,25\end{aligned}$$

$$q = 17,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_v1 = q = 17,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_v2 &= \sigma_v1 + (\gamma_{\text{timb}} \times h) \\ &= 17,1 + (18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m}) \\ &= 146,6 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_h1 &= \sigma_v1 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0,5} \\ &= 17,1 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0,5}) \\ &= 4,6 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_h2 &= \sigma_v1 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0,5} \\ &= 146,6 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0,5}) \\ &= 39,713 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$P1 = 4,6 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = 32,44 \text{ kN}$$

$$P1 \cos \delta = 21,58 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) = 27,13 \text{ kN}$$

$$P1 \sin \delta = 21,58 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) = 11,83 \text{ kN}$$

$$P2 = 37,037 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = 122,83 \text{ kN}$$

$$P2 \cos \delta = 32,44 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) = 102,72 \text{ kN}$$

$$P2 \sin \delta = 122,83 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) = 67,33 \text{ kN}$$

Momen guling ditinjau di dasar timbunan (titik O)

Momen Dorong ($P \cos \delta \times R$)

$$P1 = 18,05 \text{ kN/m} \times 3,375 \text{ m} = 60,92 \text{ kN.m}$$

$$P2 = 95,51 \text{ kN/m} \times 2,25 \text{ m} = 214,49 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned}P \text{ total} &= P1 + P2 \\ &= 60,92 \text{ kN} + 214,49 \text{ kN} \\ &= 275,82 \text{ kN.m}\end{aligned}$$

Momen Penahan $[(P \sin \delta \times X) + W \times X]$

$$P1 = 11,83 \text{ kN/m} \times 0,59 \text{ m} = 6,98 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned}
 P2 &= 62,62 \text{ kN/m} \times 5,3425 \text{ m} &= 334,54 \text{ kN.m} \\
 W_{\text{total}} &= 10302,65 \text{ kN.m} \\
 P_{\text{total}} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 6,98 + 334,54 + 10302,65 &= 10644,18 \\
 &\text{kN.m} \\
 SF &= \text{momen penahan} / \text{momen pendorong} \\
 &= 10644,18 / 275,82 \\
 &= 34,15 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

b. Kontrol terhadap geser

Gaya Penahan ($P \sin \delta + W$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 11,83 \text{ kN} \\
 P2 &= 62,62 \text{ kN} \\
 W1 &= 995,3,2 \text{ kN} \\
 P \text{ total} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 1070 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya Pendorong ($P \cos \delta$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 18,05 \text{ kN} \\
 P2 &= 95,51 \text{ kN} \\
 P \text{ total} &= 113,56 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya Pendorong = 113,56 kN

$$\begin{aligned}
 SF &= \text{gaya penahan} / \text{gaya pendorong} \\
 &= 1070 \text{ kN} / 113,56 \text{ kN} \\
 &= 9,4 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

c. Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

Saat kontrol terhadap daya dukung, geotextile diasumsikan sebagai pondasi dangkal dengan kedalaman = 0 m.

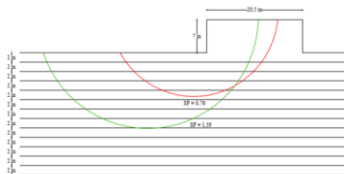
$$\begin{aligned}
 \Phi &= 18 \\
 N_c &= 14,08 \\
 N_\gamma &= 2,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nq &= 5,44 \\
 Cu &= 2,526 \text{ t/m}^2 \\
 \gamma t &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 B &= 20,5 \text{ m} \\
 q_{\text{traffic+pavement}} &= 1,71 \text{ t/m}^2 \\
 q_{\text{timb}} &= 7 \text{ m} \times 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 &= 12,95 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pult} &= c. Nc + q. Nq + 0,5. \gamma. B. N\gamma \\
 &= 2,53 \times 14,08 + (1,71 \times 5,44) + (0,5 \times 1,85 \times \\
 &\quad 20,5 \times 2,66) \\
 &= 44,866 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pactual} &= q_{\text{timb}} + Cu \\
 &= 12,95 + 2,53 \\
 &= 15,47 \text{ t/m}^2 \\
 \\
 \text{SF} &= \text{Pult/Pact} \\
 &= 44,86/15,47 = 2,89 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

6.2.7. Perencanaan *Geotextile* Arah Melintang Jembatan Sebagai Perkuatan Timbunan

Perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan oprit bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar dibawah timbunan. Jenis geotextile yang digunakan adalah tipe UW-250 dengan kuat Tarik 53 kN/m.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisa dengan mencari hasil paling kritis dari program *Geo 5*, dengan bantuan program *Geo5* didapatkan SF minimum dan *momen resistant* serta bidang longsor yang terjadi, berikut merupakan bidang longsor paling kritis yang didapatkan dari program *Geo5*.



Gambar 6. 24 Bidang longsor yang ditinjau

Hasil perhitungan kebutuhan *geotextile* pada tiap bidang longsor ditampilkan pada Tabel 6.25.

STA	Tinggi Timbunan		Geotextile	
	(m)		Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0
0+028	1.01	1	0	0
0+050	1.75	1.75	16	800
0+075	2.625	2.63	32	1600
0+086	3.01	3	37	814
0+100	3.5	3.5	45	1260
0+125	4.375	4.38	60	3000
0+143	5.045	5	60	2160
0+150	5.25	5.25	78	1092
0+175	6.125	6.13	101	5050
0+200	7	7	131	6550

Gambar 6. 25 Kebutuhan Geotextile Pada Tiap STA

Berdasarkan Tabel 6.25, kebutuhan lapis geotextile paling banyak pada keruntuhan dengan $SF = 0,75$. Sehingga, kebutuhan geotextile pada bidang longsor dengan $SF = 0,75$ yang dipakai dan ditinjau lebuah lanjut.

Perhitungan perencanaan geotextile sebagai perkuatan timbunan sebagai berikut :

Geometri Timbunan

- Lebar timbunan = 20,5 m

- H inisial = 8,89 m
- H final = 7,0 m

1. Kontrol *Internal Stability*

a. Perhitungan Jarak Pemasangan *Geotextile* (S_v)

$$\Phi = 35^\circ$$

$$\begin{aligned} k_a &= \tan^2(45 - \Phi/2) \\ &= \tan^2(45 - 35/2) \\ &= 0,271 \end{aligned}$$

$$h_{\text{timb}} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{hs}} &= \gamma_{\text{timb}} \times z \times k_a \\ &= 18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m} \times 0,271 \\ &= 35,093 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{hq}} &= k_a \times q \\ &= 0,271 \times 17,1 \text{ kN/m}^2 \\ &= 4,6349 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

• Menentukan nilai $T_{\text{allowable}}$

$$\begin{aligned} T_{\text{allow}} &= \frac{T}{FSid \times FScr \times FScd \times FSbd} \\ &= \frac{53}{1,1 \times 2,0 \times 1,0 \times 1,0} \\ &= 24,091 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

• Jarak pemasangan geotextile (S_v)

$$\begin{aligned} S_v &= T_{\text{allow}} / (SF \times \sigma_h) \\ &= 24,091 / (1,5 \times 39,728) \\ &= 0,436 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S_{v_{\text{pakai}}} = 0,4 \text{ m}$$

Perhitungan nilai S_v selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 5** Rekap perhitungan nilai S_v tiap z yang berbeda – beda dapat dilihat pada **Tabel 6.35**.

Tabel 6. 35 Hasil Perhitungan Nilai Sv

Layer	z (m)	σ_{hs} (kN/m ²)	σ_{hq} (kN/m ²)	σ_h (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)
1,0	7,0	35,1	4,6	39,7	0,4	0,4
2,0	6,6	33,1	4,6	37,7	0,4	0,4
3,0	6,2	31,1	4,6	35,7	0,4	0,4
4,0	5,8	29,1	4,6	33,7	0,5	0,4
5,0	5,4	27,1	4,6	31,7	0,5	0,5
6,0	4,9	24,6	4,6	29,2	0,6	0,5
7,0	4,4	22,1	4,6	26,7	0,6	0,6
8,0	3,8	19,1	4,6	23,7	0,7	0,6
9,0	3,2	16,0	4,6	20,7	0,8	0,7
10,0	2,5	12,5	4,6	17,2	0,9	0,9
11,0	1,6	8,0	4,6	12,7	1,3	1,2

b. Perhitungan Panjang *Geotextile*

Jarak pemasangan geotextile didapatkan pada perhitungan sebelumnya untuk setiap ketinggian timbunan yang direncanakan, selanjutnya dapat dihitung panjang geotextile yang dibutuhkan. Contoh perhitungan untuk mencari panjang geotextile adalah sebagai berikut :

Panjang geotextile dibelakang bidang longsor :

$$\begin{aligned}
 Le &= \frac{Sv \times \sigma_h \times SF}{2[c + \sigma_v (\text{tg} \delta)]} \\
 &= \frac{0,4 \times 39,7 \times 1,5}{2[0 + (7 \times 18,5 (\text{tg} 33,25))]} \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Le_{\text{pakai}} = 1,0 \text{ m}$$

Panjang geotextile didepan bidang longsor (Lr) :

Nilai Lr didapat dengan program bantu AUTOCAD dan didapatkan nilai Lr :

$$Lr = 16,43 \text{ m}$$

$$L = Le + Lr$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 + 16,43 \\
 &= 17,43 \text{ m} \\
 L_{\text{pakai}} &= 18 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang lipatan *geotextile* :

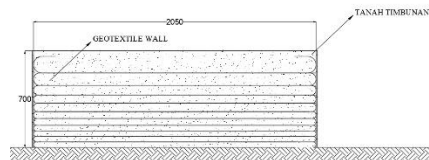
$$\begin{aligned}
 L_o &= 0,5 \times L_e \\
 &= 0,5 \times 1 \\
 &= 0,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$L_o \text{ pakai} = 1,0 \text{ m}$$

Panjang *geotextile* total:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} &= L_{\text{pakai}} + S_v + L_o \\
 &= 18 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
 &= 19,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai L_e , L_r , L_o , dan L_{total} selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.



Gambar 6. 26 Sketsa pemasangan geotextile wall

2. Kontrol *External Stability*

Kontrol external stability meliputi kontrol guling, kontrol geser, dan kontrol daya dukung terhadap timbunan.

a. Kontrol terhadap guling

$$\begin{aligned}
 K_a &= 0,2709 \\
 \delta &= 90\% \times \Phi \\
 &= 0,95 \times 35 \\
 &= 33,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q &= 17,1 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_1 &= q = 17,1 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_2 &= \sigma_1 + (\gamma_{\text{timb}} \times h) \\
 &= 17,1 + (18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m}) \\
 &= 146,6 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_{h1} &= \sigma_1 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\
 &= 17,1 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\
 &= 4,6 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma_{h2} &= \sigma_1 \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\
 &= 146,6 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\
 &= 39,713 \text{ kN/m}^2 \\
 P1 &= 4,6 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} &= 32,44 \text{ kN} \\
 P1 \cos \delta &= 21,58 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) &= 27,13 \text{ kN} \\
 P1 \sin \delta &= 21,58 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 11,83 \text{ kN} \\
 P2 &= 37,037 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} &= 122,83 \text{ kN} \\
 P2 \cos \delta &= 32,44 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) &= 102,72 \text{ kN} \\
 P2 \sin \delta &= 122,83 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 67,33 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Momen guling ditinjau di dasar timbunan (titik O)

Momen Dorong ($P \cos \delta \times R$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 18,05 \text{ kN/m} \times 3,375 \text{ m} &= 60,92 \text{ kN.m} \\
 P2 &= 95,51 \text{ kN/m} \times 2,25 \text{ m} &= 214,49 \text{ kN.m} \\
 P \text{ total} &= P1 + P2 \\
 &= 60,92 \text{ kN} + 214,49 \text{ kN} \\
 &= 275,82 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Momen Penahan [$(P \sin \delta \times X) + W \times X$]

$$\begin{aligned}
 P1 &= 11,83 \text{ kN/m} \times 0,59 \text{ m} &= 6,98 \text{ kN.m} \\
 P2 &= 62,62 \text{ kN/m} \times 5,3425 \text{ m} &= 334,54 \text{ kN.m} \\
 W_{\text{total}} &= 10302,65 \text{ kN.m} \\
 P_{\text{total}} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 6,98 + 334,54 + 10302,65 &= 10644,18 \\
 &\text{kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SF} &= \text{momen penahan} / \text{momen pendorong} \\ &= 10644,18 / 275,82 \\ &= 34,15 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

b. Kontrol terhadap geser

Gaya Penahan ($P \sin \delta + W$)

$$\begin{aligned} P1 &= 11,83 \text{ kN} \\ P2 &= 62,62 \text{ kN} \\ W1 &= 995,3,2 \text{ kN} \\ P \text{ total} &= P1 + P2 + W1 \\ &= 1070 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Pendorong ($P \cos \delta$)

$$\begin{aligned} P1 &= 18,05 \text{ kN} \\ P2 &= 95,51 \text{ kN} \\ P \text{ total} &= 113,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Pendorong = 113,56 kN

$$\begin{aligned} \text{SF} &= \text{gaya penahan} / \text{gaya pendorong} \\ &= 1070 \text{ kN} / 113,56 \text{ kN} \\ &= 9,4 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

c. Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

Saat kontrol terhadap daya dukung, geotextile diasumsikan sebagai pondasi dangkal dengan kedalaman = 0 m.

$$\begin{aligned} \Phi &= 18 \\ N_c &= 14,08 \\ N_\gamma &= 2,66 \\ N_q &= 5,44 \\ C_u &= 2,526 \text{ t/m}^2 \\ \gamma_t &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\ B &= 20,5 \text{ m} \\ q_{\text{traffic+pavement}} &= 1,71 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q \text{ timb} &= 7 \text{ m} \times 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 &= 12,95 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pult} &= c. Nc + q. Nq + 0,5. \gamma. B. N\gamma \\
 &= 2,53 \times 14,08 + (1,71 \times 5,44) + (0,5 \times 1,85 \times \\
 &\quad 20,5 \times 2,66) \\
 &= 44,866 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pactual} &= q_{\text{timb}} + C_u \\
 &= 12,95 + 2,53 \\
 &= 15,47 \text{ t/m}^2 \\
 \\
 \text{SF} &= \text{Pult/Pact} \\
 &= 44,86/15,47 = 2,89 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan kebutuhan Geotextile pada setiap STA:

Tabel 6. 36 Rekapitulasi Kebutuhan Geotextile Wall

STA	Tinggi Timbunan (m)		Geotextile	
			Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0
0+028	1.01	1	0	0
0+050	1.75	1.75	16	800
0+075	2.625	2.63	32	1600
0+086	3.01	3	37	814
0+100	3.5	3.5	45	1260
0+125	4.375	4.38	60	3000
0+143	5.045	5	60	2160
0+150	5.25	5.25	78	1092
0+175	6.125	6.13	101	5050
0+200	7	7	131	6550

- Perencanaan Dinding Geotextile Wall dan Pondasi Dangkal

Dalam perencanaan freyssisol, lapisan luar timbunan akan ditutupi oleh dinding beton precast. Dinding ini akan mengalami gaya dorong horisontal dan akan ditarik sebagai perlawanannya oleh paraweb straps yang telah direncanakan sebelumnya. Dinding ini akan berdiri di atas sloof, sloof ini bertujuan sebagai pondasi dangkal. Berikut adalah data perencanaan dinding beton precast :

Tebal dinding	= 0,1 m
Φ	= 18
Nc	= 14,08
$N\gamma$	= 2,66
Nq	= 5,44
Cu	= 2,525 t/m ²
γ_{timb}	= 1,85 t/m ³

Lebar dan kedalaman pondasi yang direncanakan adalah 1 x 0,5 m. Berikut adalah perhitungan perencanaan pondasi dangkal dinding:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dinding}} &= 70 \text{ kg/m}^2 \times \text{Adinding pada timbunan} \\
 &= 384 \times ((7-0) \times 200 / 2) \\
 &= 49000 \text{ kg} \\
 &= 490 \text{ kN} \\
 Q_{\text{actual}} &= W_{\text{dinding}} / \text{panjang oprit} \\
 &= 490 / (0,5 \times 200) \\
 &= 4,9 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{\text{ultimate}} &= c \cdot N_c + (\gamma \cdot D + q) N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 2,525 \times 14,08 + (1,85 \times 1 + 0) 5,44 + (0,5 \times \\
 &\quad 1,85 \times 0,5 \times 2,66) \\
 &= 468,5627 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{ijin} &= q_{ultimate} / SF \\
 &= 468,5627/2 \\
 &= 234,28 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{actual} &< q_{ijin}, \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

6.2.8. Perencanaan Perkuatan Tanah dengan *Micropile*

Pada perencanaan micropile, analisa stabilitas dilakukan untuk daya dukung hanya mempertimbangkan keruntuhan pada tanah dasar.

Dikarenakan SF rencana 1,5, dan dari hasil percobaan aplikasi *geo 5* di dapat $SF_{min} = 0,75$ Contoh Perhitungan perkuatan dengan micropile untuk $SF_{min} = 0,75$ sebagai berikut:

- SF minimum
 - Koordinat dasar timbunan di titik Z
 - $X_z = 20$
 - $Y_z = 26$
 - Angka Keamanan
 - $SF = 0,75$
 - Jari-jari kelongsoran
 - $R = 18,01$
 - Koordinat pusat bidang longsor di titik O
 - $X_o = 17,22$
 - $Y_o = 34,69$
 - Koordinat dasar bidang longsor di titik C
 - $X_c = 18,71$
 - $Y_c = 15,87$
 - Koordinat batas longsor di titik A dan B
 - $X_a = 1$
 - $Y_a = 26$
 - $X_b = 36,43$

$$Y_b = 26$$

- Momen Penahan

$$MR_{\min} = 15376 \text{ kNm}$$

- Panjang bidang longsor rencana dibuat agar micropile tidak bertabrakan dengan PVD

$$L_{\text{bidang longsor}} = 35,43 \text{ m}$$

- SF Rencana (SF = 1,5)
- Spesifikasi Micropile (PT. Wika Beton)

Dimensi : 250 mm x 250 mm

$$H_t = 250 \text{ mm}$$

$$B_t = 250 \text{ mm}$$

$$f_c' = 42 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 250 \times 250^3$$

$$= 32552 \text{ kg/m}$$

$$Mu = 5,19 \text{ ton.m}$$

$$= 519 \text{ ton.cm}$$

- Panjang *Micropile*

$$L_a \text{ diatas bidang longsor} = Y_z - Y_c$$

$$= 26 - 15,87$$

$$= 10,13 \text{ m}$$

$$L_b \text{ dibawah bidang longsor} = 16.1 \text{ m}$$

- Gaya horizontal yang mampu dipikul 1 *micropile*

- Faktor modulus tanah (f)

$$C_u = 0,084 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u$$

$$= 2 \times 0,084$$

$$= 0,173 \text{ kg/cm}^2$$

Nilai q_u diplot pada grafik pada gambar (NAVFAC DM 7)

$$f = 2 \text{ ton/ft}^2$$

$$= 2 \times 0,032$$

$$= 0,064 \text{ kg/cm}^2$$

- Modulus elastisitas (E)

$$E = 4700 \times \sqrt{f'c'}$$

$$= 4700 \times \sqrt{42}$$

$$= 30459,48 \text{ MPa}$$

$$= 204594,8128 \text{ kg/cm}^2$$

- Faktor kekakuan relative (T)

$$T = (EI/f)^{1/5}$$

$$= (32552 \times 204594,8128/0,064)^{1/5}$$

$$= 172,99 \text{ cm}$$

$$= 1,72 \text{ m}$$

- Koefisien momen akibat gaya lateral

$$Lb = 16,1 \text{ m}$$

$$T = 1,72 \text{ m}$$

$$Lb/T = 2,89$$

$$Z = 0$$

Nilai Lb/T dan Z di plot pada grafik pada gambar (NAVFAC DM 7)

$$Fm = 1$$

- Gaya horizontal yang dapat dipikul 1 *micropile*

$$P = Mu/(fm \times T)$$

$$= 5,19 / (1 \times 1,38)$$

$$= 3,93 \text{ ton}$$

$$= 39,34 \text{ kN}$$

- Jumlah micropile yang dibutuhkan

$$H_{\text{inisial}} = 8,89 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = 7,0 \text{ m}$$

$$SF_{\text{min}} = 0,75$$

$$MR_{\text{min}} = 15376 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 R &= 18,01 \text{ m} \\
 SF_{\text{rencana}} &= 1,5 \\
 M_{\text{dorong}} &= M_{r_{\text{min}}}/SF_{\text{min}} \\
 &= 15376/0,75 \\
 &= 20502 \text{ kNm} \\
 MR_{\text{rencana}} &= M_{\text{dorong}} \times SF \\
 &= 20502 \times 1,5 \\
 &= 30753 \text{ kN.m} \\
 \Delta MR &= MR_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}} \\
 &= 30753 \text{ kNm} - 15376 \text{ kNm} \\
 &= 15376 \text{ kNm} \\
 P_{\text{max}} &= P \\
 &= 39,30 \text{ kN} \\
 n &= \Delta MR / (P \times R) \\
 &= 15375 / (39,3 \times 18,01) \\
 &= 21,702 \\
 &= 22 \text{ buah (dibuat 1 baris)} \\
 s &= \text{panjang bidang perencanaan} / n \\
 &= 31,53 \text{ m} / 22 \text{ buah} \\
 &= 1,3709 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekapitulasi kebutuhan micropile pada setiap STA :

Tabel 6.36 Rekapitulasi kebutuhan micropile setiap STA

STA	Tinggi Timbunan		Micropile			
	(m)		Jumlah	Kedalaman	Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0	0	0
0+025	0,875	0,88	0	0	0	0
0+028	1,01	1	0	0	0	0
0+050	1,75	1,75	2	6,0	12	600
0+075	2,625	2,63	3	8,0	24	1200
0+086	3,01	3	4	8	32	704
0+100	3,5	3,5	6	8,0	48	1344
0+125	4,375	4,38	9	8,0	72	3600
0+143	5,045	5	11	8	88	3168
0+150	5,25	5,25	13	9,0	117	1638
0+175	6,125	6,13	17	11,0	187	9350
0+200	7	7	22	17	374	18700

6.2.9. Perencanaan Perkuatan Timbunan Menggunakan *Freyssisol*

Alternatif berikutnya yaitu menggunakan perkuatan *Freyssisol*. Perkuatan dengan *Freyssisol* ini memperhitungkan gaya tanah yang mendorong dinding *precast* dan kekuatan bahan gaya tarik dari *paraweb strap*. Dinding *precast* dan *paraweb straps* tersebut adalah satu kesatuan yang saling terikat dan disebut *freysisol*. Dalam Tugas Akhir ini, perencanaan *freysisol* menggunakan *paraweb straps* dengan memiliki kekuatan tarik sebesar 100 kN, dan dibuat dengan jarak 0,7 m

1. Perhitungan kebutuhan *freysisol*

Dalam Tugas Akhir ini, perencanaan *freysisol* digunakan untuk timbunan dengan ketinggian 6,75 meter. Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan *paraweb straps* yang menarik dinding *precast* pada satu kesatuan sistem *freysisol* untuk ketinggian timbunan 6,75 m.

- Menentukan nilai *Tallowable*:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{allow}} &= \frac{T}{FSid \times FScr \times FScd \times FSbd} \\
 &= \frac{100}{1,1 \times 2,0 \times 1,0 \times 1,0} \\
 &= 45,45455 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

kemudian dihitung gaya horizontal yang mendorong masing-masing dinding *precast*. Berikut adalah contoh perhitungan gaya horisontal untuk dinding *precast* yang terpasang paling tinggi pada ketinggian timbunan 6,45 m. berikut contoh perhitungan dan ilustrasi pemasangan perkuatan *freysisol*

- b dinding = 1,65 m
- $q_{\text{pavement+traffic}}$ = 1,71 t/m²

- z = 0,35 m
- γ_{timb} = 1,85 t/m³
- ϕ = 35
- δ = 33,5
- k_a = 0,2709

- σ_{tanah}
 - = $z \times \gamma_{\text{timb}}$
 - = 0,35 m x 1,85 t/m³
 - = 0,6475 t/m²
- σ_v = $q_{\text{pavement+traffic}}$
= 1,71 t/m²
- σ_{total}
 - = $\sigma_{\text{tanah}} + \sigma_v$
 - = 0,6475 + 1,71
 - = 2,35 t/m²

- σ_h
 - = $\sigma_{\text{total}} \times k_a$
 - = 2,35 x 0,2709
 - = 0,639 t/m²
- T_i
 - = 0,5 x σ_h x (0,5(H₁+H₂)) x 0,5 b dinding
 - = 0,5 x 0,639 x 0,35 x 0,825
 - = 0,092249
- L_e
 - = $S_{\text{Frencana}} \times T_i / (4 \times b \times \tan(\delta) \times \sigma_{\text{tanah}})$
 - = 1,5 x 0,09229 / (4 x 0,1 m x tan(33,5) x 0,6475)
 - = 0,81 m
- L_r
 - = dihitung menggunakan autocad

$$= 3,46 \text{ m}$$

- Ltotal

$$= Le + Lr$$

$$= 0,81 \text{ m} + 3,46 \text{ m}$$

$$= 4,27 \text{ m}$$

$$L_{\text{pakai}} = 5 \text{ m}$$

- Jumlah straps pakai

$$= T_i / \text{Tallow}$$

$$= 0,0688663/4,55 \text{ Ton}$$

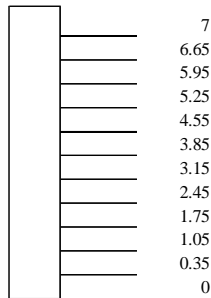
$$= 0,02 \text{ buah}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Berikut merupakan rekap kebutuhan paraweb straps untuk dinding precast pada ketinggian 7 m dapat dilihat pada tabel 6.37

Tabel 6. 37 Rekap kebutuhan paraweb straps untuk masing – masing dinding precast

	spasi (m)	z (m)	H	q	σ_{max}	cv	ch	T_i	L_e	L_r	Ltotal	Lpakai (m)	jumlah	jumlah pakai
1		0.35	0.7	1.710356	0.6475	2.357856	0.638956	0.09224922	0.81488479	3.46	4.274885	5	0.02	1.00
2	0.7	1.05	1.4	1.710356	1.9425	3.652856	0.989888	0.28583009	0.84162806	3.09	3.931628	4	0.06	1.00
3	0.7	1.75	2.1	1.710356	3.2375	4.947856	1.34082	0.38716174	0.68399975	2.73	3.414	4	0.09	1.00
4	0.7	2.45	2.8	1.710356	4.5325	6.242856	1.691752	0.48849339	0.61644476	2.36	2.976445	3	0.11	1.00
5	0.7	3.15	3.5	1.710356	5.8275	7.537856	2.042684	0.58982503	0.57891421	2	2.578914	3	0.13	1.00
6	0.7	3.85	4.2	1.710356	7.1225	8.832856	2.392616	0.69115668	0.55503114	1.63	2.188031	3	0.15	1.00
7	0.7	4.55	4.9	1.710356	8.4175	10.12786	2.744548	0.79248833	0.5384967	1.27	1.808497	2	0.17	1.00
8	0.7	5.25	5.6	1.710356	9.7125	11.42286	3.09548	0.89381998	0.52637144	0.91	1.436371	2	0.20	1.00
9	0.7	5.95	6.3	1.710356	11.0075	12.71786	3.446413	0.99515163	0.51709919	0.54	1.057099	2	0.22	1.00
10	0.7	6.65	7	1.710356	12.3025	14.01286	3.797345	1.09648328	0.50977899	0.182	0.691779	1	0.24	1.00



Gambar 6. 27 ilustrasi pemasangan freysissol

2. Kontrol External Stability

Kontrol external stability meliputi kontrol guling, kontrol geser, dan kontrol daya dukung terhadap timbunan.

a. Kontrol terhadap guling

$$K_a = 0,2709$$

$$\begin{aligned}\delta &= 90\% \times \Phi \\ &= 0,95 \times 35 \\ &= 33,25\end{aligned}$$

$$q = 17,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{v1} = q = 17,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_{v2} &= \sigma_{v1} + (\gamma_{\text{timb}} \times h) \\ &= 17,1 + (18,5 \text{ kN/m}^3 \times 7 \text{ m}) \\ &= 146,6 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{h1} &= \sigma_{v1} \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\ &= 17,1 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\ &= 4,6 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{h2} &= \sigma_{v1} \times k_a - 2 \times c \times k_a^{0.5} \\ &= 146,6 \times 0,2709 - (2 \times 0 \times 0,2709^{0.5}) \\ &= 39,713 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$P_1 = 4,6 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = 32,44 \text{ kN}$$

$$P_1 \cos \delta = 21,58 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) = 27,13 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 P1 \sin \delta &= 21,58 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 11,83 \text{ kN} \\
 P2 &= 37,037 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} &= 122,83 \text{ kN} \\
 P2 \cos \delta &= 32,44 \text{ kN/m} \times \cos (33,25^\circ) &= 102,72 \text{ kN} \\
 P2 \sin \delta &= 122,83 \text{ kN/m} \times \sin (33,25^\circ) &= 67,33 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Momen guling ditinjau di dasar timbunan (titik O)

Momen Dorong ($P \cos \delta \times R$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 27,13 \text{ kN/m} \times 3,5 \text{ m} &= 94,96 \text{ kN.m} \\
 P2 &= 102,71 \text{ kN/m} \times 2,33 \text{ m} &= 239,68 \text{ kN.m} \\
 P \text{ total} &= P1 + P2 \\
 &= 94,96 \text{ kN} + 239,68 \text{ kN} \\
 &= 334,64 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Momen Penahan [$(P \sin \delta \times X) + W \times X$]

$$\begin{aligned}
 P1 &= 17,78 \text{ kN/m} \times 0,882 \text{ m} &= 15,21 \text{ kN.m} \\
 P2 &= 67,33 \text{ kN/m} \times 60,27 \text{ m} &= 405,89 \text{ kN.m} \\
 W_{\text{total}} &= 598,94 \text{ kN.m} \\
 P_{\text{total}} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 15,21 + 405,89 + 594,94 &= 1020 \text{ kN.m} \\
 SF &= \text{momen penahan} / \text{momen pendorong} \\
 &= 1020 / 334,864 \\
 &= 3,04 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

b. Kontrol terhadap geser

Gaya Penahan ($P \sin \delta + W$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 32,4 \text{ kN} \\
 P2 &= 123 \text{ kN} \\
 W1 &= 369,08 \text{ kN} \\
 P \text{ total} &= P1 + P2 + W1 \\
 &= 524,34 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya Pendorong ($P \cos \delta$)

$$\begin{aligned}
 P1 &= 27,13 \text{ kN} \\
 P2 &= 102,72 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ total} &= 129,85 \text{ kN} \\
 \text{Gaya Pendorong} &= 129,85 \text{ kN} \\
 \text{SF} &= \text{ gaya penahan / gaya pendorong} \\
 &= 524,34 \text{ kN} / 129,85 \text{ kN} \\
 &= 4,0381 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

c. Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

Saat kontrol terhadap daya dukung, geotextile diasumsikan sebagai pondasi dangkal dengan kedalaman = 0 m.

$$\begin{aligned}
 \Phi &= 18 \\
 N_c &= 14,08 \\
 N_\gamma &= 2,66 \\
 N_q &= 5,44 \\
 C_u &= 2,526 \text{ t/m}^2 \\
 \gamma_t &= 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 B &= 20,5 \text{ m} \\
 q_{\text{traffic+pavement}} &= 1,71 \text{ t/m}^2 \\
 q_{\text{timb}} &= 7 \text{ m} \times 1,85 \text{ t/m}^3 \\
 &= 12,95 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pult} &= c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 2,53 \times 14,08 + (1,71 \times 5,44) + (0,5 \times 1,85 \times \\
 &\quad 20,5 \times 2,66) \\
 &= 103,86 \text{ t/m}^2 \\
 \text{Pactual} &= q_{\text{timb}} + C_u \\
 &= 12,95 + 2,53 \\
 &= 15,47 \text{ t/m}^2 \\
 \text{SF} &= \text{Pult/Pact} \\
 &= 103,86 / 15,47 = 6,71 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan rekap kebutuhan freyssisol pada setiap STA :

Tabel 6. 38 Rekapitulasi kebutuhan Freyssisol

STA	Tinggi Timbunan		Freyssisol	
	(m)		Kebutuhan/m (m)	Total (m)
0+000	0	0	0	0
0+025	0.875	0.88	0	0
0+028	1.01	1	0	0
0+050	1.75	1.75	3	150
0+075	2.625	2.63	6	300
0+086	3.01	3	7	154
0+100	3.5	3.5	10	280
0+125	4.375	4.38	14	700
0+143	5.045	5	17	612
0+150	5.25	5.25	19	266
0+175	6.125	6.13	24	1200
0+200	7	7	29	1450

- Perencanaan Dinding Freyssisol dan Pondasi Dangkal

Dalam perencanaan freyssisol, lapisan luar timbunan akan ditutupi oleh dinding beton precast. Dinding ini akan mengalami gaya dorong horisontal dan akan ditarik sebagai perlawanannya oleh paraweb straps yang telah direncanakan sebelumnya. Dinding ini akan berdiri di atas sloof, sloof ini bertujuan sebagai pondasi dangkal. Berikut adalah data perencanaan dinding beton precast :

Tebal dinding	= 0,19 m
Φ	= 18
N_c	= 14,08
N_γ	= 2,66
N_q	= 5,44
C_u	= 2,52 t/m ²
γ_{timb}	= 1,85 t/m ³

Lebar dan kedalaman pondasi yang direncanakan adalah 0,5 x 0,5 m. Berikut adalah perhitungan perencanaan pondasi dangkal dinding:

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dinding}} &= 384 \text{ kg/m}^2 \times \text{Adinding pada timbunan} \\
 &= 384 \times ((7-0) \times 200 / 2) \\
 &= 26880 \text{ kg} \\
 &= 2688 \text{ kN} \\
 Q_{\text{actual}} &= W_{\text{dinding}} / \text{panjang oprit} \\
 &= 2688 / (0,5 \times 200) \\
 &= 26,88 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{\text{ultimate}} &= c. N_c + (\gamma \cdot D + q) N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 2,525 \times 14,08 + (1,85 \times 1 + 0) 5,44 + (0,5 \times \\
 &\quad 1,85 \times 0,5 \times 2,66) \\
 &= 468,5627 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{\text{ijin}} &= q_{\text{ultimate}} / SF \\
 &= 468,5627 / 2 \\
 &= 234,28 \text{ kN/m}^2 \\
 q_{\text{actual}} &< q_{\text{ijin}}, \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

6.2.9. Perhitungan Total Biaya Timbunan Oprit Miring

Perencanaan timbunan oprit miring menggunakan perkuatan geotextile untuk arah melintang dan geotextile wall arah memanjang jembatan beserta cerucuk . Pola pemasangan PVD yang digunakan adalah pola segiempat dengan jarak antar PVD adalah 1 m. Total kebutuhan dan biaya material dapat dilihat pada Tabel 6.39.

Tabel 6. 39 Alternatif 1 Perencanaan Timbunan Oprit Miring

Material	Volume	Unit	Harga Satuan	Total
Timbunan	48300	m3	Rp 230,000.00	Rp 11,109,000,000.00
PVD	252200	m	Rp 3,500.00	Rp 882,700,000.00
PHD	7966.5	m	Rp 30,000.00	Rp 238,995,000.00
Geotextile Memanjang	4817.5	m2	Rp 17,000.00	Rp 81,897,500.00
Geotextile Melintang	69359.2	m2	Rp 17,000.00	Rp 1,179,106,400.00
Micropile 250 x 250	22888	m	Rp 90,000.00	Rp 2,059,920,000.00
				Rp 15,551,618,900.00

6.2.10. Perhitungan Total Biaya Timbunan Oprit Tegak

Perencanaan timbunan oprit tegak menggunakan 2 alternatif, alternatif 1 yaitu menggunakan perkuatan geotextile wall untuk arah melintang dan arah memanjang jembatan + cerucuk, untuk alternatif 2 yaitu menggunakan perkuatan geotextile wall untuk arah memanjang jembatan, freyssisol arah melintang jembatan + cerucuk. . Pola pemasangan PVD yang digunakan adalah pola segiempat dengan jarak antar PVD adalah 1,1 m. Total kebutuhan dan biaya material dapat dilihat pada Tabel 6.40. dan tabel 6.41

Tabel 6. 40 Total Biaya Perencanaan Timbunan Oprit Tegak Alternatif 1

Material	Volume	Unit	Harga Satuan	Total
Timbunan	28700	m3	Rp 230,000.00	Rp 6,601,000,000.00
PVD	106600	m	Rp 3,500.00	Rp 373,100,000.00
PHD	4100	m	Rp 30,000.00	Rp 123,000,000.00
Geotextile Melintang	32436	m2	Rp 17,000.00	Rp 551,412,000.00
Geotextile Memanjang	4817.5	m2	Rp 17,000.00	Rp 81,897,500.00
Micropile 250 x 250	21034	m	Rp 90,000.00	Rp 1,893,060,000.00
				Rp 9,623,469,500.00

Tabel 6. 41 Total Biaya Perencanaan Timbunan Oprit Tegak Alternatif 2

Material	Volume	Unit	Harga Satuan	Total
Timbunan	28700	m3	Rp 230,000.00	Rp 6,601,000,000.00
PVD	106600	m	Rp 3,500.00	Rp 373,100,000.00
PHD	4100	m	Rp 30,000.00	Rp 123,000,000.00
Geotextile Memanjang	4817.5	m2	Rp 17,000.00	Rp 81,897,500.00
Micropile 250 x 250	21034	m	Rp 90,000.00	Rp 1,893,060,000.00
Freyssisol	5112	m2	Rp 1,728,571	Rp 8,836,454,952.00
				Rp 17,908,512,452.00

6.2.11. Pemilihan Perencanaan Timbunan

Pada perencanaan Timbunan oprit miring membutuhkan total biaya material Rp. 13,982,978,500 Sedangkan pada perencanaan timbunan oprit tegak membutuhkan total biaya material Rp 17,908,512,452 untuk Alternatif (Freyssisol + Micropile) dan Rp. 9,623,469,500 untuk alternatif (Geotextile Wall + Micropile). Sehingga dalam pemilihan alternatif berdasarkan efisiensi harga atau harga material yang lebih murah, **perencanaan Timbunan Oprit Tegak** Alternatif (Geotextile Wall + Micropile) dipilih sebagai perkuatan oprit timbunan.

BAB VII

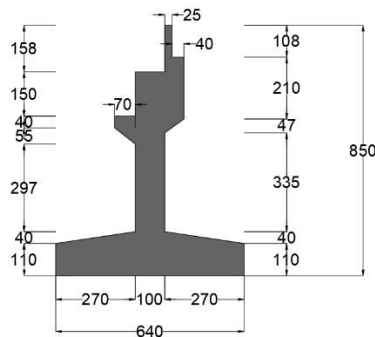
KESIMPULAN

7.1. Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Perencanaan abutment jembatan dapat dilihat pada Gambar 7.1.

Gambar 7. 1 Perencanaan Abutment Jembatan



Tabel untuk hasil perencanaan pondasi abutment jembatan dapat dilihat pada (Tabel 5.36. Kebutuhan dan Biaya Tiang Pancang). Berikut adalah hasil perhitungan penulangan abutment jembatan:

- *Pilecap*:

Tulangan Utama	: d57 – 95
Tulangan Bagi	: d22 - 69
- *Breast Wall*

Tulangan Utama	: d25 - 125
Tulangan Bagi	: d22 - 200
- *Back Wall*

Tulangan Utama	: d16 - 100
Tulangan Bagi	: d10 – 75

2.
 - a. Lama waktu pemampatan tanpa perbaikan tanah pada timbunan oprit miring dan timbunan oprit tegak yaitu 607 tahun.
 - b. Lama waktu pemampatan pada Timbunan miring setelah dipasang PVD U95% yaitu 24 minggu. Pola pemasangan PVD adalah segiempat dengan jarak antar PVD adalah 1 m. Kedalaman PVD yang direncanakan adalah 26 m.
 - c. Lama waktu pemampatan pada Timbunan tegak setelah dipasang PVD U95% yaitu 24 minggu. Pola pemasangan PVD adalah segiempat dengan jarak antar PVD adalah 1 m. Kedalaman PVD yang direncanakan adalah 1 m.
3. Pada perencanaan perbaikan tanah pada timbunan oprit miring yaitu dengan geotextile atau micropile. Didapatkan hasil perencanaan sebagai berikut:
 - a. Geotextile arah melintang = 55840 m²
 - b. Geotextile wall arah memanjang = 4817,5 m²
 - c. Micropile = 22888 m
4. Pada perencanaan perbaikan tanah pada timbunan tegak yaitu dengan geotextile wall + micropile, dan freysissol + micropile . Didapatkan hasil perencanaan sebagai berikut:
 - Geotextile Wall + Micropile
 - a. Geotextile arah melintang = 53274 m²
 - b. Geotextile wall arah memanjang = 4817,5 m²
 - c. Micropile = 21034 m
 - Freysissol + Micropile
 - a. Freysissol = 5112 m²
 - b. Geotextile wall arah memanjang = 4817,5 m²
 - c. Micropile = 21034 m
5. Pada Tugas Akhir ini, penulis memilih perencanaan oprit dengan Timbunan Tegak Alternatif (Micropile + Geotextile Wall). Alasan penulis memilih perencanaan tersebut adalah perencanaan timbunan oprit tegak

mempunyai total biaya material lebih ekonomis seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. 1 Rekapitulasi Kebutuhan Biaya Perkuatan Timbunan

Perkuatan	Biaya
Timbunan Miring	
Micropile + Geotextile	Rp 15,551,618,900.00
Timbunan Tegak	
Freyssisol + Micropile	Rp 17,908,512,452.00
Geotextile Wall + Micropile	Rp 9,623,469,500.00

7.2. Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, Penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perencanaan oprit timbunan sebaiknya mempertimbangkan lokasi sekitar.
2. Pada perencanaan timbunan oprit setelah memperhitungkan biaya material, selanjutnya dapat diperhitungkan biaya pelaksanaan.
3. Untuk perencanaan lebih lanjut, jenis jembatan yang lainnya dapat dipertimbangkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Chu, J. and Yan, S. W. 2005. Chapter 3 Application of the vacuum preloading method in soil improvement projects. **Elsevier Geo-Engineering Book Series**. 3(C). pp. 91–117.
- Dam, L. T. K., Sandanbata, I. and Kimura, M. 2006. **Vacuum Consolidation Method-Worldwide Practice and the Latest Improvement in Japan**. Research Report of Hazama Corporation.
- Mochtar, Noor Endah. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya: ITS Press
- Das, Braja M. 1998. **Mekanika Tanah: Prinsip–Prinsip Rekayasa Geoteknik Jilid 1**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga
- Das, Braja M. 1998. **Mekanika Tanah: Prinsip–Prinsip Rekayasa Geoteknik Jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga
- NAVFAC DM-7. 1971. **Design Manual, Soil Mechanics, Foundation and Earth Structure**. Virginia USA: Dept. Of Navy Naval Facilities Engineering Command.
- Lystiono, Prathisto Panuntun Unggul. (2017). **Perencanaan Pondasi Jembatan dan Perbaikan Tanah untuk Oprit Jembatan Overpass Mungkung di Jalan Tol Solo-Ngawi-Kertosono STA 150+331**. Jurnal Teknik ITS, Vol. 6 No.1.

Setiyarto, Y Djoko (2017), **Standar Pembebanan Pada Jembatan Menurut SNI 1725 2016**. Universitas Komputer Indonesia.

SNI T-02-2015. Standart Pembebanan untuk Jembatan.
Bandung : Badan Standarisasi Nasional.

SNI 1725:2016. Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional

LAMPIRAN 1

DATA PERENCANAAN

• **Data Tanah :**

DEPTH (m)	BORE LEG	Standard Penetration Test (SPT) N/30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth Sample (Blow/30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties				Mechanical Properties			
						Gavel (%)	Sand (%)	SR (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dry Density (γ_d) (gr/cm ³)	Specific Gravity G _s	Porosity n	Void Ratio e	Unconfined Test q _u kg/cm ²	Direct Shear Test	
																c (kg/cm ²)	ϕ (°)
0			Urugan Lanas dan Pedel	Coklat Putih													
1			Lanas Kelempungan	Coklat Hitam	2 * 2.00 * 3.50 = 3	1.59	3.92	54.93	39.56	35.43	1.336	2.651	0.484	0.930	0.39	0.23	18
2			Lanas Kelempungan sedikit kulit kerang	Abu-abu	0 * 4.00 * 5.50 = 1	0.00	2.2	54.56	43.24	79.66	0.844	2.622	0.676	2.089	0.31	0.34	11
3		0 * 6.00 * 8.50 = 1			0.00	4.5	58.76	36.74	78.11	0.861	2.649	0.674	2.069	0.32	0.28	15	
4		0 * 8.00 * 11.50 = 1			0.11	0.44	54.42	45.08	88.17	0.808	2.403	0.696	2.298	0.26	0.36	9	
5		0 * 10.00 * 13.50 = 1			0.22	4.87	51.68	43.24	86.58	0.817	2.662	0.697	2.305	0.28	0.27	16	
6			Lanas Kelempungan sedikit Pasir	Abu-abu	0 * 12.00 * 17.50 = 1	0.00	2.66	57.78	39.56	85.41	0.818	2.643	0.693	2.257	0.27	0.32	13
7		1 * 14.00 * 14.50 = 2			0.00	4.18	54.43	41.39	83.07	0.836	2.659	0.688	2.208	0.29	0.3	14	
8		1 * 16.00 * 16.50 = 4			0.00	0.27	56.49	43.24	86.84	0.82	2.96	0.72	2.57	0.28	0.38	7	
9			Lanas Kelempungan sedikit organik	Hitam	2 * 18.00 * 16.50 = 5	1.47	0.99	57.8	39.73	54.89	1.112	2.631	0.591	1.444	0.35	0.33	12
10					2 * 20.00 * 20.50 = 7	5.32	1.35	53.32	40.01	65.77	0.982	2.674	0.638	1.759	0.32	0.24	17
11			Lanas kelempungan	Kuning	3 * 22.00 * 22.50 = 13	0.00	0.14	60.37	39.48	43.17	1.23	2.588	0.528	1.117	0.36	0.39	6
12					4 * 24.00 * 24.50 = 14	0.00	0.13	56.58	43.29	56.26	1.108	2.583	0.592	1.453	0.33	0.41	5
13					5 * 26.00 * 26.50 = 15	0.00	0.53	58.08	41.39	58.52	1.085	2.599	0.603	1.521	0.34	0.37	8
14				Abu-abu	5 * 28.00 * 28.50 = 16	0.00	1.58	55.18	43.24	46.62	1.176	2.611	0.549	1.217	0.37	0.35	10
15					5 * 30.00 * 30.50 = 16	0.80	24.68	50.96	23.55	30.01	1.471	2.688	0.446	0.807	0.44	0.21	19

LAMPIRAN 2

BROSUR-BROSUR BAHAN MATERIAL YANG DIPAKAI

- Spesifikasi PVD PT. Teknindo Geosistem Unggul

CeTeau-Drain CT-D822

Drain Body

Extrusion profile of 100% polypropylene with the following important properties:

- environmental safe
- large water flow capacity
- flexible
- high tensile strength and toughness
- inert to natural occurring acids alkalis and salt
- workable and easy to handle at low temperatures
- no wet shrinkage or growth

Filter Jacket

Nonwoven fabric of 100% polyester without any binders, with the following important properties:

- balanced strength in both directions
- high tensile strength and toughness
- no wet shrinkage or growth
- good resistance to rot, moisture and insects
- high water permeability
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- excellent filtration characteristics
- tear, burst and puncture resistant
- environmental safe

Physical properties		Unit	CT-D822
Drain Body	Configuration		
	Material		PP
	Colour		white
Filter Jacket	Material		PET
	Colour		grey
Assembled Drain	Weight	g/m	75
	Width	mm	150
	Thickness	mm	4

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D822
Filter Jacket				
Grab Tensile Strength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	C	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4532	N	120
Pore Size	D ₁₀	ASTM D4751	µm	< 75
Permeability	k	ASTM D4491	m/s	> 1.0 x 10 ⁻¹
Assembled Drain				
Tensile Strength	F	ASTM D4595	kN	2.75
Elongation at break	C	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4595	kN	2.2
Elongation at 1 kN tensile strength	C	ASTM D4595	%	1.5
Discharge capacity at 100 kPa	Q ₁	ASTM D4716	m ³ /s	158 x 10 ⁻⁴
Discharge capacity at 150 kPa	Q ₂	ASTM D4716	m ³ /s	157 x 10 ⁻⁴
Discharge capacity at 200 kPa	Q ₃	ASTM D4716	m ³ /s	155 x 10 ⁻⁴
Discharge capacity at 250 kPa	Q ₄	ASTM D4716	m ³ /s	150 x 10 ⁻⁴
Discharge capacity at 300 kPa	Q ₅	ASTM D4716	m ³ /s	141 x 10 ⁻⁴
Discharge capacity at 350 kPa	Q ₆	ASTM D4716	m ³ /s	135 x 10 ⁻⁴

Transport details	Unit	CT-D822
Roll length	m	250
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	125,000

All dimensions, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right to reserve with no notice changes in any time without notice. All mechanical properties are average values. Standard conditions for mechanical strength of 17% and hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

Agent & Distributor in Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SER Building, 1st Floor

Jl. Punguh Industri Raya No.10 Surabaya 60295

Tel: (03-31-947000) Fax: (03-31-947393)

Email: info@geosistem.co.id Website: www.geosistem.co.id



- Spesifikasi *Geotextile* PT. Teknindo Geosistem Unggul

UnggulTex

POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

TECHNICAL SPESIFICATIONS

PROPERTIES	UNIT	TEST METHOD	UW - 150	UW - 200	UW - 250
Physical Properties					
Mass	g/m ²	ASTM D 5261-92	150	200	250
Thickness	mm	ASTM D 5199-91	0.5	0.6	0.7
Colour	-	-	Black	Black	Black
Mechanical Properties					
Strip Tensile Strength (Wrab/Weft)	kN/m	ASTM D 4585-94	37/35	42/39	52/52
Elongation at Max. Load (Wrab/Weft)	%	ASTM D 4585-94	19/18	20/20	20/20
Grap Tensile Strength (Wrab/Weft)	N	ASTM D 4632-91	1210/1200	1600/1600	1750/1750
Elongation at Max. Load (Wrab/Weft)	%	ASTM D 4632-91	14/13	22/22	22/22
Trapezoidal Tear Strength (Wrab/Weft)	N	ASTM D 4533-91	615/615	700/700	800/800
Hydraulic Properties					
Pore Size Q ₁₀	µm	ASTM D 4751-05	320	275	250
Water Permeability	l/m ² /sec	100 mm water head	28	16	7.5
Environmental Properties					
Effect of soil Alkalinity	-	-	nil	nil	nil
Effect of soil Acidity	-	-	nil	nil	nil
Effect of Bacteria	-	-	nil	nil	nil
Effect of U.V. Light	-	-	Stabilized	Stabilized	Stabilized
Packaging					
Roll Length	m	-	150 - 200	150 - 200	150 - 200
Roll Width	m	-	3 - 4	3 - 4	3 - 4
Roll Area	m ²	-	640 - 780	640 - 780	640 - 780
Roll Diameter (Approx)	m	-	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
Roll Weight (Approx)	kg	-	96 - 114	128 - 152	160 - 190

All information, illustration and specification are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

Distributed by :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor, Jl. Rungtut Industri Raya 10, Surabaya 60200

Tel. 031-6475062 Fax 031-6475060

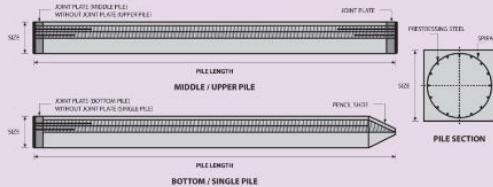
Email : info@geosistem.co.id

Website : www.geosistem.co.id



• Spesifikasi *Micropile*

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES



PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm²)

Size (mm)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile* (m)
					Crack (ton.m)	Ultimate (ton.m)			
250 x 250	625	32,552	156	A	2.29	3.46	81.40	28.10	6-10
				B	2.52	4.33	79.62	34.80	6-11
				C	2.78	5.19	77.92	41.30	6-11
300 x 300	900	67,500	225	A	3.64	5.19	118.59	35.40	6-11
				B	3.98	6.23	116.76	42.20	6-11
				C	4.48	7.47	114.66	50.20	6-12
				D	4.92	9.34	111.60	61.90	6-12
350 x 350	1,225	125,052	306	A	5.33	6.57	163.98	38.60	6-11
				B	6.07	8.72	160.68	50.90	6-12
				C	6.63	10.90	157.45	63.10	6-12
				D	7.30	13.08	154.32	75.00	6-13
400 x 400	1,600	213,333	400	A	7.89	9.96	213.96	51.40	6-12
				B	8.71	12.45	210.60	63.80	6-12
				C	9.51	14.95	207.32	76.00	6-13
				D	11.82	22.42	198.01	111.60	6-14
450 x 450	2,025	341,719	506	A	11.17	14.01	270.98	64.30	6-12
				B	12.10	16.81	267.61	76.80	6-13
				C	13.01	19.62	264.30	89.10	6-13
				D	14.78	25.22	257.88	113.30	6-14
500 x 500	2,500	520,833	625	A	15.16	18.68	335.12	77.30	6-13
				B	16.19	21.79	331.72	89.90	6-13
				C	17.21	24.91	328.38	102.20	6-14
				D	18.22	28.02	325.09	114.50	6-14

Note : *) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PRODUCT APPLICATION



Piles foundation for Power Plant or Industrial Factory



Piles for Marine Structure



Piles Foundation for Building



Piles Foundation for Bridges

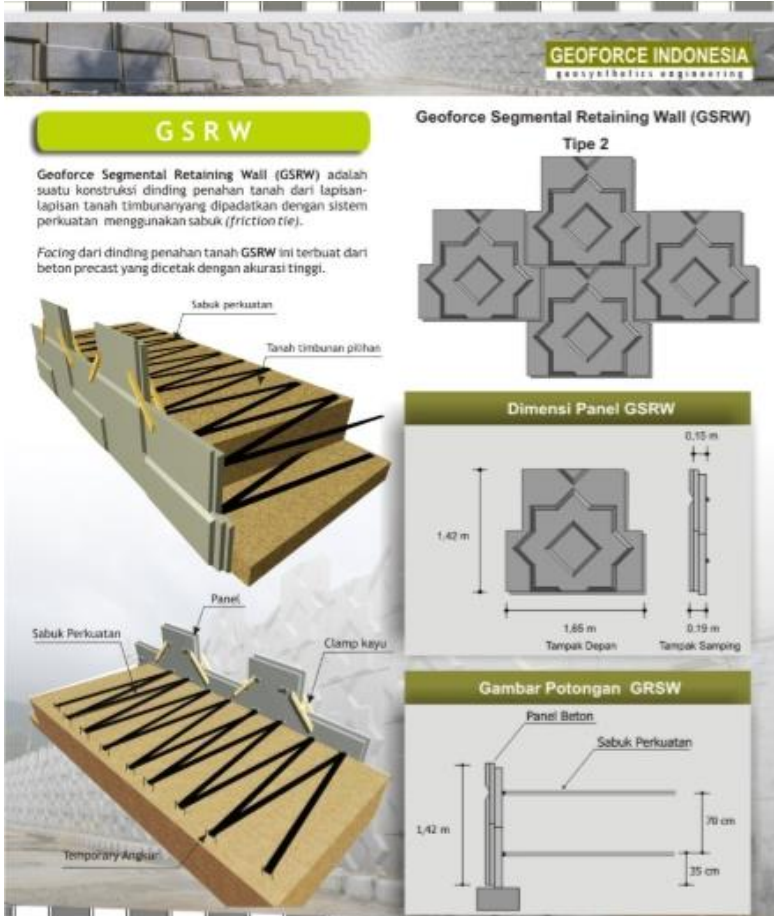
HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 84975361 (Marketing) | Fax. +62 (21) 84975391, 84975392 | E-mail : marketing@wika-deton.co.id | Visit us : <http://www.wika-deton.co.id>

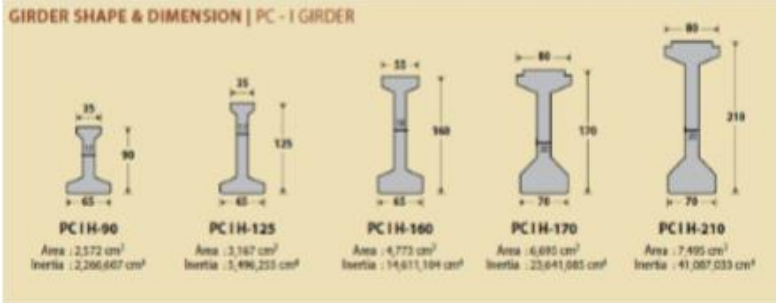
SALES AREA OFFICE

• Medan - Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6626075 • Pekanbaru - Ph. Fax. +62 (76) 8497497 • Palembang - Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 200295
 • Jakarta - Ph. +62 (21) 8192008, 8193024 | Fax. +62 (21) 3560694 • Semarang - Ph. +62 (21) 8411890, 8316787 | Fax. +62 (21) 8318335, 8318691 • Surabaya - Ph. +62 (31) 8478795, 8478796 | Fax. +62 (31) 8433384
 • Balikpapan - Ph. +62 (542) 875927, 876027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar - Ph. +62 (411) 311761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 311955, 4723166

- Spesifikasi *Freyssisol*



- Spesifikasi PCI Girder



POST-TENSION PC-I GIRDER SPECIFICATION

Span (m)	PCIH-90cm				PCIH-125cm				PCIH-160cm				PCIH-170cm				PCIH-210cm									
	Beam Spacing (ft)		Beam Support Reaction (kN)		Beam Spacing (ft)		Beam Support Reaction (kN)		Beam Spacing (ft)		Beam Support Reaction (kN)		Beam Spacing (ft)		Beam Support Reaction (kN)		Beam Spacing (ft)		Beam Support Reaction (kN)							
	(cm/MPa)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	(cm/MPa)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	(cm/MPa)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	(cm/MPa)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	(cm/MPa)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	
10	185 / 40	177	179	476																						
11	185 / 40	120	187	505																						
12	185 / 40	188	196	533																						
13	185 / 40	151	204	565																						
14	185 / 40	161	212	594																						
15	185 / 40	171	221	622																						
16	140 / 40	190	179	508	185 / 40	200	329	673																		
17					185 / 40	211	337	702																		
18					185 / 40	222	345	731																		
19					185 / 40	233	354	761																		
20					185 / 40	244	362	790																		
21					185 / 40	255	370	820																		
22					140 / 50	225	211	672	185 / 40	318	279	913														
23					140 / 60	234	217	695	185 / 40	331	287	945														
24									185 / 40	344	295	976														
25									185 / 40	357	304	1008														
26									185 / 40	370	312	1040														
27									185 / 40	383	320	1072														
28									185 / 40	396	329	1104														
29									185 / 40	410	337	1148														
30									140 / 50	360	261	944	185 / 40	432	345	1180										
31									140 / 50	381	264	964	185 / 40	445	349	1204										
32													185 / 40	517	354	1267										
33													185 / 40	532	358	1324										
34													185 / 40	546	362	1350										
35													185 / 50	561	366	1377	185 / 40	607	366	1432						
36													185 / 40	576	370	1403	185 / 40	623	370	1460						
37													185 / 60	591	374	1429	185 / 40	639	374	1487						
38													185 / 40	606	378	1456	185 / 40	655	378	1515						
39													140 / 60	589	289	1265	185 / 40	671	382	1542						
40													140 / 40	603	292	1289	185 / 50	686	386	1570						
41													140 / 60	620	297	1318	185 / 50	705	392	1604						
42																	185 / 50	721	396	1632						
43																	185 / 50	750	400	1675						
44																	185 / 60	766	404	1703						
45																	185 / 40	782	408	1730						
46																	140 / 60	700	312	1446						
47																	140 / 60	714	315	1469						
48																	140 / 60	728	318	1493						
49																	140 / 60	742	322	1516						
50																	140 / 70	756	325	1540						

- Spesifikasi Tiang Pancang

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

 Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Gross Section (cm^2)	Section Inertia (cm^4)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile** (m)
						Crack* (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6-13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6-14
					B	5.00	9.00	86.40	49.53	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
					A3	6.50	9.75	117.60	46.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
450	80	929.01	166,579.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
					A2	8.50	12.75	145.80	51.20	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	140.10	78.84	6-17
C	12.50	25.00	134.90	100.45	6-18					
500	90	1,159.25	255,224.20	290	A1	10.50	15.75	185.20	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.12	6-18
C	17.00	34.00	169.00	112.04	6-19					
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6-16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6-17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6-19
C	29.00	58.00	229.50	163.67	6-20					
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6-20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6-21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6-22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6-23
C	65.00	130.00	368.17	290.42	6-24					
1000***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6-23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6-24
C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24					
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6-24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6-24
C	200.00	400.00	721.50	522.20	6-24					

Note : *) Crack Moment Based on IIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

Unit Conversion : 1 ton = 9.8060 kN

**) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe

- **Harga Material PVD dan Geotextile PT. Teknindo Geosistem Unggul**

No	Jenis Barang	Nomor seri di brosur	Kebutuhan	Satuan	Harga satuan
1	Geotekstile non-woven	UNW-150	1	m ²	Rp 10,000.00
		UNW-200	1	m ²	Rp 11,000.00
		UNW-250	1	m ²	Rp 12,500.00
		UNW-300	1	m ²	Rp 13,500.00
		UNW-350	1	m ²	Rp 16,500.00
		UNW-400	1	m ²	Rp 17,500.00
		UNW-450	1	m ²	Rp 21,500.00
		UNW-500	1	m ²	Rp 23,500.00
		UNW-600	1	m ²	Rp 26,500.00
		UNW-700	1	m ²	Rp 33,000.00
2	Geotekstile woven	UW-150	1	m ²	Rp 11,000.00
		UW-200	1	m ²	Rp 12,500.00
		UW-250	1	m ²	Rp 17,000.00
3	PVD	CT-D812	1	m'	Rp 3,500.00
4	PHD	CT-SD100-20	1	m'	Rp 117,000.00
		CT-SD100-30	1	m'	-
5	Geomembrane	Thickness 0.75 mm	1	m ²	Rp 35,000.00
		Thickness 1.0 mm	1	m ²	Rp 45,000.00
		Thickness 1.5 mm	1	m ²	Rp 67,500.00
		Thickness 2.0 mm	1	m ²	Rp 87,500.00
		Thickness 2.5 mm	1	m ²	Rp 110,000.00
		Thickness 3.0 mm	1	m ²	Rp 130,000.00
6	Inclinometer (read out + Standart Tablet + Software)		1	Unit	Rp 132,000,000.00
7	Inclinometer (pipe) L = 24 m *		1	Titik	Rp 42,000,000.00
8	Pneumatik Piezometer (material) 3 Tip (20 m, 15 m, 10m)*		1	Titik	Rp 45,500,000.00
9	Pneumatik Piezometer (read out)		1	Unit	Rp 145,000,000.00
10	Settlement Plate (50 cm x 50 cm x 0.6 cm) Lmax 7.5 m*		1	Titik	Rp 2,500,000.00
11	Waterpass (Auto Level)		1	Unit	Rp 8,000,000.00

Note: * = Harga terpasang

- **Harga *Micropile***

tokopedia

Kategori

Cari produk atau toko

Tiang Pancang (mini pile)

(harga nego sesuai dgn volume)

ukuran 20 x 20

-Pile Rp. 85.000/m

-Jasa Rp. 27.000/m

ukuran 25 x 25

-Pile Rp. 112.000/m

-Jasa Rp. 37.000/m

Untuk info lebih lanjut mengenai :

1. Harga di kota lain
2. Ukuran lebih besar
3. Biaya Mob de Mob
4. Harga Jasa Pancang dgn type alat lain
(hammer drop/hammer diesel)

Bisa langsung hub.i Pak Nanang Sucipito 031-71788881, 081803332424 / 085251150110

Hormat kami,

PT. Bumindo Sakti


- **Harga Dinding Penutup (*facing*) *Geotextile Walls***

WALL
Geotextile Walls

BERANDA PROFIL PRODUK GALERI KARIIR

SPESIFIKASI PRODUK

Wallplus



Wallplus didesain dengan bentuk yang presisi dan mempunyai dua sisi yang berbeda (sisi ke dalam dan sisi ke luar) sebagai sistem penyambung, panel ringan wallplus telah 90% finishing. Hal ini agar mempermudah proses instalasinya.

Dimensi & Berat Produk

Adapun spesifikasi wallplus seperti tertera pada tabel di bawah ini:

Produk	P (mm)	L (mm)	T (mm)	Berat (kg/m ²)
walplus 50 mm	2.440	610	50	42
walplus 75 mm	2.440	610	75	53
walplus 90 mm	2.440	610	90	64

Adapun contoh bangunan yang sudah menggunakan produk ini bisa dilihat di gambar.

Adapun rincian harga terbaru sebagai berikut :

1. Pembelian 51 - 500 / m² harga Rp. 220000/m²
2. Pembelian 501 - 1000 / m² harga Rp. 198000/m²
3. Pembelian 1001 - 3000 m² harga Rp. 185000/m²
4. Pembelian lebih dari 3000/m² silahkan kontak lebih lanjut

LAMPIRAN 3

ANALISA DATA TANAH

DEPTH (m)	PHYSICAL PROPERTIES							MECHANICAL PROPERTIES						
	WATER CONTENT (WC)	DRY DENSITY (γ_d)	DERAJAT JENUH (γ_{SAT})	GAMMA EFEKTIF (γ')	BIAREZ			UNCONFINED TEST QU	DIRECT SHEAR TEST		ATTERBERG TEST BARU			
					CV (cm ² /s)	CS	CC		C	ϕ	LL	PL	IP	
	(%)	(GR./CM ³)	(GR./CM ³)	(GR./CM ³)				KG/CM ²	KG/CM ²	(°)	%	%	%	
0														
1														
2	35.43	1.336	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.04	0.27	0.39	0.23	18	64	31	33	
3														
4	79.66	0.844	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.072	0.506	0.31	0.34	11	98	45	53	
5														
6	78.11	0.861	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.070	0.492	0.32	0.28	15	96	45	51	
7														
8	88.17	0.808	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.072	0.506	0.26	0.36	9	98	45	53	
9														
10	86.58	0.817	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.072	0.506	0.28	0.27	16	98	45	53	
11														
12	85.41	0.818	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.072	0.506	0.27	0.32	13	98	45	53	
13														
14	83.07	0.836	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.070	0.492	0.29	0.3	14	96	45	51	
15														
16	86.84	0.82	1.532088	0.532088	0.000243	0.070	0.492	0.28	0.38	7	96	45	51	
17														
18	54.89	1.112	1.7223768	0.7223768	0.000643	0.044	0.310	0.35	0.33	12	70	34	36	
19														
20	65.77	0.982	1.6278614	0.6278614	0.000470	0.053	0.373	0.32	0.24	17	79	32	47	
21														
22	43.17	1.23	1.760991	0.760991	0.000700	0.046	0.324	0.36	0.39	6	72	35	37	
23														
24	56.26	1.108	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.044	0.310	0.33	0.41	5	70	35	35	
25														
26	58.52	1.085	1.719942	0.719942	0.000643	0.045	0.317	0.34	0.37	8	71	35	36	
27														
28	46.62	1.176	1.7242512	0.7242512	0.000643	0.045	0.317	0.37	0.35	10	71	35	36	
29														
30	30.01	1.471	1.9124471	0.9124471	0.000950	0.036	0.254	0.44	0.21	19	62	31	31	

LAMPIRAN 4

KOMBINASI PEMBEBANAN ABUTMENT JEMBATAN

1. Abutment

- **Kuat I**

Kuat I		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	3356.1			0	
5	Gaya Rem	TB		900		7650	
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			30476.51	1194.83		-11672.19	0.00

- **Kuat III**

KUAT III		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0		0	
4	Beban Angin	Ews			53.36681404		422.1314991
5	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
6	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	53.37	-19322.19	422.13

- **Kuat IV**

Kuat IV		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
5	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	0.00	-19322.19	0.00

- **Kuat V**

Kuat V		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban Angin	Ews			15.25		120.61
5	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	15.36	-19322.19	121.76

- Ekstrem I Arah X**

Kuat V		ARAH	VERTIKAL	HORISONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban Angin	Ews			15.25		120.61
5	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
6	Gesekan	FB		235.425675		1629.145671	
7	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			27120.41	294.83	15.36	-19322.19	121.76

- Ekstrem I Arah Y**

Ekstrem I arah Y		ARAH	VERTIKAL	HORISONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	23824.23			-21362.39	
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	932.25			0.00	
5	Gaya Rem	TB		250.00		2125.00	
6	Gesekan	FB		235.43		1629.15	
7	Beban Gempa (x)	EQ		2610.295879		11574.57464	
8	Beban Gempa (y)	EQ			5469.477336	0	24252.75778
TOTAL			28052.66	3095.72	5469.48	-6033.67	24252.76

- Layan**

Layan		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	19853.52			-17801.99	
2	Beban Mati Tambahan	MA	1648.09			0.00	
3	Tekanan Tanah	TA		0.00		0.00	
4	Beban lajur "D"	TD	1864.5			0	
5	Gaya Rem	TB		500		4250	
6	Beban Angin	Ews			11.43574587		90.4567498
7	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
8	Temperatur	Eun		59.4		411.048	
TOTAL			23366.11	559.40	11.55	-13140.94	91.61

2. Breastwall

- Kuat I**

Kuat I		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
3	Beban lajur "D"	TD	3356.10				
4	Gaya Rem	TB		900		7650	
TOTAL			13948.68	900.00		7650.00	

- **Kuat III**

KUAT III		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)		MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
3	Beban Angin	Ews			53.36681404		422.13
TOTAL			10592.58		53.37		422.13

- **Kuat IV**

Kuat IV		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
TOTAL			10592.58				

- **Kuat V**

Kuat V		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
3	Beban Angin	Ews			15.25		120.61
4	Beban Angin	EW1			0.11		1.15
TOTAL			10592.58		15.36		121.76

- Ekstrem I Arah X**

Ekstrem I arah X		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
3	Beban lajur "D"	TD	932.25				
4	Gaya Rem	TB		250		2125	
5	Beban Gempa (x)	EQ		3127.43		18413.74	
6	Beban Gempa (y)	EQ			589.78		3472.49
TOTAL			11524.83	3377.43	589.78	20538.74	3472.49

- Ekstrem I Aarah Y**

Ekstrem I arah Y		ARAH	VERTIKAL	HORIZONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	7296.40				
2	Beban Mati Tambahan	MA	3296.18				
3	Beban lajur "D"	TD	932.25				
4	Gaya Rem	TB		250.00		2125.00	
5	Beban Gempa (x)	EQ		938.23		5524.12	
6	Beban Gempa (y)	EQ			1965.92		11574.96
TOTAL			11524.83	1188.23	1965.92	7649.12	11574.96

- **Layan**

Layan		ARAH	VERTIKAL	HORISONTAL		MOMEN	
No	BEBAN	KODE	P (Kn)	TX (Kn)	TY (Kn)	MX (kNm)	MY (kNm)
1	Berat Sendiri	MS	6080.33				
2	Beban Mati Tambahan	MA	1648.09				
3	Beban lajur "D"	TD	1864.50				
4	Gaya Rem	TB		500.00		4250.00	
5	Beban Angin	Ews			11.43574587		90.45675
6	Beban Angin	EW1			0.1095		1.14975
TOTAL			9592.92	500.00	11.55	4250.00	91.61

LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN DAYA DUKUNG IJIN TIANG PANCANG

• Tiang Pancang D40

DEPTH (m)	N	DESCRIPTION	KONSISTENSI TANAH	JENIS TANAH	KOREKSI TERHADAP MUKA AIR			DERAJAT JENUH (γ_{sat})	GAMMA EFEKTIF (γ')	$\sigma'0$ (t/m2)	KOREKSI TERHADAP								
					TERZAGHI & PECK, 1960	BAZARAA, 1967	NI PAKAI				LUCIANO DECOURT		N RATA- RATA UNG NP	Ns	Qp	Qs	Qt = Qp + Qs		
					N > 15 & SAND	N > 15 & SAND	N > 15 & SAND				2 N1	N2 KOREKSI							
					15 + 0.5 x (N-15)	0.6 N					C _N	C _N *N- SPT							
0	0	Urugan Lanau dan Pedak	SOFT	LANAU	2.5	2.5	2.5	1.8093448	0.8093448	0.8093448	1.6	4	5	4.0	5.6	4	15.48177	2.932153	18.41392174
1	2.5	Lanau		LANAU	5	5	5	1.8093448	0.8093448	1.6186896	1.6	8	10	8.0	4.6	6	12.71717	7.539822	20.2569943
3	3	Kelompokan		LANAU	3	3	3	1.5163304	0.5163304	2.13502	1.6	4.8	6	4.8	4.0	5.6	11.0374	10.80708	21.844739
4	1	Lanau Kelompokan sedikit kulit kerang	VERY SOFT	LANAU	1	1	1	1.5163304	0.5163304	2.6513504	1.6	1.6	2	1.6	3.4858	4.6	9.636848	12.73392	22.3707025
5	1			LANAU	1	1	1	1.5335271	3.1848775	1.562	1.562	2	1.6	2.15906	3.9924	5.968941	14.64485	20.6137889	
6	1			LANAU	1	1	1	1.5335271	3.7184046	1.467	1.467	2	1.5	1.45258	3.5715	4.01578	16.51598	20.5317385	
7	1			LANAU	1	1	1	1.5204136	0.5204136	4.2388182	1.3663	1.3663	2	1.4	1.37333	3.256471	3.796683	18.34693	22.1461495
8	1			LANAU	1	1	1	1.5204136	0.5204136	4.7592318	1.2675	1.2675	2	1.3	1.29628	3.00785	3.583698	20.1325	23.71619626
9	1			LANAU	1	1	1	1.5243586	0.5243586	5.2635904	1.2038	1.2038	2	1.2	1.23284	3.408311	21.89358	25.30169357	
10	1	LANAU	1	1	1	1.5243586	0.5243586	5.807949	1.1768	1.1768	2	1.2	1.18414	2.64434	3.273675	23.64296	26.91663137		
11	1	LANAU	1	1	1	1.5166538	6.3246028	1.1498	1.1498	2	1.1	1.25938	2.508472	3.481684	25.38122	28.86290415			
12	1	LANAU	1	1	1	1.5166538	6.8412566	1.1228	1.1228	2	1.1	1.44398	2.393	3.932029	27.10871	31.10320401			
13	1.5	Lanau Kelompokan sedikit pasir	SOFT	LANAU	1.5	1.5	1.5	1.5304652	0.5304652	7.3717218	1.0958	1.6457	3	1.6	1.83046	2.33360	5.0060493	29.05332	38.11581572
14	2	LANAU		2	2	2	1.5304652	0.5304652	7.902187	1.0634	1.2168	4	2.1	2.40802	2.330464	6.657216	31.20083	37.85804795	
15	3	LANAU		3	3	3	1.532088	8.434275	1.0364	3.1092	6	3.1	3.0579	2.373047	8.453875	33.75985	42.21372291		
16	4	LANAU		4	4	4	1.532088	8.966363	1.0094	4.0376	8	4.0	3.66556	2.477081	10.13381	36.70775	46.84156367		
17	4.5	LANAU		4.5	4.5	4.5	1.7237688	9.6887398	0.9716	4.3722	9	4.4	4.3394	2.588559	11.99671	39.79581	51.79252268		
18	5	Lanau Kelompokan sedikit organik		MEDIUM	LANAU	5	5	5	1.7237688	10.4111666	0.9564	4.682	10	4.7	4.9714	2.704861	13.74394	43.01364	56.75757949
19	6	LANAU	6		6	6	1.6278614	11.038878	0.916	5.496	12	5.5	5.3814	2.851763	16.07295	46.5724	62.64538656		
20	7	LANAU	7		7	7	1.6278614	11.6668394	0.8956	6.2692	14	6.3	6.96644	3.022635	19.25943	50.45511	69.71453971		
21	9.5	LANAU	9.5		9.5	9.5	1.760991	12.4278304	0.8684	8.2498	19	8.2	8.15528	3.271548	22.5461	55.16741	77.7153138		
22	12	LANAU	12		12	12	1.760991	13.1888214	0.8446	10.1352	24	10.1	9.27816	3.583552	25.65042	60.69947	86.31988928		
23	13	LANAU	13		13	13	1.7313608	13.9201822	0.8174	10.6262	26	10.6	10.2637	3.889735	28.37504	66.3772	94.75234599		
24	14	Lanau Kelompokan	STIFF	LANAU	14	14	14	1.7313608	0.7313608	14.651543	0.7936	11.1104	28	11.1	10.86794	4.190596	30.04552	72.28775	102.3323274
25	14.5	LANAU		14.5	14.5	14.5	1.719942	15.371485	0.7722	11.1969	29	11.2	11.18714	4.473848	30.92798	78.23454	109.1625217		
26	15	LANAU		15	15	15	1.719942	16.091427	0.7514	11.271	30	11.3	11.4929	4.732392	31.77329	84.21236	115.9856488		
27	16	LANAU		16	16	16	1.7242512	16.8156782	0.7332	11.7312	32	11.7	11.49142	4.991607	32.32312	90.38295	122.7619681		
28	17	LANAU		17	17	17	1.7242512	17.5399294	0.715	12.135	34	12.2	11.85756	5.247443	32.78143	96.73106	129.5124096		
29	17.5	LANAU		17.5	17.5	17.5	1.9124471	18.4525765	0.6916	12.103	35	12.1	12.0042	5.484841	33.18885	103.0574	136.2442216		
30	18	LANAU	18	18	18	1.9124471	19.3648236	0.6682	12.0276	36	12.0	12.1	5.701967	33.43841	109.3521	142.7905467			

● **Tiang Pancang D50**

DEPTH (m)	N	DESCRIPTION	KONSISTENSI TANAH	JENIS TANAH	KOREKSI TERHADAP MUKA AIR			DERAJAT JENUH (γ_{sat})	GAMMA EFEKTIF (γ')	σ'_0 (t/m ²)	KOREKSI TERHADAP OVERBURDEN									
					TERZAGHI & PECK, 1960	BAZARAA, 1967	N1 PAKAI				LUCIANO DECOURT		N ₁	N ₂	N ₃ KOREKSI	N ₄ RATA-RATA UJUNG	N _s	Q _p	Q _s	Q _L = Q _p + Q _s
					N > 15 & SAND	N > 15 & SAND	N > 15 & SAND				C _s	C _s *N-SPT								
					15 + 0.5 x (N-15)	0.6 N					(GR/CM ³)	(GR/CM ³)				(ton)	(ton)	(ton)		
0	0	Urugan Lanau dan Pedal																		
1	2.5		SOFT	LANAU	2.5	2.5	2.5	1.8093448	0.8093448	0.8093448	1.6	4	5	4	5.6	4	24.19026	3.665191	27.85545846	
2	5			LANAU	5	5	5	1.8093448	0.8093448	1.6186096	1.6	8	10	8	4.6	6	19.87057	9.424778	29.29535149	
3	3			LANAU	3	3	3	1.5163304	0.5163304	2.13502	1.6	4.8	6	4.8	3.9924	5.6	17.24593	13.50885	30.75477836	
4	1			LANAU	1	1	1	1.5163304	0.5163304	2.6513504	1.6	1.6	2	1.6	3.4858	4.6	15.05758	15.9174	30.97497783	
5	1		VERY SOFT	LANAU	1	1	1	1.5335271	0.5335271	3.1848775	1.562	1.562	2	1.562	2	1.5906	3.9924	9.32647	18.30606	27.63253007
6	1			LANAU	1	1	1	1.5335271	0.5335271	3.7184046	1.467	1.467	2	1.467	1.45256	3.7175	6.274609	20.64498	26.91958488	
7	1			LANAU	1	1	1	1.5204136	0.5204136	4.2388182	1.3663	1.3663	2	1.3663	1.37332	3.256471	5.932317	22.93117	28.86348199	
8	1			LANAU	1	1	1	1.5204136	0.5204136	4.7592318	1.2675	1.2675	2	1.2675	3.00785	5.599528	25.16265	30.76519585		
9	1			LANAU	1	1	1	1.5243586	0.5243586	5.2835904	1.2038	1.2038	2	1.2038	1.23284	2.8074	5.325486	27.36673	32.69221426	
10	1			LANAU	1	1	1	1.5243586	0.5243586	5.807949	1.1768	1.1768	2	1.1768	1.18414	2.64434	29.5537	34.66881273		
11	1			LANAU	1	1	1	1.5166538	0.5166538	6.3246028	1.1498	1.1498	2	1.1498	1.25938	2.508473	5.440131	31.72653	37.16665639	
12	1			LANAU	1	1	1	1.5166538	0.5166538	6.8412566	1.1228	1.1228	2	1.1228	1.44398	2.393	6.237546	33.88522	40.12276418	
13	1.5		SOFT	LANAU	1.5	1.5	1.5	1.5304652	0.5304652	7.3717218	1.0958	1.6437	3	1.6437	1.83046	2.335362	7.90703	36.31665	44.22367357	
14	2			LANAU	2	2	2	1.5304652	0.5304652	7.902187	1.0634	2.1268	4	2.1268	2.40802	3.232464	10.4019	39.00104	49.40295987	
15	3			LANAU	3	3	3	1.532028	0.532028	8.434271	1.0364	3.1092	6	3.1092	3.0579	2.272047	13.20918	42.19981	55.40898958	
16	4			LANAU	4	4	4	1.532028	0.532028	8.966363	1.0094	4.0376	8	4.0376	3.66556	2.477081	15.83408	45.88469	61.71877109	
17	4.5		MEDIUM	LANAU	4.5	4.5	4.5	1.7223768	0.7223768	9.6887308	0.9716	4.3722	9	4.3722	4.3394	2.588559	18.74486	49.74476	68.48962282	
18	5			LANAU	5	5	5	1.7223768	0.7223768	10.411166	0.9364	4.682	10	4.682	4.9174	2.704861	21.47491	53.76705	75.24195363	
19	6			LANAU	6	6	6	1.6278614	0.6278614	11.038978	0.916	5.496	12	5.496	5.81384	2.851763	25.11399	58.21554	83.32953309	
20	7			LANAU	7	7	7	1.6278614	0.6278614	11.6668394	0.8956	6.2692	14	6.2692	6.96644	3.022635	30.09286	63.06889	93.16174674	
21	9.5		STIFF	LANAU	9.5	9.5	9.5	1.760991	0.760991	12.4278304	0.8684	8.2498	19	8.2498	8.15528	3.271548	35.22828	68.95927	104.1875484	
22	12			LANAU	12	12	12	1.760991	0.760991	13.1888214	0.8446	10.1352	24	10.1352	9.27816	3.583532	40.07871	75.83684	115.9156164	
23	13			LANAU	13	13	13	1.7313608	0.7313608	13.9201822	0.8174	10.6262	26	10.6262	10.2637	3.889735	44.336	82.9715	127.3079582	
24	14			LANAU	14	14	14	1.7313608	0.7313608	14.651543	0.7936	11.1104	28	11.1104	10.86794	4.190596	46.96613	90.35969	137.3058228	
25	14.5			LANAU	14.5	14.5	14.5	1.719942	0.719942	15.371485	0.7722	11.1969	29	11.1969	11.18714	4.470848	48.24098	97.79317	146.1181473	
26	15			LANAU	15	15	15	1.719942	0.719942	16.091427	0.7514	11.271	30	11.271	11.4929	4.732392	49.64576	105.2654	154.9112138	
27	16			LANAU	16	16	16	1.7242512	0.7242512	16.8156782	0.7332	11.7312	32	11.7312	11.69142	4.991607	50.30331	112.9787	163.4819969	
28	17			LANAU	17	17	17	1.7242512	0.7242512	17.5399294	0.715	12.155	34	12.155	11.85756	5.247443	51.20968	120.9138	172.1348096	
29	17.5		LANAU	17.5	17.5	17.5	1.9124471	0.9124471	18.4525765	0.6916	12.103	35	12.103	12.0042	5.483841	51.85442	128.217	180.6761613		
30	18		LANAU	18	18	18	1.9124471	0.9124471	19.3648236	0.6682	12.0276	36	12.0276	12.0952	5.701967	52.24751	136.6902	188.937686		

