



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN PERKUATAN BENDUNG-TANAH PADA
EMBUNG DI DESA OHAINOL, PULAU KEI KECIL,
KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

**DICA RASYID MAULIDHANI
NRP. 3113100078**

Dosen Pembimbing I
Musta'in Arif, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II
Ir. Suwarno, M.Eng

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN PERKUATAN BENDUNG-TANAH PADA
EMBUNG DI DESA OHINOL, PULAU KEI KECIL,
KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

DICA RASYID MAULIDHANI
NRP. 3113100078

Dosen Pembimbing I
Musta'in Arif, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



FINAL PROJECT – RC14-1501

**EARTHFILL DAM REINFORCEMENT PLANNING FOR
RETENTION BASIN AT OHOINOL VILLAGE, KEI KECIL
ISLAND, SOUTHEAST MALUKU DISTRICT**

DICA RASYID MAULIDHANI
NRP. 3113100078

Academic Supervisor I
Musta'in Arif, S.T., M.T.

Academic Supervisor II
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment and Earth Engineering
Tenth Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

**PERENCANAAN PERKUATAN BENDUNG-TANAH PADA
EMBUNG DI DESA OHOINOL, PULAU KEI KECIL,
KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

DICA RASYID MAULIDHANI

NRP. 3113100078

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Musta'in Arif, S.T., M.T. (Pembimbing I)

2. Ir. Suwarno, M.Eng. (Pembimbing II)



SURABAYA, JANUARI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN PERKUATAN BENDUNG-TANAH PADA
EMBUNG DI DESA OHOINOL, PULAU KEI KECIL,
KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

Nama Mahasiswa : Dica Rasyid Maulidhani
NRP : 3113100078
Jurusan : Teknik Sipil FTSP ITS
Dosen Pembimbing : 1. Musta'in Arif, S.T., M.T.
2. Ir. Suwarno, M.Eng.

ABSTRAK

Kondisi topografi di Pulau Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara yang berbukit-bukit menyebabkan sering terjadinya fluktuasi muka air di sungai sehingga saat musim hujan terjadi banjir dan saat musim kemarau mengalami kekeringan. Hal ini dapat mengganggu aktivitas manusia dalam hal pemenuhan kebutuhan air baku atau pertanian, dimana salah satu sumber air yaitu dari sungai (Misdanik, 2017). Maka dari itu, pemerintah Kabupaten Maluku Tenggara merencanakan untuk membuat embung di empat lokasi di Pulau Kei Kecil, salah satunya yaitu di Desa Ohoinol. Bagian yang akan dibahas pada tugas akhir ini yaitu Bendung-tanah

Bendung yang direncanakan adalah bendung tipe urugan atau bendung-tanah. Perencanaan bendung-tanah dan penyelidikan kondisi tanah sudah dilakukan oleh perencana dan didapatkan kondisi tanah pada BH-2 yaitu tanah lunak lempung sampai kedalaman 15 m dari permukaan dengan nilai SPT<10. Elevasi bendung tertinggi yaitu sebesar 11 meter dengan elevasi muka air banjir mencapai 7 meter. Serta lokasi Pulau Kei Kecil memiliki potensi gempa yang cukup besar yaitu PGA sebesar 0.392g.

Dalam Tugas Akhir ini akan dievaluasi terkait stabilitas bendung-tanah dari aspek geoteknik dengan mempertimbangkan adanya zona gempa sekaligus perencanaan perkuatan jika perencanaan eksisting bendung Ohoinol ini tidak stabil.

Berdasarkan perhitungan pada zona tengah dengan data tanah BH-2, dibutuhkan waktu 17 tahun untuk selesai konsolidasi sebesar 90% sehingga direncanakan percepatan menggunakan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dengan jarak 1.25 meter pola segiempat. Direncanakan agar bisa mencapai konsolidasi sebesar 90% dalam waktu 25 minggu. Dari hasil analisa konsolidasi pada zona tengah mengalami konsolidasi sebesar 1.39 meter, zona timur dan zona barat mengalami konsolidasi segera sebesar 0.02 meter – 0.04 meter. Evaluasi perencanaan awal tubuh bendung menggunakan bantuan program Plaxis 8.6. Skema evaluasi dibagi empat kondisi yaitu kondisi kosong, kondisi muka air normal, kondisi muka air banjir, dan kondisi rapid drawdown dengan pengaruh gempa dan tanpa pengaruh gempa.

Analisa stabilitas bendung tanah dengan dibagi per potongan tubuh bendung A-G. Analisa perencanaan eksisting didapatkan hasil SF yang kurang dari kriteria pada potongan C, D, E sehingga direncanakan beberapa perkuatan tanah berupa, penggunaan geotextile, micropile beton dan kombinasi geotextile dan micropile beton. Dari ketiga jenis perkuatan tersebut, dipilih perkuatan yang paling ekonomis menurut biaya materialnya saja yaitu micropile.

Kata Kunci : Bendung-tanah, Ohoinol, PVD, Immediate Settlement, Tubuh Bendung, Micropile, Geotextile, Plaxis

EARTHFILL DAM REINFORCEMENT PLANNING FOR RETENTION BASIN AT OHOINOL VILLAGE, KEI KECIL ISLAND, SOUTHEAST MALUKU DISTRICT

Name : Dica Rasyid Maulidhani
NRP : 3113100078
Department : Civil Engineering Dept. FTSP ITS
Supervisor : 1. Musta'in Arif, S.T., M.T.
2. Ir. Suwarno, M.Eng.

ABSTRACT

Topographic condition on the Kei Kecil Island, Southeast Maluku district is hilly, causing frequent fluctuation of water level in the river when during rainy season there is flooding and during the dry season drought. This can affect with human activities in terms of the needs of water or agriculture, where one of the source of water is from the river (Misdanik, 2017). Therefore, the government of Southeast Maluku is planning to create retention basin at four locations in Kei Kecil Island, one of which is in Ohoinol Village. The part that will be discussed in this final project is Earthfill-Dam.

The Planned Dam is Earthfill type Dam. Earthfill-dam planning and soil investigation have been done by the planner and found on BH-2 soil type is soft clay with a depth of 15 meter from surface with SPT value < 10. The highest elevation of the dam is 11 meters with flood water level reaches 7 meters. And the location of Kei Kecil Island has the potential of a large earthquake with PGA of 0.392g.

In this Final Project will be evaluated related to earthfill-dam stability from the geotechnical aspect by considering the seismic zone as well as the reinforcement plan if the existing dam planning of the Ohoinol dam are unstable. Based on calculations in the middle zone with BH-2 soil data, it takes 17 year to complete the consolidation by 90% so then planned acceleration using Prefabricated Vertical Drain (PVD) with a distance of 1.25 meter

and rectangular pattern. Planned to achieve consolidation of 90% within 25 weeks. From the consolidation analysis in the middle zone, the consolidation is 1.39 meters, where the eastern and western zone the consolidation is immediate with the value of 0.02 meters – 0.04 meters. Evaluation of the existing plan of the dam using Plaxis 8.6 program. The evaluation scheme is divided into four conditions, empty condition, normal water level condition, flood water level condition, and rapid drawdown condition with earthquake and without earthquake effect.

Earthfill-dam stability analysis of this final project based on the cross section of the dam from A-G. Existing plan analysis obtained results of SF less than the criteria on the cross section C, D, E, therefore planned the reinforcement such as, the use of geotextile, micropile, or combination of geotextile and micropile. From the three types of reinforcement, chosen micropile for its economical aspect

Kata Kunci : Earthfill-Dam, Ohoinol, PVD, Immediate Settlement, Dam Body, Micropile, Geotextile, Plaxis

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul Perencanaan Perkuatan Bendung-Tanah Pada Embung Di Desa Ohoinol, Pulau Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka penyelesaian studi di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini,

1. Bapak Musta'in Arif, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Suwarno, M.Eng selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan laporan tugas akhir ini
3. Ibu Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen wali yang selalu membimbing dalam kehidupan kampus
4. Dr.Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc yang sudah mengizinkan untuk menggunakan proyek beliau sebagai objek tugas akhir saya
5. Zakiyatun Nafisah, S.T. yang membantu terkait data-data hidrologis melalui tugas akhirnya
6. Anna Amalia Misdanik, S.T. yang membantu terkait data-data untuk tugas akhir saya
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis
8. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan doa.
9. Teman-teman jurusan Teknik Sipil angkatan 2013 yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan doa.

10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam proses penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca untuk menambah pengetahuan dalam bidang teknik sipil khususnya yang berkaitan dengan perencanaan embung. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak sehingga penulis dapat menyempurnakan laporan tugas akhir ini

Surabaya, Januari 2018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penulisan.....	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pengambilan Data Tanah	7
2.2. Rumus Empiris dan Korelasi Parameter Tanah	7
2.3. Pemampatan (<i>Settlement</i>).....	10
2.3.1. <i>Settlement</i> akibat Konsolidasi Primer	10
2.3.2. Data dan Parameter Tanah untuk Perhitungan <i>Settlement</i> (<i>Sc</i>).....	12
2.3.3. Penurunan Akibat Konsolidasi Segera	16
2.3.4. Waktu Pemampatan Tanah Dasar.....	18
2.4. Perencanaan Timbunan	21
2.4.1. Penentuan Tinggi Timbunan Awal – Akhir.....	21
2.4.2. Perhitungan Tinggi Timbunan Kritis (<i>Hcr</i>)	23
2.4.3. Timbunan Bertahap dan Besar Pemampatan	23
2.4.4. Distribusi dan Perubahan Tegangan yang Terjadi Akibat Timbunan Bertahap.....	23
2.4.5. Peningkatan Daya Dukung Tanah	25
2.4.6. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap.....	25

2.5.	Perbaikan Tanah Dasar dengan Vertikal Drain.....	26
2.6.	Gaya-Gaya yang Bekerja pada Bendung	28
2.6.1.	Tekanan Air	28
2.6.2.	Tekanan Lumpur.....	29
2.6.3.	Gaya Gempa	30
2.6.4.	Berat Bangunan	30
2.6.5.	Reaksi Pondasi.....	30
2.7.	Metode Elemen Hingga	31
2.7.1.	Plaxis	31
2.8.	Perkuatan Tanah Dengan <i>Geotextile</i>	36
2.8.1.	Internal Stability	36
2.8.2.	Foundation Stability.....	37
2.8.3.	Overall Stability.....	37
2.8.4.	Perkuatan Tanah dengan Geosintetik	38
2.8.5.	Penggunaan <i>Geotextile</i> Sebagai Konstruksi Dinding Penahan Tanah.....	38
2.9.	Perkuatan Tanah dengan Cerucuk.....	42
2.10.	Pondasi Tiang Pancang	46
2.10.1.	Daya Dukung Tiang Pondasi Dalam	46
2.10.2.	Grup Tiang Pondasi Dalam	48
2.10.3.	Tekanan Lateral Tanah Pada Tiang Pondasi	51
2.10.4.	Tegangan Tanah Horizontal	52
2.10.5.	Gaya Horizontal Maximum.....	53
2.11.	Analisa Stabilitas Bendung	54
2.11.1.	Stabilitas Terhadap Rembesan	54
2.11.2.	Stabilitas Terhadap Gaya Tekan Ke Atas.....	55
2.11.3.	Stabilitas Terhadap Guling.....	55
2.11.4.	Stabilitas Terhadap Geser.....	55
2.11.5.	Stabilitas Terhadap Retak.....	56
BAB 3 METODOLOGI		57
3.1.	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	57
3.2.	Studi Literatur	58
3.3.	Pengumpulan Data	59
3.4.	Pengolahan Data	59
3.5.	Menghitung Pemampatan yang Terjadi	60