- **Kontrol Terhadap Gaya Lateral Tiang (NAVFAC DM-7)**

Diameter (m)	δ_{ijin} (cm)	δ (cm)	Keterangan
0.4	2.54	0.666215989	OK
0.5	2.54	0.713745838	OK
0.6	2.54	0.780255925	OK
0.8	2.54	0.981441532	OK

- **Kontrol Terhadap Gaya Horizontal Maksimum Tiang (Tomlinson, 1977)**

Diameter (m)	δ_{ijin} (cm)	δ (cm)	Keterangan
0.4	2.54	1.530410042	OK
0.5	2.54	1.63959409	OK
0.6	2.54	1.792378934	OK
0.8	2.54	2.25453607	OK

LAMPIRAN 6

PERHITUNGAN BESAR PEMAMPATAN (Sc) DAN TINGGI TIMBUNAN AWAL (Hinitial)

1. TIMBUNAN OPRIT MIRING

- $Q_{timbulan} = 3 \text{ t/m}^2$

γ timbunan (asumsi)	=	1,85	t/m ³
q_0	=	3	t/m ²
a/ B2	=	3,24324/0,243	m
b/ B2	=	10,325	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h tamb	=	1,62162/1,622	m

$q_{maksimum}$	=	1,1	t/m ²
$h_{maksimum}$	=	0,5	m
$Y_{maksimum}$	=	2,2	t/m ²
$L_{maksimum}^2$	=	7,5	t/m ³

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES					MECHANICAL PROPERTIES																										
		DERAJAT JENIH (γ _{SAT})	GAMMA (γ)	BAREZ	DIRECT SHEAR TEST			ATTERBERG TEST BARU																									
					CU	CU	ψ	LL	PL	IP	θ	c	φ	α	α2	α3	α4	α5	α6	α7													
		(g/cm ³)	(g/cm ³)		kg/cm ²	in ²	(°)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	1	SOFT	1,891418	0,894448	0,00787	0,27	0,02829708	0,072624	0,70281	18	64	31	33	40,497	0,404627	0,011703	1,527054	1,499951	2,999901	1,999943	0,0	0,25	1,1	NC	SOIL	3,14357385	3,566724	0,12728975	0,12728975	0,0783334	0,0783334		
1	2	SOFT	1,893448	0,894448	0,00787	0,27	0,02829708	0,090424	0,694424	18	64	31	33	13,14	1,234717	0,018498	1,425684	1,499951	2,999901	1,999943	0,0	0,25	1,668	NC	SOIL	3,11484131	3,778172	0,07466781	0,07466781	0,07376641	0,07376641		
2	3	SOFT	1,516394	0,516394	0,00229	0,90061	0,0729478	0,694424	0,694424	11	98	45	53	18,769	1,87885	0,059611	1,316565	1,494157	2,988314	1,982423	0,0	0,29	1,016	NC	SOIL	4,48264682	3,928428	0,0677701	0,0677701	0,0148278	0,0148278		
3	4	VERY SOFT	1,516204	0,516204	0,00229	0,90061	0,0729478	0,69885	0,688254	11	98	48	53	2,9123	2,9123	0,19148	0,07754	1,24747	1,484788	2,969153	1,974823	0,0	0,29	0,9	NC	SOIL	5,3677021	1,381185	0,0748262	0,0748262	0,0456139	0,0456139	
4	5	VERY SOFT	1,535771	0,535771	0,00243	0,492061	0,0729644	0,69393	0,69393	15	96	48	51	22,913	1,91814	0,099788	1,15707	1,469823	2,939524	1,967929	0,0	0,21	0,586	NC	SOIL	5,87979511	1,861139	0,064546	0,064546	0,0199252	0,0199252		
5	6	VERY SOFT	1,535771	0,535771	0,00243	0,492061	0,0729644	0,111081	0,111081	15	96	45	51	1,81516	1,81516	0,105435	1,07611	1,448794	2,897189	1,907586	0,0	0,20	0,02	NC	SOIL	6,54882759	0,3564095	0,04234049	0,04234049	0,0445986	0,0445986		
6	7	VERY SOFT	1,526136	0,526136	0,00229	0,90078	0,0729642	0,115151	0,115151	18	98	48	55	3,979	3,979	0,08133	1,00567	1,422694	2,844189	1,868499	0,0	0,197	0,668	NC	SOIL	6,5280014	1,845114	0,039797	0,039797	0,014774	0,014774		
7	8	VERY SOFT	1,524136	0,524136	0,00229	0,90078	0,0729642	0,130885	0,130885	9	98	45	53	4,499	4,499	0,2148	0,193906	1,396928	2,738485	1,929251	0,0	0,185	0,814	NC	SOIL	7,26888127	5,313025	0,0211029	0,0211029	0,0189977	0,0189977		
8	9	VERY SOFT	1,524136	0,524136	0,00229	0,90078	0,0729642	0,124751	0,124751	16	98	45	53	5,014	5,014	0,18187	0,878462	1,50609	2,712181	0,717131	0,0	0,172	0,756	NC	SOIL	7,1315995	1,782211	0,0271625	0,0271625	0,0091561	0,0091561		
9	10	VERY SOFT	1,524136	0,524136	0,00229	0,90078	0,0729642	0,131986	0,131986	16	98	48	53	5,648	5,648	0,13599	0,82355	1,3166	2,67322	0,654545	0,0	0,165	0,726	NC	SOIL	8,11829972	0,2717697	0,0290703	0,0290703	0,0881341	0,0881341		
10	11	VERY SOFT	1,516678	0,516678	0,00229	0,90078	0,07296136	0,134747	0,134747	13	98	45	53	6,666	6,666	0,06276	0,77751	1,27846	2,59982	0,602807	0,0	0,158	0,642	NC	SOIL	8,6261695	0,7304759	0,0290703	0,0290703	0,0881341	0,0881341		
11	12	VERY SOFT	1,516678	0,516678	0,00229	0,90078	0,07296136	0,142887	0,142887	13	98	45	53	6,5829	6,5829	0,13699	0,75799	1,23043	2,478663	0,557279	0,0	0,148	0,612	NC	SOIL	9,061795	2,254227	0,0216596	0,0216596	0,0663647	0,0663647		
12	13	VERY SOFT	1,534625	0,534625	0,00243	0,492069	0,07192572	0,15066	0,15066	14	96	45	51	7,0687	7,0687	0,10474	0,686018	1,19251	2,398502	0,518752	0,0	0,142	0,638	NC	SOIL	9,5049981	1,713929	0,0197379	0,0197379	0,0690945	0,0690945		
13	14	VERY SOFT	1,534625	0,534625	0,00243	0,492069	0,07192572	0,156689	0,156689	14	96	45	51	7,677	7,676994	0,15747	0,649881	1,15942	2,13888	0,485172	0,0	0,138	0,672	NC	SOIL	9,9593524	1,244144	0,0176638	0,0176638	0,059664	0,059664		
14	15	SOFT	1,53588	0,53588	0,00243	0,492075	0,07396287	0,162419	0,162419	7	96	45	51	8,1862	8,1862	0,13111	0,6154	1,13042	2,24821	0,455966	0,0	0,128	0,632	NC	SOIL	10,4660043	0,713431	0,0145118	0,0145118	0,0381812	0,0381812		
15	16	SOFT	1,53588	0,53588	0,00243	0,492075	0,07396287	0,167924	0,167924	7	96	45	51	8,980	8,98019	0,12602	0,58621	1,08261	2,04940	0,429994	0,0	0,122	0,588	NC	SOIL	10,885224	0,257119	0,0145118	0,0145118	0,0381812	0,0381812		
16	17	SOFT	1,722738	0,722738	0,00643	0,31001	0,04429018	0,197198	0,197198	12	70	54	36	6,376	6,375929	0,12861	0,55971	1,045789	2,095118	0,48482	0,0	0,118	0,572	NC	SOIL	11,119498	0,486744	0,011457	0,011457	0,0284827	0,0284827		
17	18	SOFT	1,722738	0,722738	0,00643	0,31001	0,04429018	0,206662	0,206662	12	70	54	36	10,18	10,18093	0,126984	0,528849	1,036663	2,020926	0,383439	0,0	0,112	0,478	NC	SOIL	12,1708543	0,5427283	0,0200943	0,0200943	0,0347729	0,0347729		
18	19	MEDIUM	1,627644	0,627644	0,00479	0,75924	0,07291894	0,207742	0,207742	17	70	25	47	10,725	10,72505	0,21213	0,38095	0,952764	1,952764	0,366969	0,0	0,105	0,462	NC	SOIL	12,8781116	1,1834973	0,0092848	0,0092848	0,0225623	0,0225623		
19	20	MEDIUM	1,627644	0,627644	0,00479	0,75924	0,07291894	0,20391	0,20391	17	70	25	47	11,551	11,55129	0,21213	0,48349	0,942897	1,888587	0,309515	0,0	0,102	0,448	NC	SOIL	15,241953	1,1807387	0,0090563	0,0090563	0,0257562	0,0257562		
20	21	MEDIUM	1,70991	0,70991	0,00770	0,524019	0,04628377	0,21119	0,21119	6	72	35	37	12,047	12,0473	0,118175	0,118175	0,62648	0,913445	1,82088	0,333952	0,0	0,098	0,412	NC	SOIL	13,924727	12,478349	0,0147849	0,0147849	0,009737	0,009737	
21	22	MEDIUM	1,70991	0,70991	0,00770	0,524019	0,04628377	0,21102	0,21102	6	72	35	37	12,808	12,8081	0,115791	0,44487	0,88862	1,799102	0,319716	0,0	0,091	0,402	NC	SOIL	14,796138	11,217299	0,009955	0,009955	0,009294	0,009294		
22	23	MEDIUM	1,713568	0,713568	0,00807	0,510021	0,04492526	0,253191	0,253191	8	70	35	35	13,555	13,5554	0,117714	0,427466	0,850881	1,713162	0,306644	0,0	0,09	0,396	NC	SOIL	15,266643	1,950561	0,0062523	0,0062523	0,0101385	0,0101385		
23	24	MEDIUM	1,713568	0,713568	0,00807	0,510021	0,04492526	0,24998	0,24998	8	70	35	35	14,286	14,28606	0,109954	0,411286	0,828265	1,659952	0,296599	0,0	0,087	0,385	NC	SOIL	15,848442	1,6488826	0,0088031	0,0088031	0,0122122	0,0122122		
24	25	MEDIUM	1,719942	0,719942	0,00843	0,317014	0,04579007	0,2328	0,2328	7	71	35	36	15,013	15,0131	0,107125	0,386239	0,861178	1,69837	0,283485	0,0	0,085	0,374	NC	SOIL	16,393848	1,538514	0,0095981	0,0095981	0,0114481	0,0114481		
25	26	MEDIUM	1,719942	0,719942	0,00843	0,317014	0,04579007	0,281827	0,281827	8	71	35	36	15,713	15,71346	0,10497	0,381396	0,870125	1,56291	0,27141	0,0	0,082	0,368	NC	SOIL	17,291766	0,692756	0,0093674	0,0093674	0,0173826	0,0173826		

- Qtimbunan = 6 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	6	t/m ²
a / B2	=	6.486486486	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	3.243243243	m
q_{pavement}	=	1.1	t/m ²
h_{pavement}	=	2.5	m
Y_{pavement}	=	2.2	t/m ³
$L_{\text{pavement-2}}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES				MECHANICAL PROPERTIES												OCR														
		DERAJAT KELEMBUTAN (γ SAT)		GAMMA RENCANA (γ)		DIRECT SHEAR TEST						ATTERBERG TEST BARU						σ _v / σ' _v		JENS		σ _v / σ' _v										
		(GR.CM ²)	(GR.CM ²)	CV (cm ² /s)	CC	CS	CU	CU	φ	LL	PL	IP	σ _v (t/m ²)	τ (t/m ²)	σ _v (t/m ²)	a ₂ (t/m ²)	Δσ _v (t/m ²)	2.Δσ	m = x/z	n = y/z	I _{pmax}	Δσ (t/m ²)	σ _v / σ' _v	JENS	Timbunan	σ _v / σ' _v	σ _v / σ' _v	σ _v / σ' _v	σ _v / σ' _v	σ _v / σ' _v		
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.006787	0.28011353	0.038288	0.079249	0.792481	18	64	31	33	0.4046724	0.0407	0.018076	1.52006	2.999927	9.999854	1.789428	∞	0.239	1.616	1	NC	SOIL	6.84152674	1.4562724	0.16278124	0.16278124	0.07867088	0.07867088
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.006787	0.28011353	0.038288	0.090344	0.903442	18	64	31	33	1.2140172	1.214	0.090984	1.42546	2.998064	9.996128	1.418543	∞	0.225	0.99	1	NC	SOIL	7.2101455	2.2049172	0.10694505	0.2722629	0.05979815	0.11126882
2	3	VERY SOFT	1.5163034	0.5163034	0.002029	0.590663457	0.072298	0.094326	0.934257	11	98	45	53	1.876848	1.8769	0.069984	1.331565	2.991306	9.862612	1.192914	∞	0.215	0.946	1	NC	SOIL	7.859467	2.3282548	0.10188461	0.2724629	0.02930973	0.14170855
3	4	VERY SOFT	1.5163034	0.5163034	0.002029	0.590663457	0.072298	0.098852	0.988524	11	98	45	53	2.393188	2.3932	0.122897	1.341747	2.977176	9.554352	1.029214	∞	0.205	0.902	1	NC	SOIL	8.34757371	3.2918263	0.08888692	0.4631082	0.0275623	0.16446479
4	5	VERY SOFT	1.5338271	0.5338271	0.002043	0.492061012	0.070294	0.105303	0.853032	15	96	45	51	2.918114	2.9181	0.151028	1.15707	2.95415	9.80810	0.905019	∞	0.187	0.8668	1	NC	SOIL	8.82844179	3.7891398	0.0770665	0.5487968	0.01101101	0.1825497
5	6	VERY SOFT	1.5338271	0.5338271	0.002043	0.492061012	0.070294	0.110811	1.108113	15	96	45	51	3.4516411	3.4516	0.17698	1.07831	2.921695	9.84339	0.80757	∞	0.185	0.814	1	NC	SOIL	9.2950309	4.2656405	0.0687916	0.6095993	0.01474398	0.19731895
6	7	VERY SOFT	1.530136	0.530136	0.002029	0.59077739	0.072297	0.115513	1.15512	9	98	45	53	3.9796114	3.9796	0.194706	1.008647	2.880125	9.760249	0.729067	∞	0.172	0.7568	1	NC	SOIL	9.78886706	4.7384105	0.0692705	0.6692708	0.0116154	0.2089434
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.002029	0.59077739	0.072297	0.120985	1.209848	9	98	45	53	4.499225	4.4992	0.210399	0.919106	2.830371	9.60724	0.664474	∞	0.165	0.726	1	NC	SOIL	10.19797	5.226205	0.06431668	0.7250976	0.0097767	0.21891306
8	9	VERY SOFT	1.5243886	0.5243886	0.002029	0.59077739	0.072298	0.126478	1.26475	16	98	45	53	5.0214113	5.0214	0.222489	0.87964	2.77372	9.547464	0.610995	∞	0.158	0.6952	1	NC	SOIL	10.5888764	6.1166118	0.0494915	0.7739991	0.0068286	0.2275591
9	10	VERY SOFT	1.5243886	0.5243886	0.002029	0.59077739	0.072298	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.5457497	5.5458	0.23117	0.823585	2.711688	9.423116	0.564457	∞	0.148	0.6512	1	NC	SOIL	10.990887	6.9966907	0.04535666	0.8384256	0.00738356	0.23493918
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.002029	0.59077249	0.072296	0.137487	1.374566	13	98	45	53	6.0667299	6.0663	0.237143	0.77393	2.645991	9.291182	0.524699	∞	0.142	0.6248	1	NC	SOIL	11.3874585	6.6910759	0.04231916	0.8607712	0.00661512	0.2415343
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.002029	0.59077249	0.072296	0.142887	1.428876	13	98	45	53	6.5823927	6.5829	0.240776	0.737551	2.624591	9.160669	0.490669	∞	0.138	0.6072	1	NC	SOIL	11.7766553	7.501267	0.03901985	0.89979157	0.0059378	0.24748807
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.002043	0.49206906	0.070296	0.136663	1.366633	14	96	45	51	7.1064892	7.1065	0.242483	0.65881	2.566641	8.912383	0.460487	∞	0.128	0.5832	1	NC	SOIL	12.1197718	7.6699892	0.03556139	0.9353256	0.0058062	0.2525687
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.002043	0.49206906	0.070296	0.146608	1.466082	14	96	45	51	7.6269544	7.627	0.242031	0.604901	2.495947	8.710114	0.423849	∞	0.122	0.5568	1	NC	SOIL	12.5387068	8.1727544	0.0328702	0.9682211	0.0042519	0.2579086
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.002043	0.492075412	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.1682	0.241335	0.56154	2.456457	8.730915	0.410125	∞	0.118	0.5192	1	NC	SOIL	12.8991429	8.687431	0.02757325	0.9955742	0.00358889	0.26075282
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.002043	0.492075412	0.070296	0.167924	1.679245	7	96	45	51	8.700119	8.7003	0.239465	0.548427	2.399919	8.591338	0.388861	∞	0.112	0.4928	1	NC	SOIL	13.2921572	9.191139	0.02537018	1.0209446	0.0032881	0.2640802
16	17	SOFT	1.7223788	0.7223788	0.006643	0.31000129	0.04428	0.197104	1.971035	12	70	34	36	6.3275611	6.3276	0.236649	0.558763	2.27772	8.44554	0.369691	∞	0.105	0.4643	1	NC	SOIL	13.7839919	9.7895114	0.0215117	1.0824563	0.00316423	0.2674423
17	18	SOFT	1.7223788	0.7223788	0.006643	0.31000129	0.04428	0.206961	2.069606	12	70	34	36	10.049928	10.05	0.23352	0.52889	2.161583	8.32275	0.335228	∞	0.102	0.4488	1	NC	SOIL	14.2726536	10.4997282	0.01979975	1.06216681	0.00296089	0.26915112
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00407	0.083292	0.196716	1.967163	17	79	32	47	10.728047	10.728	0.228442	0.50995	2.069644	8.193888	0.338517	∞	0.098	0.4312	1	NC	SOIL	14.9189356	11.1562473	0.01938076	1.08154681	0.00231464	0.27146576	
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00407	0.083292	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.352499	11.353	0.225333	0.483490	2.034678	8.099356	0.323067	∞	0.093	0.4092	1	NC	SOIL	15.4222682	11.7621087	0.01798842	1.09953523	0.00207929	0.27354502	
20	21	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.007	0.33010636	0.046298	0.231159	2.311587	6	72	35	37	12.017335	12.017	0.221022	0.46368	1.974662	8.980234	0.388869	∞	0.09	0.396	1	NC	SOIL	15.9666583	12.443338	0.018867	1.1183223	0.00214679	0.2769881
21	22	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.007	0.33010636	0.046298	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.806328	12.808	0.216866	0.44487	1.91694	8.83388	0.296594	∞	0.087	0.3828	1	NC	SOIL	16.642205	13.911259	0.01746252	1.13578748	0.0019575	0.2786231
22	23	MEDIUM	1.731308	0.731308	0.00657	0.33011652	0.04429	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.554502	13.555	0.212085	0.427466	1.861518	8.723035	0.285311	∞	0.085	0.374	1	NC	SOIL	17.2775309	13.9285010	0.01332116	1.14918664	0.0018400	0.28191633
23	24	MEDIUM	1.731308	0.731308	0.00657	0.33011652	0.04429	0.268988	2.689877	5	70	35	35	14.288863	14.289	0.20750	0.411296	1.80827	8.616741	0.274885	∞	0.082	0.368	1	NC	SOIL	17.902604	14.6696621	0.0128733	1.16149597	0.0018007	0.286154
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.31703436	0.045291	0.272382	2.723823	8	71	35	36	15.011514	15.012	0.203899	0.396291	1.721523	8.514904	0.265138	∞	0.079	0.3576	1	NC	SOIL	18.5204178	15.359114	0.0114007	1.1729603	0.00180202	0.2879584
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.31703436	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.731456	15.731	0.198619	0.382196	1.7087	8.4174	0.259885	∞	0.076	0.3444	1	NC	SOIL	19.1488555	16.0078639	0.01187263	1.1832243	0.0014879	0.2891443

- Qtimbunan = 9 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	9	t/m ²
a / B2	=	9.72972973	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	4.864864865	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$\gamma_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONDISI/TANAH	PHYSICAL PROPERTIES						MECHANICAL PROPERTIES																						
		DERAJAT JENUH (γ SAT) (GR _{CM})	GAMMA EFEKTIF (γ) (GR _{CM})	BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST		ATTERBERG TEST BARU										OCR													
					CU	CU	φ	LL	PL	IP	e ₀ (m ³ /m ³)	f _c (m ²)	a1(m ²)	a2(m ²)	Δe(m ²)	2 Δe	m = v/z	n = y/z	I _{pmax}	Δe(m ²)	SC ₁ (m ²)	SC KUM	SC ₂ (m ²)	SC KUM						
0	1	SOFT	1.890448	0.809448	0.00777	0.288012551	0.03828	0.079248	0.792481	18	64	31	33	0.4046722	0.4047	0.073722	1.52394	4.99914	8.99628	235663	0.215	0.946	1	NC SOIL	0.4045063	1.359724	0.1888434	0.1888434	0.0723184	0.0723184
1	2	SOFT	1.890448	0.809448	0.00787	0.288012551	0.03828	0.090344	0.903442	18	64	31	33	1.240172	1.241	0.070374	1.425486	4.99714	8.995428	160878	0.205	0.906	1	NC SOIL	0.2094454	2.140172	0.1728461	0.1728461	0.0693322	0.1074004
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.00229	0.90063457	0.072296	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.978848	1.879	0.114752	1.331565	4.89079	8.979419	0.929412	0.197	0.8668	1	NC SOIL	0.8562737	2.713658	0.1428766	0.1428766	0.0415463	0.1327190
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.00229	0.90063457	0.072296	0.086824	0.86824	11	98	45	53	2.091853	3.262	0.15862	1.241747	4.47287	8.945724	0.826937	0.185	0.814	1	NC SOIL	11.389494	3.207182	0.1106418	0.1522726	0.0283031	0.1534932
4	5	VERY SOFT	1.535271	0.535271	0.00243	0.95001012	0.070284	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.918114	2.9181	0.192158	1.157107	4.442583	8.8927	0.714815	0.172	0.7568	1	NC SOIL	11.886804	3.679139	0.0973785	0.0945649	0.0160551	0.1696583
5	6	VERY SOFT	1.535271	0.535271	0.00243	0.95001012	0.070284	0.110813	1.10813	15	96	45	51	3.451611	3.4516	0.222366	1.078311	4.40649	8.812098	0.67723	0.165	0.726	1	NC SOIL	12.267319	4.177405	0.0882784	0.0778436	0.0129246	0.1589829
6	7	VERY SOFT	1.5204156	0.5204156	0.00229	0.95007779	0.072297	0.115151	1.15152	9	98	45	53	3.079614	3.978	0.25619	1.00547	4.35301	8.71093	0.621395	0.158	0.6952	1	NC SOIL	12.6892128	4.678114	0.0773637	0.0415272	0.010742	0.1954029
7	8	VERY SOFT	1.5204156	0.5204156	0.00229	0.95007779	0.072297	0.122983	1.20948	9	98	45	53	4.49923	4.49	0.272366	0.950106	4.20903	8.87803	0.57378	0.148	0.61572	1	NC SOIL	13.068238	5.18025	0.0712219	0.0843216	0.0091091	0.205672
8	9	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.00229	0.950074961	0.072296	0.126475	1.26475	16	98	45	53	5.021411	5.0214	0.290099	0.878462	4.22319	8.44638	0.533064	0.142	0.6248	1	NC SOIL	13.867599	5.646211	0.0656915	0.0920383	0.0077988	0.2104501
9	10	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.00229	0.950074961	0.072296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.545797	5.5458	0.3036	0.823355	4.14745	8.28942	0.49769	0.138	0.6072	1	NC SOIL	13.835519	6.152607	0.06079416	0.1012827	0.0060994	0.2123654
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.00229	0.950072949	0.072296	0.137457	1.37456	11	98	45	53	6.066279	6.06623	0.313881	0.77351	4.00211	8.120422	0.466719	0.128	0.5632	1	NC SOIL	14.1866983	6.6294759	0.0572891	0.1070138	0.005991	0.2235641
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.00229	0.950072949	0.072296	0.142898	1.42898	13	98	45	53	6.8829297	6.8829	0.320534	0.72799	3.971162	7.94234	0.493737	0.122	0.5368	1	NC SOIL	14.525254	7.119727	0.05340481	0.1125662	0.0052988	0.2284622
12	13	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.00243	0.95200006	0.070286	0.150631	1.50631	14	96	45	51	7.064892	7.065	0.324022	0.689818	3.870018	7.78072	0.435004	0.118	0.5102	1	NC SOIL	14.8645616	7.629692	0.04910402	0.1177264	0.00469756	0.2313458
13	14	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.00243	0.95200006	0.070286	0.156408	1.56482	14	96	45	51	7.765944	7.637	0.327176	0.649401	3.780501	7.570186	0.393266	0.112	0.4928	1	NC SOIL	15.2071407	8.129744	0.04588281	0.1186092	0.0041656	0.2375991
14	15	SOFT	1.53288	0.53288	0.00243	0.952075412	0.070286	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.1682	0.327667	0.61534	3.690404	7.378067	0.373699	0.105	0.462	1	NC SOIL	15.5490382	8.630231	0.0383556	0.12571486	0.0032952	0.2480269
15	16	SOFT	1.53288	0.53288	0.00243	0.952075412	0.070286	0.167024	1.67024	7	96	45	51	8.78018	8.7803	0.326723	0.648271	3.588853	7.197318	0.35963	0.102	0.4488	1	NC SOIL	15.9022399	9.19119	0.0360401	0.1292329	0.0031091	0.2448184
16	17	SOFT	1.7237508	0.7237508	0.00643	0.310001029	0.04429	0.197104	1.97105	12	70	34	36	9.375514	9.3756	0.324628	0.558871	3.462167	7.00431	0.339834	0.098	0.4312	1	NC SOIL	16.3319729	9.789514	0.0308994	0.1240636	0.0042897	0.2463031
17	18	SOFT	1.7237508	0.7237508	0.00643	0.310001029	0.04429	0.206661	2.066606	12	70	34	36	10.049928	10.05	0.321615	0.528849	3.498899	6.819779	0.325103	0.093	0.4092	1	NC SOIL	16.6897068	10.4591252	0.0283502	0.13260338	0.0031099	0.2485919
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00447	0.73704527	0.05252	0.196716	1.967163	17	79	32	47	10.25904	10.25	0.317984	0.50995	3.13474	6.648993	0.311596	0.089	0.396	1	NC SOIL	17.4639964	11.121073	0.0262508	0.14809896	0.0021280	0.2506307
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00447	0.73704527	0.05252	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.352909	11.35	0.315599	0.482949	3.21245	6.66249	0.299167	0.087	0.3828	1	NC SOIL	17.8151981	11.575787	0.0264895	0.1475510	0.0019471	0.2527882
20	21	MEDIUM	1.76091	0.76091	0.007	0.324018656	0.04628	0.231159	2.31187	6	72	35	37	12.04735	12.047	0.308889	0.46368	3.145431	6.20806	0.276703	0.085	0.374	1	NC SOIL	18.3381961	12.451349	0.0270738	0.1435239	0.0020216	0.2546015
21	22	MEDIUM	1.76091	0.76091	0.007	0.324018656	0.04628	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.808326	12.8083	0.303993	0.44487	3.061292	6.124384	0.272763	0.082	0.3608	1	NC SOIL	18.937299	13.691259	0.0257665	0.1461294	0.0018465	0.2564759
22	23	MEDIUM	1.713368	0.713368	0.00697	0.31003165	0.04628	0.255198	2.55198	5	70	35	35	13.55482	13.55	0.286675	0.421664	2.98622	5.963254	0.267183	0.079	0.3476	1	NC SOIL	19.517559	13.8021018	0.023813	0.1421224	0.0013889	0.2574669
23	24	MEDIUM	1.731468	0.731468	0.00657	0.31003165	0.04429	0.264888	2.648877	5	70	35	35	14.28583	14.286	0.293317	0.411294	2.90780	5.90751	0.28001	0.076	0.3344	1	NC SOIL	20.093337	14.6202626	0.0187242	0.1499994	0.0012704	0.2591170
24	25	MEDIUM	1.77942	0.77942	0.00643	0.317034246	0.045291	0.272923	2.72923	8	71	35	36	15.011514	15.0115	0.287881	0.386239	2.827679	5.67358	0.249421	0.074	0.3256	1	NC SOIL	20.688719	15.37114	0.0174667	0.15146316	0.0011795	0.2620897
25	26	MEDIUM	1.77942	0.77942	0.00643	0.317034246	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.71456	15.71	0.282415	0.382196	2.76296	5.512979	0.241393	0.072	0.3168	1	NC SOIL	21.2440345	16.088256	0.0160702	0.15338768	0.0010892	0.261377

- Qtimbunan = 12 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	12	t/m ²
a / B2	=	12.97297297	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	6.486486486	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$Y_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)		KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES				MECHANICAL PROPERTIES																									
			DERAJAT JENJH (r SAT) (GR.CM ³)	GAMMA EFEKTIF (r) (GR.CM ³)	BIARIZ CV.(cm ² %)	CC CS	DIRECT SHEAR TEST						ATTERREGE TEST BARU																			
							CU kgr/cm ²	CU vsm ²	ϕ	LL %	PL %	IP %	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	τ_c (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)	$\sigma'_{1/2}$ (t/m ²)										
0	1	SOFT	1.809448	0.809448	0.00787	0.2801253	0.03288	0.07924	0.792481	18	64	31	33	0.4046723	0.4047	0.02713	1.22054	5.99906	11.99981	0.98837	en	0.197	0.8668	1	NC	SOIL	12.404847	1.274724	0.2054636	0.2854636	0.0872447	0.0872447
1	2	SOFT	1.809448	0.809448	0.00787	0.2801253	0.03288	0.060344	0.903442	18	64	31	33	1.2140172	1.214	0.08088	4.25465	5.9075	11.995	0.849914	en	0.185	0.814	1	NC	SOIL	13.209017	2.020172	0.4328729	0.5875001	0.080823	0.0995381
2	3	VERY SOFT	1.516304	0.516304	0.00229	0.9068347	0.07295	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.878848	1.8789	0.11993	3.31565	5.98877	11.97748	0.76340	en	0.172	0.7568	1	NC	SOIL	13.834306	2.635648	0.1222762	0.4099755	0.0410369	0.1236340
3	4	VERY SOFT	1.516304	0.516304	0.00229	0.9068347	0.072295	0.088824	0.988234	11	98	45	53	2.393182	2.3932	0.17963	1.24147	5.97023	11.94047	0.692978	en	0.165	0.726	1	NC	SOIL	14.333625	0.1183391	0.1273692	0.6183394	0.0188588	0.1428126
4	5	VERY SOFT	1.513571	0.513571	0.00243	0.82061012	0.07024	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.931814	2.9318	0.22288	1.57107	5.97679	11.97895	0.634281	en	0.158	0.6925	1	NC	SOIL	14.797611	1.6313199	0.1308986	0.7213829	0.0418746	0.1574909
5	6	VERY SOFT	1.513571	0.513571	0.00243	0.82061012	0.07024	0.1118913	1.118913	15	96	45	51	3.616611	3.6166	0.296994	0.07831	5.89206	11.79243	0.584822	en	0.148	0.6512	1	NC	SOIL	15.648574	1.028410	0.0345898	0.8384809	0.0213443	0.1693911
6	7	VERY SOFT	1.520436	0.520436	0.00229	0.90677739	0.07297	0.1158151	1.158152	9	98	45	53	3.978614	3.9786	0.29238	1.00547	5.83951	11.67964	0.542518	en	0.142	0.6248	1	NC	SOIL	15.657644	1.603414	0.0913807	0.9261956	0.0097260	0.1791243
7	8	VERY SOFT	1.520436	0.520436	0.00229	0.90677739	0.07297	0.120985	1.209848	9	98	45	53	4.49028	4.491	0.319309	0.930106	5.770453	11.54901	0.509922	en	0.138	0.6072	1	NC	SOIL	16.039932	5.106225	0.08479438	1.0108994	0.0844459	0.1787643
8	9	VERY SOFT	1.524586	0.524586	0.00229	0.90674961	0.07296	0.126745	1.267475	16	98	45	53	5.024111	5.0241	0.341463	0.879462	5.609294	11.38959	0.477951	en	0.128	0.5632	1	NC	SOIL	16.401986	5.584611	0.0878165	1.0897057	0.070999	0.1946564
9	10	VERY SOFT	1.524586	0.524586	0.00229	0.90674961	0.07296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.545767	5.5458	0.391914	0.823355	6.016034	11.20217	0.445784	en	0.122	0.5408	1	NC	SOIL	16.57671	6.082567	0.0734599	1.1632044	0.061441	0.2007878
10	11	VERY SOFT	1.516658	0.516658	0.00229	0.90672949	0.07296	0.137456	1.374566	13	98	45	53	6.0662799	6.0663	0.373815	0.773351	5.603176	11.06035	0.430771	en	0.118	0.5192	1	NC	SOIL	17.027275	5.8884759	0.0698243	1.2330288	0.0585163	0.2065344
11	12	VERY SOFT	1.516658	0.516658	0.00229	0.90672949	0.07296	0.142887	1.428886	13	98	45	53	6.5829297	6.5829	0.387003	0.72799	5.39699	10.7992	0.398419	en	0.112	0.4928	1	NC	SOIL	17.38128	7.075797	0.0655125	1.2885414	0.0487148	0.2119589
12	13	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.00243	0.8206006	0.07026	0.150663	1.506633	14	96	45	51	7.1064892	7.10649	0.390193	0.686818	5.254474	10.58295	0.378321	en	0.105	0.462	1	NC	SOIL	17.689459	7.568489	0.0697072	1.3992886	0.0419579	0.2153949
13	14	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.00243	0.8206006	0.07026	0.156489	1.564892	14	96	45	51	7.399944	7.3999	0.398242	0.648801	5.192313	10.36043	0.360154	en	0.102	0.4489	1	NC	SOIL	17.997314	8.08754	0.0671072	1.416035	0.058048	0.2199575
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.00243	0.82075412	0.07026	0.1621619	1.621619	7	96	45	51	8.18821	8.1882	0.397302	0.61534	5.067955	10.13411	0.343452	en	0.098	0.4312	1	NC	SOIL	18.302307	8.99481	0.0682588	1.4669845	0.050795	0.2227532
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.00243	0.82075412	0.07026	0.167624	1.676245	7	96	45	51	8.700319	8.7003	0.397985	0.584271	4.953535	9.99611	0.328995	en	0.093	0.4092	1	NC	SOIL	18.606429	9.109519	0.0684589	1.5102034	0.0475121	0.2250261
16	17	SOFT	1.722708	0.722708	0.00643	0.31009129	0.04428	0.1971039	1.971039	12	70	34	36	9.279514	9.2795	0.397855	0.555871	4.4991	8.6783	0.314480	en	0.09	0.396	1	NC	SOIL	19.097553	9.725514	0.0621265	1.5694466	0.0224901	0.2271874
17	18	SOFT	1.722708	0.722708	0.00643	0.31009129	0.04428	0.206661	2.066606	12	70	34	36	10.049528	10.05	0.395109	0.528849	4.279919	8.451828	0.302122	en	0.087	0.3828	1	NC	SOIL	19.501764	10.432755	0.0625254	1.5893721	0.0209948	0.2297576
18	19	MEDIUM	1.627814	0.627814	0.0047	0.37304327	0.053292	0.196716	1.967163	17	79	32	47	10.72947	10.729	0.392166	0.50905	4.014402	8.29203	0.290423	en	0.085	0.374	1	NC	SOIL	19.953205	1.090471	0.0624646	1.6239168	0.0201126	0.2318939
19	20	MEDIUM	1.627814	0.627814	0.0047	0.37304327	0.053292	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.35299	11.353	0.38871	0.483949	4.504115	9.00823	0.279996	en	0.082	0.3608	1	NC	SOIL	20.361193	1.717397	0.0431991	1.6699956	0.0183711	0.2332252
20	21	MEDIUM	1.76991	0.76991	0.007	0.23018636	0.04628	0.2131199	2.131197	6	72	35	37	12.04873	12.048	0.389643	0.463468	4.905233	8.59246	0.269547	en	0.079	0.3479	1	NC	SOIL	20.939899	1.398439	0.0464399	1.6911216	0.0190703	0.2351726
21	22	MEDIUM	1.76991	0.76991	0.007	0.23018636	0.04628	0.2411048	2.411048	6	72	35	37	12.80826	12.808	0.390634	0.444887	4.269999	8.58199	0.260196	en	0.076	0.3344	1	NC	SOIL	21.390326	1.847279	0.0480893	1.7272116	0.0201716	0.2368502
22	23	MEDIUM	1.731948	0.731948	0.00667	0.31001653	0.04428	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.55402	13.554	0.373744	0.427464	4.188344	8.376689	0.251472	en	0.074	0.3256	1	NC	SOIL	21.931307	1.8880109	0.0264255	1.7586271	0.0013026	0.2381338
23	24	MEDIUM	1.731948	0.731948	0.00667	0.31001653	0.04428	0.266887	2.668877	5	70	35	35	14.28863	14.289	0.388175	0.411254	4.088997	8.179994	0.243214	en	0.072	0.3168	1	NC	SOIL	22.462869	1.6162629	0.02384279	1.778464	0.0013091	0.2393773
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.31703426	0.045291	0.273202	2.732023	8	71	35	36	15.01154	15.012	0.369436	0.396239	3.991544	7.98389	0.235668	en	0.069	0.3036	1	NC	SOIL	22.994629	1.5135114	0.0230044	1.8017594	0.0010935	0.2404058
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.31703426	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73146	15.731	0.36602	0.382196	3.897534	7.99808	0.228488	en	0.065	0.286	1	NC	SOIL	23.265242	1.6017456	0.0219088	1.8237792	0.00084	0.2414486

• Qtimbunan = 15 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m3
q_0	=	15	t/m2
a / B2	=	16.21621622	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	8.108108108	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$\gamma_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES				MECHANICAL PROPERTIES																								
		DERAJAT JENUH (γ SAT)	GAMMA EFEKTI (γ')	BIAREZ	CC	DIRECT SHEAR TEST						ATERBERG TEST BARU						OCH (e/g, σ _v)	JENS	F _{limbunan}	F _{pavement}	SC KUM	SC _{limbunan}	SC KUM						
						CU	CU	σ	LL	PL	IP	e0 (t/m2)	ξ (t/m2)	α2 (m2)	α2 (m2)	2 Δσ	m = α/z								n = α/z	$k_{pavement}$	Δσ (t/m2)	Δσ = e0		
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.26801253	0.038288	0.079248	0.792481	18	64	31	33	0.464072	0.4047	0.088952	1.525466	1.499901	14.9998	0.784517	0.0172	0.7568	1	NC SOIL	16.404742	1.164724	0.21846993	0.21846993	0.06329261	0.06329261
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.26801253	0.038288	0.090342	0.903421	18	64	31	33	1.2140172	1.214	0.088952	1.525466	1.497759	14.99472	0.710226	0.0165	0.726	1	NC SOIL	16.2087154	1.040172	0.15857227	0.15857227	0.02813035	0.02813035
2	3	VERY SOFT	1.516304	0.516304	0.000229	0.5060387	0.072295	0.093426	0.934261	11	98	45	53	1.878484	1.9769	0.154951	1.313156	1.488881	14.97616	0.648788	0.0158	0.6952	1	NC SOIL	16.830172	2.572848	0.15668147	0.15668147	0.03204977	0.03204977
3	4	VERY SOFT	1.516304	0.516304	0.000229	0.5060387	0.072295	0.098853	0.885324	11	98	45	53	2.391883	2.3923	0.179561	1.247127	1.468481	14.93696	0.971313	0.0148	0.8512	1	NC SOIL	17.330172	3.044882	0.14086232	0.14086232	0.07106991	0.07106991
4	5	VERY SOFT	1.538271	0.538271	0.000243	0.49206101	0.076294	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.918114	2.9181	0.242572	1.157077	1.43609	14.87218	0.53906	0.0142	0.6248	1	NC SOIL	17.902943	3.5421395	0.12871431	0.12871431	0.09704572	0.09704572
5	6	VERY SOFT	1.538271	0.538271	0.000243	0.49206101	0.076294	0.111081	1.110813	15	96	45	51	4.845611	4.8456	0.28759	1.078111	1.386654	14.77927	0.515109	0.0138	0.6072	1	NC SOIL	18.230995	4.0584105	0.11588569	0.11588569	0.19128284	0.19128284
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.50607739	0.072297	0.115513	1.155132	9	98	45	53	3.978011	3.9786	0.2424	1.09567	1.429913	14.6578	0.82004	0.0128	0.8562	1	NC SOIL	18.686474	4.541814	0.1048031	0.1048031	0.09841041	0.09841041
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.50607739	0.072297	0.120985	1.209884	9	98	45	53	4.409298	4.409	0.3555	0.91019	1.245469	14.59104	0.82984	0.0127	0.8368	1	NC SOIL	19.066161	4.03825	0.09611971	0.09611971	0.11195113	0.11195113
8	9	VERY SOFT	1.524586	0.524586	0.000229	0.506074961	0.072296	0.126475	1.26475	16	98	45	53	5.024111	5.0241	0.381576	0.87862	1.167823	14.33568	0.427106	0.0118	0.5192	1	NC SOIL	19.387088	4.540611	0.08973277	0.08973277	0.2016639	0.2016639
9	10	VERY SOFT	1.524586	0.524586	0.000229	0.506074961	0.072296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.5457697	5.548	0.402818	0.83335	1.070325	14.18407	0.440094	0.0112	0.4928	1	NC SOIL	19.6862391	6.038697	0.04824899	0.04824899	0.2893289	0.2893289
10	11	VERY SOFT	1.516638	0.516638	0.000229	0.506072949	0.072296	0.137457	1.37456	13	98	45	53	6.0662799	6.0663	0.41976	0.73351	0.696306	13.92701	0.383435	0.0105	0.442	1	NC SOIL	19.9927327	6.5282759	0.00848999	0.00848999	0.3664388	0.3664388
11	12	VERY SOFT	1.516638	0.516638	0.000229	0.506072949	0.072296	0.142887	1.42886	13	98	45	53	6.582997	6.5829	0.42903	0.7279	0.648437	13.6989	0.364768	0.0102	0.4488	1	NC SOIL	20.281623	7.031297	0.0791368	0.0791368	0.4423456	0.4423456
12	13	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.000243	0.49206906	0.076296	0.150661	1.506613	14	96	45	51	7.106492	7.1064	0.447378	0.68018	1.292383	13.49877	0.379764	0.0098	0.4312	1	NC SOIL	20.6523258	7.5370892	0.0707839	0.0707839	0.5131339	0.5131339
13	14	VERY SOFT	1.530652	0.530652	0.000243	0.49206906	0.076296	0.156408	1.564082	14	96	45	51	7.630954	7.637	0.449713	0.649401	1.30516	13.21021	0.324446	0.0093	0.4892	1	NC SOIL	20.8471657	8.046154	0.0696966	0.0696966	0.580076	0.580076
14	15	SOFT	1.52308	0.52308	0.000243	0.492075412	0.076296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.1682	0.454252	0.61531	0.477443	12.95569	0.318336	0.009	0.396	1	NC SOIL	21.123916	8.564231	0.0688756	0.0688756	0.6496285	0.6496285
15	16	SOFT	1.52308	0.52308	0.000243	0.492075412	0.076296	0.167628	1.676284	7	96	45	51	8.70319	8.7031	0.46722	0.62421	0.479593	12.69591	0.305714	0.0087	0.3828	1	NC SOIL	21.3928263	9.081119	0.0581116	0.0581116	0.6997761	0.6997761
16	17	SOFT	1.722768	0.722768	0.000643	0.31030129	0.04429	0.197104	1.971035	12	70	34	36	9.327551	9.3276	0.457451	0.558871	0.218055	12.43767	0.294227	0.0085	0.374	1	NC SOIL	21.762228	9.701514	0.04668153	0.04668153	0.7374575	0.7374575
17	18	SOFT	1.722768	0.722768	0.000643	0.31030129	0.04429	0.206606	2.066096	12	70	34	36	10.049929	10.05	0.456276	0.52889	0.08927	12.1778	0.282739	0.0082	0.3608	1	NC SOIL	22.2777815	10.4107283	0.0437363	0.0437363	0.7811887	0.7811887
18	19	MEDIUM	1.627804	0.627804	0.00047	0.37043257	0.052592	0.199176	1.991763	17	79	32	47	10.72670	10.726	0.447381	0.38959	0.599731	11.91946	0.27133	0.0079	0.3476	1	NC SOIL	22.6464997	11.072847	0.0438814	0.0438814	0.828207	0.828207
19	20	MEDIUM	1.627804	0.627804	0.00047	0.37043257	0.052592	0.20919	2.09197	17	79	32	47	11.32399	11.323	0.441855	0.38299	0.831624	11.66365	0.26296	0.0076	0.3344	1	NC SOIL	23.0165571	11.4873897	0.0416231	0.0416231	0.8667301	0.8667301
20	21	MEDIUM	1.76991	0.76991	0.0007	0.32401636	0.046388	0.211159	2.111587	6	72	35	37	12.04733	12.047	0.448106	0.46368	0.596575	11.41135	0.283721	0.0074	0.3256	1	NC SOIL	23.4686844	11.3793949	0.0442862	0.0442862	0.9106603	0.9106603
21	22	MEDIUM	1.76991	0.76991	0.0007	0.32401636	0.046388	0.241105	2.411088	6	72	35	37	12.88392	12.888	0.445999	0.44487	0.578565	11.16331	0.245419	0.0072	0.3168	1	NC SOIL	23.9716351	13.1251259	0.0416635	0.0416635	0.9653179	0.9653179
22	23	MEDIUM	1.731508	0.731508	0.000657	0.31031652	0.04429	0.255193	2.55193	5	70	35	35	13.54842	13.55	0.43876	0.22465	0.40056	10.92031	0.27642	0.0069	0.3036	1	NC SOIL	24.476111	13.8581018	0.032454	0.032454	0.9869673	0.9869673
23	24	MEDIUM	1.731508	0.731508	0.000657	0.31031652	0.04429	0.269898	2.698977	5	70	35	35	14.2886	14.286	0.433399	0.411264	0.5341	10.6822	0.230344	0.0065	0.286	1	NC SOIL	24.9880835	14.5718626	0.0306655	0.0306655	2.0156171	2.0156171
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.048291	0.272302	2.723023	8	71	35	36	15.01151	15.012	0.427719	0.396239	0.524935	10.48991	0.22348	0.0062	0.2728	1	NC SOIL	25.46142	15.284314	0.0288504	0.0288504	2.0446979	2.0446979	
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.048291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73494	15.731	0.421794	0.382196	0.511172	10.22346	0.217014	0.0059	0.2596	1	NC SOIL	25.9549128	15.991696	0.0273402	0.0273402	2.071831	2.071831	

- **Qtimbunan = 18 t/m²**

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	18	t/m ²
a / B2	=	19.45945946	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	9.72972973	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$Y_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ³

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES				MECHANICAL PROPERTIES																									
		DERAJAT JENUH (e SAT)	GAMMA EFEKTIV (γ)	BIAREZ	CV (%)	DIRECT SHEAR TEST					ATTERRER TEST BARU					OCR															
						CU	CU	φ	LL	PL	IP	σ _v (t/m ²)	τ _v (t/m ²)	σ ₁ (t/m ²)	σ ₂ (rad)	σ ₃ (t/m ²)	2.σ _o	m = σ _v / σ _o	n = γ / σ _o	I _{p,des}	Δσ _v (t/m ²)	σ _v / σ _o	σ _v / σ _o	σ _v / σ _o	σ _v / σ _o	σ _v / σ _o					
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.28012553	0.03288	0.079248	0.792481	18	64	31	33	0.406724	0.4047	0.031914	1.52054	8.99987	17.99979	0.664816	ao	0.158	0.6952	1	NC SOIL	18.404467	1.0998724	0.22914723	0.22914723	0.66002137	0.06002137
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.28012553	0.03288	0.090344	0.903441	18	64	31	33	1.2140712	1.214	0.049864	1.425486	8.997262	17.99452	0.610084	ao	0.148	0.6512	1	NC SOIL	18.308468	1.0652174	0.16256569	0.34917272	0.02577904	0.0880041
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.50063457	0.07295	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.876848	1.8769	0.15381	1.311965	8.987634	17.97527	0.564703	ao	0.142	0.6248	1	NC SOIL	18.852122	2.0160488	0.167821	0.56273386	0.02044154	0.10624355
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.50063457	0.07295	0.089882	0.888241	11	98	45	53	2.303182	2.3032	0.211783	1.214712	8.987264	17.93453	0.525162	ao	0.138	0.6073	1	NC SOIL	20.3277126	3.000835	0.15221422	0.7184885	0.01689759	0.02133354
4	5	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.49261012	0.070294	0.108303	1.083032	15	96	45	51	2.918114	2.9189	0.262365	1.157107	8.933514	17.86707	0.490796	ao	0.128	0.5632	1	NC SOIL	20.783827	3.8813195	0.14313958	0.6816599	0.0122805	0.13462159
5	6	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.49261012	0.070294	0.111081	1.110813	15	96	45	51	3.451841	3.4516	0.309432	1.078311	8.88807	17.77007	0.460351	ao	0.122	0.5568	1	NC SOIL	21.2217151	3.9844105	0.12664310	0.9781915	0.0106259	0.14486808
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.50077729	0.07297	0.115315	1.153152	9	98	45	53	3.978014	3.9786	0.349788	0.854288	17.64252	0.432995	ao	0.118	0.5192	1	NC SOIL	21.623258	4.9798114	0.11291244	0.9981616	0.01526855	0.1526855	
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.50077729	0.07297	0.120885	1.208848	9	98	45	53	4.499025	4.499	0.384112	0.931016	15.54336	17.48669	0.410255	ao	0.112	0.4828	1	NC SOIL	21.9887172	4.991825	0.10828626	1.9887876	0.01697518	0.15808124
8	9	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.50074961	0.07296	0.126475	1.26475	16	98	45	53	5.024111	5.0244	0.413674	0.878462	16.81885	17.30171	0.388978	ao	0.105	0.462	1	NC SOIL	22.3251201	5.8483411	0.09291488	1.26607742	0.00858317	0.16656491
9	10	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.50074961	0.07296	0.131896	1.31896	16	98	45	53	5.545799	5.5458	0.437963	0.823355	16.58485	17.09699	0.369796	ao	0.102	0.4488	1	NC SOIL	22.6427592	6.9945697	0.09355382	1.8863124	0.00815701	0.17082902
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.50072949	0.07296	0.137457	1.374566	13	98	45	53	6.0662759	6.0663	0.457725	0.773351	16.43496	16.86989	0.352422	ao	0.098	0.4312	1	NC SOIL	22.936167	6.4974759	0.08974734	1.47937858	0.00463383	0.17546374
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.50072949	0.07296	0.142587	1.425866	13	98	45	53	6.582927	6.5829	0.474485	0.72729	13.21244	16.62583	0.336055	ao	0.093	0.4042	1	NC SOIL	23.2087398	6.9912597	0.08529266	1.5640706	0.00400494	0.17953129
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.49269906	0.070296	0.150663	1.506311	14	96	45	51	7.1064892	7.1065	0.487711	0.668018	13.8462	16.36088	0.321447	ao	0.09	0.396	1	NC SOIL	23.4748787	7.924892	0.07999621	1.6440729	0.00391233	0.18148545
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.49269906	0.070296	0.156408	1.564803	14	96	45	51	7.6395844	7.637	0.494888	0.649401	13.04882	16.0997	0.30888	ao	0.087	0.3828	1	NC SOIL	23.736658	8.0197544	0.0754534	1.7195508	0.003281	0.18460302
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.49275412	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.1682	0.501407	0.61434	7.917138	15.8234	0.296662	ao	0.085	0.374	1	NC SOIL	23.9916665	8.542231	0.06449885	1.78494885	0.00267999	0.18808361
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.49275412	0.070296	0.167624	1.676241	7	96	45	51	8.700119	8.7001	0.508653	0.58427	7.70887	15.5411	0.282574	ao	0.082	0.3608	1	NC SOIL	24.2430378	9.061119	0.0617418	1.8453066	0.00242528	0.19151586
16	17	SOFT	1.7227568	0.7227568	0.000643	0.310180129	0.04429	0.197104	1.971033	12	70	34	36	9.3275514	9.3276	0.507962	0.55887	7.62832	15.25666	0.274913	ao	0.079	0.3476	1	NC SOIL	24.5821446	9.9753114	0.05139123	1.8987818	0.00201572	0.19351127
17	18	SOFT	1.7227568	0.7227568	0.000643	0.310180129	0.04429	0.206661	2.066660	12	70	34	36	10.049828	10.05	0.508627	0.485864	14.97011	0.265193	ao	0.076	0.3344	1	NC SOIL	25.0203632	10.3843282	0.05024087	1.9490173	0.00180328	0.19533495	
18	19	MEDIUM	1.6278014	0.6278014	0.00047	0.3784257	0.05252	0.195183	1.95183	17	79	32	47	10.72847	10.7285	0.50904	0.48995	7.41801	14.6826	0.26158	ao	0.074	0.3256	1	NC SOIL	25.4088931	11.09867	0.0496713	1.99667888	0.0012611	0.19709112
19	20	MEDIUM	1.6278014	0.6278014	0.00047	0.3784257	0.05252	0.201919	2.01919	17	79	32	47	11.325019	11.323	0.509106	0.482495	7.19252	14.29846	0.247678	ao	0.072	0.3168	1	NC SOIL	25.7513959	11.697987	0.04809212	2.047172	0.00161044	0.19870727
20	21	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.0007	0.33418636	0.046388	0.21159	2.11587	6	72	35	37	12.024733	12.025	0.501355	0.463664	7.0758	14.11576	0.23976	ao	0.069	0.3036	1	NC SOIL	26.163095	12.3500349	0.05154883	2.0992308	0.00161635	0.20196162
21	22	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.0007	0.33418636	0.046388	0.214048	2.14048	6	72	35	37	12.86236	12.868	0.494987	0.44487	6.918355	13.8564	0.232333	ao	0.065	0.296	1	NC SOIL	26.6473761	13.094329	0.04868999	2.1480707	0.00147592	0.20182554
22	23	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.31011652	0.04429	0.252395	2.523948	5	70	35	38	13.558282	13.555	0.493155	0.427661	6.7867	13.56114	0.225352	ao	0.062	0.2728	1	NC SOIL	27.115662	13.827303	0.05060252	2.1867698	0.00100755	0.20292211
23	24	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.31011652	0.04429	0.260888	2.608877	5	70	35	38	14.28863	14.286	0.496777	0.411294	6.645267	13.29053	0.218778	ao	0.059	0.2596	1	NC SOIL	27.576992	14.5454626	0.04830092	2.2271715	0.0009885	0.20391179
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.31703426	0.045291	0.27202	2.72023	8	71	35	36	15.011514	15.012	0.488963	0.396239	6.51257	13.02705	0.212577	ao	0.056	0.2464	1	NC SOIL	28.035988	15.257914	0.03411801	2.2562895	0.0008979	0.20488089
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.31703426	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73456	15.733	0.479001	0.36236	6.38527	12.76955	0.206718	ao	0.053	0.2332	1	NC SOIL	28.4965105	15.964656	0.03244632	2.2807378	0.0008367	0.20566495

2. TIMBUNAN OPRIT TEGAK

- $Q_{\text{timbunan}} = 3 \text{ t/m}^2$

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	3	t/m ²
a / B2	=	0	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	1.621621622	m
q_{pavement}	=	1.1	t/m ²
h_{pavement}	=	0.2	m
Y_{pavement}	=	2.5	t/m ³
$L_{\text{pavement}2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES										MECHANICAL PROPERTIES																			
		DERAJAT JENUH (r SAT)		GAMMA EFEKTIF (r)		BIAREZ		DIRECT SHEAR TEST					ATTERBERG TEST BARU					OCR													
		(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)	CC	CS	kg/cm ²	1m ²	ϕ	c	LL	PL	IP	σ'_v (kN/m ²)	σ'_c (kN/m ²)	$n = \nu/z$	$n = \nu/z$	t_{broken}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$m = \alpha/z$	$n = \nu/z$	f_{pavement}	$\Delta\sigma$ (kN/m ²)	OCR	$\Delta\sigma + \sigma'_0$	$S_{\text{compression}}$	SC KUM	$S_{\text{compression}}$	SC KUM	
0	1	SOFT	1.8093448	1.8093448	0.000787	0.27	0.038288	0.090348	0.9292481	18	64	31	33	0.404672	0.404672	20.5	∞	0.25	3	0.06237	∞	0.25	1.1	1	NC SOIL	3.404672	1.506072	0.127851	0.127851	0.078833	0.078833
1	2	SOFT	1.8093448	1.8093448	0.000787	0.27	0.038288	0.090344	0.930442	18	64	31	33	1.214017	1.214017	4.833333	∞	0.25	3	2.174491	∞	0.232	1.0648	1	NC SOIL	4.214017	2.278817	0.074705	0.202597	0.078701	0.116635
2	3	VERY SOFT	1.5161304	1.5161304	0.000229	0.500603	0.072295	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.878885	1.878885	6.11	∞	0.25	3	1.68874	∞	0.242	1.0208	1	NC SOIL	4.878885	2.897655	0.07492	0.32799	0.078701	0.147533
3	4	VERY SOFT	1.5161304	1.5161304	0.000229	0.500603	0.072295	0.098852	0.988524	11	98	45	53	2.293185	2.293185	2.92871	∞	0.248	2.976	1.376738	∞	0.228	1.0332	1	NC SOIL	5.293185	3.396385	0.07492	0.32799	0.078701	0.17444
4	5	VERY SOFT	1.5335271	1.5335271	0.000243	0.492061	0.070294	0.105303	1.053032	15	96	45	51	3.919114	3.919114	2.77778	∞	0.243	2.916	1.629586	∞	0.215	0.946	1	NC SOIL	5.834114	3.864114	0.08421	0.376229	0.079552	0.191966
5	6	VERY SOFT	1.5335271	1.5335271	0.000243	0.492061	0.070294	0.111081	1.110813	15	96	45	51	3.451641	3.451641	1.865336	∞	0.238	2.856	1.060835	∞	0.207	0.9108	1	NC SOIL	6.307641	4.362441	0.041982	0.418211	0.063636	0.268303
6	7	VERY SOFT	1.5204136	1.5204136	0.000229	0.506078	0.072297	0.115115	1.151115	9	98	45	53	3.978611	3.978611	11.576923	∞	0.224	2.688	0.88767	∞	0.194	0.8536	1	NC SOIL	6.666611	4.832211	0.034431	0.453642	0.012965	0.221268
7	8	VERY SOFT	1.5204136	1.5204136	0.000229	0.506078	0.072297	0.120985	1.209488	9	98	45	53	4.494925	4.494925	3.66667	∞	0.221	2.652	0.793728	∞	0.183	0.8052	1	NC SOIL	7.151025	5.304225	0.03991	0.483552	0.010982	0.23225
8	9	VERY SOFT	1.5245886	1.5245886	0.000229	0.500673	0.072296	0.126273	1.262575	16	98	45	53	5.021411	5.021411	2.05882	∞	0.218	2.616	0.717766	∞	0.172	0.7568	1	NC SOIL	7.637411	5.779211	0.027867	0.511439	0.007636	0.241586
9	10	VERY SOFT	1.5245886	1.5245886	0.000229	0.500673	0.072296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.54877	5.54877	1.079497	∞	0.211	2.532	0.685074	∞	0.165	0.726	1	NC SOIL	8.07777	6.217177	0.02501	0.536449	0.008181	0.249767
10	11	VERY SOFT	1.5166538	1.5166538	0.000229	0.506073	0.072296	0.137457	1.374566	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.976149	∞	0.205	2.46	0.602454	∞	0.158	0.6952	1	NC SOIL	8.526776	6.761476	0.02971	0.559419	0.007321	0.257088
11	12	VERY SOFT	1.5166538	1.5166538	0.000229	0.506073	0.072296	0.142887	1.428866	13	98	45	53	6.58293	6.58293	0.891304	∞	0.192	2.304	0.557659	∞	0.148	0.6512	1	NC SOIL	8.88693	7.234313	0.020251	0.579671	0.006365	0.264544
12	13	VERY SOFT	1.5304652	1.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	0.150663	1.506633	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.82	∞	0.187	2.244	0.519064	∞	0.143	0.6292	1	NC SOIL	9.330489	7.735889	0.018281	0.597951	0.016567	0.269105
13	14	VERY SOFT	1.5304652	1.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	0.156408	1.564082	14	96	45	51	7.639984	7.639984	0.799359	∞	0.178	2.136	0.484469	∞	0.138	0.6072	1	NC SOIL	9.772984	8.244154	0.016429	0.616438	0.008996	0.274201
14	15	SOFT	1.532088	1.532088	0.000243	0.492075	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.186231	8.186231	0.760897	∞	0.168	2.016	0.455952	∞	0.131	0.5764	1	NC SOIL	10.18423	8.746431	0.013395	0.627558	0.004088	0.278283
15	16	SOFT	1.532088	1.532088	0.000243	0.492075	0.070296	0.167924	1.679245	7	96	45	51	8.700319	8.700319	0.661229	∞	0.161	1.932	0.429622	∞	0.126	0.5544	1	NC SOIL	10.60232	9.254719	0.012065	0.639589	0.001698	0.281981
16	17	SOFT	1.7227568	1.7227568	0.000643	0.31003	0.04429	0.197104	1.971035	12	70	34	36	9.327551	9.327551	0.621212	∞	0.152	1.824	0.406524	∞	0.118	0.5192	1	NC SOIL	11.15155	9.846751	0.00984	0.649429	0.002984	0.284965
17	18	SOFT	1.7227568	1.7227568	0.000643	0.31003	0.04429	0.206661	2.066669	12	70	34	36	10.04993	10.04993	0.585714	∞	0.149	1.788	0.385622	∞	0.108	0.4752	1	NC SOIL	11.83793	10.52913	0.008021	0.658545	0.002545	0.287311
18	19	MEDIUM	1.627864	1.627864	0.000470	0.373043	0.053292	0.196716	1.967163	17	79	32	47	11.35291	11.35291	0.555454	∞	0.146	1.752	0.366765	∞	0.106	0.4664	1	NC SOIL	12.47705	11.19145	0.008885	0.667535	0.0025	0.29001
19	20	MEDIUM	1.627864	1.627864	0.000470	0.373043	0.053292	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.82529	11.82529	0.525641	∞	0.142	1.704	0.349665	∞	0.104	0.4576	1	NC SOIL	13.05691	11.81051	0.008212	0.675547	0.00232	0.292531
20	21	MEDIUM	1.769991	1.769991	0.000700	0.322019	0.046288	0.231159	2.311587	6	72	35	37	12.04733	12.04733	0.5	∞	0.14	1.68	0.334089	∞	0.102	0.4488	1	NC SOIL	13.72733	12.29613	0.008678	0.684224	0.002343	0.294762
21	22	MEDIUM	1.769991	1.769991	0.000700	0.322019	0.046288	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.88383	12.88383	0.476744	∞	0.136	1.632	0.319842	∞	0.098	0.4312	1	NC SOIL	14.44403	13.23953	0.007972	0.692196	0.002201	0.296962
22	23	MEDIUM	1.7313608	1.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.5845	13.5845	0.445556	∞	0.125	1.5	0.30076	∞	0.094	0.4136	1	NC SOIL	15.0545	13.9681	0.005761	0.697957	0.00165	0.298613
23	24	MEDIUM	1.7313608	1.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	0.264988	2.649872	5	70	35	35	14.28386	14.28386	0.436117	∞	0.122	1.464	0.294706	∞	0.086	0.3784	1	NC SOIL	15.74986	14.66426	0.005355	0.703312	0.001435	0.300048
24	25	MEDIUM	1.719942	1.719942	0.000643	0.310334	0.045291	0.272302	2.723023	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	∞	0.117	1.404	0.283564	∞	0.079	0.3476	1	NC SOIL	16.45151	15.35911	0.004883	0.708195	0.00125	0.301298
25	26	MEDIUM	1.719942	1.719942	0.000643	0.310334	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73146	15.73146	0.401961	∞	0.113	1.356	0.273233	∞	0.071	0.3124	1	NC SOIL	17.08216	16.06386	0.004516	0.712711	0.001074	0.303272

- Qtimbunan = 6 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m3
q_0	=	6	t/m2
$a / B2$	=	0	m
$b / B1$	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h_{timb}	=	3.243243243	m
q_{pavement}	=	1.1	t/m ²
h_{pavement}	=	0.5	m
Y_{pavement}	=	2.5	t/m ³
$L_{\text{pavement}/2}$	=	7.2	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES					MECHANICAL PROPERTIES																										
		DEBIANIT JENIH (γ SAT)		GAMMA EFEKTI (γ')		BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST					ATTERBERG TEST BARI					OCR																
		(GR.CM ³)	(GR.CM ³)	CU (γ _{sat} /m ³)	CS		CU	CU	φ	LL	PL	IP	e ₀ (t/m ²)	e ₀ (t/m ²)	m = x/z	n = y/z	$I_{p_{\text{max}}}$	Δσ (t/m ²)	m = x/z	n = y/z	$I_{p_{\text{max}}}$	Δσ (t/m ²)	e _c (e _v)	JENIS	Timbunan	Pavement	SC KUM	SC KUM	SC KUM	SC KUM			
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.268013	0.038288	0.079248	0.792482	18	64	31	33	1.214017	1.214017	6.833333	0.25	6	1.759653	0.232	1.0208	1	NC SOIL	6.404672	1.425472	0.165783	0.165783	0.075587	0.075587	0.165783	0.165783	0.075587	0.075587
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.268013	0.038288	0.090344	0.903442	18	64	31	33	1.214017	1.214017	6.833333	0.25	6	1.425288	0.228	1.0032	1	NC SOIL	7.214017	2.212717	0.106977	0.106977	0.27276	0.27276	0.06157	0.06157	0.117144	0.117144
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.906063	0.072285	0.093426	0.934287	11	98	45	53	1.876853	1.876853	4.1	0.25	6	1.197661	0.215	0.946	1	NC SOIL	7.878853	2.823853	0.102062	0.102062	0.02904	0.02904	0.147874	0.147874	0.147874	0.147874
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.906063	0.072285	0.098852	0.988344	11	98	45	53	2.391815	2.391815	2.02871	0.24	5.953	1.032741	0.207	0.9108	1	NC SOIL	8.345183	3.339883	0.108887	0.108887	0.062966	0.062966	0.183773	0.183773	0.183773	0.183773
4	5	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.492061	0.070284	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.918114	2.918114	2.277778	0.243	5.832	0.907748	0.194	0.8536	1	NC SOIL	8.750114	3.771714	0.076664	0.076664	0.540146	0.540146	0.017867	0.017867	0.181997	0.181997
5	6	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.492061	0.070284	0.111081	1.110813	15	96	45	51	3.451641	3.451641	1.863636	0.238	5.712	0.899742	0.183	0.8052	1	NC SOIL	9.608134	4.25884	0.067988	0.067988	0.608134	0.608134	0.0146	0.0146	0.198197	0.198197
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.906078	0.072287	0.115151	1.15152	9	98	45	53	3.978611	3.978611	1.576923	0.224	5.376	0.730837	0.172	0.7568	1	NC SOIL	9.354611	4.75411	0.057027	0.057027	0.665161	0.665161	0.011615	0.011615	0.207812	0.207812
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.906078	0.072287	0.120983	1.209848	9	98	45	53	4.499025	4.499025	1.366667	0.221	5.204	0.616594	0.165	0.726	1	NC SOIL	9.803025	5.25025	0.05135	0.05135	0.717111	0.717111	0.009979	0.009979	0.21791	0.21791
8	9	VERY SOFT	1.5243886	0.5243886	0.000229	0.906075	0.072286	0.126475	1.264751	16	98	45	53	5.021411	5.021411	1.395882	0.218	5.232	0.516125	0.159	0.6952	1	NC SOIL	10.25341	5.716611	0.047275	0.047275	0.784588	0.784588	0.008262	0.008262	0.236414	0.236414
9	10	VERY SOFT	1.5243886	0.5243886	0.000229	0.906075	0.072286	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.54577	5.54577	1.079847	0.211	5.064	0.565517	0.148	0.6512	1	NC SOIL	10.69977	6.19697	0.043142	0.043142	0.807728	0.807728	0.007383	0.007383	0.233797	0.233797
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.906073	0.072286	0.137457	1.374566	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.97619	0.205	4.92	0.525865	0.143	0.6292	1	NC SOIL	10.98628	6.695476	0.040077	0.040077	0.806659	0.806659	0.006659	0.006659	0.240457	0.240457
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.906073	0.072286	0.142887	1.428866	13	98	45	53	6.58293	6.58293	0.891304	0.202	4.608	0.49141	0.138	0.6072	1	NC SOIL	11.19093	7.19013	0.035807	0.035807	0.883162	0.883162	0.009554	0.009554	0.24641	0.24641
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070286	0.150663	1.506633	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.82	0.187	4.488	0.461192	0.131	0.5764	1	NC SOIL	11.59449	7.68289	0.03261	0.03261	0.916222	0.916222	0.005195	0.005195	0.251406	0.251406
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070286	0.156408	1.564082	14	96	45	51	7.649384	7.649384	0.792929	0.178	4.272	0.444475	0.126	0.5544	1	NC SOIL	12.00805	8.191584	0.029997	0.029997	0.948818	0.948818	0.004688	0.004688	0.262524	0.262524
14	15	SOFT	1.533088	0.533088	0.000243	0.492075	0.070286	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.188231	8.188231	0.708907	0.168	4.072	0.416938	0.118	0.5192	1	NC SOIL	12.30122	8.69343	0.024017	0.024017	0.968083	0.968083	0.003689	0.003689	0.269663	0.269663
15	16	SOFT	1.533088	0.533088	0.000243	0.492075	0.070286	0.167924	1.679245	7	96	45	51	8.700319	8.700319	0.66129	0.161	3.864	0.389364	0.108	0.4752	1	NC SOIL	12.56122	9.175519	0.021099	0.021099	0.991834	0.991834	0.003183	0.003183	0.263146	0.263146
16	17	SOFT	1.7223768	0.7223768	0.000643	0.31003	0.04429	0.197104	1.971035	12	70	34	36	9.327551	9.327551	0.621212	0.152	3.648	0.370147	0.106	0.4664	1	NC SOIL	12.97555	9.789551	0.018185	0.018185	1.01002	1.01002	0.002888	0.002888	0.263834	0.263834
17	18	SOFT	1.7223768	0.7223768	0.000643	0.31003	0.04429	0.206961	2.069666	12	70	34	36	10.04993	10.04993	0.585714	0.149	3.576	0.352789	0.104	0.4578	1	NC SOIL	13.62593	10.80753	0.016767	0.016767	1.03579	1.03579	0.002453	0.002453	0.268287	0.268287
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373403	0.053292	0.198716	1.987163	17	79	32	47	10.72858	10.72858	0.548261	0.146	3.504	0.358894	0.102	0.4488	1	NC SOIL	14.22965	11.77858	0.016601	0.016601	1.08339	1.08339	0.002407	0.002407	0.272895	0.272895
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373403	0.053292	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.35291	11.35291	0.525641	0.142	3.408	0.322411	0.098	0.4312	1	NC SOIL	14.76091	11.78411	0.015415	0.015415	1.058805	1.058805	0.002189	0.002189	0.272884	0.272884
20	21	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.0007	0.324019	0.046288	0.231159	2.311587	6	72	35	37	12.04733	12.04733	0.5	0.14	3.36	0.309123	0.094	0.4136	1	NC SOIL	15.40733	12.46093	0.016352	0.016352	1.075157	1.075157	0.002244	0.002244	0.275127	0.275127
21	22	MEDIUM	1.760991	0.760991	0.0007	0.324019	0.046288	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.80833	12.80833	0.476744	0.136	3.264	0.298886	0.086	0.3784	1	NC SOIL	16.07233	13.18673	0.015989	0.015989	1.093247	1.093247	0.001975	0.001975	0.277653	0.277653
22	23	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000667	0.310032	0.04429	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.554	13.554	0.455556	0.125	3	0.285581	0.079	0.3476	1	NC SOIL	16.554	13.9021	0.016075	0.016075	1.101221	1.101221	0.0019	0.0019	0.279453	0.279453
23	24	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000667	0.310032	0.04429	0.264988	2.649877	5	70	35	35	14.28286	14.28286	0.436117	0.122	2.808	0.275106	0.071	0.3124	1	NC SOIL	17.21386	14.59828	0.016024	0.016024	1.111455	1.111455	0.001187	0.001187	0.279664	0.279664
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.310334	0.045291	0.272302	2.723023	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	0.117	2.808	0.265372	0.068	0.2992	1	NC SOIL	17.81951	18.03351	0.009965	0.009965	1.12382	1.12382	0.000926	0.000926	0.289566	0.289566
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.310334	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73146	15.73146	0.401961	0.113	2.712	0.256303	0.065	0.286	1	NC SOIL	18.44346	18.91426	0.008963	0.008963	1.129507	1.129507	0.000893	0.000893	0.296889	0.296889

- Qtimbunan = 12 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	12	t/m ²
a / B2	=	0	m
b / B1	=	10,25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	6.486486486	m

$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$Y_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES						MECHANICAL PROPERTIES																					
		DERAJAT JENUH (γ_{SAT})	GAMMA EFEKTIF (γ')	BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST			ATTERBERG TEST BARU							OCR														
					CU	CU	ϕ	LL	PL	IP	σ'_v (t/m ²)	c' (t/m ²)	$m = x/z$	$n = y/z$	$l_{pavement}$	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{pavement}$	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$SC_{pavement}$	SC KUM	$SC_{pavement}$	SC KUM					
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.00787	0.58013	0.038288	0.092428	0.792841	18	64	31	33	0.404672	0.404672	20.5	0.25	12	0.965655	0.194	0.8356	1	NC SOIL	12.40467	1.259272	0.206465	0.350465	0.090998	0.080806
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.00787	0.58013	0.038288	0.090344	0.903447	18	64	31	33	1.214017	1.314017	68.3333	0.25	12	0.855435	0.183	0.8052	1	NC SOIL	13.21402	2.019217	0.14331	0.348775	0.030341	0.086639
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.00229	0.506063	0.072295	0.094256	0.934257	11	98	45	53	1.876855	1.876855	4.1	0.25	12	0.767855	0.172	0.7568	1	NC SOIL	13.87685	2.633655	0.142343	0.491118	0.024104	0.122741
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.00229	0.506063	0.072295	0.098852	0.988524	11	98	45	53	2.391385	2.391385	5.928571	0.248	11.904	0.696542	0.165	0.726	1	NC SOIL	14.29719	3.19185	0.127175	0.618251	0.018851	0.141594
4	5	VERY SOFT	1.5353271	0.5353271	0.00243	0.492061	0.070294	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.918144	2.918144	2.277778	0.243	11.694	0.63735	0.158	0.6952	1	NC SOIL	14.5821	3.613314	0.112302	0.73032	0.014879	0.156473
5	6	VERY SOFT	1.5353271	0.5353271	0.00243	0.492061	0.070294	0.111081	1.110813	15	96	45	51	3.431641	3.431641	1.803656	0.238	11.424	0.58743	0.148	0.6517	1	NC SOIL	14.87864	4.02841	0.101723	0.853063	0.012034	0.168806
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.00229	0.506078	0.072297	0.115515	1.155125	9	98	45	53	3.978611	3.978611	1.576923	0.224	10.752	0.544762	0.143	0.6292	1	NC SOIL	14.73961	4.607811	0.087314	0.919358	0.009793	0.178301
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.00229	0.506078	0.072297	0.120985	1.209848	9	98	45	53	4.496025	4.496025	1.366667	0.221	10.608	0.508783	0.138	0.6072	1	NC SOIL	15.10703	5.106225	0.080977	1.001555	0.008445	0.186746
8	9	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.00229	0.509075	0.072296	0.126475	1.26475	16	98	45	53	5.021411	5.021411	1.205882	0.218	10.464	0.475663	0.131	0.5764	1	NC SOIL	15.48841	5.597811	0.073893	1.079049	0.007226	0.193972
9	10	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.00229	0.509075	0.072296	0.131966	1.31966	16	98	45	53	5.54577	5.54577	1.078949	0.211	10.128	0.447295	0.126	0.5544	1	NC SOIL	15.67377	6.10077	0.069091	1.144199	0.006336	0.200388
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.00229	0.506075	0.072296	0.137457	1.37456	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.97919	0.205	9.84	0.42113	0.118	0.5192	1	NC SOIL	15.80628	6.584576	0.066049	1.201188	0.005542	0.205881
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.00229	0.506075	0.072296	0.142887	1.42886	13	98	45	53	6.588293	6.588293	0.8891304	0.192	9.216	0.396628	0.108	0.4752	1	NC SOIL	15.79881	7.05813	0.059077	1.268265	0.004703	0.210553
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.00243	0.492069	0.070296	0.150663	1.506633	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.82	0.187	8.976	0.379411	0.106	0.4664	1	NC SOIL	16.08249	7.572899	0.054046	1.322671	0.004235	0.218468
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.00243	0.492069	0.070296	0.156408	1.564082	14	96	45	51	7.636954	7.636954	0.759259	0.178	8.544	0.361142	0.104	0.4576	1	NC SOIL	16.18089	8.094554	0.050017	1.372689	0.003877	0.218664
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.00243	0.492075	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.166231	8.166231	0.706897	0.168	8.064	0.344521	0.102	0.4488	1	NC SOIL	16.23221	8.617031	0.047102	1.411798	0.003502	0.218661
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.00243	0.492075	0.070296	0.167924	1.679245	7	96	45	51	8.700139	8.700139	0.661229	0.161	7.728	0.329417	0.098	0.4312	1	NC SOIL	16.24829	9.131519	0.043851	1.453480	0.002966	0.218762
16	17	SOFT	1.7223768	0.7223768	0.00643	0.31003	0.044249	0.091704	1.971035	12	70	34	36	9.327551	9.327551	0.621212	0.152	7.296	0.315557	0.094	0.4136	1	NC SOIL	16.62355	9.741151	0.033835	1.483684	0.002039	0.227152
17	18	SOFT	1.7223768	0.7223768	0.00643	0.31003	0.044249	0.206661	2.066696	12	70	34	36	10.04993	10.04993	0.585714	0.149	7.152	0.302817	0.086	0.3784	1	NC SOIL	17.30193	10.42833	0.029609	1.513293	0.002036	0.229188
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00447	0.373043	0.052592	0.196716	1.967165	17	79	32	47	10.72505	10.72505	0.554084	0.146	7.008	0.291065	0.079	0.3476	1	NC SOIL	17.73395	11.07265	0.026528	1.542821	0.001873	0.231061
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00447	0.373043	0.052592	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.35291	11.35291	0.525641	0.142	6.816	0.280191	0.071	0.3124	1	NC SOIL	18.08091	11.66531	0.022763	1.570424	0.001594	0.232655
20	21	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.007	0.324019	0.046288	0.231159	2.311587	6	72	35	37	12.04773	12.04773	0.5	0.144	6.72	0.2701	0.068	0.2902	1	NC SOIL	18.76973	12.54683	0.020465	1.599899	0.001631	0.232486
21	22	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.007	0.324019	0.046288	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.88083	12.88083	0.476744	0.136	6.528	0.260711	0.065	0.286	1	NC SOIL	19.34633	13.09433	0.020739	1.622778	0.001488	0.235754
22	23	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.00667	0.310032	0.044249	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.5545	13.5545	0.455556	0.125	6	0.249193	0.062	0.2728	1	NC SOIL	19.5845	13.8273	0.020116	1.647994	0.001094	0.238848
23	24	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.00667	0.310032	0.044249	0.264687	2.646877	5	70	35	35	14.2886	14.2886	0.436717	0.122	5.856	0.247664	0.061	0.2684	1	NC SOIL	20.11486	14.55426	0.018864	1.66622	0.001022	0.237869
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.317034	0.045291	0.272302	2.723023	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	0.117	5.616	0.240091	0.059	0.2596	1	NC SOIL	20.62751	15.27111	0.017357	1.683608	0.000936	0.238806
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.317034	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73746	15.73746	0.401961	0.113	5.424	0.228886	0.057	0.2508	1	NC SOIL	21.15546	15.98236	0.016179	1.699977	0.000864	0.23967

- Qtimbunan = 15 t/m²

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	15	t/m ²
a / B2	=	0	m
b / B1	=	10.25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	8.108108108	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$\gamma_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement}/2$	=	7.5	t/m ¹