3.6.	Kontrol Stabilitas	60
3.7.	Perencanaan Perkuatan	60
3.8.	Kesimpulan	60
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		61
4.1	Data Tanah.....	61
4.2	Analisa Parameter Tanah	62
4.3	Data Tanah Timbunan.....	65
4.4	Analisa Parameter Gempa.....	66
4.5	Data Spesifikasi Bahan	66
4.5.1	<i>Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD)</i>	66
4.5.2	<i>Pre-Fabricated Horizontal Drain (PHD)</i>	67
4.5.3	Geotextile	67
4.5.4	<i>Micropile</i>	67
4.6	Data Beban.....	68
BAB 5 PERENCANAAN TIMBUNAN PRELOADING DAN PERBAIKAN TANAH DASAR.....		69
5.1	Perencanaan Timbunan Preloading.....	69
5.2	Perhitungan Nilai Pemampatan Konsolidasi (S_c).....	69
5.2.1	Tegangan Overburden Efektif (σ'_o) dan Tegangan Prakonsolidasi.....	70
5.2.2	Distribusi Tegangan Akibat Timbunan ($\Delta\sigma'$).....	70
5.2.3	Besarnya Pemampatan (S_c)	71
5.3	Perhitungan Nilai Pemampatan Segera.....	71
5.4	Perhitungan Tinggi Timbunan Awal ($H_{inisial}$) dan Tinggi Timbunan Akhir (H_{final})	72
5.5	Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD	75
5.6	Perencanaan <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i>	77
5.6.1.	Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v)	78
5.6.2.	Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)	78
5.6.3.	Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-Rata (\bar{U})....	79
5.7	Perencanaan <i>Prefabricated Horizontal Drain (PHD)</i>	82
5.8	Penimbunan Bertahap	83
5.8.1.	Penentuan H Kritis.....	83
5.8.2.	Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%.....	85

5.8.3.	Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) < 100%	85
5.9	Perhitungan Kenaikan C_u pada Tanah Dasar.....	85
5.10	Perhitungan Pemampatan Akibat Penimbunan Bertahap	85
5.11	Metode Penimbunan	86
BAB 6 PERENCANAAN PERKUATAN EMBUNG TANAH.		87
6.1	Analisa Stabilitas Tubuh Bendung dengan Plaxis.....	87
6.2	Analisa Kondisi Eksisting	91
6.3	Perhitungan Perkuatan Tambahan.....	94
6.3.1.	Perhitungan Kebutuhan Perkuatan <i>Geotextile</i>	94
6.3.2.	Perhitungan Kebutuhan Perkuatan <i>Micropile</i>	96
6.3.3.	Perhitungan Kebutuhan Perkuatan Kombinasi	97
6.4	Perhitungan Biaya Perkuatan	97
BAB 7 KESIMPULAN		101
7.1	Kesimpulan	101
7.2	Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN		105
BIODATA PENULIS		307

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Lokasi rencana bendung tanah di Desa Ohoi Nol, Maluku Tenggara	1
Gambar 2. 1. Diagram Tegangan Tanah akibat Timbunan (Principles of Foundation Engineering, Second Edition).....	13
Gambar 2. 2. Kurva Faktor Pengaruh I (NAVFAC DM-7, 1970)	14
Gambar 2. 3. Faktor Pengaruh I untuk Beban Persegi (Fadum, 1948).....	15
Gambar 2. 4. Profil penurunan segera dan teknan pada bidang sentuh pada lempung, (a) pondasi lentur, (b) pondasi kaku	16
Gambar 2. 5. Tekanan pada bidang sentuh pada pasir, (a) pondasi lentur, (b) pondasi kaku.....	17
Gambar 2. 6. Kedudukan Timbunan Saat Mengalami Pemampatan (Mochtar, 2000).....	21
Gambar 2. 7. Korelasi $q_{traffic}$ dengan Tinggi Timbunan Rencana (Road Association, 1986).....	22
Gambar 2. 8. Ilustrasi penimbunan secara bertahap (Model Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)	23
Gambar 2. 9. Pola Pemasangan <i>Vertical Drain</i>	26
Gambar 2. 10. Titik, garis dan cluster dalam Plaxis.....	32
Gambar 2. 11. Pembagian Elemen-Elemen Segitiga pada Cluster	33
Gambar 2. 12. Titik Nodal pada Elemen	33
Gambar 2. 13. Titik Tegangan pada Elemen	33
Gambar 2. 14. Pemodelan Mohr-Coulomb	34
Gambar 2. 15. <i>Shear Strength Reduction</i>	35
Gambar 2. 16. Gaya –gaya pada <i>Internal Stability</i>	36
Gambar 2. 17. Gaya-gaya pada <i>Foundation Stability</i>	37
Gambar 2. 18. Gaya tarik <i>geotextile</i> pada <i>overall stability</i>	38
Gambar 2. 19. Asumsi gaya yang diterima cerucuk (NAVFAC DM-7, 1971).....	42
Gambar 2. 20. Mencari harga f untuk berbagai jenis tanah (NAVFAC DM-7, 1971)	43

Gambar 2. 21. Grafik untuk mencari harga F_M (NAVFAC DM-7, 1971).....	45
Gambar 2. 22. Repartisi beban-beban yang bekerja di atas kelompok tiang pondasi yang disatukan oleh kepala tiang atau poer	50
Gambar 3. 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	57
Gambar 4. 1. Layout Lokasi Titik Bor dan Pembagian Wilayah 61	
Gambar 4. 2. Stratigrafi Embung Ohoinol	62
Gambar 4. 3. Nilai Spektral Percepatan di Permukaan dari Gempa <i>Risk- Targeted Maximum Consider Earthquake</i> dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% dalam 50 Tahun.....	66
Gambar 5. 1. Grafik Hubungan H-Final dan H-Inisial Potongan E	74
Gambar 5. 2. Grafik Hubungan H-Final dan S_c Potongan E.....	74
Gambar 5. 3. Grafik antara Waktu dan S_c tanpa PVD pada Potongan E	76
Gambar 5. 4. Grafik Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segitiga.....	80
Gambar 5. 5. Grafik Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segiempat	81
Gambar 5. 6. Hasil Analisis Mencari Hkritis dengan Program bantu Plaxis (1).....	84
Gambar 5. 7. Hasil Analisis untuk Mencari Hkritis dengan Program bantu Plaxis (2).....	84
Gambar 5. 8. Sketsa metode penimbunan Embung Ohoinol.....	86
Gambar 6. 1. Permodelan <i>ground water flow</i> saat muka air kosong	87
Gambar 6. 2. Permodelan <i>ground water flow</i> saat muka air normal	88
Gambar 6. 3. Permodelan <i>ground water flow</i> saat muka air banjir	88

Gambar 6. 4. Time Histories ekuivalen dengan $a=0.392g$	89
Gambar 6. 5. Hasil Analisa Geoslope Potongan CDE sisi Hilir dengan beban gempa pada muka air banjir $SF=1.028$	91
Gambar 6. 6. Hasil Analisa Geoslope Potongan CDE sisi Hulu dengan beban gempa pada muka air normal $SF=0.926$	92
Gambar 6. 7. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air kosong tanpa gempa	92
Gambar 6. 8. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air normal tanpa gempa	92
Gambar 6. 9. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air banjir tanpa gempa	92
Gambar 6. 10. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air kosong dengan gempa	93
Gambar 6. 11. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air normal dengan gempa	93
Gambar 6. 12. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air banjir dengan gempa	93

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Tingkat resiko gempa bumi (Fauzi dkk, 2005)	2
Tabel 2. 1. Hubungan Antara Jenis Tanah dan <i>Poisson Ratio</i> (Buku Mekanika Tanah Jilid 1, Braja M. Das)	7
Tabel 2. 2. SPT dan korelasinya (J.E. Bowles, 1984)	8
Tabel 2. 3. Korelasi modulus elastisitas tanah (J.E. Bowles, 1974)	8
Tabel 2. 4. Korelasi beberapa parameter tanah (Biarez & Favre, 1976).....	9
Tabel 2. 5. Faktor Pengaruh I untuk Beban Persegi (Fadum, 1948)	15
Tabel 2. 6. Faktor Pengaruh untuk Pondasi (Braja M. Das).....	18
Tabel 2. 7. Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi.	19
Tabel 2. 8. Harga-harga ϵ	29
Tabel 2. 9. Nilai Faktor Geotekstil	40
Tabel 2. 10. <i>Base coefficient</i> α Decourt et all (1996)	47
Tabel 2. 11. <i>Shaft coefficient</i> β Decourt et all (1996).....	48
Tabel 2. 12. Angka Rembesan Lane (Kriteria Perencanaan Irigasi 06, 2010).....	54
Tabel 4. 1. Parameter Tanah Dasar Zona Barat.....	63
Tabel 4. 2. Parameter Tanah Dasar Zona Tengah	63
Tabel 4. 3. Parameter Tanah Dasar Zona Timur	63
Tabel 4. 4. Parameter Tanah lainnya pada Zona Barat untuk Permodelan Plaxis	64
Tabel 4. 5. Parameter Tanah Zona lainnya pada Tengah untuk Permodelan Plaxis	64
Tabel 4. 6. Parameter Tanah lainnya pada Zona Timur untuk Permodelan Plaxis	64
Tabel 4. 7. Parameter Tanah Timbunan	65
Tabel 4. 8. Tinggi timbunan rencana tiap potongan (sumber : hasil analisa)	65

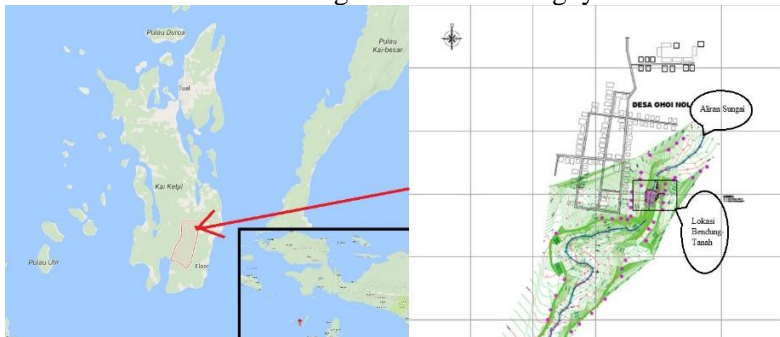
Tabel 5. 1. Rekapitulasi Perhitungan H-Inisial, H-Final dan Sc Potongan E	73
Tabel 5. 2. Nilai Cv Tiap Lapisan Tanah pada Potongan E	76
Tabel 5. 3. Nilai Sc per Derajat Konsolidasi tanpa PVD potongan E.....	77
Tabel 6. 1. Kondisi dan Kombinasi beban serta faktor keamanan minimum	90
Tabel 6. 2. Rekapitulasi nilai angka keamanan potongan CDE hasil Plaxis	94
Tabel 6. 3. Perhitungan Momen resisten <i>Geotextile</i>	95
Tabel 6. 4. Biaya Geotextile	98
Tabel 6. 5. Biaya Cerucuk	98
Tabel 6. 6. Biaya Kombinasi	98
Tabel 6. 7. Rekapitulasi tipe perkuatan bendung-tanah yang akan digunakan	99

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kondisi topografi di Pulau Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara yang berbukit-bukit menyebabkan sering terjadinya fluktuasi muka air di sungai sehingga saat musim hujan terjadi banjir dan saat musim kemarau mengalami kekeringan. Hal ini dapat mengganggu aktivitas manusia dalam hal pemenuhan kebutuhan air baku atau pertanian, dimana salah satu sumber air yaitu dari sungai (Misdanik, 2017). Maka dari itu, pemerintah Kabupaten Maluku Tenggara merencanakan untuk membuat embung di empat lokasi di Pulau Kei Kecil, salah satunya yaitu di Desa Ohoi Nol yang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Embung adalah bangunan konservasi air berbentuk kolam untuk menampung air hujan dan air limpasan serta sumber air lainnya untuk mendukung usaha pertanian, perkebunan dan peternakan terutama pada saat musim kemarau. Embung mempunyai beberapa bagian seperti, tubuh bendung, kolam embung, bangunan sadap, bangunan pelimpah, kolam jebakan air dan kolam jebakan lumpur. Tugas akhir ini akan membahas bagian tubuh bendungnya.