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES					MECHANICAL PROPERTIES																							
		DERAJAT JENUH (γ SAT)	GAMMA EFEKTIF (γ')	BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST		ATTERBERG TEST BARU					OCR																		
					CU	CV	LL	PL	IP	e_0 (1/m ²)	e'_c (1/m ²)	$m = v/z$	$n = v/z$	I_{broad}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$m = x/z$	$n = y/z$	I_{broad}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	JENS	Timbunan/Pavement	$\Delta\sigma + \sigma'_0$	$SC_{pavement}$	SC KUM	$SC_{pavement}$	SC KUM				
(GR.CM ³)	(GR.CM ³)	CV (cm ² /s)	CC	CS	kg/cm ²	v/m ²	ϕ (°)	LL (%)	PL (%)	IP (%)	e_0 (1/m ²)	e'_c (1/m ²)	$m = v/z$	$n = v/z$	I_{broad}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$m = x/z$	$n = y/z$	I_{broad}	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	JENS	Timbunan/Pavement	$\Delta\sigma + \sigma'_0$	$SC_{pavement}$	SC KUM	$SC_{pavement}$	SC KUM			
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.280133	0.038288	0.792481	18	64	31	33	0.404672	0.404672	20.5	ms	0.25	15	0.790392	ms	0.172	0.758	1	NC SOIL	15.40467	1.16472	0.218467	0.128467	0.063293	0.063293
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.280133	0.038288	0.903442	18	64	31	33	0.214017	0.214017	6.833333	ms	0.25	15	0.715037	ms	0.165	0.726	1	NC SOIL	16.21402	1.940017	0.15592	0.374059	0.028139	0.091432
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.506063	0.072295	0.934257	11	98	45	53	1.878585	1.878585	4.1	ms	0.25	15	0.6528	ms	0.138	0.6952	1	NC SOIL	16.87858	2.72055	0.156269	0.530327	0.022342	0.113852
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.506063	0.072295	0.988524	11	98	45	53	2.393188	2.393188	2.928571	ms	0.248	14.88	0.60053	ms	0.148	0.6512	1	NC SOIL	17.27319	3.044385	0.149629	0.670556	0.017124	0.130975
4	5	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.492061	0.070294	1.053032	15	96	45	51	2.918414	2.918414	2.277778	ms	0.243	14.58	0.55601	ms	0.143	0.6292	1	NC SOIL	17.49811	3.547314	0.142721	0.795677	0.013596	0.144571
5	6	VERY SOFT	1.5335271	0.5335271	0.000243	0.492061	0.070294	1.110811	15	96	45	51	3.455641	3.455641	1.863636	ms	0.238	14.28	0.517635	ms	0.138	0.6072	1	NC SOIL	17.73164	4.058841	0.13992	0.909629	0.011284	0.153855
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.506078	0.072297	1.155153	9	98	45	53	1.978611	1.978611	1.576923	ms	0.224	13.44	0.482416	ms	0.131	0.5764	1	NC SOIL	17.41861	4.556011	0.088494	1.081213	0.000025	0.164881
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.506078	0.072297	1.199885	9	98	45	53	4.499025	4.499025	1.366667	ms	0.221	13.26	0.45485	ms	0.126	0.5544	1	NC SOIL	17.75903	5.053425	0.091586	1.099709	0.007751	0.172631
8	9	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.506075	0.072296	1.264753	16	98	45	53	5.024111	5.024111	1.205882	ms	0.218	13.08	0.428842	ms	0.118	0.5192	1	NC SOIL	18.10141	5.540611	0.088273	1.184892	0.006543	0.179174
9	10	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.506075	0.072296	1.319386	16	98	45	53	5.545777	5.545777	0.878947	ms	0.211	12.66	0.405647	ms	0.108	0.4752	1	NC SOIL	18.20377	6.02097	0.07995	1.284052	0.005467	0.184641
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.506073	0.072296	1.374566	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.797619	ms	0.205	12.3	0.384533	ms	0.106	0.4654	1	NC SOIL	18.36628	6.532076	0.074753	1.338785	0.004998	0.18964
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.506073	0.072296	1.428866	13	98	45	53	6.582929	6.582929	0.891304	ms	0.192	11.52	0.366651	ms	0.104	0.4576	1	NC SOIL	18.40291	7.04053	0.068263	1.407048	0.004535	0.194748
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	1.506833	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.82	ms	0.187	11.22	0.359016	ms	0.102	0.4488	1	NC SOIL	18.32649	7.555289	0.066108	1.470156	0.00448	0.198254
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	1.564082	14	96	45	51	7.639954	7.639954	0.795259	ms	0.178	10.68	0.333497	ms	0.098	0.4312	1	NC SOIL	18.31695	8.088154	0.058277	1.528453	0.003569	0.201913
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.492075	0.070296	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.168231	0.760897	ms	0.168	10.08	0.319299	ms	0.094	0.4136	1	NC SOIL	18.24823	8.581831	0.048118	1.576551	0.002957	0.20487
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.492075	0.070296	1.679245	7	96	45	51	8.705319	8.705319	0.66129	ms	0.161	9.66	0.30626	ms	0.086	0.3784	1	NC SOIL	18.30032	9.078719	0.044707	1.621257	0.002549	0.207418
16	17	SOFT	1.7227398	0.7227398	0.000643	0.31003	0.04429	1.971035	12	70	34	36	9.232551	9.232551	0.621212	ms	0.152	9.12	0.294245	ms	0.079	0.3676	1	NC SOIL	18.44755	9.579151	0.037557	1.658827	0.002016	0.209432
17	18	SOFT	1.7227398	0.7227398	0.000643	0.31003	0.04429	2.066961	12	70	34	36	10.009993	10.009993	0.587714	ms	0.149	8.94	0.283137	ms	0.071	0.3124	1	NC SOIL	18.89993	10.36253	0.030957	1.693885	0.001688	0.211121
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373043	0.051292	1.967165	17	79	32	47	10.72505	10.72505	0.554054	ms	0.146	8.76	0.272837	ms	0.068	0.2902	1	NC SOIL	19.48955	11.02425	0.03396	1.728455	0.001616	0.212736
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373043	0.051292	2.039918	17	79	32	47	11.32591	11.32591	0.525641	ms	0.142	8.52	0.26326	ms	0.065	0.296	1	NC SOIL	19.87291	11.63891	0.032877	1.761822	0.001461	0.214197
20	21	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.00077	0.324019	0.046288	2.331592	6	72	35	37	12.00733	12.00733	0.5	ms	0.14	8.4	0.254332	ms	0.062	0.2728	1	NC SOIL	20.44733	12.32033	0.031644	1.799966	0.001488	0.215686
21	22	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.00077	0.324019	0.046288	2.411045	6	72	35	37	12.98833	12.98833	0.476744	ms	0.136	8.16	0.245991	ms	0.061	0.2684	1	NC SOIL	20.99833	13.07673	0.032765	1.82975	0.001179	0.217064
22	23	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	2.551955	5	70	35	35	13.5545	13.5545	0.455556	ms	0.125	7.5	0.23179	ms	0.059	0.2596	1	NC SOIL	21.0545	13.8141	0.024173	1.859324	0.001041	0.218106
23	24	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	2.649888	5	70	35	35	14.28566	14.28566	0.436717	ms	0.122	7.32	0.230848	ms	0.057	0.2598	1	NC SOIL	21.0586	14.53666	0.022708	1.876631	0.000955	0.219061
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.317034	0.045291	2.726023	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	ms	0.117	7.02	0.220954	ms	0.055	0.242	1	NC SOIL	22.01511	15.25351	0.020954	1.897955	0.000873	0.219934
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.317034	0.045291	2.818272	8	71	35	36	15.71346	15.71346	0.410961	ms	0.113	6.78	0.217461	ms	0.054	0.2376	1	NC SOIL	23.11464	15.96980	0.019927	1.917157	0.000819	0.220753

- **Qtimbunan = 18 t/m²**

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m ³
q_0	=	18	t/m ²
a / B2	=	0	m
b / B1	=	10,25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	9.72972973	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$\gamma_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement/2}$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES						MECHANICAL PROPERTIES																					
		DERAJAT JENUH (γ SAT)		GAMMA EFEKTIF (γ')		BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST						ATTERBERG TEST BARU						OCR				$S_{c,tanban}$	SC KUM	$S_{c,max}$	SC KUM			
		(GR _C M)	(GR _C M)	CV (m ³ /s)	CC		CS	CU	CU	ϕ	LL	PL	IP	$\sigma'_{0.2}$ (m/2)	$\sigma'_{c(m)}$	m = x/z	n = y/z	$I_{p,max}$	$\Delta\sigma$ (t/m ²)	m = x/z	n = y/z	$I_{p,max}$					$\Delta\sigma$ (t/m ²)	$\sigma'_{c'}$ $\sigma'_{0'}$	JENIS
0	1	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.268013	0.028288	0.079248	0.924801	18	64	31	33	0.40472	0.046762	20.5	0.25	18	0.669782	0.158	0.6952	1	NC SOIL	18.0461	1.099972	0.229148	0.229148	0.00021	0.00021
1	2	SOFT	1.8093448	0.8093448	0.000787	0.268013	0.028288	0.069344	0.934402	18	64	31	33	1.214017	1.214017	6.632733	0.25	18	0.614872	0.148	0.6512	1	NC SOIL	19.2182	1.865217	0.162783	0.162783	0.02579	0.02579
2	3	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.506063	0.072295	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.87655	1.87655	4.1	0.25	18	0.508282	0.143	0.6292	1	NC SOIL	19.87685	2.506055	0.16791	0.16791	0.06284	0.06284
3	4	VERY SOFT	1.5163304	0.5163304	0.000229	0.506063	0.072295	0.098852	0.988524	11	98	45	53	2.393185	2.393185	2.92871	0.25	18	0.528256	0.138	0.6072	1	NC SOIL	20.24919	3.000385	0.151939	0.151939	0.016088	0.016088
4	5	VERY SOFT	1.533271	0.533271	0.000243	0.492061	0.070294	0.105303	1.053032	15	96	45	51	2.918114	2.918114	2.27778	0.243	17.496	0.493497	0.131	0.5764	1	NC SOIL	20.41411	3.494514	0.135454	0.135454	0.002353	0.002353
5	6	VERY SOFT	1.533271	0.533271	0.000243	0.492061	0.070294	0.111081	1.110813	15	96	45	51	3.451641	3.451641	1.80836	0.238	17.156	0.46303	0.126	0.5544	1	NC SOIL	20.58764	4.006041	0.12351	0.12351	0.000372	0.000372
6	7	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.506075	0.072297	0.115515	1.155152	9	98	45	53	3.978611	3.978611	1.576923	0.224	16.128	0.346106	0.118	0.5192	1	NC SOIL	20.10661	4.97811	0.108067	0.108067	0.008182	0.008182
7	8	VERY SOFT	1.5204136	0.5204136	0.000229	0.506075	0.072297	0.120985	1.209884	9	98	45	53	4.499025	4.499025	1.366607	0.221	15.912	0.412141	0.108	0.4752	1	NC SOIL	20.41103	4.974225	0.108067	0.108067	0.006693	0.006693
8	9	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.506075	0.072296	0.126475	1.26475	16	98	45	53	5.021411	5.021411	1.205882	0.218	15.696	0.390672	0.106	0.4664	1	NC SOIL	20.71741	5.487811	0.094249	0.094249	0.000927	0.000927
9	10	VERY SOFT	1.5243586	0.5243586	0.000229	0.506075	0.072296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.54577	5.54577	1.078047	0.211	15.192	0.37133	0.104	0.4576	1	NC SOIL	20.73777	6.00337	0.087709	0.087709	0.002743	0.002743
10	11	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.506075	0.072296	0.137456	1.37456	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.97619	0.205	14.76	0.358313	0.102	0.4488	1	NC SOIL	20.82628	6.515076	0.084328	0.084328	0.004816	0.004816
11	12	VERY SOFT	1.5166538	0.5166538	0.000229	0.506075	0.072296	0.142887	1.428886	13	98	45	53	6.58293	6.58293	0.891204	0.199	13.824	0.337873	0.098	0.4312	1	NC SOIL	20.8697	7.04113	0.078347	0.078347	0.004281	0.004281
12	13	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	0.150663	1.506633	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.8	0.187	13.464	0.333308	0.094	0.4136	1	NC SOIL	20.73089	7.528889	0.070802	0.070802	0.005768	0.005768
13	14	VERY SOFT	1.5304652	0.5304652	0.000243	0.492069	0.070296	0.156408	1.564082	14	96	45	51	7.630654	7.630654	0.792539	0.178	12.816	0.309947	0.086	0.3784	1	NC SOIL	20.45295	8.015354	0.065623	0.065623	0.003222	0.003222
14	15	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.492075	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.168231	0.706897	0.168	12.096	0.297647	0.079	0.3476	1	NC SOIL	20.26423	8.515831	0.05439	0.05439	0.002495	0.002495
15	16	SOFT	1.532088	0.532088	0.000243	0.492075	0.070296	0.167924	1.679245	7	96	45	51	8.700519	8.700519	0.66129	0.161	11.592	0.286285	0.071	0.3124	1	NC SOIL	20.9292	9.012719	0.050496	0.050496	0.00112	0.00112
16	17	SOFT	1.7227368	0.7227368	0.000643	0.31003	0.04429	0.197108	1.971033	12	70	34	36	9.237551	9.237551	0.621212	0.152	10.944	0.275759	0.068	0.2992	1	NC SOIL	20.7145	9.626751	0.047265	0.047265	0.001739	0.001739
17	18	SOFT	1.7227368	0.7227368	0.000643	0.31003	0.04429	0.206661	2.066606	12	70	34	36	10.04993	10.04993	0.585714	0.149	10.728	0.265979	0.065	0.286	1	NC SOIL	20.77763	10.33993	0.040015	0.040015	0.001546	0.001546
18	19	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373043	0.053292	0.196716	1.967163	17	79	32	47	10.72305	10.72305	0.554054	0.146	10.512	0.25687	0.062	0.2728	1	NC SOIL	21.23705	10.99785	0.040116	0.040116	0.001475	0.001475
19	20	MEDIUM	1.6278614	0.6278614	0.00047	0.373043	0.053292	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.35291	11.35291	0.525641	0.142	10.224	0.248364	0.061	0.2608	1	NC SOIL	21.57691	11.62131	0.037708	0.037708	0.001372	0.001372
20	21	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.0007	0.324019	0.046288	0.231159	2.311567	6	72	35	37	12.04733	12.04733	0.5	0.14	10.08	0.240403	0.059	0.2596	1	NC SOIL	22.1273	12.30093	0.030411	0.030411	0.001447	0.001447
21	22	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.0007	0.324019	0.046288	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.80833	12.80833	0.476544	0.136	9.792	0.232936	0.057	0.2508	1	NC SOIL	22.60033	13.05913	0.027251	0.027251	0.001289	0.001289
22	23	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.5545	13.5545	0.455536	0.125	9	0.235919	0.055	0.242	1	NC SOIL	22.5545	13.7965	0.027951	0.027951	0.003288	0.003288
23	24	MEDIUM	1.7313608	0.7313608	0.000657	0.310032	0.04429	0.264988	2.649877	5	70	35	35	14.28859	14.28859	0.43617	0.122	8.784	0.219313	0.054	0.2376	1	NC SOIL	23.06986	14.52346	0.026306	0.026306	0.000905	0.000905
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.317034	0.045291	0.272302	2.72323	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	0.117	8.434	0.213982	0.053	0.2332	1	NC SOIL	23.4551	15.24471	0.025232	0.025232	0.000842	0.000842
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.000643	0.317034	0.045291	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73146	15.73146	0.401961	0.113	8.136	0.207196	0.052	0.2288	1	NC SOIL	23.86746	15.96266	0.023767	0.023767	0.000789	0.000789

- **Qtimbunan = 21 t/m²**

γ timbunan (asumsi)	=	1.85	t/m3
q_0	=	21	t/m2
a / B2	=	0	m
b / B1	=	10,25	m
Fluktuasi Muka Air Tanah	=	0	m
h timb	=	11.35135135	m
$q_{pavement}$	=	1.1	t/m ²
$h_{pavement}$	=	0.5	m
$\gamma_{pavement}$	=	2.2	t/m ³
$L_{pavement}/2$	=	7.5	t/m ⁴

DEPTH (m)	KONSISTENSI TANAH	PHYSICAL PROPERTIES						MECHANICAL PROPERTIES																								
		DERAIAT JENJH (γ SAT)	GAMMA EFEKTIF (γ')	BIAREZ	DIRECT SHEAR TEST		ATTERBERG TEST BARU								OCR																	
					CU	CU	φ	LL	PL	IP	σ ^o (t/m2)	c ^o (t/m2)	m = x/z	n = y/z	t _{50kPa}	Δe (t/m2)	m = x/z	n = y/z	t _{50kPa}	Δe (t/m2)	σ ^c /σ ^o	JENIS	Timbunan	Pavement	Sc _{Timbunan}	SC KUM	Sc _{Pavement}	SC KUM				
0	1	SOFT	1.899448	0.899348	0.00787	0.268013	0.038288	0.079248	0.792481	18	64	31	33	0.404672	0.124017	20.5	∞	0.25	21	0.581546	∞	0.143	0.6292	1	NC SOIL	21.40467	0.103872	0.238213	0.238213	0.056307	0.02436	0.086653
1	2	SOFT	1.899448	0.899348	0.00787	0.268013	0.038288	0.090344	0.903442	18	64	31	33	1.214017	1.214017	6.833333	∞	0.25	21	0.539699	∞	0.138	0.6072	1	NC SOIL	23.21402	1.82127	0.174892	0.174892	0.042704	0.02436	0.086653
2	3	VERY SOFT	1.516304	0.816304	0.00229	0.59065	0.072295	0.093426	0.934257	11	98	45	53	1.878855	1.878855	4.1	∞	0.25	21	0.503469	∞	0.131	0.5764	1	NC SOIL	23.27985	2.432355	0.177911	0.177911	0.590616	0.02436	0.099708
3	4	VERY SOFT	1.516304	0.816304	0.00229	0.59065	0.072295	0.098852	0.988524	11	98	45	53	2.391385	2.391385	2.92871	∞	0.248	20.832	0.471798	∞	0.126	0.5543	1	NC SOIL	23.25219	2.907885	0.161695	0.161695	0.014852	0.02436	0.143524
4	5	VERY SOFT	1.533571	0.833571	0.00243	0.492061	0.070294	0.105303	1.053022	15	96	45	51	5.918114	5.918114	2.777778	∞	0.243	20.412	0.443875	∞	0.118	0.5192	1	NC SOIL	23.33911	3.479714	0.144751	0.144751	0.897661	0.01482	0.125935
5	6	VERY SOFT	1.533571	0.833571	0.00243	0.492061	0.070294	0.110811	1.108113	15	96	45	51	3.451641	3.451641	1.863636	∞	0.238	19.992	0.419073	∞	0.108	0.4752	1	NC SOIL	23.44364	3.926841	0.133997	0.133997	1.038458	0.008981	0.134916
6	7	VERY SOFT	1.520136	0.820136	0.00229	0.590678	0.072297	0.115513	1.155132	9	98	45	53	3.979611	3.979611	1.576923	∞	0.224	18.816	0.396896	∞	0.106	0.4664	1	NC SOIL	23.79461	4.445011	0.116136	0.116136	1.146894	0.007394	0.142311
7	8	VERY SOFT	1.520136	0.820136	0.00229	0.590678	0.072297	0.120952	1.209458	9	98	45	53	4.496025	4.496025	1.366567	∞	0.221	18.564	0.379943	∞	0.104	0.4576	1	NC SOIL	23.61803	4.956255	0.109018	0.109018	1.259512	0.006461	0.148771
8	9	VERY SOFT	1.524386	0.824386	0.00229	0.590675	0.072296	0.126473	1.26475	16	98	45	53	5.023411	5.023411	1.205821	∞	0.218	18.312	0.389899	∞	0.102	0.4488	1	NC SOIL	23.32341	5.270211	0.102157	0.102157	1.358699	0.026561	0.154261
9	10	VERY SOFT	1.524386	0.824386	0.00229	0.590675	0.072296	0.131986	1.31986	16	98	45	53	5.54577	5.54577	1.079847	∞	0.211	17.724	0.342518	∞	0.098	0.4312	1	NC SOIL	23.26977	5.97697	0.09557	0.09557	1.453439	0.00979	0.159444
10	11	VERY SOFT	1.516658	0.816658	0.00229	0.590673	0.072296	0.137457	1.374566	13	98	45	53	6.066276	6.066276	0.97619	∞	0.205	17.22	0.327589	∞	0.094	0.4136	1	NC SOIL	23.28628	6.497876	0.09077	0.09077	1.544209	0.004451	0.163895
11	12	VERY SOFT	1.516658	0.816658	0.00229	0.590673	0.072296	0.142887	1.428863	13	98	45	53	6.58293	6.58293	0.891204	∞	0.192	16.128	0.313852	∞	0.086	0.3784	1	NC SOIL	23.71093	6.96133	0.08356	0.08356	1.627775	0.003772	0.167666
12	13	VERY SOFT	1.530452	0.830452	0.00243	0.492069	0.070296	0.150631	1.506633	14	96	45	51	7.106489	7.106489	0.82	∞	0.187	15.708	0.301245	∞	0.079	0.3476	1	NC SOIL	23.81449	7.454809	0.07767	0.07767	1.705474	0.003181	0.173847
13	14	VERY SOFT	1.530452	0.830452	0.00243	0.492069	0.070296	0.156181	1.561882	14	96	45	51	7.639594	7.639594	0.792599	∞	0.178	14.952	0.289613	∞	0.071	0.3123	1	NC SOIL	23.80895	7.989554	0.072242	0.072242	1.777674	0.02671	0.173518
14	15	SOFT	1.532088	0.832088	0.00243	0.492075	0.070296	0.162162	1.621619	7	96	45	51	8.168231	8.168231	0.769997	∞	0.168	14.112	0.278845	∞	0.068	0.2992	1	NC SOIL	23.28023	8.47431	0.069098	0.069098	1.837788	0.002154	0.175627
15	16	SOFT	1.532088	0.832088	0.00243	0.492075	0.070296	0.1679245	1.679245	7	96	45	51	8.700319	8.700319	0.66120	∞	0.161	13.524	0.26885	∞	0.065	0.286	1	NC SOIL	23.22342	8.986319	0.06514	0.06514	1.893924	0.001936	0.177608
16	17	SOFT	1.722378	0.722378	0.00643	0.31003	0.04429	0.197104	1.971035	12	70	34	36	9.327551	9.327551	0.621212	∞	0.153	12.798	0.259566	∞	0.062	0.2728	1	NC SOIL	23.09555	9.690351	0.047511	0.047511	1.941436	0.001588	0.179196
17	18	SOFT	1.722378	0.722378	0.00643	0.31003	0.04429	0.206661	2.066606	12	70	34	36	10.06993	10.06993	0.585714	∞	0.149	12.516	0.258964	∞	0.061	0.2684	1	NC SOIL	23.25693	10.31833	0.044952	0.044952	1.965998	0.001452	0.186848
18	19	MEDIUM	1.627814	0.627814	0.0047	0.373843	0.053592	0.196716	1.967163	17	79	32	47	10.72505	10.72505	0.554504	∞	0.146	12.256	0.242745	∞	0.059	0.2599	1	NC SOIL	23.89905	10.98465	0.044771	0.044771	2.039769	0.001404	0.189202
19	20	MEDIUM	1.627814	0.627814	0.0047	0.373843	0.053592	0.203918	2.039179	17	79	32	47	11.35291	11.35291	0.525641	∞	0.142	11.928	0.235134	∞	0.057	0.2508	1	NC SOIL	23.28991	11.60371	0.042171	0.042171	2.07924	0.00128	0.183335
20	21	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.0097	0.324019	0.046288	0.231159	2.311587	6	72	35	37	12.04733	12.04733	0.5	∞	0.14	11.76	0.237987	∞	0.055	0.242	1	NC SOIL	23.80733	12.28933	0.045277	0.045277	2.118217	0.001322	0.184657
21	22	MEDIUM	1.769991	0.769991	0.0097	0.324019	0.046288	0.241105	2.411048	6	72	35	37	12.80833	12.80833	0.476744	∞	0.138	11.424	0.231201	∞	0.054	0.2376	1	NC SOIL	24.23233	13.84959	0.042382	0.042382	2.167998	0.001252	0.188978
22	23	MEDIUM	1.731368	0.731368	0.00657	0.310032	0.04429	0.255195	2.551948	5	70	35	35	13.5545	13.5545	0.445556	∞	0.125	10.5	0.21492	∞	0.053	0.2312	1	NC SOIL	24.0545	13.7877	0.031485	0.031485	2.200958	0.000958	0.188816
23	24	MEDIUM	1.731368	0.731368	0.00657	0.310032	0.04429	0.264988	2.649877	5	70	35	35	14.2886	14.2886	0.434817	∞	0.122	10.248	0.208933	∞	0.052	0.2288	1	NC SOIL	24.53386	14.51466	0.029684	0.029684	2.221767	0.000872	0.187688
24	25	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.317034	0.045591	0.272302	2.723023	8	71	35	36	15.01151	15.01151	0.418367	∞	0.117	9.828	0.20327	∞	0.051	0.2244	1	NC SOIL	24.83951	15.23991	0.027684	0.027684	2.249272	0.00081	0.188498
25	26	MEDIUM	1.719942	0.719942	0.00643	0.317034	0.045591	0.281827	2.818272	8	71	35	36	15.73146	15.73146	0.401961	∞	0.113	9.492	0.197907	∞	0.049	0.2195	1	NC SOIL	25.2346	15.94706	0.025785	0.025785	2.275657	0.000743	0.189241

LAMPIRAN 7

PERCEPATAN WAKTU KONSOLIDASI DENGAN PVD

- **Perhitungan CV Gabungan**

h (m)		z (m)	N - SPT	Konsistensi Tanah	e	γ_{sat} (t/m ³)	Cv (cm ² /dtk)	Cc	Cs	Cv	Cv rata-rata (cm ² /dtk)	Cv rata-rata (m ² /thn)
0	1	0.5	5	SOFT	0.939	1.8093448	0.000787	0.27	0.04	7129.230058	0.000399257	1.25564772
1	2	1.5	5	SOFT	0.939	1.8093448	0.000787	0.27	0.04			
2	3	2.5	1	VERY SOFT	2.089	1.5163304	0.000229	0.51	0.07			
3	4	3.5	1	VERY SOFT	2.089	1.5163304	0.000229	0.51	0.07			
4	5	4.5	1	VERY SOFT	2.069	1.5335271	0.000243	0.49	0.07			
5	6	5.5	1	VERY SOFT	2.069	1.5335271	0.000243	0.49	0.07			
6	7	6.5	1	VERY SOFT	2.295	1.5204136	0.000229	0.51	0.07			
7	8	7.5	1	VERY SOFT	2.295	1.5204136	0.000229	0.51	0.07			
8	9	8.5	1	VERY SOFT	2.305	1.5243586	0.000229	0.51	0.07			
9	10	9.5	1	VERY SOFT	2.305	1.5243586	0.000229	0.51	0.07			
10	11	10.5	1	VERY SOFT	2.257	1.5166538	0.000229	0.51	0.07			
11	12	11.5	1	VERY SOFT	2.257	1.5166538	0.000229	0.51	0.07			
12	13	12.5	2	VERY SOFT	2.208	1.5304652	0.000243	0.49	0.07			
13	14	13.5	2	VERY SOFT	2.208	1.5304652	0.000243	0.49	0.07			
14	15	14.5	4	SOFT	2.57	1.532088	0.000243	0.49	0.07			
15	16	15.5	4	SOFT	2.57	1.532088	0.000243	0.49	0.07			
16	17	16.5	5	SOFT	1.444	1.7223768	0.000643	0.31	0.04			
17	18	17.5	5	SOFT	1.444	1.7223768	0.000643	0.31	0.04			
18	19	18.5	7	MEDIUM	1.759	1.6278614	0.00047	0.37	0.05			
19	20	19.5	7	MEDIUM	1.759	1.6278614	0.00047	0.37	0.05			
20	21	20.5	12	MEDIUM	1.117	1.760991	0.0007	0.32	0.05			
21	22	21.5	12	MEDIUM	1.117	1.760991	0.0007	0.32	0.05			
22	23	22.5	14	MEDIUM	1.453	1.7313608	0.000657	0.31	0.04			
23	24	23.5	14	MEDIUM	1.453	1.7313608	0.000657	0.31	0.04			
24	25	24.5	15	MEDIUM	1.521	1.719942	0.000643	0.32	0.05			
25	26	25.5	15	MEDIUM	1.521	1.719942	0.000643	0.32	0.05			

- **Faktor Hambatan Pola Segitiga**

FUNGSI HAMBATAN YANG DIKIBATKAN JARAK ANTAR PVD (Fn)						
Jarak PVD S (m)	D (m)	a (m)	b(m)	Dw	n = D/dw	F(n)
0.800	0.840	0.100	0.050	0.095	8.796	1.440
0.900	0.945	0.100	0.050	0.095	9.896	1.555
1.000	1.050	0.100	0.050	0.095	10.996	1.659
1.100	1.155	0.100	0.050	0.095	12.095	1.753
1.200	1.260	0.100	0.050	0.095	13.195	1.839

- **Faktor Hambatan Pola Segiempat**

FUNGSI HAMBATAN YANG DIKIBATKAN JARAK ANTAR PVD (Fn)						
Jarak PVD S (m)	D (m)	a (m)	b(m)	Dw	n = D/dw	F(n)
0.800	0.904	0.100	0.050	0.095	9.467	1.512
0.900	1.017	0.100	0.050	0.095	10.650	1.628
1.000	1.130	0.100	0.050	0.095	11.833	1.732
1.100	1.243	0.100	0.050	0.095	13.017	1.826
1.200	1.356	0.100	0.050	0.095	14.200	1.911

• **Derajat Konsolidasi Pola Segitiga**

S	0.800	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
1	0.0000	0.007	0.248	25.32
2	0.0001	0.010	0.435	44.01
3	0.0001	0.012	0.575	58.00
4	0.0001	0.013	0.680	68.48
5	0.0002	0.015	0.760	76.34
6	0.0002	0.017	0.819	82.24
7	0.0003	0.018	0.864	86.66
8	0.0003	0.019	0.898	89.99
9	0.0003	0.020	0.923	92.48
10	0.0004	0.021	0.942	94.35
11	0.0004	0.022	0.957	95.76
12	0.0004	0.023	0.967	96.81
13	0.0005	0.024	0.975	97.61
14	0.0005	0.025	0.982	98.20
15	0.0005	0.026	0.986	98.65
16	0.0006	0.027	0.990	98.99
17	0.0006	0.028	0.992	99.24
18	0.0006	0.029	0.994	99.43
19	0.0007	0.029	0.996	99.57
20	0.0007	0.030	0.997	99.68
21	0.0008	0.031	0.997	99.76
22	0.0008	0.032	0.998	99.82
23	0.0008	0.032	0.999	99.86
24	0.0009	0.033	0.999	99.90
25	0.0009	0.034	0.999	99.92
26	0.0009	0.034	0.999	99.94
27	0.0010	0.035	1.000	99.96
28	0.0010	0.036	1.000	99.97
29	0.0010	0.036	1.000	99.98
30	0.0011	0.037	1.000	99.98
31	0.0011	0.038	1.000	99.99
32	0.0011	0.038	1.000	99.99
33	0.0012	0.039	1.000	99.99
34	0.0012	0.039	1.000	99.99
35	0.0013	0.040	1.000	100.00
36	0.0013	0.040	1.000	100.00
37	0.0013	0.041	1.000	100.00
38	0.0014	0.042	1.000	100.00
39	0.0014	0.042	1.000	100.00
40	0.0014	0.043	1.000	100.00
41	0.0015	0.043	1.000	100.00
42	0.0015	0.044	1.000	100.00
43	0.0015	0.044	1.000	100.00
44	0.0016	0.045	1.000	100.00
45	0.0016	0.045	1.000	100.00
46	0.0016	0.046	1.000	100.00
47	0.0017	0.046	1.000	100.00
48	0.0017	0.047	1.000	100.00
49	0.0018	0.047	1.000	100.00
50	0.0018	0.048	1.000	100.00
51	0.0018	0.048	1.000	100.00
52	0.0019	0.049	1.000	100.00

2	S	0.900	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
1	0.0000	0.007	0.188	19.376
2	0.0001	0.010	0.341	34.740
3	0.0001	0.012	0.465	47.142
4	0.0001	0.013	0.566	57.173
5	0.0002	0.015	0.648	65.293
6	0.0002	0.017	0.714	71.869
7	0.0003	0.018	0.768	77.196
8	0.0003	0.019	0.812	81.513
9	0.0003	0.020	0.847	85.011
10	0.0004	0.021	0.876	87.847
11	0.0004	0.022	0.899	90.146
12	0.0004	0.023	0.918	92.009
13	0.0005	0.024	0.934	93.520
14	0.0005	0.025	0.946	94.745
15	0.0005	0.026	0.956	95.738
16	0.0006	0.027	0.964	96.544
17	0.0006	0.028	0.971	97.197
18	0.0006	0.029	0.977	97.727
19	0.0007	0.029	0.981	98.156
20	0.0007	0.030	0.985	98.504
21	0.0008	0.031	0.987	98.787
22	0.0008	0.032	0.990	99.016
23	0.0008	0.032	0.992	99.202
24	0.0009	0.033	0.993	99.353
25	0.0009	0.034	0.995	99.475
26	0.0009	0.034	0.996	99.574
27	0.0010	0.035	0.996	99.655
28	0.0010	0.036	0.997	99.720
29	0.0010	0.036	0.998	99.773
30	0.0011	0.037	0.998	99.816
31	0.0011	0.038	0.998	99.850
32	0.0011	0.038	0.999	99.879
33	0.0012	0.039	0.999	99.902
34	0.0012	0.039	0.999	99.920
35	0.0013	0.040	0.999	99.935
36	0.0013	0.040	0.999	99.947
37	0.0013	0.041	1.000	99.957
38	0.0014	0.042	1.000	99.965
39	0.0014	0.042	1.000	99.972
40	0.0014	0.043	1.000	99.977
41	0.0015	0.043	1.000	99.982
42	0.0015	0.044	1.000	99.985
43	0.0015	0.044	1.000	99.988
44	0.0016	0.045	1.000	99.990
45	0.0016	0.045	1.000	99.992
46	0.0016	0.046	1.000	99.994
47	0.0017	0.046	1.000	99.995
48	0.0017	0.047	1.000	99.996
49	0.0018	0.047	1.000	99.997
50	0.0018	0.048	1.000	99.997
51	0.0018	0.048	1.000	99.998
52	0.0019	0.049	1.000	99.998

3	S	1.000	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.147	15.226
2	0.0001	0.010	0.272	27.849
3	0.0001	0.012	0.378	38.552
4	0.0001	0.013	0.469	47.650
5	0.0002	0.015	0.547	55.391
6	0.0002	0.017	0.613	61.982
7	0.0003	0.018	0.670	67.595
8	0.0003	0.019	0.718	72.377
9	0.0003	0.020	0.760	76.452
10	0.0004	0.021	0.795	79.924
11	0.0004	0.022	0.825	82.884
12	0.0004	0.023	0.851	85.406
13	0.0005	0.024	0.872	87.556
14	0.0005	0.025	0.891	89.389
15	0.0005	0.026	0.907	90.952
16	0.0006	0.027	0.921	92.284
17	0.0006	0.028	0.932	93.420
18	0.0006	0.029	0.942	94.389
19	0.0007	0.029	0.951	95.215
20	0.0007	0.030	0.958	95.919
21	0.0008	0.031	0.964	96.520
22	0.0008	0.032	0.969	97.032
23	0.0008	0.032	0.974	97.468
24	0.0009	0.033	0.978	97.841
25	0.0009	0.034	0.981	98.158
26	0.0009	0.034	0.984	98.429
27	0.0010	0.035	0.986	98.660
28	0.0010	0.036	0.988	98.857
29	0.0010	0.036	0.990	99.025
30	0.0011	0.037	0.991	99.169
31	0.0011	0.038	0.993	99.291
32	0.0011	0.038	0.994	99.395
33	0.0012	0.039	0.995	99.484
34	0.0012	0.039	0.995	99.560
35	0.0013	0.040	0.996	99.625
36	0.0013	0.040	0.997	99.680
37	0.0013	0.041	0.997	99.727
38	0.0014	0.042	0.998	99.767
39	0.0014	0.042	0.998	99.801
40	0.0014	0.043	0.998	99.830
41	0.0015	0.043	0.998	99.855
42	0.0015	0.044	0.999	99.877
43	0.0015	0.044	0.999	99.895
44	0.0016	0.045	0.999	99.910
45	0.0016	0.045	0.999	99.923
46	0.0016	0.046	0.999	99.935
47	0.0017	0.046	0.999	99.944
48	0.0017	0.047	1.000	99.952
49	0.0018	0.047	1.000	99.959
50	0.0018	0.048	1.000	99.965
51	0.0018	0.048	1.000	99.970
52	0.0019	0.049	1.000	99.975

4	S	1.100	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.117	12.249
2	0.0001	0.010	0.219	22.693
3	0.0001	0.012	0.310	31.850
4	0.0001	0.013	0.391	39.902
5	0.0002	0.015	0.462	46.991
6	0.0002	0.017	0.525	53.237
7	0.0003	0.018	0.580	58.742
8	0.0003	0.019	0.629	63.596
9	0.0003	0.020	0.672	67.876
10	0.0004	0.021	0.710	71.651
11	0.0004	0.022	0.744	74.981
12	0.0004	0.023	0.774	77.919
13	0.0005	0.024	0.800	80.512
14	0.0005	0.025	0.824	82.799
15	0.0005	0.026	0.844	84.817
16	0.0006	0.027	0.862	86.598
17	0.0006	0.028	0.878	88.170
18	0.0006	0.029	0.892	89.557
19	0.0007	0.029	0.905	90.782
20	0.0007	0.030	0.916	91.862
21	0.0008	0.031	0.926	92.816
22	0.0008	0.032	0.935	93.658
23	0.0008	0.032	0.942	94.401
24	0.0009	0.033	0.949	95.057
25	0.0009	0.034	0.955	95.636
26	0.0009	0.034	0.960	96.148
27	0.0010	0.035	0.965	96.599
28	0.0010	0.036	0.969	96.997
29	0.0010	0.036	0.972	97.349
30	0.0011	0.037	0.976	97.659
31	0.0011	0.038	0.979	97.933
32	0.0011	0.038	0.981	98.175
33	0.0012	0.039	0.983	98.389
34	0.0012	0.039	0.985	98.578
35	0.0013	0.040	0.987	98.744
36	0.0013	0.040	0.988	98.891
37	0.0013	0.041	0.990	99.021
38	0.0014	0.042	0.991	99.135
39	0.0014	0.042	0.992	99.237
40	0.0014	0.043	0.993	99.326
41	0.0015	0.043	0.994	99.405
42	0.0015	0.044	0.995	99.475
43	0.0015	0.044	0.995	99.536
44	0.0016	0.045	0.996	99.590
45	0.0016	0.045	0.996	99.638
46	0.0016	0.046	0.997	99.681
47	0.0017	0.046	0.997	99.718
48	0.0017	0.047	0.997	99.751
49	0.0018	0.047	0.998	99.780
50	0.0018	0.048	0.998	99.806
51	0.0018	0.048	0.998	99.829
52	0.0019	0.049	0.998	99.849

5	S	1.200	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.094	10.059
2	0.0001	0.010	0.180	18.786
3	0.0001	0.012	0.258	26.619
4	0.0001	0.013	0.328	33.674
5	0.0002	0.015	0.391	40.038
6	0.0002	0.017	0.449	45.782
7	0.0003	0.018	0.501	50.971
8	0.0003	0.019	0.548	55.659
9	0.0003	0.020	0.591	59.896
10	0.0004	0.021	0.629	63.726
11	0.0004	0.022	0.664	67.188
12	0.0004	0.023	0.696	70.319
13	0.0005	0.024	0.725	73.149
14	0.0005	0.025	0.751	75.709
15	0.0005	0.026	0.774	78.024
16	0.0006	0.027	0.796	80.118
17	0.0006	0.028	0.815	82.012
18	0.0006	0.029	0.832	83.725
19	0.0007	0.029	0.848	85.275
20	0.0007	0.030	0.863	86.677
21	0.0008	0.031	0.876	87.945
22	0.0008	0.032	0.887	89.092
23	0.0008	0.032	0.898	90.130
24	0.0009	0.033	0.908	91.069
25	0.0009	0.034	0.916	91.918
26	0.0009	0.034	0.924	92.687
27	0.0010	0.035	0.931	93.383
28	0.0010	0.036	0.938	94.012
29	0.0010	0.036	0.944	94.581
30	0.0011	0.037	0.949	95.096
31	0.0011	0.038	0.954	95.562
32	0.0011	0.038	0.958	95.984
33	0.0012	0.039	0.962	96.366
34	0.0012	0.039	0.966	96.711
35	0.0013	0.040	0.969	97.024
36	0.0013	0.040	0.972	97.307
37	0.0013	0.041	0.975	97.562
38	0.0014	0.042	0.977	97.794
39	0.0014	0.042	0.979	98.004
40	0.0014	0.043	0.981	98.193
41	0.0015	0.043	0.983	98.365
42	0.0015	0.044	0.985	98.520
43	0.0015	0.044	0.986	98.661
44	0.0016	0.045	0.987	98.788
45	0.0016	0.045	0.989	98.903
46	0.0016	0.046	0.990	99.007
47	0.0017	0.046	0.991	99.101
48	0.0017	0.047	0.991	99.187
49	0.0018	0.047	0.992	99.264
50	0.0018	0.048	0.993	99.334
51	0.0018	0.048	0.994	99.397
52	0.0019	0.049	0.994	99.454

• **Derajat Konsolidasi Pola Segiempat**

S	0.800	m			2	S	0.900	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)	t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Uttotal (%)
1	0.00036	0.007	0.209	21.44	1	0.0000	0.007	0.158	16.380
2	0.0001	0.010	0.374	38.04	2	0.0001	0.010	0.291	29.800
3	0.0001	0.012	0.505	51.10	3	0.0001	0.012	0.403	41.028
4	0.0001	0.013	0.609	61.39	4	0.0001	0.013	0.498	50.443
5	0.0002	0.015	0.690	69.51	5	0.0002	0.015	0.577	58.347
6	0.0002	0.017	0.755	75.92	6	0.0002	0.017	0.644	64.984
7	0.0003	0.018	0.806	80.98	7	0.0003	0.018	0.700	70.561
8	0.0003	0.019	0.847	84.98	8	0.0003	0.019	0.748	75.247
9	0.0003	0.020	0.879	88.13	9	0.0003	0.020	0.788	79.185
10	0.0004	0.021	0.904	90.62	10	0.0004	0.021	0.821	82.496
11	0.0004	0.022	0.924	92.59	11	0.0004	0.022	0.849	85.279
12	0.0004	0.023	0.940	94.15	12	0.0004	0.023	0.873	87.620
13	0.0005	0.024	0.953	95.37	13	0.0005	0.024	0.893	89.587
14	0.0005	0.025	0.963	96.34	14	0.0005	0.025	0.910	91.242
15	0.0005	0.026	0.970	97.11	15	0.0005	0.026	0.924	92.634
16	0.0006	0.027	0.977	97.72	16	0.0006	0.027	0.936	93.804
17	0.0006	0.028	0.981	98.20	17	0.0006	0.028	0.946	94.788
18	0.0006	0.029	0.985	98.57	18	0.0006	0.029	0.955	95.616
19	0.0007	0.029	0.988	98.87	19	0.0007	0.029	0.962	96.312
20	0.0007	0.030	0.991	99.11	20	0.0007	0.030	0.968	96.898
21	0.0008	0.031	0.993	99.30	21	0.0008	0.031	0.973	97.390
22	0.0008	0.032	0.994	99.44	22	0.0008	0.032	0.977	97.804
23	0.0008	0.032	0.995	99.56	23	0.0008	0.032	0.981	98.153
24	0.0009	0.033	0.996	99.65	24	0.0009	0.033	0.984	98.446
25	0.0009	0.034	0.997	99.73	25	0.0009	0.034	0.986	98.693
26	0.0009	0.034	0.998	99.78	26	0.0009	0.034	0.989	98.900
27	0.0010	0.035	0.998	99.83	27	0.0010	0.035	0.990	99.075
28	0.0010	0.036	0.999	99.86	28	0.0010	0.036	0.992	99.222
29	0.0010	0.036	0.999	99.89	29	0.0010	0.036	0.993	99.345
30	0.0011	0.037	0.999	99.92	30	0.0011	0.037	0.994	99.449
31	0.0011	0.038	0.999	99.93	31	0.0011	0.038	0.995	99.536
32	0.0011	0.038	0.999	99.95	32	0.0011	0.038	0.996	99.610
33	0.0012	0.039	1.000	99.96	33	0.0012	0.039	0.997	99.672
34	0.0012	0.039	1.000	99.97	34	0.0012	0.039	0.997	99.724
35	0.0013	0.040	1.000	99.97	35	0.0013	0.040	0.998	99.768
36	0.0013	0.040	1.000	99.98	36	0.0013	0.040	0.998	99.805
37	0.0013	0.041	1.000	99.98	37	0.0013	0.041	0.998	99.836
38	0.0014	0.042	1.000	99.99	38	0.0014	0.042	0.999	99.862
39	0.0014	0.042	1.000	99.99	39	0.0014	0.042	0.999	99.884
40	0.0014	0.043	1.000	99.99	40	0.0014	0.043	0.999	99.902
41	0.0015	0.043	1.000	99.99	41	0.0015	0.043	0.999	99.918
42	0.0015	0.044	1.000	99.99	42	0.0015	0.044	0.999	99.931
43	0.0015	0.044	1.000	100.00	43	0.0015	0.044	0.999	99.942
44	0.0016	0.045	1.000	100.00	44	0.0016	0.045	0.999	99.951
45	0.0016	0.045	1.000	100.00	45	0.0016	0.045	1.000	99.959
46	0.0016	0.046	1.000	100.00	46	0.0016	0.046	1.000	99.965
47	0.0017	0.046	1.000	100.00	47	0.0017	0.046	1.000	99.971
48	0.0017	0.047	1.000	100.00	48	0.0017	0.047	1.000	99.975
49	0.0018	0.047	1.000	100.00	49	0.0018	0.047	1.000	99.979
50	0.0018	0.048	1.000	100.00	50	0.0018	0.048	1.000	99.983
51	0.0018	0.048	1.000	100.00	51	0.0018	0.048	1.000	99.985
52	0.0019	0.049	1.000	100.00	52	0.0019	0.049	1.000	99.988

3	S	1.000	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.123	12.875
2	0.0001	0.010	0.231	23.792
3	0.0001	0.012	0.325	33.297
4	0.0001	0.013	0.408	41.598
5	0.0002	0.015	0.481	48.854
6	0.0002	0.017	0.544	55.202
7	0.0003	0.018	0.600	60.758
8	0.0003	0.019	0.650	65.621
9	0.0003	0.020	0.693	69.880
10	0.0004	0.021	0.730	73.609
11	0.0004	0.022	0.763	76.875
12	0.0004	0.023	0.793	79.736
13	0.0005	0.024	0.818	82.243
14	0.0005	0.025	0.840	84.439
15	0.0005	0.026	0.860	86.363
16	0.0006	0.027	0.877	88.048
17	0.0006	0.028	0.892	89.525
18	0.0006	0.029	0.905	90.819
19	0.0007	0.029	0.917	91.954
20	0.0007	0.030	0.927	92.948
21	0.0008	0.031	0.936	93.819
22	0.0008	0.032	0.944	94.582
23	0.0008	0.032	0.951	95.251
24	0.0009	0.033	0.957	95.837
25	0.0009	0.034	0.962	96.351
26	0.0009	0.034	0.967	96.802
27	0.0010	0.035	0.971	97.196
28	0.0010	0.036	0.975	97.542
29	0.0010	0.036	0.978	97.846
30	0.0011	0.037	0.980	98.112
31	0.0011	0.038	0.983	98.345
32	0.0011	0.038	0.985	98.549
33	0.0012	0.039	0.987	98.728
34	0.0012	0.039	0.988	98.885
35	0.0013	0.040	0.990	99.022
36	0.0013	0.040	0.991	99.143
37	0.0013	0.041	0.992	99.249
38	0.0014	0.042	0.993	99.341
39	0.0014	0.042	0.994	99.423
40	0.0014	0.043	0.995	99.494
41	0.0015	0.043	0.995	99.556
42	0.0015	0.044	0.996	99.611
43	0.0015	0.044	0.996	99.659
44	0.0016	0.045	0.997	99.701
45	0.0016	0.045	0.997	99.738
46	0.0016	0.046	0.998	99.770
47	0.0017	0.046	0.998	99.798
48	0.0017	0.047	0.998	99.823
49	0.0018	0.047	0.998	99.845
50	0.0018	0.048	0.999	99.864
51	0.0018	0.048	0.999	99.881
52	0.0019	0.049	0.999	99.896

4	S	1.100	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.098	10.372
2	0.0001	0.010	0.186	19.350
3	0.0001	0.012	0.265	27.382
4	0.0001	0.013	0.337	34.591
5	0.0002	0.015	0.402	41.073
6	0.0002	0.017	0.460	46.904
7	0.0003	0.018	0.513	52.152
8	0.0003	0.019	0.560	56.878
9	0.0003	0.020	0.603	61.134
10	0.0004	0.021	0.642	64.968
11	0.0004	0.022	0.677	68.422
12	0.0004	0.023	0.709	71.534
13	0.0005	0.024	0.737	74.338
14	0.0005	0.025	0.763	76.865
15	0.0005	0.026	0.786	79.143
16	0.0006	0.027	0.807	81.196
17	0.0006	0.028	0.826	83.046
18	0.0006	0.029	0.843	84.714
19	0.0007	0.029	0.858	86.218
20	0.0007	0.030	0.872	87.573
21	0.0008	0.031	0.884	88.795
22	0.0008	0.032	0.896	89.897
23	0.0008	0.032	0.906	90.890
24	0.0009	0.033	0.915	91.785
25	0.0009	0.034	0.923	92.592
26	0.0009	0.034	0.931	93.320
27	0.0010	0.035	0.938	93.976
28	0.0010	0.036	0.944	94.568
29	0.0010	0.036	0.949	95.102
30	0.0011	0.037	0.954	95.583
31	0.0011	0.038	0.959	96.017
32	0.0011	0.038	0.963	96.408
33	0.0012	0.039	0.966	96.760
34	0.0012	0.039	0.970	97.079
35	0.0013	0.040	0.973	97.365
36	0.0013	0.040	0.975	97.624
37	0.0013	0.041	0.978	97.875
38	0.0014	0.042	0.980	98.068
39	0.0014	0.042	0.982	98.257
40	0.0014	0.043	0.984	98.428
41	0.0015	0.043	0.985	98.582
42	0.0015	0.044	0.987	98.722
43	0.0015	0.044	0.988	98.847
44	0.0016	0.045	0.989	98.960
45	0.0016	0.045	0.990	99.062
46	0.0016	0.046	0.991	99.154
47	0.0017	0.046	0.992	99.237
48	0.0017	0.047	0.993	99.312
49	0.0018	0.047	0.993	99.379
50	0.0018	0.048	0.994	99.440
51	0.0018	0.048	0.995	99.495
52	0.0019	0.049	0.995	99.545

5	S	1.200	m	
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.0000	0.007	0.079	8.535
2	0.0001	0.010	0.152	16.010
3	0.0001	0.012	0.219	22.824
4	0.0001	0.013	0.281	29.061
5	0.0002	0.015	0.338	34.781
6	0.0002	0.017	0.390	40.030
7	0.0003	0.018	0.438	44.850
8	0.0003	0.019	0.483	49.278
9	0.0003	0.020	0.524	53.347
10	0.0004	0.021	0.562	57.087
11	0.0004	0.022	0.596	60.525
12	0.0004	0.023	0.628	63.686
13	0.0005	0.024	0.658	66.592
14	0.0005	0.025	0.685	69.265
15	0.0005	0.026	0.710	71.723
16	0.0006	0.027	0.733	73.984
17	0.0006	0.028	0.754	76.063
18	0.0006	0.029	0.773	77.975
19	0.0007	0.029	0.791	79.735
20	0.0007	0.030	0.808	81.353
21	0.0008	0.031	0.823	82.842
22	0.0008	0.032	0.837	84.212
23	0.0008	0.032	0.850	85.472
24	0.0009	0.033	0.862	86.631
25	0.0009	0.034	0.873	87.698
26	0.0009	0.034	0.883	88.679
27	0.0010	0.035	0.892	89.582
28	0.0010	0.036	0.901	90.413
29	0.0010	0.036	0.908	91.177
30	0.0011	0.037	0.916	91.881
31	0.0011	0.038	0.922	92.528
32	0.0011	0.038	0.929	93.124
33	0.0012	0.039	0.934	93.672
34	0.0012	0.039	0.939	94.176
35	0.0013	0.040	0.944	94.640
36	0.0013	0.040	0.949	95.067
37	0.0013	0.041	0.953	95.460
38	0.0014	0.042	0.956	95.822
39	0.0014	0.042	0.960	96.155
40	0.0014	0.043	0.963	96.461
41	0.0015	0.043	0.966	96.743
42	0.0015	0.044	0.969	97.002
43	0.0015	0.044	0.971	97.241
44	0.0016	0.045	0.973	97.461
45	0.0016	0.045	0.976	97.663
46	0.0016	0.046	0.977	97.849
47	0.0017	0.046	0.979	98.020
48	0.0017	0.047	0.981	98.178
49	0.0018	0.047	0.982	98.323
50	0.0018	0.048	0.984	98.456
51	0.0018	0.048	0.985	98.579
52	0.0019	0.049	0.986	98.692

LAMPIRAN 8

PEMAMPATAN KONSOLIDASI DAN PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH AKIBAT TIMBUNAN BERTAHAP

1. Timbunan Miring
 - a. Tinggi Timbunan 3 m
 - i. Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

Tahap 1				Tahap 2				Tahap 3			
H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m	
H _{total}	0.50	m		H _{total}	1.00	m		H _{total}	1.50	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²	
B1	18.16608	m		B1	17.16608	m		B1	16.16608	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.001435038	1.5432794	0.9249925	0.5	0.0016021	1.5416774	0.9249911	0.5	0.0018001	1.5398772	0.9249894
1.5	0.00428052	1.4884117	0.9247976	1.5	0.0047757	1.4836361	0.9247614	1.5	0.0053617	1.4782744	0.924716
2.5	0.00705361	1.4340363	0.9240755	2.5	0.0078592	1.426177	0.9239119	2.5	0.0088101	1.4173669	0.9237076
3.5	0.009710519	1.3804618	0.9225138	3.5	0.010799	1.3696628	0.9220807	3.5	0.0120784	1.3575843	0.9215419
4.5	0.012213629	1.32797	0.9198538	4.5	0.0135497	1.3144203	0.9189751	4.5	0.0151118	1.2993805	0.9178877
5.5	0.014532995	1.2768075	0.9159029	5.5	0.0160762	1.2607312	0.9143868	5.5	0.0178693	1.2428619	0.9125223
6.5	0.016647091	1.2271811	0.9105398	6.5	0.0183548	1.2088263	0.9081967	6.5	0.0203251	1.1885012	0.9053354
7.5	0.018542835	1.1792554	0.9037137	7.5	0.0203726	1.1588828	0.9003715	7.5	0.0224676	1.1364152	0.8963213
8.5	0.020215001	1.1331528	0.8954378	8.5	0.0221266	1.1110262	0.8909533	8.5	0.0242977	1.0867284	0.8855624
9.5	0.021665203	1.0889556	0.8857789	9.5	0.0236221	1.0653335	0.8800447	9.5	0.0258264	1.0395071	0.8732083
10.5	0.022900629	1.0467102	0.8748451	10.5	0.0248711	1.0218391	0.8677924	10.5	0.0270721	0.994767	0.8594541
11.5	0.023932691	1.0064306	0.8627739	11.5	0.0258898	0.9805408	0.8543714	11.5	0.028058	0.9524828	0.8445197
12.5	0.024775741	0.9681046	0.8497197	12.5	0.0266799	0.9414067	0.8399706	12.5	0.0288099	0.9125968	0.8286332
13.5	0.025445914	0.931698	0.8358446	13.5	0.0273161	0.9043819	0.8247812	13.5	0.0293548	0.875027	0.8120176
14.5	0.025906167	0.8971595	0.8213099	14.5	0.0277658	0.8693936	0.8089882	14.5	0.0297191	0.8396745	0.7948817
15.5	0.026335525	0.8644251	0.8062699	15.5	0.0280677	0.8363574	0.7927637	15.5	0.0299278	0.8064296	0.7774415
16.5	0.026588511	0.833422	0.7908683	16.5	0.0282415	0.8051805	0.7762637	16.5	0.0300042	0.7751763	0.7597823
17.5	0.026734761	0.8040714	0.7752352	17.5	0.0283054	0.775766	0.759626	17.5	0.0299692	0.7457968	0.7421277
18.5	0.026788775	0.7762914	0.7594859	18.5	0.0282876	0.7480153	0.7429695	18.5	0.0298415	0.7181739	0.7245704
19.5	0.026763784	0.7499986	0.7437207	19.5	0.0281681	0.7218305	0.7263951	19.5	0.0296375	0.6921931	0.7072087
20.5	0.02671704	0.7251104	0.7280255	20.5	0.0279947	0.6971157	0.7099866	20.5	0.0293714	0.6677443	0.6901214
21.5	0.026523149	0.7015456	0.7124721	21.5	0.0277674	0.6737782	0.6938122	21.5	0.0290554	0.6447228	0.6733705
22.5	0.026327349	0.6792256	0.6971202	22.5	0.0274961	0.6517294	0.6779266	22.5	0.0287	0.6230295	0.6570031
23.5	0.026092935	0.6580748	0.6820178	23.5	0.0271895	0.6308853	0.662372	23.5	0.0283139	0.6025713	0.6410537
24.5	0.025820624	0.6380212	0.6672031	24.5	0.0268549	0.6111663	0.6471805	24.5	0.0279048	0.5832615	0.6255466
25.5	0.025534738	0.6189966	0.6527056	25.5	0.0264986	0.592498	0.6323754	25.5	0.0274787	0.5650193	0.6104972

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (Lanjutan)

Tahap 4				Tahap 5				Tahap 6			
H _{timbunan}	4	m		H _{timbunan}	5	m		H _{timbunan}	6	m	
H _{total}	2.00			H _{total}	2.50			H _{total}	3.00		
q	0.93	u/m ²		q	0.93	u/m ²		q	0.93	u/m ²	
B1	15.16608	m		B1	14.16608	m		B1	13.16608	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (u/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (u/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (u/m ²)
0.5	0.002037	1.53784	0.924987	0.5	0.002325	1.535515	0.924984	0.5	0.002677	1.532838	0.924981
1.5	0.006062	1.472212	0.924658	1.5	0.006909	1.465303	0.924584	1.5	0.007946	1.457356	0.924487
2.5	0.009943	1.407424	0.923449	2.5	0.011307	1.396117	0.923117	2.5	0.012969	1.383148	0.922684
3.5	0.013595	1.343989	0.920863	3.5	0.015411	1.328578	0.919997	3.5	0.017607	1.310971	0.918875
4.5	0.016952	1.282356	0.916527	4.5	0.019139	1.263217	0.914803	4.5	0.021761	1.241457	0.912589
5.5	0.019966	1.222896	0.910206	5.5	0.022437	1.200459	0.907297	5.5	0.025368	1.175091	0.9036
6.5	0.022611	1.165891	0.90181	6.5	0.025277	1.140613	0.897425	6.5	0.028406	1.112207	0.891914
7.5	0.024877	1.111539	0.891375	7.5	0.027659	1.08388	0.885284	7.5	0.030885	1.052995	0.877721
8.5	0.026771	1.059957	0.879039	8.5	0.029598	1.030359	0.871091	8.5	0.032837	0.997522	0.86134
9.5	0.028315	1.011192	0.865013	9.5	0.031128	0.980065	0.855134	9.5	0.034312	0.945752	0.843161
10.5	0.029533	0.965234	0.849552	10.5	0.032287	0.932946	0.83774	10.5	0.035367	0.897579	0.823594
11.5	0.03046	0.922023	0.832928	11.5	0.03312	0.888903	0.819244	11.5	0.036061	0.852841	0.803401
12.5	0.031129	0.881468	0.815413	12.5	0.033671	0.847796	0.799961	12.5	0.036452	0.811344	0.781865
13.5	0.031574	0.843453	0.797263	13.5	0.033984	0.809469	0.780182	13.5	0.036593	0.772877	0.760383
14.5	0.031828	0.807847	0.778711	14.5	0.034097	0.77375	0.760157	14.5	0.03653	0.73722	0.73886
15.5	0.03192	0.77451	0.759958	15.5	0.034046	0.740464	0.740099	15.5	0.036304	0.70416	0.71751
16.5	0.031878	0.743298	0.741178	16.5	0.033861	0.709437	0.720182	16.5	0.035951	0.673486	0.696501
17.5	0.031725	0.714072	0.722515	17.5	0.033571	0.680501	0.700544	17.5	0.035499	0.645002	0.67596
18.5	0.031483	0.686691	0.704084	18.5	0.033196	0.653495	0.681295	18.5	0.034973	0.618522	0.655978
19.5	0.031169	0.661024	0.685978	19.5	0.032756	0.628268	0.662513	19.5	0.034392	0.593876	0.63662
20.5	0.030798	0.636947	0.668267	20.5	0.032267	0.604679	0.644257	20.5	0.033773	0.570906	0.617927
21.5	0.030383	0.61434	0.651003	21.5	0.031743	0.582598	0.626567	21.5	0.033128	0.54947	0.599922
22.5	0.029934	0.593095	0.634224	22.5	0.031192	0.561903	0.609466	22.5	0.032467	0.529436	0.582613
23.5	0.029461	0.57311	0.617954	23.5	0.030626	0.542485	0.592968	23.5	0.031799	0.510685	0.565999
24.5	0.028971	0.55429	0.602207	24.5	0.030049	0.524241	0.577075	24.5	0.03113	0.493111	0.550069
25.5	0.02847	0.536549	0.586991	25.5	0.029468	0.507081	0.561782	25.5	0.030465	0.476616	0.534808

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (Lanjutan)

Tahap 7			Tahap 8			Tahap 9					
H _{timbunan}	0.50	m	H _{timbunan}	0.50	m	H _{timbunan}	0.46	m			
H _{total}	3.50	m	H _{total}	4.00	m	H _{total}	4.46	m			
q	0.93	t/m ²	q	0.93	t/m ²	q	0.85	t/m ²			
B1	12.16608	m	B1	11.16608	m	B1	10.16608	m			
B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m			
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.003116622	1.5297216	0.9249758	0.5	0.0036738	1.5260477	0.924969	0.5	0.004395	1.5216528	0.8473369
1.5	0.009234509	1.4481218	0.9243568	1.5	0.0108615	1.4372603	0.9241788	1.5	0.0129565	1.4243038	0.8463928
2.5	0.015020238	1.3681282	0.9221083	2.5	0.0175917	1.3505364	0.921327	2.5	0.0208711	1.3296653	0.843014
3.5	0.020295354	1.2906755	0.9173973	3.5	0.0236287	1.2670468	0.9154126	3.5	0.0278224	1.2392244	0.8360971
4.5	0.024935309	1.2165212	0.9097041	4.5	0.0288202	1.187701	0.9058812	4.5	0.0336283	1.1540727	0.8251339
5.5	0.02887404	1.1462168	0.8988413	5.5	0.033101	1.1131158	0.892629	5.5	0.0382382	1.0748777	0.8101795
6.5	0.032098903	1.0801082	0.8849146	6.5	0.0364807	1.0436275	0.8759222	6.5	0.0417053	1.0019223	0.7917078
7.5	0.034639442	1.0183559	0.8682475	7.5	0.0390229	0.979333	0.8562738	7.5	0.0441499	0.9351831	0.7704307
8.5	0.036553926	0.9609677	0.8492964	8.5	0.0408236	0.9201441	0.8343197	8.5	0.0457248	0.8744193	0.7471376
9.5	0.037916634	0.9078358	0.8285737	9.5	0.0419926	0.8658432	0.8107186	9.5	0.0465885	0.8192547	0.7225817
10.5	0.03880762	0.8587716	0.8065891	10.5	0.0426402	0.8161315	0.7860841	10.5	0.0468898	0.7692417	0.6974165
11.5	0.039305453	0.8135357	0.7838106	11.5	0.0428686	0.7706671	0.7609477	11.5	0.0467585	0.7239086	0.6721706
12.5	0.039482731	0.7718614	0.7606442	12.5	0.0427678	0.7290935	0.7357445	12.5	0.0463035	0.6827901	0.647248
13.5	0.039403758	0.7334728	0.7374259	13.5	0.0424144	0.6910584	0.7108143	13.5	0.0456126	0.6454458	0.6229412
14.5	0.039123768	0.6980967	0.7144231	14.5	0.0418712	0.6562255	0.6864109	14.5	0.0447556	0.6114698	0.5994504
15.5	0.038689113	0.6654708	0.6918406	15.5	0.0411894	0.6242813	0.6627151	15.5	0.0437864	0.580495	0.5769024
16.5	0.038138	0.6353482	0.6698293	16.5	0.0404095	0.5949387	0.6398485	16.5	0.0427461	0.5521926	0.5553682
17.5	0.037501471	0.6075003	0.6484953	17.5	0.0395634	0.5679369	0.617886	17.5	0.0416658	0.5262711	0.5348779
18.5	0.036804453	0.5817175	0.6279084	18.5	0.0386757	0.5430418	0.5968666	18.5	0.0405688	0.502473	0.5154317
19.5	0.03606676	0.557809	0.6081099	19.5	0.0377656	0.5200434	0.576803	19.5	0.0394719	0.4805715	0.4970098
20.5	0.035303994	0.5356022	0.5891191	20.5	0.0368474	0.4987549	0.5576882	20.5	0.0383875	0.4603673	0.4795785
21.5	0.034528332	0.5149414	0.5709387	21.5	0.0359318	0.4790095	0.5395017	21.5	0.0373243	0.4416853	0.4630957
22.5	0.033749187	0.4956864	0.5535591	22.5	0.0350271	0.4606593	0.5222138	22.5	0.0362881	0.4243712	0.4475143
23.5	0.032973761	0.4777115	0.5369621	23.5	0.0341389	0.4435726	0.5057885	23.5	0.0352831	0.4082895	0.4327849
24.5	0.03220749	0.4609036	0.5211234	24.5	0.0332714	0.4276323	0.4901865	24.5	0.0343115	0.3933207	0.4188578
25.5	0.031454417	0.4451613	0.5060145	25.5	0.0324274	0.412734	0.4753666	25.5	0.0333748	0.3793591	0.4066837

ii. Perubahan Tegangan saat $U = 100\%$

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
H _{timbunan} (m)		0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.46
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	1.3296649	2.2546559	3.1796453	4.1046326	5.029617	5.9545977	6.8795736	7.8045426	8.6518795
2	1.5	1.2140172	2.1388148	3.0635761	3.9882922	4.9129506	5.8375349	6.7620218	7.6863786	8.6105575	9.4569503
3	2.5	1.8768548	2.8009303	3.7248422	4.6485498	5.5719988	6.4951159	7.4177999	8.3399082	9.2612352	10.104249
4	3.5	2.3931852	3.315699	4.2377797	5.1593216	6.080185	7.0001824	7.9190579	8.8364552	9.7518678	10.587965
5	4.5	2.918114	3.8379678	4.7569429	5.6748306	6.5913575	7.5061605	8.4187498	9.3284539	10.234335	11.059469
6	5.5	3.4516411	4.3675439	5.2819307	6.1944531	7.1046592	8.0119566	8.915557	9.8143984	10.707027	11.517207
7	6.5	3.9786114	4.8891512	5.7973478	6.7026833	7.6044934	8.5019183	9.3938326	10.278747	11.154669	11.946377
8	7.5	4.499025	5.4027387	6.3031102	7.1994315	8.0908064	8.9760909	9.8538124	10.722206	11.578334	12.348764
9	8.5	5.0214111	5.9168489	6.8078022	7.6933646	8.5724035	9.4434944	10.304835	11.154131	11.988451	12.735589
10	9.5	5.5457697	6.4315486	7.3115933	8.1848016	9.0498146	9.9049485	10.748109	11.576683	12.387401	13.109983
11	10.5	6.0662759	6.941121	7.8089134	8.6683675	9.5179192	10.35566	11.179254	11.985843	12.771927	13.469344
12	11.5	6.5829297	7.4457036	8.3000749	9.1445947	9.9775226	10.796766	11.599807	12.383618	13.144565	13.816736
13	12.5	7.1064892	7.9562089	8.7961795	9.6248127	10.440226	11.240187	12.022052	12.782696	13.518441	14.165689
14	13.5	7.6369544	8.472799	9.2975803	10.109598	10.906861	11.687043	12.447426	13.184852	13.895666	14.518608
15	14.5	8.168231	8.9895409	9.7985291	10.593411	11.372121	12.132278	12.871138	13.585562	14.271972	14.871423
16	15.5	8.700319	9.5065889	10.299353	11.076767	11.836725	12.576824	13.294334	13.986175	14.64889	15.225792
17	16.5	9.3275514	10.11842	10.894683	11.654466	12.395644	13.115825	13.812327	14.482156	15.122005	15.677373
18	17.5	10.049928	10.825163	11.584789	12.326917	13.049432	13.749976	14.425936	15.074431	15.692317	16.227195
19	18.5	10.725047	11.484533	12.227503	12.952073	13.656157	14.337452	14.99343	15.621338	16.218205	16.733637
20	19.5	11.352909	12.096629	12.823024	13.530233	14.216211	14.878724	15.515344	16.123454	16.700257	17.197267
21	20.5	12.047335	12.77536	13.485347	14.175468	14.843735	15.487993	16.10592	16.695039	17.252727	17.732306
22	21.5	12.808326	13.520798	14.21461	14.887981	15.538984	16.165551	16.765473	17.336412	17.875913	18.339009
23	22.5	13.554502	14.251622	14.929549	15.586552	16.220776	16.830242	17.412856	17.966415	18.488628	18.936143
24	23.5	14.285863	14.96788	15.630252	16.271306	16.88926	17.482228	18.048227	18.585189	19.090978	19.523763
25	24.5	15.011514	15.678717	16.325898	16.951444	17.553652	18.130727	18.680796	19.201919	19.692106	20.110963
26	25.5	15.731456	16.384162	17.016537	17.627034	18.214025	18.775807	19.310615	19.81663	20.291996	20.69768

iii. Perubahan Tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U		1	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%	
Tinggi Timbunan (m)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.45804	
Umur timbunan (minggu)		-	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
No	z (m)	σ_0 (t/m ²)	$\Delta\sigma_1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma_9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	0.5245694	0.5506759	0.5237173	0.4813185	0.4284462	0.3659031	0.2932857	0.2096074	0.1042587	3.8864547
2	1.5	1.2140172	0.5893852	0.5687487	0.5325233	0.4865273	0.431805	0.3681312	0.294732	0.2104621	0.1045736	4.8009055
3	2.5	1.8768548	0.6058868	0.576178	0.5366593	0.4890232	0.4333205	0.3689884	0.295121	0.2105295	0.1044631	5.4970246
4	3.5	2.3931852	0.6123722	0.5792626	0.5381554	0.489594	0.4332773	0.3685166	0.2943727	0.2096841	0.103829	6.0222492
5	4.5	2.918114	0.6158195	0.5805614	0.5382712	0.4889394	0.4320781	0.3669415	0.2926031	0.2079766	0.1026817	6.5439866
6	5.5	3.4516411	0.6170129	0.5802445	0.5370013	0.4869933	0.4296396	0.3641855	0.2897558	0.2053824	0.1010257	7.0628821
7	6.5	3.9786114	0.616279	0.5783696	0.5343251	0.4837169	0.4259307	0.36024	0.2858523	0.2019505	0.0989131	7.5641885
8	7.5	4.499025	0.6139022	0.5750615	0.5303146	0.4791706	0.4210208	0.355193	0.2810009	0.197799	0.0964311	8.0489188
9	8.5	5.0214111	0.6101045	0.5704599	0.5250847	0.4734699	0.4150377	0.349189	0.2753578	0.1930783	0.0936792	8.5268721
10	9.5	5.5457697	0.6050356	0.564684	0.5187529	0.4667439	0.4081272	0.3423886	0.2690891	0.1879393	0.0907505	8.9992807
11	10.5	6.0662759	0.5988285	0.5578567	0.5114489	0.4591355	0.4004461	0.3349577	0.2623576	0.1825218	0.087726	9.4615548
12	11.5	6.5829297	0.5916325	0.5501231	0.5033234	0.4508043	0.3921612	0.3270633	0.2553182	0.1769508	0.084673	9.9149794
13	12.5	7.1064892	0.5836077	0.5416414	0.4945382	0.4419161	0.3834385	0.3188639	0.2481105	0.1713324	0.0816449	10.371583
14	13.5	7.6369544	0.5748879	0.5325485	0.4852348	0.4326148	0.3744194	0.3104907	0.2408457	0.1657474	0.0786794	10.832423
15	14.5	8.168231	0.5655959	0.5229701	0.4755409	0.4230276	0.3652252	0.3020523	0.2336115	0.1602554	0.0758026	11.292313
16	15.5	8.700319	0.5558553	0.5130295	0.4655784	0.4132712	0.3559628	0.2936401	0.2264783	0.1549016	0.073032	11.752068
17	16.5	9.3275514	0.5458464	0.5028968	0.4555061	0.4034903	0.3467587	0.2853575	0.2195225	0.149733	0.0703849	12.307048
18	17.5	10.049928	0.5356398	0.4926444	0.4453947	0.3937505	0.3376694	0.2772487	0.2127731	0.1447638	0.0678639	12.957676
19	18.5	10.725047	0.525233	0.4822751	0.4352499	0.3840573	0.3286978	0.2693116	0.206223	0.1399829	0.0654606	13.561538
20	19.5	11.352909	0.5147224	0.4718767	0.4251494	0.3744764	0.3198957	0.2615833	0.1998941	0.1353994	0.0631752	14.119981
21	20.5	12.047335	0.5042288	0.4615582	0.4151888	0.3650886	0.3113273	0.2541104	0.1938157	0.1310274	0.0610105	14.744691
22	21.5	12.808326	0.4937996	0.4513615	0.4054032	0.3559204	0.3030101	0.2469012	0.1879884	0.1268622	0.0589611	15.438534
23	22.5	13.554502	0.4834536	0.4413013	0.3958019	0.3469755	0.2949416	0.2399477	0.1824003	0.1228909	0.0570187	16.119233
24	23.5	14.285863	0.473234	0.4314139	0.3864135	0.338274	0.2871336	0.233254	0.177049	0.1191078	0.0551782	16.786921
25	24.5	15.011514	0.4631769	0.4217286	0.3772602	0.3298306	0.2795933	0.2268209	0.1719307	0.1155064	0.0534345	17.450796
26	25.5	15.731456	0.4533084	0.4122656	0.3683557	0.3216527	0.2723223	0.2206446	0.1670382	0.1120787	0.0517822	18.110904

iv. Perubahan Nilai Cu pada Minggu 9

No	z (m)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
1	0.5	3.8864547	0.3886455	33	0.079248	0.126983	0.103116
2	1.5	4.8009055	0.4800905	33	0.090344	0.13952	0.114932
3	2.5	5.4970246	0.5497025	53	0.093426	0.131474	0.11245
4	3.5	6.0222492	0.6022249	53	0.098852	0.136994	0.117923
5	4.5	6.5439866	0.6543987	51	0.105303	0.144571	0.124937
6	5.5	7.0628821	0.7062882	51	0.111081	0.150191	0.130636
7	6.5	7.5641885	0.7564189	53	0.115515	0.1532	0.134357
8	7.5	8.0489188	0.8048919	53	0.120985	0.158294	0.139639
9	8.5	8.5268721	0.8526872	53	0.126475	0.163317	0.144896
10	9.5	8.9992807	0.8999281	53	0.131986	0.168282	0.150134
11	10.5	9.4615548	0.9461555	53	0.137457	0.173141	0.155299
12	11.5	9.9149794	0.9914979	53	0.142887	0.177906	0.160397
13	12.5	10.371583	1.0371583	51	0.150663	0.186024	0.168344
14	13.5	10.832423	1.0832423	51	0.156408	0.191015	0.173712
15	14.5	11.292313	1.1292313	51	0.162162	0.195996	0.179079
16	15.5	11.752068	1.1752068	51	0.167924	0.200975	0.18445
17	16.5	12.307048	1.2307048	36	0.197104	0.236522	0.216813
18	17.5	12.957676	1.2957676	36	0.206661	0.24513	0.225895
19	18.5	13.561538	1.3561538	47	0.196716	0.229251	0.212984
20	19.5	14.119081	1.4119081	47	0.203918	0.235646	0.219782
21	20.5	14.744691	1.4744691	37	0.231159	0.266413	0.248786
22	21.5	15.438534	1.5438534	37	0.241105	0.275482	0.258293
23	22.5	16.119233	1.6119233	35	0.255195	0.289537	0.272366
24	23.5	16.786921	1.6786921	35	0.264988	0.298477	0.281732
25	24.5	17.450796	1.7450796	36	0.272302	0.304574	0.288438
26	25.5	18.110904	1.8110904	36	0.281827	0.313307	0.297567

v. Pemampatan akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggau				1		2		3		4				
				Cc	σ'_0 (t/m ²)	σ'_c (t/m ²)	$\Delta\sigma'_1$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_1$ (t/m ²)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'_2$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_2$ (t/m ²)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'_3$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_3$ (t/m ²)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'_4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_4$ (t/m ²)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.032675	2.280125	0.4046724	0.4046724	0.024925	1.320640	0.0714108	1.8499635	2.2546695	0.0136966	2.7740729	3.1796453	0.020636	3.69998	4.104613	0.015238
1	1.5	0.939	0.032675	2.280126	1.2140372	1.2140372	0.0247976	1.1388148	0.0339985	1.8495899	3.035761	0.0215703	2.774275	3.988292	0.011834	3.699333	4.104121	0.012517
1	2.5	2.089	0.0722948	0.500635	1.8768548	1.8768548	0.0240755	2.8009303	0.028485	1.8479674	3.724842	0.0202828	2.771695	4.6485498	0.015762	3.695144	5.517999	0.012829
1	3.5	2.089	0.0722948	0.500635	2.3931825	2.3931825	0.0225138	3.315099	0.0231978	1.8445945	4.2377797	0.017458	2.7661364	5.1993216	0.014	3.687	6.080185	0.011685
1	4.5	2.099	0.0702944	0.492261	2.918114	2.918114	0.0198538	3.8379678	0.0190794	1.838829	4.7509429	0.0149472	2.7561767	5.6748306	0.012285	3.677244	6.591358	0.010425
1	5.5	2.089	0.0702944	0.492261	3.4519411	3.4519411	0.0195929	4.3675479	0.0163879	1.8302977	5.2803937	0.0123631	2.742912	6.1944531	0.011097	3.653089	7.136699	0.009546
1	6.5	2.099	0.0722968	0.5006777	3.9786114	3.9786114	0.0195398	4.8891512	0.0137466	1.8187364	5.7973478	0.011365	2.7240719	6.7026833	0.009679	3.625882	7.640463	0.00842
1	7.5	2.295	0.0722968	0.5006777	4.499025	4.499025	0.0037137	5.4027387	0.0122097	1.8044852	6.301102	0.0102814	2.7040605	7.1994135	0.008869	3.591781	8.080860	0.007786
1	8.5	2.305	0.0722964	0.5006975	5.0241411	5.0241411	0.0054378	5.9168489	0.0109123	1.7863911	6.8078022	0.0093278	2.6719535	7.6933646	0.008152	3.558992	8.572463	0.007195
1	9.5	2.305	0.0722964	0.5006975	5.5457097	5.5457097	0.0087789	6.4315368	0.0098541	1.7682338	7.311933	0.0085285	2.6490139	8.1840616	0.007523	3.524045	9.098133	0.006881
1	10.5	2.257	0.0722961	0.5006729	6.0662759	6.0662759	0.0174851	6.941121	0.0090009	1.7426275	7.8089134	0.0079494	2.6209196	8.6683675	0.007046	3.451643	9.519719	0.006339
1	11.5	2.257	0.0722961	0.5006729	6.5829297	6.5829297	0.0827739	7.4457036	0.0083107	1.7171452	8.3000749	0.0073303	2.561665	9.1445947	0.006539	3.394953	9.975233	0.005882
1	12.5	2.308	0.0702956	0.492369	7.1064892	7.1064892	0.8497197	7.9562089	0.0075239	1.6899603	8.7961795	0.0066899	2.5182335	9.6324812	0.005977	3.33373	10.44203	0.005417
1	13.5	2.308	0.0702956	0.492369	7.6299544	7.6299544	0.0358446	8.472799	0.0069188	1.6660259	9.2975803	0.0061881	2.4726453	10.10998	0.005578	3.269947	10.90866	0.005057
1	14.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.166231	8.166231	0.0219099	8.9966409	0.0057353	1.6392961	9.7982591	0.0051853	2.4257780	10.593411	0.004669	3.20389	11.3712	0.004246
1	15.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.700319	8.700319	0.0062699	9.5065889	0.0053053	1.5990336	10.299353	0.0047947	2.3764481	11.076577	0.004356	3.136406	11.83673	0.003972
1	16.5	1.444	0.04429	0.3100301	9.3275514	9.3275514	0.7908683	10.11842	0.0044836	1.5671321	10.8094863	0.0040722	2.3269144	11.654466	0.003714	3.068093	12.30944	0.003637
1	17.5	1.444	0.04429	0.3100301	10.049928	10.049928	0.7252352	10.825163	0.0040938	1.5348612	11.584789	0.0037363	2.2768899	12.326917	0.003421	2.999904	13.04943	0.003138
1	18.5	1.759	0.0532919	0.3730433	10.725047	10.725047	0.3948859	11.484333	0.0040176	1.5024544	12.2279581	0.0034681	2.2270258	12.952073	0.003338	3.93111	13.65616	0.002818
1	19.5	1.759	0.0532919	0.3730433	11.352909	11.352909	0.3437207	12.096629	0.003726	1.4701158	12.823024	0.0032423	2.1773245	13.530233	0.003152	3.863303	14.21621	0.002594
1	20.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.047335	12.047335	0.7280255	12.77536	0.0039002	1.438012	13.88547	0.0035951	2.1281335	14.175468	0.003318	2.7964	14.84374	0.003062
1	21.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.808326	12.808326	0.0124721	13.520798	0.0035983	1.4062844	14.21461	0.0033263	2.0796549	14.887798	0.003077	2.730658	15.53988	0.002845
1	22.5	1.453	0.0442962	0.3100317	13.554902	13.554902	0.6971202	14.251623	0.0027528	1.3793048	14.954509	0.0025908	2.0320498	15.586532	0.002364	2.666274	16.23078	0.002149
1	23.5	1.453	0.0442962	0.3100317	14.282863	14.282863	0.6202178	14.96798	0.0025959	1.3483977	15.630252	0.0023768	1.9854354	16.271396	0.002226	2.603367	16.88929	0.002046
1	24.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.011514	15.011514	0.6672031	15.678717	0.0022751	1.3143836	16.328898	0.0022091	1.9399902	16.951444	0.002054	2.542138	17.55365	0.001907
1	25.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.731456	15.731456	0.6527056	16.384162	0.0022203	1.285081	17.016537	0.0020983	1.8955781	17.627034	0.001925	2.482569	18.21402	0.001789
									0.3158916				0.227844		0.186953			0.159744