Gambar 1. 1. Lokasi rencana bendung tanah di Desa Ohoi Nol, Maluku Tenggara

Bendung ini akan direncanakan menggunakan material urugan atau biasa disebut bendung-tanah. Pada sisi *upstream*,

kemiringan lereng dari tubuh bendung ini direncanakan sebesar 1 : 2.5. Sedangkan pada sisi *downstream*, kemiringan lereng dari tubuh bendung ini direncanakan sebesar 1 : 2. Tubuh bendung ini direncanakan memiliki elevasi yang paling tinggi yaitu mencapai ± 10 m pada potongan C. Gambar potongan C dapat dilihat detailnya pada Lampiran 1. Pada perencanaan bendung ini dilakukan penyelidikan tanah di tiga titik bor hole. Detail lokasi titik tes dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Didapatkan hasil penyelidikan tanah sebagai berikut :

- a. Pada BH-1, tanah berjenis lanau berpasir pada permukaan sampai kedalaman 1 meter dan tanah berjenis batuan karang pada kedalaman 1 meter sampai 16 meter dengan nilai N-SPT lebih dari 30.
- b. Pada BH-2, tanah berjenis lempung berlanau pada permukaan sampai kedalaman 15 meter dengan nilai N-SPT kurang dari 10.
- c. Pada BH-3, tanah berjenis batuan karang permukaan sampai kedalaman 17 meter dengan nilai N-SPT lebih dari 60.

Dari data yang sudah didapatkan di atas akan di kontrol stabilitas tubuh bendungnya menggunakan aplikasi Plaxis 8.2.

Salah satu hal yang dapat mempengaruhi stabilitas bangunan bendung-tanah ini yaitu gempa. Di Desa Ohoi Nol, nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) 50 tahunan sebesar 0.392 g atau setara dengan 383.571 gal (Puskim, 2011). Nilai tersebut menurut klasifikasi tingkat resiko gempa bumi yang dapat dilihat pada Tabel 1.1, tergolong “Resiko sangat besar satu” (Fauzi dkk, 2005).

Tabel 1. 1. Tingkat resiko gempa bumi (Fauzi dkk, 2005)

No.	Tingkat Resiko	Nilai percepatan (gal)	Intensitas (MMI)
1.	Resiko sangat kecil	< 25	< VI
2.	Resiko kecil	25 – 50	VI – VII
3.	Resiko sedang satu	50 – 75	VII – VIII
4.	Resiko sedang dua	75 – 100	VII – VIII
5.	Resiko sedang tiga	100 – 125	VII – VIII

6.	Resiko besar satu	125 – 150	VIII – IX
7.	Resiko besar dua	150 – 200	VIII – IX
8.	Resiko besar tiga	200 – 300	VIII – IX
9.	Resiko sangat besar satu	300 – 600	IX – X
10.	Resiko sangat besar dua	> 600	> X

Dari permasalahan gempa di atas maka direncanakan perkuatan bendung-tanah dengan menggunakan penggantian lapisan tanah dasar. Ini bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dasarnya. Selain itu akan diperkuat dengan *geotextile*, *micropile* atau kombinasi keduanya untuk memperkuat lereng bendungnya jika stabilitasnya tidak memenuhi. Setelah itu akan dihitung solusi mana yang biaya materialnya paling optimal.

Permasalahan lain yang ada yaitu terkait penurunan tanah dan rembesan. Penurunan tanah yang terjadi pada lokasi cenderung akibat *consolidation settlement* yaitu pada daerah BH-2 dengan kedalaman tanah lunak 15 meter dan tinggi timbunan final 8.5 meter. Jadi perlu dihitung besarnya *settlement* yang terjadi. Jika *settlement* yang terjadi nilainya besar dan memakan waktu yang lama dari perencanaan konstruksi maka akan direncanakan *Vertical Drain* dengan menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Lalu, karena dari hasil tes tanah dasar di BH-1 dan BH-3 mayoritas berbutir kasar, sehingga ada kemungkinan rembesan terjadi melalui tanah dasar.

Hasil akhir dari tugas akhir ini akan didapatkan desain perkuatan bendung-tanah yang tahan terhadap gempa dan juga kedap air. Diharapkan dari tugas akhir ini dapat dijadikan perencanaan perkuatan bendung-tanah bagi Pengembangan Waduk Kecil/Embung Serba Guna Untuk Konservasi SDA dan Ketahanan Air Kabupaten Maluku Tenggara.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana kondisi tanah dasar pada daerah bendung-tanah untuk penampungan air di Desa Ohoi Nol, Maluku Tenggara?
2. Bagaimana material penyusun bendung-tanah tersebut?
3. Bagaimana pemampatan yang terjadi pada tanah dasar?
4. Bagaimana perencanaan perbaikan tanah dasar?
5. Bagaimana stabilitas bendung-tanah dan solusi perkuatannya?

1.3. Tujuan Penulisan

Dari masalah yang disebutkan di atas, penulisan tugas akhir ini memiliki tujuan yaitu :

1. Mengetahui kondisi tanah dasar pada daerah bendung-tanah untuk penampungan air di Desa Ohoi Nol, Maluku Tenggara.
2. Mengetahui material penyusun bendung-tanah tersebut.
3. Dapat mengetahui besar pemampatan yang terjadi pada tanah dasar dan jenis pemampatan yang terjadi.
4. Dapat menghitung stabilitas bendung-tanah dan solusi perkuatannya.
5. Dapat menganalisa stabilitas bendung-tanah dan memberikan solusi perkuatannya

1.4. Batasan Masalah

Dari permasalahan yang disebutkan di atas, penulisan tugas akhir ini memiliki batasan yang akan dibahas yaitu:

- Tidak membahas dan menganalisa hidrologis seperti data hujan, debit andalan, dan lain-lain di lokasi Ohoi Nol, Pulau Kei Kecil, Maluku Tenggara.
- Hanya membahas tubuh bendung-tanah

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah penulis mampu merencanakan perkuatan bendung-tanah yang paling optimum menurut biaya. Dapat juga dijadikan referensi untuk perencanaan perkuatan bendung-tanah di Ohoi Nol, Maluku Tenggara.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengambilan Data Tanah

Data tanah merupakan data yang diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan dan hasil tes laboratorium. Penyelidikan tanah di lapangan salah satunya dengan menggunakan tes boring dan SPT (*Standart Penetration Test*). Pengambilan *sample* data tanah dilakukan di beberapa titik pada beberapa kedalaman untuk mengetahui jenis dan pengetesan parameter tanah di laboratorium.

2.2. Rumus Empiris dan Korelasi Parameter Tanah

Untuk mencari nilai parameter tanah yang tidak didapatkan dari hasil laboratorium dapat menggunakan rumus empiris dan tabel korelasi. Berikut merupakan beberapa rumus empiris dan tabel korelasi untuk mendapatkan nilai parameter tanah.

Rumus Empiris Nilai C_c dan C_s (Kosasih dan Mochtar, 1998) sebagai berikut :

$$C_c = 0.006 LL + 0.13 e_0 - 0.13 \quad (2.1)$$

$$C_s = 0.002 LL + 0.02 e_0 - 0.05 \quad (2.2)$$

Tabel 2. 1. Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Poisson Ratio*
(Buku Mekanika Tanah Jilid 1, Braja M. Das)

Jenis Tanah	<i>Poisson Ratio</i> (μ)
Lempung jenuh	0.4 – 0.5
Lempung tak jenuh	0.1 – 0.3
Lempung berpasir	0.2 – 0.3
Lanau	0.3 – 0.35
Pasir	0.1 – 1.0
Batuan	0.1 – 0.4
Umum dipakai untuk tanah	0.3 – 0.4

Tabel 2. 2. SPT dan korelasinya (J.E. Bowles, 1984)

<i>Cohesionless Soil/Sol Pulverulent</i>					
N (blows)	0- 3	4 - 10	11- 30	31 – 50	>50
γ (KN/m ³)	-	12-16	14-18	16-20	18-23
\emptyset (°)	-	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/Sol Coherent</i>					
N (blows)	<4	4-6	6-15	16-25	>25
γ (KN/m ³)	14-18	16-18	16-18	16-20	>20
qu (KPa)	<25	20-50	30-60	40-200	>100
Consistency	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>

Tabel 2. 3. Korelasi modulus elastisitas tanah (J.E. Bowles, 1974)

<i>Soil</i>	<i>Es (Ksi)</i>	<i>Kg/cm²</i>
<i>Clay</i>		
<i>Very soft</i>	0.05-0.4	3-30
<i>Soft</i>	0.2-0.6	20-40
<i>Medium</i>	0.6-1.2	45-90
<i>Hard</i>	1-3	70-200
<i>Sandy</i>	4-6	300-425
<i>Glacial fill</i>	1.5-22	100-1600
<i>Loess</i>	2-8	150-600
<i>Sand</i>		
<i>Silty</i>	1-3	50-200
<i>Loose</i>	1.5-3.5	100-250
<i>Dense</i>	7-20	500-1000
<i>Sand and gravel</i>		
<i>Dense</i>	14-28	800-2000
<i>Loose</i>	7-20	500-1400
<i>Shales</i>	20-200	1400-14000
<i>Silt</i>	0.3-3	20-200

Tabel 2. 4. Korelasi beberapa parameter tanah (Biares & Favre, 1976)

Sifat tana h	γ_d g/cm ³	e	n	W _{sat} %	γ_{sat} g/c m ³	K			C _v ft ² /ye ar	σ bar psi	m _v =I/E cm ² / kg			
						cm/ s	ft/year 1.03x1 0 ³	luge on 10 ⁻⁴						
lunak	0.5	31.25	4.40	0.80	163.0	1.31	10 ⁻⁹	1.03x1 0 ³	10 ⁻⁵	0.0	0.14	100	97.6	
	0.6	37.50	3.50	0.78	129.60	1.38				0.0	0.71	20	19.5	
	0.7	43.75	2.86	0.74	105.8	1.44	10 ⁻⁸	1.03x1 0 ²	1x10 ⁻⁴					
	0.8	50.00	2.38	0.70	88.0	1.50			2x10 ⁻⁴	6.8	0.1	1.42	10	9.76
	0.9	56.25	2.00	0.67	74.1	1.57	10 ⁻⁷	1.03x1 0 ¹	3x10 ⁻⁴	10.1	0.5	7.05	2	1.95
	1.0	62.50	1.70	0.63	63.0	1.63	1x10 ⁻⁶	1.03	4x10 ⁻⁴	11.1	1	14.2	1	0.976
	1.1	68.75	1.45	0.59	53.9	1.69	2x10 ⁻⁶	2.06	5x10 ⁻⁴	16.9	2	28.4	0.5	0.488
	1.2	75.00	1.25	0.56	46.3	1.76	3x10 ⁻⁶	3.10	6x10 ⁻⁴	20.3	3	42.6	0.33	0.325
	1.3	81.25	1.08	0.52	39.9	1.82	4x10 ⁻⁶	4.13	7x10 ⁻⁴	23.6	4	56.9	0.25	0.244
	1.4	87.50	0.93	0.48	34.4	1.88	5x10 ⁻⁶	5.17	8x10 ⁻⁴	27.0	5	71.0	0.20	0.195
rata-rata	1.5	93.75	0.80	0.44	29.6	1.94	6x10 ⁻⁶	6.20	10 ⁻³	33.8x1 0 ¹	7	99.5	0.14	0.144
	1.6	100.0	0.69	0.41	25.5	2.04	7x10 ⁻⁶	7.24			8	113	0.12	0.122
	1.7	106.2	0.59	0.37	21.8	2.07	8x10 ⁻⁶	8.26			9	127	0.11	0.111
	1.8	112.5	0.50	0.33	18.5	2.13	9x10 ⁻⁶	9.30	10 ⁻²	33.8x1 0 ²	10	142	0.10	0.0976
	1.9	118.7	0.42	0.30	15.6	2.20	10 ⁻⁵	10.33			11	156	0.091	0.0887
	2.0	125.0	0.35	0.26	13.0	2.26	10 ⁻⁴	1.03x1 0 ²	10	33.8x1 0 ³	12	170	0.083	0.0815
	2.1	131.2	0.29	0.22	10.6	2.32	10 ⁻²	1.03x1 0 ¹	100		13	185	0.077	0.075
	2.2	137.5	0.23	0.19	8.4	2.39	10 ⁻¹	1.03x1 0 ⁵	1000		14	199	0.073	0.07
	2.3	143.7	0.17	0.15	6.4	2.45			0		15	213	0.064	0.065
	2.4	150.0	0.13	0.11	4.63	2.51					20	284	0.050	0.0488
Gravel, Sand	2.5	156.2	0.080	0.07	2.96	2.57				50	710	0.020	0.0195	
	2.6	162.5	0.038	0.03	1.42	2.64				100	1420	0.010	9.76x1 0 ³	
	2.7	168.7	0.000	0.00	0.00	2.70				500	7100	0.002	1.95x1 0 ³	
										100	1420	0.001	9.76x1 0 ³	

Silt, Clay

Gravel, Sand

2.3. Pemampatan (*Settlement*)

Pemampatan diakibatkan oleh penambahan beban di atas suatu permukaan tanah (Braja M Das, 2006). Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.
2. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari penurunan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori – pori tanah
3. Penurunan sekunder (*secondary settlement*), merupakan penurunan yang terjadi setelah penurunan konsolidasi, terjadi sangat lama setelah beban mulai bekerja yaitu saat partikel tanah mengalami creep.

Penurunan total dari tanah berbutir halus yang jenuh ialah jumlah dari penurunan segera, penurunan konsolidasi primer, dan penurunan konsolidasi sekunder. Bila dinyatakan dalam bentuk persamaan, penurunan total adalah (Hardiyatmo, 2002):

$$St = Si + Sc + Ss \quad (2.3)$$

Dengan,

St = Penurunan total

Si = Penurunan segera

Sc = Penurunan akibat konsolidasi primer

Ss = Penurunan akibat konsolidasi sekunder

2.3.1. *Settlement* akibat Konsolidasi Primer

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Jika tanah lempung jenuh air yang mampu mampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Koefisien rembesan lempung sangat kecil jika dibandingkan dengan koefisien rembesan pasir. Sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang dengan waktu yang sangat lama. Supaya hal

tersebut dapat berlangsung lebih cepat maka perlu dilakukan perbaikan tanah (Braja M. Das, 2006)

Besar pemampatan konsolidasi untuk jenis tanah lunak sangat bergantung pada sejarah geologis tanah. Tanah pada kedalaman tertentu telah mengalami tegangan efektif pra-konsolidasi, yakni tegangan efektif terbesar yang pernah dialami di masa lampau. Tegangan efektif pra-konsolidasi dapat lebih kecil atau sama dengan tegangan *overburden* efektif saat ini. Dengan begitu, terdapat dua jenis tanah berdasarkan sejarah tegangan, yakni :

- *Normally Consolidated Soil* (NC-Soil), yakni tegangan *overburden* efektif saat ini merupakan tegangan terbesar (maksimum) yang pernah dialami tanah tersebut.
- *Over Consolidated Soil* (OC-Soil), yakni tegangan *overburden* efektif saat ini lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami tanah sebelumnya. Kategori tersebut tergantung dari angka *Over Consolidation Ratio* (OCR), yang didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$OCR = \frac{\sigma_c'}{\sigma_0'} \quad (2.4)$$

Keterangan :

σ_c' = tegangan efektif pra-konsolidasi

σ_0' = tegangan *overburden* efektif

NC-Soil mempunyai angka OCR = 1 dan OC-Soil mempunyai angka OCR > 1

Berdasarkan teori Das (1985), besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lempung setebal H untuk konsolidasi normal (NC Soil) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$S_c = C_c \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_0' + \Delta\sigma}{\sigma_0'} \quad (2.5)$$

Sedangkan OC soil menggunakan perumusan berikut:

1. Bila $\sigma_0' + \Delta\sigma < \sigma_c'$

$$S_c = C_s \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_o} \quad (2.6)$$

2. Bila $\sigma'_o + \Delta\sigma > \sigma'_c$

$$S_c = C_s \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + C_c \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_c} \quad (2.7)$$

Untuk perhitungan tegangan *preconsolidation* digunakan perumusan

$$\sigma'_c = \sigma'_o + (H_{fluktuatif} \times \gamma_w) \quad (2.8)$$

Dimana :

- Sc = Penurunan konsolidasi primer (m)
- Δe = Perubahan angka pori
- eo = Angka pori awal
- H = Tebal lapis tanah (m)
- Cc = Indeks pemampatan
- Cs = Indeks pemampatan kembali
- $\Delta\sigma$ = Tambahan tegangan akibat beban (kN/m²)
- σ'_c = Tegangan prakonsolidasi (kN/m²)
- σ'_o = Tegangan overburden (kN/m²)

Semua persamaan pemampatan konsolidasi adalah untuk lapisan tanah yang *compressible* (N-SPT<10)

2.3.2. Data dan Parameter Tanah untuk Perhitungan *Settlement* (Sc)

Parameter-parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan *settlement* adalah sebagai berikut :

1. Tebal Lapisan *Compressible*

Tebal lapisan *compressible* yang diperhitungkan adalah yang memiliki nilai N-SPT<10

2. Tegangan *Overburden* Efektif (σ'_o)

Tegangan *overburden* efektif adalah tegangan vertikal efektif dari tanah asli akibat beban atau lapisan tanah di atas titik tanah asli yang ditinjau. Tegangan overburden efektif didapatkan dengan rumusan sebagai berikut :

$$\sigma'_0 = \gamma' \cdot H \quad (2.9)$$

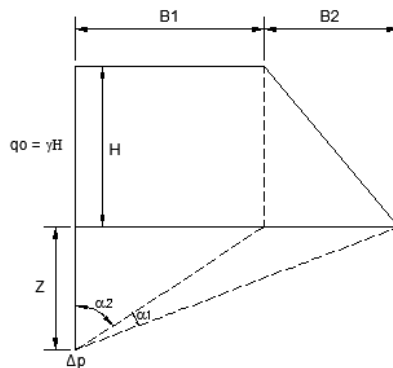
Dimana :

γ' = berat efektif tanah ($\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$)

H = kedalaman lapisan hingga titik yang ditinjau

3. Distribusi Tegangan Tanah ($\Delta\sigma$)

Distribusi Tegangan Tanah merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban tambahan di atas tanah yang ditinjau di tengah-tengah lapisan. Menurut Braja M. Das (1986), diagram tegangan tanah akibat timbunan ditunjukkan oleh Gambar 2.1



Gambar 2. 1. Diagram Tegangan Tanah akibat Timbunan
(Principles of Foundation Engineering, Second Edition)

Besarnya $\Delta\sigma'$ untuk $\frac{1}{2}$ bentuk timbunan adalah :

$$\Delta\sigma' = I x \frac{q_0}{\pi} \quad (2.10)$$

Keterangan :

q_0 = beban timbunan (t/m^2)

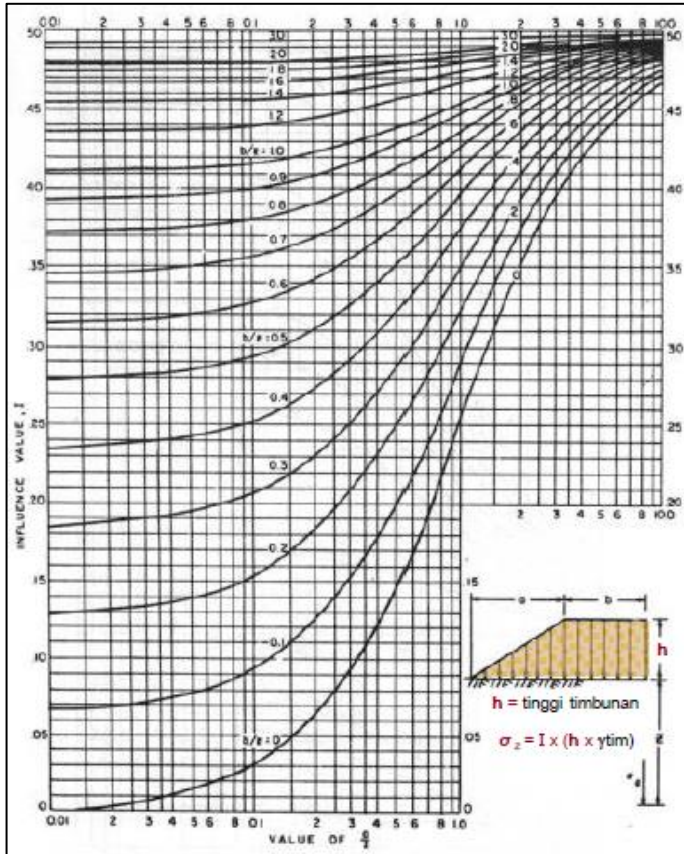
$\Delta\sigma'$ = besar distribusi tegangan di tengah tiap lapisan tanah (t/m^2)

I = faktor pengaruh, yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 atau dengan rumus berikut

$$I = \left[\left\{ \frac{B_1 + B_2}{B_2} \right\} x (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{B_1}{B_2} x \alpha_2 \right] \quad (2.11)$$

Dimana :

- B_1 = Panjang horizontal kemiringan timbunan
 B_2 = Lebar setengah timbunan
 α_1 = $[\tan^{-1} \{ (B_1+B_2)/z \} - \tan^{-1} (B_2/z)]$ (radian)
 α_2 = $[\tan^{-1} (B_2/z)]$ (radian)

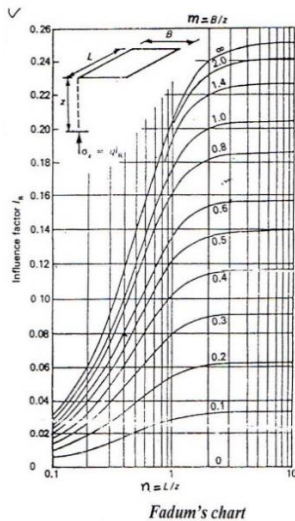


Gambar 2. 2. Kurva Faktor Pengaruh I (NAVFAC DM-7, 1970)

Untuk distribusi tegangan tanah akibat beban persegi menggunakan persamaan :

$$\Delta\sigma' = I \times q_0 \quad (2.12)$$

Dimana faktor pengaruh I untuk beban persegi dapat dilihat pada Gambar 2.3 atau Tabel 2.5



Gambar 2. 3. Faktor Pengaruh I untuk Beban Persegi (Fadum, 1948)

Tabel 2. 5. Faktor Pengaruh I untuk Beban Persegi (Fadum, 1948)