h	z (m)	s		s		s		s		s		s		s		
		$\Delta\sigma'_5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_5$ (t/m ²)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma'_6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_6$ (t/m ²)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma'_7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_7$ (t/m ²)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma'_8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_8$ (t/m ²)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma'_9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_9$ (t/m ²)	Sc9 (m)
1	0.5	4.624945	5.026617	0.0122	5.549925	5.954898	0.010134	6.474901	6.879574	0.008668	7.39987	7.865453	0.007783	8.342077	8.651879	0.006817
1	1.5	4.62318	5.875752	0.01031	5.548905	6.76324	0.010852	6.47261	6.88379	0.007991	7.39654	8.618557	0.008810	8.242631	9.49595	0.005628
1	2.5	4.61826	6.493110	0.010077	5.548298	7.4178	0.009881	6.46983	8.39969	0.008377	7.3848	9.26235	0.007455	8.27794	10.10425	0.004908
1	3.5	4.60697	7.00082	0.010025	5.53587	7.91088	0.008775	6.44327	8.83645	0.00779	7.35883	9.751868	0.007011	8.19478	10.8796	0.004883
1	4.5	4.58807	7.50616	0.01005	5.50636	8.41875	0.007989	6.41034	9.32845	0.007185	7.316231	10.24344	0.006545	8.141353	11.6947	0.004399
1	5.5	4.56310	8.01267	0.010169	5.478136	8.91396	0.007281	6.37827	9.81496	0.006606	7.26958	10.7303	0.00606	8.08556	12.5172	0.004029
1	6.5	4.523307	8.50184	0.010441	5.415231	9.36833	0.006654	6.300136	10.27875	0.00606	7.176268	11.15467	0.005455	7.907766	13.49638	0.004574
1	7.5	4.47706	8.97691	0.009926	5.343487	9.83831	0.006223	6.223035	10.7230	0.005673	7.07939	11.57833	0.005125	7.84979	14.34876	0.004267
1	8.5	4.42086	9.44396	0.009636	5.283424	10.3086	0.005895	6.13272	11.2451	0.005367	6.9878	11.98468	0.004797	7.71417	15.23659	0.004002
1	9.5	4.359179	9.90489	0.009404	5.203239	10.7811	0.005433	6.03913	11.7668	0.004939	6.841632	12.3874	0.004501	7.564213	16.10998	0.003777
1	10.5	4.289384	10.3566	0.009261	5.112978	11.17925	0.005164	5.919567	12.19884	0.004701	6.705651	12.77193	0.004287	7.40308	16.9634	0.003513
1	11.5	4.21388	10.7967	0.009125	5.016877	11.5996	0.004841	5.80098	12.5836	0.004421	6.561636	13.14457	0.004042	7.23386	17.81674	0.003365
1	12.5	4.13369	11.24019	0.008918	4.915863	12.0294	0.00458	5.6821	12.987	0.00416	6.41195	13.51944	0.003728	7.092	18.64669	0.003115
1	13.5	4.05089	11.68704	0.008662	4.814072	12.4474	0.00419	5.54788	13.4188	0.003872	6.258712	13.89567	0.003498	6.98163	19.51861	0.002901
1	14.5	3.964047	12.1328	0.008397	4.70297	12.8714	0.003539	5.417331	13.8856	0.003524	6.10354	14.27197	0.003261	6.93942	20.42363	0.002643
1	15.5	3.876628	12.5782	0.008163	4.589834	13.2813	0.003231	5.28886	14.3867	0.003207	5.948851	14.64689	0.003027	6.85283	21.32579	0.002412
1	16.5	3.78874	13.11583	0.008111	4.484775	13.81253	0.002851	5.154695	14.88216	0.002699	5.794453	15.122	0.002802	6.749821	22.25737	0.002197
1	17.5	3.700048	13.74998	0.008281	4.37608	14.4294	0.00244	5.024503	15.3744	0.002421	5.642389	15.69232	0.002611	6.617267	23.2273	0.002047
1	18.5	3.612468	14.33795	0.008259	4.268588	15.06643	0.002062	4.896204	15.83123	0.002089	5.493158	16.16182	0.002320	6.088890	24.23864	0.001913
1	19.5	3.528184	14.87872	0.0082075	4.162456	15.55154	0.001808	4.7945	16.3245	0.0020258	5.347148	16.6036	0.0020626	5.844358	25.27027	0.001772
1	20.5	3.446658	15.40799	0.008284	4.058858	16.0592	0.0026	4.647934	16.69984	0.002028	5.20592	17.25273	0.002184	5.848971	26.31013	0.001823
1	21.5	3.357258	16.0355	0.008268	3.967147	16.7657	0.00232	4.52086	17.3364	0.002058	5.106758	17.8791	0.002037	5.83063	27.35901	0.0017
1	22.5	3.27254	16.88824	0.0082653	3.885834	17.4126	0.00168	4.411913	17.9644	0.001914	4.934417	18.48681	0.00197	5.81061	28.42916	0.001613
1	23.5	3.19636	17.4823													

b. Tinggi Timbunan 5 m
i. Tegangan akibat timbunan bertahap

Tahap 1				Tahap 2				Tahap 3				Tahap 4				Tahap 5			
H_{timbunan}	0.50	m		H_{timbunan}	0.50	m		H_{timbunan}	0.50	m		H_{timbunan}	0.50	m		H_{timbunan}	0.50	m	
H_{total}	0.50	m		H_{total}	1.00	m		H_{total}	1.50	m		H_{total}	2.00	m		H_{total}	2.50	m	
q	0.93	t/m^2		q	0.93	t/m^2		q	0.93	t/m^2		q	0.93	t/m^2		q	0.93	t/m^2	
B1	22.72488	m		B1	21.72488	m		B1	20.72488	m		B1	19.72488	m		B1	18.72488	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m^2)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m^2)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m^2)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m^2)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m^2)
0.5	0.000926964	1.5487976	0.9249961	0.5	0.0010123	1.5477853	0.92499553	0.5	0.0011099	1.5466754	0.9249949	0.5	0.0012224	1.5454531	0.9249941	0.5	0.001353	1.5441	0.924993
1.5	0.002770613	1.504885	0.9248947	1.5	0.0030245	1.5018605	0.92487984	1.5	0.0033149	1.4985455	0.9248621	1.5	0.0036492	1.4948963	0.9248407	1.5	0.004037	1.49086	0.924815
2.5	0.004583801	1.4612254	0.9245166	2.5	0.0050005	1.4562249	0.9244906	2.5	0.0054765	1.4507484	0.9243683	2.5	0.0060234	1.444725	0.924271	2.5	0.006656	1.438069	0.924153
3.5	0.006347451	1.4179809	0.9239691	3.5	0.0069176	1.4110632	0.92350974	3.5	0.0075675	1.4034957	0.9232937	3.5	0.0083124	1.3951833	0.923034	3.5	0.009172	1.386012	0.922719
4.5	0.008044231	1.3753045	0.9222656	4.5	0.0087556	1.3665489	0.92189189	4.5	0.0095641	1.3569849	0.9214475	4.5	0.010488	1.3464968	0.9209151	4.5	0.01155	1.334947	0.920272
5.5	0.009659074	1.3333371	0.9202113	5.5	0.0104969	1.3228402	0.91945546	5.5	0.011446	1.3113942	0.9186762	5.5	0.0125265	1.2988676	0.9177461	5.5	0.013763	1.285105	0.916628
6.5	0.01117954	1.2922047	0.9171336	6.5	0.0121275	1.2800772	0.9160945	6.5	0.0131973	1.2686799	0.9148677	6.5	0.01441	1.2524699	0.9134099	6.5	0.015791	1.236679	0.911665
7.5	0.012596012	1.2520174	0.9132579	7.5	0.0136369	1.2383806	0.91173891	7.5	0.0148066	1.223574	0.9099532	7.5	0.016126	1.207448	0.9078414	7.5	0.017621	1.189827	0.905328
8.5	0.013901736	1.2128681	0.9084461	8.5	0.015018	1.1978501	0.90635381	8.5	0.0162666	1.1815835	0.9039054	8.5	0.017668	1.1639155	0.9010248	8.5	0.019246	1.144669	0.897616
9.5	0.015092713	1.1748322	0.9026868	9.5	0.0162672	1.158565	0.89993702	9.5	0.0175747	1.1409303	0.8967348	9.5	0.019034	1.1219563	0.8929877	9.5	0.020667	1.101289	0.888581
10.5	0.016167486	1.1373968	0.8959941	10.5	0.0173839	1.1205841	0.8925151	10.5	0.0187312	1.1018529	0.8884842	10.5	0.0202267	1.0816262	0.8837937	10.5	0.02189	1.059736	0.878312
11.5	0.017172684	1.1023178	0.8884037	11.5	0.0183701	1.0839477	0.88413851	11.5	0.0197401	1.0642076	0.8792222	11.5	0.0212519	1.0429557	0.8735343	11.5	0.022923	1.020033	0.866929
12.5	0.017973458	1.0679087	0.8799691	12.5	0.01923	1.0486786	0.87487637	12.5	0.0206073	1.0280713	0.869037	12.5	0.0221185	1.0059259	0.8623201	12.5	0.023778	0.982175	0.854569
13.5	0.018711557	1.034754	0.8705752	13.5	0.0196964	1.0147847	0.86481126	13.5	0.0213408	0.9934438	0.8580295	13.5	0.0228369	0.970407	0.8502735	13.5	0.024477	0.946137	0.84138
14.5	0.019346526	1.0028555	0.8608441	14.5	0.0205953	0.9822602	0.85403439	14.5	0.0219497	0.9603106	0.846308	14.5	0.0234189	0.9368917	0.837522	14.5	0.025012	0.911879	0.82751
15.5	0.019884598	0.9722043	0.8503118	15.5	0.0211156	0.9510887	0.8426413	15.5	0.0224439	0.9286448	0.8339832	15.5	0.0238767	0.9047682	0.8241926	15.5	0.025421	0.879347	0.813103
16.5	0.020332545	0.9427829	0.8392446	16.5	0.0215387	0.9212442	0.83072832	16.5	0.0228335	0.8984107	0.8211642	16.5	0.0242227	0.874188	0.8104078	16.5	0.025711	0.848477	0.798295
17.5	0.020697425	0.9145667	0.8277266	17.5	0.021873	0.8926937	0.8183897	17.5	0.0231289	0.8695648	0.8079557	17.5	0.0244691	0.8450958	0.7962829	17.5	0.025897	0.819199	0.783213
18.5	0.020986731	0.8873254	0.8158395	18.5	0.022127	0.8653983	0.80571544	18.5	0.0233397	0.8420586	0.7944558	18.5	0.0246273	0.8174313	0.7819236	18.5	0.025992	0.791439	0.767967
19.5	0.021069416	0.8616241	0.8036612	19.5	0.0223089	0.8393152	0.79278978	19.5	0.0234756	0.8158396	0.7807548	19.5	0.0247084	0.7911312	0.767425	19.5	0.026008	0.765123	0.752657
20.5	0.021364381	0.836825	0.7912645	20.5	0.0224265	0.8143985	0.77969018	20.5	0.0235455	0.7908531	0.766934	20.5	0.0247222	0.7661309	0.7528717	20.5	0.025957	0.740174	0.737369
21.5	0.02146675	0.8130877	0.7787165	21.5	0.022487	0.7906007	0.76648682	21.5	0.0235574	0.7670433	0.7530659	21.5	0.024678	0.7423653	0.7383371	21.5	0.025848	0.716317	0.722176
22.5	0.021519641	0.7903706	0.7660779	22.5	0.0224974	0.7678732	0.75324236	22.5	0.023519	0.7443451	0.739214	22.5	0.024584	0.7197702	0.7238844	22.5	0.025691	0.694079	0.707139
23.5	0.021528748	0.7686313	0.7534035	23.5	0.0224639	0.7461673	0.74001207	23.5	0.0234372	0.7227201	0.7254334	23.5	0.0244477	0.6982825	0.7095671	23.5	0.025494	0.672789	0.692308
24.5	0.021499326	0.7478272	0.7407414	24.5	0.0223923	0.7254349	0.72684412	24.5	0.0233181	0.7021168	0.7111771	24.5	0.0242756	0.6778412	0.6954299	24.5	0.025263	0.652578	0.677236
25.5	0.021436186	0.7279162	0.7281342	25.5	0.0222876	0.7056286	0.71377995	25.5	0.0231672	0.6824613	0.6982663	25.5	0.0240736	0.6583877	0.6815094	25.5	0.025005	0.633383	0.663423

Tegangan akibat timbunan bertahap lanjutan

Tahap 6				Tahap 7				Tahap 8				Tahap 9			
H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m	
H _{total}	3.00	m		H _{total}	3.50	m		H _{total}	4.00	m		H _{total}	4.50	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²	
B1	17.72488	m		B1	16.72488	m		B1	15.72488	m		B1	14.72488	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)
0.5	0.001505	1.542595	0.924992	0.5	0.001685	1.54091	0.92499	0.5	0.001899	1.53901	0.924989	0.5	0.002157	1.536853	0.924986
1.5	0.004489	1.486371	0.924783	1.5	0.005022	1.481349	0.924743	1.5	0.005655	1.475694	0.924692	1.5	0.006416	1.469278	0.924628
2.5	0.007393	1.430676	0.924008	2.5	0.008259	1.422417	0.923827	2.5	0.009285	1.413132	0.923601	2.5	0.010513	1.402619	0.923313
3.5	0.01017	1.375842	0.922334	3.5	0.011338	1.364504	0.921858	3.5	0.012715	1.351789	0.921262	3.5	0.014355	1.337434	0.920508
4.5	0.012778	1.322169	0.919489	4.5	0.014208	1.307961	0.918524	4.5	0.015886	1.292075	0.917326	4.5	0.01787	1.274205	0.915818
5.5	0.015186	1.269919	0.915272	5.5	0.016834	1.253085	0.913613	5.5	0.018753	1.234332	0.911563	5.5	0.021006	1.213326	0.909006
6.5	0.017371	1.219308	0.909562	6.5	0.019189	1.200119	0.907006	6.5	0.021291	1.178828	0.903872	6.5	0.023736	1.155092	0.899995
7.5	0.01932	1.170507	0.902316	7.5	0.021262	1.149246	0.898682	7.5	0.023488	1.125757	0.894263	7.5	0.026054	1.099703	0.888846
8.5	0.021029	1.123641	0.893559	8.5	0.02305	1.10059	0.888699	8.5	0.025349	1.075241	0.882839	8.5	0.027972	1.04727	0.875728
9.5	0.0225	1.078789	0.883371	9.5	0.024562	1.054227	0.877178	9.5	0.026887	1.02734	0.869778	9.5	0.029513	0.997826	0.860884
10.5	0.023743	1.035993	0.871876	10.5	0.025812	1.010181	0.864287	10.5	0.028124	0.982057	0.855297	10.5	0.03071	0.951346	0.844599
11.5	0.024772	0.995261	0.859229	11.5	0.026819	0.968442	0.850219	11.5	0.029088	0.939355	0.839639	11.5	0.031601	0.907754	0.827172
12.5	0.025601	0.956573	0.845597	12.5	0.027605	0.928968	0.835181	12.5	0.029807	0.899161	0.823052	12.5	0.032222	0.866939	0.808894
13.5	0.026251	0.919886	0.831156	13.5	0.028194	0.891692	0.819376	13.5	0.030311	0.861381	0.805772	13.5	0.032613	0.828768	0.790036
14.5	0.026739	0.88514	0.816077	14.5	0.028609	0.856531	0.803	14.5	0.03063	0.825902	0.788019	14.5	0.032809	0.793093	0.770839
15.5	0.027084	0.852263	0.800522	15.5	0.028872	0.82339	0.786234	15.5	0.03079	0.7926	0.769989	15.5	0.032841	0.759759	0.751511
16.5	0.027304	0.821172	0.784641	16.5	0.029006	0.792166	0.769237	16.5	0.030817	0.761349	0.751851	16.5	0.03274	0.72861	0.732226
17.5	0.027416	0.791782	0.768568	17.5	0.029028	0.762754	0.752152	17.5	0.030733	0.732021	0.733749	17.5	0.032529	0.699493	0.713127
18.5	0.027435	0.764004	0.752418	18.5	0.028957	0.735047	0.735096	18.5	0.030557	0.70449	0.715802	18.5	0.03223	0.67226	0.694326
19.5	0.027375	0.737748	0.736295	19.5	0.028808	0.708939	0.718177	19.5	0.030306	0.678634	0.698105	19.5	0.031863	0.646771	0.675912
20.5	0.027249	0.712925	0.720282	20.5	0.028596	0.68433	0.701457	20.5	0.029995	0.654335	0.680734	20.5	0.031441	0.622894	0.657949
21.5	0.027066	0.689451	0.70445	21.5	0.02833	0.66112	0.685021	21.5	0.029636	0.631484	0.663748	21.5	0.030979	0.600505	0.640485
22.5	0.026839	0.667241	0.688857	22.5	0.028023	0.639217	0.668916	22.5	0.029241	0.609976	0.647189	22.5	0.030487	0.57949	0.623552
23.5	0.026573	0.646216	0.673549	23.5	0.027682	0.618533	0.653179	23.5	0.028818	0.589716	0.631088	23.5	0.029973	0.559742	0.607169
24.5	0.026277	0.626301	0.658562	24.5	0.027316	0.598985	0.63784	24.5	0.028374	0.570612	0.615465	24.5	0.029446	0.541166	0.591345
25.5	0.025958	0.607425	0.643921	25.5	0.026929	0.580496	0.622918	25.5	0.027915	0.552581	0.600331	25.5	0.02891	0.523671	0.576083

Tegangan akibat timbunan bertahap lanjutan

Tahap 10				Tahap 11				Tahap 12				Tahap 13				Tahap 14			
H _{timbunan}		0.50 m		0.50 m		0.50 m		0.50 m		0.50 m		0.50 m		0.24 m		0.24 m			
H _{total}		5.00 m		5.50 m		6.00 m		6.00 m		6.50 m		6.50 m		6.74 m		6.74 m			
q		0.93 t/m ²		0.93 t/m ²		0.93 t/m ²		0.93 t/m ²		0.93 t/m ²		0.93 t/m ²		0.44 t/m ²		0.44 t/m ²			
B1		13.72488 m		12.72488 m		11.72488 m		10.72488 m		10.72488 m		9.72488 m		9.72488 m					
B2		1 m		1 m		1 m		1 m		1 m		1 m		1 m					
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.002470995	1.5343822	0.9249829	0.5	0.0028588	1.5315234	0.92497876	0.5	0.0033456	1.5281778	0.9249731	0.5	0.0039683	1.5242095	0.9249652	0.5	0.004782	1.519427	0.439242
1.5	0.007340316	1.4619378	0.9245446	1.5	0.0084793	1.4534585	0.92443431	1.5	0.0099041	1.4435554	0.9242853	1.5	0.0117184	1.431836	0.9240793	1.5	0.014077	1.417759	0.438688
2.5	0.011998625	1.3906207	0.9229405	2.5	0.0138191	1.3768016	0.92245968	2.5	0.0160812	1.367204	0.9217938	2.5	0.0189374	1.341783	0.920893	2.5	0.022611	1.319172	0.436712
3.5	0.016327196	1.3211067	0.919539	3.5	0.0187247	1.302382	0.91827472	3.5	0.0216755	1.287066	0.9165955	3.5	0.0253573	1.2553493	0.9143201	3.5	0.030021	1.225328	0.432695
4.5	0.020235854	1.2539693	0.9138959	4.5	0.023085	1.2308843	0.91141253	4.5	0.0265506	1.204337	0.9081529	4.5	0.0308126	1.1735211	0.9037998	4.5	0.036115	1.137460	0.426383
5.5	0.02366705	1.189659	0.9057775	5.5	0.0268363	1.1628227	0.90165161	5.5	0.03064	1.1321827	0.8963082	5.5	0.0352423	1.0969404	0.8892881	5.5	0.040855	1.056086	0.417858
6.5	0.026595218	1.128497	0.8951512	6.5	0.0299591	1.0985379	0.88903563	6.5	0.0339388	1.0645991	0.881229	6.5	0.0386717	1.0259275	0.8711486	6.5	0.044325	0.981602	0.407437
7.5	0.029022547	1.070805	0.8821522	7.5	0.0324705	1.03821	0.87380799	7.5	0.0364894	1.0017205	0.8633143	7.5	0.041186	0.9605346	0.8500033	7.5	0.046681	0.913854	0.395557
8.5	0.030972729	1.0162968	0.8670373	8.5	0.0344137	0.9818832	0.85634335	8.5	0.0383649	0.9435182	0.8430944	8.5	0.0429034	0.9006148	0.8265732	8.5	0.048108	0.852506	0.382683
9.5	0.032484176	0.9653423	0.8501375	9.5	0.0358476	0.9294947	0.8370824	9.5	0.0396538	0.8899409	0.8211433	9.5	0.0439536	0.8458873	0.8015965	9.5	0.048792	0.797095	0.369238
10.5	0.033603782	0.9177427	0.8318155	10.5	0.0368387	0.889094	0.81647907	10.5	0.040485	0.8404555	0.7980163	10.5	0.0444626	0.7959299	0.7757295	10.5	0.048901	0.747092	0.355581
11.5	0.034381828	0.8733723	0.8124335	11.5	0.0374543	0.835918	0.79496333	11.5	0.0408375	0.7950806	0.7742107	11.5	0.0445445	0.7505361	0.7495269	11.5	0.048578	0.701958	0.34199
12.5	0.034868232	0.832071	0.7923299	12.5	0.0377581	0.7943129	0.77291876	12.5	0.0409007	0.7534122	0.7501474	12.5	0.0442976	0.7091147	0.7234299	12.5	0.047939	0.661176	0.32867
13.5	0.035110057	0.7956581	0.7718064	13.5	0.037808	0.7558501	0.75067206	13.5	0.0407079	0.7151422	0.7261664	13.5	0.0438034	0.6713388	0.6977728	13.5	0.047078	0.624261	0.315764
14.5	0.035150057	0.7579428	0.7511215	14.5	0.0376546	0.7202882	0.72849079	14.5	0.0403178	0.6799704	0.7025315	14.5	0.0431283	0.6368421	0.6727971	14.5	0.046065	0.590777	0.303364
15.5	0.035026017	0.7247327	0.7304894	15.5	0.0373413	0.6873914	0.70658657	15.5	0.039779	0.6476124	0.679439	15.5	0.0423247	0.6052878	0.6486672	15.5	0.044956	0.560332	0.291524
16.5	0.034770627	0.6938391	0.7100825	16.5	0.0369045	0.6569347	0.68512106	16.5	0.0391308	0.6178039	0.6570285	16.5	0.0414338	0.5763071	0.6254872	16.5	0.043791	0.532579	0.280269
17.5	0.0344117	0.6658081	0.6900354	17.5	0.0363742	0.6287069	0.66421314	17.5	0.0384048	0.590302	0.6353937	17.5	0.0404873	0.5498147	0.6033146	17.5	0.0426	0.507215	0.269604
18.5	0.033972586	0.6362875	0.6704498	18.5	0.0357752	0.6025123	0.64394623	18.5	0.0376261	0.5648862	0.6145918	18.5	0.0395095	0.5253677	0.5821725	18.5	0.041405	0.483971	0.25952
19.5	0.033472671	0.6132985	0.6513996	19.5	0.0351272	0.5781713	0.62437302	19.5	0.0368142	0.5413571	0.5946521	19.5	0.0385186	0.5028385	0.5620589	19.5	0.040222	0.462617	0.25
20.5	0.032927906	0.589966	0.632936	20.5	0.0344461	0.5551199	0.60553153	20.5	0.0359843	0.5193536	0.575853	20.5	0.0375283	0.4802073	0.5429542	20.5	0.039061	0.442946	0.241018
21.5	0.032351304	0.5681535	0.6150914	21.5	0.0337446	0.5344089	0.58743012	21.5	0.0351448	0.4929609	0.5573772	21.5	0.0365485	0.4627125	0.5248268	21.5	0.037931	0.424782	0.232548
22.5	0.031753407	0.5473761	0.5973883	22.5	0.0330326	0.5147035	0.57007177	22.5	0.0343142	0.4803893	0.5400165	22.5	0.0355864	0.444803	0.5076374	22.5	0.036835	0.407968	0.224561
23.5	0.031142691	0.5285996	0.5813192	23.5	0.0323179	0.4962817	0.55344748	23.5	0.0334896	0.4627921	0.523475	23.5	0.034647	0.4281451	0.4913424	23.5	0.035778	0.392367	0.217027
24.5	0.030525923	0.5106399	0.5653952	24.5	0.0316066	0.4790334	0.53754097	24.5	0.0326791	0.4463543	0.5077218	24.5	0.0337339	0.4126204	0.4758955	24.5	0.03476	0.37786	0.209917
25.5	0.029908464	0.4937623	0.5501024	25.5	0.0309031	0.4628592	0.52233087	25.5	0.0318862	0.430973	0.4927228	25.5	0.0328491	0.3981239	0.4612501	25.5	0.033782	0.364342	0.203204

ii. Perubahan Tegangan saat U = 100%

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
H _{gintungan} (m)		0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	6.74
No	z (m)	$\Delta\sigma^0$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^1$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^2$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^3$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^4$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^5$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^6$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^7$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^8$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^9$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m^2)
1	0.5	0.4046724	1.3296685	2.254664	3.1796589	4.1046529	5.029646	5.95463792	6.8796283	7.8046168	8.7296029	9.6545858	10.579565	11.504538	12.429503	12.868745
2	1.5	1.2140172	2.1389119	3.0637917	3.9886538	4.9134945	5.8383091	6.76309171	7.6878344	8.6125267	9.5371548	10.461699	11.386134	12.310419	13.234498	13.673186
3	2.5	1.8768548	2.8013714	3.7258205	4.6501888	5.5744598	6.4986126	7.42262028	8.3464478	9.270049	10.193362	11.116303	12.038753	12.960547	13.88144	14.318152
4	3.5	2.3931852	3.3168762	4.2403859	5.1636796	6.0867135	7.0094327	7.93176674	8.8536245	9.7748867	10.695395	11.614934	12.533208	13.449804	14.364124	14.796819
5	4.5	2.918114	3.8403796	4.7622715	5.683719	6.6046341	7.5249062	8.44439469	9.3629191	10.280245	11.196062	12.109588	13.021371	13.929524	14.833323	15.259706
6	5.5	3.4516411	4.3717541	5.2912095	6.2098857	7.1276318	8.0442595	8.959531	9.8731435	10.784707	11.693713	12.59949	13.501142	14.39745	15.286738	15.704596
7	6.5	3.9786114	4.895745	5.8118395	6.7267072	7.6401172	8.5517826	9.46134469	10.368351	11.272223	12.172218	13.067369	13.956405	14.837634	15.708782	16.116219
8	7.5	4.499025	5.4122829	6.3240218	7.233975	8.1418164	9.0471444	9.94946071	10.848143	11.742405	12.631251	13.513403	14.387211	15.250526	16.100526	16.496083
9	8.5	5.0214111	5.9298572	6.836211	7.7401164	8.6411412	9.5387574	10.4323161	11.321015	12.203854	13.079582	13.946619	14.802963	15.646057	16.47263	16.855313
10	9.5	5.5457697	6.4484565	7.3483935	8.2451283	9.138116	10.026697	10.9100674	11.787246	12.657023	13.517907	14.368045	15.205127	16.02627	16.827867	17.197105
11	10.5	6.0662759	6.96227	7.8547851	8.7432692	9.627063	10.505375	11.3775212	12.241538	13.096835	13.941434	14.77325	15.589729	16.387745	17.163475	17.519056
12	11.5	6.5829297	7.4713334	8.3554719	9.2346941	10.108228	10.975157	11.8343862	12.684606	13.524245	14.351417	15.16385	15.958813	16.733024	17.482551	17.824541
13	12.5	7.1064892	7.9864583	8.8613347	9.7303717	10.592692	11.447261	12.2928585	13.128039	13.951091	14.759985	15.552315	16.325233	17.075381	17.798811	18.127481
14	13.5	7.6369544	8.5077116	9.3725229	10.230552	11.080826	11.922206	12.7533622	13.572738	14.37851	15.168546	15.940352	16.691024	17.417191	18.114964	18.430728
15	14.5	8.168231	9.0290751	9.8831095	10.729418	11.56694	12.394449	13.2105264	14.013527	14.801546	15.572385	16.323506	17.051997	17.754529	18.427326	18.73069
16	15.5	8.700319	9.5506308	10.393272	11.227255	12.051448	12.864551	13.6650731	14.451307	15.221296	15.972807	16.703296	17.409883	18.089322	18.737989	19.029513
17	16.5	9.3275514	10.166796	10.997524	11.818689	12.629096	13.427392	14.2120331	14.981271	15.733122	16.465348	17.17543	17.860552	18.51758	19.143067	19.423336
18	17.5	10.049928	10.877655	11.696044	12.504	13.300283	14.083496	14.8520633	15.604215	16.337964	17.051091	17.741126	18.40534	19.040733	19.644048	19.913652
19	18.5	10.725047	11.540887	12.346602	13.141058	13.922982	14.690948	15.4433668	16.178463	16.894264	17.588591	18.259041	18.902987	19.517579	20.099751	20.359271
20	19.5	11.352909	12.15657	12.94936	13.730114	14.49754	15.250196	15.9864911	16.704661	17.402766	18.078678	18.730078	19.354453	19.949105	20.511164	20.761164
21	20.5	12.047335	12.838599	13.61829	14.385224	15.138095	15.875464	16.5957458	17.297203	17.977937	18.635886	19.268822	19.874354	20.449937	20.992891	21.233909
22	21.5	12.808326	13.587042	14.353529	15.106595	15.844932	16.567108	17.2715578	17.956579	18.620327	19.260813	19.875904	20.463334	21.020711	21.545538	21.778086
23	22.5	13.554502	14.32058	15.073822	15.813036	16.53692	17.244059	17.9329164	18.601832	19.249021	19.872573	20.470457	21.040529	21.580545	22.088183	22.312744
24	23.5	14.285863	15.039266	15.779278	16.504712	17.214279	17.906587	18.5801363	19.233315	19.864403	20.471572	21.052891	21.606339	22.129814	22.621156	22.838183
25	24.5	15.011514	15.752255	16.4791	17.190871	17.8863	18.564026	19.2225879	19.860428	20.475893	21.067238	21.632633	22.170174	22.677896	23.153791	23.363708
26	25.5	15.731456	16.45959	17.17337	17.871637	18.553146	19.216569	19.8604905	20.483409	21.08374	21.659823	22.209925	22.732256	23.224979	23.686229	23.889433

iii. Perubahan tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U		1	84.44%	82.24%	79.74%	76.88%	73.61%	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%
Tinggi Timbunan (m)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	6.73744
Umur timbunan (minggu)		-	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m ²)
1	0.5	0.406724	0.7002895	0.7231843	0.7110363	0.6896382	0.662339	0.6297714	0.5918165	0.5480327	0.4977805	0.4402609	0.3745183	0.2994235	0.2136255	0.0557003
2	1.5	1.2140172	0.744453	0.7354819	0.7172454	0.6935226	0.6650523	0.63179031	0.5933737	0.5492539	0.4987377	0.4409967	0.3750591	0.2997873	0.2138301	0.0556817
3	2.5	1.8768548	0.7552508	0.7404728	0.7201559	0.6954079	0.6663291	0.6326557	0.5939312	0.5495622	0.4988331	0.4409053	0.3748069	0.2994125	0.2134009	0.0554706
4	3.5	2.3931852	0.7594274	0.742532	0.7212283	0.6958987	0.6664171	0.63242933	0.5934379	0.5488298	0.4978827	0.439762	0.3735129	0.2980467	0.2121131	0.0549916
5	4.5	2.918114	0.7615982	0.7433802	0.7213368	0.6955029	0.6656259	0.63129689	0.5919932	0.5470924	0.4958746	0.4375209	0.3711104	0.295618	0.2099077	0.0542212
6	5.5	3.4516411	0.7622675	0.7431136	0.7204532	0.6941403	0.6638488	0.6291367	0.5894679	0.5442195	0.492684	0.4340708	0.3675117	0.2920727	0.2067711	0.053169
7	6.5	3.9786114	0.7616251	0.7417405	0.7185246	0.6917334	0.6609988	0.62586053	0.5857791	0.54014	0.4882583	0.4293855	0.3627241	0.2874552	0.2027786	0.0518739
8	7.5	4.499025	0.7598232	0.7393049	0.7155523	0.6882666	0.6570556	0.62145216	0.5809213	0.5348659	0.4826336	0.4235305	0.3568457	0.2818927	0.1980707	0.0503909
9	8.5	5.0214111	0.7569686	0.7358562	0.7115637	0.6837608	0.6520437	0.61594613	0.5749455	0.5284697	0.4759084	0.4166334	0.3500314	0.2755585	0.1928162	0.0487786
10	9.5	5.5457697	0.7531206	0.7314301	0.7065892	0.6782507	0.6460083	0.60940371	0.5679331	0.5210569	0.4682147	0.4088515	0.3424588	0.2686373	0.1871825	0.0470909
11	10.5	6.0662759	0.7483295	0.7260684	0.7006731	0.6717901	0.6390174	0.60191059	0.5599908	0.5127567	0.4597038	0.4003556	0.3343097	0.261307	0.1813206	0.045373
12	11.5	6.5829297	0.7426613	0.7198343	0.6938841	0.6644583	0.6311643	0.59357684	0.5512468	0.5037158	0.4505391	0.3913198	0.3257597	0.2537299	0.1753597	0.0436603
13	12.5	7.1064892	0.7361957	0.7128091	0.6863106	0.6563538	0.6225607	0.58452876	0.5418422	0.4940887	0.4408844	0.3819113	0.3169691	0.2460464	0.1694054	0.0419796
14	13.5	7.6369544	0.729003	0.705069	0.6780379	0.6475737	0.6133159	0.57488825	0.5319106	0.484018	0.4308871	0.3722751	0.3080719	0.2383636	0.1635363	0.040349
15	14.5	8.168231	0.7211539	0.6966918	0.6691529	0.6382149	0.6035375	0.5647726	0.5215772	0.4736335	0.4206768	0.3625345	0.2991767	0.230782	0.1578092	0.0387806
16	15.5	8.700319	0.7127275	0.6877628	0.6597485	0.6283781	0.5933337	0.55429638	0.5109605	0.4630543	0.4103685	0.3527941	0.290372	0.2233531	0.1522641	0.0372816
17	16.5	9.3275514	0.70385	0.6784102	0.6499559	0.6181978	0.5828415	0.54359749	0.5001967	0.4524113	0.400083	0.3431599	0.2817431	0.2161428	0.1469363	0.0358563
18	17.5	10.049298	0.6945785	0.6686984	0.6398462	0.6077512	0.5721423	0.53275949	0.4893688	0.4417835	0.3889917	0.3336915	0.273335	0.2091792	0.1418378	0.0345056
19	18.5	10.725047	0.6849215	0.6586442	0.6294436	0.5970682	0.5612706	0.52181917	0.4785135	0.4312049	0.3798231	0.3244095	0.2651584	0.2024632	0.1369619	0.0332266
20	19.5	11.352909	0.6749613	0.6483308	0.6188319	0.5862323	0.5503081	0.51085505	0.4677039	0.4207405	0.3699315	0.3153555	0.257241	0.1960086	0.1323115	0.0320177
21	20.5	12.047335	0.6648023	0.6378615	0.6081128	0.575343	0.5393505	0.49995689	0.4570217	0.4104619	0.3602763	0.3065748	0.2496133	0.1898321	0.1278916	0.0308768
22	21.5	12.808326	0.6544979	0.6272909	0.5973411	0.5644538	0.5284487	0.48917144	0.4465077	0.4004024	0.350882	0.2980823	0.2422808	0.1839312	0.1236948	0.0298006
23	22.5	13.554502	0.6440815	0.6166529	0.5865502	0.5535966	0.517632	0.47825291	0.436182	0.3905755	0.3417548	0.2898772	0.2352362	0.1782938	0.1197081	0.0287848
24	23.5	14.285863	0.633605	0.605998	0.5757887	0.5428169	0.5069414	0.46804997	0.4260736	0.381003	0.3329087	0.2819652	0.2284783	0.1729137	0.1159228	0.027826
25	24.5	15.011514	0.6231152	0.5953715	0.565099	0.5321537	0.4964115	0.45777883	0.4162055	0.3717009	0.3243524	0.2743485	0.2220031	0.167783	0.1123296	0.0269205
26	25.5	15.731456	0.6126512	0.5848102	0.5545155	0.5216377	0.4860687	0.44773154	0.406593	0.3626782	0.316089	0.2670244	0.2158037	0.1628919	0.1089187	0.0260651

iv. Perubahan Nilai Cu pada minggu

No	z (m)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
1	0.5	7.5420893	0.7542089	33	0.079248	0.177102	0.128175
2	1.5	8.4282829	0.8428283	33	0.090344	0.189252	0.139798
3	2.5	9.1134496	0.911345	53	0.093426	0.169482	0.131454
4	3.5	9.6296948	0.9629695	53	0.098852	0.174908	0.13688
5	4.5	10.140193	1.0140193	51	0.105303	0.183518	0.144411
6	5.5	10.644568	1.0644568	51	0.111081	0.188981	0.150031
7	6.5	11.127489	1.1127489	53	0.115515	0.19065	0.153083
8	7.5	11.589631	1.1589631	53	0.120985	0.195507	0.158246
9	8.5	12.040692	1.2040692	53	0.126475	0.200248	0.163361
10	9.5	12.481998	1.2481998	53	0.131986	0.204886	0.168436
11	10.5	12.909182	1.2909182	53	0.137457	0.209376	0.173416
12	11.5	13.32384	1.332384	53	0.142887	0.213734	0.17831
13	12.5	13.738375	1.3738375	51	0.150663	0.222487	0.186575
14	13.5	14.154259	1.4154259	51	0.156408	0.226991	0.191699
15	14.5	14.566725	1.4566725	51	0.162162	0.231458	0.19681
16	15.5	14.977014	1.4977014	51	0.167924	0.235901	0.201913
17	16.5	15.480934	1.5480934	36	0.197104	0.278513	0.237808
18	17.5	16.079297	1.6079297	36	0.206661	0.286429	0.246545
19	18.5	16.629976	1.6629976	47	0.196716	0.264446	0.230581
20	19.5	17.133738	1.7133738	47	0.203918	0.270224	0.237071
21	20.5	17.70531	1.770531	37	0.231159	0.305108	0.268134
22	21.5	18.345112	1.8345112	37	0.241105	0.313471	0.277288
23	22.5	18.971951	1.8971951	35	0.255195	0.327734	0.291465
24	23.5	19.586154	1.9586154	35	0.264988	0.335959	0.300473
25	24.5	20.197088	2.0197088	36	0.272302	0.340907	0.306605
26	25.5	20.804935	2.0804935	36	0.281827	0.348949	0.315388

v. Pemampatan akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggu			1			2			3			4		
				Cc	$\sigma'0$ (t/m ²)	$\sigma'c$ (t/m ²)	$\Delta\sigma'1$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'1$ (t/m ²)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'2$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'2$ (t/m ²)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'3$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'3$ (t/m ²)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'4$ (t/m ²)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.0382875	0.2680126	0.4046724	0.4046724	0.9249961	1.32966848	0.071411	1.8499916	2.254664	0.0316996	2.7749865	3.1796589	0.0206364	3.6999805	4.1046529	0.0153283
1	1.5	0.939	0.0382875	0.2680126	1.2140172	1.2140172	0.9248947	2.13891186	0.0339982	1.8497745	3.0637917	0.0215718	2.7746366	3.9886538	0.0158357	3.6994773	4.9134945	0.012518
1	2.5	2.089	0.0722948	0.5060635	1.8768548	1.8768548	0.9245166	2.80137143	0.0284962	1.8489657	3.7258205	0.0202902	2.773334	4.6501888	0.0157682	3.697605	5.5744598	0.0128985
1	3.5	2.089	0.0722948	0.5060635	2.3931852	2.3931852	0.923691	3.31687617	0.023223	1.8472007	4.2403859	0.0174765	2.7704944	5.1636796	0.0140161	3.6935283	6.0867135	0.0117012
1	4.5	2.069	0.0702944	0.492061	2.918114	2.918114	0.9222656	3.84037958	0.0191232	1.8441575	4.7622715	0.0149815	2.7656505	5.683719	0.0123165	3.6865201	6.6046341	0.0104563
1	5.5	2.069	0.0702944	0.492061	3.4516411	3.4516411	0.920113	4.37175405	0.016455	1.8395685	5.2912095	0.0132915	2.7582446	6.2098857	0.0111477	3.6759908	7.1276318	0.0095978
1	6.5	2.295	0.0722968	0.5060777	3.9786114	3.9786114	0.9171336	4.89574501	0.0138365	1.8332281	5.8118395	0.0114416	2.7480958	6.7267072	0.0097512	3.6615058	7.6401172	0.0084931
1	7.5	2.295	0.0722968	0.5060777	4.499025	4.499025	0.9132579	5.41228286	0.0123274	1.8249968	6.3240218	0.0103846	2.73495	7.233975	0.0089671	3.6427914	8.1418164	0.007886
1	8.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.0214111	5.0214111	0.9084461	5.92985716	0.0110584	1.8147999	6.836211	0.0094587	2.7187053	7.7401164	0.0082583	3.6197301	8.6411412	0.0073229
1	9.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.5457697	5.5457697	0.9026868	6.4484565	0.0100287	1.8026238	7.3483935	0.0086877	2.6993586	8.2451283	0.007657	3.5923463	9.138116	0.0068384
1	10.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.0662759	6.0662759	0.8959941	6.96226999	0.0092962	1.7885092	7.8547851	0.0081393	2.6769933	8.7432692	0.0072313	3.5607871	9.627063	0.006498
1	11.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.5829297	6.5829297	0.8884037	7.47133342	0.0085426	1.7725422	8.3554719	0.0075473	2.6517644	9.2346941	0.0067515	3.5252987	10.108228	0.0060991
1	12.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.1064892	7.1064892	0.8799691	7.98645834	0.0077766	1.7548455	8.8613347	0.0069247	2.6238825	9.7303717	0.0062322	3.4862026	10.592692	0.0056565
1	13.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.6369544	7.6369544	0.8707572	8.5077116	0.0071928	1.7355685	9.3725229	0.006449	2.593598	10.230552	0.0058353	3.4438715	11.080826	0.0053184
1	14.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.168231	8.168231	0.8608441	9.02907514	0.005998	1.7148785	9.8831095	0.0054101	2.5611866	10.729418	0.0049183	3.3987086	11.56694	0.0044993
1	15.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.700319	8.700319	0.8503118	9.55063084	0.005819	1.6929531	10.393272	0.0050614	2.5269363	11.227255	0.0046205	3.3511289	12.051448	0.0042406
1	16.5	1.444	0.04429	0.3100301	9.3275514	9.3275514	0.8392446	10.166796	0.0047464	1.6699729	10.997524	0.0043271	2.4911371	11.818689	0.0039673	3.3015449	12.629096	0.0036538
1	17.5	1.444	0.04429	0.3100301	10.049928	10.049928	0.8277266	10.8776548	0.0043603	1.6461163	11.696044	0.0039964	2.4540719	12.504	0.00368	3.2503549	13.300283	0.0034012
1	18.5	1.759	0.0532919	0.3730433	10.725047	10.725047	0.8158395	11.5408868	0.0043051	1.6215549	12.346602	0.0039628	2.4160108	13.141058	0.0036619	3.1979343	13.922982	0.003394
1	19.5	1.759	0.0532919	0.3730433	11.352909	11.352909	0.8036612	12.1565699	0.0041663	1.596451	12.94936	0.0037098	2.3772058	13.730114	0.0034378	3.1446308	14.49754	0.0031937
1	20.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.047335	12.047335	0.7912645	12.8385994	0.0042284	1.5709547	13.61829	0.003919	2.3378887	14.385224	0.0036418	3.0907604	15.138095	0.0033909
1	21.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.808326	12.808326	0.7787165	13.5870424	0.0039232	1.5452033	14.353529	0.0036479	2.2982692	15.106595	0.003399	3.0366062	15.844932	0.0031719
1	22.5	1.453	0.0442902	0.3100317	13.554502	13.554502	0.7660779	14.3205797	0.0030178	1.5193203	15.073822	0.0028138	2.2585343	15.813036	0.0026279	2.9824817	16.53692	0.0024569
1	23.5	1.453	0.0442902	0.3100317	14.285863	14.285863	0.7534035	15.0392661	0.002821	1.4934155	15.779278	0.0026365	2.2188489	16.504712	0.0024672	2.9284161	17.214279	0.0023105
1	24.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.011514	15.011514	0.7407414	15.7522554	0.0026306	1.4675855	16.4791	0.0024637	2.1793565	17.190871	0.0023995	2.8747865	17.8863	0.0021659
1	25.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.731456	15.731456	0.7281342	16.4595902	0.0024711	1.4419142	17.17337	0.0023185	2.1401805	17.871637	0.0021767	2.8216899	18.553146	0.002044
									0.3208659				0.2326109			0.1913123		0.1645349

Pemampatan akibat timbunan bertahap (lanjutan)

h	z (m)	5			6			7			8			9		
		$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^5$ (t/m ²)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^6$ (t/m ²)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^7$ (t/m ²)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^8$ (t/m ²)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^9$ (t/m ²)	Sc9 (m)
1	0.5	4.6249736	5.029646	0.0122	5.549966	5.954638	0.010134	6.4744956	6.879628	0.008668	7.399944	7.804617	0.007573	8.32493	8.729603	0.006724
1	1.5	4.6242919	5.838309	0.010352	5.549075	6.763092	0.008827	6.473817	7.687834	0.007693	7.39851	8.612527	0.006818	8.323138	9.537155	0.006122
1	2.5	4.6217578	6.498613	0.010914	5.545765	7.42262	0.009459	6.469593	8.346448	0.008346	7.393194	9.270049	0.007467	8.316507	10.19336	0.006755
1	3.5	4.6162475	7.009433	0.010043	5.538582	7.931767	0.008795	6.460439	8.853625	0.007823	7.381702	9.774887	0.007043	8.302209	10.69539	0.006403
1	4.5	4.6067922	7.524906	0.009083	5.526281	8.444395	0.008027	6.444805	9.362919	0.00719	7.362131	10.28024	0.006508	8.277948	11.19606	0.005942
1	5.5	4.59296184	8.044259	0.008424	5.50789	8.959531	0.007503	6.421502	9.873144	0.006761	7.333066	10.78471	0.006149	8.242072	11.69371	0.005635
1	6.5	4.5731712	8.551783	0.007519	5.482733	9.461345	0.006742	6.389739	10.36835	0.006106	7.293611	11.27222	0.005575	8.193607	12.17222	0.005124
1	7.5	4.5481194	9.047144	0.007033	5.450436	9.949461	0.006341	6.349118	10.84814	0.005768	7.24338	11.74241	0.005284	8.132226	12.63125	0.004867
1	8.5	4.5173463	9.538757	0.006572	5.410905	10.43232	0.005955	6.299604	11.32101	0.005437	7.182443	12.20385	0.004994	8.058171	13.07958	0.004609
1	9.5	4.480927	10.0267	0.006171	5.364298	10.91007	0.005615	6.241476	11.78725	0.005143	7.111253	12.65702	0.004734	7.972137	13.51791	0.004376
1	10.5	4.4390989	10.50537	0.005892	5.310975	11.37725	0.00538	6.175262	12.24154	0.004941	7.030559	13.09684	0.004557	7.875158	13.94143	0.004217
1	11.5	4.3922276	10.97516	0.005553	5.251457	11.83439	0.005086	6.101676	12.68461	0.004682	6.941315	13.52424	0.004325	7.768487	14.35142	0.004006
1	12.5	4.3407719	11.44726	0.005168	5.186369	12.29286	0.004748	6.02155	13.12804	0.004379	6.844602	13.95109	0.004051	7.653496	14.75998	0.003755
1	13.5	4.2852515	11.92221	0.004875	5.116408	12.75336	0.004489	5.935783	13.57274	0.004148	6.741556	14.37851	0.003842	7.531591	15.16855	0.003563
1	14.5	4.2262182	12.39445	0.004136	5.042295	13.21053	0.003817	5.845296	14.01353	0.003532	6.633315	14.80155	0.003275	7.404154	15.57238	0.003039
1	15.5	4.1642316	12.86455	0.003908	4.964754	13.66507	0.003614	5.750988	14.45131	0.003349	6.520977	15.2213	0.003107	7.272488	15.97281	0.002885
1	16.5	4.0998403	13.42739	0.003377	4.884482	14.21203	0.003129	5.653719	14.98127	0.002904	6.40557	15.73312	0.002698	7.137797	16.46535	0.002506
1	17.5	4.0335675	14.0835	0.003152	4.802135	14.85206	0.002927	5.554287	15.60421	0.002722	6.288036	16.33796	0.002531	7.001163	17.05109	0.002354
1	18.5	3.9659011	14.69095	0.003153	4.718319	15.44337	0.002933	5.453415	16.17846	0.002731	6.169217	16.89426	0.002542	6.863543	17.58859	0.002365
1	19.5	3.8972878	15.2502	0.002972	4.633582	15.98649	0.002769	5.351753	16.70466	0.00258	6.049857	17.40277	0.002404	6.72577	18.0768	0.002238
1	20.5	3.8281293	15.87546	0.003161	4.548411	16.59575	0.002949	5.249868	17.2972	0.002752	5.930602	17.97794	0.002566	6.588551	18.63589	0.002389
1	21.5	3.758782	16.56711	0.002963	4.463232	17.27156	0.002768	5.148253	17.95658	0.002585	5.812001	18.62033	0.002413	6.452487	19.26081	0.002248
1	22.5	3.6895574	17.24406	0.002298	4.378415	17.93292	0.00215	5.04733	18.60183	0.00201	5.694519	19.24902	0.001877	6.318071	19.87257	0.00175
1	23.5	3.6207245	17.90659	0.002164	4.294274	18.58014	0.002027	4.947453	19.23332	0.001896	5.578541	19.8644	0.001772	6.185709	20.47157	0.001653
1	24.5	3.5525123	18.56403	0.002031	4.211074	19.22259	0.001904	4.848914	19.86043	0.001783	5.464379	20.47589	0.001667	6.055724	21.06724	0.001555
1	25.5	3.4851131	19.21657	0.001919	4.129035	19.86049	0.0018	4.751953	20.48341	0.001687	5.352284	21.08374	0.001578	5.928367	21.65982	0.001472
			0.145034				0.12989			0.117616			0.107351			0.09855

Pemampatan akibat timbunan bertahap (lanjutan)

h	z (m)	10			11			12			13			14		
		$\Delta\sigma'_{10}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{10}$ (t/m ²)	Sc10 (m)	$\Delta\sigma'_{11}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{11}$ (t/m ²)	Sc11 (m)	$\Delta\sigma'_{12}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{12}$ (t/m ²)	Sc12 (m)	$\Delta\sigma'_{13}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{13}$ (t/m ²)	Sc13 (m)	$\Delta\sigma'_{14}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{14}$ (t/m ²)	Sc14 (m)
1	0.5	9.249913	9.654586	0.006046	10.17489	10.57956	0.005492	11.09987	11.50454	0.005031	12.02483	12.4295	0.004642	12.46407	12.86875	0.002085
1	1.5	9.247682	10.4617	0.005554	10.17212	11.38613	0.005083	11.0964	12.31042	0.004685	12.02048	13.2345	0.004345	12.45917	13.67319	0.001958
1	2.5	9.239448	11.1163	0.006167	10.1619	12.03875	0.005672	11.08369	12.96055	0.005249	12.00459	13.88144	0.004884	12.4413	14.31815	0.002204
1	3.5	9.221748	11.61493	0.005868	10.14002	12.53321	0.005414	11.05662	13.4498	0.005022	11.97094	14.36412	0.004679	12.40363	14.79682	0.002112
1	4.5	9.191844	12.10996	0.005464	10.10326	13.02137	0.005053	11.01141	13.92952	0.004694	11.91521	14.83332	0.004377	12.34159	15.25971	0.001973
1	5.5	9.147849	12.59949	0.005195	10.0495	13.50114	0.004813	10.94581	14.39745	0.004476	11.8351	15.28674	0.004173	12.25296	15.7046	0.001878
1	6.5	9.088758	13.06737	0.004733	9.977793	13.9564	0.00439	10.85902	14.83763	0.004084	11.73017	15.70878	0.003806	12.13761	16.11622	0.001708
1	7.5	9.014378	13.5134	0.004503	9.888186	14.38721	0.004179	10.7515	15.25053	0.003887	11.6015	16.10053	0.003618	11.99706	16.49608	0.001619
1	8.5	8.925208	13.94662	0.004268	9.781552	14.80296	0.003963	10.62465	15.64606	0.003684	11.45122	16.47263	0.003424	11.8339	16.85531	0.001527
1	9.5	8.822275	14.36804	0.004056	9.659357	15.20513	0.003766	10.4805	16.02627	0.003498	11.2821	16.82787	0.003246	11.65134	17.19711	0.001443
1	10.5	8.706974	14.77325	0.003911	9.523453	15.58973	0.00363	10.32147	16.38775	0.003369	11.0972	17.16347	0.003121	11.45278	17.51906	0.001384
1	11.5	8.58092	15.16385	0.003716	9.375884	15.95881	0.003448	10.15009	16.73302	0.003197	10.89962	17.48255	0.002957	11.24161	17.82454	0.001307
1	12.5	8.445825	15.55231	0.003483	9.218744	16.32523	0.003231	9.968892	17.07538	0.002993	10.69232	17.79881	0.002764	11.02099	18.12748	0.001219
1	13.5	8.303398	15.94035	0.003306	9.05407	16.69102	0.003065	9.780236	17.41719	0.002837	10.47801	18.11496	0.002617	10.79377	18.43073	0.001151
1	14.5	8.155275	16.32351	0.00282	8.883766	17.052	0.002614	9.586298	17.75453	0.002417	10.25909	18.42733	0.002226	10.56246	18.73069	0.000977
1	15.5	8.002977	16.7033	0.002677	8.709564	17.40988	0.00248	9.389003	18.08932	0.002292	10.03767	18.73799	0.002109	10.32919	19.02951	0.000924
1	16.5	7.847879	17.17543	0.002326	8.533	17.86055	0.002155	9.190029	18.51758	0.00199	9.815516	19.14307	0.00183	10.09578	19.42334	0.000801
1	17.5	7.691198	17.74113	0.002186	8.355411	18.40534	0.002025	8.990805	19.04073	0.00187	9.59412	19.64405	0.001719	9.863723	19.91365	0.000751
1	18.5	7.533993	18.25904	0.002197	8.177939	18.90299	0.002035	8.792531	19.51758	0.001879	9.374704	20.09975	0.001726	9.634224	20.35927	0.000753
1	19.5	7.377169	18.73008	0.002079	8.001544	19.35445	0.001926	8.596196	19.9491	0.001777	9.158255	20.51116	0.001632	9.408255	20.76116	0.000711
1	20.5	7.221487	19.26882	0.00222	7.827019	19.87435	0.002057	8.402602	20.44994	0.001898	8.945556	20.99289	0.001742	9.186574	21.23391	0.000759
1	21.5	7.067578	19.8759	0.00209	7.655008	20.46333	0.001936	8.212386	21.02071	0.001786	8.737212	21.54554	0.001639	8.96976	21.77809	0.000714
1	22.5	6.915955	20.47046	0.001627	7.486027	21.04053	0.001508	8.026044	21.58055	0.001391	8.533681	22.08818	0.001276	8.758242	22.31274	0.000555
1	23.5	6.767029	21.05289	0.001537	7.320476	21.60634	0.001424	7.843951	22.12981	0.001314	8.335294	22.62116	0.001205	8.55232	22.83818	0.000524
1	24.5	6.621119	21.63263	0.001446	7.15866	22.17017	0.001341	7.666382	22.6779	0.001237	8.142277	23.15379	0.001134	8.352194	23.36371	0.000493
1	25.5	6.478469	22.20993	0.00137	7.0008	22.73226	0.00127	7.493523	23.22498	0.001171	7.954773	23.68623	0.001074	8.157977	23.88943	0.000467
			0.090844				0.083969			0.077727			0.071965			0.031997

c. Tinggi Timbunan 7 m

i. Tegangan akibat timbunan bertahap

Tahap 1				Tahap 2				Tahap 3				Tahap 4				Tahap 5											
H _{limbunan}	l	m		H _{limbunan}	0.50	m		H _{limbunan}	0.50	m		H _{limbunan}	0.50	m		H _{limbunan}	0.50	m		H _{limbunan}	0.50	m					
H _{total}	0.50	m		H _{total}	1.00	m		H _{total}	1.50	m		H _{total}	2.00	m		H _{total}	2.50	m		H _{total}	2.50	m		H _{total}	2.50	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²	
B1	27.26448	m		B1	26.26448	m		B1	25.26448	m		B1	24.26448	m		B1	23.26448	m		B1	23.26448	m		B1	23.26448	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.000648621	1.5524595	0.9249977	0.5	0.000698	1.5517615	0.9249974	0.5	0.0007532	1.5510083	0.9249971	0.5	0.0008153	1.550193	0.9249968	0.5	0.0008853	1.5493076	0.9249963	0.5	0.0009603	1.5483722	0.9249958	0.5	0.0009999	1.5473977	0.9249953
1.5	0.001940825	1.5158351	0.9249383	1.5	0.0020882	1.5137469	0.9249311	1.5	0.0022529	1.511494	0.9249228	1.5	0.0024379	1.5090561	0.9249131	1.5	0.0026467	1.5064095	0.9249017	1.5	0.0028667	1.5035722	0.9248883	1.5	0.0030999	1.5005447	0.9248729
2.5	0.003218046	1.4793576	0.924716	2.5	0.003461	1.4758967	0.9246832	2.5	0.0037324	1.4721643	0.9246451	2.5	0.0040369	1.4681273	0.9246007	2.5	0.0043802	1.4637472	0.9245486	2.5	0.0047347	1.4587222	0.9244922	2.5	0.0050999	1.4530547	0.9244329
3.5	0.004470721	1.4431224	0.9242278	3.5	0.0048054	1.438317	0.9241392	3.5	0.0051789	1.4331381	0.9240365	3.5	0.0055974	1.4275406	0.9239169	3.5	0.0060684	1.4214722	0.9237767	3.5	0.0065467	1.4148147	0.9236222	3.5	0.0070311	1.4075672	0.9234647
4.5	0.005689901	1.4072211	0.9233788	4.5	0.0061113	1.4011099	0.9231943	4.5	0.0065807	1.3945292	0.922981	4.5	0.0071057	1.3874234	0.9227329	4.5	0.0076954	1.379728	0.9224428	4.5	0.0083467	1.3714427	0.9221003	4.5	0.0090599	1.3625672	0.9217578
5.5	0.006867455	1.3717401	0.9220844	5.5	0.0073692	1.3643709	0.9217563	5.5	0.0079271	1.3564438	0.9213775	5.5	0.0085497	1.3478941	0.9209381	5.5	0.0092473	1.3386468	0.9204254	5.5	0.0099911	1.3289993	0.9198729	5.5	0.0107811	1.3188518	0.9193074
6.5	0.007996224	1.3367596	0.9202728	6.5	0.0085712	1.3281884	0.9197477	6.5	0.009209	1.3189794	0.9191429	6.5	0.0099191	1.3090603	0.9184429	6.5	0.0107124	1.2983479	0.9176287	6.5	0.0115624	1.2871904	0.9167842	6.5	0.0124599	1.2755379	0.9158297
7.5	0.009070141	1.3023528	0.917886	7.5	0.0097105	1.29226423	0.9171074	7.5	0.0104191	1.2822232	0.9162129	7.5	0.0112056	1.2710176	0.9151807	7.5	0.0120816	1.2589361	0.9139837	7.5	0.0130091	1.2462706	0.9126392	7.5	0.0139891	1.2331601	0.9111847
8.5	0.010084294	1.2685849	0.914807	8.5	0.0107818	1.2578031	0.9137914	8.5	0.0115514	1.2462517	0.9125436	8.5	0.0124031	1.2338487	0.911108	8.5	0.0133482	1.2205004	0.9094491	8.5	0.0143483	1.2062249	0.9072046	8.5	0.0154058	1.1908094	0.9043601
9.5	0.011034947	1.2355131	0.9112285	9.5	0.0117811	1.223732	0.9097728	9.5	0.012602	1.21113	0.9081104	9.5	0.0135073	1.1976226	0.9062042	9.5	0.0145083	1.1831143	0.9040096	9.5	0.0155601	1.1678147	0.9013353	9.5	0.0166757	1.1517206	0.8981808
10.5	0.011919518	1.2031861	0.906915	10.5	0.012706	1.1904801	0.9050407	10.5	0.0135684	1.1769117	0.9029071	10.5	0.0145162	1.1623955	0.9004694	10.5	0.0155601	1.1468354	0.8976737	10.5	0.0167147	1.1298803	0.8944482	10.5	0.0179788	1.1117064	0.8907406
11.5	0.012736523	1.1716441	0.9019391	11.5	0.0135551	1.158089	0.8995992	11.5	0.0144497	1.1436393	0.8969444	11.5	0.0154292	1.1282101	0.8939223	11.5	0.0165037	1.1117064	0.8904706	11.5	0.0176853	1.0934803	0.8871482	11.5	0.0189741	1.0748064	0.8839406
12.5	0.013485485	1.1409195	0.8963121	12.5	0.0143283	1.1265911	0.8934655	12.5	0.0152463	1.1113449	0.8902472	12.5	0.0162475	1.0950973	0.8865976	12.5	0.0173413	1.077756	0.8824464	12.5	0.0185424	1.0600063	0.8794482	12.5	0.0198499	1.0418164	0.8764482
13.5	0.014166831	1.1110365	0.8900552	13.5	0.0150266	1.0960098	0.8866683	13.5	0.0159597	1.0800501	0.8828527	13.5	0.0169735	1.0630766	0.8785425	13.5	0.01810764	1.0450002	0.8756605	13.5	0.0193499	1.0264403	0.8724482	13.5	0.0206074	1.0073403	0.8694482
14.5	0.014781773	1.0820121	0.8831988	14.5	0.0156518	1.0663603	0.8792453	14.5	0.0165925	1.0497678	0.8748074	14.5	0.0176107	1.0321572	0.8698139	14.5	0.0187135	1.0134436	0.8661818	14.5	0.0198741	995.803	0.8627406	14.5	0.0210911	978.403	0.8594482
15.5	0.015322181	1.0538567	0.8757799	15.5	0.0162063	1.0376505	0.8712412	15.5	0.017148	1.0205025	0.8661649	15.5	0.0181632	1.0023393	0.8604754	15.5	0.0192582	0.98308	0.8548056	15.5	0.0204147	964.403	0.8524482	15.5	0.0216267	946.403	0.8504482
16.5	0.015820458	1.0265745	0.86978411	16.5	0.0166932	1.0098814	0.86827061	16.5	0.01763	0.9922514	0.8596837	16.5	0.018636	0.9736153	0.850595	16.5	0.0197166	0.9538988	0.8434499	16.5	0.0208491	936.403	0.8414482	16.5	0.0220267	917.403	0.8394482
17.5	0.016249226	1.0001642	0.8594286	17.5	0.017116	0.9830482	0.8536932	17.5	0.0180428	0.9650054	0.8473246	17.5	0.0190343	0.9459971	0.8402421	17.5	0.0200949	0.9258761	0.8323538	17.5	0.0212091	907.403	0.8304482	17.5	0.0223767	888.403	0.8284482
18.5	0.016622208	0.9746197	0.8505908	18.5	0.0174785	0.9571412	0.8442574	18.5	0.0183911	0.9387502	0.8372498	18.5	0.0193636	0.9193865	0.8294862	18.5	0.0203997	0.8989868	0.8208745	18.5	0.0214911	880.403	0.8194482	18.5	0.0226367	861.403	0.8184482
19.5	0.016942136	0.9499309	0.8413772	19.5	0.0177846	0.9321463	0.8344539	19.5	0.0186794	0.9134669	0.8282085	19.5	0.0196294	0.8938375	0.8183952	19.5	0.0206374	0.8732	0.8090864	19.5	0.0216911	853.403	0.8084482	19.5	0.0227911	834.403	0.8074482
20.5	0.017212658	0.9260841	0.8318371	20.5	0.0180385	0.9080457	0.8243372	20.5	0.0189125	0.8891331	0.8160964	20.5	0.0198371	0.869296	0.8070338	20.5	0.0208144	0.8484816	0.7970596	20.5	0.0218491	826.403	0.7964482	20.5	0.0229411	807.403	0.7954482
21.5	0.017437268	0.9030628	0.8220189	21.5	0.018244	0.8848187	0.8139598	21.5	0.0190951	0.8657237	0.8051344	21.5	0.0199921	0.8457315	0.7954633	21.5	0.0209368	0.8274977	0.7848592	21.5	0.0219411	819.403	0.7844482	21.5	0.0230411	800.403	0.7834482
22.5	0.017619441	0.8808478	0.8119692	22.5	0.0184053	0.8624425	0.8033721	22.5	0.0192315	0.843211	0.7939882	22.5	0.0200995	0.8231115	0.7837404	22.5	0.0210102	0.802103	0.7725446	22.5	0.0220401	793.403	0.7724482	22.5	0.0231411	774.403	0.7714482
23.5	0.017762587	0.8594185	0.8017326	23.5	0.0185261	0.8408924	0.7926212	23.5	0.0193263	0.8215661	0.7827075	23.5	0.0201641	0.801402	0.7719172	23.5	0.0210401	0.7803619	0.7601699	23.5	0.0220401	774.403	0.7601699	23.5	0.0231411	755.403	0.7594482
24.5	0.017870008	0.8387524	0.7913508	24.5	0.0186101	0.8201423	0.7817511	24.5	0.0193834	0.8007589	0.7713383	24.5	0.0201905	0.7805685	0.760041	24.5	0.0210314	0.759537	0.7477832	24.5	0.0220401	755.403	0.7477832	24.5	0.0231411	736.403	0.7464482
25.5	0.017944871	0.8188264	0.780863	25.5	0.0186609	0.8001655	0.7708024	25.5	0.0194068	0.7807587	0.7599221	25.5	0.0201828	0.7605759	0.7481543	25.5	0.0209889	0.739587	0.7354427	25.5	0.0220401	736.403	0.7354427	25.5	0.0231411	717.403	0.7344482

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 6				Tahap 7				Tahap 8				Tahap 9			
H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m	
H _{total}	3.00	m		H _{total}	3.50	m		H _{total}	4.00	m		H _{total}	4.50	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²	
B1	22.26448	m		B1	21.26448	m		B1	20.26448	m		B1	19.26448	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.000965	1.548343	0.924996	0.5	0.001056	1.547287	0.924995	0.5	0.00116	1.546128	0.924995	0.5	0.00128	1.544848	0.924994
1.5	0.002883	1.503526	0.924888	1.5	0.003153	1.500373	0.924872	1.5	0.003463	1.49691	0.924853	1.5	0.00382	1.49309	0.924829
2.5	0.004769	1.458978	0.924487	2.5	0.005212	1.453767	0.924414	2.5	0.005719	1.448048	0.924326	2.5	0.006303	1.441745	0.92422
3.5	0.006601	1.414871	0.923611	3.5	0.007206	1.407665	0.923415	3.5	0.007898	1.399768	0.92318	3.5	0.008693	1.391075	0.922897
4.5	0.008361	1.371367	0.922101	4.5	0.009115	1.362253	0.921697	4.5	0.009974	1.352279	0.921215	4.5	0.010958	1.34132	0.920634
5.5	0.010032	1.328615	0.919824	5.5	0.010919	1.317696	0.919113	5.5	0.011926	1.30577	0.918269	5.5	0.013075	1.292695	0.917257
6.5	0.011602	1.286746	0.916676	6.5	0.012604	1.274142	0.915555	6.5	0.013736	1.260406	0.914228	6.5	0.015023	1.245383	0.912646
7.5	0.01306	1.245876	0.912588	7.5	0.014158	1.231717	0.910953	7.5	0.015394	1.216323	0.909026	7.5	0.016791	1.199533	0.906739
8.5	0.0144	1.2061	0.907523	8.5	0.015575	1.190525	0.905275	8.5	0.016892	1.173633	0.902638	8.5	0.018371	1.155262	0.899528
9.5	0.015618	1.167496	0.901472	9.5	0.016852	1.150645	0.898524	9.5	0.018226	1.132418	0.895084	9.5	0.019763	1.112655	0.891049
10.5	0.016712	1.130123	0.894455	10.5	0.017987	1.112136	0.890734	10.5	0.0194	1.092736	0.886414	10.5	0.02097	1.071766	0.881377
11.5	0.017684	1.094022	0.886514	11.5	0.018984	1.075038	0.881963	11.5	0.020418	1.05462	0.876708	11.5	0.022	1.03262	0.870617
12.5	0.018538	1.059218	0.87771	12.5	0.019848	1.03937	0.872288	12.5	0.021286	1.018084	0.866062	12.5	0.022863	0.995221	0.858891
13.5	0.019277	1.025723	0.868116	13.5	0.020586	1.005137	0.861801	13.5	0.022013	0.983124	0.854589	13.5	0.023571	0.959553	0.846331
14.5	0.019909	0.993535	0.857875	14.5	0.021205	0.97233	0.850599	14.5	0.022611	0.949718	0.842404	14.5	0.024136	0.925582	0.833076
15.5	0.02044	0.962641	0.846895	15.5	0.021715	0.940927	0.838786	15.5	0.02309	0.917837	0.829626	15.5	0.024573	0.893263	0.819259
16.5	0.020877	0.933022	0.835445	16.5	0.022123	0.910898	0.826463	16.5	0.023461	0.887437	0.816369	16.5	0.024895	0.862542	0.80501
17.5	0.021229	0.904647	0.823556	17.5	0.022441	0.882206	0.81373	17.5	0.023735	0.858471	0.802745	17.5	0.025115	0.833356	0.790449
18.5	0.021503	0.877484	0.811311	18.5	0.022676	0.854808	0.800681	18.5	0.023923	0.830885	0.788853	18.5	0.025246	0.805639	0.775685
19.5	0.021706	0.851494	0.798793	19.5	0.022838	0.828656	0.787401	19.5	0.024035	0.804621	0.774787	19.5	0.025298	0.779323	0.760814
20.5	0.021846	0.826635	0.786075	20.5	0.022935	0.803701	0.773971	20.5	0.02408	0.779621	0.76063	20.5	0.025283	0.754337	0.745922
21.5	0.02193	0.802864	0.773227	21.5	0.022974	0.779891	0.760463	21.5	0.024067	0.755824	0.746455	21.5	0.025211	0.730613	0.731082
22.5	0.021964	0.780137	0.76031	22.5	0.022962	0.757175	0.746938	22.5	0.024004	0.733171	0.732325	22.5	0.025089	0.708082	0.716358
23.5	0.021955	0.758407	0.747379	23.5	0.022907	0.7355	0.733453	23.5	0.023898	0.711602	0.718295	23.5	0.024925	0.686677	0.701801
24.5	0.021906	0.737631	0.734483	24.5	0.022814	0.714816	0.720056	24.5	0.023755	0.691061	0.704411	24.5	0.024727	0.666335	0.687454
25.5	0.021825	0.717762	0.721664	25.5	0.022689	0.695073	0.706787	25.5	0.023581	0.671492	0.690711	25.5	0.024499	0.646993	0.673353

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 10				Tahap 11				Tahap 12				Tahap 13				Tahap 14			
H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m	
H _{total}	5.00	m		H _{total}	5.50	m		H _{total}	6.00	m		H _{total}	6.50	m		H _{total}	7.00	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²	
B1	18.26448	m		B1	17.26448	m		B1	16.26448	m		B1	15.26448	m		B1	14.26448	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.001420027	1.5434276	0.9249926	0.5	0.0015844	1.5418432	0.9249912	0.5	0.0017791	1.5400642	0.9249896	0.5	0.0020119	1.5380523	0.9249875	0.5	0.0022937	1.5357586	0.9249847
1.5	0.004235998	1.4888536	0.9248007	1.5	0.0047232	1.4841304	0.9247653	1.5	0.0052994	1.478831	0.924721	1.5	0.0059875	1.4728435	0.9246648	1.5	0.0068184	1.4660251	0.9245925
2.5	0.006981065	1.434764	0.9240897	2.5	0.007774	1.4269899	0.9239296	2.5	0.0087091	1.4182808	0.9237299	2.5	0.0098221	1.4084587	0.9234774	2.5	0.0111608	1.3972979	0.9231537
3.5	0.009612297	1.3814628	0.9225517	3.5	0.0106841	1.3707787	0.9221276	3.5	0.0119429	1.3588358	0.9216005	3.5	0.0134339	1.3454019	0.9209376	3.5	0.0152169	1.330185	0.9200927
4.5	0.012092748	1.3292277	0.9199309	4.5	0.0134089	1.3158188	0.91907	4.5	0.0149467	1.3008721	0.9180056	4.5	0.016757	1.2841151	0.9166752	4.5	0.0189061	1.265209	0.9149919
5.5	0.014392929	1.2783023	0.9160363	5.5	0.0159141	1.2623882	0.91455	5.5	0.0176803	1.2447079	0.9127239	5.5	0.0197448	1.2249631	0.9104577	5.5	0.0221747	1.2027884	0.9076148
6.5	0.016491542	1.228891	0.9107467	6.5	0.0181759	1.2107151	0.9084482	6.5	0.0201181	1.190597	0.9056437	6.5	0.02237	1.1682269	0.9021915	6.5	0.0249958	1.1432312	0.8979014
7.5	0.018375523	1.1811572	0.9040101	7.5	0.0201815	1.1609757	0.9007292	7.5	0.0222484	1.1387273	0.8967562	7.5	0.024624	1.1141033	0.8919078	7.5	0.0273664	1.0867369	0.885943
8.5	0.02003949	1.1352228	0.8958371	8.5	0.0219276	1.1132952	0.8914316	8.5	0.0240714	1.0892238	0.886139	8.5	0.0265133	1.0627105	0.8797386	8.5	0.029303	1.0334075	0.871946
9.5	0.021484767	1.0911706	0.8862917	9.5	0.0234192	1.0677514	0.8806541	9.5	0.0255976	1.0421538	0.8739367	9.5	0.0280561	1.0140978	0.8658862	9.5	0.0308354	0.9832624	0.8561915
10.5	0.022718165	1.0490475	0.8754786	10.5	0.0246674	1.0243801	0.8685394	10.5	0.0268445	0.9975356	0.860339	10.5	0.0292788	0.9682568	0.8506046	10.5	0.0320023	0.9362545	0.8389986
11.5	0.023750675	1.0088962	0.8635318	11.5	0.0256883	0.9831809	0.8552582	11.5	0.0278346	0.9553463	0.8455612	11.5	0.0302127	0.9251336	0.8341552	11.5	0.0328463	0.8922873	0.8206942
12.5	0.024596219	0.9706249	0.8506029	12.5	0.0265006	0.9441243	0.840996	12.5	0.0285932	0.9155311	0.8298271	12.5	0.0308911	0.88464	0.8168069	12.5	0.0334109	0.8512291	0.8015917
13.5	0.025270515	0.9342822	0.8368511	13.5	0.0271248	0.9071574	0.825941	13.5	0.0291464	0.878011	0.8133568	13.5	0.0313472	0.8466637	0.7988127	13.5	0.033738	0.8129257	0.7819763
14.5	0.02579014	0.8997917	0.8224354	14.5	0.0275817	0.87221	0.8102756	14.5	0.0295201	0.8426899	0.7963565	14.5	0.031613	0.8110768	0.7804022	14.5	0.0338664	0.7772105	0.7620979
15.5	0.026171781	0.8670913	0.8075084	15.5	0.0278917	0.8391996	0.7941704	15.5	0.029739	0.8094407	0.7790138	15.5	0.0317179	0.7777427	0.7617772	15.5	0.0338306	0.7439121	0.7421682
16.5	0.026431672	0.8361099	0.7922126	16.5	0.0280741	0.8080358	0.7777803	16.5	0.0298258	0.77821	0.7614941	16.5	0.0316885	0.7465215	0.7431104	16.5	0.0336614	0.71286	0.7223617
17.5	0.026585208	0.8067703	0.7766771	17.5	0.0281468	0.7786235	0.7612422	17.5	0.0298014	0.7488222	0.7439396	17.5	0.0315484	0.7172738	0.7245452	17.5	0.0333852	0.6838886	0.7028179
18.5	0.026646692	0.7789921	0.7610167	18.5	0.0281262	0.7508659	0.744675	18.5	0.029684	0.7211819	0.7204701	18.5	0.0313181	0.6898637	0.7061986	18.5	0.0330243	0.6568394	0.6836455
19.5	0.026629202	0.7526934	0.7453317	19.5	0.0280269	0.7246664	0.7281796	19.5	0.0294901	0.6951764	0.7091843	19.5	0.0310154	0.664161	0.6881632	19.5	0.0325977	0.6315633	0.6649264
20.5	0.026544532	0.7279277	0.7297078	20.5	0.0278621	0.6999306	0.71184	20.5	0.0292336	0.670697	0.6921617	20.5	0.0306552	0.6400418	0.6705104	20.5	0.0321211	0.6079207	0.64672
21.5	0.02640321	0.7042099	0.7142173	21.5	0.027643	0.676567	0.6957251	21.5	0.0289268	0.6476402	0.675465	21.5	0.0302503	0.6173898	0.6532937	21.5	0.0316076	0.5857822	0.6290672
22.5	0.026214539	0.6818674	0.6982901	22.5	0.0273795	0.6544879	0.6798899	22.5	0.0285801	0.6259079	0.6591422	22.5	0.0298115	0.5960964	0.635513	22.5	0.0310678	0.5650286	0.6119937
23.5	0.02596685	0.6606905	0.6838647	23.5	0.0270803	0.6336102	0.6643775	23.5	0.0282022	0.605408	0.6432287	23.5	0.0293475	0.5760605	0.620309	23.5	0.0305104	0.54555	0.5955132
24.5	0.025726759	0.6406078	0.6698099	24.5	0.0267527	0.6138551	0.6492306	24.5	0.0278006	0.5860545	0.6277495	24.5	0.0288658	0.5571886	0.6045822	24.5	0.0299425	0.5272461	0.5796298
25.5	0.025440927	0.6215517	0.6546256	25.5	0.0264029	0.5951487	0.6344432	25.5	0.0273817	0.5677671	0.6127209	25.5	0.0283724	0.5393946	0.5893782	25.5	0.0293698	0.5100249	0.5643404