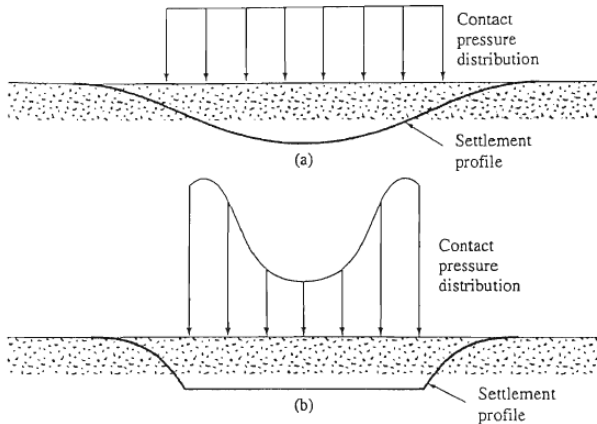
B/z	L/z														
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.4	2.0	3.0	5.0	∞
0.1	0.0047	0.0092	0.0132	0.0168	0.0198	0.0222	0.0242	0.0258	0.0270	0.0279	0.0301	0.0311	0.0315	0.0316	0.0316
0.2	0.0092	0.0179	0.0259	0.0328	0.0387	0.0435	0.0474	0.0504	0.0528	0.5470	0.0589	0.6100	0.0620	0.0620	0.0620
0.3	0.0132	0.0259	0.0374	0.0474	0.5600	0.0630	0.0686	0.0731	0.0766	0.0794	0.0856	0.0887	0.0898	0.0901	0.0902
0.4	0.0168	0.0328	0.0474	0.0602	0.0711	0.0801	0.0873	0.0931	0.0977	0.1013	0.1094	0.1134	0.1150	0.1154	0.1154
0.5	0.0198	0.0387	0.0560	0.0711	0.0840	0.9470	0.1034	0.1104	0.1158	0.1202	0.1300	0.1350	0.1368	0.1374	0.1375
0.6	0.0222	0.0435	0.0629	0.0801	0.0947	0.1069	0.1168	0.1247	0.1310	0.1361	0.1475	0.1533	0.1555	0.1561	0.1562
0.7	0.0240	0.0474	0.0686	0.8730	0.1034	0.1168	0.1277	0.1365	0.1436	0.1491	0.1620	0.1686	0.1711	0.1719	0.1720
0.8	0.2580	0.0504	0.0731	0.0931	0.1104	0.1247	0.1365	0.1461	0.1537	0.1598	0.1739	0.1812	0.1841	0.1849	0.1850
0.9	0.0270	0.0528	0.0766	0.0977	0.1158	0.1311	0.1436	0.1537	0.1619	0.1684	0.1836	0.1915	0.1947	0.1956	0.1958
1.0	0.0279	0.0547	0.0794	0.1013	0.1202	0.1361	0.1491	0.1598	0.1684	0.1752	0.1914	0.1999	0.2034	0.2044	0.2046
1.4	0.0301	0.0589	0.0856	0.1094	0.1300	0.1475	0.1620	0.1739	0.1836	0.1914	0.2102	0.2206	0.2250	0.2263	0.2266
2.0	0.0311	0.0610	0.0887	0.1134	0.1350	0.1533	0.1686	0.1812	0.1915	0.1999	0.2206	0.2325	0.2378	0.2395	0.2399
3.0	0.0315	0.0618	0.0898	0.1150	0.1368	0.1555	0.1711	0.1841	0.1947	0.2034	0.2250	0.2378	0.2420	0.2461	0.2465
5.0	0.0316	0.0620	0.0901	0.1154	0.1374	0.1561	0.1719	0.1849	0.1956	0.2044	0.2263	0.2395	0.2461	0.2486	0.2491
∞	0.0316	0.0620	0.0902	0.1154	0.1375	0.1562	0.1720	0.1850	0.1958	0.2046	0.2266	0.2399	0.2465	0.2492	0.2500

$\sigma_z = q/r$

2.3.3. Penurunan Akibat Konsolidasi Segera

Penurunan segera atau penurunan elastis dari suatu pondasi terjadi dengan segera setelah pemberian beban tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan kadar air. Besarnya penurunan ini akan tergantung pada ketentuan dari pondasi dan tipe dari material di mana pondasi tersebut berada.

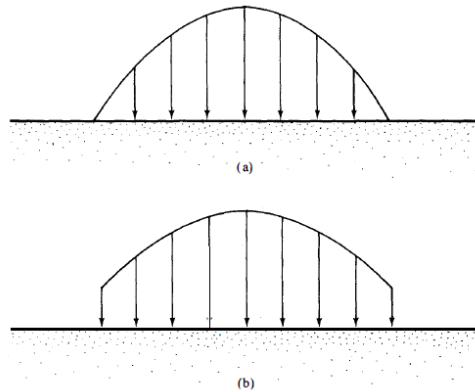
Suatu pondasi lentur yang memikul beban merata dan terletak di atas material yang elastis (seperti lempung yang jenuh) akan mengalami penurunan elastis yang berbentuk cekung seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4a. Akan tetapi, apabila pondasi tersebut kaku dan berada di atas material yang elastis seperti lempung, maka tanah di bawah pondasi itu akan mengalami penurunan yang merata dan tekanan pada bidang sentuh akan mengalami pendistribusian ulang seperti terlihat pada Gambar 2.4b



Gambar 2. 4. Profil penurunan segera dan teknan pada bidang sentuh pada lempung, (a) pondasi lentur, (b) pondasi kaku

Bentuk penurunan dan distribusi tekanan pada bidang sentuh antara pondasi dan permukaan tanah seperti yang dijelaskan di atas adalah benar apabila modulus elastisitas dari tanah tersebut adalah konstan untuk seluruh kedalaman lapisan tanah. Untuk tanah pasir yang tidak berkohesi, modulus elastisitas akan bertambah besar bila kedalamannya bertambah. Di samping itu, tekanan ke samping

pada permukaan tanah di tepi pondasi ternyata lebih kecil. Pasir di tepi pondasi lentur tertekan ke luar, dan kurva defleksi dari pondasi tersebut mempunyai bentuk cembung menghadap ke bawah. Distribusi tekanan pada bidang sentuh untuk pondasi lentur dan pondasi kaku (yaitu sama dengan penurunan) pada pasir ditunjukkan dalam Gambar 2.5a dan 2.5b.



Gambar 2. 5. Tekanan pada bidang sentuh pada pasir, (a) pondasi lentur, (b) pondasi kaku

Penurunan segera untuk fondasi yang berada di atas material yang elastis (dengan ketebalan yang tak terbatas) dapat dihitung dari persamaan-persamaan yang diturunkan dengan menggunakan prinsip dasar teori elastis. Bentuk persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\rho_i = p \cdot B \frac{1 - \mu^2}{E} I_p \quad (2.13)$$

dimana :

ρ_i = penurunan elastis

p = tekanan bersih yang dibebankan

B = lebar pondasi (= diameter pondasi yang berbentuk lingkaran)

μ = angka Poisson

E = modulus elastisitas tanah (modulus Young)

I_p = faktor pengaruh (*influence factor*) yang tidak mempunyai dimensi

Schleicher (1926) memberikan faktor pengaruh untuk bagian ujung dari pondasi persegi yang lentur sebagai berikut :

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[m_1 \cdot \ln \left(\frac{1 + \sqrt{m_1^2 + 1}}{m_1} \right) + \ln(m_1 + \sqrt{m_1^2 + 1}) \right] \quad (2.14)$$

dimana :

$$m_1 = \frac{\text{panjang pondasi}}{\text{lebar pondasi}}$$

Tabel 2.6 Memberikan harga faktor pengaruh untuk pondasi kaku dan pondasi lentur.

Tabel 2. 6. Faktor Pengaruh untuk Pondasi (Braja M. Das)

Bentuk	m_1	I_p		
		Lentur		Kaku
		Tengah-tengah	Pojok	
Bundar	-	1.00	0.64	0.79
Persegi	1	1.12	0.56	0.88
	1.5	1.36	0.68	1.07
	2	1.53	0.77	1.21
	3	1.78	0.89	1.42
	5	2.10	1.05	1.70
	10	2.54	1.27	2.1
	20	2.99	1.49	2.46
	50	3.57	1.8	3.0
	100	4.01	2.0	3.43

2.3.4. Waktu Pemampatan Tanah Dasar

Proses konsolidasi tanah lempung yang tebal berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Perbandingan antara pemampatan tanah pada saat t dengan pemampatan total yang terjadi disebut

derajat konsolidasi. Nilai derajat konsolidasi adalah antara 0% sampai 100%

Derajat konsolidasi 0-60% dirumuskan dengan :

$$U = \left(2 \sqrt{\frac{T}{\pi}} \right) 100\% \quad (2.15)$$

Derajat konsolidasi >60% dirumuskan dengan :

$$U = (100 - a)\% \quad (2.16)$$

Dimana :

U = Derajat konsolidasi

T = Faktor waktu

a = $10^{\left(\frac{1.781-T}{0.933}\right)}$

Dengan menggunakan persamaan 2.15 dan 2.16, variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2. 7. Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi U%	Faktor Waktu T
0	0.000
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.126
50	0.196
60	0.283
70	0.403
80	0.567
90	0.848
100	-

Pemampatan konsolidasi lapisan tanah dasar yang terjadi karena keluarnya air pori ke lapisan yang lebih porous, yaitu ke atas atau ke bawah saja (*single drainage*) atau ke atas dan ke bawah (*double drainage*). Waktu konsolidasi untuk *single drainage* dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$t = \frac{T \times Hdr^2}{C_v} \quad (2.17)$$

Sedangkan untuk *double drainage* dihitung dengan :

$$t = \frac{T \times \left(\frac{Hdr}{2}\right)^2}{C_v} \quad (2.18)$$

dimana :

T = faktor waktu tergantung dari derajat konsolidasi.

Cv = koefisien konsolidasi (bisa didapatkan pada Tabel 2.4)

t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi U% (dtk)

Hdr = jarak air pori di lapisan tanah untuk mengalir keluar (m)

Apabila lapisan tanah berlapis-lapis dan mempunyai beberapa nilai Cv, maka harga Cv yang digunakan dalam perencanaan adalah harga Cv rata – rata.

$$Cv \text{ rata – rata} = \frac{H^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}} + \frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}} + \dots + \frac{H_i}{\sqrt{Cv_i}}\right)^2} \quad (2.19)$$

dimana :

H1, H2, ..., Hn = tebal lapisan tanah 1, 2, ..., n

Cv1, Cv2, ..., Cvn = besar koefisien konsolidasi lapisan tanah 1, 2, ..., n

2.4. Perencanaan Timbunan

Metode preloading merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang umum dipakai pada tanah-tanah yang mengalami penurunan yang besar bila dibebani. Preloading dilakukan sebelum konstruksi dibangun. Preloading dapat dianggap selesai jika penurunan konsolidasi yang terjadi minimal sama dengan penurunan konstruksi yang diakibatkan beban rencana.

Ada berbagai macam jenis preloading yaitu :

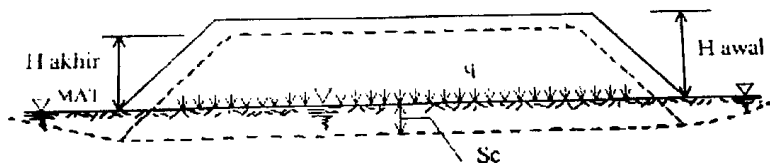
- Surcharge, dilakukan dengan cara pemberian beban sementara diatas permukaan tanah dasar tempat konstruksi akan dibangun. Bentuk beban sementara berupa timbunan / tanah urug, blok beton dan water tank.
- Dewatering, beban preloading diperoleh dengan cara menurunkan muka air tanah.
- Vacuuming

Sistem pemberian beban preloading ada dua, yaitu secara bertahap dan sistem counter weight. Pemilihan sistem pembebanan tersebut didasarkan pada daya dukung tanah dasar dalam bentuk memikul beban. (Braja M. Das, 1995)

2.4.1. Penentuan Tinggi Timbunan Awal – Akhir

Tinggi timbunan awal dan akhir dihitung dengan perumusan seperti yang digambarkan pada Gambar 2.6.

$$q = H_{awal} \times \gamma_{timbunan} \quad (2.20)$$



Gambar 2. 6. Kedudukan Timbunan Saat Mengalami Pemampatan (Mochtar, 2000)

Setelah mengalami konsolidasi Sc maka

$$H_{\text{akhir}} = H_{\text{awal}} - Sc \quad (2.21)$$

$$Q_{\text{akhir}} = H_{\text{akhir}} \times \gamma_{\text{timbunan}} + Sc (\gamma_{\text{sat timb}} - \gamma_w) \quad (2.22)$$

$$Q_{\text{akhir}} = q = (H_{\text{awal}} - Sc) \times \gamma_{\text{timbunan}} + Sc (\gamma_{\text{sat timb}} - \gamma_w) \quad (2.23)$$

$$q = H_{\text{awal}} \times \gamma_{\text{timbunan}} - Sc \times \gamma_{\text{timb}} + Sc \times \gamma'_{\text{timb}}$$

$$q = H_{\text{awal}} \times \gamma_{\text{timbunan}} - Sc (\gamma_{\text{timb}} - \gamma'_{\text{timb}})$$

Untuk kondisi $\gamma_{\text{sat}} \neq \gamma_{\text{timbunan}}$

$$H_{\text{awal}} = [q + Sc (\gamma_{\text{sat timb}} - \gamma_w)] / \gamma_{\text{timb}} \quad (2.24)$$

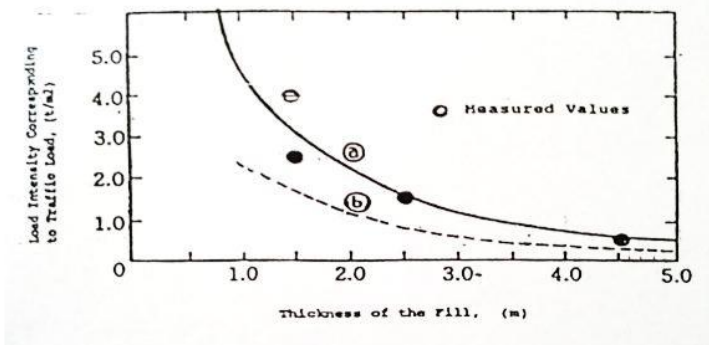
Untuk kondisi $\gamma_{\text{sat}} = \gamma_{\text{timbunan}}$

$$H_{\text{awal}} = [q + Sc \cdot \gamma_w] / \gamma_{\text{timb}} \quad (2.25)$$

Hubungan antara tinggi timbunan awal dan tinggi timbunan akhir adalah

$$H_{\text{akhir}(i)} = H_{\text{awal}(i)} - Sc - H_{\text{bongkar traffic}} - H_{\text{bongkar pavement}} \quad (2.26)$$

Untuk penentuan $H_{\text{bongkar traffic}}$ digunakan grafik pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Korelasi q_{traffic} dengan Tinggi Timbunan Rencana (Road Association, 1986)

2.4.2. Perhitungan Tinggi Timbunan Kritis (Hcr)

Tinggi timbunan kritis adalah tinggi dimana stabilitas timbunan memiliki angka keamanan 1 atau saat timbunan akan mengalami kegagalan. H_{kritis} dapat dicari dengan menggunakan software analisis geoteknik seperti GeoSlope, XSTABLE, Plaxis dengan tujuan mencari tinggi timbunan ketika SF (*Safety Factor*) = 1.