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 15				Tahap 16				Tahap 17				Tahap 18				Tahap 19			
H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.50	m		H _{timbunan}	0.01	m	
H _{total}	7.50	m		H _{total}	8.00	m		H _{total}	8.50	m		H _{total}	9.00	m		H _{total}	9.01	m	
q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.93	t/m ²		q	0.01	t/m ²	
B1	13.26448	m		B1	12.26448	m		B1	11.26448	m		B1	10.26448	m		B1	9.26448	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.002639	1.53312	0.924981	0.5	0.003069	1.530051	0.924976	0.5	0.003613	1.526438	0.924977	0.5	0.004315	1.522123	0.924961	0.5	0.005244	1.516879	0.013393
1.5	0.007834	1.458191	0.924498	1.5	0.009094	1.449096	0.924371	1.5	0.010683	1.438413	0.924199	1.5	0.012725	1.425688	0.923958	1.5	0.015408	1.410281	0.013374
2.5	0.012729	1.384508	0.922732	2.5	0.014798	1.369711	0.922173	2.5	0.017311	1.3524	0.921415	2.5	0.02051	1.33189	0.920365	2.5	0.024663	1.307226	0.013305
3.5	0.017371	1.312814	0.919	3.5	0.020005	1.292809	0.917562	3.5	0.023267	1.269542	0.915636	3.5	0.027364	1.242178	0.913	3.5	0.032594	1.209585	0.013167
4.5	0.02148	1.243729	0.912833	4.5	0.024594	1.219134	0.910024	4.5	0.028401	1.190733	0.906309	4.5	0.033107	1.157626	0.901304	4.5	0.038994	1.118633	0.012951
5.5	0.025056	1.177732	0.904006	5.5	0.0285	1.149233	0.899367	5.5	0.032648	1.116584	0.893319	5.5	0.037686	1.078898	0.885318	5.5	0.043851	1.035048	0.012664
6.5	0.028075	1.115156	0.892516	6.5	0.031707	1.083449	0.885682	6.5	0.036015	1.047434	0.876913	6.5	0.041149	1.006285	0.865529	6.5	0.047291	0.958994	0.012316
7.5	0.030545	1.056192	0.878542	7.5	0.034244	1.021948	0.86928	7.5	0.038561	0.983387	0.857583	7.5	0.043609	0.939778	0.842684	7.5	0.049515	0.890263	0.011925
8.5	0.032498	1.000909	0.862393	8.5	0.036165	0.964744	0.8506	8.5	0.040377	0.924368	0.835945	8.5	0.045212	0.879155	0.81762	8.5	0.05075	0.828406	0.011506
9.5	0.033981	0.949281	0.844445	9.5	0.037542	0.91174	0.830142	9.5	0.041569	0.87017	0.812642	9.5	0.046112	0.824058	0.791143	9.5	0.051211	0.772847	0.011072
10.5	0.035049	0.901206	0.825104	10.5	0.038452	0.862754	0.808406	10.5	0.042245	0.820509	0.788278	10.5	0.046453	0.774056	0.763958	10.5	0.051089	0.722967	0.010636
11.5	0.035759	0.856528	0.804761	11.5	0.038972	0.817556	0.785853	11.5	0.042504	0.775053	0.763378	11.5	0.046361	0.728691	0.736638	11.5	0.050541	0.67815	0.010206
12.5	0.036168	0.815061	0.783776	12.5	0.039173	0.775888	0.762886	12.5	0.042433	0.733455	0.738375	12.5	0.045945	0.68751	0.709624	12.5	0.049691	0.637818	0.009788
13.5	0.036327	0.776599	0.762464	13.5	0.039118	0.73748	0.739839	13.5	0.04211	0.695371	0.71361	13.5	0.04529	0.650081	0.683241	13.5	0.048637	0.601443	0.009385
14.5	0.036283	0.740927	0.741088	14.5	0.038862	0.702066	0.716979	14.5	0.041594	0.660471	0.689339	14.5	0.044466	0.616005	0.65771	14.5	0.047452	0.568553	0.009001
15.5	0.036076	0.707836	0.719864	15.5	0.038449	0.669387	0.694514	15.5	0.040939	0.628448	0.665745	15.5	0.043527	0.584921	0.633176	15.5	0.046188	0.538733	0.008636
16.5	0.035741	0.677119	0.698959	16.5	0.037919	0.6392	0.672595	16.5	0.040183	0.599018	0.642954	16.5	0.042514	0.556504	0.60972	16.5	0.044887	0.511617	0.008291
17.5	0.035306	0.648583	0.678502	17.5	0.037302	0.611281	0.651333	17.5	0.039358	0.571923	0.621045	17.5	0.041458	0.530465	0.587381	17.5	0.043576	0.486889	0.007966
18.5	0.034796	0.622044	0.658588	18.5	0.036622	0.585422	0.630799	18.5	0.03849	0.546931	0.600059	18.5	0.040382	0.506549	0.566162	18.5	0.042275	0.464274	0.007659
19.5	0.03423	0.597334	0.639281	19.5	0.035901	0.561433	0.611037	19.5	0.037598	0.528335	0.580012	19.5	0.039304	0.484531	0.546046	19.5	0.041	0.443531	0.00737
20.5	0.033624	0.574297	0.620626	20.5	0.035153	0.539144	0.592068	20.5	0.036695	0.502449	0.560901	20.5	0.038237	0.464213	0.526999	20.5	0.039758	0.424454	0.007099
21.5	0.032991	0.552791	0.602646	21.5	0.03439	0.518401	0.573898	21.5	0.035794	0.482607	0.542707	21.5	0.037188	0.445419	0.508978	21.5	0.038557	0.406862	0.006844
22.5	0.032341	0.532687	0.585352	22.5	0.033623	0.499064	0.556518	22.5	0.034902	0.464162	0.525402	22.5	0.036165	0.427997	0.491932	22.5	0.037399	0.390598	0.006604
23.5	0.031684	0.513866	0.568743	23.5	0.032858	0.481008	0.539913	23.5	0.034025	0.446983	0.508952	23.5	0.035172	0.411811	0.475811	23.5	0.036286	0.375525	0.006378
24.5	0.031024	0.496222	0.552812	24.5	0.032102	0.46412	0.524059	24.5	0.033168	0.430953	0.49332	24.5	0.034211	0.396742	0.460561	24.5	0.03522	0.361522	0.006165
25.5	0.030367	0.479658	0.537542	25.5	0.031358	0.4483	0.50893	25.5	0.032333	0.415967	0.478465	25.5	0.033283	0.382684	0.44613	25.5	0.034199	0.348485	0.005965

ii. Perubahan Tegangan saat $U = 100\%$

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
H _{ambuh} (m)		0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.01
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{15}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{16}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{17}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{18}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{19}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	1.3296701	2.2546675	3.1796647	4.1046614	5.0296578	5.9546536	6.8796489	7.8046434	8.729637	9.6546296	10.579621	11.50461	12.429598	13.354583	14.279564	15.20454	16.12951	17.054471	17.067864
2	1.5	1.2140172	2.1389555	3.0638866	3.9888094	4.9137224	5.8386241	6.7635123	7.6883843	8.6132371	9.5380664	10.462867	11.387632	12.312353	13.237018	14.161611	15.086108	16.01048	16.934679	17.858637	17.87201
3	2.5	1.8768548	2.8015708	3.7262539	4.650899	5.5754997	6.5000483	7.4245352	8.3489489	9.2732748	10.197494	11.121584	12.045514	12.969244	13.892721	14.815875	15.738607	16.66078	17.582195	18.50256	18.515865
4	3.5	2.3931852	3.317413	4.2415522	5.1655887	6.0895056	7.0132823	7.9368937	8.8603087	9.7834889	10.706386	11.628937	12.551065	13.472665	14.393603	15.313696	16.232695	17.150258	18.065894	18.978893	18.99206
5	4.5	2.918114	3.8414927	4.764687	5.687668	6.6104009	7.5328437	8.4549451	9.3766421	10.297857	11.218491	12.138422	13.057492	13.975498	14.892173	15.807165	16.719998	17.630223	18.536331	19.437636	19.450587
6	5.5	3.4516411	4.3737254	5.2954817	6.2168593	7.1377974	8.0582228	8.9780466	9.897116	10.815429	11.732686	12.648722	13.563272	14.475996	15.386544	16.294609	17.198075	18.097442	18.990761	19.876079	19.888743
7	6.5	3.9786114	4.8988842	5.8186318	6.7377747	7.6562176	8.5738463	9.4905224	10.406078	11.320306	12.232952	13.143699	14.052147	14.957791	15.859983	16.757884	17.6504	18.536602	19.412995	20.278524	20.290841
8	7.5	4.499025	5.416911	6.3340184	7.2502133	8.165412	9.0793957	9.9919841	10.902937	11.811963	12.718702	13.622712	14.523441	15.420198	16.312105	17.198048	18.076591	18.94587	19.803454	20.646138	20.658062
9	8.5	5.0214111	5.9362918	6.8500833	7.7626269	8.6737349	9.583184	10.490707	11.395982	12.29862	13.198148	14.093985	14.985416	15.871555	16.751294	17.62324	18.485633	19.336233	20.172178	20.989798	21.001303
10	9.5	5.5457697	6.4569982	7.366771	8.2748814	9.1810856	10.085095	10.986567	11.885091	12.780175	13.671223	14.557515	15.438169	16.312106	17.17994	18.034816	18.878631	19.708773	20.521415	21.312558	21.323631
11	10.5	6.0662759	6.9731909	7.8782316	8.7811387	9.681608	10.579282	11.473737	12.36447	13.250884	14.132262	15.00774	15.87628	16.736619	17.587223	18.426222	19.251235	20.059732	20.848009	21.611967	21.622603
12	11.5	6.5829297	7.4848688	8.384468	9.2814124	10.175335	11.065805	11.952319	12.834282	13.71099	14.581607	15.445138	16.300397	17.145958	17.980113	18.800807	19.605568	20.391421	21.154799	21.891436	21.901643
13	12.5	7.1064892	8.0028013	8.8962668	9.786514	10.673112	11.555558	12.433268	13.305556	14.171618	15.030509	15.881112	16.722108	17.551935	18.368742	19.170333	19.954109	20.716995	21.45537	22.164995	22.174782
14	13.5	7.6369544	8.5270096	9.413678	10.296531	11.175073	12.048734	12.916849	13.77865	14.633239	15.47957	16.316421	17.142362	17.955719	18.754551	19.536508	20.298972	21.03881	21.75242	22.435661	22.445046
15	14.5	8.168231	9.0514298	9.9360751	10.805482	11.675296	12.539478	13.397293	14.247892	15.090296	15.923372	16.745807	17.556083	18.352439	19.128441	19.894939	20.636028	21.353007	22.042345	22.700055	22.709056
16	15.5	8.70319	9.5760989	10.44734	11.3133505	12.17398	13.028066	13.874961	14.713747	15.543372	16.362632	17.17014	17.964311	18.743324	19.505102	20.24727	20.966147	21.661134	22.327992	22.960568	22.969204
17	16.5	9.2375514	10.195393	11.058099	11.915082	12.765677	13.609127	14.444573	15.271036	16.087406	16.892416	17.684629	18.462409	19.229033	19.967013	20.689753	21.388334	22.060929	22.703884	23.313604	23.321895
18	17.5	10.049928	10.909357	11.76305	12.610375	13.450617	14.282971	15.106526	15.920257	16.723001	17.51345	18.290128	19.05137	19.795309	20.519855	21.222672	21.901175	22.55208	23.173552	23.760933	23.768899
19	18.5	10.725047	11.575638	12.419896	13.257145	14.086632	14.907506	15.718817	16.519498	17.308351	18.084035	18.845052	19.589727	20.316197	21.022396	21.706041	22.364629	22.995428	23.595486	24.161649	24.169308
20	19.5	11.352909	12.194286	13.02874	13.855556	14.673955	15.483042	16.281835	17.069236	17.844023	18.604836	19.350168	20.078347	20.787532	21.475695	22.140621	22.779902	23.390939	23.970951	24.516998	24.524368
21	20.5	12.047335	12.879172	13.703509	14.519606	15.326639	16.123669	16.909774	17.683745	18.444375	19.190297	19.920005	20.631845	21.324006	21.994517	22.641237	23.261862	23.85393	24.41831	24.94183	24.948929
22	21.5	12.808326	13.630345	14.444305	15.249439	16.044902	16.829761	17.602988	18.363451	19.109905	19.840988	20.555205	21.25093	21.926395	22.579689	23.208756	23.811402	24.385299	24.928006	25.436984	25.43828
23	22.5	13.554502	14.366471	15.169843	15.963831	16.747572	17.520116	18.280426	19.027365	19.759689	20.476047	21.174967	21.854857	22.513099	23.15055	23.762544	24.347896	24.904414	25.429816	25.921749	25.928353
24	23.5	14.285863	15.087595	15.880216	16.662924	17.434841	18.195011	18.94239	19.675844	20.394139	21.095939	21.779804	22.444182	23.08741	23.707719	24.303252	24.871976	25.411889	25.920841	26.396653	26.403031
25	15.011514	15.802865	16.584616	17.355954	18.115995	18.863778	19.598262	20.318318	21.022729	21.710183	22.379273	23.028493	23.656243	24.2640825	24.8440455	25.393267	25.917326	26.410646	26.871207	26.877373	
26	25.5	15.731456	16.512319	17.283121	18.043043	18.791198	19.526625	20.248289	20.955075	21.645786	22.319139	22.973765	23.608208	24.220929	24.810307	25.374648	25.912129	26.421119	26.899584	27.345715	27.35168

iii. Perubahan tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U		1	90.82%	89.53%	88.05%	88.05%	86.36%	84.44%	82.24%	79.74%	76.88%	73.61%	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%
Tinggi Timbunan (m)		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.50	9.00	9.01
Umar timbunan (minggu)		-	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
No	z (m)	σ^0 (t/m^2)	$\Delta\sigma^1$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^2$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^3$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^4$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^5$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^6$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^7$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^8$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^9$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{15}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{16}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{17}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{18}$ (t/m^2)	$\Delta\sigma^{19}$ (t/m^2)
		1	0.5	0.4046724	0.7874304	0.8036685	0.7970013	0.8016202	0.7875121	0.7705992	0.7508406	0.7280146	0.7017919	0.6717584	0.6374214	0.5982067	0.5534512	0.5023927	0.4441552	0.3777298	0.3019449
2	1.5	1.2140172	0.8165615	0.8117414	0.8011181	0.8039562	0.7891816	0.7718794	0.7518678	0.7288634	0.7025058	0.6723264	0.6379346	0.5986368	0.553803	0.5026678	0.4443537	0.3778515	0.3019927	0.215397	0.0017213
3	2.5	1.8768548	0.8235582	0.8150023	0.803051	0.8050728	0.7899567	0.7724258	0.7522445	0.729103	0.7026263	0.6723744	0.6378387	0.5984348	0.5534933	0.5022497	0.4438301	0.377235	0.301316	0.2147331	0.0017125
4	3.5	2.3931852	0.8262483	0.81635	0.8037789	0.8053279	0.7899836	0.7722727	0.7519349	0.728647	0.7020259	0.6716265	0.6369373	0.5973726	0.5522648	0.5008545	0.4422801	0.3755661	0.2996097	0.2131559	0.0016947
5	4.5	2.918114	0.8276353	0.8169082	0.8038782	0.8050126	0.7894379	0.7715226	0.7509894	0.7275051	0.7006803	0.6700663	0.6351498	0.5953463	0.5499932	0.4983427	0.4395561	0.3726999	0.2967461	0.2105731	0.001667
6	5.5	3.4516411	0.8280417	0.8167334	0.8033232	0.8040594	0.7882328	0.7700748	0.7492958	0.7255553	0.6984593	0.6675568	0.6323347	0.592213	0.546539	0.494585	0.4355477	0.3685555	0.2926851	0.2069906	0.00163
7	6.5	3.9786114	0.827581	0.8158198	0.8020651	0.8023978	0.7862872	0.767841	0.7467614	0.7227021	0.6952665	0.6640033	0.6284029	0.5878935	0.5418392	0.4895414	0.4302465	0.3631635	0.2874996	0.2025152	0.0015853
8	7.5	4.499025	0.8263373	0.8141794	0.8000855	0.7999002	0.7835559	0.7647726	0.7433362	0.7188973	0.6910585	0.6593709	0.6233318	0.582383	0.5359125	0.483261	0.4237373	0.3566477	0.2813473	0.1973176	0.0015349
9	8.5	5.0214111	0.8243624	0.8118246	0.7973779	0.7968196	0.7800191	0.7608499	0.7390042	0.7141312	0.6888332	0.6536728	0.6171526	0.5757355	0.5288408	0.4758577	0.4161684	0.3491879	0.2744283	0.1915915	0.001481
10	9.5	5.5457697	0.8216755	0.8087564	0.7939391	0.7928765	0.7756695	0.7560708	0.7337707	0.7084197	0.6792622	0.6469561	0.6099334	0.5680441	0.5207454	0.4674828	0.4077198	0.3409861	0.2669506	0.1855229	0.0014252
11	10.5	6.0662759	0.8182888	0.8049786	0.7897682	0.7881648	0.7705164	0.7504521	0.727663	0.7018028	0.6724875	0.6392955	0.6017708	0.5594294	0.5117724	0.4583071	0.3985828	0.3322439	0.2591091	0.1792745	0.0013691
12	11.5	6.5829297	0.8142248	0.8005697	0.7848854	0.7827073	0.7645892	0.7440327	0.7207313	0.6943447	0.6644992	0.6307894	0.5927833	0.5500312	0.502082	0.4485083	0.3889457	0.3231497	0.2510756	0.1729802	0.0013138
13	12.5	7.1064892	0.8095164	0.7953816	0.7793254	0.7765433	0.7579354	0.7368696	0.7130443	0.6861277	0.657579	0.6215522	0.5831025	0.5399977	0.4918371	0.4382594	0.3789841	0.3138699	0.2429936	0.1667449	0.0012599
14	13.5	7.6369544	0.8041922	0.7896258	0.7731246	0.7697167	0.7506074	0.7290257	0.7046368	0.6772395	0.6463687	0.6117	0.5728584	0.5294713	0.4811891	0.4271754	0.3688449	0.304542	0.234975	0.1606447	0.0012081
15	14.5	8.168231	0.7982839	0.783278	0.7663246	0.7622774	0.7426641	0.7205698	0.6957084	0.667714	0.6364312	0.6013473	0.5621758	0.5185845	0.4702746	0.4170115	0.3586668	0.2952752	0.2271038	0.1547323	0.0011587
16	15.5	8.7003919	0.7918318	0.7763829	0.7598776	0.7542835	0.7341717	0.7115771	0.6862238	0.6578177	0.6260502	0.59006	0.5511732	0.5074597	0.4592156	0.4062638	0.3485419	0.2861551	0.2194415	0.1490425	0.0011117
17	16.5	9.2375514	0.7849116	0.7690189	0.7511612	0.7458205	0.7252223	0.7021466	0.6763292	0.6474914	0.615345	0.5796001	0.539977	0.4962225	0.4481326	0.3955831	0.3385695	0.2772568	0.2120391	0.1436018	0.0010673
18	17.5	10.049928	0.7775562	0.7612251	0.7429257	0.7369429	0.7158774	0.6923469	0.6661	0.6368741	0.6044019	0.5684192	0.5286777	0.4849611	0.4371083	0.3850424	0.3288091	0.2686229	0.204921	0.1384183	0.0010254
19	18.5	10.725047	0.769768	0.7530109	0.7342857	0.7276785	0.7061173	0.6822186	0.6558221	0.6260165	0.5937252	0.5571196	0.5137312	0.4737288	0.4261901	0.3746804	0.3192883	0.2602683	0.1980898	0.1334856	0.0009859
20	19.5	11.352909	0.7616026	0.7444345	0.7253029	0.718093	0.6961737	0.6718347	0.6448518	0.6149963	0.5820436	0.5457784	0.5060114	0.4625934	0.4154374	0.3645454	0.3100422	0.252214	0.1915534	0.1288013	0.0009488
21	20.5	12.047335	0.7531339	0.7355722	0.716056	0.708266	0.6859666	0.6612795	0.6339945	0.6039004	0.5707915	0.5344774	0.4947948	0.451624	0.4049094	0.3546489	0.3011048	0.2444804	0.1853196	0.1243641	0.0009139
22	21.5	12.808326	0.7444038	0.7264688	0.7065926	0.6982491	0.6756041	0.6506087	0.6230668	0.5927839	0.5595736	0.5232678	0.4837277	0.4408602	0.3946374	0.3451203	0.2924876	0.2370692	0.1793822	0.1201638	0.000871
23	22.5	13.554502	0.7354415	0.7171563	0.696472	0.6880808	0.6651263	0.6398632	0.6121096	0.5816868	0.5484272	0.5121832	0.4728386	0.4303243	0.3843662	0.3358584	0.2841892	0.2299721	0.1737284	0.1161864	0.0008502
24	23.5	14.285863	0.726291	0.7076802	0.6871663	0.6778903	0.6545816	0.6290914	0.60117	0.5706645	0.5373944	0.5012612	0.4621195	0.4200496	0.3749232	0.3269086	0.2762112	0.2231839	0.1683483	0.1124206	0.0008211
25	24.5	15.011514	0.7169942	0.6980833	0.6772938	0.6674791	0.6440145	0.6183367	0.59029	0.5597259	0.5265104	0.4905326	0.4517155	0.4100296	0.3655099	0.3182753	0.2685515	0.216697	0.1632308	0.108855	0.0007937
26	25.5	15.731456	0.7075884	0.6884037	0.6673677	0.6571287	0.633463	0.6076358	0.579504	0.5489328	0.5158034	0.4800208	0.4415244	0.4003015	0.3564021	0.309958	0.2612039	0.2105013	0.1583638	0.105478	0.0007679

iv. Perubahan Nilai Cu pada minggu 19

No	z (m)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
1	0.5	11.637347	1.1637347	33	0.079248	0.233248	0.156248
2	1.5	12.498415	1.2498415	33	0.090344	0.245053	0.167699
3	2.5	13.173113	1.3173113	53	0.093426	0.212149	0.152788
4	3.5	13.681117	1.3681117	53	0.098852	0.217489	0.15817
5	4.5	14.181824	1.4181824	51	0.105303	0.227289	0.166296
6	5.5	14.674054	1.4674054	51	0.111081	0.23262	0.171851
7	6.5	15.142024	1.5142024	53	0.115515	0.232843	0.174179
8	7.5	15.586082	1.5586082	53	0.120985	0.23751	0.179247
9	8.5	16.015753	1.6015753	53	0.126475	0.242026	0.18425
10	9.5	16.43234	1.643234	53	0.131986	0.246404	0.189195
11	10.5	16.831553	1.6831553	53	0.137457	0.2506	0.194028
12	11.5	17.215113	1.7215113	53	0.142887	0.254631	0.198759
13	12.5	17.595593	1.7595593	51	0.150663	0.26426	0.207462
14	13.5	17.974685	1.7974685	51	0.156408	0.268366	0.212387
15	14.5	18.34787	1.834787	51	0.162162	0.272407	0.217285
16	15.5	18.716645	1.8716645	51	0.167924	0.276401	0.222163
17	16.5	19.177048	1.9177048	36	0.197104	0.327412	0.262258
18	17.5	19.730184	1.9730184	36	0.206661	0.33473	0.270695
19	18.5	20.234222	2.0234222	47	0.196716	0.305787	0.251251
20	19.5	20.690168	2.0690168	47	0.203918	0.311016	0.257467
21	20.5	21.212969	2.1212969	37	0.231159	0.350954	0.291056
22	21.5	21.803275	2.1803275	37	0.241105	0.358669	0.299887
23	22.5	22.380108	2.2380108	35	0.255195	0.37337	0.314282
24	23.5	22.94398	2.294398	35	0.264988	0.38092	0.322954
25	24.5	23.504433	2.3504433	36	0.272302	0.384664	0.328483
26	25.5	24.061805	2.4061805	36	0.281827	0.392038	0.336932

v. Pemampatan akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggu			1			2			3			4		
				Cc	$\sigma'0$ (t/m ²)	$\sigma'c$ (t/m ²)	$\Delta\sigma'1$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'1$ (t/m ²)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'2$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'2$ (t/m ²)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'3$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'3$ (t/m ²)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'4$ (t/m ²)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.0382875	0.2680126	0.4046724	0.4046724	0.9249977	1.3296701	0.0714111	1.8499951	2.2546675	0.0316997	2.7749923	3.1796647	0.0206364	3.699989	4.1046614	0.0153283
1	1.5	0.939	0.0382875	0.2680126	1.2140172	1.2140172	0.9249383	2.1389555	0.0339994	1.8498694	3.0638866	0.0215724	2.7747922	3.9888094	0.0158362	3.6997052	4.9137224	0.0125184
1	2.5	2.089	0.0722948	0.5060635	1.8768548	1.8768548	0.924716	2.8015708	0.0285012	1.8493991	3.7262539	0.0202935	2.7740442	4.650899	0.0157708	3.6986449	5.5754997	0.0129009
1	3.5	2.089	0.0722948	0.5060635	2.3931852	2.3931852	0.9242278	3.317413	0.0232346	1.848367	4.2415522	0.0174845	2.7724035	5.1655887	0.0140228	3.6963204	6.0895056	0.0117075
1	4.5	2.069	0.0702944	0.492061	2.918114	2.918114	0.9233788	3.8414927	0.0191434	1.8465731	4.764687	0.0149966	2.7695541	5.687668	0.0123296	3.692287	6.6104009	0.0104687
1	5.5	2.069	0.0702944	0.492061	3.4516411	3.4516411	0.9220844	4.3737254	0.0164864	1.8438407	5.2954817	0.0133163	2.7652182	6.2168593	0.0111697	3.6861563	7.1377974	0.0096189
1	6.5	2.295	0.0722968	0.5060777	3.9786114	3.9786114	0.9202728	4.8988842	0.0138792	1.8400204	5.8186318	0.0114768	2.7591633	6.7377477	0.0097183	3.6776062	7.6562176	0.0085239
1	7.5	2.295	0.0722968	0.5060777	4.499025	4.499025	0.917886	5.416911	0.0123844	1.8349934	6.3340184	0.010433	2.7512063	7.2502313	0.0090115	3.666387	8.1654412	0.0079293
1	8.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.0214111	5.0214111	0.9148807	5.9362918	0.0111305	1.8286722	6.8500833	0.0095213	2.7412158	7.7626269	0.0083166	3.6523238	8.6737349	0.0073802
1	9.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.5457697	5.5457697	0.9112285	6.4569982	0.0101167	1.8210013	7.366771	0.0087658	2.7291117	8.2748814	0.0077304	3.6353159	9.1810856	0.0069108
1	10.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.0662759	6.0662759	0.906915	6.9731909	0.009402	1.8119557	7.8782316	0.0082347	2.7148628	8.7811387	0.0073218	3.6153321	9.681608	0.0065876
1	11.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.5829297	6.5829297	0.9019391	7.4848688	0.0086648	1.8015383	8.384468	0.0076589	2.6984827	9.2814124	0.0068583	3.592405	10.175335	0.006205
1	12.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.1064892	7.1064892	0.8963121	8.0028013	0.0079128	1.7897776	8.8962668	0.0070506	2.6800248	9.786514	0.0063534	3.5666224	10.673112	0.0057771
1	13.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.6369544	7.6369544	0.8900552	8.5270096	0.0073437	1.7767236	9.413678	0.0065899	2.6595762	10.296531	0.0059716	3.5381187	11.175073	0.0054544
1	14.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.168231	8.168231	0.8831988	9.0514298	0.006146	1.7624441	9.9306751	0.0055495	2.6372514	10.805482	0.0050538	3.5070653	11.672596	0.0046346
1	15.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.700319	8.700319	0.8757799	9.5760689	0.0057414	1.7470212	10.44734	0.0052126	2.6131861	11.313505	0.004768	3.4736615	12.17398	0.0043881
1	16.5	1.444	0.04429	0.3100301	9.3275514	9.3275514	0.8678411	10.195393	0.0049012	1.7305473	11.058099	0.004475	2.5875309	11.915082	0.0041122	3.4381259	12.765677	0.0037989
1	17.5	1.444	0.04429	0.3100301	10.049928	10.049928	0.8594286	10.909357	0.0045206	1.7131218	11.76305	0.0041507	2.5604465	12.610375	0.003832	3.4006885	13.450617	0.0035537
1	18.5	1.759	0.0532919	0.3730433	10.725047	10.725047	0.8505908	11.575638	0.0044816	1.6948482	12.419896	0.0041338	2.532098	13.257145	0.0038308	3.3615842	14.086632	0.0035617
1	19.5	1.759	0.0532919	0.3730433	11.352909	11.352909	0.8413772	12.194286	0.0041982	1.6758311	13.02874	0.0038867	2.5026156	13.85556	0.003613	3.3210468	14.673955	0.0033698
1	20.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.047335	12.047335	0.8318371	12.879172	0.0044381	1.6561743	13.703509	0.0041239	2.4722707	14.519606	0.0038452	3.2793045	15.326639	0.0035956
1	21.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.808326	12.808326	0.8220189	13.630345	0.0041347	1.6359787	14.444305	0.0038554	2.4411311	15.249439	0.0036056	3.2365764	16.044902	0.00338
1	22.5	1.453	0.0442902	0.3100317	13.554502	13.554502	0.8119692	14.366474	0.0039134	1.6153413	15.169843	0.0029867	2.4093295	15.963831	0.0028003	3.1930699	16.747572	0.0026307
1	23.5	1.453	0.0442902	0.3100317	14.285863	14.285863	0.8017326	15.087595	0.0029971	1.5943538	15.880216	0.0028104	2.3770613	16.662924	0.0028045	3.1489785	17.434841	0.0024857
1	24.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.011514	15.011514	0.7913508	15.802865	0.0028058	1.573102	16.584616	0.0026371	2.3444402	17.355954	0.0024828	3.1044813	18.115995	0.0023408
1	25.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.731456	15.731456	0.780863	16.512319	0.0026458	1.5516653	17.283121	0.0024918	2.3115874	18.043043	0.0023501	3.0597416	18.791198	0.0022189
									0.3238141				0.2354077		0.1940466			0.1672714

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	5			6			7			8			9		
		$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^5$ (t/m ²)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^6$ (t/m ²)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^7$ (t/m ²)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^8$ (t/m ²)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^9$ (t/m ²)	Sc9 (m)
1	0.5	4.6249854	5.0296578	0.0121996	5.5499812	5.9546536	0.0101342	6.474976	6.879649	0.008668	7.399971	7.804643379	0.007573	8.324965	8.729637	0.006724
1	1.5	4.6246069	5.8386241	0.0103528	5.5494951	6.7635123	0.0088271	6.474367	7.688384	0.007694	7.39922	8.613237091	0.006819	8.324049	9.538066	0.006122
1	2.5	4.6231935	6.5000483	0.0109163	5.5476804	7.4245352	0.0094615	6.472094	8.348949	0.008349	7.39642	9.273274751	0.007471	8.320639	10.19749	0.00676
1	3.5	4.6200971	7.0132823	0.0100491	5.5437085	7.9368937	0.0088023	6.467124	8.860309	0.007831	7.390304	9.783488884	0.007052	8.3132	10.70639	0.006414
1	4.5	4.6147298	7.5328437	0.0090959	5.5368312	8.4549451	0.008041	6.458528	9.376642	0.007205	7.379743	10.29785669	0.006525	8.300377	11.21849	0.005962
1	5.5	4.6065817	8.0582228	0.0084455	5.5264056	8.9780466	0.0075264	6.445519	9.89716	0.006787	7.363788	10.81542876	0.006178	8.281045	11.73269	0.005668
1	6.5	4.5952349	8.5738463	0.0075507	5.511911	9.4905224	0.0067755	6.427466	10.40608	0.006143	7.341695	11.32030608	0.005617	8.254341	12.23295	0.005172
1	7.5	4.5803707	9.0793957	0.0070772	5.4929591	9.9919841	0.0063885	6.403912	10.90294	0.00582	7.312938	11.81196287	0.005342	8.219677	12.7187	0.004933
1	8.5	4.5617729	9.583184	0.0066308	5.4692957	10.490707	0.006017	6.374571	11.39598	0.005504	7.277209	12.29862003	0.005069	8.176737	13.19815	0.004694
1	9.5	4.5393255	10.085095	0.0062453	5.4407974	10.986567	0.0056935	6.339321	11.88509	0.005228	7.234405	12.78017479	0.004829	8.125454	13.67122	0.004482
1	10.5	4.5130059	10.579282	0.0059835	5.4074608	11.473737	0.0054769	6.298195	12.36447	0.005045	7.184609	13.25088442	0.004672	8.065986	14.13226	0.004345
1	11.5	4.4828756	11.065805	0.0056612	5.3693897	11.952319	0.0052004	6.251352	12.83428	0.004804	7.12806	13.71098959	0.004459	7.998677	14.58161	0.004154
1	12.5	4.4490688	11.555558	0.0052919	5.3267785	12.433268	0.0048769	6.199067	13.30556	0.004517	7.065129	14.17161811	0.004201	7.92402	15.03051	0.00392
1	13.5	4.4117792	12.048734	0.0050144	5.2798947	12.916849	0.0046346	6.141695	13.77865	0.004303	6.996284	14.63323868	0.004009	7.842615	15.47957	0.003745
1	14.5	4.3712471	12.539478	0.0042745	5.2290616	13.397293	0.0039611	6.079661	14.24789	0.003685	6.922065	15.09295287	0.003439	7.755141	15.92337	0.003217
1	15.5	4.327747	13.028066	0.0040589	5.1746416	13.874961	0.0037701	6.013428	14.71375	0.003514	6.843053	15.54337248	0.003284	7.662313	16.36263	0.003075
1	16.5	4.2815758	13.609127	0.0035248	5.1170212	14.444573	0.0032823	5.943485	15.27104	0.003065	6.759854	16.08740555	0.002869	7.564865	16.89242	0.00269
1	17.5	4.2330423	14.282971	0.0033079	5.0565981	15.106526	0.0030884	5.870328	15.92026	0.00289	6.673073	16.72300126	0.00271	7.463522	17.51345	0.002544
1	18.5	4.1824588	14.907506	0.0033259	4.99377	15.718817	0.0031118	5.794451	16.5195	0.002917	6.583303	17.30835074	0.002739	7.358988	18.08404	0.002574
1	19.5	4.1301332	15.483042	0.0031516	4.9289259	16.281835	0.0029539	5.716327	17.06924	0.002773	6.491114	17.84402263	0.002607	7.251928	18.60484	0.002452
1	20.5	4.0763641	16.123699	0.0033699	4.8624391	16.909774	0.0031641	5.63641	17.68375	0.002975	6.39704	18.44437514	0.002799	7.142962	19.1903	0.002635
1	21.5	4.0214356	16.829761	0.0031745	4.7946624	17.602988	0.0029859	5.555125	18.36345	0.002811	6.30158	19.10990549	0.002649	7.032662	19.84099	0.002496
1	22.5	3.9656145	17.520116	0.0024753	4.7259244	18.280426	0.0023318	5.472863	19.02736	0.002198	6.205187	19.75968922	0.002073	6.921545	20.47605	0.001955
1	23.5	3.9091484	18.195011	0.0023425	4.6565278	18.94239	0.0022096	5.389981	19.67584	0.002085	6.108276	20.39413865	0.001968	6.810077	21.09594	0.001857
1	24.5	3.8522644	18.863778	0.0022091	4.5867479	19.598262	0.0020862	5.306804	20.31832	0.001971	6.011215	21.02272865	0.001861	6.698669	21.71018	0.001757
1	25.5	3.7951686	19.526625	0.0020967	4.5168329	20.248289	0.0019821	5.223619	20.95508	0.001874	5.91433	21.64578644	0.001771	6.587683	22.31914	0.001673
				0.1478259				0.1327831			0.120656		0.110583			0.102022

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	10			11			12			13			14		
		$\Delta\sigma'_{10}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{10}$ ($t/m2$)	Sc10 (m)	$\Delta\sigma'_{11}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{11}$ ($t/m2$)	Sc11 (m)	$\Delta\sigma'_{12}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{12}$ ($t/m2$)	Sc12 (m)	$\Delta\sigma'_{13}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{13}$ ($t/m2$)	Sc13 (m)	$\Delta\sigma'_{14}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{14}$ ($t/m2$)	Sc14 (m)
1	0.5	9.249957	9.65463	0.006046	10.17495	10.57962	0.005492	11.09994	11.50461	0.005032	12.02493	12.4296	0.004642	12.94991	13.35458	0.004309
1	1.5	9.24885	10.46287	0.005555	10.17362	11.38763	0.005084	11.09834	12.31235	0.004687	12.023	13.23702	0.004347	12.94759	14.16161	0.004053
1	2.5	9.244729	11.12158	0.006172	10.16866	12.04551	0.005678	11.09239	12.96924	0.005257	12.01587	13.89272	0.004894	12.93902	14.81587	0.004577
1	3.5	9.235752	11.62894	0.005881	10.15788	12.55106	0.005429	11.07948	13.47267	0.005041	12.00042	14.3936	0.004704	12.92051	15.3137	0.004409
1	4.5	9.220308	12.13842	0.005488	10.13938	13.05749	0.005082	11.05738	13.9755	0.004731	11.97406	14.89217	0.004424	12.88905	15.80716	0.004152
1	5.5	9.197081	12.64872	0.005235	10.11163	13.56327	0.004861	11.02436	14.476	0.004535	11.93481	15.38645	0.004247	12.84243	16.29407	0.003991
1	6.5	9.165088	13.1437	0.00479	10.07354	14.05215	0.004458	10.97918	14.95779	0.004166	11.88137	15.85998	0.003907	12.77927	16.75788	0.003673
1	7.5	9.123687	13.62271	0.00458	10.02442	14.52344	0.004271	10.92117	15.4202	0.003996	11.81308	16.31211	0.003751	12.69902	17.19805	0.003528
1	8.5	9.072574	14.09398	0.004367	9.964005	14.98542	0.004078	10.85014	15.87156	0.003821	11.72988	16.75129	0.003588	12.60183	17.62324	0.003374
1	9.5	9.011745	14.55752	0.004177	9.892399	15.43817	0.003906	10.76634	16.31211	0.003662	11.63222	17.17799	0.00344	12.48842	18.03419	0.003235
1	10.5	8.941464	15.00774	0.004056	9.810004	15.87628	0.003796	10.67034	16.73662	0.003561	11.52095	17.58722	0.003345	12.35995	18.42622	0.003145
1	11.5	8.862209	15.44514	0.003882	9.717467	16.3004	0.003637	10.56303	17.14596	0.003413	11.39718	17.98011	0.003206	12.21788	18.80081	0.003012
1	12.5	8.774622	15.88111	0.003667	9.615618	16.72211	0.003437	10.44545	17.55193	0.003226	11.26225	18.36874	0.00303	12.06384	19.17033	0.002845
1	13.5	8.679467	16.31642	0.003507	9.505408	17.14236	0.00329	10.31876	17.95572	0.003088	11.11758	18.75453	0.0029	11.89955	19.53651	0.002721
1	14.5	8.577576	16.74581	0.003015	9.387852	17.55608	0.002829	10.18421	18.35244	0.002656	10.96461	19.13284	0.002493	11.72671	19.89494	0.002338
1	15.5	8.469821	17.17014	0.002884	9.263992	17.96431	0.002707	10.04301	18.74332	0.002541	10.80478	19.5051	0.002385	11.54695	20.24727	0.002235
1	16.5	8.357077	17.68463	0.002525	9.134857	18.46241	0.002371	9.896351	19.2239	0.002227	10.63946	19.96701	0.002089	11.36182	20.68937	0.001958
1	17.5	8.240199	18.29013	0.002391	9.001442	19.05137	0.002247	9.745381	19.79531	0.00211	10.46993	20.51985	0.00198	11.17274	21.22267	0.001855
1	18.5	8.120005	18.84505	0.002421	8.86468	19.58973	0.002276	9.59115	20.3162	0.002138	10.29735	21.0224	0.002006	10.98099	21.70604	0.001879
1	19.5	7.997259	19.35017	0.002307	8.725439	20.07835	0.002169	9.434623	20.78753	0.002038	10.12279	21.47569	0.001912	10.78771	22.14062	0.001791
1	20.5	7.87267	19.92	0.002481	8.58451	20.63184	0.002334	9.276671	21.32401	0.002193	9.947182	21.99452	0.002058	10.5939	22.64124	0.001926
1	21.5	7.746879	20.5552	0.002351	8.442604	21.25093	0.002213	9.118069	21.9264	0.00208	9.771363	22.57969	0.001952	10.40043	23.20876	0.001827
1	22.5	7.620465	21.17497	0.001842	8.300355	21.85486	0.001735	8.959497	22.514	0.001631	9.596049	23.15055	0.00153	10.20804	23.76254	0.001432
1	23.5	7.493941	21.7798	0.001751	8.158319	22.44418	0.001649	8.801548	23.08741	0.001551	9.421857	23.70772	0.001455	10.01737	24.30323	0.001362
1	24.5	7.367759	22.37927	0.001658	8.016979	23.02849	0.001562	8.644729	23.65624	0.001469	9.249311	24.26082	0.001378	9.828941	24.84045	0.00129
1	25.5	7.242309	22.97376	0.001579	7.876752	23.60821	0.001488	8.489473	24.22093	0.001399	9.078851	24.81031	0.001313	9.643192	25.37465	0.001228
				0.094606			0.088078			0.08225			0.076976			0.072145

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	15			16			17			18			19		
		$\Delta\sigma'_{15}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{15}$ (t/m^2)	Sc15 (m)	$\Delta\sigma'_{16}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{16}$ (t/m^2)	Sc16 (m)	$\Delta\sigma'_{17}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{17}$ (t/m^2)	Sc17 (m)	$\Delta\sigma'_{18}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{18}$ (t/m^2)	Sc18 (m)	$\Delta\sigma'_{19}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{19}$ (t/m^2)	Sc19 (m)
1	0.5	13.87489	14.27956	0.00402	14.79987	15.20454	0.003768	15.72484	16.12951	0.003545	16.6498	17.05447	0.003347	16.66319	17.06786	4.71236E-05
1	1.5	13.87209	15.08611	0.003796	14.79646	16.01048	0.00357	15.72066	16.93468	0.003369	16.64462	17.85864	0.003189	16.65799	17.87201	4.49374E-05
1	2.5	13.86175	15.73861	0.004299	14.78392	16.66078	0.004051	15.70534	17.58219	0.00383	16.62571	18.50256	0.00363	16.63901	18.51587	5.11452E-05
1	3.5	13.83951	16.2327	0.004147	14.75707	17.15026	0.003912	15.67271	18.06589	0.003701	16.58571	18.97889	0.003508	16.59887	18.99206	4.93432E-05
1	4.5	13.80188	16.72	0.003909	14.71191	17.63002	0.00369	15.61822	18.53633	0.003491	16.51952	19.43764	0.003306	16.53247	19.45059	4.63802E-05
1	5.5	13.74643	17.19807	0.00376	14.6458	18.09744	0.003549	15.53912	18.99076	0.003355	16.42444	19.87608	0.003173	16.4371	19.88874	4.43505E-05
1	6.5	13.67179	17.6504	0.003461	14.55747	18.53608	0.003266	15.43438	19.413	0.003083	16.29991	20.27852	0.00291	16.31223	20.29084	4.05003E-05
1	7.5	13.57757	18.07659	0.003323	14.44685	18.94587	0.003133	15.30443	19.80345	0.002953	16.14711	20.64614	0.00278	16.15904	20.65806	3.85157E-05
1	8.5	13.46422	18.48563	0.003177	14.31482	19.33623	0.002992	15.15077	20.17218	0.002815	15.96839	20.9898	0.002642	15.97989	21.0013	3.64424E-05
1	9.5	13.33286	18.87863	0.003043	14.163	19.70877	0.002862	14.97565	20.52142	0.002687	15.76679	21.31256	0.002516	15.77786	21.32363	3.45392E-05
1	10.5	13.18505	19.25133	0.002956	13.99346	20.05973	0.002776	14.78173	20.84801	0.002601	15.54569	21.61197	0.002429	15.55633	21.6226	3.3202E-05
1	11.5	13.02264	19.60557	0.002828	13.80849	20.39142	0.002652	14.57187	21.1548	0.00248	15.30851	21.89144	0.00231	15.31871	21.90164	3.1453E-05
1	12.5	12.84762	19.95411	0.002699	13.61051	20.717	0.002499	14.34888	21.45537	0.002333	15.05851	22.16499	0.002168	15.06829	22.17478	2.94102E-05
1	13.5	12.66202	20.29897	0.00255	13.40186	21.03881	0.002385	14.11547	21.75242	0.002222	14.79871	22.43566	0.00206	14.80809	22.44505	2.78611E-05
1	14.5	12.4678	20.63603	0.002189	13.18478	21.35301	0.002045	13.87411	22.04235	0.001902	14.53182	22.70006	0.00176	14.54083	22.70906	2.37319E-05
1	15.5	12.26681	20.96713	0.002091	12.96133	21.66165	0.001951	13.62707	22.32739	0.001812	14.26025	22.96057	0.001674	14.26889	22.9692	2.25118E-05
1	16.5	12.06078	21.38833	0.00183	12.73338	22.06093	0.001706	13.37633	22.70388	0.001583	13.98605	23.3136	0.00146	13.99434	23.3219	1.95892E-05
1	17.5	11.85125	21.90117	0.001734	12.50258	22.55251	0.001615	13.12362	23.17355	0.001497	13.71101	23.76093	0.001379	13.71897	23.7689	1.84658E-05
1	18.5	11.63958	22.36463	0.001755	12.27038	22.99543	0.001633	12.87044	23.59549	0.001513	13.4366	24.16165	0.001392	13.44426	24.16931	1.86108E-05
1	19.5	11.42699	22.7799	0.001671	12.03803	23.39094	0.001554	12.61804	23.97095	0.001438	13.16409	24.517	0.001323	13.17146	24.52437	1.76503E-05
1	20.5	11.21453	23.26186	0.001798	11.8066	23.85393	0.001671	12.3675	24.41483	0.001545	12.8945	24.94183	0.00142	12.90159	24.94893	1.89167E-05
1	21.5	11.00308	23.8114	0.001704	11.57697	24.3853	0.001583	12.11968	24.92801	0.001463	12.62866	25.43698	0.001344	12.6355	25.44383	1.78819E-05
1	22.5	10.79339	24.3479	0.001336	11.34991	24.90441	0.00124	11.87531	25.42982	0.001146	12.36725	25.92175	0.001052	12.37385	25.92835	1.39821E-05
1	23.5	10.58611	24.87198	0.00127	11.12603	25.41189	0.001179	11.63498	25.92084	0.001088	12.11079	26.39665	0.000998	12.11717	26.40303	1.32609E-05
1	24.5	10.38175	25.39327	0.001202	10.90581	25.91733	0.001116	11.39913	26.41065	0.00103	11.85969	26.87121	0.000944	11.86586	26.87737	1.25294E-05
1	25.5	10.18073	25.91219	0.001145	10.68966	26.42112	0.001062	11.16813	26.89958	0.00098	11.61426	27.34571	0.000898	11.62022	27.35168	1.19116E-05
				0.067665			0.063459			0.059461			0.05561			0.000764246

2. Timbunan Tegak

a. Tinggi Timbunan 3 m

i. Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

Tahap 1				Tahap 2				Tahap 3			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m	
H _{total}	0.35	m		H _{total}	0.70	m		H _{total}	1.05	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²	
B1	17.7794	m		B1	16.7794	m		B1	15.7794	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (U/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (U/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (U/m ²)
0.5	0.001496393	1.5426813	0.6474944	0.5	0.0016746	1.5410067	0.6474933	0.5	0.0018867	1.53912	0.647492
1.5	0.004462444	1.4866283	0.6473491	1.5	0.0049903	1.481638	0.6473215	1.5	0.0056175	1.4760205	0.6472868
2.5	0.007349859	1.4311	0.6468115	2.5	0.0082079	1.4228921	0.6466869	2.5	0.0092242	1.4136679	0.6465305
3.5	0.010111274	1.3764247	0.64565	3.5	0.0112688	1.3651558	0.6453206	3.5	0.0126338	1.352522	0.6449088
4.5	0.012706282	1.3229004	0.6436748	4.5	0.0141243	1.308776	0.6430077	4.5	0.0157871	1.2929889	0.6421787
5.5	0.015103079	1.2707867	0.6407468	5.5	0.0167372	1.2540495	0.6395985	5.5	0.0186407	1.2354088	0.6381809
6.5	0.017279242	1.2202995	0.6367813	6.5	0.0190829	1.2012166	0.6350112	6.5	0.0211682	1.1800484	0.6328423
7.5	0.019221675	1.1716082	0.6317467	7.5	0.0211488	1.1504595	0.6292229	7.5	0.0233589	1.1271006	0.6261689
8.5	0.020925871	1.1248369	0.6256593	8.5	0.0229331	1.1019037	0.6222912	8.5	0.0252158	1.0766879	0.618232
9.5	0.022394707	1.0800663	0.6185748	9.5	0.0244433	1.055623	0.6142813	9.5	0.0267528	1.0288703	0.6091516
10.5	0.02366979	1.0373387	0.6105785	10.5	0.0256933	1.0116454	0.6053142	10.5	0.0279913	0.9836541	0.5990795
11.5	0.024665883	0.9966627	0.6017762	11.5	0.026702	0.9699607	0.5955239	11.5	0.0289578	0.941003	0.5881831
12.5	0.025497575	0.9580191	0.5922851	12.5	0.0274911	0.9305279	0.585053	12.5	0.0296812	0.9008468	0.5766337
13.5	0.026149911	0.9213661	0.5822261	13.5	0.0280838	0.8932823	0.5740436	13.5	0.0301909	0.8630914	0.5645961
14.5	0.026641422	0.886645	0.5717185	14.5	0.0285032	0.8581418	0.5626317	14.5	0.0305156	0.8276262	0.552223
15.5	0.02699051	0.8537842	0.5608752	15.5	0.0287716	0.8250126	0.5509426	15.5	0.0306823	0.7943303	0.5396509
16.5	0.027214872	0.8227036	0.5498002	16.5	0.02891	0.7937936	0.5390883	16.5	0.0307155	0.763078	0.5269981
17.5	0.027331113	0.7933176	0.5385869	17.5	0.0289377	0.7643799	0.527167	17.5	0.0306374	0.7337425	0.5143653
18.5	0.027354516	0.7655383	0.527317	18.5	0.0288722	0.7366661	0.5152624	18.5	0.0304674	0.7061987	0.5018356
19.5	0.027298922	0.7392767	0.5160614	19.5	0.0287287	0.710548	0.5034446	19.5	0.0302225	0.6803256	0.4894764
20.5	0.027176716	0.7144453	0.5048796	20.5	0.0285208	0.6859245	0.4917714	20.5	0.0299173	0.6560072	0.477341
21.5	0.026998858	0.6909585	0.4938213	21.5	0.0282605	0.6626981	0.4802889	21.5	0.0295642	0.6331339	0.4654704
22.5	0.026774963	0.668734	0.4829269	22.5	0.0279577	0.6407763	0.4690335	22.5	0.0291739	0.6116024	0.4538952
23.5	0.026513403	0.6476928	0.4722287	23.5	0.0276213	0.6200715	0.4580331	23.5	0.0287552	0.5913164	0.442637
24.5	0.02622142	0.6277602	0.461752	24.5	0.0272586	0.6005016	0.447308	24.5	0.0283155	0.5721861	0.4317103
25.5	0.025905244	0.6088654	0.4515158	25.5	0.0268759	0.5819895	0.4368725	25.5	0.0278611	0.5541285	0.4211235

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 4			Tahap 5			Tahap 6					
H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m			
H _{total}	1.40	m	H _{total}	1.75	m	H _{total}	2.10	m			
q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²			
B1	14.7794	m	B1	13.7794	m	B1	12.7794	m			
B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m			
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)
0.5	0.0021417	1.536978	0.64749	0.5	0.002452	1.534526	0.647488	0.5	0.002835	1.531691	0.647485
1.5	0.0063704	1.46965	0.647242	1.5	0.007285	1.462365	0.647185	1.5	0.008411	1.453955	0.647109
2.5	0.0104398	1.403228	0.646331	2.5	0.01191	1.391318	0.646074	2.5	0.01371	1.377609	0.645737
3.5	0.014258	1.338264	0.644388	3.5	0.01621	1.322054	0.643719	3.5	0.018581	1.303473	0.642847
4.5	0.0177524	1.275236	0.641137	4.5	0.020095	1.255141	0.639809	4.5	0.022915	1.232226	0.638096
5.5	0.020873	1.214536	0.636413	5.5	0.02351	1.191026	0.634182	5.5	0.026648	1.164377	0.631333
6.5	0.0235925	1.156456	0.63016	6.5	0.026427	1.130029	0.626811	6.5	0.029761	1.100268	0.622586
7.5	0.0259045	1.101196	0.62242	7.5	0.028849	1.072347	0.617789	7.5	0.032269	1.040078	0.612019
8.5	0.0278197	1.048868	0.613307	8.5	0.030798	1.01807	0.607291	8.5	0.034214	0.983856	0.599891
9.5	0.0293615	0.999509	0.602989	9.5	0.032313	0.967196	0.595545	9.5	0.035653	0.931543	0.586504
10.5	0.0305617	0.953092	0.591663	10.5	0.033438	0.919655	0.582802	10.5	0.036653	0.883002	0.572173
11.5	0.0314568	0.909546	0.579534	11.5	0.034223	0.875323	0.569312	11.5	0.037279	0.838044	0.557196
12.5	0.0320847	0.868762	0.566807	12.5	0.034718	0.834044	0.555311	12.5	0.037594	0.79645	0.541841
13.5	0.0324827	0.830609	0.553668	13.5	0.034969	0.79564	0.54101	13.5	0.037656	0.757984	0.526335
14.5	0.0326858	0.79494	0.540286	14.5	0.035018	0.759922	0.526588	14.5	0.037514	0.722408	0.510865
15.5	0.032726	0.761604	0.526807	15.5	0.034903	0.726701	0.512195	15.5	0.037212	0.689489	0.495579
16.5	0.0326319	0.730446	0.513351	16.5	0.034657	0.695789	0.497952	16.5	0.036786	0.659003	0.480592
17.5	0.0324285	0.701314	0.500019	17.5	0.034307	0.667007	0.483954	17.5	0.036265	0.630742	0.465987
18.5	0.0321371	0.674062	0.48689	18.5	0.033876	0.640186	0.470272	18.5	0.035676	0.60451	0.451824
19.5	0.0317762	0.648549	0.474026	19.5	0.033384	0.615166	0.456959	19.5	0.035036	0.58013	0.438141
20.5	0.0313612	0.624646	0.461473	20.5	0.032846	0.5918	0.444052	20.5	0.034363	0.557437	0.424963
21.5	0.0309049	0.602229	0.449265	21.5	0.032276	0.569953	0.431573	21.5	0.033668	0.536285	0.412299
22.5	0.0304182	0.581184	0.437424	22.5	0.031684	0.5495	0.419536	22.5	0.032963	0.516538	0.400152
23.5	0.0299098	0.561407	0.425965	23.5	0.031079	0.530328	0.407946	23.5	0.032254	0.498074	0.388514
24.5	0.0293871	0.542799	0.414895	24.5	0.030467	0.512332	0.396801	24.5	0.031548	0.480784	0.377377
25.5	0.0288558	0.525273	0.404214	25.5	0.029854	0.495419	0.386095	25.5	0.030849	0.46457	0.366724

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 7				Tahap 8				Tahap 9				Tahap 10			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m	
H _{total}	2.45	m		H _{total}	2.80	m		H _{total}	3.15	m		H _{total}	3.50	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²	
B1	11.7794	m		B1	10.7794	m		B1	9.7794	m		B1	8.7794	m	
B2	l	m		B2	l	m		B2	l	m		B2	l	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.003315997	1.5283748	0.6474814	0.5	0.00393	1.5244448	0.647476	0.5	0.0047319	1.5197129	0.6474683	0.5	0.0058066	1.513906	0.647457
1.5	0.009817488	1.4441371	0.6470063	1.5	0.0116072	1.4325299	0.6468647	1.5	0.0139311	1.4185988	0.6466636	1.5	0.0170231	1.401576	0.646368
2.5	0.015944188	1.3616646	0.6452845	2.5	0.0187631	1.3429015	0.6446651	2.5	0.0223844	1.3205171	0.6437949	2.5	0.0271356	1.293381	0.642535
3.5	0.021497617	1.2819757	0.6416903	3.5	0.0251339	1.2568418	0.6401246	3.5	0.0297364	1.2271053	0.6379572	3.5	0.0356601	1.191445	0.63488
4.5	0.026343029	1.2058829	0.6358487	4.5	0.030556	1.1753269	0.6328507	4.5	0.0357939	1.139533	0.6287746	4.5	0.0423845	1.097149	0.623117
5.5	0.030413722	1.1339638	0.6276465	5.5	0.0349675	1.0989963	0.6228069	5.5	0.0405185	1.0584778	0.6163562	5.5	0.0473346	1.011143	0.607619
6.5	0.033703782	1.0665639	0.6171949	6.5	0.0383916	1.0281724	0.6102384	6.5	0.0439898	0.9841825	0.6011552	6.5	0.0506953	0.933487	0.589156
7.5	0.036253898	1.0038244	0.6047665	7.5	0.0409105	0.9629139	0.5955689	7.5	0.0463587	0.9165552	0.5838042	7.5	0.0527281	0.863827	0.568636
8.5	0.038135108	0.9457212	0.5907256	8.5	0.0426395	0.9030817	0.5793009	8.5	0.0478061	0.8552756	0.5649755	8.5	0.0537093	0.801566	0.546926
9.5	0.039434051	0.8921089	0.5754686	9.5	0.0437056	0.8484033	0.5619386	9.5	0.048514	0.7998893	0.5452901	9.5	0.0538922	0.745997	0.524757
10.5	0.040241522	0.8427604	0.5593802	10.5	0.0442329	0.7985275	0.543996	10.5	0.048648	0.7498795	0.5252707	10.5	0.0534911	0.696388	0.502691
11.5	0.040644733	0.7973996	0.542806	11.5	0.044334	0.7530657	0.5256902	11.5	0.0483495	0.7047161	0.5053277	11.5	0.0526776	0.652039	0.48113
12.5	0.040722799	0.7557274	0.5260395	12.5	0.0441059	0.7116215	0.5074992	12.5	0.0477345	0.6638869	0.4857648	12.5	0.0515842	0.612303	0.460343
13.5	0.040544664	0.7174397	0.5093184	13.5	0.0436298	0.6738098	0.4896012	13.5	0.046895	0.6269148	0.4667942	13.5	0.0503105	0.576604	0.440493
14.5	0.040168671	0.6822397	0.492828	14.5	0.0429715	0.6392682	0.4721663	14.5	0.0459024	0.5933658	0.4485542	14.5	0.0489297	0.544436	0.421667
15.5	0.039643109	0.6498459	0.4767063	15.5	0.0421834	0.6076625	0.4553113	15.5	0.0448109	0.5628515	0.4311263	15.5	0.0474946	0.515357	0.403895
16.5	0.039007256	0.619996	0.4610523	16.5	0.0413066	0.5786895	0.4391107	16.5	0.0436616	0.5350278	0.4145502	16.5	0.046043	0.488885	0.387173
17.5	0.038292625	0.592491	0.4459326	17.5	0.0403728	0.5520764	0.4236062	17.5	0.0424846	0.5095918	0.3988352	17.5	0.044601	0.464991	0.371469
18.5	0.037524207	0.5669859	0.4313885	18.5	0.0394063	0.5275796	0.4088156	18.5	0.0413019	0.4862776	0.3839698	18.5	0.0431866	0.443091	0.35674
19.5	0.036721616	0.5434081	0.4174416	19.5	0.0384256	0.5049825	0.3947387	19.5	0.0401295	0.464853	0.3699287	19.5	0.0418115	0.423042	0.342932
20.5	0.035900103	0.5215373	0.4040986	20.5	0.0374442	0.484093	0.3813629	20.5	0.0389784	0.4451147	0.3566775	20.5	0.0404831	0.404632	0.329888
21.5	0.035071405	0.5012134	0.3913554	21.5	0.0364724	0.464741	0.3686671	21.5	0.0378563	0.4268847	0.3441769	21.5	0.0392058	0.387679	0.317851
22.5	0.034244463	0.4822931	0.3792001	22.5	0.0355175	0.4467756	0.3566246	22.5	0.0367682	0.4100074	0.3323852	22.5	0.0379816	0.372026	0.306464
23.5	0.033426001	0.464648	0.3676151	23.5	0.0345845	0.4300635	0.3452054	23.5	0.0357172	0.3943463	0.3212596	23.5	0.036811	0.357535	0.295772
24.5	0.032620993	0.4481633	0.3565793	24.5	0.033677	0.4144864	0.334378	24.5	0.034705	0.3797813	0.3107582	24.5	0.0356935	0.344088	0.285724
25.5	0.031833049	0.4327365	0.3460694	25.5	0.0327973	0.3999392	0.32411	25.5	0.0337323	0.3662069	0.3008403	25.5	0.0346278	0.331579	0.276272

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 11				Tahap 12				Tahap 13			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.06	m	
H _{total}	3.85	m		H _{total}	4.20	m		H _{total}	4.26	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.12	t/m ²	
B1	7.7794	m		B1	6.7794	m		B1	5.7794	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.007294	1.506612	0.647439	0.5	0.009436	1.497177	0.647411	0.5	0.01268	1.484497	0.119669
1.5	0.021259	1.380317	0.645917	1.5	0.027271	1.353046	0.645193	1.5	0.036189	1.316857	0.11904
2.5	0.033523	1.259859	0.640645	2.5	0.042355	1.217504	0.637691	2.5	0.054973	1.162531	0.116984
3.5	0.043425	1.14802	0.63038	3.5	0.053803	1.094218	0.623581	3.5	0.067948	1.02627	0.113303
4.5	0.050776	1.046373	0.615083	4.5	0.061575	0.984798	0.6034	4.5	0.075574	0.909224	0.108324
5.5	0.055752	0.955391	0.595589	5.5	0.066177	0.889214	0.578756	5.5	0.07905	0.810164	0.102571
6.5	0.05873	0.874757	0.573127	6.5	0.068322	0.806435	0.551514	6.5	0.079653	0.726782	0.096529
7.5	0.060145	0.803682	0.548949	7.5	0.068706	0.734977	0.523288	7.5	0.07843	0.656547	0.090545
8.5	0.060404	0.741163	0.524115	8.5	0.067901	0.673261	0.495268	8.5	0.076133	0.597128	0.084831
9.5	0.059847	0.68615	0.499423	9.5	0.066341	0.619809	0.468231	9.5	0.073267	0.546542	0.079496
10.5	0.05874	0.637649	0.475424	10.5	0.064332	0.573316	0.442626	10.5	0.070151	0.503165	0.074581
11.5	0.05728	0.594759	0.452461	11.5	0.062086	0.532673	0.418668	11.5	0.066982	0.465691	0.070088
12.5	0.05561	0.556693	0.430725	12.5	0.05974	0.496952	0.396422	12.5	0.063874	0.433078	0.065998
13.5	0.05383	0.522775	0.410302	13.5	0.057386	0.465388	0.375862	13.5	0.060892	0.404497	0.062279
14.5	0.052009	0.492428	0.391202	14.5	0.055079	0.437348	0.356906	14.5	0.058067	0.379281	0.058898
15.5	0.050193	0.465164	0.373393	15.5	0.052854	0.41231	0.339448	15.5	0.055413	0.356897	0.055822
16.5	0.048413	0.440571	0.356815	16.5	0.050727	0.389844	0.323368	16.5	0.052932	0.336912	0.053017
17.5	0.046689	0.418302	0.341395	17.5	0.048709	0.369592	0.308549	17.5	0.050618	0.318974	0.050455
18.5	0.045031	0.39806	0.327051	18.5	0.046802	0.351257	0.294876	18.5	0.048464	0.302794	0.048109
19.5	0.043446	0.379595	0.313704	19.5	0.045005	0.33459	0.282243	19.5	0.046458	0.288132	0.045956
20.5	0.041936	0.362695	0.301274	20.5	0.043314	0.319381	0.270551	20.5	0.044591	0.27479	0.043974
21.5	0.040502	0.347177	0.289685	21.5	0.041724	0.305453	0.25971	21.5	0.042851	0.262602	0.042147
22.5	0.039141	0.332885	0.278869	22.5	0.040229	0.292655	0.249642	22.5	0.041228	0.251427	0.040457
23.5	0.037852	0.319684	0.268761	23.5	0.038824	0.280859	0.240273	23.5	0.039713	0.241146	0.038891
24.5	0.03663	0.307458	0.259301	24.5	0.037502	0.269955	0.231539	24.5	0.038297	0.231659	0.037436
25.5	0.035473	0.296106	0.250435	25.5	0.036258	0.259848	0.223382	25.5	0.03697	0.222878	0.036082

ii. Perubahan Tegangan saat U = 100%

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
H _{tiibanuan} (m)		0	0.35	0.70	1.05	1.40	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.50	3.85	4.20	4.63
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	1.0521668	1.6996601	2.3471521	2.9946425	3.6421307	4.289616	4.9370974	5.5845735	6.2320418	6.8794987	7.526938	8.1743486	8.2940178
2	1.5	1.2140172	1.8613663	2.5086879	3.1559747	3.8032171	4.450402	5.0975108	5.7445171	6.3913819	7.0380455	7.6844139	8.330331	8.9755236	9.0945633
3	2.5	1.8768548	2.5236663	3.1703531	3.8168836	4.4632151	5.1092895	5.7550263	6.4003109	7.044976	7.6887709	8.3313058	8.9719513	9.6096422	9.726626
4	3.5	2.3931852	3.0388352	3.6841558	4.3290646	4.9734524	5.6171714	6.2600185	6.9017088	7.5418334	8.1797906	8.8146701	9.44505	10.068631	10.181934
5	4.5	2.918114	3.5617888	4.2047965	4.8469753	5.4881118	6.1279213	6.7660172	7.4018659	8.0347166	8.6634912	9.2866078	9.901691	10.505091	10.613415
6	5.5	3.4516411	4.0923879	4.7319863	5.3701673	6.0065799	6.6407619	7.2720951	7.8997416	8.5225484	9.1389046	9.7465235	10.342112	10.920868	11.02344
7	6.5	3.9786114	4.6153927	5.2504038	5.8832461	6.5134066	7.140218	7.7628038	8.3799987	8.9902371	9.5913923	10.180548	10.753675	11.305189	11.401718
8	7.5	4.499025	5.1307717	5.7600007	6.3861696	7.0085896	7.6263787	8.2383979	8.8431644	9.4387333	10.022537	10.591173	11.140123	11.66341	11.753955
9	8.5	5.0214111	5.6470704	6.2693616	6.8875936	7.5009007	8.1081916	8.7080822	9.2988078	9.8781087	10.443084	10.99001	11.514125	12.009394	12.094225
10	9.5	5.5457697	6.1643445	6.7786257	7.3877774	7.9907665	8.5863112	9.1728151	9.7482837	10.310222	10.855512	11.38027	11.879693	12.347925	12.42742
11	10.5	6.0662759	6.6768544	7.2821686	7.8812481	8.4729106	9.0557121	9.6278852	10.187265	10.731205	11.256476	11.759167	12.234591	12.677216	12.751797
12	11.5	6.5829297	7.1847059	7.7802299	8.368413	8.9479473	9.5172594	10.074456	10.617262	11.142952	11.64828	12.12941	12.581871	13.000539	13.070627
13	12.5	7.1064892	7.6987743	8.2838273	8.8604609	9.4272677	9.9825792	10.52442	11.05046	11.557959	12.043724	12.504067	12.934793	13.331215	13.397212
14	13.5	7.6369544	8.2191805	8.7932241	9.3578203	9.9114884	10.452498	10.978833	11.488151	11.977753	12.444547	12.88504	13.295342	13.671204	13.733483
15	14.5	8.168231	8.7399495	9.3025812	9.8548043	10.395091	10.921678	11.432543	11.925371	12.397537	12.846091	13.267758	13.65896	14.015866	14.074764
16	15.5	8.700319	9.2611942	9.8121368	10.351788	10.878594	11.390789	11.886368	12.363074	12.818385	13.249512	13.653407	14.0268	14.366247	14.422069
17	16.5	9.2275514	9.8773516	10.416444	10.943438	11.456789	11.954741	12.435333	12.896385	13.335495	13.750046	14.137218	14.494033	14.817402	14.870419
18	17.5	10.049928	10.588515	11.115682	11.630047	12.130066	12.61402	13.080007	13.525939	13.949546	14.348381	14.71985	15.061245	15.369794	15.420249
19	18.5	10.725047	11.252364	11.767627	12.269462	12.756352	13.226624	13.678448	14.109837	14.518652	14.902622	15.259362	15.586413	15.88129	15.929399
20	19.5	11.352909	11.86897	12.372415	12.861891	13.335917	13.792876	14.231018	14.644859	15.043198	15.413127	15.756059	16.069763	16.352006	16.397961
21	20.5	12.047335	12.552214	13.043986	13.521327	13.9828	14.426852	14.851815	15.255914	15.637277	15.999354	16.323942	16.625216	16.895767	16.939741
22	21.5	12.808326	13.302147	13.782436	14.247906	14.697172	15.128745	15.541044	15.932399	16.301067	16.645243	16.963095	17.25278	17.512491	17.554637
23	22.5	13.554502	14.037429	14.506462	14.960357	15.397782	15.817318	16.21747	16.59667	16.953294	17.285679	17.592143	17.871013	18.120655	18.161124
24	23.5	14.285863	14.758091	15.216124	15.658761	16.084727	16.492672	16.881187	17.248802	17.594007	17.915267	18.211039	18.4798	18.720073	18.758964
25	24.5	15.011514	15.473266	15.920574	16.352284	16.767179	17.16398	17.541357	17.897936	18.232314	18.543072	18.828796	19.088097	19.319636	19.357072
26	25.5	15.731456	16.182972	16.619844	17.040968	17.445182	17.831277	18.198001	18.544071	18.868181	19.169021	19.445293	19.695728	19.91911	19.955192

iii. Perubahan tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U		1	82.24%	79.74%	76.88%	73.61%	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%
Tinggi Timbunan (m)		0	0.35	0.7	1.05	1.4	1.75	2.1	2.45	2.8	3.15	3.5	3.85	4.2	4.2647
Umur timbunan (minggu)		-	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	0.4832923	0.4900932	0.4786776	0.4610105	0.4389602	0.4128411	0.3824934	0.3475371	0.3074477	0.2615767	0.2091469	0.149223	0.01531
2	1.5	1.2140172	0.5113173	0.5001015	0.4841363	0.464535	0.4414404	0.4146645	0.3838527	0.3485349	0.3081398	0.2619939	0.209311	0.1491683	0.0152385
3	2.5	1.8768548	0.5175412	0.5034656	0.4861849	0.46582	0.4422031	0.41502	0.3838557	0.3482081	0.3074905	0.2610305	0.2080699	0.1477726	0.0149823
4	3.5	2.3931852	0.5194593	0.5043298	0.4863987	0.4655498	0.4415186	0.4139442	0.3823866	0.3463326	0.3051995	0.2583433	0.2050836	0.1447671	0.0145167
5	4.5	2.918114	0.5198119	0.5039515	0.4854631	0.4641239	0.4396189	0.4115609	0.3794979	0.3429194	0.3012661	0.2539558	0.200442	0.1403405	0.0138844
6	5.5	3.4516411	0.5188585	0.5023835	0.4833472	0.461474	0.4364218	0.4077912	0.3751318	0.337952	0.2957407	0.2480135	0.1944056	0.1348531	0.0131523
7	6.5	3.9786114	0.5166954	0.4996391	0.4800338	0.4575775	0.4319166	0.4026524	0.3693498	0.331555	0.2888296	0.2408165	0.1873614	0.1287253	0.0123821
8	7.5	4.499025	0.5134208	0.4957778	0.4755732	0.4524939	0.4261864	0.3962644	0.3623227	0.3239622	0.2808366	0.2327338	0.1797141	0.1223306	0.0116184
9	8.5	5.0214111	0.5091285	0.4908836	0.4700566	0.4463339	0.4193719	0.388808	0.3542788	0.3154535	0.2720892	0.2241225	0.1718121	0.1159492	0.0108885
10	9.5	5.5457697	0.5039034	0.4850479	0.4635923	0.4392307	0.4116382	0.3804848	0.3454585	0.3063046	0.2628867	0.215282	0.1639187	0.1097652	0.0102064
11	10.5	6.0662759	0.4978377	0.478376	0.4563048	0.4313332	0.4031619	0.3715001	0.3360932	0.2967649	0.2534812	0.2064436	0.1562158	0.1038869	0.0095777
12	11.5	6.5829297	0.4910382	0.4709884	0.4483327	0.4228003	0.3941226	0.3620526	0.3263945	0.2870486	0.2440741	0.1977765	0.1488212	0.0983696	0.0090027
13	12.5	7.1064892	0.4836203	0.4630135	0.4398191	0.41317903	0.3846922	0.3523232	0.3165458	0.2773308	0.2348182	0.189397	0.1418035	0.0932339	0.0084789
14	13.5	7.6369544	0.4756912	0.4545702	0.4308946	0.4044441	0.3750193	0.342463	0.3066926	0.2677421	0.2258191	0.1813758	0.135194	0.0884767	0.0080025
15	14.5	8.168231	0.4673528	0.4457693	0.4216779	0.3948864	0.3652301	0.3325949	0.2969478	0.2583775	0.2171459	0.173751	0.1289996	0.0840816	0.0075693
16	15.5	8.700319	0.458704	0.4367152	0.4122778	0.385227	0.3554323	0.3228189	0.2873982	0.2493043	0.2088416	0.1665392	0.123213	0.0800263	0.0071749
17	16.5	9.3275514	0.4498579	0.4275232	0.4028092	0.3755782	0.3457311	0.3132291	0.2781214	0.2405796	0.2009397	0.15975	0.1178238	0.0762894	0.0068153
18	17.5	10.049928	0.4408845	0.4182649	0.3933433	0.3660074	0.3361874	0.3038759	0.2691542	0.2322237	0.193443	0.1533702	0.1128073	0.0728431	0.0064868
19	18.5	10.725047	0.4318229	0.4089797	0.3839178	0.3565486	0.3268284	0.2947773	0.2605032	0.2242306	0.1863331	0.1473713	0.1081302	0.0695651	0.0061858
20	19.5	11.352909	0.4227404	0.3997322	0.3745924	0.3472545	0.3176977	0.2859656	0.2521878	0.2166059	0.1796029	0.1417358	0.1037692	0.0667058	0.0059095
21	20.5	12.047335	0.4137071	0.3905883	0.3654274	0.3381774	0.3088379	0.277472	0.2442267	0.2093558	0.1732469	0.1364495	0.099705	0.0639734	0.0056553
22	21.5	12.808326	0.4047629	0.381584	0.3564534	0.3293413	0.3002648	0.2693034	0.2366173	0.202469	0.1672464	0.1314889	0.0959135	0.0614384	0.0054207
23	22.5	13.554502	0.3959336	0.3727411	0.3476868	0.3207562	0.2919814	0.261455	0.2293477	0.1959266	0.1615777	0.126828	0.0923696	0.0590807	0.0052038
24	23.5	14.285863	0.3872489	0.3640848	0.3391474	0.3124356	0.2839941	0.2539261	0.2224097	0.1897147	0.1562224	0.1224463	0.0890535	0.0568841	0.0050027
25	24.5	15.011514	0.3787331	0.3556346	0.3308494	0.3043878	0.2763048	0.2467123	0.2157934	0.1838183	0.1511621	0.1183241	0.0859469	0.0548344	0.0048158
26	25.5	15.731456	0.3704036	0.3474038	0.3228011	0.2966157	0.2689111	0.2398059	0.2094862	0.1782211	0.1463785	0.1144427	0.0830327	0.0529184	0.0046419

iv. Perubahan Nilai Cu pada Minggu 13

No	z (m)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
1	0.5	4.842282	0.484228	33	0.079248	0.140088	0.109668
2	1.5	5.7064512	0.570645	33	0.090344	0.151935	0.12114
3	2.5	6.3784992	0.63785	53	0.093426	0.140738	0.117082
4	3.5	6.8810151	0.688102	53	0.098852	0.146019	0.122436
5	4.5	7.3749501	0.737495	51	0.105303	0.153571	0.129437
6	5.5	7.8611664	0.786117	51	0.111081	0.158836	0.134959
7	6.5	8.3261457	0.832615	53	0.115515	0.161208	0.138361
8	7.5	8.7722598	0.877226	53	0.120985	0.165896	0.143441
9	8.5	9.2105873	0.921059	53	0.126475	0.170503	0.148489
10	9.5	9.6434891	0.964349	53	0.131986	0.175053	0.15352
11	10.5	10.067253	1.006725	53	0.137457	0.179507	0.158482
12	11.5	10.483752	1.048375	53	0.142887	0.183884	0.163385
13	12.5	10.905356	1.090536	51	0.150663	0.191805	0.171234
14	13.5	11.333339	1.133334	51	0.156408	0.19644	0.176424
15	14.5	11.762615	1.176262	51	0.162162	0.201089	0.181626
16	15.5	12.193992	1.219399	51	0.167924	0.205761	0.186843
17	16.5	12.722599	1.27226	36	0.197104	0.24202	0.219562
18	17.5	13.34882	1.334882	36	0.206661	0.250305	0.228483
19	18.5	13.930332	1.393033	47	0.196716	0.233481	0.215099
20	19.5	14.467408	1.446741	47	0.203918	0.239641	0.22178
21	20.5	15.074157	1.507416	37	0.231159	0.270719	0.250939
22	21.5	15.75063	1.575063	37	0.241105	0.279561	0.260333
23	22.5	16.41539	1.641539	35	0.255195	0.293502	0.274348
24	23.5	17.068433	1.706843	35	0.264988	0.302246	0.283617
25	24.5	17.718831	1.771883	36	0.272302	0.30812	0.290211
26	25.5	18.366519	1.836652	36	0.281827	0.316689	0.299258

v. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggu			1			2			3			4		
				Cc	σ'_0 (t/m^2)	σ'_c (t/m^2)	$\Delta\sigma'_1$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_1$ (t/m^2)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'_2$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_2$ (t/m^2)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'_3$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_3$ (t/m^2)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'_4$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_4$ (t/m^2)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.0382875	0.2680126	0.4046724	0.4046724	0.6474944	1.0521668	0.0573595	1.2949877	1.6996601	0.0287885	1.9424797	2.3471521	0.0193759	2.5899701	2.994643	0.014624
1	1.5	0.939	0.0382875	0.2680126	1.2140172	1.2140172	0.6473491	1.8613663	0.025655	1.2946707	2.5086879	0.0179156	1.9419575	3.1559747	0.0137789	2.5891999	3.803217	0.011198
1	2.5	2.089	0.0722948	0.5060635	1.8768548	1.8768548	0.6468115	2.5236663	0.0210684	1.2934983	3.1703531	0.0162313	1.9400288	3.8168836	0.0132047	2.5863603	4.463215	0.01113
1	3.5	2.089	0.0722948	0.5060635	2.3931852	2.3931852	0.64565	3.0388352	0.016994	1.2909706	3.6841558	0.013701	1.9358794	4.3290646	0.0114771	2.5802672	4.973452	0.009873
1	4.5	2.069	0.0702944	0.492061	2.918114	2.918114	0.6436748	3.5617888	0.0138793	1.2866826	4.2047965	0.0115563	1.9288613	4.8469753	0.0098967	2.5699978	5.488112	0.00865
1	5.5	2.069	0.0702944	0.492061	3.4516411	3.4516411	0.6407468	4.0923879	0.0118568	1.2803453	4.7319863	0.0101117	1.9185262	5.3701673	0.0080894	2.5549389	6.00658	0.007798
1	6.5	2.295	0.0722968	0.5060777	3.9786114	3.9786114	0.6367813	4.6153927	0.009903	1.2717924	5.2504038	0.0085986	1.9046347	5.8832461	0.0075911	2.5347952	6.513407	0.006787
1	7.5	2.295	0.0722968	0.5060777	4.499025	4.499025	0.6317467	5.1307717	0.0087645	1.2609757	5.7600007	0.0077163	1.8871446	6.3861696	0.0068836	2.5095646	7.00859	0.006204
1	8.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.0214111	5.0214111	0.6256593	5.6470704	0.0078089	1.2479505	6.2693616	0.0069518	1.8661825	6.8875936	0.0062542	2.4794896	7.500901	0.005673
1	9.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.5457697	5.5457697	0.6185748	6.1643445	0.0070322	1.232856	6.7786257	0.0063171	1.8420077	7.3877774	0.0057226	2.4449968	7.990766	0.005218
1	10.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.0662759	6.0662759	0.6105785	6.6768544	0.0064715	1.2158927	7.2821686	0.0058561	1.8149722	7.8812481	0.0053349	2.4066347	8.472911	0.004885
1	11.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.5829297	6.5829297	0.6017762	7.1847059	0.0059029	1.1973002	7.7802299	0.0053736	1.7854833	8.368413	0.0049179	2.3650176	8.947947	0.004519
1	12.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.1064892	7.1064892	0.5922851	7.6987743	0.0053328	1.1773381	8.2838273	0.0048792	1.7539717	8.8604609	0.0044828	2.3207785	9.427268	0.004131
1	13.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.6369544	7.6369544	0.5822261	8.2191805	0.0048944	1.1562697	8.7932241	0.0044973	1.7208659	9.3578203	0.0041456	2.274534	9.911488	0.003829
1	14.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.168231	8.168231	0.5717185	8.7399495	0.0040498	1.1343502	9.3025812	0.0037346	1.6865733	9.8548043	0.003452	2.2268596	10.39509	0.003195
1	15.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.700319	8.700319	0.5608752	9.2611942	0.0037397	1.1181178	9.8121368	0.0034592	1.6514687	10.351788	0.0032049	2.1782753	10.87859	0.002971
1	16.5	1.444	0.04429	0.3100301	9.3275514	9.3275514	0.5498002	9.8773516	0.0031552	1.0888886	10.41644	0.0029276	1.6158867	10.943438	0.002719	2.1292375	11.45679	0.002526
1	17.5	1.444	0.04429	0.3100301	10.049928	10.049928	0.5385869	10.588515	0.002876	1.0657539	11.115682	0.0026767	1.5801191	11.630047	0.0024921	2.080138	12.13007	0.002319
1	18.5	1.759	0.0532919	0.3730433	10.725047	10.725047	0.527317	11.252364	0.0028184	1.0425794	11.767627	0.0026292	1.544415	12.269462	0.0024522	2.031305	12.75635	0.002285
1	19.5	1.759	0.0532919	0.3730433	11.352909	11.352909	0.5160614	11.86897	0.0026103	1.019506	12.372415	0.0024394	1.5089824	12.861891	0.0022783	1.9830085	13.33592	0.002125
1	20.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.047335	12.047335	0.5048796	12.552214	0.0022789	0.9966509	13.043986	0.0022545	1.473992	13.521327	0.0020389	1.9354652	13.9828	0.002031
1	21.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.808326	12.808326	0.4938213	13.302147	0.0021546	0.9741101	13.782436	0.0021377	1.4395806	14.247906	0.0020278	1.8888457	14.69717	0.002064
1	22.5	1.453	0.0442902	0.3100317	13.554502	13.554502	0.4829269	14.037429	0.0019216	0.9519604	14.506462	0.0018041	1.4058556	14.960357	0.0016911	1.84328	15.39778	0.001582
1	23.5	1.453	0.0442902	0.3100317	14.285863	14.285863	0.4722287	14.758091	0.0017851	0.9302618	15.216124	0.0016777	1.3728988	15.658761	0.0015714	1.7988639	16.08473	0.001473
1	24.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.011514	15.011514	0.461752	15.473266	0.0016547	0.90906	15.920574	0.0015565	1.3407703	16.352284	0.0014613	1.7556648	16.76718	0.001368
1	25.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.731456	15.731456	0.4515158	16.182972	0.0015455	0.8883883	16.619844	0.0014548	1.3095118	17.040968	0.0013666	1.713726	17.44518	0.00128
									0.234323				0.1777664		0.1491638			0.129939

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	5			6			7			8			9		
		$\Delta\sigma^5$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma^5$ (t/m^2)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma^6$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma^6$ (t/m^2)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma^7$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma^7$ (t/m^2)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma^8$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma^8$ (t/m^2)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma^9$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma^9$ (t/m^2)	Sc9 (m)
1	0.5	3.237458	3.642131	0.01175	3.884944	4.289616	0.009822	4.532425	4.937097	0.008439	5.179901	5.584573	0.007397	5.827369	6.232042	0.006585
1	1.5	3.236385	4.450402	0.009433	3.883494	5.097511	0.008149	4.5305	5.744517	0.007173	5.177365	6.391382	0.006405	5.824028	7.038046	0.005786
1	2.5	3.232435	5.10929	0.009619	3.878172	5.755026	0.008468	4.523456	6.400311	0.007561	5.168121	7.044976	0.006828	5.811916	7.688771	0.006222
1	3.5	3.223986	5.617171	0.00866	3.866833	6.260019	0.007709	4.508524	6.901709	0.006943	5.148648	7.541833	0.006311	5.786605	8.179791	0.005777
1	4.5	3.209807	6.127921	0.007678	3.847903	6.766017	0.006897	4.483752	7.401866	0.006254	5.116603	8.034717	0.005713	5.745377	8.663491	0.005246
1	5.5	3.189121	6.640762	0.006989	3.820454	7.272095	0.006324	4.448101	7.899742	0.005764	5.070907	8.522548	0.005284	5.687264	9.138905	0.004862
1	6.5	3.161607	7.140218	0.006129	3.784192	7.762804	0.005576	4.401387	8.379999	0.005103	5.011626	8.990237	0.004689	5.612781	9.591392	0.004317
1	7.5	3.127354	7.626379	0.005635	3.739373	8.238398	0.005149	4.344139	8.843164	0.004725	4.939708	9.438733	0.004348	5.523512	10.02254	0.004003
1	8.5	3.08678	8.108192	0.005177	3.686671	8.708082	0.004747	4.277397	9.298808	0.004365	4.856698	9.878109	0.004019	5.421673	10.44308	0.003699
1	9.5	3.040542	8.586311	0.00478	3.627045	9.172815	0.004394	4.202514	9.748284	0.004046	4.764453	10.31022	0.003727	5.309743	10.85551	0.003427
1	10.5	2.989436	9.055712	0.004489	3.561609	9.627885	0.004134	4.120989	10.18727	0.003811	4.664929	10.7312	0.00351	5.1902	11.25648	0.003225
1	11.5	2.93433	9.517259	0.004162	3.491526	10.07446	0.003839	4.034332	10.61726	0.003541	4.560022	11.14295	0.003261	5.06535	11.64828	0.002993
1	12.5	2.87609	9.982579	0.003813	3.417931	10.52442	0.003521	3.943971	11.05046	0.003249	4.45147	11.55796	0.002991	4.937235	12.04372	0.002743
1	13.5	2.815544	10.4525	0.00354	3.341879	10.97883	0.003273	3.851197	11.48815	0.003021	4.340798	11.97775	0.00278	4.807592	12.44455	0.002547
1	14.5	2.753447	10.92168	0.002958	3.264312	11.43254	0.002737	3.75714	11.92537	0.002526	4.229306	12.39754	0.002324	4.67786	12.84609	0.002128
1	15.5	2.69047	11.39079	0.002754	3.186049	11.88637	0.002549	3.662755	12.36307	0.002354	4.118066	12.81839	0.002165	4.549193	13.24951	0.00198
1	16.5	2.627189	11.95474	0.002344	3.107781	12.43533	0.002171	3.568833	12.89638	0.002006	4.007944	13.3355	0.001845	4.422494	13.75005	0.001687
1	17.5	2.564092	12.61402	0.002155	3.030079	13.08001	0.001999	3.476011	13.52594	0.001847	3.899618	13.94955	0.001699	4.298453	14.34838	0.001553
1	18.5	2.501577	13.22662	0.002126	2.953401	13.67845	0.001972	3.384789	14.10984	0.001823	3.793605	14.51865	0.001677	4.177575	14.90262	0.001533
1	19.5	2.439688	13.79288	0.001978	2.878109	14.23102	0.001836	3.295551	14.64846	0.001698	3.69029	15.0432	0.001561	4.060218	15.41313	0.001427
1	20.5	2.379517	14.42685	0.002078	2.80448	14.85181	0.00193	3.208579	15.25591	0.001784	3.589942	15.63728	0.001641	3.946619	15.99395	0.001499
1	21.5	2.320419	15.12874	0.001924	2.732718	15.54104	0.001787	3.124074	15.9324	0.001653	3.492741	16.30107	0.001521	3.836918	16.64524	0.001389
1	22.5	2.262816	15.81732	0.001476	2.662968	16.21747	0.001371	3.042168	16.59667	0.001269	3.398792	16.95329	0.001167	3.731178	17.28568	0.001066
1	23.5	2.20681	16.49267	0.001375	2.595324	16.88119	0.001278	2.962939	17.2488	0.001182	3.308145	17.59401	0.001088	3.629404	17.91527	0.000993
1	24.5	2.152466	17.16398	0.001277	2.529843	17.54136	0.001188	2.886422	17.89794	0.001099	3.2208	18.23231	0.001011	3.531558	18.54307	0.000923
1	25.5	2.099821	17.83128	0.001196	2.466545	18.198	0.001112	2.812615	18.54407	0.001029	3.136725	18.86818	0.000946	3.437565	19.16902	0.000864
				0.115496			0.103934			0.094267			0.085908			0.078472

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	10			11			12			13		
		$\Delta\sigma'_{10}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{10}$ (t/m ²)	Sc10 (m)	$\Delta\sigma'_{11}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{11}$ (t/m ²)	Sc11 (m)	$\Delta\sigma'_{12}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{12}$ (t/m ²)	Sc12 (m)	$\Delta\sigma'_{13}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{13}$ (t/m ²)	Sc13 (m)
1	0.5	6.474826	6.879499	0.005933	7.122266	7.526938	0.005399	7.769676	8.174349	0.004953	7.889345	8.294018	0.000872
1	1.5	6.470397	7.684414	0.005274	7.116314	8.330331	0.004845	7.761506	8.975524	0.004478	7.880546	9.094563	0.000791
1	2.5	6.454451	8.331306	0.00571	7.095097	8.971951	0.005271	7.732787	9.609642	0.004885	7.849771	9.726626	0.000861
1	3.5	6.421485	8.81467	0.005318	7.051865	9.44505	0.004915	7.675446	10.06863	0.004549	7.788749	10.18193	0.000796
1	4.5	6.368494	9.286608	0.004836	6.983577	9.901691	0.004466	7.586977	10.50509	0.004119	7.695301	10.61341	0.000714
1	5.5	6.294882	9.746523	0.004482	6.890471	10.34211	0.00413	7.469227	10.92087	0.003792	7.571799	11.02344	0.000651
1	6.5	6.201937	10.18055	0.003976	6.775064	10.75368	0.003653	7.326577	11.30519	0.003336	7.423107	11.40172	0.000567
1	7.5	6.092148	10.59117	0.003681	6.641098	11.14012	0.003371	7.164385	11.66341	0.003062	7.25493	11.75396	0.000516
1	8.5	5.968599	10.99001	0.003395	6.492714	11.51413	0.003098	6.987983	12.00939	0.002801	7.072814	12.09422	0.000468
1	9.5	5.8345	11.38027	0.003139	6.333923	11.87969	0.002856	6.802155	12.34792	0.002571	6.881651	12.42742	0.000427
1	10.5	5.692891	11.75917	0.002948	6.168315	12.23459	0.002675	6.61094	12.67722	0.002398	6.685521	12.7518	0.000396
1	11.5	5.54648	12.12941	0.002731	5.998941	12.58187	0.002471	6.417609	13.00054	0.002209	6.487697	13.07063	0.000363
1	12.5	5.397578	12.50407	0.002499	5.828303	12.93479	0.002256	6.224726	13.33121	0.002011	6.290723	13.39721	0.000329
1	13.5	5.248086	12.88504	0.002317	5.658387	13.29534	0.002088	6.03425	13.6712	0.001857	6.096528	13.73348	0.000303
1	14.5	5.099527	13.26776	0.001933	5.490729	13.65896	0.00174	5.847635	14.01587	0.001544	5.906533	14.07476	0.000251
1	15.5	4.953088	13.65341	0.001798	5.326481	14.0268	0.001615	5.665928	14.36625	0.001431	5.72175	14.42207	0.000232
1	16.5	4.809667	14.13722	0.00153	5.166482	14.49403	0.001373	5.48985	14.8174	0.001216	5.542867	14.87042	0.000197
1	17.5	4.669922	14.71985	0.001408	5.011317	15.06124	0.001263	5.319866	15.36979	0.001117	5.370321	15.42025	0.000181
1	18.5	4.534315	15.25936	0.001389	4.861366	15.58641	0.001245	5.156243	15.88129	0.001101	5.204351	15.9294	0.000178
1	19.5	4.40315	15.75606	0.001292	4.716854	16.06976	0.001158	4.999097	16.35201	0.001022	5.045053	16.39796	0.000165
1	20.5	4.276608	16.32394	0.001357	4.577881	16.62522	0.001216	4.848432	16.89577	0.001073	4.892406	16.93974	0.000173
1	21.5	4.154769	16.96309	0.001257	4.444454	17.25278	0.001126	4.704165	17.51249	0.000993	4.746311	17.55464	0.00016
1	22.5	4.037641	17.59214	0.000965	4.316511	17.87101	0.000863	4.566153	18.12065	0.000761	4.60661	18.16111	0.000122
1	23.5	3.925176	18.21104	0.000899	4.193937	18.4798	0.000804	4.43421	18.72007	0.000709	4.473101	18.75896	0.000114
1	24.5	3.817282	18.8288	0.000835	4.076583	19.0881	0.000747	4.308122	19.31964	0.000659	4.345558	19.35707	0.000106
1	25.5	3.713837	19.44529	0.000782	3.964272	19.69573	0.000699	4.187654	19.91911	0.000616	4.223736	19.95519	9.88E-05

0.071687

0.065342

0.059263

0.01003

b. Tinggi Timbunan 5 m

i. Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

Tahap 1				Tahap 2				Tahap 3				Tahap 4			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m	
H _{total}	0.35	m		H _{total}	0.70	m		H _{total}	1.05	m		H _{total}	1.40	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²	
B1	22.483	m		B1	21.483	m		B1	20.483	m		B1	19.483	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma' 1$ (t/m ²)
0.5	0.000946578	1.548561	0.6474972	0.5	0.0010347	1.5475263	0.6474968	0.5	0.0011356	1.5463907	0.6474963	0.5	0.0012521	1.5451386	0.6474957
1.5	0.002829016	1.504178	0.6474239	1.5	0.0030912	1.5010868	0.6474131	1.5	0.0033915	1.4976954	0.6474001	1.5	0.0037376	1.4939577	0.6473844
2.5	0.004679701	1.4600561	0.6471509	2.5	0.0051098	1.4549463	0.6471016	2.5	0.0056017	1.4493446	0.6470425	2.5	0.0061679	1.4431767	0.6469712
3.5	0.006478772	1.4163627	0.6465555	3.5	0.007067	1.4092957	0.6464227	3.5	0.0077383	1.4015574	0.6462647	3.5	0.008509	1.3930484	0.6460744
4.5	0.008208225	1.3732554	0.6455267	4.5	0.0089416	1.3643138	0.645254	4.5	0.0097762	1.3545376	0.6449293	4.5	0.0107312	1.3438063	0.6445395
5.5	0.009852458	1.3308788	0.6439747	5.5	0.0107156	1.3201632	0.6434954	5.5	0.0116945	1.3084688	0.6429264	5.5	0.0128102	1.2956585	0.6422462
6.5	0.01139865	1.2893625	0.6418283	6.5	0.0123744	1.2769882	0.6410715	6.5	0.0134767	1.2635115	0.6401767	6.5	0.0147275	1.248784	0.6391117
7.5	0.012836962	1.248819	0.6390385	7.5	0.0139073	1.2349117	0.6379334	7.5	0.0151111	1.2198006	0.6366324	7.5	0.0164704	1.2033302	0.6350915
8.5	0.014160568	1.2093426	0.6355784	8.5	0.0153072	1.1940355	0.6340578	8.5	0.0165908	1.1774447	0.6322761	8.5	0.0180325	1.1594122	0.630177
9.5	0.015365531	1.1710099	0.6314412	9.5	0.0165706	1.1544393	0.629445	9.5	0.0179129	1.1365264	0.6271177	9.5	0.0194122	1.1171141	0.624391
10.5	0.016450567	1.1338794	0.6266387	10.5	0.0176972	1.1161823	0.6241161	10.5	0.0190787	1.0971036	0.6211903	10.5	0.0206128	1.0764908	0.6177822
11.5	0.01741672	1.097993	0.6211983	11.5	0.0186893	1.0793037	0.6181093	11.5	0.0200921	1.0592115	0.6145456	11.5	0.0216408	1.0375707	0.6104188
12.5	0.018266991	1.0633769	0.6151597	12.5	0.0195516	1.0438253	0.6114759	12.5	0.02096	1.0228653	0.6072488	12.5	0.0225057	1.0003595	0.6023827
13.5	0.019005952	1.0300433	0.6085723	13.5	0.0202903	1.009753	0.6042767	13.5	0.0216908	0.9880622	0.599374	13.5	0.0232188	0.9648434	0.5937634
14.5	0.019639361	0.9979923	0.6014919	14.5	0.0209129	0.9770794	0.5965783	14.5	0.0222394	0.9547853	0.5910002	14.5	0.0237925	0.9309927	0.5846537
15.5	0.02017382	0.9672133	0.593978	15.5	0.0214277	0.9457856	0.5884499	15.5	0.0227806	0.9230005	0.5822074	15.5	0.0242398	0.8987653	0.5751453
16.5	0.020616452	0.937687	0.5860916	16.5	0.0218435	0.9158435	0.5799613	16.5	0.0231607	0.8926828	0.5730743	16.5	0.0245735	0.8681093	0.5653264
17.5	0.020974646	0.9093868	0.5778932	17.5	0.0221693	0.8872176	0.5711801	17.5	0.0234451	0.8637724	0.5636761	17.5	0.0248063	0.8389661	0.5552792
18.5	0.021255832	0.8822805	0.5694416	18.5	0.0224136	0.8598669	0.5621707	18.5	0.0236442	0.8362227	0.5540827	18.5	0.0249503	0.8112724	0.5450791
19.5	0.021467311	0.8563315	0.5607922	19.5	0.0225852	0.8337464	0.5529931	19.5	0.0237677	0.8099787	0.5443582	19.5	0.0250166	0.7849621	0.5347934
20.5	0.021616127	0.8315	0.5519969	20.5	0.0226919	0.8088801	0.5437023	20.5	0.0238248	0.7849834	0.5345601	20.5	0.0250155	0.7599678	0.5244815
21.5	0.021708973	0.807744	0.5431032	21.5	0.0227413	0.7850027	0.5343478	21.5	0.0238238	0.7611788	0.5247394	21.5	0.0249565	0.7362223	0.5141949
22.5	0.021752131	0.7850202	0.5341539	22.5	0.0227405	0.7622797	0.5249738	22.5	0.0237727	0.738507	0.5149408	22.5	0.0248448	0.7136591	0.5039778
23.5	0.021751431	0.7632849	0.5251876	23.5	0.0226959	0.740589	0.5156189	23.5	0.0236783	0.7169108	0.5052023	23.5	0.0246975	0.6922133	0.493867
24.5	0.021712243	0.7424941	0.5162381	24.5	0.0226132	0.7198809	0.5063166	24.5	0.0235469	0.696334	0.4955568	24.5	0.0245118	0.6718223	0.4838934
25.5	0.02163947	0.7226044	0.5073349	25.5	0.0224978	0.7001066	0.4970959	25.5	0.0233841	0.6767225	0.4860313	25.5	0.0242967	0.6524258	0.4740819

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 5				Tahap 6				Tahap 7				Tahap 8				Tahap 9			
H _{timbunan} 0.35 m				H _{timbunan} 0.35 m				H _{timbunan} 0.35 m				H _{timbunan} 0.35 m				H _{timbunan} 0.35 m			
H _{total} 1.75 m				H _{total} 2.10 m				H _{total} 2.45 m				H _{total} 2.80 m				H _{total} 3.15 m			
q 0.65 t/m ²				q 0.65 t/m ²				q 0.65 t/m ²				q 0.65 t/m ²				q 0.65 t/m ²			
B1 18.483 m				B1 17.483 m				B1 16.483 m				B1 15.483 m				B1 14.483 m			
B2 1 m				B2 1 m				B2 1 m				B2 1 m				B2 1 m			
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)
0.5	0.001388	1.543751	0.647495	0.5	0.001546	1.542205	0.647494	0.5	0.001734	1.540471	0.647493	0.5	0.001957	1.538514	0.647492	0.5	0.002227	1.536287	0.64749
1.5	0.00414	1.489818	0.647365	1.5	0.00461	1.485208	0.647342	1.5	0.005165	1.480043	0.647312	1.5	0.005826	1.474217	0.647275	1.5	0.006623	1.467595	0.647227
2.5	0.006824	1.436353	0.646884	2.5	0.00759	1.428763	0.646777	2.5	0.008491	1.420272	0.646644	2.5	0.009562	1.410711	0.646477	2.5	0.010846	1.399865	0.646262
3.5	0.009399	1.383649	0.645843	3.5	0.010435	1.373214	0.64556	3.5	0.01165	1.361564	0.645208	3.5	0.013086	1.348479	0.644767	3.5	0.014799	1.33368	0.644207
4.5	0.011831	1.331976	0.644068	4.5	0.013104	1.318872	0.643492	4.5	0.014589	1.304282	0.642781	4.5	0.016335	1.287947	0.641895	4.5	0.018404	1.269544	0.640777
5.5	0.014089	1.28157	0.641427	5.5	0.015562	1.266007	0.640431	5.5	0.017271	1.248736	0.63921	5.5	0.019265	1.229471	0.637698	5.5	0.021608	1.207863	0.635806
6.5	0.016154	1.232631	0.637835	6.5	0.017787	1.214843	0.636293	6.5	0.019669	1.195174	0.634414	6.5	0.021848	1.173325	0.632107	6.5	0.024386	1.148939	0.629246
7.5	0.018012	1.185319	0.633255	7.5	0.019766	1.165553	0.63105	7.5	0.021772	1.14378	0.628384	7.5	0.024076	1.119705	0.625137	7.5	0.026733	1.092972	0.62115
8.5	0.019657	1.139755	0.62769	8.5	0.021495	1.11826	0.624724	8.5	0.023579	1.094681	0.621167	8.5	0.025952	1.068729	0.616872	8.5	0.028661	1.040069	0.611649
9.5	0.021091	1.096023	0.62118	9.5	0.022977	1.073046	0.617379	9.5	0.025099	1.047947	0.612856	9.5	0.027493	1.020454	0.607443	9.5	0.030198	0.990256	0.600929
10.5	0.02232	1.054171	0.613795	10.5	0.024223	1.029948	0.609109	10.5	0.026348	1.0036	0.603576	10.5	0.028723	0.974877	0.597015	10.5	0.031381	0.943496	0.5892
11.5	0.023353	1.014218	0.605622	11.5	0.025248	0.98897	0.600025	11.5	0.027347	0.961623	0.593471	11.5	0.029672	0.931951	0.585767	11.5	0.032248	0.899704	0.576682
12.5	0.024203	0.976156	0.596763	12.5	0.026069	0.950087	0.590254	12.5	0.028119	0.921968	0.582691	12.5	0.030371	0.891598	0.573879	12.5	0.032841	0.858757	0.563586
13.5	0.024886	0.939957	0.587326	13.5	0.026706	0.913251	0.579921	13.5	0.02869	0.884562	0.571384	13.5	0.03085	0.853711	0.561522	13.5	0.033199	0.820512	0.550109
14.5	0.025417	0.905575	0.577418	14.5	0.027178	0.878397	0.569152	14.5	0.029084	0.849314	0.559693	14.5	0.031142	0.818172	0.548854	14.5	0.033336	0.784812	0.536421
15.5	0.025812	0.872953	0.567143	15.5	0.027505	0.845448	0.558062	15.5	0.029324	0.816124	0.547746	15.5	0.031274	0.784849	0.536015	15.5	0.033358	0.751492	0.52267
16.5	0.026087	0.842022	0.556599	16.5	0.027706	0.814316	0.546759	16.5	0.029434	0.784883	0.535656	16.5	0.031272	0.753611	0.523124	16.5	0.033221	0.72039	0.508978
17.5	0.026256	0.81271	0.545875	17.5	0.027798	0.784912	0.535337	17.5	0.029432	0.75548	0.523524	17.5	0.031159	0.724322	0.510282	17.5	0.032976	0.691345	0.495444
18.5	0.026334	0.784938	0.535051	18.5	0.027796	0.751142	0.523879	18.5	0.029337	0.727805	0.511432	18.5	0.030955	0.696851	0.497571	18.5	0.032646	0.664205	0.482146
19.5	0.026333	0.758629	0.524196	19.5	0.027716	0.730914	0.512455	19.5	0.029165	0.701749	0.499451	19.5	0.030677	0.671072	0.485057	19.5	0.032247	0.638824	0.469142
20.5	0.026264	0.733704	0.513371	20.5	0.027569	0.706134	0.501125	20.5	0.028929	0.672705	0.487637	20.5	0.030341	0.646864	0.472793	20.5	0.031797	0.615067	0.456477
21.5	0.026138	0.710084	0.502626	21.5	0.027368	0.682716	0.489938	21.5	0.028643	0.654073	0.476035	21.5	0.029958	0.624115	0.460816	21.5	0.031308	0.592806	0.444181
22.5	0.025965	0.687694	0.492004	22.5	0.027122	0.660572	0.478933	22.5	0.028315	0.632257	0.464648	22.5	0.02954	0.602717	0.449156	22.5	0.030791	0.571926	0.432274
23.5	0.025752	0.666461	0.481539	23.5	0.026839	0.639623	0.468142	23.5	0.027955	0.611668	0.453598	23.5	0.029096	0.582572	0.437832	23.5	0.030255	0.552317	0.420768
24.5	0.025506	0.646316	0.47126	24.5	0.026526	0.61979	0.457587	24.5	0.02757	0.59222	0.442808	24.5	0.028632	0.563588	0.426856	24.5	0.029707	0.533881	0.409667
25.5	0.025233	0.627193	0.461187	25.5	0.026191	0.601001	0.447287	25.5	0.027167	0.573835	0.432322	25.5	0.028155	0.54568	0.416235	25.5	0.029152	0.516528	0.398972

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap			10			11			12			13			14				
H _{timbunan}	0,35	m	H _{timbunan}	0,35	m	H _{timbunan}	0,35	m	H _{timbunan}	0,35	m	H _{timbunan}	0,35	m	H _{timbunan}	0,35	m		
H _{total}	3,50	m	H _{total}	3,85	m	H _{total}	4,20	m	H _{total}	4,55	m	H _{total}	4,90	m	H _{total}	5,25	m		
q	0,65	t/m ²	q	0,65	t/m ²	q	0,65	t/m ²	q	0,65	t/m ²	q	0,65	t/m ²	q	0,65	t/m ²		
B1	13,483	m	B1	12,483	m	B1	11,483	m	B1	10,483	m	B1	9,483	m	B1	8,483	m		
B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m		
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0,5	0,002557221	1,5337296	0,6474874	0,5	0,0029663	1,5307633	0,6474843	0,5	0,0034821	1,5272812	0,64748	0,5	0,004145	1,5231362	0,647474	0,5	0,005017	1,518119	0,647465
1,5	0,007593857	1,4600007	0,6471646	1,5	0,0087944	1,4512063	0,6470817	1,5	0,0103024	1,4400939	0,6469692	1,5	0,0122317	1,4286722	0,6468125	1,5	0,014754	1,413918	0,646588
2,5	0,012404816	1,3874598	0,6459841	2,5	0,0143209	1,3731389	0,6456166	2,5	0,0167105	1,3564284	0,6451214	2,5	0,0197406	1,3366878	0,6444383	2,5	0,023656	1,313031	0,64347
3,5	0,016863897	1,316816	0,6434848	3,5	0,0193819	1,2974341	0,6425386	3,5	0,0224909	1,2749432	0,6412759	3,5	0,0263838	1,2485593	0,639556	3,5	0,031335	1,217225	0,637158
4,5	0,020876284	1,2486676	0,6393475	4,5	0,0238608	1,2248068	0,6374937	4,5	0,0275005	1,1973063	0,6350806	4,5	0,0319888	1,1653175	0,6317735	4,5	0,037589	1,127279	0,627291
5,5	0,024382784	1,1834801	0,6334105	5,5	0,0276926	1,1557875	0,6303398	5,5	0,0316728	1,1241147	0,6263496	5,5	0,036498	1,0876167	0,6210883	5,5	0,042393	1,045224	0,614043
6,5	0,027358794	1,1215803	0,6256616	6,5	0,0308605	1,0907198	0,621125	6,5	0,0350087	1,0557111	0,615318	6,5	0,0399477	1,0157634	0,6077984	6,5	0,045852	0,969911	0,597946
7,5	0,029809361	1,0631627	0,6162113	7,5	0,0333865	1,0297762	0,6100423	7,5	0,0375589	0,9922173	0,6022677	7,5	0,042437	0,9497803	0,5923826	7,5	0,048145	0,901636	0,579707
8,5	0,031762131	1,0083065	0,605257	8,5	0,0353198	0,9729867	0,597378	8,5	0,0394509	0,9335808	0,5876007	8,5	0,0440983	0,8894825	0,5753906	8,5	0,049476	0,840007	0,560056
9,5	0,033259856	0,9569958	0,5930477	9,5	0,0367257	0,9202701	0,5834614	9,5	0,0406468	0,8796234	0,571744	9,5	0,045073	0,8345504	0,5573608	9,5	0,050048	0,784503	0,539648
10,5	0,034353632	0,9091424	0,5798519	10,5	0,0376762	0,8714662	0,568627	10,5	0,0413814	0,8300848	0,5551039	10,5	0,0454968	0,784588	0,5387715	10,5	0,050039	0,734549	0,519019
11,5	0,035097481	0,8646061	0,5659343	11,5	0,0382435	0,8263626	0,5531873	11,5	0,0417041	0,7846585	0,5380392	11,5	0,0454904	0,7391681	0,5200186	11,5	0,049601	0,689567	0,498584
12,5	0,035544444	0,8232126	0,5515399	12,5	0,0384949	0,7847177	0,537418	12,5	0,0416992	0,7430185	0,5208494	12,5	0,0451566	0,6978619	0,5014118	12,5	0,048854	0,649008	0,478637
13,5	0,035744058	0,7847681	0,5368843	13,5	0,038491	0,7462772	0,5215508	13,5	0,0414392	0,704838	0,5037729	13,5	0,0445799	0,6602581	0,4831814	13,5	0,047893	0,612365	0,459381
14,5	0,035749955	0,7490707	0,5221509	14,5	0,0382845	0,7107862	0,5057734	14,5	0,0409487	0,6698014	0,4869921	14,5	0,0438281	0,6259734	0,4654901	14,5	0,046791	0,579182	0,440941
15,5	0,035574275	0,7159177	0,5074898	15,5	0,0379201	0,6779976	0,4902323	15,5	0,0403855	0,6376121	0,47064	15,5	0,0429543	0,5946577	0,4484457	15,5	0,045602	0,549056	0,423384
16,5	0,03527642	0,685112	0,4930204	16,5	0,037435	0,6476771	0,4750376	16,5	0,0396815	0,6079955	0,4548093	16,5	0,042	0,5659955	0,4321134	16,5	0,044366	0,521629	0,406737
17,5	0,034879473	0,6564656	0,478835	17,5	0,0368597	0,6196059	0,460269	17,5	0,0389045	0,5807014	0,4395601	17,5	0,0409965	0,5397040	0,4165263	17,5	0,043113	0,496592	0,391
18,5	0,034401347	0,6298015	0,465002	18,5	0,036219	0,5935825	0,445981	18,5	0,0380794	0,5555032	0,4249273	18,5	0,0399678	0,5155534	0,4016939	18,5	0,041863	0,473672	0,376152
19,5	0,033869197	0,6049551	0,4515703	19,5	0,0355328	0,5694223	0,4322079	19,5	0,0372255	0,5321968	0,4109264	19,5	0,0389315	0,4932653	0,3876089	19,5	0,040631	0,452634	0,362158
20,5	0,033292635	0,5817747	0,4385728	20,5	0,0348168	0,5469575	0,4189684	20,5	0,0363578	0,5105997	0,3975588	20,5	0,0379008	0,4726989	0,3742524	20,5	0,039428	0,43327	0,348977
21,5	0,03268766	0,5601197	0,4260295	21,5	0,0340836	0,530361	0,4062902	21,5	0,0354875	0,4905486	0,3848155	21,5	0,0368851	0,4536635	0,3615981	21,5	0,038261	0,415403	0,336566
22,5	0,032062026	0,5398638	0,41395	22,5	0,0333428	0,506521	0,3941078	22,5	0,0346233	0,4718977	0,3726802	22,5	0,0358911	0,4360065	0,3496148	22,5	0,037132	0,398874	0,324878
23,5	0,031426755	0,5208904	0,4023364	23,5	0,0326202	0,4882883	0,3824751	23,5	0,0337713	0,454517	0,3611319	23,5	0,0349235	0,4195935	0,3382867	23,5	0,036046	0,383547	0,313865
24,5	0,030787568	0,5030939	0,3911845	24,5	0,0318671	0,4712268	0,3713573	24,5	0,0329362	0,4301462	0,345051	24,5	0,0339851	0,4043054	0,3275252	24,5	0,035003	0,369303	0,303485
25,5	0,030149664	0,4863784	0,3804859	25,5	0,0311423	0,4552361	0,3607373	25,5	0,0321213	0,4231148	0,3396972	25,5	0,0330779	0,3900369	0,3173493	25,5	0,034002	0,356035	0,293693

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap	15				16				17				18				19		
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.32	m	
H _{total}	5.25	m		H _{total}	5.60	m		H _{total}	5.95	m		H _{total}	6.30	m		H _{total}	6.62	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.59	t/m ²	
B1	8.483	m		B1	7.483	m		B1	6.483	m		B1	5.483	m		B1	4.483	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)
0.5	0.006196	1.511923	0.647452	0.5	0.007846	1.504077	0.647432	0.5	0.010253	1.493824	0.647399	0.5	0.013967	1.479857	0.647339	0.5	0.020134	1.459723	0.585272
1.5	0.018137	1.395781	0.646255	1.5	0.022817	1.372964	0.645738	1.5	0.029541	1.343423	0.644895	1.5	0.039666	1.303757	0.643425	1.5	0.055849	1.247909	0.579312
2.5	0.028829	1.284202	0.642055	2.5	0.035838	1.248364	0.639908	2.5	0.04562	1.202744	0.636504	2.5	0.059743	1.143001	0.630813	2.5	0.080912	1.062089	0.561271
3.5	0.037741	1.179484	0.633725	3.5	0.046185	1.133299	0.628658	3.5	0.057538	1.075761	0.620921	3.5	0.073097	1.002664	0.608651	3.5	0.094746	0.907918	0.532077
4.5	0.04466	1.083069	0.621029	4.5	0.053694	1.029375	0.612075	4.5	0.06535	0.964205	0.598958	4.5	0.080476	0.883549	0.579271	4.5	0.100043	0.783506	0.496528
5.5	0.049646	0.995578	0.604453	5.5	0.058613	0.936965	0.591185	5.5	0.069717	0.867248	0.572537	5.5	0.083397	0.78385	0.54598	5.5	0.099975	0.683875	0.459251
6.5	0.052928	0.916983	0.584885	6.5	0.061401	0.855582	0.567387	6.5	0.071494	0.784089	0.543738	6.5	0.083358	0.700731	0.511612	6.5	0.096956	0.603774	0.423223
7.5	0.054812	0.846824	0.56333	7.5	0.06256	0.784264	0.542042	7.5	0.071469	0.712795	0.514273	7.5	0.081522	0.631273	0.478073	7.5	0.092522	0.538751	0.389922
8.5	0.055609	0.784397	0.540714	8.5	0.062543	0.721854	0.516257	8.5	0.07027	0.651583	0.485344	8.5	0.07869	0.572894	0.446441	8.5	0.087558	0.485336	0.359666
9.5	0.055598	0.728905	0.517794	9.5	0.061719	0.667186	0.490839	9.5	0.068356	0.59883	0.457693	9.5	0.075376	0.523454	0.417206	9.5	0.082543	0.440912	0.333056
10.5	0.055006	0.679542	0.495135	10.5	0.060366	0.619177	0.466318	10.5	0.06604	0.553136	0.431716	10.5	0.071894	0.481242	0.390501	10.5	0.077719	0.403523	0.309256
11.5	0.054016	0.635552	0.473129	11.5	0.058687	0.576864	0.443008	11.5	0.063534	0.51333	0.407576	11.5	0.068428	0.444902	0.366259	11.5	0.073197	0.371705	0.288157
12.5	0.052762	0.596246	0.452025	12.5	0.056827	0.539419	0.421067	12.5	0.060971	0.478448	0.385291	12.5	0.065081	0.413367	0.344315	12.5	0.069016	0.344351	0.269415
13.5	0.051345	0.561019	0.431968	13.5	0.054884	0.506136	0.400551	13.5	0.058435	0.444701	0.364795	13.5	0.061905	0.385795	0.324463	13.5	0.065178	0.320617	0.252725
14.5	0.049839	0.529343	0.413023	14.5	0.052923	0.47642	0.381445	14.5	0.055977	0.420443	0.345978	14.5	0.058924	0.361519	0.306488	14.5	0.061668	0.29985	0.237811
15.5	0.048295	0.50076	0.395204	15.5	0.050988	0.449772	0.363696	15.5	0.053626	0.396146	0.328709	15.5	0.056142	0.340004	0.290185	15.5	0.058461	0.281543	0.224432
16.5	0.046749	0.474881	0.378492	16.5	0.049107	0.425773	0.347227	16.5	0.051395	0.374379	0.312854	16.5	0.053556	0.320823	0.275367	16.5	0.05553	0.265293	0.212384
17.5	0.045225	0.451368	0.362841	17.5	0.047297	0.404071	0.331949	17.5	0.049289	0.354782	0.29828	17.5	0.051155	0.303627	0.261864	17.5	0.052848	0.250779	0.201491
18.5	0.044379	0.429934	0.348199	18.5	0.045565	0.384368	0.317774	18.5	0.047308	0.33706	0.284865	18.5	0.048929	0.288131	0.249527	18.5	0.050389	0.237742	0.191607
19.5	0.042302	0.410332	0.334503	19.5	0.043918	0.366414	0.30461	19.5	0.045448	0.320664	0.272495	19.5	0.046864	0.274102	0.238225	19.5	0.048131	0.225971	0.182604
20.5	0.04092	0.39235	0.321689	20.5	0.042354	0.349996	0.292375	20.5	0.043704	0.306292	0.261066	20.5	0.044946	0.261346	0.227842	20.5	0.046052	0.215294	0.174375
21.5	0.039596	0.375806	0.309694	21.5	0.040873	0.334933	0.280987	21.5	0.042069	0.292864	0.250487	21.5	0.043164	0.249701	0.218278	21.5	0.044135	0.205566	0.16683
22.5	0.038332	0.360542	0.298458	22.5	0.039472	0.32107	0.270374	22.5	0.040536	0.280535	0.240675	22.5	0.041505	0.23903	0.209447	22.5	0.042361	0.196669	0.159888
23.5	0.037126	0.346422	0.287923	23.5	0.038148	0.308274	0.260468	23.5	0.039097	0.269177	0.231556	23.5	0.039959	0.229218	0.20127	23.5	0.040717	0.188501	0.153484
24.5	0.035977	0.333326	0.278035	24.5	0.036896	0.29643	0.251209	24.5	0.037746	0.258683	0.223064	24.5	0.038515	0.220168	0.193683	24.5	0.039191	0.180978	0.147559
25.5	0.034884	0.32115	0.268744	25.5	0.035713	0.285438	0.24254	25.5	0.036477	0.248961	0.21514	25.5	0.037166	0.211795	0.186625	25.5	0.037769	0.174026	0.142063

ii. Perubahan Tegangan saat U = 100%

U		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
H _{imbangan} (m)		0	0.35	0.70	1.05	1.40	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.50	3.85	4.20	4.55	4.90	5.25	5.60	5.95	6.30	6.62
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{15}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{16}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{17}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{18}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{19}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	1.0521696	1.6996663	2.3471626	2.9946583	3.6421533	4.2896474	4.9371404	5.5846319	6.2321217	6.8796091	7.5270934	8.1745734	8.8220475	9.4695129	10.116965	10.764398	11.411796	12.05914	12.64441
2	1.5	1.2140172	1.8614411	2.5088542	3.1562543	3.8036387	4.451004	5.0983456	5.7456577	6.3929324	7.0401594	7.6873239	8.3344056	8.9813747	9.6281873	10.274775	10.92103	11.566768	12.211664	12.85509	13.4344
3	2.5	1.8768548	2.5240057	3.1711073	3.8181498	4.465121	5.1120053	5.7587827	6.4054269	7.0519034	7.6981656	8.3441497	8.9897663	9.6348877	10.279326	10.922796	11.564852	12.20476	12.841263	13.47208	14.03335
4	3.5	2.3931852	3.0397402	3.6861628	4.3324275	4.9785019	5.6243451	6.2699047	6.9151129	7.5598802	8.2040872	8.8475721	9.4901106	10.131387	10.770943	11.408101	12.041825	12.670483	13.291404	13.90006	14.43213
5	4.5	2.918114	3.5636406	4.2088946	4.8538239	5.4983634	6.1424312	6.7859227	7.4287036	8.0705984	8.7113752	9.3507227	9.9882164	10.623267	11.25504	11.882332	12.503361	13.115436	13.714395	14.29367	14.79019
6	5.5	3.4516411	4.0956157	4.7391111	5.3823075	6.0242837	6.6657102	7.3061408	7.9453504	8.5830481	9.2188539	9.8522644	10.482604	11.108954	11.730042	12.344805	12.948538	13.539723	14.11226	14.68234	15.11749
7	6.5	3.9786114	4.6204397	5.2615112	5.9016879	6.5407996	7.1786345	7.8149271	8.4493415	9.0814485	9.7106441	10.336356	10.957481	11.572799	12.180597	12.778543	13.363428	13.930815	14.474553	14.98616	15.40939
8	7.5	4.499025	5.1380635	5.775997	6.4126294	7.0477209	7.6809755	8.3120253	8.9404097	9.5655469	10.186696	10.802908	11.41295	12.015218	12.6076	13.187308	13.750638	14.29268	14.806953	15.28503	15.67495
9	8.5	5.0214111	5.6569895	6.2910473	6.9233234	7.5533004	8.18119	8.8059144	9.4270815	10.043953	10.655603	11.26086	11.858237	12.445838	13.021229	13.581285	14.122	14.638257	15.123601	15.57004	15.92991
10	9.5	5.5457697	6.1772109	6.8066559	7.4337736	8.0581645	8.6793447	9.2967242	9.9095802	10.517023	11.117952	11.711	12.294461	12.866205	13.423566	13.963214	14.481008	14.971847	15.42954	15.84675	16.1998
11	10.5	6.0662759	6.6929146	7.3173007	7.938221	8.5560031	9.1697979	9.7789064	10.382482	10.979498	11.568698	12.14855	12.717176	13.27228	13.811052	14.330071	14.825206	15.291524	15.72324	16.11374	16.423
12	11.5	6.5829297	7.204128	7.8223272	8.4367828	9.0472016	9.6528236	10.252849	10.846319	11.432086	12.008768	12.574703	13.12789	13.665929	14.185948	14.684531	15.15766	15.600667	16.008243	16.3745	16.66266
13	12.5	7.1064892	7.7216489	8.3331248	8.9403735	9.5427562	10.139519	10.729773	11.312464	11.886342	12.449929	13.001469	13.538887	14.059736	14.561148	15.039785	15.49181	15.912877	16.298168	16.64248	16.9119
14	13.5	7.6369584	8.2455267	8.8498034	9.4491774	10.042941	10.630267	11.210188	11.781572	12.343094	12.893203	13.430088	13.951638	14.455411	14.938593	15.397974	15.829941	16.230492	16.595287	16.91975	17.17248
15	14.5	8.168231	8.7697229	9.3663011	9.9573013	10.541955	11.119373	11.688255	12.248128	12.790772	13.333493	13.855644	14.361418	14.84841	15.3139	15.75484	16.167863	16.549309	16.895286	17.20177	17.43958
16	15.5	8.700319	9.294297	9.8827469	10.464954	11.0401	11.607243	12.163305	12.713051	13.249066	13.771736	14.279226	14.769458	15.240098	15.688544	16.111927	16.507132	16.870828	17.199537	17.48972	17.71415
17	16.5	9.2375514	9.913643	10.493604	11.066679	11.632005	12.188604	12.735363	13.271019	13.794143	14.303122	14.796142	15.27118	15.725989	16.158102	16.56484	16.943331	17.290558	17.603412	17.88778	18.09116
18	17.5	10.049928	10.627821	11.199026	11.762678	12.317957	12.863832	13.391169	13.922693	14.432975	14.928419	15.407254	15.867523	16.307083	16.723609	17.11461	17.477451	17.809401	18.107681	18.36955	18.57104
19	18.5	10.725047	11.294489	11.85666	12.410742	12.955821	13.490872	14.014751	14.526183	15.023754	15.5059	15.970902	16.416883	16.84181	17.243504	17.619656	17.967855	18.285629	18.570494	18.82002	19.01163
20	19.5	11.352909	11.913701	12.466694	13.011052	13.545846	14.070042	14.582497	15.081948	15.567006	16.036148	16.487718	16.919926	17.330852	17.718461	18.080619	18.415121	18.719732	18.992227	19.23045	19.41306
21	20.5	12.047335	12.599332	13.143034	13.677594	14.200276	14.715446	15.216572	15.703201	16.17002	16.633479	17.072052	17.49102	17.888579	18.262831	18.611389	18.933497	19.225872	19.486939	19.71478	19.89916
22	21.5	12.808326	13.351429	13.885777	14.410516	14.924711	15.427337	15.917275	16.393319	16.854127	17.298738	17.724337	18.130607	18.515422	18.88127	19.22328	19.540268	19.820475	20.07303	20.29386	20.43986
23	22.5	13.554502	14.088656	14.61363	15.12857	15.632548	16.124552	16.603485	17.068165	17.517322	17.949595	18.363545	18.757653	19.130333	19.479948	19.804826	20.103284	20.373658	20.614333	20.82378	20.98367
24	23.5	14.285863	14.81105	15.326669	15.831871	16.325738	16.807277	17.275419	17.729017	18.166849	18.587617	18.999593	19.372429	19.73356	20.071829	20.385695	20.673618	20.934086	21.165642	21.36691	21.5204
25	24.5	15.011514	15.527752	16.034069	16.529625	17.013519	17.484778	17.942366	18.385174	18.81203	19.221697	19.612881	19.984239	20.334385	20.66191	20.965395	21.24437	21.494639	21.717703	21.91139	22.05894
26	25.5	15.731456	16.238791	16.735887	17.221918	17.696	18.157187	18.604475	19.036797	19.453032	19.852004	20.23249	20.593227	20.932924	21.250274	21.543966	21.81271	22.055251	22.270391	22.45702	22.59908

iii. Perubahan tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U		1	91.95%	90.82%	89.53%	88.05%	86.36%	84.44%	82.24%	79.74%	76.88%	73.61%	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.30%	23.79%	12.87%
Tinggi Timbunan (m)		0	0.35	0.7	1.05	1.4	1.75	2.1	2.45	2.8	3.15	3.5	3.85	4.2	4.55	4.9	5.25	5.6	5.95	6.3	6.6165
Umur timbunan (minggu)		-	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{15}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{16}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{17}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{18}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{19}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	0.5696326	0.5742879	0.5694653	0.5615564	0.5515551	0.539646	0.5257711	0.509763	0.4913852	0.4703448	0.4462949	0.4188321	0.3874914	0.3517385	0.3109596	0.2644475	0.2113819	0.150791	0.073807
2	1.5	1.2140172	0.5844948	0.5796	0.5724104	0.5635067	0.5529766	0.5407428	0.5266465	0.5104735	0.4919624	0.4708054	0.4464657	0.4190723	0.3876134	0.3517287	0.3107988	0.2641139	0.2108597	0.150101	0.073162
3	2.5	1.8768548	0.5876971	0.5813487	0.5734966	0.5642133	0.5534281	0.5409994	0.5267368	0.5104082	0.49174	0.4704146	0.4460664	0.4182754	0.3865609	0.3503739	0.3090002	0.2620075	0.208356	0.147351	0.070985
4	3.5	2.3931852	0.5886218	0.5817469	0.5735717	0.5640491	0.5530596	0.5404367	0.5259748	0.5094302	0.4905195	0.4689152	0.4442413	0.4160672	0.3839026	0.347193	0.3053216	0.2576269	0.2034605	0.142348	0.067389
5	4.5	2.918114	0.5886809	0.5814394	0.572983	0.5632106	0.551976	0.539096	0.5245526	0.5074913	0.488218	0.4661946	0.4410345	0.4122983	0.3794915	0.342068	0.2994468	0.2510609	0.1964746	0.135654	0.062981
6	5.5	3.4516411	0.5879962	0.5804273	0.5716825	0.5616226	0.5500839	0.5368708	0.5217544	0.5044699	0.4847133	0.4621374	0.4363486	0.4069057	0.3733235	0.3350876	0.2916911	0.2427175	0.1880129	0.128026	0.058337
7	6.5	3.9786114	0.5865598	0.5786846	0.5696214	0.5592238	0.5473162	0.5336924	0.5181145	0.5003092	0.479965	0.45673	0.4302108	0.3999763	0.365569	0.3265329	0.2824712	0.2331577	0.1787435	0.120115	0.053831
8	7.5	4.499025	0.5844216	0.5762062	0.5667828	0.5559933	0.5436528	0.5295471	0.5134311	0.495026	0.4740175	0.4500552	0.4227559	0.3917124	0.3565138	0.3176863	0.2722669	0.2229341	0.1692246	0.112369	0.049653
9	8.5	5.0214111	0.5815889	0.5729996	0.5631718	0.5519391	0.5391096	0.5244633	0.5077512	0.4886928	0.4669765	0.4422614	0.4141849	0.382377	0.3464892	0.306245	0.2615246	0.212502	0.1598521	0.105042	0.045873
10	9.5	5.5457697	0.5780767	0.5690791	0.5588071	0.5470883	0.5337261	0.5184979	0.5011538	0.4814165	0.4589832	0.4335306	0.4047257	0.3722468	0.3358178	0.2952654	0.2506089	0.2021924	0.1508719	0.098254	0.042493
11	10.5	6.0662759	0.5739072	0.5644714	0.5537233	0.5414869	0.5275635	0.5117306	0.4937415	0.473327	0.4501988	0.4240579	0.3946088	0.3615847	0.324786	0.2841409	0.2397931	0.1922249	0.1424174	0.09204	0.039488
12	11.5	6.5829297	0.5691163	0.5592189	0.5497924	0.5351993	0.5207015	0.5042596	0.485634	0.4645677	0.4407921	0.4140379	0.3840159	0.3506249	0.3136333	0.2730981	0.2292688	0.182732	0.1345464	0.08639	0.036819
13	12.5	7.1064892	0.5637507	0.5533765	0.5416196	0.5283033	0.5132325	0.496194	0.4769584	0.4552849	0.4309285	0.4036526	0.3732488	0.3395654	0.3025492	0.262303	0.2191609	0.1737837	0.1272695	0.081267	0.034445
14	13.5	7.6369544	0.55786	0.5470023	0.5347334	0.5208793	0.5052503	0.4876417	0.4678375	0.4456157	0.4207573	0.3930606	0.3623614	0.3285624	0.291674	0.2518671	0.2095411	0.1645011	0.1205679	0.076627	0.032328
15	14.5	8.168231	0.5514972	0.540158	0.527385	0.5130091	0.4968477	0.478707	0.4583864	0.4401041	0.3823957	0.3515198	0.317735	0.2811064	0.2418603	0.2004436	0.1575928	0.1144076	0.07242	0.030435	
16	15.5	8.700319	0.54472	0.5329088	0.5196481	0.504775	0.4881158	0.4694894	0.4487118	0.4256035	0.4000005	0.3717691	0.3408271	0.3071715	0.2709134	0.2323222	0.1918774	0.1503321	0.108748	0.068601	0.028735
17	16.5	9.2275514	0.5376002	0.5253238	0.51116073	0.4962683	0.4791254	0.4600918	0.4389203	0.4154801	0.389634	0.36128	0.330715	0.2969434	0.2611446	0.222327	0.1838407	0.1435832	0.1035498	0.065128	0.027204
18	17.5	10.049928	0.5301894	0.5174875	0.503326	0.4875578	0.4700305	0.4505907	0.4290896	0.4053912	0.3793835	0.3509934	0.3202057	0.2870878	0.2518184	0.2147729	0.1763122	0.137325	0.0987699	0.061962	0.025819
19	18.5	10.725047	0.5225248	0.5094447	0.4948801	0.4786928	0.4608022	0.4410393	0.4192726	0.3953868	0.3692935	0.3409454	0.3103549	0.2776158	0.2429304	0.2066398	0.1692584	0.1315102	0.0943641	0.059065	0.024561
20	19.5	11.352909	0.514662	0.5011372	0.4862409	0.4697366	0.4515316	0.431501	0.4095301	0.3855231	0.3594129	0.3311755	0.3008463	0.2685411	0.2344795	0.1990125	0.1625323	0.1261042	0.0902967	0.056409	0.022413
21	20.5	12.047335	0.5066088	0.4928246	0.4775616	0.4607531	0.4422818	0.4220369	0.3999197	0.3758519	0.349786	0.3217179	0.2917029	0.2598738	0.2264628	0.191826	0.1564966	0.1201072	0.0853776	0.053968	0.022365
22	21.5	12.808326	0.4985641	0.4844132	0.4688571	0.4517866	0.433096	0.4126875	0.3904774	0.3664036	0.3404357	0.3125871	0.282929	0.2516078	0.2188645	0.1850561	0.1506798	0.1163967	0.0830564	0.051718	0.021403
23	22.5	13.554402	0.4904063	0.4759739	0.4601619	0.4428707	0.4240055	0.403481	0.3812269	0.3571196	0.331373	0.3037859	0.2745191	0.2437293	0.2116627	0.1786748	0.1452515	0.1120308	0.0798248	0.049139	0.020517
24	23.5	14.285863	0.4822243	0.4675434	0.451512	0.4340397	0.4150419	0.394445	0.3721912	0.3482464	0.3226083	0.2953173	0.2664685	0.2362259	0.2048386	0.1726582	0.140158	0.1079529	0.0768193	0.047113	0.019699
25	24.5	15.011514	0.4740511	0.459154	0.4429382	0.4253221	0.4062309	0.3856015	0.3633876	0.3395663	0.314147	0.2871801	0.2587691	0.2290834	0.1983726	0.1669828	0.1353741	0.1041386	0.0740187	0.045925	0.018943
26	25.5	15.731456	0.4659147	0.4508326	0.4344657	0.4167408	0.3975922	0.3769664	0.3548271	0.3311619	0.3059895	0.279369	0.2514102	0.2222859	0.1922447	0.1616261	0.1308764	0.1005655	0.0714043	0.04426	0.01824

iv. Perubahan Nilai Cu pada Minggu 19

No	z (m)	$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
1	0.5	8.383824	0.838382	33	0.079248	0.188642	0.133945
2	1.5	9.221731	0.922173	33	0.090344	0.20013	0.145237
3	2.5	9.876403	0.98764	53	0.093426	0.177501	0.135463
4	3.5	10.35706	1.035706	53	0.098852	0.182553	0.140703
5	4.5	10.82227	1.082227	51	0.105303	0.190905	0.148104
6	5.5	11.27384	1.127384	51	0.111081	0.195796	0.153438
7	6.5	11.69944	1.169944	53	0.115515	0.196661	0.156088
8	7.5	12.10237	1.210237	53	0.120985	0.200896	0.16094
9	8.5	12.49445	1.249445	53	0.126475	0.205017	0.165746
10	9.5	12.87861	1.287861	53	0.131986	0.209054	0.17052
11	10.5	13.25157	1.325157	53	0.137457	0.212974	0.175215
12	11.5	13.61559	1.361559	53	0.142887	0.2168	0.179843
13	12.5	13.98338	1.398338	51	0.150663	0.22514	0.187902
14	13.5	14.35653	1.435653	51	0.156408	0.229181	0.192795
15	14.5	14.73023	1.473023	51	0.162162	0.233228	0.197695
16	15.5	15.10558	1.510558	51	0.167924	0.237293	0.202609
17	16.5	15.57796	1.557796	36	0.197104	0.279796	0.23845
18	17.5	16.14799	1.614799	36	0.206661	0.287338	0.246999
19	18.5	16.67357	1.667357	47	0.196716	0.264946	0.230831
20	19.5	17.15515	1.715515	47	0.203918	0.27047	0.237194
21	20.5	17.70701	1.770701	37	0.231159	0.305131	0.268145
22	21.5	18.32935	1.832935	37	0.241105	0.313265	0.277185
23	22.5	18.94083	1.894083	35	0.255195	0.327318	0.291256
24	23.5	19.54157	1.954157	35	0.264988	0.335362	0.300175
25	24.5	20.1407	2.01407	36	0.272302	0.340161	0.306232
26	25.5	20.73823	2.073823	36	0.281827	0.348067	0.314947

v. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggu			1		2			3			4			
				Cc	σ'_0 (t/m^2)	σ'_c (t/m^2)	$\Delta\sigma'_1$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_1$ (t/m^2)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'_2$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_2$ (t/m^2)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'_3$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_3$ (t/m^2)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'_4$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_4$ (t/m^2)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.0382875	0.2680126	0.4046724	0.4046724	0.6474972	1.0521696	0.0573597	1.2949939	1.6996663	0.0287886	1.9424902	2.3471626	0.0193759	2.5899859	2.9946583	0.0146245
1	1.5	0.939	0.0382875	0.2680126	1.2140172	1.2140172	0.6474239	1.8614411	0.0256574	1.294837	2.5088542	0.0179172	1.9422371	3.1562543	0.0137803	2.5896215	3.8036387	0.0111998
1	2.5	2.089	0.0722948	0.5060635	1.8768548	1.8768548	0.6471509	2.5240057	0.021078	1.2942525	3.1711073	0.0162387	1.941295	3.8181498	0.0132114	2.5882662	4.465121	0.011137
1	3.5	2.089	0.0722948	0.5060635	2.3931852	2.3931852	0.646555	3.0397402	0.0170152	1.2929776	3.6861628	0.0137186	1.9392423	4.3324275	0.0114936	2.5853167	4.9785019	0.0098898
1	4.5	2.069	0.0702944	0.492061	2.918114	2.918114	0.6455267	3.5636406	0.0139155	1.2907807	4.2088946	0.0115879	1.93571	4.8538239	0.0099272	2.5802495	5.4983634	0.0086819
1	5.5	2.069	0.0702944	0.492061	3.4516411	3.4516411	0.6439747	4.0956157	0.0119117	1.28747	4.7391111	0.0101615	1.9303965	5.3820375	0.0088584	2.5726426	6.0242837	0.0078497
1	6.5	2.295	0.0722968	0.5060777	3.9786114	3.9786114	0.6418283	4.6204397	0.0099759	1.2828998	5.2615112	0.0086666	1.9230765	5.9016879	0.0076589	2.5621882	6.5407996	0.0068585
1	7.5	2.295	0.0722968	0.5060777	4.499025	4.499025	0.6390385	5.1380635	0.0088592	1.276972	5.775997	0.0078066	1.9136044	6.4126294	0.0069744	2.5486959	7.0477209	0.0062991
1	8.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.0214111	5.0214111	0.6355784	5.6569895	0.0079256	1.2696362	6.2910473	0.0070648	1.9019123	6.9233234	0.0063687	2.5320893	7.5535004	0.0057932
1	9.5	2.305	0.0722964	0.506075	5.5457697	5.5457697	0.6314412	6.1772109	0.0071709	1.2608862	6.8066559	0.0064529	1.8880039	7.4337736	0.0058609	2.5123948	8.0581645	0.0053634
1	10.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.0662759	6.0662759	0.6266387	6.6929146	0.0066337	1.2507548	7.3170307	0.0060163	1.8719451	7.938221	0.0054986	2.4897272	8.5560031	0.0050573
1	11.5	2.257	0.0722961	0.5060729	6.5829297	6.5829297	0.6211983	7.204128	0.006085	1.2393075	7.8222372	0.0055548	1.8538531	8.4367828	0.0051036	2.4642719	9.0472016	0.0047138
1	12.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.1064892	7.1064892	0.6151597	7.7216489	0.0055304	1.2266356	8.3331248	0.0050768	1.8338843	8.9403735	0.0046857	2.4362752	9.5427562	0.0043437
1	13.5	2.208	0.0702956	0.492069	7.6369544	7.6369544	0.6085723	8.2455267	0.0051075	1.212849	8.8498034	0.0047113	1.812223	9.4491774	0.0043655	2.4059864	10.042941	0.0040597
1	14.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.168231	8.168231	0.6014919	8.7697229	0.0042533	1.1980701	9.3663011	0.0039397	1.7890703	9.9573013	0.0036628	2.373724	10.541955	0.0034155
1	15.5	2.57	0.0702965	0.4920754	8.700319	8.700319	0.593978	9.294297	0.0039533	1.1824279	9.8827469	0.0036749	1.7646353	10.464954	0.0034266	2.3397806	11.0401	0.0032027
1	16.5	1.444	0.04429	0.3100301	9.3275514	9.3275514	0.5860916	9.913643	0.0033573	1.1660529	10.493604	0.0031322	1.7391272	11.066679	0.0029294	2.3044536	11.632005	0.0027448
1	17.5	1.444	0.04429	0.3100301	10.049928	10.049928	0.5778932	10.627821	0.0030802	1.1490734	11.199002	0.002884	1.7127495	11.762678	0.0027054	2.2680287	12.317957	0.0025412
1	18.5	1.759	0.0532919	0.3730433	10.725047	10.725047	0.5694416	11.294489	0.0030378	1.1316123	11.85666	0.0028524	1.685695	12.410742	0.0026819	2.2307741	12.955821	0.0025254
1	19.5	1.759	0.0532919	0.3730433	11.352909	11.352909	0.5607922	11.913701	0.0028312	1.1137853	12.466694	0.0026643	1.6581435	13.011052	0.0025096	2.1929369	13.545846	0.002524
1	20.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.047335	12.047335	0.5519969	12.599332	0.0029779	1.0956992	13.143034	0.0028083	1.6302593	13.677594	0.00265	2.1547408	14.202076	0.0025013
1	21.5	1.117	0.0462884	0.3240186	12.808326	12.808326	0.5431032	13.351429	0.0027604	1.077451	13.885777	0.0026084	1.6021904	14.410516	0.0024656	2.1163854	14.924711	0.0023305
1	22.5	1.453	0.0442902	0.3100317	13.554502	13.554502	0.5341539	14.088656	0.0021216	1.0591277	14.61363	0.0020081	1.5740685	15.12857	0.0019009	2.0780462	15.632548	0.0017988
1	23.5	1.453	0.0442902	0.3100317	14.285863	14.285863	0.5251876	14.811105	0.0019817	1.0408065	15.326669	0.0018784	1.5460088	15.831871	0.0017801	2.0398758	16.325738	0.0016861
1	24.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.011514	15.011514	0.5162381	15.527752	0.0018466	1.0225547	16.034069	0.0017524	1.5181115	16.529625	0.0016624	2.0020049	17.013519	0.0015759
1	25.5	1.521	0.0452906	0.3170342	15.731456	15.731456	0.5073349	16.238791	0.0017335	1.0044307	16.735887	0.0016468	1.490462	17.221918	0.0015635	1.9645439	17.696	0.0014831

0.2381607

0.1816124

0.1531012

0.1340405

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	5			6			7			8			9		
		$\Delta\sigma'5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'5$ (t/m2)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma'6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'6$ (t/m2)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma'7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'7$ (t/m2)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma'8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'8$ (t/m2)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma'9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'9$ (t/m2)	Sc9 (m)
1	0.5	3.2374809	3.642153	0.01175	3.884975	4.289647	0.009823	4.532468	4.93714	0.008439	5.17996	5.584632	0.007398	5.827449	6.232122	0.006585
1	1.5	3.2369868	4.451004	0.009435	3.884328	5.098346	0.008151	4.53164	5.745658	0.007175	5.178915	6.392932	0.006408	5.826142	7.040159	0.005789
1	2.5	3.2351505	5.112005	0.009626	3.881928	5.758783	0.008476	4.528572	6.405427	0.007572	5.175049	7.051903	0.006841	5.821311	7.698166	0.006239
1	3.5	3.2311599	5.624345	0.008678	3.87672	6.269905	0.007731	4.521928	6.915113	0.006969	5.166695	7.55988	0.006343	5.810902	8.204087	0.005818
1	4.5	3.2243172	6.142431	0.007713	3.867809	6.785923	0.006937	4.51059	7.428704	0.006302	5.152484	8.070598	0.005771	5.793261	8.711375	0.00532
1	5.5	3.2140691	6.66571	0.007045	3.8545	7.306141	0.006388	4.493709	7.94535	0.00584	5.131407	8.583048	0.005376	5.767213	9.218854	0.004976
1	6.5	3.2000231	7.178634	0.006207	3.836316	7.814927	0.005665	4.47073	8.449342	0.005206	5.102837	9.081449	0.004812	5.732083	9.710694	0.004469
1	7.5	3.1819505	7.680975	0.005739	3.813	8.312025	0.005267	4.441385	8.94041	0.004861	5.066522	9.565547	0.004508	5.687671	10.1867	0.004197
1	8.5	3.1597789	8.18119	0.005309	3.784503	8.805914	0.004894	4.40567	9.427081	0.004533	5.022542	10.04395	0.004215	5.634191	10.6556	0.003931
1	9.5	3.133575	8.679345	0.004938	3.750954	9.296724	0.00457	4.36381	9.90958	0.004245	4.971253	10.51702	0.003956	5.572182	11.11795	0.003695
1	10.5	3.103522	9.169798	0.004675	3.71263	9.778906	0.00434	4.316207	10.38248	0.004042	4.913222	10.9795	0.003773	5.502422	11.5687	0.003527
1	11.5	3.0698939	9.652824	0.004372	3.669919	10.25285	0.004069	4.26339	10.84632	0.003797	4.849157	11.43209	0.003549	5.425839	12.00877	0.003321
1	12.5	3.0330303	10.13952	0.004041	3.623284	10.72977	0.003769	4.205975	11.31246	0.003523	4.779853	11.88634	0.003296	5.34344	12.44993	0.003086
1	13.5	2.9933124	10.63027	0.003786	3.573234	11.21019	0.003538	4.144618	11.78157	0.003312	4.70614	12.34309	0.003102	5.256249	12.8932	0.002905
1	14.5	2.9511418	11.11937	0.003192	3.520294	11.68852	0.002988	4.079987	12.24822	0.0028	4.628841	12.79707	0.002624	5.165262	13.33349	0.002458
1	15.5	2.9069236	11.60724	0.002999	3.464986	12.1653	0.002811	4.012732	12.71305	0.002636	4.548747	13.24907	0.002472	5.071417	13.77174	0.002316
1	16.5	2.8610527	12.1886	0.002575	3.407812	12.73536	0.002417	3.943468	13.27102	0.00227	4.466592	13.79414	0.00213	4.97557	14.30312	0.001996
1	17.5	2.8139039	12.86383	0.002389	3.349241	13.39917	0.002246	3.872765	13.92269	0.002112	4.383046	14.43297	0.001983	4.878491	14.92842	0.001859
1	18.5	2.7658251	13.49087	0.002376	3.289704	14.01475	0.002237	3.801136	14.52618	0.002105	4.298707	15.02375	0.001978	4.780853	15.5059	0.001855
1	19.5	2.717133	14.07004	0.00223	3.229588	14.5825	0.002101	3.729039	15.08195	0.001978	4.214097	15.56701	0.001859	4.683239	16.03615	0.001744
1	20.5	2.6681116	14.71545	0.00236	3.169237	15.21657	0.002226	3.656874	15.70421	0.002097	4.129667	16.177	0.001972	4.586144	16.63348	0.00185
1	21.5	2.6190112	15.42734	0.002202	3.10895	15.91728	0.002078	3.584985	16.39331	0.001959	4.045801	16.85413	0.001843	4.489982	17.29831	0.001729
1	22.5	2.5700498	16.12455	0.001701	3.048983	16.60349	0.001607	3.513664	17.06817	0.001515	3.96282	17.51732	0.001426	4.395094	17.9496	0.001338
1	23.5	2.5214147	16.80728	0.001596	2.989556	17.27542	0.001508	3.443155	17.72902	0.001423	3.880987	18.16685	0.001339	4.301754	18.58762	0.001257
1	24.5	2.4732644	17.48478	0.001492	2.930852	17.94237	0.001411	3.37366	18.38517	0.001332	3.800516	18.81203	0.001254	4.210183	19.2217	0.001177
1	25.5	2.4257314	18.15719	0.001405	2.873019	18.60447	0.001329	3.305341	19.0368	0.001255	3.721576	19.45303	0.001181	4.120548	19.852	0.001109
				0.119832			0.108577			0.099295			0.091408			0.084545

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	10			11			12			13			14		
		$\Delta\sigma'_{10}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{10}$ (t/m^2)	Sc10 (m)	$\Delta\sigma'_{11}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{11}$ (t/m^2)	Sc11 (m)	$\Delta\sigma'_{12}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{12}$ (t/m^2)	Sc12 (m)	$\Delta\sigma'_{13}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{13}$ (t/m^2)	Sc13 (m)	$\Delta\sigma'_{14}$ (t/m^2)	$\Sigma\sigma'_{14}$ (t/m^2)	Sc14 (m)
1	0.5	6.474937	6.879609	0.005934	7.122421	7.527093	0.005399	7.769901	8.174573	0.004954	8.417375	8.822047	0.004576	9.06484	9.469513	0.004251
1	1.5	6.473307	7.687324	0.005279	7.120388	8.334406	0.004852	7.767358	8.981375	0.004488	8.41417	9.628187	0.004175	9.060758	10.27478	0.003902
1	2.5	6.467295	8.34415	0.005733	7.112912	8.989766	0.005302	7.758033	9.634888	0.004931	8.402471	10.27933	0.004607	9.045942	10.9228	0.00432
1	3.5	6.454387	8.847572	0.005373	7.096925	9.490111	0.004988	7.738201	10.13139	0.004652	8.377757	10.77094	0.004355	9.014915	11.4081	0.004089
1	4.5	6.432609	9.350723	0.004932	7.070102	9.988216	0.004592	7.705153	10.62327	0.004292	8.336926	11.25504	0.004023	8.964218	11.88233	0.003777
1	5.5	6.400623	9.852264	0.004627	7.030963	10.4826	0.004318	7.657313	11.10895	0.004041	8.278401	11.73004	0.003788	8.892444	12.34408	0.003553
1	6.5	6.357744	10.33636	0.004165	6.978869	10.95748	0.003892	7.594187	11.5728	0.003644	8.201986	12.1806	0.003414	8.799931	12.77854	0.003197
1	7.5	6.303883	10.80291	0.003918	6.913925	11.41295	0.003664	7.516193	12.01522	0.00343	8.108575	12.6076	0.00321	8.688283	13.18731	0.002999
1	8.5	6.239448	11.26086	0.003674	6.836826	11.85824	0.003437	7.424427	12.44584	0.003216	7.999818	13.02123	0.003005	8.559874	13.58129	0.0028
1	9.5	6.16523	11.711	0.003456	6.748691	12.29446	0.003233	7.320435	12.86621	0.003023	7.877796	13.42357	0.00282	8.417444	13.96321	0.002621
1	10.5	6.082274	12.14855	0.0033	6.650901	12.71718	0.003087	7.206004	13.27228	0.002883	7.744776	13.81105	0.002685	8.263795	14.33007	0.002489
1	11.5	5.991773	12.5747	0.003107	6.54496	13.12789	0.002905	7.082999	13.66593	0.00271	7.603018	14.18595	0.00252	8.101602	14.68453	0.002331
1	12.5	5.894979	13.00147	0.002888	6.432397	13.53889	0.002698	6.953247	14.05974	0.002515	7.454659	14.56115	0.002334	7.933296	15.03979	0.002154
1	13.5	5.793133	13.43009	0.002718	6.314684	13.95164	0.002538	6.818457	14.45541	0.002363	7.301638	14.93859	0.00219	7.76102	15.39797	0.002018
1	14.5	5.687413	13.85564	0.002299	6.193187	14.36142	0.002146	6.680179	14.84841	0.001996	7.145669	15.3139	0.001848	7.586609	15.75484	0.001699
1	15.5	5.578907	14.27923	0.002166	6.069139	14.76946	0.002021	6.539779	15.2401	0.001878	6.988225	15.68854	0.001736	7.411608	16.11193	0.001594
1	16.5	5.468591	14.79614	0.001867	5.943628	15.27118	0.001741	6.398438	15.72599	0.001617	6.830551	16.1581	0.001493	7.237288	16.56484	0.00137
1	17.5	5.357326	15.40725	0.001739	5.817595	15.86752	0.001622	6.257155	16.30708	0.001505	6.673681	16.72361	0.00139	7.064682	17.11461	0.001273
1	18.5	5.245855	15.9709	0.001735	5.691836	16.41688	0.001617	6.116763	16.84181	0.001501	6.518457	17.2435	0.001384	6.894609	17.61966	0.001267
1	19.5	5.134809	16.48772	0.001631	5.567017	16.91993	0.001519	5.977944	17.33085	0.001409	6.365552	17.71846	0.001299	6.72771	18.08062	0.001188
1	20.5	5.024717	17.07205	0.00173	5.443685	17.49102	0.001612	5.841244	17.88858	0.001494	6.215497	18.26283	0.001376	6.564474	18.61181	0.001258
1	21.5	4.916011	17.72434	0.001617	5.322281	18.13061	0.001506	5.707096	18.51542	0.001396	6.068694	18.87702	0.001286	6.40526	19.21359	0.001175
1	22.5	4.809044	18.36355	0.001251	5.203151	18.75765	0.001166	5.575832	19.13033	0.001108	5.925446	19.47995	0.000994	6.250324	19.80483	0.000908
1	23.5	4.704091	18.98995	0.001175	5.086566	19.37243	0.001095	5.447698	19.73356	0.001014	5.785966	20.07183	0.000933	6.099832	20.38569	0.000852
1	24.5	4.601367	19.61288	0.0011	4.972725	19.98424	0.001024	5.322871	20.33438	0.000949	5.650396	20.66191	0.000873	5.953881	20.96539	0.000796
1	25.5	4.501034	20.23249	0.001037	4.861771	20.59323	0.000965	5.201468	20.93292	0.000894	5.518818	21.25027	0.000822	5.81251	21.54397	0.00075

0.078452

0.072942

0.067874

0.063136

0.058631

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	15			16			17			18			19		
		$\Delta\sigma'_{15}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{15}$ (t/m ²)	Sc15 (m)	$\Delta\sigma'_{16}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{16}$ (t/m ²)	Sc16 (m)	$\Delta\sigma'_{17}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{17}$ (t/m ²)	Sc17 (m)	$\Delta\sigma'_{18}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{18}$ (t/m ²)	Sc18 (m)	$\Delta\sigma'_{19}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{19}$ (t/m ²)	Sc19 (m)
1	0.5	9.712293	10.11697	0.00397	10.35973	10.7644	0.003724	11.00712	11.4118	0.003506	11.65446	12.05914	0.003312	12.23973	12.64441	0.002845
1	1.5	9.707013	10.92103	0.003662	10.35275	11.56677	0.003448	10.99765	12.21166	0.003257	11.64107	12.85509	0.003082	12.22038	13.4344	0.002646
1	2.5	9.687997	11.56485	0.004064	10.3279	12.20476	0.003832	10.96441	12.84126	0.003617	11.59522	13.47208	0.003412	12.15649	14.03335	0.002904
1	3.5	9.64864	12.04183	0.003847	10.2773	12.67048	0.003621	10.89822	13.2914	0.003404	11.50687	13.90006	0.003186	12.03895	14.43213	0.002673
1	4.5	9.585247	12.50336	0.003547	10.19732	13.11544	0.003328	10.79628	13.71439	0.003109	11.37555	14.29367	0.002881	11.87208	14.79019	0.002378
1	5.5	9.496897	12.94854	0.003329	10.08808	13.53972	0.003109	10.66062	14.11226	0.002884	11.2066	14.65824	0.002643	11.66585	15.11749	0.002148
1	6.5	9.384817	13.36343	0.002985	9.952204	13.93082	0.002774	10.49594	14.47455	0.002554	11.00755	14.98616	0.002317	11.43078	15.40939	0.001858
1	7.5	9.251613	13.75064	0.00279	9.793655	14.29268	0.002579	10.30793	14.80695	0.002358	10.786	15.28503	0.00212	11.17592	15.67495	0.00168
1	8.5	9.100589	14.122	0.002596	9.616846	14.63826	0.002388	10.10219	15.1236	0.002169	10.54863	15.57004	0.001935	10.9085	15.92991	0.00152
1	9.5	8.935238	14.48101	0.002421	9.426078	14.97185	0.002217	9.883771	15.42954	0.002002	10.30098	15.84675	0.001774	10.63403	16.1798	0.001383
1	10.5	8.75893	14.82521	0.002292	9.225248	15.29152	0.00209	9.656964	15.72324	0.001879	10.04746	16.11374	0.001655	10.35672	16.423	0.001283
1	11.5	8.57473	15.15766	0.00214	9.017738	15.60067	0.001944	9.425313	16.00824	0.00174	9.791573	16.3745	0.001527	10.07973	16.66266	0.001177
1	12.5	8.385321	15.49181	0.001973	8.806388	15.91288	0.001786	9.191679	16.29817	0.001594	9.535994	16.64248	0.001393	9.80541	16.9119	0.00107
1	13.5	8.192987	15.82994	0.001843	8.593538	16.23049	0.001665	8.958333	16.59529	0.001481	9.282796	16.91975	0.00129	9.535521	17.17248	0.000988
1	14.5	7.999632	16.16786	0.001549	8.381078	16.54931	0.001396	8.727055	16.89529	0.001239	9.033543	17.20177	0.001076	9.271354	17.43958	0.000822
1	15.5	7.806813	16.50713	0.001451	8.170509	16.87083	0.001305	8.499218	17.19954	0.001155	8.789403	17.48972	0.001002	9.013835	17.71415	0.000763
1	16.5	7.61578	16.94333	0.001245	7.963007	17.29056	0.001118	8.275861	17.60341	0.000988	8.551228	17.87878	0.000855	8.763611	18.09116	0.000651
1	17.5	7.427523	17.47745	0.001156	7.759472	17.8094	0.001037	8.057753	18.10768	0.000915	8.319617	18.36955	0.000791	8.521109	18.57104	0.000601
1	18.5	7.242808	17.96785	0.001149	7.560581	18.28563	0.001029	7.845446	18.57049	0.000908	8.094974	18.82002	0.000784	8.286581	19.01163	0.000595
1	19.5	7.062213	18.41512	0.001076	7.366823	18.71973	0.000963	7.639318	18.99223	0.000849	7.877543	19.23045	0.000732	8.060147	19.41306	0.000555
1	20.5	6.886163	18.9335	0.001139	7.178537	19.22587	0.001019	7.439604	19.48694	0.000897	7.667446	19.71478	0.000773	7.841821	19.88916	0.000585
1	21.5	6.714955	19.52328	0.001063	6.995942	19.80427	0.00095	7.246429	20.05476	0.000835	7.464707	20.27303	0.00072	7.631537	20.43986	0.000545
1	22.5	6.548782	20.10328	0.000821	6.819156	20.37366	0.000733	7.059831	20.61433	0.000645	7.269278	20.82378	0.000555	7.429166	20.98367	0.000442
1	23.5	6.387755	20.67362	0.00077	6.648224	20.93409	0.000687	6.879779	21.16564	0.000604	7.08105	21.36691	0.000519	7.234534	21.5204	0.000393
1	24.5	6.231916	21.24343	0.00072	6.483125	21.49464	0.000642	6.706189	21.7177	0.000564	6.899871	21.91139	0.000485	7.047431	22.05894	0.000367
1	25.5	6.081254	21.81271	0.000677	6.323795	22.05525	0.000604	6.538935	22.27039	0.00053	6.72556	22.45702	0.000456	6.867623	22.59908	0.000344

0.054274

0.049985

0.045682

0.041273

0.033192

c. Tinggi Timbunan 7 m

i. Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

Tahap 1			Tahap 2			Tahap 3			Tahap 4						
H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m				
H _{total}	0.35	m	H _{total}	0.70	m	H _{total}	1.05	m	H _{total}	1.40	m				
q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²				
B1	27.0298	m	B1	26.0298	m	B1	25.0298	m	B1	24.0298	m				
B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m				
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)				
0.5	0.0006597	1.5523003	0.6475	0.5	0.00071	1.55159	0.6475	0.5	0.00077	1.55082	0.6475	0.5	0.00083	1.54999	0.6475
1.5	0.001974	1.5153589	0.64746	1.5	0.00213	1.51323	0.64745	1.5	0.00229	1.51094	0.64744	1.5	0.00248	1.50845	0.64744
2.5	0.0032727	1.4785682	0.6473	2.5	0.00352	1.47505	0.64727	2.5	0.0038	1.47125	0.64724	2.5	0.00411	1.46713	0.64721
3.5	0.0045461	1.4420261	0.64695	3.5	0.00489	1.43714	0.64688	3.5	0.00527	1.43186	0.64681	3.5	0.0057	1.42616	0.64672
4.5	0.0057848	1.4058264	0.64634	4.5	0.00622	1.39961	0.6462	4.5	0.0067	1.39291	0.64605	4.5	0.00724	1.38567	0.64587
5.5	0.0069806	1.3700577	0.64541	5.5	0.00749	1.36256	0.64517	5.5	0.00807	1.3545	0.64449	5.5	0.00871	1.34579	0.64458
6.5	0.0081259	1.334802	0.64411	6.5	0.00871	1.32609	0.64373	6.5	0.00937	1.31672	0.64329	6.5	0.0101	1.30662	0.64278
7.5	0.0092147	1.3001338	0.6424	7.5	0.00987	1.29026	0.64184	7.5	0.0106	1.27967	0.64119	7.5	0.0114	1.26826	0.64044
8.5	0.010242	1.2661198	0.64025	8.5	0.01096	1.25516	0.63946	8.5	0.01174	1.24342	0.63856	8.5	0.01262	1.2308	0.63752
9.5	0.0112038	1.2328179	0.63763	9.5	0.01197	1.22085	0.63658	9.5	0.01281	1.20804	0.63538	9.5	0.01373	1.19431	0.634
10.5	0.0120977	1.2002775	0.63455	10.5	0.0129	1.18738	0.6332	10.5	0.01378	1.17359	0.63165	10.5	0.01475	1.15884	0.62989
11.5	0.0129222	1.1685392	0.63099	11.5	0.01376	1.15478	0.6293	11.5	0.01467	1.14011	0.62739	11.5	0.01567	1.12444	0.62521
12.5	0.0136769	1.1376352	0.62697	12.5	0.01454	1.1231	0.62492	12.5	0.01547	1.10763	0.6226	12.5	0.0165	1.09113	0.61997
13.5	0.0143624	1.1075898	0.62251	13.5	0.01524	1.09235	0.62007	13.5	0.01619	1.07616	0.61732	13.5	0.01722	1.05894	0.61422
14.5	0.0149799	1.0784196	0.61762	14.5	0.01587	1.06255	0.61477	14.5	0.01682	1.04573	0.61158	14.5	0.01786	1.02787	0.60799
15.5	0.0155315	1.0501343	0.61233	15.5	0.01642	1.03371	0.60907	15.5	0.01738	1.01633	0.60542	15.5	0.01841	0.99792	0.60133
16.5	0.0161098	1.0227376	0.60668	16.5	0.01691	1.00583	0.60299	16.5	0.01786	0.98797	0.59888	16.5	0.01888	0.96909	0.59429
17.5	0.0164476	0.9962274	0.60069	17.5	0.01733	0.9789	0.59658	17.5	0.01827	0.96063	0.59201	17.5	0.01928	0.94135	0.58693
18.5	0.0168183	0.9705968	0.59441	18.5	0.01769	0.95291	0.58987	18.5	0.01861	0.9343	0.58485	18.5	0.0196	0.91469	0.57928
19.5	0.0171353	0.9458348	0.58787	19.5	0.01799	0.92784	0.58291	19.5	0.0189	0.90895	0.57744	19.5	0.01986	0.88909	0.57141
20.5	0.0174022	0.9219268	0.5811	20.5	0.01824	0.90369	0.57573	20.5	0.01912	0.88456	0.56983	20.5	0.02006	0.8645	0.56334
21.5	0.0176227	0.8988553	0.57413	21.5	0.01844	0.88042	0.56837	21.5	0.0193	0.86111	0.56206	21.5	0.02021	0.8409	0.55514
22.5	0.0178003	0.8766005	0.56701	22.5	0.0186	0.858	0.56087	22.5	0.01943	0.83857	0.55416	22.5	0.02031	0.81826	0.54684
23.5	0.0179385	0.8551407	0.55976	23.5	0.01871	0.83643	0.55326	23.5	0.01952	0.81691	0.54618	23.5	0.02037	0.79654	0.53847
24.5	0.0180407	0.8344527	0.55242	24.5	0.01879	0.81566	0.54557	24.5	0.01957	0.79609	0.53814	24.5	0.02038	0.77571	0.53008
25.5	0.0181102	0.8145125	0.545	25.5	0.01883	0.79568	0.53783	25.5	0.01959	0.77609	0.53007	25.5	0.02037	0.75572	0.52168

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 5				Tahap 6				Tahap 7				Tahap 8				Tahap 9			
H_{timbunan}	0.35	m		H_{timbunan}	0.35	m		H_{timbunan}	0.35	m		H_{timbunan}	0.35	m		H_{timbunan}	0.35	m	
H_{total}	1.75	m		H_{total}	2.10	m		H_{total}	2.45	m		H_{total}	2.80	m		H_{total}	3.15	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²	
B1	23.0298	m		B1	22.0298	m		B1	21.0298	m		B1	20.0298	m		B1	19.0298	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)
0.5	0.0009	1.54909	0.6475	0.5	0.00099	1.5481	0.647497	0.5	0.001079	1.54702502	0.64749656	0.5	0.00118632	1.5458387	0.64749603	0.5	0.00131091	1.54452779	0.64749539
1.5	0.0027	1.50576	0.64743	1.5	0.00294	1.50281	0.64741925	1.5	0.003222	1.499589566	0.6474075	1.5	0.00354213	1.49604744	0.64739337	1.5	0.00391221	1.49213523	0.6473762
2.5	0.00447	1.46266	0.64717	2.5	0.00487	1.4578	0.64712965	2.5	0.005324	1.452472708	0.64707616	2.5	0.00584826	1.44662445	0.64701189	2.5	0.00645297	1.44017148	0.64693398
3.5	0.00619	1.41997	0.64662	3.5	0.00674	1.41324	0.64649785	3.5	0.00736	1.405877448	0.6463546	3.5	0.00807415	1.3978033	0.64618288	3.5	0.0088627	1.38890703	0.64597529
4.5	0.00784	1.37783	0.64566	4.5	0.00853	1.3693	0.64540886	4.5	0.009306	1.359993331	0.64511401	4.5	0.0101928	1.34980053	0.6447616	4.5	0.01120993	1.3385906	0.64433705
5.5	0.00942	1.33637	0.64421	5.5	0.01023	1.32614	0.64376739	5.5	0.01144	1.314992281	0.64324981	5.5	0.01218175	1.30281053	0.64263343	5.5	0.01336776	1.28944277	0.64189395
6.5	0.01091	1.29571	0.64219	6.5	0.01183	1.28388	0.64150065	6.5	0.012857	1.271025465	0.64068485	6.5	0.01402364	1.25700183	0.63971738	6.5	0.01535023	1.24165159	0.63856217
7.5	0.0123	1.25596	0.63957	7.5	0.01331	1.24266	0.63855957	7.5	0.014435	1.228221293	0.63737049	7.5	0.01570641	1.21251488	0.63596685	7.5	0.01714458	1.1953703	0.63429957
8.5	0.01359	1.21722	0.63632	8.5	0.01466	1.20256	0.63491851	8.5	0.015871	1.186684533	0.63328577	8.5	0.01722316	1.16946137	0.63136798	8.5	0.01874451	1.15071687	0.6291027
9.5	0.01476	1.17955	0.63241	9.5	0.0159	1.16366	0.63057377	9.5	0.017161	1.146496431	0.62843503	9.5	0.01857168	1.12792475	0.62593606	9.5	0.02014945	1.1077753	0.62300163
10.5	0.01582	1.14302	0.62787	10.5	0.017	1.12602	0.625541	10.5	0.018306	1.107715693	0.6228444	10.5	0.01975385	1.08796184	0.61971083	10.5	0.0213637	1.06659814	0.61605342
11.5	0.01677	1.10767	0.62271	11.5	0.01798	1.08969	0.61985216	11.5	0.019308	1.070380107	0.61655793	11.5	0.02077491	1.04960352	0.61275103	11.5	0.02239537	1.02720982	0.60833512
12.5	0.01761	1.07352	0.61697	12.5	0.01883	1.05468	0.61355206	12.5	0.020174	1.034508623	0.60963283	12.5	0.02164267	1.01286596	0.60512903	12.5	0.02325538	0.98961058	0.59993696
13.5	0.01835	1.04059	0.6107	13.5	0.01957	1.02101	0.60669496	13.5	0.02091	1.000103687	0.60213567	13.5	0.02236679	0.97773689	0.59692569	13.5	0.02395652	0.95378037	0.5909563
14.5	0.01899	1.00888	0.60393	14.5	0.0202	0.98868	0.59934135	14.5	0.021525	0.967153676	0.59413845	14.5	0.02295816	0.94419551	0.58822597	14.5	0.02451264	0.91968287	0.58149253
15.5	0.01953	0.97839	0.59673	15.5	0.02073	0.95766	0.59155509	15.5	0.022028	0.935635299	0.58571531	15.5	0.02342827	0.91220702	0.57911523	15.5	0.02493798	0.88726905	0.571643
16.5	0.01998	0.94911	0.58916	16.5	0.02116	0.92794	0.58340099	16.5	0.022429	0.905515865	0.57693986	16.5	0.02378881	0.88172706	0.56967639	16.5	0.02524665	0.8564804	0.56150015
17.5	0.02035	0.921	0.58126	17.5	0.02151	0.89949	0.57494281	17.5	0.022737	0.876755359	0.56788315	17.5	0.02405125	0.85270411	0.55998783	17.5	0.02545227	0.82725185	0.55114945
18.5	0.02065	0.89404	0.5731	18.5	0.02177	0.87227	0.56624181	18.5	0.022962	0.849308295	0.55861216	18.5	0.02422664	0.826508165	0.550122	18.5	0.02556764	0.79951401	0.54066822
19.5	0.02088	0.8682	0.56473	19.5	0.02197	0.84624	0.5573556	19.5	0.023113	0.82312532	0.54918879	19.5	0.02432541	0.79879991	0.54014457	19.5	0.02560468	0.77319523	0.53012511
20.5	0.02105	0.84345	0.5562	20.5	0.0221	0.82135	0.54833746	20.5	0.023198	0.798154576	0.53969625	20.5	0.02435723	0.77379734	0.53011407	20.5	0.02557424	0.7482231	0.51957999
21.5	0.02117	0.81974	0.54756	21.5	0.02217	0.79757	0.53923588	21.5	0.023226	0.774342836	0.53010387	21.5	0.02433098	0.75001186	0.52008186	21.5	0.02548614	0.72452571	0.50908426
22.5	0.02123	0.79703	0.53884	22.5	0.02219	0.77484	0.53009443	22.5	0.023203	0.751636433	0.52053702	22.5	0.02425472	0.72738172	0.51009235	22.5	0.02534916	0.70203255	0.49868138
23.5	0.02125	0.77529	0.53009	23.5	0.02217	0.75312	0.52095169	23.5	0.023136	0.729981996	0.51100732	23.5	0.02413569	0.7058463	0.50018341	23.5	0.0251711	0.6806752	0.48840747
24.5	0.02123	0.75448	0.52133	24.5	0.02212	0.73236	0.5118415	24.5	0.023032	0.709327027	0.501548	24.5	0.02398038	0.68534665	0.49038687	24.5	0.02495882	0.66038783	0.47829207
25.5	0.02118	0.73454	0.51261	25.5	0.02202	0.71252	0.50279313	25.5	0.022896	0.689620346	0.49218722	25.5	0.02379453	0.66582582	0.48072906	25.5	0.02471833	0.64110749	0.46835887