2.4.3. Timbunan Bertahap dan Besar Pemampatan

Pelaksanaan penimbunan di lapangan biasanya dilakukan secara bertahap seperti pada Gambar 2.8 dengan kecepatan sesuai yang direncanakan. Proses penahapan timbunan akan dipantau dan mempertimbangkan tinggi timbunan kritis (Hcr) untuk mencegah terjadinya kelongsoran.



Gambar 2. 8. Ilustrasi penimbunan secara bertahap (Model Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

2.4.4. Distribusi dan Perubahan Tegangan yang Terjadi Akibat Timbunan Bertahap

Tegangan akan mengalami perubahan akibat adanya penahapan timbunan per minggu. Setiap tahap timbunan akan mendistribusikan tegangan yang berbeda-beda ke tanah dasar.

Perhitungan distribusi tegangan per tahap ($\Delta\sigma_n'$) ketika derajat konsolidasi (U) = 100% menggunakan persamaan 2.21. Perubahan tegangan (σ_n') dapat dihitung dengan menambahkan distribusi tegangan per tahap ($\Delta\sigma_n'$) pada tegangan sebelumnya seperti pada persamaan

$$\sigma_n' = \sigma_{n-1}' + \Delta\sigma_n' \quad (2.27)$$

Contoh perubahan tegangan :

Akibat tahap 1:

$$\sigma_1' = \sigma_0' + \Delta\sigma_1'$$

Akibat tahap 2:

$$\begin{aligned}\sigma_2' &= \sigma_1' + \Delta\sigma_2' \\ &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1' + \Delta\sigma_2'\end{aligned}$$

Untuk peninjauan penambahan tegangan yang berubah berdasarkan waktu umur tahapan timbunan masing-masing dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\Delta\sigma_{nUi} = \left[\left(\frac{\sigma_n'}{\sigma_{n-1}} \right)^{U_i} \times \sigma_{n-1} \right] - \sigma_{n-1} \quad (2.28)$$

Dimana :

$\Delta\sigma_{nUi}$ = penambahan tegangan akibat penahapan timbunan ke-n berdasarkan derajat konsolidasi pada umur tahapan timbunan ke-I (U_i)

σ_n' = tegangan yang total yang diterima akibat penahapan timbunan ke-n

σ_n' = $\sigma_{n-1}' + \Delta\sigma_n$

U_i = derajat konsolidasi penahapan timbunan ke-n pada umur ke-i

Contoh distribusi tegangan akibat tahap 1:

Umur tahap 1 = 1 minggu

$n = 1$

$i = 1 \rightarrow U_i = U_1$

$$\Delta\sigma_{1U1} = \left[\left(\frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \right)^{U_1} \times \sigma_0' \right] - \sigma_0'$$

Akibat tahap 1

Umur tahap 1 = 2 minggu

$n = 1$

$i = 2 \rightarrow U_i = U_2$

$$\Delta\sigma_{1U2} = \left[\left(\frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \right)^{U2} x \sigma_0' \right] - \sigma_0'$$

Akibat tahap 2

Umur tahap 2 = 1 minggu

$n = 2$

$i = 1 \rightarrow U_i = U_1$

$$\Delta\sigma_{2U1} = \left[\left(\frac{\sigma_2'}{\sigma_1'} \right)^{U1} x \sigma_1' \right] - \sigma_1'$$

2.4.5. Peningkatan Daya Dukung Tanah

Harga Cu baru didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

Mochtar & Ardana, 1999

Untuk harga $PI < 120\%$

$$Cu(kg/cm^2) = 0,0737 + (0,1899 - 0,0016PI)\sigma' \quad (2.29)$$

Untuk harga $PI \geq 120\%$

$$Cu(kg/cm^2) = 0,0737 + (0,0454 - 0,00004PI)\sigma' \quad (2.30)$$

Dimana :

Cu = daya dukung tanah baru (kg/cm^2)

PI = indeks plastisitas tanah

σ' = tegangan yang terjadi pada lapisan tanah yang ditinjau (kg/cm^2)

2.4.6. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Pemampatan konsolidasi yang terjadi akibat penambahan beban timbunan bertahap dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

1. Apabila $\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 \leq \sigma_c$

$$Sc = \frac{Cs \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma_1}{\sigma'_0} \quad (2.31)$$

2. Apabila $\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 > \sigma_c$

$$S_c = \frac{C_s \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma_c}{\sigma'_0 + \Delta\sigma_1} + \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2}{\sigma_c} \quad (2.32)$$

3. Apabila $\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3 > \sigma_c$

$$S_c = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3}{\sigma'_0 + \Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2} \quad (2.33)$$

Dimana :

S_c = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau

H = tebal lapisan tanah *compressible*

e_0 = angka pori awal (*initial void ratio*)

C_c = indeks kompresi

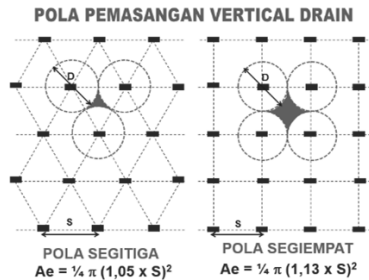
C_s = indeks mengembang

$\Delta\sigma$ = beban surcharge

σ'_0 = tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke- i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)

2.5. Perbaikan Tanah Dasar dengan Vertikal Drain

Konsep perbaikan tanah dasar dengan vertikal drain yaitu mempercepat jarak air mengalir yang awalnya secara vertikal menjadi secara horizontal sehingga perlu diperhitungkan konsolidasi secara horizontal juga. Pola pemasangan vertikal drain juga mempengaruhi kecepatan konsolidasi dimana pola pemasangan vertikal drain ada dua, yaitu segitiga dan segi empat seperti terlihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9. Pola Pemasangan *Vertical Drain*

Perumusan untuk nilai derajat konsolidasi arah vertikal U_v :

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \quad \rightarrow \quad T_v = \frac{t \cdot C_v}{H_{dr}^2} \quad (2.34)$$

dengan :

T_v = faktor waktu

t = waktu sembarang yang dipilih

C_v = harga C_v tanah pada lapisan setebal panjang PVD

H_{dr} = panjang PVD

Perumusan untuk nilai derajat konsolidasi arah horizontal U_h :

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \cdot C_h} \right) \cdot 2 F(n) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - U_h} \right) \quad (2.35)$$

$$U_h = [1 - \exp(-x)] \times 100\% \quad (2.36)$$

$$x = \frac{8 \cdot C_h \cdot t}{D^2 \cdot 2F(n)}$$

dengan :

t = waktu sembarang yang dipilih

D = diameter lingkaran

C_h = koefisien konsolidasi aliran horizontal ($C_h = 2 \sim 5 C_v$)

$F(n)$ = faktor tahanan akibat jarak antara PVD

Perumusan untuk nilai derajat konsolidasi rata-rata U_r :

$$\bar{U} = [1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)] \times 100\% \quad (2.37)$$

dengan :

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

U_h = derajat konsolidasi arah horizontal

Perumusan untuk nilai faktor tahanan akibat jarak PVD $F(n)$:

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot \ln(n) - \frac{3}{4} - \frac{1}{4n^2} \quad (2.38)$$

dengan :

- n = D/d_w
 d_w = diameter ekuivalen PVD = $2(a + b)/\Pi$
 D = Diameter lingkaran,
- 1,05 x S untuk pola segitiga
 - 1,13 x S untuk pola segiempat

2.6. Gaya-Gaya yang Bekerja pada Bendung

Gaya-gaya yang bekerja pada bangunan bendung dan mempunyai arti penting dalam perencanaan adalah :

1. Tekanan air, dalam dan luar
2. Tekanan lumpur (sediment pressure)
3. Gaya gempa
4. Berat bangunan
5. Reaksi pondasi

2.6.1. Tekanan Air

Gaya tekan air dapat dibagi menjadi gaya hidrostatik dan gaya hidrodinamik. Tekanan hidrostatik adalah fungsi kedalaman di bawah permukaan air. Tekanan air akan selalu bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan. Oleh sebab itu agar perhitungannya lebih mudah, gaya horizontal dan vertikal dikerjakan secara terpisah. Tekanan air dinamik jarang diperhitungkan untuk stabilitas bangunan bendung dengan tinggi energi rendah.

Bangunan bendung mendapat tekanan air bukan hanya pada permukaan luarnya, tetapi juga pada dasarnya dan dalam tubuh bangunan itu. Gaya tekan ke atas, yakni istilah umum untuk tekanan air dalam, menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya. Rumus gaya tekan ke atas untuk bangunan yang didirikan pada pondasi batuan adalah :

$$W_u = c\tau_w \left[h_2 + \frac{1}{2} \varepsilon (h_1 - h_2) \right] A \quad (2.39)$$

Dimana :

- c = proporsi luas di mana tekanan hidrostatik bekerja ($c = 1$, untuk semua tipe pondasi)
 τ_w = berat jenis air, kN/m^3
 h_2 = kedalaman air hilir, m

- ε = proporsi tekanan yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.8
 h_1 = kedalaman air hulu, m
 A = luas dasar, m^2
 W_u = gaya tekan ke atas resultante, kN

Tabel 2. 8. Harga-harga ε

Tipe pondasi batuan	Proporsi tekanan
Berlapis horizontal	1.00
Sedang, pejal (massive)	0.67
Baik, pejal	0.5

2.6.2. Tekanan Lumpur

Tekanan lumpur yang bekerja terhadap muka hulu bendung atau terhadap pintu dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_s = \frac{\tau_s h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin\vartheta}{1 + \sin\vartheta} \right) \quad (2.40)$$

Dimana :

P_s = gaya yang terletak pada 2/3 kedalaman dari atas lumpur yang bekerja secara horizontal

τ_s = berat lumpur, N

h = dalamnya lumpur, m

ϑ = sudut gesekan dalam, derajat

Beberapa andaian/asumsi dapat dibuat seperti berikut :

$$\tau_s = \tau_s \frac{G - 1}{G}$$

Dimana :

τ_s = berat volume kering tanah $\approx 16 \text{ kN/m}^3$ ($\approx 1600 \text{ kgf/m}^3$)

Λ = berat volume butir = 2.65

Menghasilkan $\tau_s = 10 \text{ kN/m}^3$ ($\approx 1000 \text{ kgf/m}^3$)

Sudut gesekan dalam, yang bisa diandaikan 30° untuk kebanyakan hal, menghasilkan :

$$P_s = 1.67 h^2$$

2.6.3. Gaya Gempa

Harga-harga gaya gempa diberikan dalam bagian Parameter Bangunan. Harga-harga tersebut didasarkan pada peta Indonesia yang menunjukkan berbagai daerah dan resiko. Faktor minimum yang akan dipertimbangkan adalah 0.1 g perapatan gravitasi sebagai harga percepatan. Faktor ini hendaknya dipertimbangkan dengan mengalikannya dengan massa bangunan sebagai gaya horizontal menuju kearah yang paling tidak aman, yakni arah hilir.