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 10			Tahap 11			Tahap 12			Tahap 13			Tahap 14							
H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m	H _{timbunan}	0.35	m					
H _{total}	3.50	m	H _{total}	3.85	m	H _{total}	4.20	m	H _{total}	4.55	m	H _{total}	4.90	m					
q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²	q	0.65	t/m ²					
B1	18.0298	m	B1	17.0298	m	B1	16.0298	m	B1	15.0298	m	B1	14.0298	m					
B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m	B2	1	m					
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)				
0.5	0.0014562	1.5430716	0.64749	0.5	0.00163	1.54144	0.64749	0.5	0.00183	1.53961	0.64749	0.5	0.00207	1.53754	0.64749	0.5	0.00237	1.53517	0.64749
1.5	0.0043433	1.4877919	0.64736	1.5	0.00485	1.48294	0.64733	1.5	0.00545	1.47749	0.6473	1.5	0.00617	1.47132	0.64725	1.5	0.00704	1.46429	0.6472
2.5	0.007156	1.4330155	0.64684	2.5	0.00798	1.42504	0.64672	2.5	0.00895	1.41608	0.64657	2.5	0.01011	1.40597	0.64639	2.5	0.01151	1.39446	0.64615
3.5	0.009849	1.379058	0.64572	3.5	0.01096	1.3681	0.64541	3.5	0.01227	1.35583	0.64502	3.5	0.01382	1.342	0.64453	3.5	0.01569	1.32632	0.6439
4.5	0.012384	1.3262066	0.64382	4.5	0.01375	1.31246	0.64319	4.5	0.01534	1.29711	0.6424	4.5	0.01723	1.27989	0.64142	4.5	0.01947	1.26042	0.64017
5.5	0.0147303	1.2747125	0.641	5.5	0.0163	1.25841	0.63991	5.5	0.01814	1.24027	0.63857	5.5	0.02028	1.21999	0.63689	5.5	0.02281	1.19719	0.63479
6.5	0.016866	1.2247856	0.63717	6.5	0.01861	1.20618	0.63549	6.5	0.02062	1.18556	0.63343	6.5	0.02295	1.16261	0.63089	6.5	0.02567	1.13694	0.62772
7.5	0.0187781	1.1765922	0.63231	7.5	0.02064	1.15595	0.62991	7.5	0.02278	1.13317	0.62699	7.5	0.02523	1.10794	0.62343	7.5	0.02807	1.07987	0.61904
8.5	0.0204616	1.1302552	0.62641	8.5	0.02241	1.10785	0.62319	8.5	0.02462	1.08323	0.61932	8.5	0.02713	1.0561	0.61646	8.5	0.03001	1.02608	0.60891
9.5	0.0219185	1.0858568	0.61954	9.5	0.02391	1.06195	0.61543	9.5	0.02615	1.0358	0.61052	9.5	0.02868	1.00712	0.60646	9.5	0.03154	0.97558	0.59755
10.5	0.0231566	1.0434415	0.61177	10.5	0.02516	1.01828	0.60672	10.5	0.02739	0.99089	0.60074	10.5	0.02989	0.961	0.59364	10.5	0.03269	0.92832	0.58517
11.5	0.0241878	1.003022	0.60319	11.5	0.02617	0.97685	0.59718	11.5	0.02837	0.94848	0.59013	11.5	0.03081	0.91767	0.58184	11.5	0.0335	0.88417	0.57204
12.5	0.0250271	0.9645834	0.59393	12.5	0.02697	0.93761	0.58697	12.5	0.02911	0.9085	0.57886	12.5	0.03146	0.87703	0.56941	12.5	0.03404	0.843	0.55836
13.5	0.0256913	0.928089	0.5841	13.5	0.02758	0.90051	0.5762	13.5	0.02965	0.87086	0.56709	13.5	0.03189	0.83897	0.55656	13.5	0.03433	0.80464	0.54436
14.5	0.0261979	0.893485	0.57381	14.5	0.02802	0.86546	0.56502	14.5	0.03	0.83546	0.55496	14.5	0.03213	0.80334	0.54343	14.5	0.03442	0.76892	0.5302
15.5	0.0265643	0.8607048	0.56317	15.5	0.02831	0.83239	0.55355	15.5	0.03019	0.8022	0.54262	15.5	0.0322	0.77	0.53018	15.5	0.03435	0.73565	0.51603
16.5	0.0268074	0.8296373	0.55229	16.5	0.02848	0.8012	0.54189	16.5	0.03025	0.77094	0.53016	16.5	0.03214	0.7388	0.51692	16.5	0.03414	0.70466	0.50198
17.5	0.0269434	0.8003085	0.54125	17.5	0.02853	0.77178	0.53015	17.5	0.0302	0.74158	0.51771	17.5	0.03197	0.70961	0.50377	17.5	0.03383	0.67578	0.48815
18.5	0.0269868	0.7725272	0.53014	18.5	0.02848	0.74404	0.5184	18.5	0.03006	0.71398	0.50533	18.5	0.03171	0.68227	0.49078	18.5	0.03343	0.64883	0.4746
19.5	0.0269512	0.746244	0.51902	19.5	0.02836	0.71788	0.50673	19.5	0.02984	0.68804	0.49311	19.5	0.03138	0.65666	0.47804	19.5	0.03298	0.62368	0.46139
20.5	0.0268487	0.7213744	0.50797	20.5	0.02818	0.6932	0.49517	20.5	0.02956	0.66363	0.48108	20.5	0.031	0.63264	0.46559	20.5	0.03247	0.60017	0.44857
21.5	0.02669	0.6978357	0.49702	21.5	0.02794	0.6699	0.48379	21.5	0.02923	0.64066	0.46931	21.5	0.03057	0.6101	0.45346	21.5	0.03193	0.57816	0.43615
22.5	0.0264845	0.6755548	0.48622	22.5	0.02766	0.64789	0.47263	22.5	0.02887	0.61902	0.45781	22.5	0.0301	0.58892	0.44168	22.5	0.03137	0.55755	0.42415
23.5	0.0262406	0.6544346	0.4756	23.5	0.02734	0.62709	0.4617	23.5	0.02847	0.59862	0.44661	23.5	0.02962	0.56901	0.43026	23.5	0.03079	0.53822	0.41259
24.5	0.0259653	0.6344225	0.4652	24.5	0.027	0.60743	0.45103	24.5	0.02805	0.57938	0.43573	24.5	0.02912	0.55026	0.41922	24.5	0.0302	0.52006	0.40145
25.5	0.025665	0.6154425	0.45502	25.5	0.02663	0.58881	0.44064	25.5	0.02761	0.5612	0.42517	25.5	0.02861	0.53259	0.40856	25.5	0.0296	0.50299	0.39075

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 15				Tahap 16				Tahap 17				Tahap 18				Tahap 19			
H _{timbunan}				H _{timbunan}				H _{timbunan}				H _{timbunan}				H _{timbunan}			
H _{total}				H _{total}				H _{total}				H _{total}				H _{total}			
q				q				q				q				q			
B1				B1				B1				B1				B1			
B2				B2				B2				B2				B2			
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ'1 (t/m ²)
0.5	0.00273	1.53244	0.64748612	0.5	0.003185	1.529256785	0.64748252	0.5	0.00376118	1.5254956	0.64747755	0.5	0.00450948	1.52098612	0.64747052	0.5	0.005506	1.515481	0.64746
1.5	0.00811	1.45618	0.64712998	1.5	0.009434	1.446746228	0.64703506	1.5	0.0111159	1.43563033	0.64690479	1.5	0.01328806	1.42234227	0.64672114	1.5	0.016159	1.406183	0.646454
2.5	0.01322	1.38123	0.64583053	2.5	0.015337	1.365895601	0.645411	2.5	0.01799192	1.34790368	0.6448398	2.5	0.0213868	1.32651688	0.64404267	2.5	0.025816	1.300701	0.642898
3.5	0.01794	1.30838	0.64308842	3.5	0.020708	1.287668213	0.64201256	3.5	0.02414385	1.26352436	0.64056402	3.5	0.02847614	1.23504822	0.63857069	3.5	0.034028	1.20102	0.635759
4.5	0.02216	1.23826	0.63856836	4.5	0.025419	1.212840321	0.63647188	4.5	0.02941553	1.18342479	0.63387378	4.5	0.03436997	1.14905482	0.62992018	4.5	0.040585	1.10847	0.624719
5.5	0.02581	1.17138	0.6321152	5.5	0.029404	1.141972724	0.6286635	5.5	0.03374271	1.10823001	0.62414896	5.5	0.03902142	1.06920859	0.61815497	5.5	0.045492	1.023717	0.610069
6.5	0.02887	1.10806	0.62374032	6.5	0.032652	1.07541158	0.61867376	6.5	0.0371393	1.03827228	0.61215465	6.5	0.04249233	0.99577995	0.60366775	6.5	0.0489	0.946879	0.592488
7.5	0.03136	1.04851	0.61358794	7.5	0.035197	1.013311126	0.60674465	7.5	0.03967509	0.97363604	0.59808539	7.5	0.04491314	0.92827289	0.58703253	7.5	0.05104	0.877683	0.572809
8.5	0.03331	0.99277	0.60189264	8.5	0.037102	0.955668785	0.59321098	8.5	0.04145255	0.91421624	0.58240596	8.5	0.04644598	0.86777026	0.56887638	8.5	0.052158	0.815612	0.551848
9.5	0.03478	0.94081	0.58893774	9.5	0.038443	0.902364076	0.57844444	9.5	0.04258731	0.85977777	0.56559247	9.5	0.04725748	0.81251929	0.5497909	9.5	0.052491	0.760028	0.530311
10.5	0.03581	0.8925	0.57520064	10.5	0.039306	0.853195277	0.56281151	10.5	0.04319433	0.81000095	0.54808441	10.5	0.04750208	0.76249888	0.53028398	10.5	0.052239	0.71026	0.508753
11.5	0.03649	0.84768	0.56042766	11.5	0.039772	0.807910488	0.54664631	11.5	0.04337943	0.76453106	0.53025912	11.5	0.04731379	0.71721726	0.51076234	11.5	0.051566	0.665651	0.487584
12.5	0.03685	0.80615	0.54541804	12.5	0.039915	0.766231989	0.53023641	12.5	0.04323517	0.722599682	0.51242288	12.5	0.0468039	0.67619291	0.49153338	12.5	0.050602	0.625591	0.467083
13.5	0.03696	0.76768	0.53021576	13.5	0.039802	0.727874093	0.51381817	13.5	0.04283959	0.68503451	0.49481275	13.5	0.04606188	0.63897263	0.47281706	13.5	0.049443	0.589529	0.447429
14.5	0.03687	0.73204	0.51500697	14.5	0.039489	0.692555458	0.49757819	14.5	0.04225674	0.65029872	0.47760401	14.5	0.04515798	0.60514074	0.45476149	14.5	0.048165	0.556976	0.428724
15.5	0.03662	0.69903	0.4999412	15.5	0.039023	0.660007	0.48165826	15.5	0.04153815	0.61846885	0.46092005	15.5	0.04414636	0.57432249	0.43745843	15.5	0.046819	0.527503	0.411013
16.5	0.03624	0.66842	0.48513464	16.5	0.038443	0.629976533	0.46616176	16.5	0.04072462	0.58925191	0.44484235	16.5	0.04306817	0.54618374	0.42095719	16.5	0.045446	0.500738	0.394302
17.5	0.03577	0.64001	0.47067453	17.5	0.037779	0.60223108	0.45116039	17.5	0.03984801	0.56238307	0.42941974	17.5	0.04195421	0.52042886	0.40527601	17.5	0.044072	0.476356	0.378572
18.5	0.03522	0.61362	0.45662371	18.5	0.037057	0.576557596	0.43670043	18.5	0.03893291	0.53766249	0.41467625	18.5	0.04082727	0.49679471	0.39041112	18.5	0.042717	0.45408	0.363787
19.5	0.03462	0.58906	0.44302504	19.5	0.036297	0.44280828	0.42280028	19.5	0.03799812	0.51476455	0.40061758	19.5	0.03970397	0.47509608	0.37634373	19.5	0.041394	0.433667	0.3499
20.5	0.03398	0.56619	0.42990535	20.5	0.035514	0.530671589	0.40949514	20.5	0.03705782	0.49361377	0.38723623	20.5	0.03859619	0.45501757	0.36304516	20.5	0.04011	0.414907	0.336861
21.5	0.03332	0.54485	0.41727883	21.5	0.03472	0.51012709	0.39676081	21.5	0.0361226	0.47400449	0.37451548	21.5	0.03751229	0.4364922	0.35048069	21.5	0.038872	0.39762	0.324616
22.5	0.03264	0.52491	0.40514996	22.5	0.033924	0.490987901	0.38459677	22.5	0.03520023	0.45557867	0.36243243	22.5	0.0364579	0.41932977	0.33861227	22.5	0.037682	0.381648	0.313112
23.5	0.03196	0.50626	0.39351582	23.5	0.033133	0.473127283	0.37298859	23.5	0.03429631	0.433883098	0.35096029	23.5	0.0354367	0.40339428	0.32740047	23.5	0.036542	0.366853	0.302298
24.5	0.03128	0.48879	0.38236803	24.5	0.032353	0.456431587	0.3619178	24.5	0.03341475	0.423021684	0.34007002	24.5	0.03445085	0.38856599	0.31680581	24.5	0.03545	0.353116	0.292124
25.5	0.0306	0.47239	0.37169426	25.5	0.031588	0.440798904	0.35136329	25.5	0.03255819	0.40824071	0.32973163	25.5	0.03350143	0.37473928	0.30678966	25.5	0.034408	0.340331	0.282544

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 20				Tahap 21				Tahap 22				Tahap 23			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m	
H _{total}	7.00	m		H _{total}	7.35	m		H _{total}	7.70	m		H _{total}	8.05	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²	
B1	8.0298	m		B1	7.0298	m		B1	6.0298	m		B1	5.0298	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ ¹ (t/m ²)
0.5	0.006872	1.508609	0.647444	0.5	0.008818	1.49979	0.647419	0.5	0.011726	1.488064	0.647376	0.5	0.01635	1.471714	0.647296
1.5	0.020062	1.386121	0.64605	1.5	0.025549	1.360572	0.64541	1.5	0.033591	1.326981	0.644335	1.5	0.04601	1.280971	0.642391
2.5	0.031732	1.268968	0.641197	2.5	0.039853	1.229116	0.638567	2.5	0.051355	1.177761	0.6343	2.5	0.06824	1.109521	0.626971
3.5	0.041271	1.159749	0.63168	3.5	0.050904	1.108846	0.625569	3.5	0.06397	1.1044876	0.61608	3.5	0.082016	0.962859	0.600757
4.5	0.048476	1.059994	0.617377	4.5	0.058605	1.001389	0.606764	4.5	0.071718	0.929672	0.591042	4.5	0.088737	0.840935	0.567202
5.5	0.053473	0.970244	0.598982	5.5	0.063354	0.90689	0.58353	5.5	0.075573	0.831316	0.561672	5.5	0.090543	0.740774	0.530404
6.5	0.056581	0.890299	0.577595	6.5	0.065763	0.824536	0.557556	6.5	0.076647	0.747889	0.530393	6.5	0.08932	0.65857	0.493478
7.5	0.058183	0.8195	0.554376	7.5	0.066452	0.753048	0.530368	7.5	0.075889	0.677159	0.499042	7.5	0.086411	0.590748	0.458291
8.5	0.058652	0.75696	0.53034	8.5	0.06595	0.69101	0.503136	8.5	0.074011	0.616999	0.4688	8.5	0.082674	0.534325	0.425746
9.5	0.058303	0.701725	0.506273	9.5	0.064669	0.637057	0.476654	9.5	0.071501	0.565555	0.440322	9.5	0.078624	0.486931	0.396143
10.5	0.05739	0.65287	0.482737	10.5	0.062905	0.589965	0.451404	10.5	0.068682	0.521283	0.413903	10.5	0.074553	0.44673	0.369452
11.5	0.056105	0.609546	0.460095	11.5	0.060869	0.548677	0.427645	11.5	0.065755	0.482922	0.38961	11.5	0.070617	0.412305	0.34548
12.5	0.054589	0.571003	0.438563	12.5	0.058701	0.512301	0.405476	12.5	0.062846	0.449456	0.367382	12.5	0.066896	0.38256	0.323969
13.5	0.052942	0.536587	0.418247	13.5	0.056497	0.480091	0.384901	13.5	0.060024	0.420066	0.347093	13.5	0.063421	0.356645	0.304649
14.5	0.051236	0.50574	0.399181	14.5	0.054315	0.451425	0.365864	14.5	0.057331	0.394094	0.328583	14.5	0.060199	0.333895	0.287262
15.5	0.049519	0.477984	0.381348	15.5	0.052194	0.42579	0.348277	15.5	0.054786	0.371005	0.311688	15.5	0.057222	0.313783	0.271573
16.5	0.047823	0.452914	0.364703	16.5	0.050156	0.402758	0.332037	16.5	0.052393	0.350365	0.296248	16.5	0.054477	0.295888	0.257375
17.5	0.046171	0.430186	0.349184	17.5	0.048212	0.381973	0.317035	17.5	0.050153	0.33182	0.282112	17.5	0.051947	0.279873	0.244484
18.5	0.044575	0.409056	0.334719	18.5	0.046368	0.363138	0.303166	18.5	0.04806	0.315077	0.269145	18.5	0.049613	0.265464	0.232744
19.5	0.043043	0.390624	0.321233	19.5	0.044624	0.346	0.290328	19.5	0.046106	0.299894	0.257224	19.5	0.047458	0.252436	0.222017
20.5	0.041579	0.373329	0.308654	20.5	0.042978	0.330351	0.278429	20.5	0.044282	0.286069	0.24624	20.5	0.045466	0.240603	0.212187
21.5	0.040183	0.357437	0.29691	21.5	0.041426	0.31601	0.267383	21.5	0.042579	0.273431	0.236095	21.5	0.04362	0.229811	0.203151
22.5	0.038857	0.342791	0.285935	22.5	0.039965	0.302826	0.25711	22.5	0.040988	0.261838	0.226705	22.5	0.041908	0.219931	0.194822
23.5	0.037597	0.329256	0.275666	23.5	0.038588	0.290668	0.247541	23.5	0.039499	0.251169	0.217994	23.5	0.040316	0.210853	0.187123
24.5	0.036401	0.316714	0.266045	24.5	0.037291	0.279424	0.238613	24.5	0.038106	0.241318	0.209895	24.5	0.038834	0.202485	0.179989
25.5	0.035267	0.305064	0.257021	25.5	0.036068	0.268997	0.230267	25.5	0.036799	0.232198	0.20235	25.5	0.037451	0.194747	0.173362

Tegangan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

Tahap 24				Tahap 25				Tahap 26			
H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.35	m		H _{timbunan}	0.14	m	
H _{total}	8.40	m		H _{total}	8.75	m		H _{total}	8.89	m	
q	0.65	t/m ²		q	0.65	t/m ²		q	0.26	t/m ²	
B1	4.0298	m		B1	3.0298	m		B1	2.0298	m	
B2	1	m		B2	1	m		B2	1	m	
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)	z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' ¹ (t/m ²)
0.5	0.024363	1.447352	0.647127	0.5	0.040109	1.407243	0.646707	0.5	0.077968	1.329275	0.257943
1.5	0.066512	1.214459	0.638516	1.5	0.103368	1.111091	0.629712	1.5	0.176711	0.93438	0.242171
2.5	0.093994	1.015527	0.613493	2.5	0.134613	0.880915	0.586732	2.5	0.198948	0.681967	0.211682
3.5	0.107216	0.855643	0.575002	3.5	0.142129	0.713514	0.530213	3.5	0.187973	0.525541	0.18043
4.5	0.110606	0.73033	0.530373	4.5	0.137756	0.592573	0.473096	4.5	0.168833	0.423741	0.154101
5.5	0.108443	0.632331	0.485492	5.5	0.128818	0.503513	0.421537	5.5	0.149965	0.353548	0.133117
6.5	0.103596	0.554974	0.443556	6.5	0.118793	0.436181	0.377129	6.5	0.133499	0.302682	0.116516
7.5	0.097703	0.493046	0.40581	7.5	0.109119	0.383927	0.339519	7.5	0.119619	0.264308	0.103264
8.5	0.091616	0.442709	0.37244	8.5	0.100302	0.342407	0.307759	8.5	0.107997	0.23441	0.092536
9.5	0.085747	0.401184	0.343156	9.5	0.092455	0.308729	0.280842	9.5	0.098231	0.210498	0.083721
10.5	0.080275	0.366455	0.317495	10.5	0.085533	0.280922	0.257881	10.5	0.089963	0.190959	0.076374
11.5	0.075258	0.337047	0.29497	11.5	0.07944	0.257607	0.238148	11.5	0.082902	0.174705	0.070171
12.5	0.070696	0.311864	0.27513	12.5	0.074066	0.237798	0.221056	12.5	0.076819	0.160979	0.064873
13.5	0.066562	0.290083	0.257581	13.5	0.069312	0.220771	0.206141	13.5	0.071534	0.149238	0.0603
14.5	0.062819	0.271076	0.241985	14.5	0.065088	0.205988	0.193031	14.5	0.066906	0.139082	0.056316
15.5	0.059427	0.254356	0.22806	15.5	0.061319	0.193037	0.181431	15.5	0.062823	0.130214	0.052817
16.5	0.056347	0.239541	0.215568	16.5	0.05794	0.181601	0.171104	16.5	0.059198	0.122403	0.04972
17.5	0.053544	0.226329	0.204311	17.5	0.054897	0.171432	0.161857	17.5	0.055959	0.115473	0.046962
18.5	0.050988	0.214477	0.194124	18.5	0.052145	0.162332	0.153534	18.5	0.05305	0.109282	0.044489
19.5	0.048648	0.203788	0.184868	19.5	0.049646	0.154142	0.146007	19.5	0.050423	0.103719	0.042261
20.5	0.046502	0.194101	0.176426	20.5	0.047368	0.146733	0.139169	20.5	0.04804	0.098693	0.040243
21.5	0.044528	0.185283	0.168698	21.5	0.045284	0.139999	0.132931	21.5	0.045869	0.09413	0.038408
22.5	0.042708	0.177223	0.161601	22.5	0.043371	0.133853	0.12722	22.5	0.043883	0.08997	0.036731
23.5	0.041024	0.169829	0.155061	23.5	0.041609	0.12822	0.121971	23.5	0.04206	0.086161	0.035193
24.5	0.039463	0.163022	0.149019	24.5	0.039981	0.123041	0.117133	24.5	0.04038	0.08266	0.033778
25.5	0.038012	0.156735	0.14342	25.5	0.038474	0.118261	0.112659	25.5	0.038829	0.079433	0.032472

iii. Perubahan tegangan saat $U < 100$ % Akibat Beban Bertahap

U	1	96.35%	95.84%	95.25%	94.58%	93.82%	92.95%	91.95%	90.82%	89.53%	88.05%	86.36%	84.44%	82.24%	79.74%	76.88%	73.61%	69.88%	65.62%	60.76%	55.20%	48.85%	41.60%	33.20%	23.79%	12.87%		
Tinggi Timbunan	0	0.35	0.7	1.05	1.4	1.75	2.1	2.45	2.8	3.15	3.5	3.85	4.2	4.55	4.9	5.25	5.6	5.95	6.30	6.65	7.00	7.35	7.70	8.05	8.40	8.75	8.89	
Umur timbunan	-	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
No	z (m)	σ^0 (t/m ²)	$\Delta\sigma^1$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^2$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{10}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{11}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{12}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{13}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{14}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{15}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{16}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{17}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{18}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{19}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{20}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{21}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{22}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{23}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{24}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{25}$ (t/m ²)	$\Delta\sigma^{26}$ (t/m ²)
1	0.5	0.4046724	0.61145	0.6139	0.61179	0.60823	0.60369	0.59828	0.59196	0.58467	0.57629	0.5667	0.56701	0.55601	0.54346	0.52914	0.5128	0.49416	0.47291	0.44868	0.42104	0.38953	0.3536	0.31262	0.26586	0.21251	0.15154	0.03298719
2	1.5	1.2140172	0.61865	0.61647	0.61322	0.60918	0.60439	0.59882	0.5924	0.58504	0.5766	0.56696	0.56718	0.55614	0.54355	0.52918	0.51279	0.49408	0.47275	0.4484	0.42063	0.38982	0.35272	0.31136	0.26404	0.20986	0.14772	0.03099146
3	2.5	1.8768548	0.62015	0.61728	0.6137	0.60949	0.60458	0.59892	0.59242	0.58498	0.57648	0.56676	0.56686	0.55573	0.54302	0.52882	0.51195	0.49303	0.47143	0.44673	0.4185	0.38619	0.34916	0.30669	0.25789	0.20182	0.13783	0.02711457
4	3.5	2.3931852	0.62052	0.61739	0.61367	0.60933	0.60432	0.59856	0.59197	0.58443	0.5758	0.56595	0.56586	0.55454	0.54161	0.52682	0.50992	0.49058	0.46844	0.44308	0.414	0.38061	0.34222	0.29805	0.24743	0.18935	0.12473	0.02313099
5	4.5	2.918114	0.62041	0.6171	0.61324	0.60877	0.60364	0.59775	0.59101	0.58331	0.5745	0.56444	0.56405	0.55243	0.53913	0.52391	0.50647	0.48648	0.46356	0.43723	0.40696	0.37215	0.3321	0.28612	0.23367	0.17484	0.11145	0.01976878
6	5.5	3.4516411	0.61986	0.61639	0.61237	0.60776	0.60246	0.5964	0.58946	0.58154	0.57247	0.56211	0.5613	0.54925	0.53545	0.51963	0.50148	0.48065	0.45672	0.42921	0.39758	0.36123	0.31956	0.27208	0.21869	0.16021	0.09942	0.01708591
7	6.5	3.9786114	0.61887	0.61523	0.61104	0.60623	0.60073	0.59444	0.58725	0.57903	0.56963	0.55888	0.55754	0.54495	0.53052	0.51396	0.49496	0.47314	0.44808	0.41929	0.38627	0.34848	0.3055	0.2571	0.20362	0.1465	0.08904	0.01496133
8	7.5	4.499025	0.61742	0.61359	0.60919	0.60416	0.59841	0.59184	0.58433	0.57575	0.56594	0.55473	0.55274	0.53952	0.52436	0.50697	0.48702	0.46414	0.43791	0.40787	0.37358	0.33462	0.29075	0.24204	0.18924	0.13414	0.08023	0.01326406
9	8.5	5.024111	0.61551	0.61145	0.60682	0.60152	0.59548	0.58858	0.58069	0.57169	0.56141	0.54966	0.54695	0.53301	0.51706	0.49878	0.47785	0.4539	0.42655	0.39538	0.36004	0.32025	0.27595	0.2275	0.17591	0.1232	0.07277	0.0118892
10	9.5	5.5457697	0.61313	0.60882	0.60391	0.59831	0.59193	0.58465	0.57634	0.56687	0.55606	0.54373	0.54022	0.52554	0.50875	0.48956	0.46767	0.44271	0.41435	0.38223	0.34611	0.30584	0.26155	0.21379	0.16377	0.11358	0.06645	0.01075893
11	10.5	6.0662759	0.61027	0.60568	0.60046	0.59452	0.58776	0.58007	0.5713	0.56132	0.54995	0.537	0.53266	0.5172	0.49958	0.47952	0.45671	0.43085	0.40162	0.36878	0.33215	0.29173	0.2478	0.20106	0.15281	0.10314	0.06105	0.00981656
12	11.5	6.5829297	0.60694	0.60205	0.59649	0.59018	0.58301	0.57487	0.56562	0.5551	0.54314	0.52956	0.51547	0.50185	0.48973	0.46884	0.44521	0.41857	0.38866	0.3553	0.31842	0.27814	0.23484	0.18933	0.14296	0.09772	0.0564	0.00902065
13	12.5	7.1064892	0.60315	0.59793	0.59201	0.58531	0.57771	0.5691	0.55934	0.54827	0.53572	0.5215	0.51547	0.49852	0.47935	0.45771	0.43337	0.40609	0.37567	0.34201	0.30512	0.26521	0.22275	0.1786	0.13411	0.09119	0.05237	0.00834062
14	13.5	7.6369544	0.59893	0.59335	0.58706	0.57994	0.5719	0.56281	0.55252	0.5409	0.52777	0.51294	0.50608	0.48845	0.4686	0.44631	0.42137	0.39359	0.36284	0.32907	0.29236	0.2525	0.21151	0.16879	0.12616	0.0854	0.04885	0.00757535
15	14.5	8.168231	0.59428	0.58835	0.58166	0.57412	0.56562	0.55604	0.54525	0.53308	0.51938	0.50397	0.49632	0.47807	0.45761	0.43477	0.40955	0.38123	0.3503	0.31658	0.28021	0.24153	0.20111	0.15984	0.11899	0.08025	0.04576	0.00724202
16	15.5	8.700319	0.58925	0.58294	0.57585	0.56789	0.55893	0.54888	0.53757	0.52488	0.51065	0.49469	0.4863	0.46749	0.44652	0.42322	0.39744	0.36909	0.33813	0.3046	0.2687	0.2308	0.19149	0.15166	0.11253	0.07566	0.04302	0.00679262
17	16.5	9.2375514	0.58386	0.57718	0.56969	0.5613	0.55137	0.53988	0.52639	0.51169	0.50165	0.48519	0.47612	0.45682	0.43542	0.41176	0.38574	0.35729	0.3254	0.29317	0.25783	0.22078	0.18261	0.14419	0.10667	0.07153	0.04058	0.00639489
18	17.5	10.049928	0.57816	0.57109	0.5632	0.55439	0.54456	0.53358	0.52132	0.50767	0.49246	0.47556	0.46686	0.44615	0.42439	0.40047	0.37431	0.34588	0.31515	0.28221	0.24761	0.21143	0.1744	0.13735	0.10135	0.06781	0.0384	0.00604504
19	18.5	10.725047	0.57216	0.56472	0.55642	0.54722	0.53696	0.52555	0.51286	0.49878	0.48315	0.46586	0.45659	0.43554	0.41351	0.38941	0.36319	0.33482	0.30438	0.27209	0.23798	0.20223	0.16681	0.1306	0.09651	0.06445	0.03643	0.0057229
20	19.5	11.352909	0.56589	0.55809	0.54943	0.53982	0.52916	0.51734	0.50425	0.48977	0.47378	0.45614	0.44537	0.42505	0.40282	0.37863	0.35242	0.32422	0.29411	0.26225	0.22894	0.19459	0.15978	0.12528	0.09208	0.06138	0.03465	0.0053646
21	20.5	12.047335	0.55941	0.55125	0.54222	0.53224	0.52121	0.50901	0.49556	0.48072	0.4644	0.44647	0.43526	0.41473	0.39237	0.36815	0.34203	0.31406	0.28433	0.25303	0.22045	0.187	0.15326	0.11996	0.08802	0.05859	0.03065	0.00517731
22	21.5	12.808326	0.55274	0.54424	0.53486	0.52451	0.51314	0.5006	0.48681	0.47167	0.45506	0.43689	0.4253	0.40462	0.3822	0.358	0.33203	0.30433	0.27503	0.24431	0.21247	0.17992	0.14721	0.11517	0.08429	0.05603	0.03156	0.00494141
23	22.5	13.554402	0.54591	0.53578	0.52528	0.51372	0.50125	0.4875	0.47265	0.45648	0.43844	0.42744	0.41552	0.39474	0.37231	0.34819	0.32242	0.29504	0.26619	0.23507	0.20247	0.17	0.13803	0.10645	0.07641	0.04951	0.02788	0.00472588
24	23.5	14.285863	0.53896	0.52892	0.5181	0.50684	0.49483	0.48369	0.46934	0.45369	0.43665	0.41814	0.40595	0.38512	0.36272	0.33873	0.31319	0.28617	0.2578	0.22829	0.19792	0.1671	0.13632	0.10623	0.07766	0.05152	0.02896	0.00452822
25	24.5	15.011514	0.53191	0.52248	0.51218	0.50093	0.48869	0.47526	0.46069	0.44484	0.42764	0.40902	0.396	0.37577	0.35344	0.32962	0.30435	0.27771	0.24983	0.22093	0.19128	0.16129	0.13143	0.10231	0.07471	0.04952	0.02782	0.00434631
26	25.5	15.731456	0.52479	0.51509	0.50452	0.49302	0.4805	0.46689	0.45211	0.4361	0.41879	0.4001	0.38749	0.36669	0.34448	0.32086	0.29588	0.26963	0.24226	0.21396	0.18503	0.15583	0.12684	0.09865	0.07197	0.04766	0.02676	0.00417835

iv. Perubahan Nilai Cu pada Minggu

U		$\Sigma\sigma'$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'$ (kg/cm ²)	PI (%)	Cu Lama (kg/cm ²)	Cu Baru (kg/cm ²)	Cu Transisi (kg/cm ²)
Tinggi Timbunan							
No	z (m)						
1	0.5	12.6354972	1.26355	33	0.079248059	0.24693267	0.16309036
2	1.5	13.4460557	1.344606	33	0.090344176	0.25804542	0.1741948
3	2.5	14.0641123	1.406411	53	0.093425744	0.22151382	0.15746978
4	3.5	14.4953783	1.449538	53	0.098852376	0.22604643	0.1624494
5	4.5	14.9026127	1.490261	51	0.105303174	0.2350953	0.17019923
6	5.5	15.2920056	1.529201	51	0.111081273	0.23931242	0.17519685
7	6.5	15.6538364	1.565384	53	0.115515206	0.23822182	0.17686851
8	7.5	15.9927643	1.599276	53	0.120984753	0.24178395	0.18138435
9	8.5	16.3212132	1.632121	53	0.126475031	0.24523595	0.18585549
10	9.5	16.6423774	1.664238	53	0.13198604	0.24861139	0.19029871
11	10.5	16.9530759	1.695308	53	0.13745656	0.25187683	0.19466669
12	11.5	17.2555365	1.725554	53	0.142886591	0.25505569	0.19897114
13	12.5	17.5624016	1.75624	51	0.150663278	0.26390081	0.20728204
14	13.5	17.8752146	1.787521	51	0.156408216	0.26728857	0.2118484
15	14.5	18.1891544	1.818915	51	0.162161942	0.27068854	0.21642524
16	15.5	18.5052872	1.850529	51	0.167924455	0.27411226	0.22101836
17	16.5	18.9189542	1.891895	36	0.197103505	0.32399776	0.26055063
18	17.5	19.4308222	1.943082	36	0.20666055	0.33076978	0.26871516
19	18.5	19.8988737	1.989887	47	0.196716293	0.30194008	0.24932819
20	19.5	20.3235901	2.032359	47	0.203917863	0.30681158	0.25536472
21	20.5	20.8192621	2.081926	37	0.231158667	0.34580776	0.28848321
22	21.5	21.3861376	2.138614	37	0.24110482	0.35321682	0.29716082
23	22.5	21.9429605	2.194296	35	0.255194779	0.36751624	0.31135551
24	23.5	22.4898675	2.248987	35	0.2649877	0.37483933	0.31991351
25	24.5	23.0360514	2.303605	36	0.27230233	0.37846696	0.32538464
26	25.5	23.5815472	2.358155	36	0.281827163	0.38568387	0.33375552

v. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

h	z (m)	eo	Cs	Minggu			1			2			3			4		
				Cc	σ'_0 (t/m ²)	σ'_c (t/m ²)	$\Delta\sigma'_1$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_1$ (t/m ²)	Sc1 (m)	$\Delta\sigma'_2$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_2$ (t/m ²)	Sc2 (m)	$\Delta\sigma'_3$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_3$ (t/m ²)	Sc3 (m)	$\Delta\sigma'_4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_4$ (t/m ²)	Sc4 (m)
1	0.5	0.939	0.03829	0.26801	0.40467	0.40467	0.6475	1.05217	0.05736	1.295	1.69967	0.02879	1.94249	2.34717	0.01938	2.58999	2.99466	0.01462
1	1.5	0.939	0.03829	0.26801	1.21402	1.21402	0.64746	1.86147	0.02566	1.29491	2.50892	0.01792	1.94235	3.15637	0.01378	2.58979	3.80381	0.0112
1	2.5	2.089	0.07229	0.50606	1.87685	1.87685	0.6473	2.52415	0.02108	1.29457	3.17142	0.01624	1.94181	3.81867	0.01321	2.58903	4.46588	0.01114
1	3.5	2.089	0.07229	0.50606	2.39319	2.39319	0.64695	3.04013	0.01702	1.29383	3.68701	0.01373	1.94063	4.33382	0.0115	2.58735	4.98054	0.0099
1	4.5	2.069	0.07029	0.49206	2.91811	2.91811	0.64634	3.56445	0.01393	1.29254	4.21065	0.0116	1.93859	4.8567	0.00994	2.58446	5.50257	0.00869
1	5.5	2.069	0.07029	0.49206	3.45164	3.45164	0.64541	4.09705	0.01194	1.29058	4.74222	0.01018	1.93547	5.38712	0.00888	2.58005	6.03169	0.00787
1	6.5	2.295	0.0723	0.50608	3.97861	3.97861	0.64411	4.62272	0.01001	1.28784	5.26645	0.0087	1.93113	5.90974	0.00769	2.57391	6.55253	0.00689
1	7.5	2.295	0.0723	0.50608	4.49903	4.49903	0.6424	5.14142	0.0089	1.28423	5.78326	0.00785	1.92542	6.42445	0.00701	2.56586	7.06489	0.00634
1	8.5	2.305	0.0723	0.50607	5.02141	5.02141	0.64025	5.66166	0.00798	1.27971	6.30112	0.00712	1.91826	6.93967	0.00642	2.55578	7.57719	0.00584
1	9.5	2.305	0.0723	0.50607	5.54577	5.54577	0.63763	6.1834	0.00724	1.27421	6.81998	0.00652	1.90959	7.45536	0.00592	2.5436	8.08937	0.00543
1	10.5	2.257	0.0723	0.50607	6.06628	6.06628	0.63455	6.70082	0.00671	1.26774	7.33402	0.00609	1.8994	7.96567	0.00558	2.52929	8.59557	0.00514
1	11.5	2.257	0.0723	0.50607	6.58293	6.58293	0.63099	7.21392	0.00618	1.2603	7.84323	0.00564	1.88768	8.47061	0.00519	2.51289	9.09582	0.00481
1	12.5	2.208	0.0703	0.49207	7.10649	7.10649	0.62697	7.73346	0.00563	1.25189	8.35838	0.00518	1.8745	8.98099	0.00479	2.49447	9.60096	0.00445
1	13.5	2.208	0.0703	0.49207	7.63695	7.63695	0.62251	8.25946	0.00522	1.24258	8.87953	0.00482	1.8599	9.49685	0.00448	2.47411	10.1111	0.00417
1	14.5	2.57	0.0703	0.49208	8.16823	8.16823	0.61762	8.78585	0.00436	1.23239	9.40062	0.00405	1.84397	10.0122	0.00377	2.45196	10.6202	0.00353
1	15.5	2.57	0.0703	0.49208	8.70032	8.70032	0.61233	9.31265	0.00407	1.2214	9.92172	0.00379	1.82682	10.5271	0.00355	2.42815	11.1285	0.00333
1	16.5	1.444	0.04429	0.31003	9.32755	9.32755	0.60668	9.93423	0.00347	1.20967	10.5372	0.00325	1.80856	11.1361	0.00305	2.40285	11.7304	0.00286
1	17.5	1.444	0.04429	0.31003	10.0499	10.0499	0.60069	10.6506	0.0032	1.19728	11.2472	0.003	1.78929	11.8392	0.00283	2.37621	12.4261	0.00267
1	18.5	1.759	0.05329	0.37304	10.725	10.725	0.59441	11.3195	0.00317	1.18429	11.9093	0.00298	1.76914	12.4942	0.00282	2.34842	13.0735	0.00266
1	19.5	1.759	0.05329	0.37304	11.3529	11.3529	0.58787	11.9408	0.00296	1.17078	12.5237	0.0028	1.74822	13.1011	0.00265	2.31963	13.6725	0.00251
1	20.5	1.117	0.04629	0.32402	12.0473	12.0473	0.5811	12.6284	0.00313	1.15683	13.2042	0.00296	1.72666	13.774	0.00281	2.29001	14.3373	0.00266
1	21.5	1.117	0.04629	0.32402	12.8083	12.8083	0.57413	13.3825	0.00291	1.14251	13.9508	0.00276	1.70457	14.5129	0.00263	2.25971	15.068	0.0025
1	22.5	1.453	0.04429	0.31003	13.5545	13.5545	0.56701	14.1215	0.00225	1.12788	14.6824	0.00214	1.68205	15.2365	0.00203	2.22889	15.7834	0.00194
1	23.5	1.453	0.04429	0.31003	14.2859	14.2859	0.55976	14.8456	0.00211	1.11302	15.3989	0.00201	1.6592	15.9451	0.00191	2.19768	16.4835	0.00182
1	24.5	1.521	0.04529	0.31703	15.0115	15.0115	0.55242	15.5639	0.00197	1.09799	16.1095	0.00188	1.63612	16.6476	0.00179	2.1662	17.1777	0.00171
1	25.5	1.521	0.04529	0.31703	15.7315	15.7315	0.545	16.2765	0.00186	1.08283	16.8143	0.00178	1.6129	17.3444	0.0017	2.13458	17.866	0.00162

0.24034

0.18377

0.15529

0.13629

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	5			6			7			8			9		
		$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^5$ (t/m ²)	Sc5 (m)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^6$ (t/m ²)	Sc6 (m)	$\Delta\sigma^7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^7$ (t/m ²)	Sc7 (m)	$\Delta\sigma^8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^8$ (t/m ²)	Sc8 (m)	$\Delta\sigma^9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^9$ (t/m ²)	Sc9 (m)
1	0.5	3.23749	3.64216	0.01175	3.88499	4.28966	0.00982	4.53248	4.93716	0.00844	5.17997906	5.58465146	0.007398	5.827474	6.23214685	0.00658512
1	1.5	3.23722	4.45123	0.00944	3.88464	5.09865	0.00815	4.53204	5.74606	0.00718	5.17943721	6.39345441	0.006409	5.826813	7.04083061	0.00578989
1	2.5	3.2362	5.11305	0.00963	3.88333	5.76018	0.00848	4.53041	6.40726	0.00757	5.17741774	7.05427254	0.006845	5.824352	7.70120652	0.0062429
1	3.5	3.23397	5.62716	0.00868	3.88047	6.27366	0.00774	4.52683	6.92001	0.00698	5.17300804	7.56619324	0.006352	5.818983	8.21216853	0.00582906
1	4.5	3.23011	6.14823	0.00773	3.87552	6.79364	0.00695	4.52064	7.43875	0.00632	5.16539776	8.08351171	0.005788	5.809735	8.72784876	0.00534022
1	5.5	3.22426	6.6759	0.00707	3.86802	7.31967	0.00641	4.51127	7.96292	0.00587	5.1539079	8.60554895	0.005404	5.795802	9.2474429	0.00500929
1	6.5	3.21611	7.19472	0.00624	3.85761	7.83622	0.0057	4.49829	8.4769	0.00524	5.1380099	9.1166213	0.004853	5.776572	9.75518347	0.00451577
1	7.5	3.20544	7.70446	0.00578	3.844	8.34302	0.00531	4.48137	8.98039	0.00491	5.11733436	9.61635936	0.004564	5.751634	10.2506589	0.00426074
1	8.5	3.1921	8.21351	0.00536	3.82702	8.84843	0.00495	4.4603	9.48171	0.0046	5.09167005	10.1130812	0.004287	5.720773	10.7421839	0.00401324
1	9.5	3.17601	8.72178	0.00501	3.80658	9.35235	0.00464	4.43502	9.98079	0.00432	5.06095455	10.6067242	0.004045	5.683956	11.2297259	0.00379562
1	10.5	3.15716	9.22344	0.00476	3.7827	9.84898	0.00443	4.40555	10.4718	0.00414	5.02525862	11.0915345	0.00388	5.641312	11.7075879	0.00364767
1	11.5	3.13561	9.71854	0.00447	3.75546	10.3384	0.00417	4.37202	10.9549	0.00391	4.98476645	11.5676962	0.003673	5.593102	12.1760313	0.00345859
1	12.5	3.1144	10.2179	0.00415	3.72499	10.8315	0.00388	4.33462	11.4411	0.00365	4.93975387	12.0462431	0.003433	5.539691	12.64618	0.00323768
1	13.5	3.08481	10.7218	0.00391	3.6915	11.3285	0.00367	4.29364	11.9306	0.00345	4.89056621	12.5275206	0.003252	5.481523	13.1184769	0.00307057
1	14.5	3.05589	11.2241	0.00331	3.65523	11.8235	0.00311	4.24937	12.4176	0.00293	4.83759732	13.0058283	0.002771	5.41909	13.5873209	0.00261831
1	15.5	3.02488	11.7252	0.00313	3.61644	12.3168	0.00295	4.20216	12.9025	0.00278	4.78127061	13.4815896	0.002628	5.352914	14.0532326	0.00248589
1	16.5	2.99201	12.3196	0.0027	3.57541	12.903	0.00255	4.15235	13.4799	0.00241	4.72202263	14.049574	0.00228	5.283523	14.6110742	0.00215892
1	17.5	2.95748	13.0074	0.00252	3.53242	13.5823	0.00238	4.1003	14.1502	0.00226	4.66028961	14.7102178	0.002138	5.211439	15.2613673	0.0020264
1	18.5	2.92152	13.6466	0.00252	3.48776	14.2128	0.00239	4.04637	14.7714	0.00226	4.59649669	15.321544	0.002147	5.137165	15.8622122	0.00203642
1	19.5	2.88436	14.2373	0.00238	3.44172	14.7946	0.00225	3.99091	15.3438	0.00214	4.53104987	15.8839586	0.002032	5.061175	16.4140837	0.0019278
1	20.5	2.84621	14.8935	0.00253	3.39455	15.4419	0.0024	3.93422	15.9816	0.00228	4.46433025	16.5116651	0.002169	4.98391	17.0312451	0.00205944
1	21.5	2.80727	15.6156	0.00237	3.3465	16.1548	0.00226	3.87661	16.6849	0.00215	4.39669029	17.2050162	0.00204	4.905775	17.7141005	0.0019383
1	22.5	2.76773	16.3222	0.00184	3.29782	16.8523	0.00175	3.81836	17.3729	0.00167	4.32845174	17.8829535	0.001588	4.827133	18.3816349	0.0015097
1	23.5	2.72776	17.0136	0.00174	3.24871	17.5346	0.00166	3.75972	18.0456	0.00158	4.25990486	18.5457675	0.001501	4.748312	19.0341749	0.00142683
1	24.5	2.68753	17.699	0.00163	3.19937	18.2109	0.00156	3.70092	18.7124	0.00148	4.19130864	19.2028226	0.001413	4.669601	19.6811147	0.00134367
1	25.5	2.64718	18.3786	0.00154	3.14998	18.8814	0.00147	3.64216	19.3736	0.00141	4.12289182	19.8543478	0.001339	4.591251	20.3227067	0.00127341
				0.12217			0.11104			0.10192			0.094228			0.08760146

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	10			11			12			13			14		
		$\Delta\sigma'_{10}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{10}$ (t/m ²)	Sc10 (m)	$\Delta\sigma'_{11}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{11}$ (t/m ²)	Sc11 (m)	$\Delta\sigma'_{12}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{12}$ (t/m ²)	Sc12 (m)	$\Delta\sigma'_{13}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{13}$ (t/m ²)	Sc13 (m)	$\Delta\sigma'_{14}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{14}$ (t/m ²)	Sc14 (m)
1	0.5	6.47496905	6.87964145	0.00593361	7.12246266	7.52713506	0.00539949	7.76995505	8.17462745	0.00495364	8.41744587	8.82211827	0.004576	9.064935	9.469607	0.004252
1	1.5	6.47416857	7.68818577	0.00528008	7.12149762	8.33551482	0.00485278	7.76879391	8.98281111	0.00448943	8.41604852	9.63006572	0.004177	9.063249	10.27727	0.003905
1	2.5	6.47119035	8.34804515	0.00573823	7.11791106	8.99476586	0.00530885	7.7644842	9.641339	0.00493899	8.41087024	10.287725	0.004617	9.057016	10.93387	0.004334
1	3.5	6.46470535	8.85789055	0.00538542	7.11011525	9.50330045	0.00500397	7.75513623	10.1483214	0.00467232	8.39966661	10.7928518	0.004381	9.04357	11.43675	0.004123
1	4.5	6.45355597	9.37166992	0.00495585	7.09674429	10.0148582	0.00462204	7.73914832	10.6572623	0.00432912	8.38056931	11.2986833	0.00407	9.020743	11.93886	0.003838
1	5.5	6.43680148	9.88844253	0.00466668	7.07671011	10.5283512	0.00436625	7.71527528	11.1669163	0.00410017	8.35216912	11.8038102	0.003862	8.986961	12.4386	0.003647
1	6.5	6.4137447	10.3923561	0.00422042	7.04923275	11.0278441	0.00395902	7.68266125	11.6612727	0.00372537	8.31354899	12.2921604	0.003514	8.941272	12.91988	0.003322
1	7.5	6.3839399	10.8829649	0.00399263	7.01384534	11.5128703	0.00375317	7.64083869	12.1398637	0.0035372	8.2642717	12.7632967	0.00334	8.883316	13.38234	0.003159
1	8.5	6.34718395	11.368895	0.00376903	6.97037746	11.9917886	0.00354898	7.5896995	12.6111106	0.00334873	8.20433238	13.2257435	0.003165	8.813247	13.83466	0.002993
1	9.5	6.30349423	11.8492639	0.00357119	6.91892234	12.464692	0.00336723	7.52944688	13.0752166	0.00317998	8.13408861	13.6798583	0.003006	8.731634	14.2774	0.002843
1	10.5	6.25307768	12.3193536	0.00343708	6.8597938	12.9260697	0.00324411	7.46053632	13.5268122	0.00306549	8.05418041	14.1204563	0.002898	8.639353	14.70563	0.00274
1	11.5	6.19629494	12.7792246	0.00326279	6.79347894	13.3764086	0.00308197	7.38361365	13.9665434	0.00291328	7.96545007	14.5483798	0.002754	8.537486	15.12042	0.002602
1	12.5	6.13362339	13.2401126	0.00305738	6.72059091	13.8270801	0.00288965	7.29945561	14.4059448	0.00273204	7.86886869	14.9753579	0.002582	8.427231	15.53372	0.002439
1	13.5	6.06562177	13.7025762	0.00290192	6.64182529	14.2787797	0.00274394	7.20891702	14.8458714	0.0025945	7.76547351	15.4024279	0.002452	8.30983	15.94678	0.002314
1	14.5	5.99289838	14.1611294	0.0024761	6.55792204	14.726153	0.00234203	7.1128863	15.2811173	0.00221445	7.65631729	15.8245483	0.002092	8.186514	16.35475	0.001973
1	15.5	5.91608384	14.6164028	0.00235207	6.46963401	15.169953	0.00222519	7.01225008	15.7125691	0.00210379	7.54243	16.242749	0.001987	8.058462	16.75878	0.001872
1	16.5	5.83580886	15.1633603	0.00204403	6.37770219	15.7052536	0.00193445	6.90786654	16.2354179	0.00182904	7.42479121	16.7523426	0.001727	7.926775	17.25433	0.001627
1	17.5	5.75268702	15.8026152	0.00192	6.28283715	16.3327653	0.00181791	6.80054636	16.8504746	0.00171917	7.30431188	17.3542401	0.001623	7.792459	17.84239	0.001528
1	18.5	5.667302	16.3923493	0.00193045	6.18570609	16.9107534	0.00182827	6.69104039	17.4160877	0.00172901	7.18182362	17.9068709	0.001632	7.656422	18.38147	0.001536
1	19.5	5.58019881	16.9331075	0.00182804	6.08692452	17.4398332	0.00173145	6.58003245	17.9329412	0.00163728	7.05807368	18.4109824	0.001545	7.519466	18.87237	0.001453
1	20.5	5.49187838	17.5392133	0.00195356	5.98705167	18.0343866	0.00185064	6.46813639	18.5154713	0.00174994	6.93372423	18.9810591	0.001651	7.382291	19.42963	0.001553
1	21.5	5.40279475	18.2111206	0.00183936	5.88658889	18.6949148	0.00174282	6.35589608	19.164222	0.00164806	6.80935469	19.6176806	0.001555	7.245503	20.05383	0.001462
1	22.5	5.31335432	18.8678561	0.00143305	5.78598013	19.3404819	0.00135801	6.24378763	19.7982894	0.00128416	6.68546609	20.2399679	0.001211	7.109619	20.66412	0.001138
1	23.5	5.22391672	19.5097793	0.00135467	5.68561404	19.9714766	0.00128383	6.13227308	20.4180857	0.00121394	6.5624866	20.8483492	0.001145	6.975075	21.26094	0.001076
1	24.5	5.13479671	20.1463107	0.00127591	5.58582715	20.5973411	0.00120924	6.02155497	21.033069	0.00114332	6.44077786	21.4522919	0.001078	6.842232	21.85375	0.001013
1	25.5	5.04626685	20.7777228	0.00120933	5.48690756	21.2183636	0.00114614	5.91208144	21.6435374	0.00108357	6.32064141	22.0520974	0.001021	6.711139	22.44285	0.000959
				0.08178887			0.07661144			0.07193599			0.06766			0.0637

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	15			16			17			18			19			20		
		$\Delta\sigma'_{15}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{15}$ (t/m ²)	Sc15 (m)	$\Delta\sigma'_{16}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{16}$ (t/m ²)	Sc16 (m)	$\Delta\sigma'_{17}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{17}$ (t/m ²)	Sc17 (m)	$\Delta\sigma'_{18}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{18}$ (t/m ²)	Sc18 (m)	$\Delta\sigma'_{19}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{19}$ (t/m ²)	Sc19 (m)	$\Delta\sigma'_{20}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{20}$ (t/m ²)	Sc20 (m)
1	0.5	9.712421	10.11709	0.00397	10.3599	10.76458	0.003724	11.00738	11.41205	0.003506	11.65485	12.05952	0.003313	12.30231	12.70698	0.003139	12.94976	13.35443	0.002983
1	1.5	9.710379	10.9244	0.003666	10.35741	11.57143	0.003454	11.00432	12.21834	0.003265	11.65104	12.86506	0.003096	12.29749	13.51151	0.002943	12.94354	14.15756	0.002804
1	2.5	9.702846	11.5797	0.004083	10.34826	12.22511	0.003859	10.9931	12.86955	0.003657	11.63714	13.51399	0.003474	12.28004	14.15689	0.003307	12.92123	14.79809	0.003152
1	3.5	9.686658	12.07984	0.003892	10.32867	12.72186	0.003684	10.96923	13.36242	0.003495	11.60781	14.00099	0.003321	12.24356	14.63675	0.00316	12.87524	15.26843	0.003006
1	4.5	9.659311	12.57743	0.003628	10.29578	13.2139	0.003437	10.92947	13.84758	0.003262	11.55939	14.4775	0.003098	12.18411	15.10222	0.002942	12.80149	15.7196	0.00279
1	5.5	9.619076	13.07072	0.003452	10.24774	13.69938	0.003271	10.87189	14.32353	0.003102	11.49004	14.94168	0.002942	12.10011	15.55175	0.002787	12.69909	16.15074	0.002632
1	6.5	9.565012	13.54362	0.003145	10.18369	14.1623	0.002979	10.79584	14.77445	0.002823	11.39951	15.37812	0.002671	11.992	15.97061	0.002522	12.56959	16.5482	0.00237
1	7.5	9.496904	13.99593	0.00299	10.10365	14.60267	0.002831	10.70173	15.20076	0.002678	11.28877	15.78779	0.002527	11.86158	16.3606	0.002377	12.41595	16.91498	0.002223
1	8.5	9.415139	14.43655	0.002832	10.00835	15.02976	0.002678	10.59076	15.61217	0.002528	11.15963	16.18104	0.00238	11.71148	16.73289	0.00223	12.24182	17.26323	0.002075
1	9.5	9.320571	14.86634	0.002688	9.899016	15.44479	0.002538	10.46461	16.01038	0.002392	11.0144	16.56017	0.002245	11.54471	17.09048	0.002096	12.05098	17.59675	0.001941
1	10.5	9.214373	15.28065	0.002588	9.777185	15.84346	0.002441	10.32527	16.39155	0.002295	10.85555	16.92183	0.002149	11.36431	17.43058	0.001999	11.84704	17.91332	0.001843
1	11.5	9.097914	15.68084	0.002456	9.64456	16.22749	0.002312	10.17482	16.75775	0.00217	10.68558	17.26851	0.002026	11.17316	17.75609	0.001879	11.63326	18.21619	0.001726
1	12.5	8.972649	16.07914	0.002299	9.502886	16.60937	0.002161	10.01531	17.1218	0.002024	10.50684	17.61333	0.001885	10.97392	18.08041	0.001744	11.41249	18.51898	0.001597
1	13.5	8.840046	16.477	0.002179	9.353864	16.99082	0.002046	9.848677	17.48563	0.001912	10.32149	17.95845	0.001777	10.76892	18.40588	0.001639	11.18717	18.82413	0.001497
1	14.5	8.701521	16.86975	0.001856	9.199099	17.36733	0.00174	9.676703	17.84493	0.001624	10.13146	18.2997	0.001506	10.56019	18.72842	0.001386	10.95937	19.1276	0.001262
1	15.5	8.558403	17.25872	0.00176	9.040061	17.74038	0.001648	9.500981	18.2013	0.001535	9.93844	18.63876	0.001422	10.34945	19.04977	0.001306	10.7308	19.43112	0.001187
1	16.5	8.411909	17.73946	0.001528	8.878071	18.20562	0.001429	9.322913	18.65046	0.00133	9.74387	19.07142	0.00123	10.13817	19.46572	0.001127	10.50288	19.83043	0.001023
1	17.5	8.263134	18.31306	0.001434	8.714294	18.76422	0.001341	9.143714	19.19364	0.001247	9.54899	19.59892	0.001151	9.927562	19.97749	0.001054	10.27675	20.32667	0.000955
1	18.5	8.113046	18.83809	0.001441	8.549746	19.27479	0.001346	8.964423	19.68947	0.00125	9.354834	20.07988	0.001153	9.718621	20.44367	0.001054	10.05334	20.77839	0.000954
1	19.5	7.962491	19.3154	0.001363	8.385299	19.73821	0.001272	8.785917	20.13883	0.00118	9.16226	20.51517	0.001087	9.512161	20.86507	0.000993	9.833394	21.1863	0.000897
1	20.5	7.812196	19.85953	0.001455	8.221691	20.26903	0.001357	8.608927	20.65626	0.001258	8.971972	21.01931	0.001158	9.308834	21.35617	0.001057	9.617487	21.66482	0.000954
1	21.5	7.662782	20.47111	0.001369	8.059542	20.86787	0.001276	8.434058	21.24238	0.001182	8.784539	21.59286	0.001088	9.109155	21.91748	0.000992	9.406065	22.21439	0.000894
1	22.5	7.514769	21.06927	0.001066	7.899366	21.45387	0.000993	8.261798	21.8163	0.00092	8.60041	22.15491	0.000845	8.913523	22.46802	0.00077	9.199457	22.75396	0.000694
1	23.5	7.36859	21.65445	0.001007	7.741579	22.02744	0.000937	8.092539	22.3784	0.000868	8.41994	22.7058	0.000797	8.722238	23.0081	0.000726	8.997904	23.28377	0.000654
1	24.5	7.2246	22.23611	0.000947	7.586518	22.59803	0.000882	7.926588	22.9381	0.000816	8.243394	23.25491	0.000749	8.535518	23.54703	0.000682	8.801564	23.81308	0.000614
1	25.5	7.083084	22.81454	0.000897	7.434447	23.1659	0.000835	7.764179	23.49563	0.000772	8.070968	23.80242	0.000709	8.353513	24.08497	0.000644	8.610534	24.34199	0.00058
			0.05999			0.056471			0.05309			0.049801		0.046555				0.043305	

Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (lanjutan)

h	z (m)	21			22			23			24			25			26		
		$\Delta\sigma'_{21}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{21}$ (t/m ²)	Sc21 (m)	$\Delta\sigma'_{22}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{22}$ (t/m ²)	Sc22 (m)	$\Delta\sigma'_{23}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{23}$ (t/m ²)	Sc23 (m)	$\Delta\sigma'_{24}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{24}$ (t/m ²)	Sc24 (m)	$\Delta\sigma'_{25}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{25}$ (t/m ²)	Sc25(m)	$\Delta\sigma'_{26}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{26}$ (t/m ²)	Sc26 (m)
1	0.5	13.59718	14.00185	0.002842	14.24455	14.64922	0.002713	14.89185	15.29652	0.002596	15.53897	15.94365	0.002487	16.18568	16.59035	0.002387	16.44362	16.8483	0.000926
1	1.5	13.58895	14.80297	0.002676	14.23329	15.44731	0.002558	14.87568	16.0897	0.002446	15.51419	16.72821	0.002336	16.14391	17.35792	0.002218	16.38608	17.6009	0.000832
1	2.5	13.5598	15.43666	0.003006	14.1941	16.07096	0.002865	14.82107	16.69793	0.002723	15.43456	17.31142	0.002567	16.0213	17.89815	0.002371	16.23298	18.10983	0.000837
1	3.5	13.50081	15.894	0.002857	14.11689	16.51008	0.002706	14.71765	17.11084	0.002543	15.29265	17.68584	0.002352	15.82286	18.21605	0.002102	16.00329	18.39648	0.000701
1	4.5	13.40825	16.32636	0.002637	13.99929	16.91741	0.002476	14.56649	17.48461	0.002296	15.09687	18.01498	0.002081	15.56996	18.48808	0.001805	15.72407	18.64218	0.000578
1	5.5	13.28262	16.73427	0.002471	13.8443	17.29594	0.002299	14.3747	17.82634	0.002103	14.86019	18.31183	0.001871	15.28173	18.73337	0.001585	15.41485	18.86649	0.000493
1	6.5	13.12715	17.10576	0.00221	13.65754	17.63615	0.002037	14.15102	18.12963	0.001841	14.59458	18.57319	0.001612	14.9717	18.95032	0.001341	15.08822	19.06683	0.000409
1	7.5	12.94632	17.44534	0.002059	13.44536	17.94439	0.001881	13.90365	18.40268	0.001682	14.30946	18.80849	0.001455	14.64898	19.14801	0.001193	14.75225	19.25127	0.000359
1	8.5	12.74496	17.76637	0.00191	13.21376	18.23517	0.001732	13.6395	18.66091	0.001535	14.01194	19.03335	0.001314	14.3197	19.34111	0.001067	14.41224	19.43365	0.000317
1	9.5	12.52764	18.07341	0.001777	12.96796	18.51373	0.001601	13.3641	18.90987	0.001408	13.70726	19.25303	0.001196	13.9881	19.53387	0.000963	14.07182	19.61759	0.000284
1	10.5	12.29845	18.36472	0.001679	12.71235	18.77863	0.001504	13.0818	19.14808	0.001315	13.3993	19.46557	0.00111	13.65718	19.72345	0.000888	13.73355	19.79983	0.000261
1	11.5	12.06091	18.64383	0.001566	12.45051	19.03344	0.001396	12.79599	19.37892	0.001214	13.09096	19.67389	0.001019	13.32911	19.91204	0.000812	13.39928	19.98221	0.000237
1	12.5	11.81796	18.92445	0.001443	12.18535	19.29184	0.001281	12.50931	19.6158	0.001109	12.78445	19.89093	0.000928	13.0055	20.11199	0.000736	13.07037	20.17686	0.000215
1	13.5	11.57207	19.20903	0.001348	11.91916	19.55612	0.001193	12.22381	19.86077	0.00103	12.48139	20.11835	0.000858	12.68754	20.32449	0.000679	12.74783	20.38479	0.000197
1	14.5	11.32523	19.49347	0.001134	11.65382	19.82205	0.001001	11.94108	20.10931	0.000861	12.18306	20.3513	0.000716	12.37609	20.54433	0.000565	12.43241	20.60064	0.000164
1	15.5	11.07908	19.7794	0.001063	11.39077	20.09108	0.000936	11.66234	20.36266	0.000804	11.8904	20.59072	0.000667	12.07183	20.77215	0.000525	12.12465	20.82497	0.000152
1	16.5	10.83491	20.16246	0.000915	11.13116	20.45871	0.000804	11.38853	20.71609	0.000689	11.6041	20.93165	0.00057	11.77521	21.10276	0.000449	11.82493	21.15248	0.00013
1	17.5	10.59378	20.64371	0.000853	10.87589	20.92582	0.000748	11.12038	21.17031	0.00064	11.32469	21.37462	0.000529	11.48655	21.53647	0.000416	11.53351	21.58343	0.00012
1	18.5	10.3565	21.08155	0.000851	10.62565	21.3507	0.000745	10.85839	21.58344	0.000637	11.05252	21.77757	0.000526	11.20605	21.9311	0.000413	11.25054	21.97559	0.000119
1	19.5	10.12372	21.47663	0.000799	10.38095	21.73385	0.000699	10.62096	21.95587	0.000597	10.78783	22.14074	0.000492	10.93384	22.28675	0.000386	10.9761	22.32901	0.000111
1	20.5	9.895917	21.94325	0.000849	10.14216	22.18949	0.000742	10.35434	22.40168	0.000633	10.53077	22.5781	0.000521	10.66994	22.71727	0.000408	10.71018	22.75752	0.000118
1	21.5	9.673448	22.48177	0.000795	9.909543	22.71787	0.000694	10.11269	22.92102	0.000592	10.28139	23.08972	0.000487	10.41432	23.22265	0.000382	10.45273	23.26106	0.00011
1	22.5	9.456568	23.01107	0.000617	9.683273	23.23777	0.000538	9.878095	23.4326	0.000458	10.0397	23.5942	0.000377	10.16692	23.72142	0.000295	10.20365	23.75815	8.49E-05
1	23.5	9.245445	23.53131	0.00058	9.463439	23.74993	0.000506	9.650562	23.93643	0.000431	9.805624	24.09149	0.000354	9.927595	24.21346	0.000277	9.962788	24.24865	7.97E-05
1	24.5	9.040176	24.05169	0.000545	9.250071	24.26159	0.000475	9.430061	24.44157	0.000404	9.57908	24.59059	0.000332	9.696212	24.70773	0.00026	9.72999	24.7415	7.46E-05
1	25.5	8.8408	24.57226	0.000514	9.04315	24.77461	0.000448	9.216512	24.94797	0.000381	9.359932	25.09139	0.000313	9.472591	25.20405	0.000245	9.505062	25.23652	7.03E-05
				0.039998			0.036576			0.032965			0.029073			0.024767			0.007979

LAMPIRAN 9

PERHITUNGAN PERENCANAAN PERKUATAN UNTUK OPRIT TIMBUNAN MIRING

- Geotextile Wall Arah Memanjang

Layer	z (m)	ohs (kN/m ²)	ohq (kN/m ²)	oh (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Le + Lr (m)	Lpakai (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	Ltotal (m)	Lpakai (m)
1	7.00	35.09321	4.634896	39.72810764	0.404263052	0.4	0.14037552	1	16.43	17.43	18	0.5	1	19.4	20
2	6.60	33.08789	4.634896	37.72278124	0.425753498	0.4	0.14136807	1	16.63	17.63	18	0.5	1	19.4	20
3	6.20	31.08256	4.634896	35.71745484	0.449657069	0.4	0.14248868	1	17.01	18.01	19	0.5	1	20.4	21
4	5.80	29.07723	4.634896	33.71212844	0.476404392	0.4	0.14376386	1	17.35	18.35	19	0.5	1	20.4	21
5	5.40	27.07191	4.634896	31.70680204	0.506535034	0.5	0.18153495	1	17.66	18.66	19	0.5	1	20.5	21
6	4.90	24.56525	4.634896	29.20014403	0.550018042	0.5	0.18424278	1	17.94	18.94	19	0.5	1	20.5	21
7	4.40	22.05859	4.634896	26.69348603	0.601667614	0.6	0.22507923	1	18.18	19.18	20	0.5	1	21.6	22
8	3.80	19.0506	4.634896	23.68549643	0.678077663	0.6	0.23124998	1	18.42	19.42	20	0.5	1	21.6	22
9	3.20	16.04261	4.634896	20.67750683	0.776718692	0.7	0.27969055	1	18.61	19.61	20	0.5	1	21.7	22
10	2.50	12.53329	4.634896	17.16818563	0.93548651	0.9	0.38217164	1	18.78	19.78	20	0.5	1	21.9	22
11	1.60	8.021306	4.634896	12.65620123	1.268991048	1.2	0.58694336	1	18.92	19.92	20	0.5	1	22.2	23

- Geotextile Arah Melintang**
Kebutuhan Timbunan B

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	Si (kN)	Ti.Si (kNm)	x (buah)	Ti.Si.x (kNm)
1	0.25	3.00	5.35	31.5	168.6	1.0	168.6
2	0.25	2.75	5.10	31.5	160.7	1.0	160.7
3	0.25	2.50	4.85	31.5	152.8	1.0	152.8
4	0.25	2.25	4.60	31.5	145.0	1.0	145.0
5	0.25	2.00	4.35	31.5	137.1	1.0	137.1
6	0.25	1.75	4.10	31.5	129.2	1.0	129.2
7	0.25	1.50	3.85	31.5	121.3	1.0	121.3
8	0.25	1.25	3.60	31.5	113.5	1.0	113.5
9	0.25	1.00	3.35	31.5	105.6	1.0	105.6

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	τ_1 (kN/m ²)	τ_2 (kN/m ²)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Lle + Lr	Lo (m)	Ltotal (m)	Ltotal pakai (m)
1	0.25	3.00	5.35	38.86152	27.69871	0.887781	1	12.39	14	1	14.64	14.7
2	0.25	2.75	5.10	35.62306	26.23657	0.955242	1	12.03	14	1	14.28	14.3
3	0.25	2.50	4.85	32.3846	24.77444	1.033798	2	11.66	14	1	14.91	15
4	0.25	2.25	4.60	29.14614	23.3123	1.126433	2	11.28	14	1	14.53	14.6
5	0.25	2.00	4.35	25.90768	21.85016	1.237303	2	10.89	13	1	14.14	14.2
6	0.25	1.75	4.10	22.66922	20.38802	1.37238	2	10.49	13	1	13.74	13.8
7	0.25	1.50	3.85	19.43076	18.92588	1.540565	2	10.09	13	1	13.34	13.4
8	0.25	1.25	3.60	16.1923	17.46374	1.75573	2	9.68	12	1	12.93	13
9	0.25	1.00	3.35	12.95384	16.0016	2.040753	3	9.28	13	2	14.53	14.6

Sv (m)	Lo (m)	Lr + Le (m)	1/2 lebar Timbunan (m)	Pemasangan	Lpemasangan (m)	Jumlah Geotextile	Kebutuhan geotextile total (m)
0.25	1	13.39	16.25	2 x Ltotal	29.3	1.0	29.3
0.25	1	13.03	15.75	2 x Ltotal	28.6	1.0	28.6
0.25	1	13.66	15.25	2 x Ltotal	29.9	1.0	29.9
0.25	1	13.28	14.75	2 x Ltotal	29.1	1.0	29.1
0.25	1	12.89	14.25	2 x Ltotal	28.3	1.0	28.3
0.25	1	12.49	13.75	2 x Ltotal	27.5	1.0	27.5
0.25	1	12.09	13.25	2 x Ltotal	26.7	1.0	26.7

Kebutuhan Timbunan C

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	Si (kN)	Ti.Si (kNm)	x (buah)	Ti.Si.x (kNm)
1	0.25	5.00	7.44	31.5	234.5	2.0	468.9
2	0.25	4.75	7.19	31.5	226.6	2.0	453.2
3	0.25	4.50	6.94	31.5	218.7	2.0	437.4
4	0.25	4.25	6.69	31.5	210.8	2.0	421.7
5	0.25	4.00	6.44	31.5	203.0	2.0	405.9
6	0.25	3.75	6.19	31.5	195.1	2.0	390.2
7	0.25	3.50	5.94	31.5	187.2	2.0	374.4
8	0.25	3.25	5.69	31.5	179.3	2.0	358.6
9	0.25	3.00	5.44	31.5	171.4	2.0	342.9
10	0.25	2.75	5.19	31.5	163.6	2.0	327.1
11	0.25	2.50	4.94	31.5	155.7	2.0	311.4
12	0.25	2.25	4.69	31.5	147.8	2.0	295.6
13	0.25	2.00	4.44	31.5	139.9	2.0	279.9
14	0.25	1.75	4.19	31.5	132.0	1.0	132.0
15	0.25	1.50	3.94	31.5	124.2	1.0	124.2
16	0.25	1.25	3.69	31.5	116.3	1.0	116.3
17	0.25	1.00	3.44	31.5	108.4	1.0	108.4
18	0.25	0.75	3.19	31.5	100.5	1.0	100.5
19	0.25	0.50	2.94	31.5	92.7	1.0	92.7

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	τ_1 (kN/m^2)	τ_2 (kN/m^2)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Lo (m)	Ltotal (m)	Ltotal pakai (m)
1	0.25	5.00	7.44	64.7692	47.576	0.525976	1	16.23	1	18.48	19
2	0.25	4.75	7.19	61.53074	46.11386	0.548945	1	15.87	1	18.12	19
3	0.25	4.50	6.94	58.29228	44.65172	0.57401	1	15.5	1	17.75	18
4	0.25	4.25	6.69	55.05382	43.18958	0.601475	1	15.13	1	17.38	18
5	0.25	4.00	6.44	51.81536	41.72744	0.631699	1	14.75	1	17	17
6	0.25	3.75	6.19	48.5769	40.2653	0.665122	1	14.37	1	16.62	17
7	0.25	3.50	5.94	45.33844	38.80316	0.702279	1	13.98	1	16.23	17
8	0.25	3.25	5.69	42.09998	37.34103	0.743834	1	13.58	1	15.83	16
9	0.25	3.00	5.44	38.86152	35.87889	0.790615	1	13.18	1	15.43	16
10	0.25	2.75	5.19	35.62306	34.41675	0.843676	1	12.77	1	15.02	16
11	0.25	2.50	4.94	32.3846	32.95461	0.904371	1	12.36	1	14.61	15
12	0.25	2.25	4.69	29.14614	31.49247	0.974477	1	11.95	1	14.2	15
13	0.25	2.00	4.44	25.90768	30.03033	1.056364	2	11.53	1	14.78	15
14	0.25	1.75	4.19	22.66922	28.56819	1.153277	2	11.1	1	14.35	15
15	0.25	1.50	3.94	19.43076	27.10606	1.269767	2	10.67	1	13.92	14
16	0.25	1.25	3.69	16.1923	25.64392	1.412434	2	10.25	1	13.5	14
17	0.25	1.00	3.44	12.95384	24.18178	1.591219	2	9.8	1	13.05	14
18	0.25	0.75	3.19	9.71538	22.71964	1.821824	2	9.35	1	12.6	13
19	0.25	0.50	2.94	6.47692	21.2575	2.130598	3	8.9	2	14.15	15

Sv (m)	Lo (m)	Lr + Le (m)	1/2 lebar Timbunan (m)	Pemasangan	Lpemasangan (m)	Jumlah Geotextile	Kebutuhan geotextile total (m)
0.25	1	17.23	20.25	2 x Ltotal	37	2.0	74
0.25	1	16.87	19.75	2 x Ltotal	36.3	2.0	72.6
0.25	1	16.5	19.25	2 x Ltotal	35.5	2.0	71
0.25	1	16.13	18.75	2 x Ltotal	34.8	2.0	69.6
0.25	1	15.75	18.25	2 x Ltotal	34	2.0	68
0.25	1	15.37	17.75	2 x Ltotal	33.3	2.0	66.6
0.25	1	14.98	17.25	2 x Ltotal	32.5	2.0	65
0.25	1	14.58	16.75	2 x Ltotal	31.7	2.0	63.4
0.25	1	14.18	16.25	2 x Ltotal	30.9	2.0	61.8
0.25	1	13.77	15.75	2 x Ltotal	30.1	2.0	60.2
0.25	1	13.36	15.25	2 x Ltotal	29.3	2.0	58.6
0.25	1	12.95	14.75	2 x Ltotal	28.4	2.0	56.8
0.25	1	13.53	14.25	2 x Ltotal	29.6	2.0	59.2
0.25	1	13.1	13.75	2 x Ltotal	28.7	1.0	28.7
0.25	1	12.67	13.25	2 x Ltotal	27.9	1.0	27.9
0.25	1	12.25	12.75	2 x Ltotal	27	1.0	27
0.25	1	11.8	12.25	2 x Ltotal	26.1	1.0	26.1
0.25	1	11.35	11.75	2 x Ltotal	25.2	1.0	25.2
0.25	2	11.9	11.25	1/2 lebar Timbunan	27	1.0	27

Kebutuhan Timbunan D

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	Si (kN)	Ti.Si (kNm)	x (buah)	Ti.Si.x (kNm)
1	0.25	7.00	9.67	31.5	304.8	3.0	914.3
2	0.25	6.75	9.42	31.5	296.9	3.0	890.6
3	0.25	6.50	9.17	31.5	289.0	3.0	867.0
4	0.25	6.25	8.92	31.5	281.1	3.0	843.3
5	0.25	6.00	8.67	31.5	273.2	3.0	819.7
6	0.25	5.75	8.42	31.5	265.4	3.0	796.1
7	0.25	5.50	8.17	31.5	257.5	3.0	772.4
8	0.25	5.25	7.92	31.5	249.6	3.0	748.8
9	0.25	5.00	7.67	31.5	241.7	3.0	725.2
10	0.25	4.75	7.42	31.5	233.8	3.0	701.5
11	0.25	4.50	7.17	31.5	226.0	3.0	677.9
12	0.25	4.25	6.92	31.5	218.1	3.0	654.3
13	0.25	4.00	6.67	31.5	210.2	3.0	630.6
14	0.25	3.75	6.42	31.5	202.3	3.0	607.0
15	0.25	3.50	6.17	31.5	194.4	3.0	583.3
16	0.25	3.25	5.92	31.5	186.6	3.0	559.7
17	0.25	3.00	5.67	31.5	178.7	2.0	357.4
18	0.25	2.75	5.42	31.5	170.8	2.0	341.6
19	0.25	2.50	5.17	31.5	162.9	2.0	325.9
20	0.25	2.25	4.92	31.5	155.1	2.0	310.1
21	0.25	2.00	4.67	31.5	147.2	2.0	294.4
22	0.25	1.75	4.42	31.5	139.3	2.0	278.6
23	0.25	1.50	4.17	31.5	131.4	2.0	262.8
24	0.25	1.25	3.92	31.5	123.5	2.0	247.1
25	0.25	1.00	3.67	31.5	115.7	2.0	231.3
26	0.25	0.75	3.42	31.5	107.8	2.0	215.6
27	0.25	0.50	3.17	31.5	99.9	2.0	199.8