2.6.4. Berat Bangunan

Berat bangunan bergantung kepada bahan yang dipakai untuk membuat bangunan itu. Untuk tujuan-tujuan perencanaan pendahuluan, boleh dipakai harga-harga berat volume di bawah ini.

Pasangan batu = tergantung

Beton tumbuk = tergantung

Beton bertulang = $24 \text{ kN/m}^3 (\approx 2400 \text{ kgf/m}^3)$

Berat volume beton tumbuk bergantung kepada berat volume agregat serta ukuran maksimum kerikil yang digunakan. Untuk ukuran maksimum agregat 150 mm dengan berat volume 2.65, berat volumenya lebih dari $24 \text{ kN/m}^3 (\approx 2400 \text{ kgf/m}^3)$

2.6.5. Reaksi Pondasi

Rumus tekanan vertikal pondasi adalah :

$$p = \frac{\sum(W)}{A} + \frac{\sum(W)e}{I}m \quad (2.41)$$

Dimana :

P = tekanan vertikal pondasi

$\sum(W)$ = keseluruhan gaya vertikal, termasuk tekanan ke atas, tetapi tidak termasuk reaksi pondasi.

A = luas dasar, m^2

e = eksentrisitas pembebanan, atau jarak dari pusat gravitasi dasar (*base*) sampai titik potong resultante dengan dasar.

I = momen kelembaman (*moment of inertia*) dasar di sekitar pusat gravitasi

m = jarak dari titik pusat luas dasar sampai ke titik di mana tekanan dikehendaki

2.7. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan metode perhitungan yang didasarkan pada konsep diskretasi, yaitu pembagian suatu sistem struktur, massa, atau benda padat menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Pembagian ini memungkinkan sistem ini memiliki derajat kebebasan tidak terhingga menjadi derajat kebebasan terhingga, sehingga memudahkan perhitungan masing-masing, sehingga memudahkan proses perhitungan karena benda tersebut sudah dibuat menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Metode Elemen Hingga juga merupakan metode pendekatan, semakin kecil pembagian elemen-elemen kecil semakin akurat perhitungan pendekatan melalui Metode Elemen Hingga. Metode Elemen Hingga dapat digunakan untuk menghitung distribusi beban yang terjadi pada elemen seperti deformasi dan tegangan.

2.7.1. Plaxis

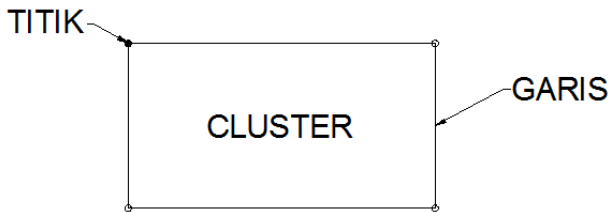
PLAXIS merupakan sebuah program dalam bidang geoteknik yang menggunakan Metode Elemen Hingga untuk aplikasi geoteknik gimana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Pengembangan PLAXIS dimulai pada tahun 1987 di Universitas Delft (*Delft University of Technology*) atas inisiatif Departemen Tenaga Kerja dan Pengelolaan Sumber Daya Air Belanda (*Dutch Department of Public Works and Water Management/Rijkswaterstaat*). Tujuan awal dari pembuatan Program PLAXIS adalah untuk menciptakan sebuah program komputer berdasarkan Metode Elemen Hingga dua dimensi yang mudah digunakan untuk menganalisa tanggul-tanggul yang dibangun di atas tanah lunak di dataran rendah di Belanda. Pada tahun-tahun berikutnya, PLAXIS dikembangkan lebih lanjut hingga mencakup hampir seluruh aspek perencanaan geoteknik lainnya.

Didalam Plaxis pemodelan struktur geoteknik pada umumnya dapat dimodelkan menjadi regangan bidang (*plane strain*) atau model axis-simetri. Pada model regangan bidang model geometri penampang melintang yang kurang lebih seragam dengan kondisi regangan dan kondisi pembebanan yang cukup

panjang dalam arah tegak lurus terhadap penampang tersebut (arah z). Perpindahan dan regangan dalam arah z diasumsikan tidak memiliki pengaruh (bernilai 0) karena arah tersebut diasumsikan memiliki panjang yang tidak terbatas. Walaupun demikian tegangan normal pada arah z diperhitungkan sepenuhnya dalam analisa.

Pada model axi-simetri struktur berbentuk lingkaran dengan penampang radial melintang yang kurang lebih seragam dan kondisi pembebanan mengelilingan sumbu aksial, dimana deformasi dan kondisi tegangan diasumsikan sama di setiap arah radial. Koordinat x menyatakan radius dan koordinat y merupakan sumbu simetris dalam arah aksial.

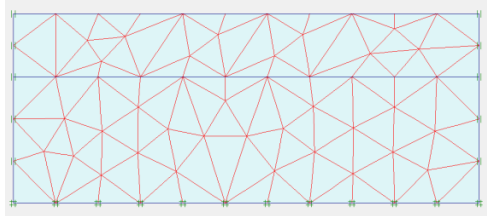
Dalam pemodelan geometri struktur geoteknik, dibentuk berdasarkan komponen-komponen yaitu Titik, Garis dan Cluster. Titik merupakan titik awal dan akhir dari sebuah garis. Garis digunakan untuk mendefinisikan batasan-batasan geometri dari struktur geoteknik yang dimodelkan, sedangkan Cluster merupakan suatu daerah tertutup yang terbuat dari beberapa garis yang saling berhubungan dan membentuk suatu bidang.



Gambar 2. 10. Titik, garis dan cluster dalam Plaxis

Setelah pembuatan geometri, pemodelan elemen hingga dapat dianalisa, berdasarkan komposisi cluster dan garis pada pemodelan geometri. Komponen-komponen yang terdapat pada bentuk elemen hingga adalah elemen, nodal dan titik tegangan. Pada pembuatan bentuk geometri, cluster dibagi menjadi elemen-elemen segitiga. Elemen segitiga tersebut ada dua macam, yaitu 15 nodal elemen dan 6 nodal elemen. 15 nodal elemen

memiliki 15 nodal di dalam sebuah elemen segitiganya dan 6 nodal elemen hanya memiliki 6 nodal. Perhitungna menggunakan 15 nodal elemen akan lebih teliti dibandingkan 6 nodal elemen, karena semakin banyak nodal yang dianalisa dalam perhitungan. Namun perhitungan dengan menggunakan 15 nodal akan memakan waktu analisa yang lebih lama, karena proses perhitungan semakin banyak untuk setiap nodal di dalam elemen. Tegangan dan regangan yang terjadi pada suatu bentuk diperhitungkan secara individual dengna menggunakan *Gaussian integration points* (titik tegangan) bukan pada titik nodal. Pada 15 nodal terdepap 12 titik tegangan dan pada 6 nodal elemen terdepap 3 titik tegangan.



Gambar 2. 11. Pembagian Elemen-Elemen Segitiga pada Cluster



Gambar 2. 12. Titik Nodal pada Elemen

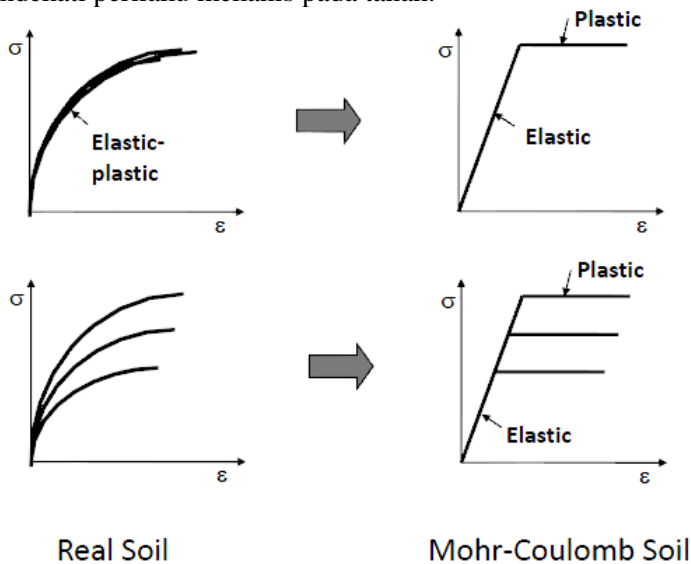


Gambar 2. 13. Titik Tegangan pada Elemen

Perilaku mekanis dari tanah dapat dimodelkan menggunakan berbagai macam jenis mode. Pemodelan hubungan tegangan-tegangan yang paling sederhana adalah pemodelan

hukum linier Hooke, elastisitas isotropik, yang hanya memerlukan dua input yaitu modulus Young (E) dan *poisson ratio* (ν). Dengan pemodelan linier hasil yang didapatkan terlalu besar untuk dipakai dalam pemodelan. Oleh sebab itu terdapat berbagai macam pemodelan sifat mekanis material dalam program Plaxis, yaitu Mohr Coulomb Model, Jointed Rock Model, Hardening Soil Model, Soft Soil Creep Model dan Soft Soil Model.

Pada pemodelan material Mohr Coulomb model terdapat parameter yang perlu dimasukkan yaitu Modulus Elastisitas (E) dan *Poisson Ratio* (ν) untuk elastisitas tanah, sudut geser (ϕ) dan kohesi (C) untuk plastisitas tanah, dan ψ untuk dilatasi tanah. Pemodelan Mohr Coulomb menggunakan pendekatan yang mendekati perilaku mekanis pada tanah.



Gambar 2. 14. Pemodelan Mohr-Coulomb

Pada pemodelan Mohr Coulomb setiap lapisan diperkirakan memiliki kekakuan rata-rata yang konstan, akibat kekakuan yang konstan perhitungan dalam program akan lebih cepat dan dapat

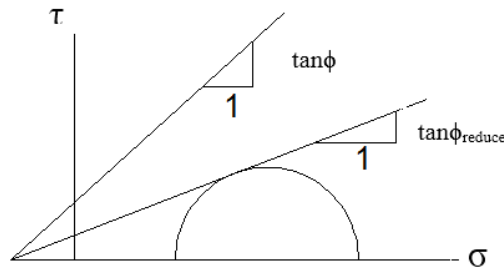
menghasilkan perkiraan deformasi dari perhitungan tersebut. Untuk model lainnya tidak dibahas dalam penelitian ini karena tidak digunakan dalam analisa.

Salah satu perencanaan geoteknik tersebut adalah menganalisa stabilitas lereng. Pada Plaxis analisa stabilitas lereng menggunakan metode *Shear Strenght Reduction-Finite Element Method* yaitu perhitungan faktor keamanan dengan mereduksi parameter-parameter yang mempengaruhi kuat geser tanah yaitu nilai kohesi dan sudut geser tanah. Sehingga faktor keamanan stabilitas lereng berdasarkan metode ini menjadi

$$FS = \frac{c_{input}}{c_{reduction}} \quad (2.42)$$

dan

$$FS = \frac{\tan \phi_{input}}{\tan \phi_{reduction}} \quad (2.43)$$



Gambar 2. 15. *Shear Strength Reduction*

Dalam metode ini, parameter kekuatan geser tanah yang didapat dari hasil perhitungan dengan parameter tanah asli seperti pada Gambar 2.15 akan direduksi secara otomatis hingga garis keruntuhan bersinggungan dengan beban yang ada sehingga kelongsoran terjadi. Dalam program Plaxis metode ini disebut *Phi-c reduction*.