Lapis	Sv (m)	Hi (m)	Ti (m)	τ_1 (kN/m ²)	τ_2 (kN/m ²)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Lo (m)	Ltotal (m)	Ltotal pakai (m)
1	0.25	7.00	9.67	90.67688	64.86573	0.379902	1	22.02	1	24.27	25
2	0.25	6.75	9.42	87.43842	63.40359	0.39174	1	21.63	1	23.88	24
3	0.25	6.50	9.17	84.19996	61.94145	0.404341	1	21.26	1	23.51	24
4	0.25	6.25	8.92	80.9615	60.47932	0.417778	1	20.89	1	23.14	24
5	0.25	6.00	8.67	77.72304	59.01718	0.43214	1	20.52	1	22.77	23
6	0.25	5.75	8.42	74.48458	57.55504	0.447524	1	20.14	1	22.39	23
7	0.25	5.50	8.17	71.24612	56.0929	0.464044	1	19.75	1	22	22
8	0.25	5.25	7.92	68.00766	54.63076	0.48183	1	19.37	1	21.62	22
9	0.25	5.00	7.67	64.7692	53.16862	0.501034	1	18.97	1	21.22	22
10	0.25	4.75	7.42	61.53074	51.70648	0.521833	1	18.58	1	20.83	21
11	0.25	4.50	7.17	58.29228	50.24435	0.544433	1	18.18	1	20.43	21
12	0.25	4.25	6.92	55.05382	48.78221	0.569079	1	17.77	1	20.12	21
13	0.25	4.00	6.67	51.81536	47.32007	0.596062	1	17.36	1	19.61	20
14	0.25	3.75	6.42	48.5769	45.85793	0.625732	1	16.95	1	19.2	20
15	0.25	3.50	6.17	45.33844	44.39579	0.65851	1	16.54	1	18.79	19
16	0.25	3.25	5.92	42.09998	42.93365	0.694912	1	16.12	1	18.37	19
17	0.25	3.00	5.67	38.86152	41.47151	0.735574	1	15.69	1	17.94	18
18	0.25	2.75	5.42	35.62306	40.00938	0.781291	1	15.27	1	17.52	18
19	0.25	2.50	5.17	32.3846	38.54724	0.833066	1	14.84	1	17.09	18
20	0.25	2.25	4.92	29.14614	37.0851	0.892191	1	14.4	1	16.65	17
21	0.25	2.00	4.67	25.90768	35.62296	0.960349	1	13.96	1	16.21	17
22	0.25	1.75	4.42	22.66922	34.16082	1.039783	2	13.52	1	16.77	17
23	0.25	1.50	4.17	19.43076	32.69868	1.133542	2	13.08	1	16.33	17
24	0.25	1.25	3.92	16.1923	31.23654	1.245886	2	12.63	1	15.88	16
25	0.25	1.00	3.67	12.95384	29.7744	1.382947	2	12.18	1	15.43	16
26	0.25	0.75	3.42	9.71538	28.31227	1.553893	2	11.73	1	14.98	15
27	0.25	0.50	3.17	6.47692	26.85013	1.773062	2	11.27	1	14.52	15

Sv (m)	Lo (m)	Lr + Le (m)	1/2 lebar Timbunan (m)	Pemasangan	Lpemasangan (m)	Jumlah Geotextile	Kebutuhan geotextile total (m)
0.25	1	23.02	24.25	2 x Lttotal	48.6	3.0	145.8
0.25	1	22.63	23.75	2 x Lttotal	47.8	3.0	143.4
0.25	1	22.26	23.25	2 x Lttotal	47.1	3.0	141.3
0.25	1	21.89	22.75	2 x Lttotal	46.3	3.0	138.9
0.25	1	21.52	22.25	2 x Lttotal	45.6	3.0	136.8
0.25	1	21.14	21.75	2 x Lttotal	44.8	3.0	134.4
0.25	1	20.75	21.25	2 x Lttotal	44	3.0	132
0.25	1	20.37	20.75	2 x Lttotal	43.3	3.0	129.9
0.25	1	19.97	20.25	2 x Lttotal	42.5	3.0	127.5
0.25	1	19.58	19.75	2 x Lttotal	41.7	3.0	125.1
0.25	1	19.18	19.25	2 x Lttotal	40.9	3.0	122.7
0.25	1	18.87	18.75	lebar Timbuna	40	3.0	120
0.25	1	18.36	18.25	lebar Timbuna	39	3.0	117
0.25	1	17.95	17.75	lebar Timbuna	38	3.0	114
0.25	1	17.54	17.25	lebar Timbuna	37	3.0	111
0.25	1	17.12	16.75	lebar Timbuna	36	3.0	108
0.25	1	16.69	16.25	lebar Timbuna	35	2.0	70
0.25	1	16.27	15.75	lebar Timbuna	34	2.0	68
0.25	1	15.84	15.25	lebar Timbuna	33	2.0	66
0.25	1	15.4	14.75	lebar Timbuna	32	2.0	64
0.25	1	14.96	14.25	lebar Timbuna	31	2.0	62
0.25	1	15.52	13.75	lebar Timbuna	30	2.0	60
0.25	1	15.08	13.25	lebar Timbuna	29	2.0	58
0.25	1	14.63	12.75	lebar Timbuna	28	2.0	56
0.25	1	14.18	12.25	lebar Timbuna	27	2.0	54
0.25	1	13.73	11.75	lebar Timbuna	26	2.0	52
0.25	1	13.27	11.25	lebar Timbuna	25	2.0	50

LAMPIRAN 10

PERHITUNGAN PERENCANAAN PERKUATAN UNTUK OPRIT TIMBUNAN TEGAK

- **Geotextile Wall Arah Melintang**
Kebutuhan Timbunan B

Layer	z (m)	σ_{hs} (kN/m ²)	σ_{hq} (kN/m ²)	oh (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Le + Lr (m)	Lpakai (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	Ltotal (m)	Lpakai (m)
1	3.00	15.03995	4.634896	19.67484363	0.816302	0.8	0.32442296	1	9.05	10.05	11	0.5	1	12.8	13
2	2.20	11.0293	4.634896	15.66419083	1.025307	1	0.44026772	1	9.46	10.46	11	0.5	1	13	13
3	1.20	6.015979	4.634896	10.65087483	1.507914	1.2	0.65859259	1	9.88	10.88	11	0.5	1	13.2	14

Kebutuhan Timbunan C

Layer	z (m)	σ_{hs} (kN/m ²)	σ_{hq} (kN/m ²)	oh (kN/m ²)	Sv (m)	Sv pakai (m)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Le + Lr (m)	Lpakai (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	Ltotal (m)	Lpakai (m)
1	5.00	25.06658	4.634896	29.70147563	0.540734281	0.5	0.18365789	1	9.49	10.49	11	0.5	1	12.5	13
2	4.50	22.55992	4.634896	27.19481763	0.590575979	0.5	0.1868423	1	9.75	10.75	11	0.5	1	12.5	13
3	4.00	20.05326	4.634896	24.68815963	0.650538813	0.6	0.22898737	1	9.99	10.99	11	0.5	1	12.6	13
4	3.40	17.04527	4.634896	21.68017003	0.740797053	0.7	0.27600272	1	10.47	11.47	12	0.5	1	13.7	14
5	2.70	13.53595	4.634896	18.17084883	0.883866583	0.8	0.33291472	1	10.69	11.69	12	0.5	1	13.8	14
6	1.90	9.5253	4.634896	14.16019603	1.13420789	1.1	0.50692056	1	10.9	11.9	12	0.5	1	14.1	15

Kebutuhan Timbunan D

Layer	z (m)	ohs (kN/m2)	ohq (kN/m2)	oh (kN/m2)	Sv (m)	Sv pakai (m)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Le + Lr (m)	Lpakai (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	Ltotal (m)	Lpakai (m)
1	7.00	35.09321	4.634896	39.72810764	0.404263052	0.4	0.14037552	1	16.43	17.43	18	0.5	1	19.4	20
2	6.60	33.08789	4.634896	37.72278124	0.425753498	0.4	0.14136807	1	16.63	17.63	18	0.5	1	19.4	20
3	6.20	31.08256	4.634896	35.71745484	0.449657069	0.4	0.14248868	1	17.01	18.01	19	0.5	1	20.4	21
4	5.80	29.07723	4.634896	33.71212844	0.476404392	0.4	0.14376386	1	17.35	18.35	19	0.5	1	20.4	21
5	5.40	27.07191	4.634896	31.70680204	0.506535034	0.5	0.18153495	1	17.66	18.66	19	0.5	1	20.5	21
6	4.90	24.56525	4.634896	29.20014403	0.550018042	0.5	0.18424278	1	17.94	18.94	19	0.5	1	20.5	21
7	4.40	22.05859	4.634896	26.69348603	0.601667614	0.6	0.22507923	1	18.18	19.18	20	0.5	1	21.6	22
8	3.80	19.0506	4.634896	23.68549643	0.678077663	0.6	0.23124998	1	18.42	19.42	20	0.5	1	21.6	22
9	3.20	16.04261	4.634896	20.67750683	0.776718692	0.7	0.27969055	1	18.61	19.61	20	0.5	1	21.7	22
10	2.50	12.53329	4.634896	17.16818563	0.93548651	0.9	0.38217164	1	18.78	19.78	20	0.5	1	21.9	22
11	1.60	8.021306	4.634896	12.65620123	1.268991048	1.2	0.58694336	1	18.92	19.92	20	0.5	1	22.2	23

• Geotextile Wall Memanjang

Layer	z (m)	ohs (kN/m2)	ohq (kN/m2)	oh (kN/m2)	Sv (m)	Sv pakai (m)	Le (m)	Le pakai (m)	Lr (m)	Le + Lr (m)	Lpakai (m)	Lo (m)	Lo pakai (m)	Ltotal (m)	Lpakai (m)
1	7.00	35.09321	4.634896	39.72810764	0.404263052	0.4	0.14037552	1	16.43	17.43	18	0.5	1	19.4	20
2	6.60	33.08789	4.634896	37.72278124	0.425753498	0.4	0.14136807	1	16.63	17.63	18	0.5	1	19.4	20
3	6.20	31.08256	4.634896	35.71745484	0.449657069	0.4	0.14248868	1	17.01	18.01	19	0.5	1	20.4	21
4	5.80	29.07723	4.634896	33.71212844	0.476404392	0.4	0.14376386	1	17.35	18.35	19	0.5	1	20.4	21
5	5.40	27.07191	4.634896	31.70680204	0.506535034	0.5	0.18153495	1	17.66	18.66	19	0.5	1	20.5	21
6	4.90	24.56525	4.634896	29.20014403	0.550018042	0.5	0.18424278	1	17.94	18.94	19	0.5	1	20.5	21
7	4.40	22.05859	4.634896	26.69348603	0.601667614	0.6	0.22507923	1	18.18	19.18	20	0.5	1	21.6	22
8	3.80	19.0506	4.634896	23.68549643	0.678077663	0.6	0.23124998	1	18.42	19.42	20	0.5	1	21.6	22
9	3.20	16.04261	4.634896	20.67750683	0.776718692	0.7	0.27969055	1	18.61	19.61	20	0.5	1	21.7	22
10	2.50	12.53329	4.634896	17.16818563	0.93548651	0.9	0.38217164	1	18.78	19.78	20	0.5	1	21.9	22
11	1.60	8.021306	4.634896	12.65620123	1.268991048	1.2	0.58694336	1	18.92	19.92	20	0.5	1	22.2	23

- Freysissol**
Kebutuhan Timbunan B

	spasi (m)	z (m)	H	q	σ_{tanah}	σ_v	σ_h	Ti	Le	Lr	Ltotal	Lpakai (m)	jumlah	jumlah pakai
1		0.55	0.9	1.710356	1.0175	2.727856	0.739222	0.10672517	0.5999371	1.27	1.869937	2	0.02	1.00
2	0.7	1.25	1.6	1.710356	2.3125	4.022856	1.090154	0.31478199	0.77857673	0.91	1.688577	2	0.07	1.00
3	0.7	1.95	2.3	1.710356	3.6075	5.317856	1.441086	0.41611364	0.65974924	0.54	1.199749	2	0.09	1.00
4	0.7	2.65	3	1.710356	4.9025	6.612856	1.792018	0.51744529	0.60369854	0.182	0.785699	1	0.11	1.00

Kebutuhan Timbunan C

	spasi (m)	z (m)	H	q	σ_{tanah}	σ_v	σ_h	Ti	Le	Lr	Ltotal	Lpakai (m)	jumlah	jumlah pakai
1		0.45	0.8	1.710356	0.8325	2.542856	0.689089	0.09948719	0.68352787	2.36	3.043528	4	0.02	1.00
2	0.7	1.15	1.5	1.710356	2.1275	3.837856	1.040021	0.30030604	0.80736103	2	2.807361	3	0.07	1.00
3	0.7	1.85	2.2	1.710356	3.4225	5.132856	1.390953	0.40163769	0.67121908	1.63	2.301219	3	0.09	1.00
4	0.7	2.55	2.9	1.710356	4.7175	6.427856	1.741885	0.50296934	0.60982172	1.27	1.879822	2	0.11	1.00
5	0.7	3.25	3.6	1.710356	6.0125	7.722856	2.092817	0.60430098	0.57487246	0.91	1.484872	2	0.13	1.00
6	0.7	3.95	4.3	1.710356	7.3075	9.017856	2.443749	0.70563263	0.55231028	0.54	1.09231	2	0.16	1.00
7	0.7	4.65	5	1.710356	8.6025	10.31286	2.794682	0.80696428	0.53654101	0.182	0.718541	1	0.18	1.00

Kebutuhan Timbunan D

	spasi (m)	z (m)	H	q	σ_{tanah}	σ_v	σ_h	Ti	Le	Lr	Ltotal	Lpakai (m)	jumlah	jumlah pakai
1		0.35	0.7	1.710356	0.6475	2.357856	0.638956	0.09224922	0.81488479	3.46	4.274885	5	0.02	1.00
2	0.7	1.05	1.4	1.710356	1.9425	3.652856	0.989888	0.28583009	0.84162806	3.09	3.931628	4	0.06	1.00
3	0.7	1.75	2.1	1.710356	3.2375	4.947856	1.34082	0.38716174	0.68399975	2.73	3.414	4	0.09	1.00
4	0.7	2.45	2.8	1.710356	4.5325	6.242856	1.691752	0.48849339	0.61644476	2.36	2.976445	3	0.11	1.00
5	0.7	3.15	3.5	1.710356	5.8275	7.537856	2.042684	0.58982503	0.57891421	2	2.578914	3	0.13	1.00
6	0.7	3.85	4.2	1.710356	7.1225	8.832856	2.393616	0.69115668	0.55503114	1.63	2.185031	3	0.15	1.00
7	0.7	4.55	4.9	1.710356	8.4175	10.12786	2.744548	0.79248833	0.5384967	1.27	1.808497	2	0.17	1.00
8	0.7	5.25	5.6	1.710356	9.7125	11.42286	3.09548	0.89381998	0.52637144	0.91	1.436371	2	0.20	1.00
9	0.7	5.95	6.3	1.710356	11.0075	12.71786	3.446413	0.99515163	0.51709919	0.54	1.057099	2	0.22	1.00
10	0.7	6.65	7	1.710356	12.3025	14.01286	3.797345	1.09648328	0.50977899	0.182	0.691779	1	0.24	1.00

BIODATA PENULIS



Ananda Putra Pamungkas, Penulis dilahirkan di Jakarta 10 Juni 1998, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 010 Pondok Kelapa (Jakarta), SMPN 252 Jakarta (Jakarta), dan SMAN 81 Jakarta (Jakarta). Setelah lulus dari SMAN 81 Jakarta pada tahun 2015, penulis melanjutkan program sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil FTSLK-ITS melalui jalur mandiri pada tahun 2015. Pada Jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Geoteknik, Selama pendidikan beberapa kesibukan penulis adalah berkegiatan di Himpunan Mahasiswa Sipil di Departemen Dalam Negeri selama periode 2016-2018. Jika pembaca ingin berdiskusi dengan penulis dapat menghubungi melalui email : npamungkas@gmail.com atau id line : @nandaptrp.



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
NAMA MAHASISWA	: Ananda Putra Pamungkas
NRP	: 03111540006134
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Abutment Jembatan Dan Perbaikan Tanah Dasar Pada Opit Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Luar Lamongan
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	5/3 2019	Revisi sumber untuk Bab I, II, III		
2	23/5 19	Revisi penhal bab tinjauan pustaka yang telah diperlukan dalam Hitungan tugas Akhir		
3				



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Mustari Arif ST. MT.
NAMA MAHASISWA	: Ananda Rina Pamungkas
NRP	: 0811154000124
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Abutment Jembatan Dan Perbaikan Tanah Dasar Pada Opra Jembatan Kali Deket Jalan Lingkar Luar Lamongan
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	28/3 19	<ul style="list-style-type: none"> Korelasi data tanah, NC soil unit fungsi muka air = 0 Minimal dan Hermal utk timb. miring 		<i>[Signature]</i>
2	6/4 19	<ul style="list-style-type: none"> mencah Cc menggunakan rumus di Terzaghi & Peck, dan $C_s = \frac{1}{4} C_c$ korolan nica U, PL, IP utk mendapatkan nilai Cc 		<i>[Signature]</i>
3	12/4 19	<ul style="list-style-type: none"> cek hasil Sc lagi atau tidak hitung beban pavement dan beban lalu lintas mengetik 		<i>[Signature]</i>
4	15/4 19	<ul style="list-style-type: none"> menghitung daya dukung tanah dan asial menurut Bazzara PVD pakai U-957 		<i>[Signature]</i>
5	17/4 19	<ul style="list-style-type: none"> menghitung daya dukung dan asial menurut Wicakno Decourt dan dibandingkan Coba PVD segitiga & segitempat utk timb. beresahap 		<i>[Signature]</i>
6	6/5 19	<ul style="list-style-type: none"> mencah H kritis dgn rumus punature dibandingkan dengan Aplikasi Xstabil perhitungan beban - beban yg bekerja pada abutment 		<i>[Signature]</i>
7	9/5 19	<ul style="list-style-type: none"> perhitungan klasifikasi tanah menggunakan tabel bowles kebutuhan geotextile 		<i>[Signature]</i>
8	16/5 19	<ul style="list-style-type: none"> kombinasi beban menurut SNI 1725-2016 Gf rencana = 15 utk daerah banyolan (daerah sekitar sawah) 		<i>[Signature]</i>
9	22/5 19	<ul style="list-style-type: none"> cek hitungan geotextil, pegas soil 		<i>[Signature]</i>
10	23/5 19	<ul style="list-style-type: none"> cek perhitungan momen tidak mungkin (-) 		<i>[Signature]</i>



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

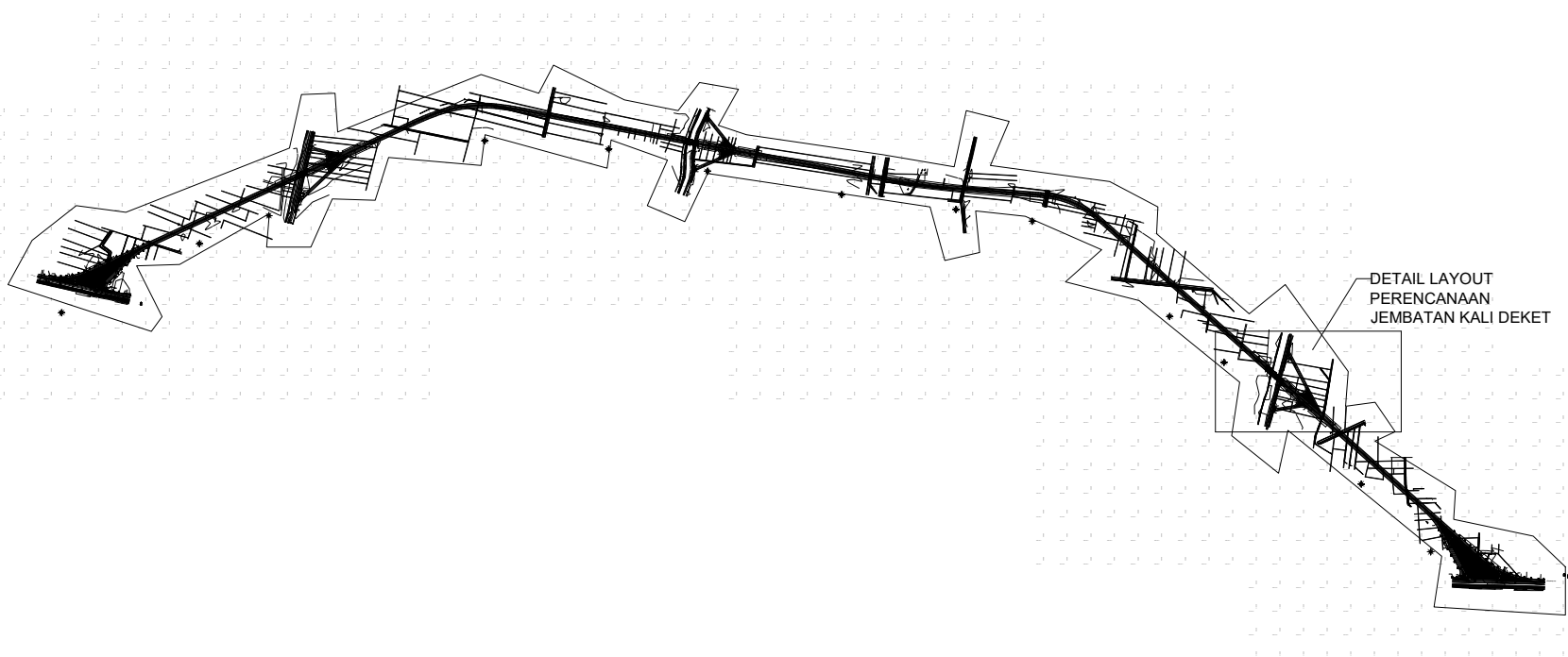
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 30000	1	18



LAYOUT PERENCANAAN JALAN LINGKAR LUAR LAMONGAN
SKALA 1 : 30000



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA

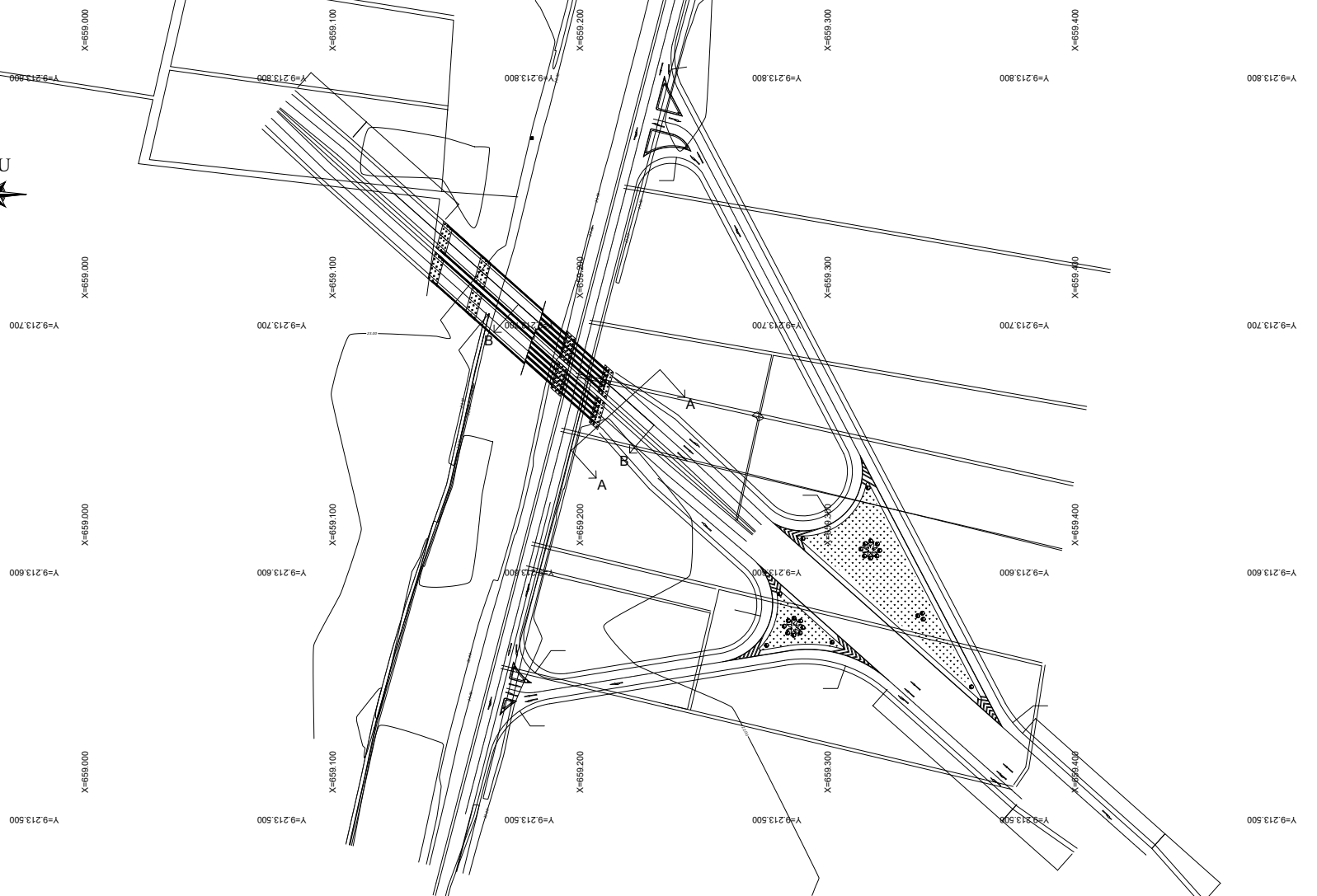
1 : 500

NO
GAMBAR

2

JUMLAH
GAMBAR

18



DETAIL LAYOUT PERENCANAAN JEMBATAN KALI DEKET

SKALA 1 : 2500





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

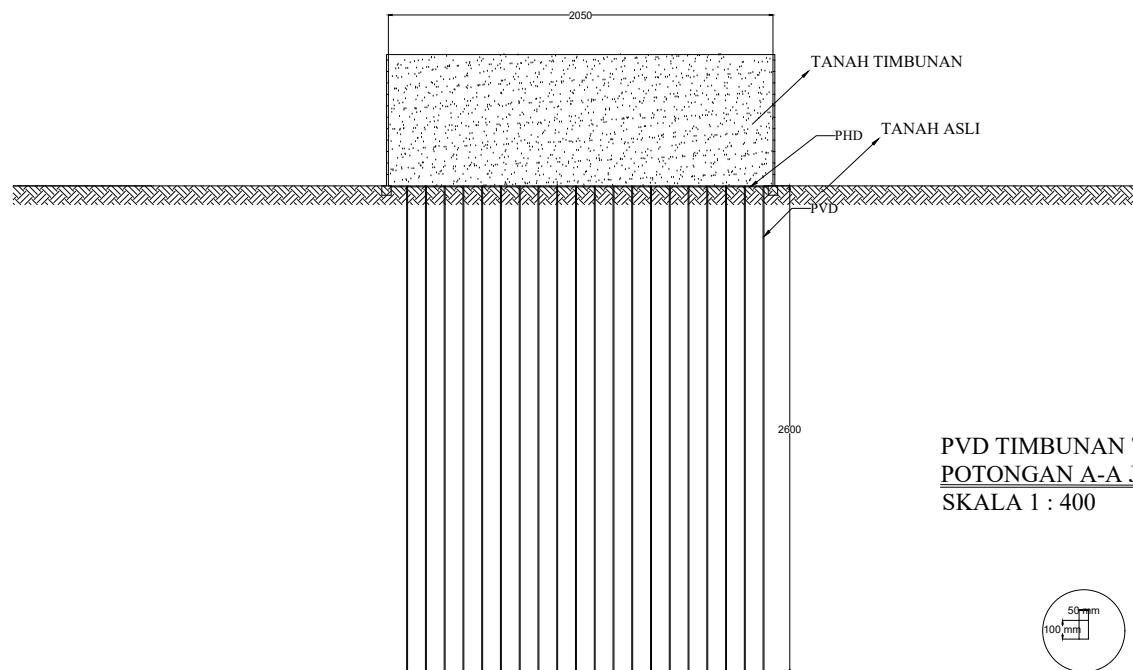
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
0311154000134

NAMA GAMBAR

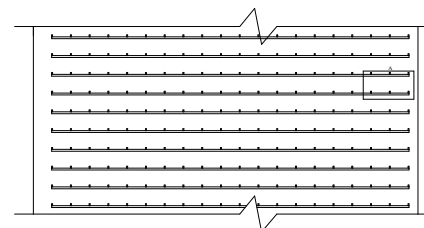
SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	3	18



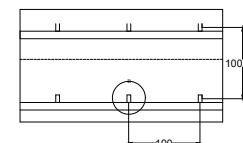
PVD TIMBUNAN TEGAK
POTONGAN A-A JEMBATAN
SKALA 1 : 400



DETAIL B TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN TE'GAK
SKALA 1 : 100



TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN TEGAK
SKALA 1 : 400



DETAIL A TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN TEGAK
SKALA 1 : 40



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBRAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBRAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

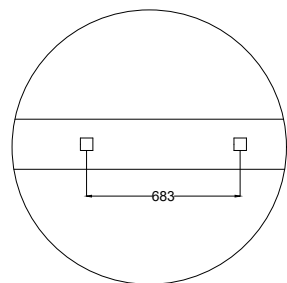
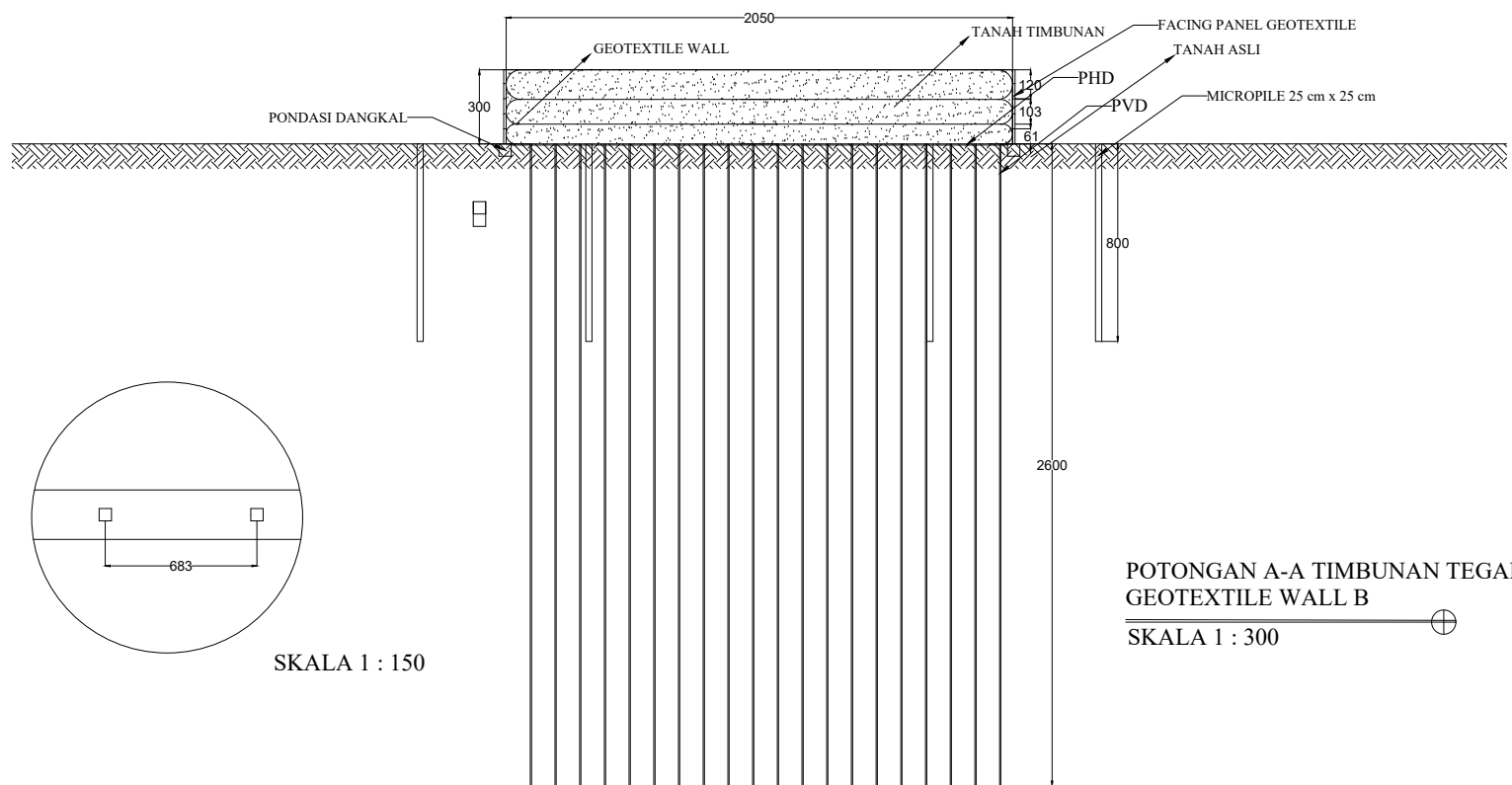
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

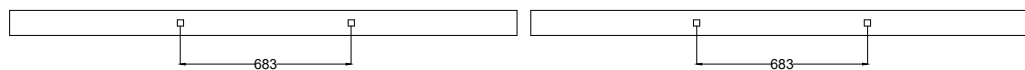
SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	4	18



SKALA 1 : 150

POTONGAN A-A TIMBUNAN TEGAK
GEOTEXTILE WALL B

SKALA 1 : 300



TAMPAK ATAS MICROPILE B
POTONGAN A-A GEOTEXTILE WALL B

SKALA 1 : 300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

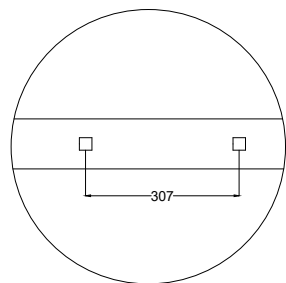
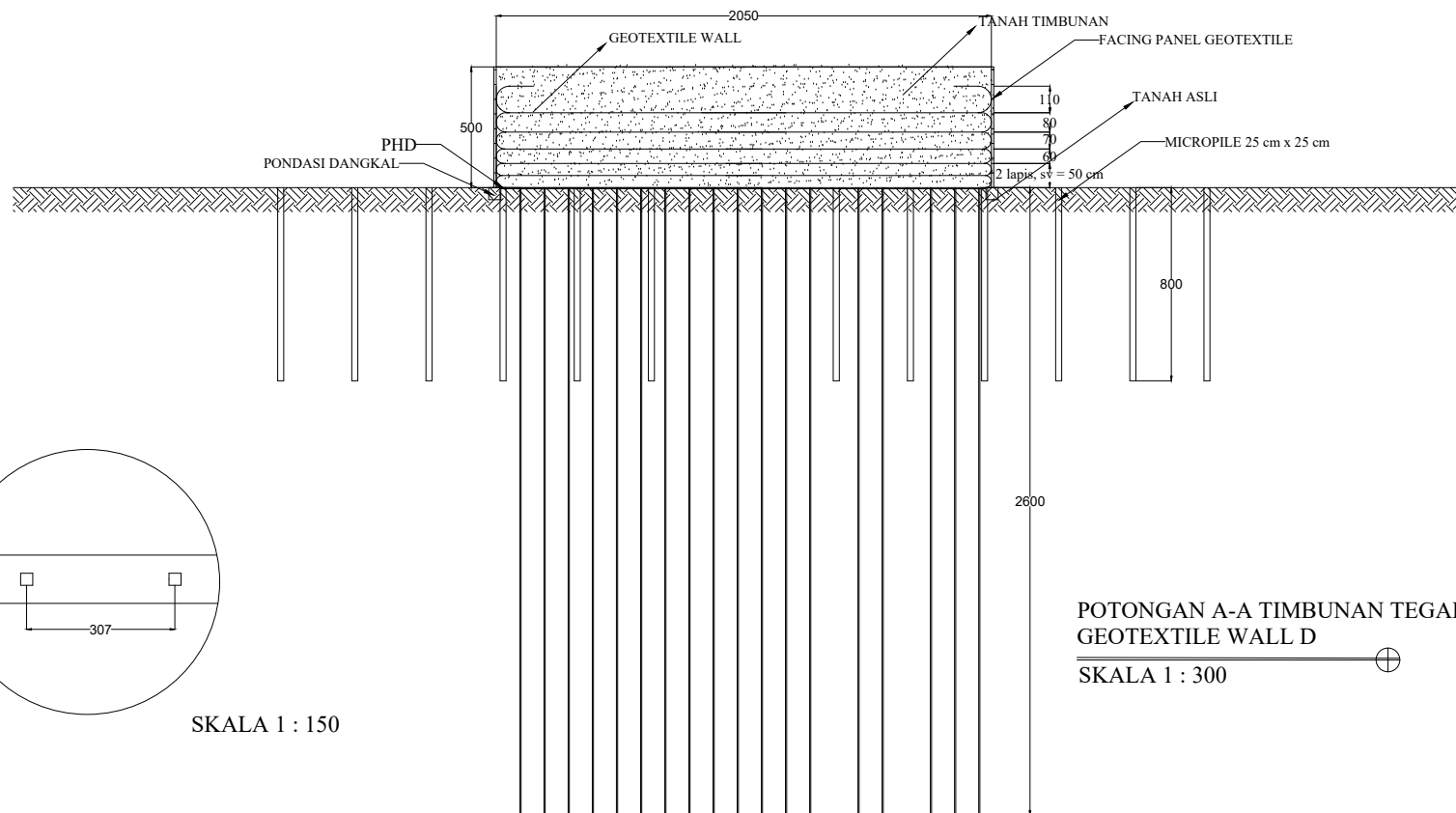
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	5	18



SKALA 1 : 150

POTONGAN A-A TIMBUNAN TEGAK
GEOTEXTILE WALL D

SKALA 1 : 300



TAMPAK ATAS MICROPILE
POTONGAN A-A GEOTEXTILE WALL D

SKALA 1 : 300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

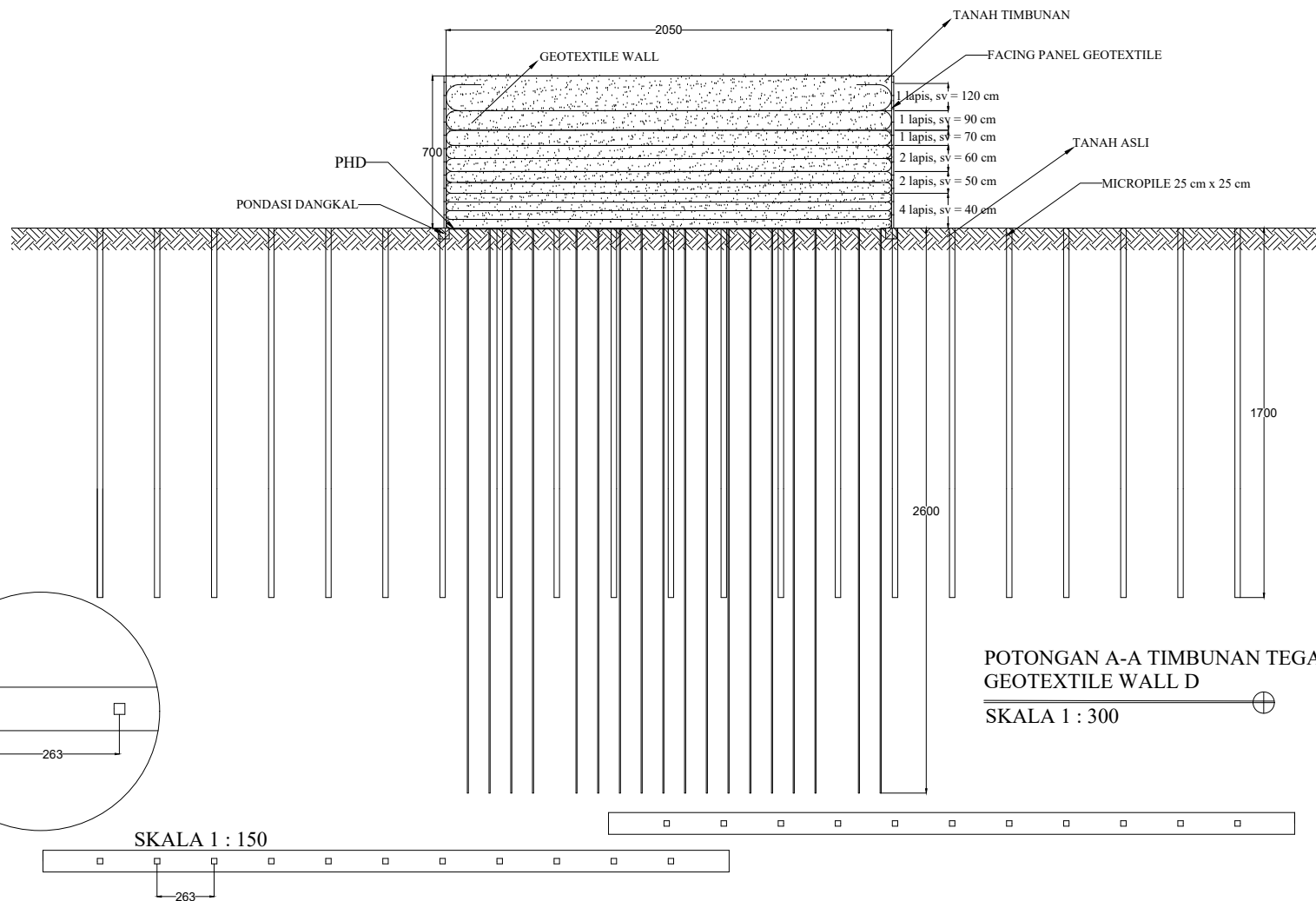
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	6	18



POTONGAN A-A TIMBUNAN TEGAK
GEOTEXTILE WALL D

SKALA 1 : 300

TAMPAK ATAS MICROPILE
POTONGAN A-A GEOTEXTILE WALL D

SKALA 1 : 300

SKALA 1 : 150

263



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

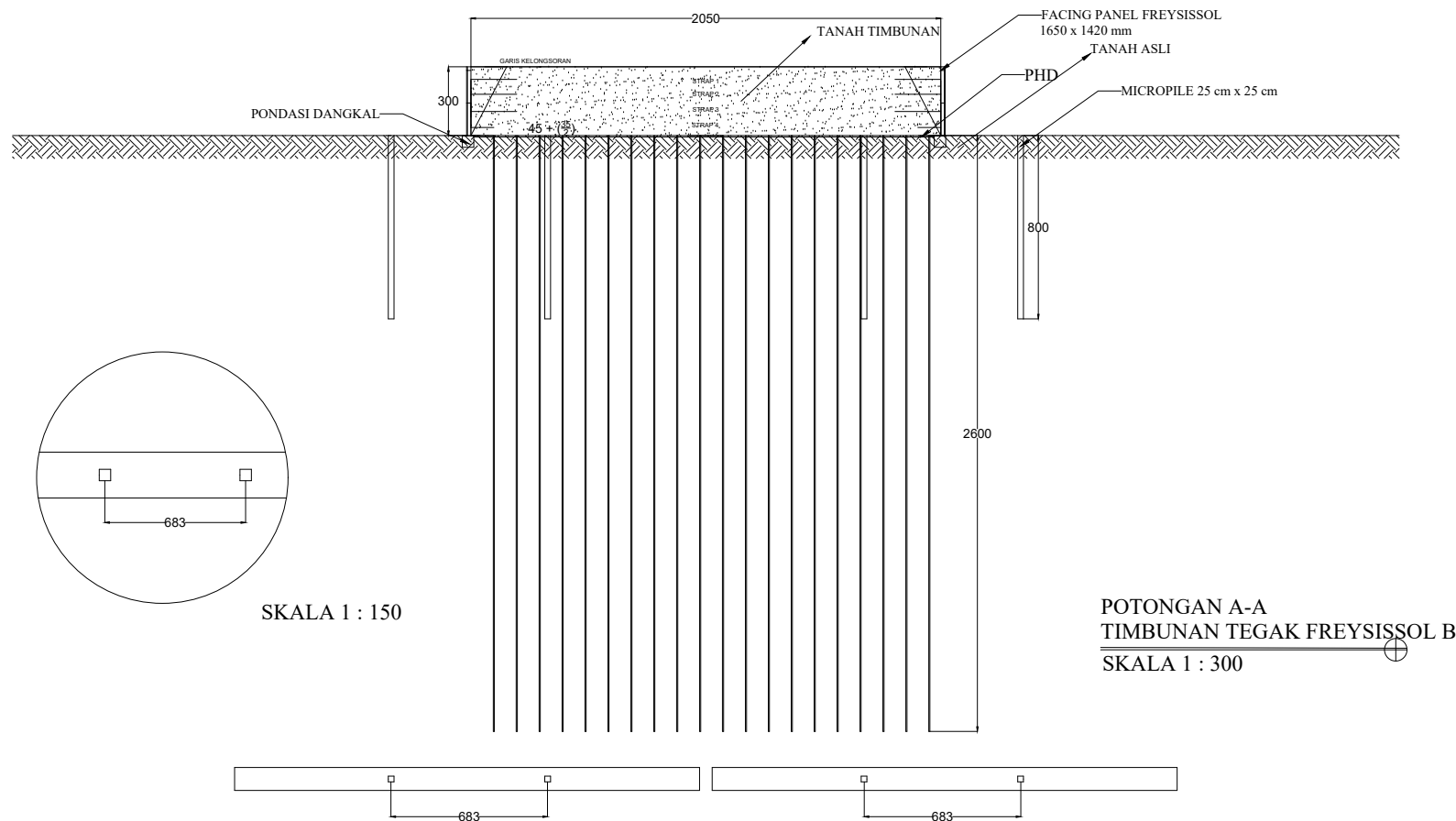
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	7	18



POTONGAN A-A
TIMBUNAN TEGAK FREYSSISSOL B
SKALA 1 : 300

TAMPAK ATAS MICROPILE
POTONGAN A-A FREYSSISSOL B
SKALA 1 : 300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

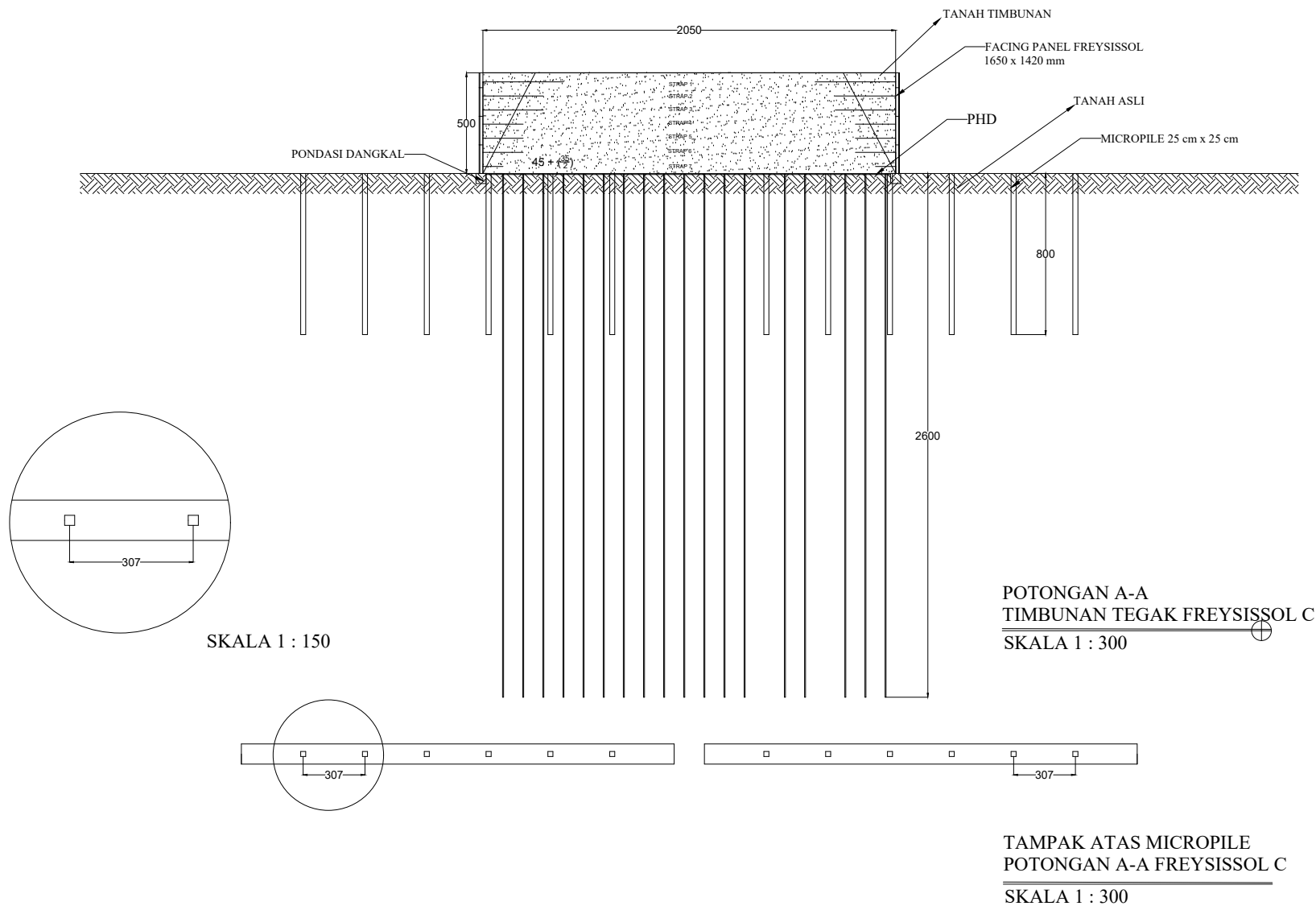
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	8	18





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

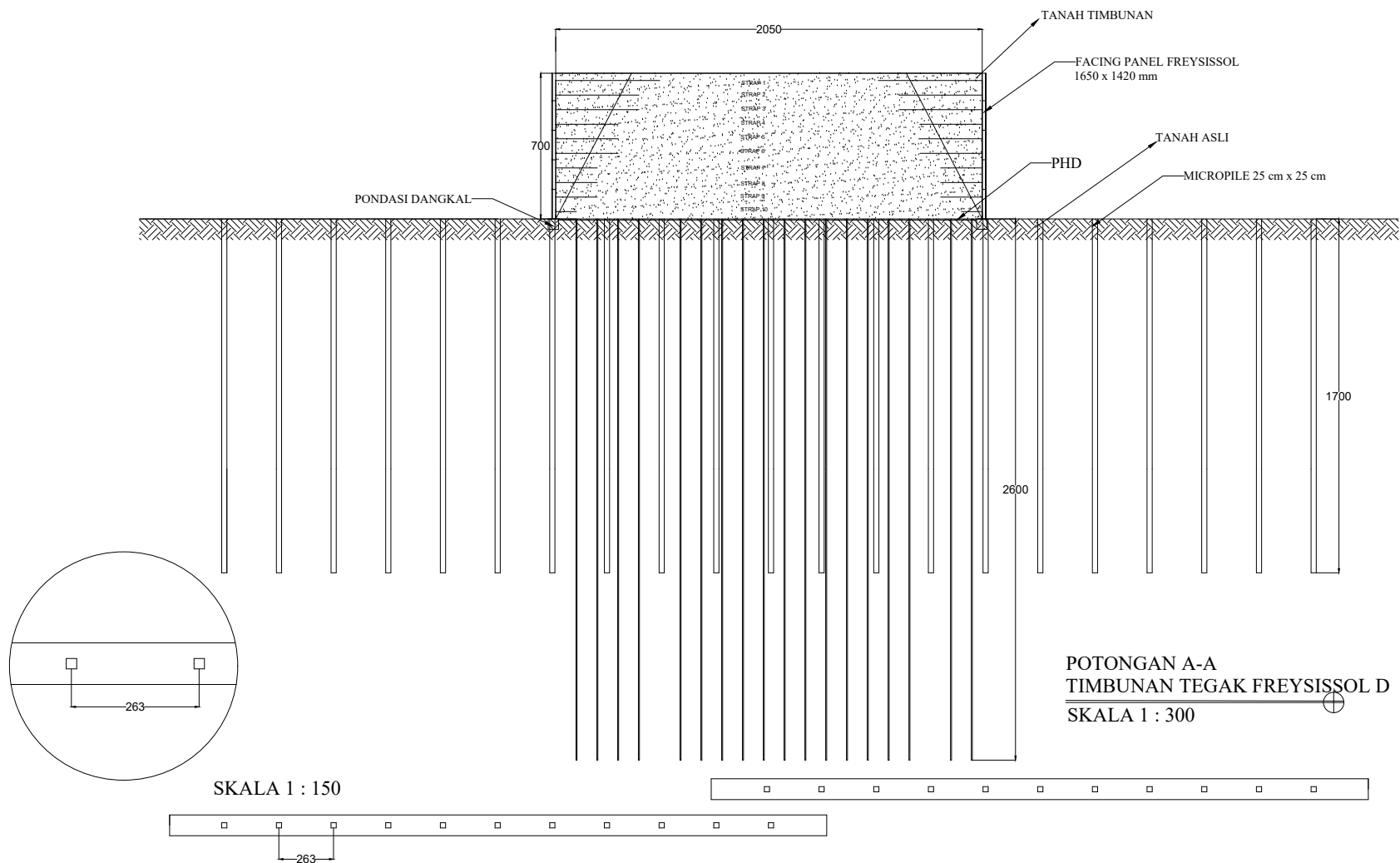
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
0311154000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 300	9	18



POTONGAN A-A
TIMBUNAN TEGAK FREYSISSOL D
SKALA 1 : 300

TAMPAK ATAS MICROPILE
POTONGAN A-A FREYSISSOL D
SKALA 1 : 300



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

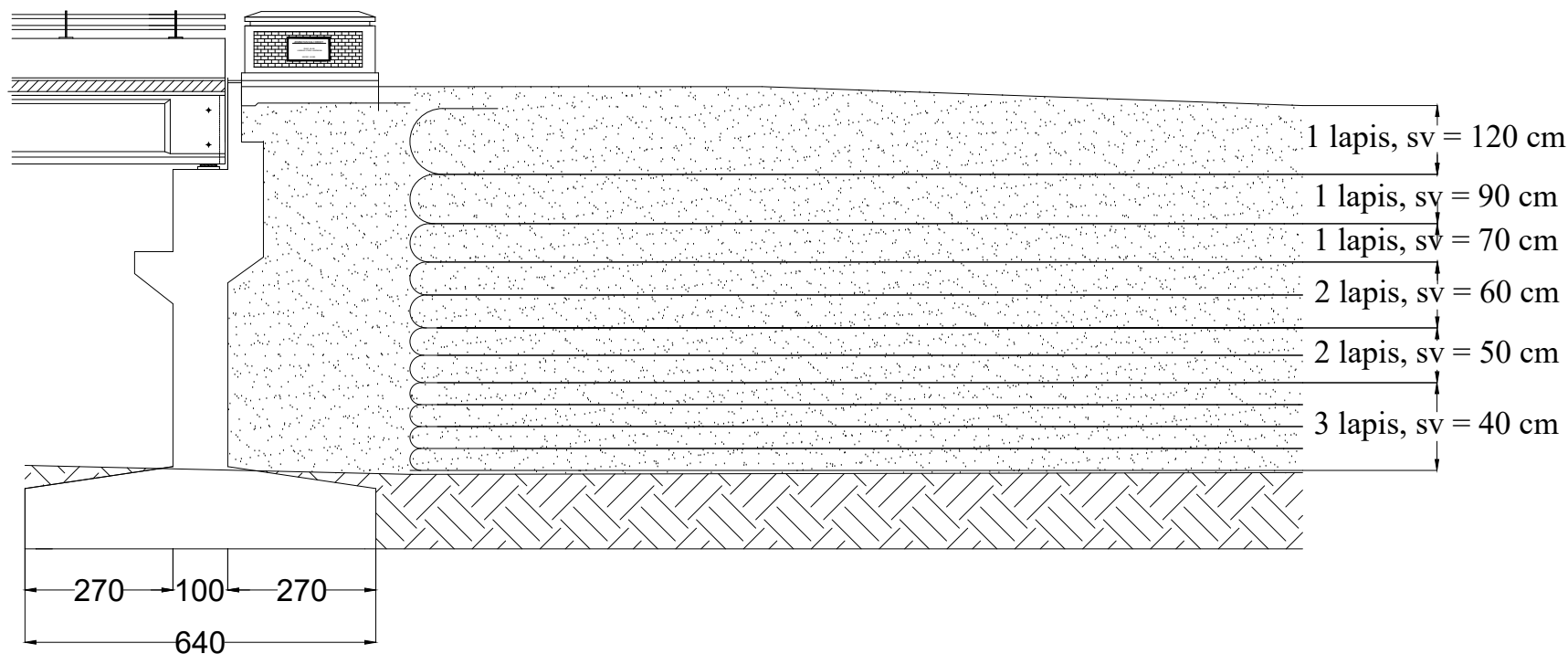
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 125	10	18



GEOTEXTILE WALL TIMBUNAN TEGAK
POT. MEMANJANG

SKALA 1 : 125





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

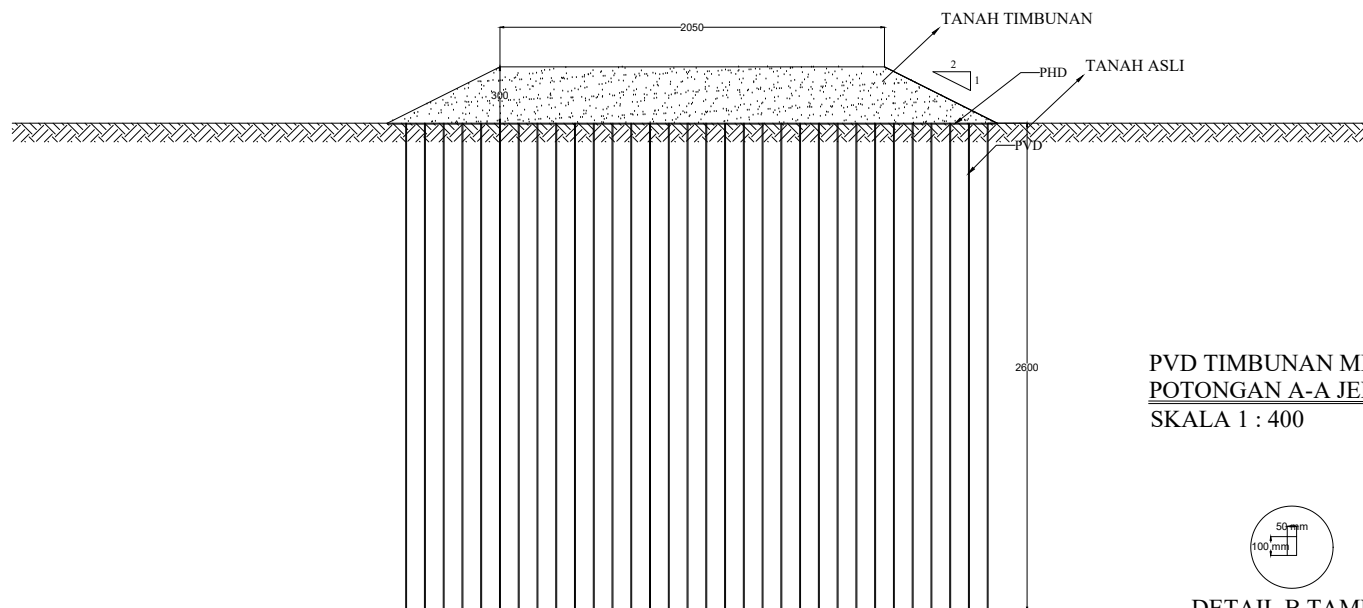
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

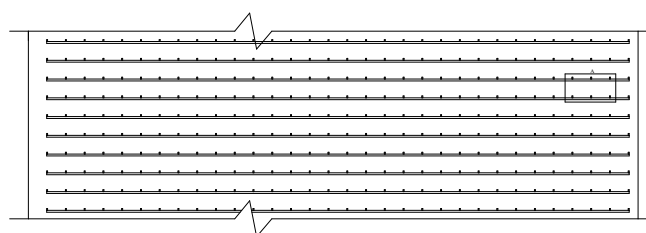
SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	11	18



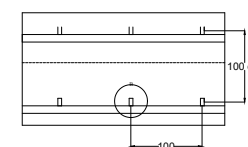
PVD TIMBUNAN MIRING B
POTONGAN A-A JEMBATAN
SKALA 1 : 400



DETAIL B TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 100



TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 400



DETAIL A TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 40



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

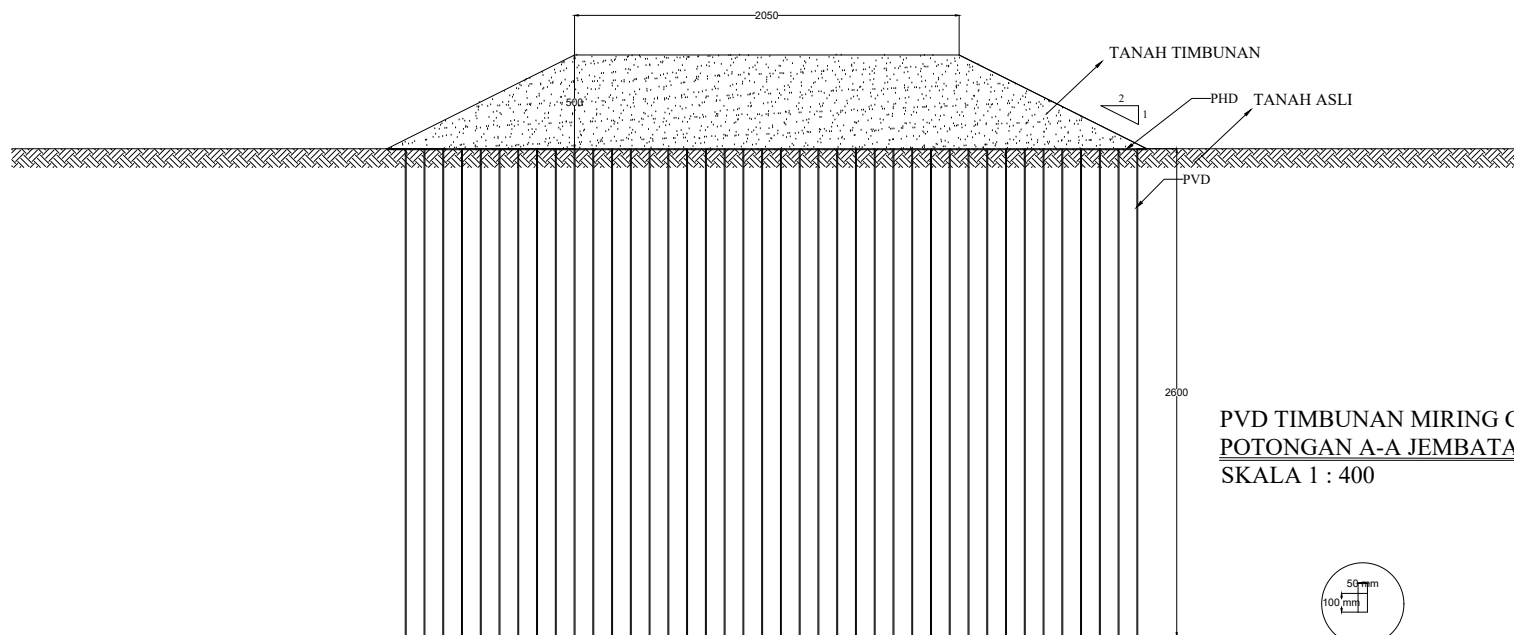
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

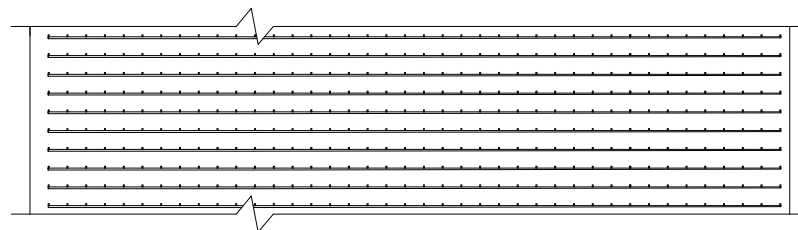
SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	12	18



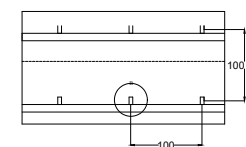
PVD TIMBUNAN MIRING C
POTONGAN A-A JEMBATAN
SKALA 1 : 400



DETAIL B TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 100



TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 400



DETAIL A TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 40



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

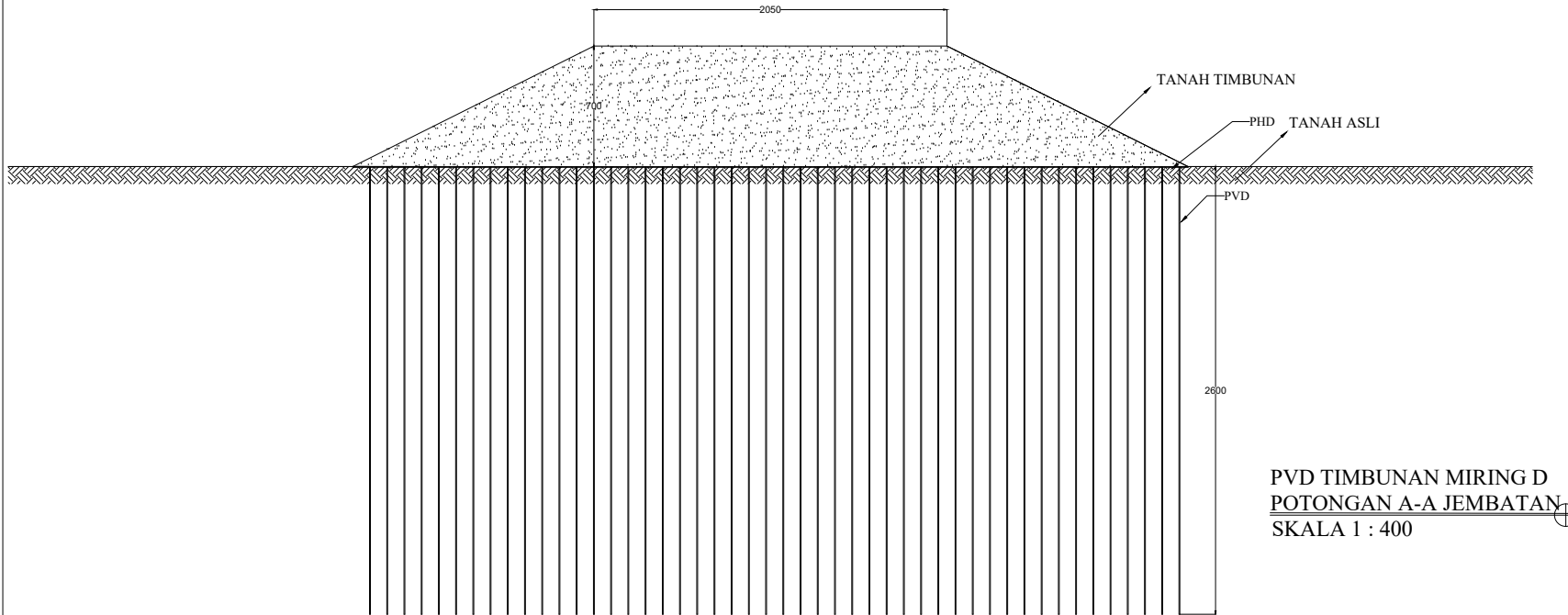
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

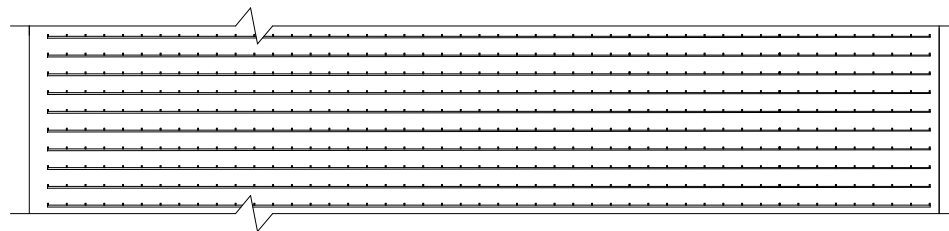
ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	13	18



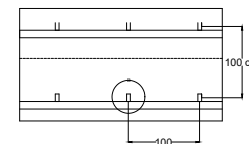
PVD TIMBUNAN MIRING D
POTONGAN A-A JEMBATAN
SKALA 1 : 400



TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 400



DETAIL B TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 100



DETAIL A TAMPAK ATAS
PVD TIMBUNAN MIRING
SKALA 1 : 40



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

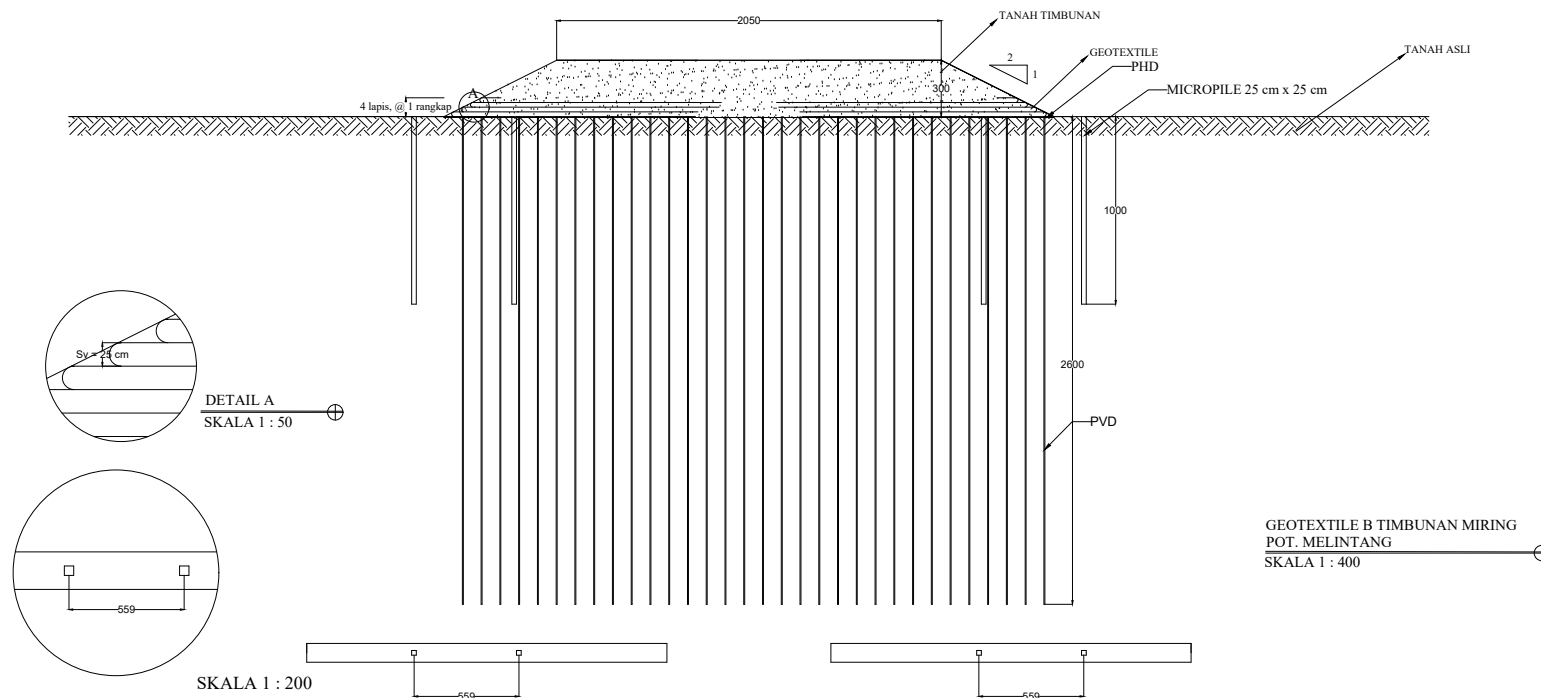
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	14	18





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

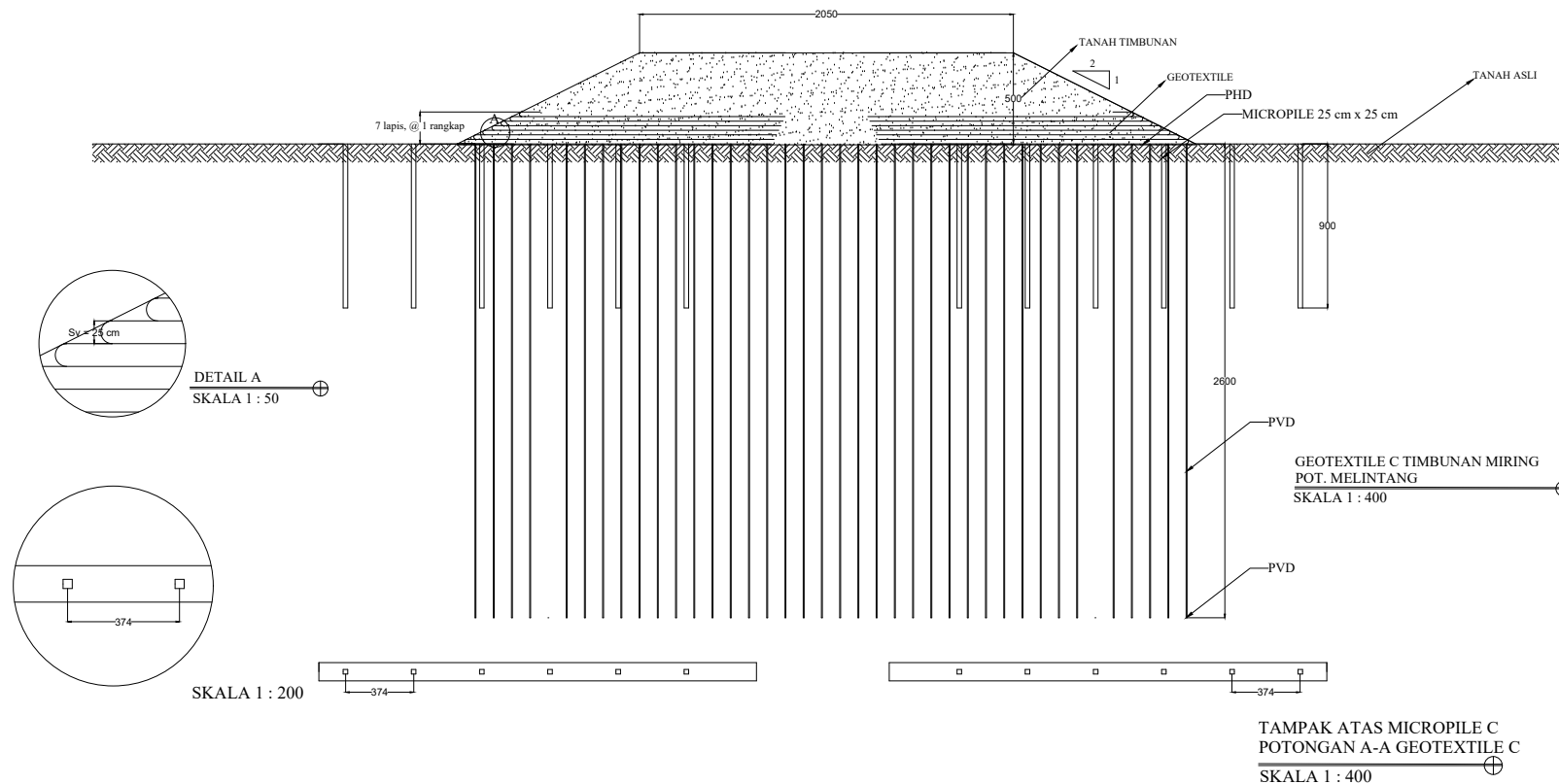
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	15	18





DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

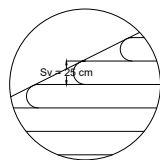
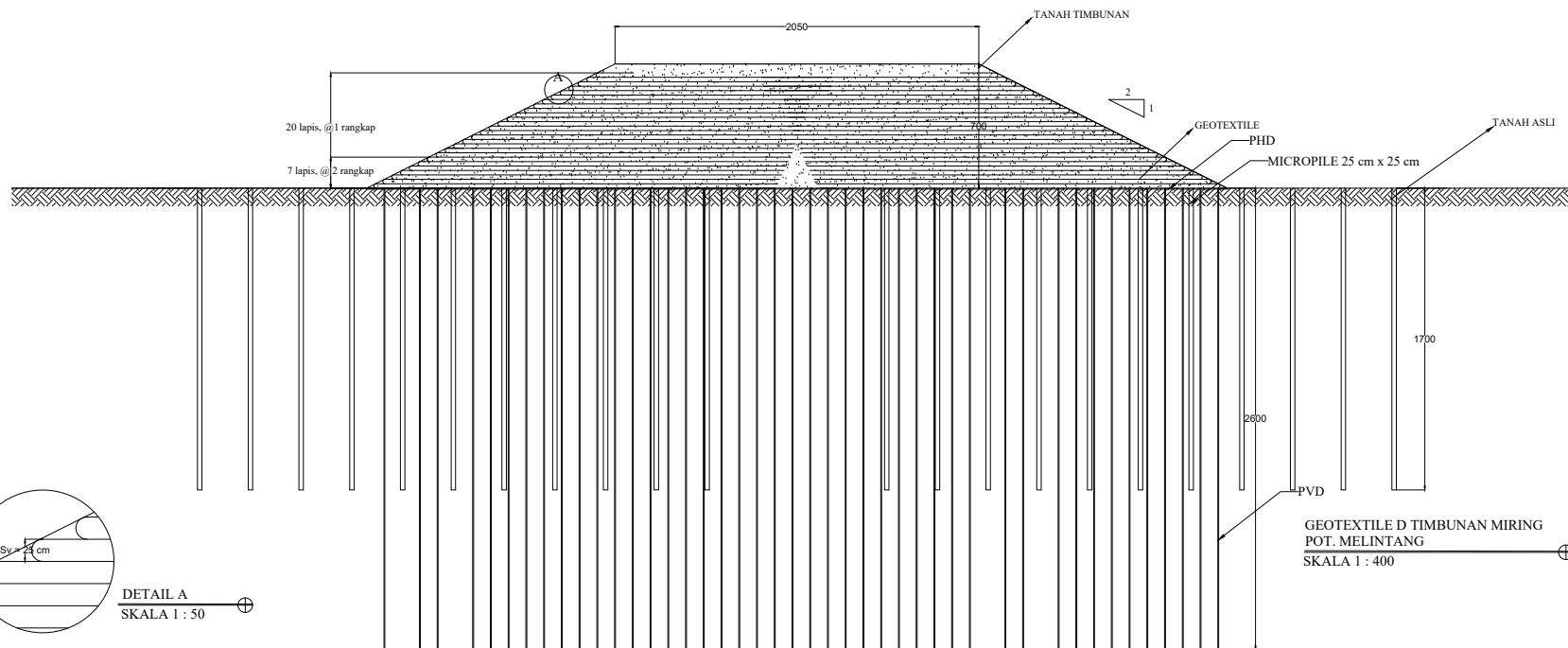
KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

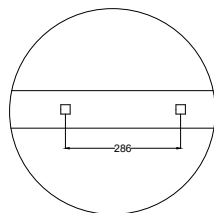
ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	16	18



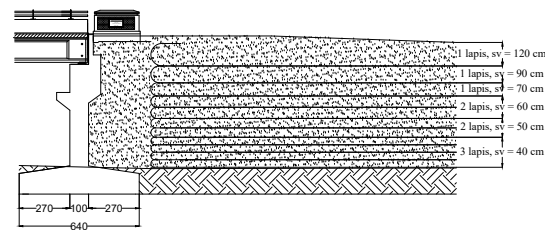
DETAIL A
SKALA 1 : 50



SKALA 1 : 200



TAMPAK ATAS MICROPILE D
POTONGAN A-A GEOTEXTILE D
SKALA 1 : 400



GEOTEXTILE WALL TIMBUNAN MIRING
POT. MEMANJANG
SKALA 1 : 500



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

KETERANGAN

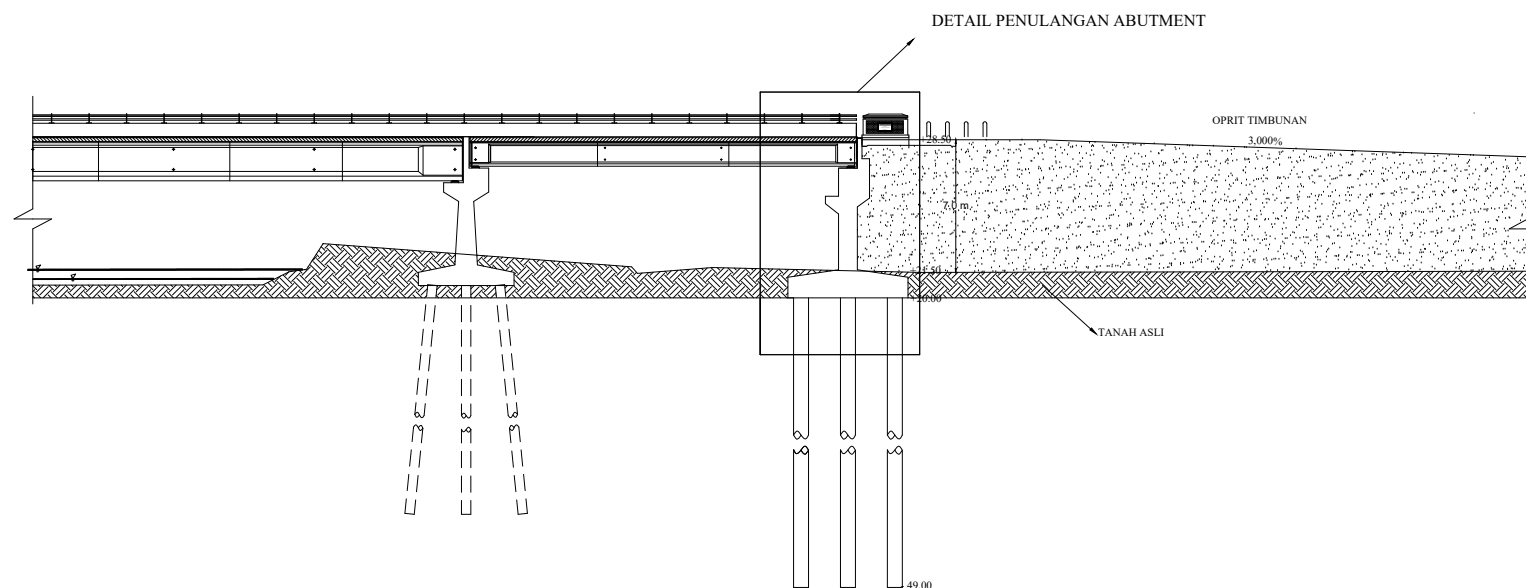
NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

POTONGAN B-B
PERENCANAAN JEMBATAN
KALI DEKET

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 400	17	18



POTONGAN B-B PERENCANAAN JEMBATAN KALI DEKET ⊕
SKALA 1 : 400



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL,
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ABUTMENT
JEMBATAN DAN PERBAIKAN
TANAH DASAR PADA OPRIT
JEMBATAN KALI DEKET
JALAN LINGKAR LUAR
LAMONGAN

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
MUSTA'IN ARIF S.T. M.T.

KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

ANANDA PUTRA PAMUNGKAS
03111540000134

NAMA GAMBAR

SKALA	NO GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1 : 75	18	18