2.8. Perkuatan Tanah Dengan *Geotextile*

Geotextile merupakan salah satu jenis bahan *Geosynthesis* yang paling luas penggunaannya dalam bidang teknik sipil. Penggunaan *Geotextile* yang paling umum adlah sebagai berikut :

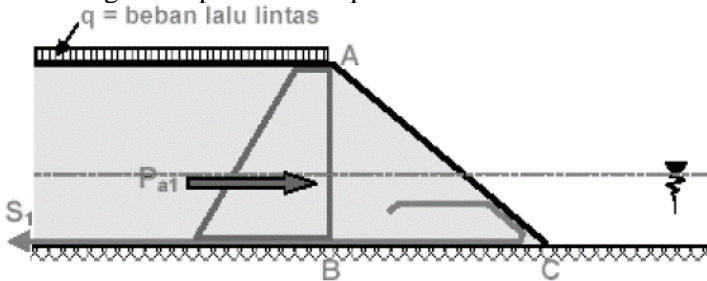
- Perkerasan jalan tanah (sementara)
- Perkerasan jalan permanen
- Lapis ulang perkerasan aspal
- *Embankment* tanah
- Lereng/talud

Pada perencanaan *Geotextile* untuk *Embankment*, perlu ditinjau stabilitas pada :

- *Internal stability*
- *Foundation stability*
- *Overall stability*

2.8.1. Internal Stability

Kondisi *internal stability* tercapai bila tidak terjadi longsor pada lereng AC seperti terlihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2. 16. Gaya –gaya pada *Internal Stability*

1. Syarat tidak terjadi *failure* di lereng AC

$$Pa1 \leq \frac{(\text{Berat efektif } ABC) \times \tan \delta}{SF} \quad (2.44)$$

Dimana :

δ = sudut geser antara tanah timbunan dan material *geotextile*

SF = 1.3 untuk jalan sementara

= 1.5 untuk jalan permanen

2. Syarat kekuatan bahan

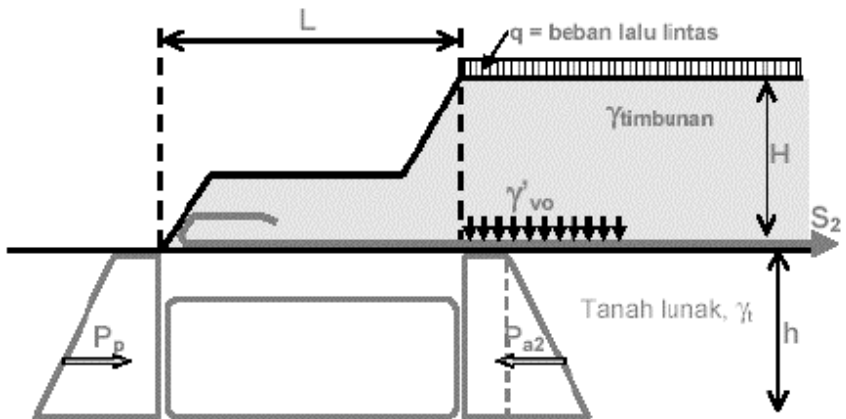
$$Pa1 \leq S1 \quad (2.45)$$

Dimana :

S1 = kekuatan tarik material *geotextile* yang diijinkan
($T_{\text{allowable}}$)

2.8.2. Foundation Stability

Kondisi *foundation stability* tercapai bila tidak terjadi longsor pada tanah lunak seperti terlihat pada Gambar 2.17:



Gambar 2. 17. Gaya-gaya pada *Foundation Stability*

$$Pa2 \leq \frac{Pp + 2Su \cdot L}{SF} \quad (2.46)$$

Dan

$$S2 \geq (Su \times L) \times SF \quad (2.47)$$

Dimana :

Su = Undrained shear strength dari tanah lunak

SF = 1.3 untuk jalan sementara

= 2.0 untuk jalan permanen

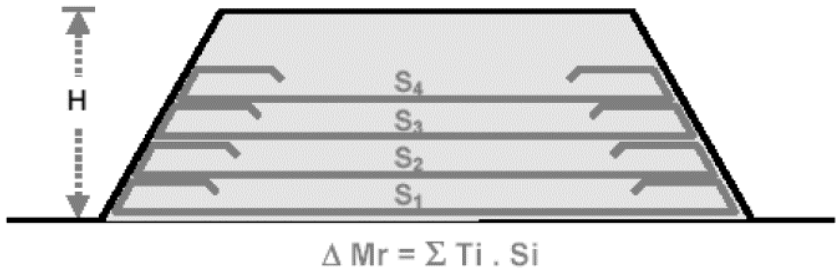
2.8.3. Overall Stability

Pada perhitungan *Overall Stability*, dicari momen penahan

$$\begin{aligned}
 (Ms) &= R \cdot \sum \tau_i l_i + T_i S_i \\
 &= Ms + \Delta Ms
 \end{aligned}
 \tag{2.48}$$

Dimana :

S_i adalah gaya tarik geotextile seperti yang terlihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2. 18. Gaya tarik *geotextile* pada *overall stability*

Syarat *stability* :

$$SF \leq \frac{M_{penahan}}{M_{penggerak}}$$

SF = 1.25 (beban tetap)

SF = 1.1 (beban sementara)

(Mochtar, 2000)

2.8.4. Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

Geosintetik (*geosynthetic*) adalah bahan sintetis yang pada umumnya berbahan plastic yang digunakan untuk aplikasi teknik sipil dalam lingkungan tanah. Berdasarkan penggunaannya, geosintetik dapat berupa *geomembrane*, *geolinier element*, *geogrid*, dan *geocomposite*.

2.8.5. Penggunaan *Geotextile* Sebagai Konstruksi Dinding Penahan Tanah

Perhitungan perencanaan geotekstile memerlukan data yang didapat dari program bantu seperti *Dxstable*, antara lain faktor

keamanan (SF), momen penahan/momen resisten (M_r), jari-jari kelongsoran (R), serta koordinat titik pusat bidang longsor. Tahapan perhitungan penggunaan geotekstile adalah :

1. Mencari nilai momen dorong (M_D)

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} \quad (2.49)$$

2. Mencari nilai $M_{resisten}$ rencana dengan angka keamanan rencana (biasanya SF = 1.2)

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana} \quad (2.50)$$

3. Mencari nilai tambahan momen penahan (ΔMR) dari SF rencana

$$\Delta MR = M_{resisten\ rencana} - M_{resisten\ yang\ terjadi} \quad (2.51)$$

4. Mencari kekuatan dari bahan geotekstile

Pada perencanaan geotekstile harus dipertimbangkan kekuatan tarik ijin dari bahan geotekstile tersebut dalam menerima atau memikul gaya geser saat terjadinya kelongsoran. Rumus kekuatan bahan geotekstile adalah persamaan :

$$T_{allow} = T_{ult} \times \left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right) \quad (2.52)$$

Dimana :

T_{allow} = kekuatan geotekstile yang tersedia

T_{ult} = kekuatan ultimate geotekstile

FS_{id} = faktor keamanan akibat kerusakan pada saat pemasangan

FS_{cr} = faktor keamanan akibat rangkai

FS_{cd} = faktor keamanan akibat pengaruh bahan-bahan kimia

FS_{bd} = faktor keamanan akibat pengaruh aktifitas biologi dalam tanah

$FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}$ merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan geotekstile yang besarnya dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9. Nilai Faktor Geotekstil

Penggunaan Geotekstile	Faktor Pemasangan, FS_{id}	Faktor Rangkak, FS_{er}	Faktor Kimia, FS_{cd}	Faktor Biologi, FS_{bd}
<i>Separation</i>	1.1 – 2.5	1.1 – 1.2	1.0 – 1.5	1.0 – 1.2
<i>Cushioning</i>	1.1 – 2.0	1.2 – 1.5	1.0 – 2.0	1.0 – 1.2
<i>Unpaved Roads</i>	1.1 – 2.0	1.5 – 2.5	1.0 – 1.5	1.0 – 1.2
<i>Walls</i>	1.1 – 2.0	2.0 – 4.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.3
<i>Embankments</i>	1.1 – 2.0	2.0 – 3.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.3
<i>Bearing Capacity</i>	1.1 – 2.0	2.0 – 4.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.3
<i>Slope Stabilization</i>	1.1 – 1.5	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.3
<i>Pavement Overlays</i>	1.1 – 1.5	1.0 – 1.2	1.0 – 1.5	1.0 – 1.1
<i>Railroads</i>	1.5 – 3.0	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0	1.0 – 1.2
<i>Flexible Form</i>	1.1 – 1.5	1.5 – 3.0	1.0 – 1.5	1.0 – 1.1
<i>Silt Fences</i>	1.1 – 1.5	1.5 – 2.5	1.0 – 1.5	1.0 – 1.1

5. Menentukan jumlah geotekstil yang dibutuhkan

$$\Delta MR < T_{allow} \times \sum R_i \quad (2.53)$$

Dimana :

$\sum R_i$ = Penjumlahan jarak pasang masing-masing geotekstil terhadap titik-titik pusat jari-jari kelongsoran, hingga nilainya lebih besar dari nilai Momen resisten yang dibutuhkan (ΔMR)

6. Menghitung panjang geotekstil di belakang bidang longsor (Le)

Panjang geotekstile di belakang bidang longsor dapat diketahui melalui rumusan :

$$Le = \frac{\tau_{all} \times SF}{(\tau_{atas} + \tau_{bawah}) \times E} \quad (2.54)$$

$$\tau_i = Cu_i + \sigma_v \tan \theta \quad (2.55)$$

Dimana :

Tall = kekuatan tarik yang diijinkan (tereduksi oleh faktor-faktor)

SF = faktor keamanan (rencana)

E = efisiensi (diambil E = 0.8)

τ_{atas} = tegangan geser antara geotekstile dengan tanah di atas geotekstile

τ_{bawah} = tegangan geser antara geotekstile dengan tanah di bawah geotekstile

C = kohesi tanah

θ = sudut tahanan geser tanah

7. Menghitung panjang geotekstile di depan bidang longsor

Panjang geotekstile ini dihitung dengan bantuan output dari program bantu

8. Menghitung ketebalan Sv

$$Sv = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} \quad (2.56)$$

Dimana :

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} + \sigma_{hl}$$

9. Menghitung panjang lipatan (Lo)

10. Menghitung panjang total geotekstile

$$\text{Panjang total geotekstile 1 sisi} = Le + Ld + \quad (2.57)$$

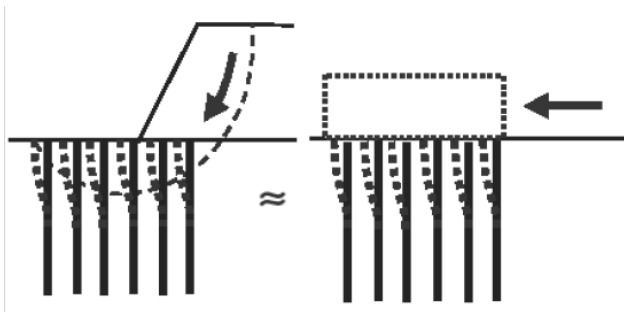
Lo

$$\text{Panjang total geotekstile 2 sisi} = 2 \times (Le + Ld + Lo)$$

Catatan : Apabila panjang total 1 sisi geotekstile > 0.5 lebar timbunan maka untuk mempermudah pemasangan di lapangan, geotekstile dipasang selebar timbunan

2.9. Perkuatan Tanah dengan Cerucuk

Penggunaan cerucuk bertujuan untuk menaikkan tahanan geser tanah. Bila tahanan geser tanah meningkat, daya dukung tanah juga meningkat. Asumsi yang dipergunakan dalam konstruksi cerucuk dapat dilihat pada Gambar 2.19. Pada gambar diasumsikan cerucuk seakan menerima gaya horizontal dengan kepala kaku (*rigid cap*) pada permukaan tanahnya. Konstruksi cerucuk yang dapat dipakai yaitu cerucuk bamboo, cerucuk beton, cerucuk kayu dan lain-lain.



Gambar 2. 19. Asumsi gaya yang diterima cerucuk (NAVFAC DM-7, 1971)

Adapun prosedur perhitungan kebutuhan cerucuk adalah sebagai berikut (NAVFAC DM-7, 1971) :

1. Perhitungan kekuatan 1 (satu) buah cerucuk terhadap gaya horizontal
 - Menghitung faktor kekuatan relatif (T)

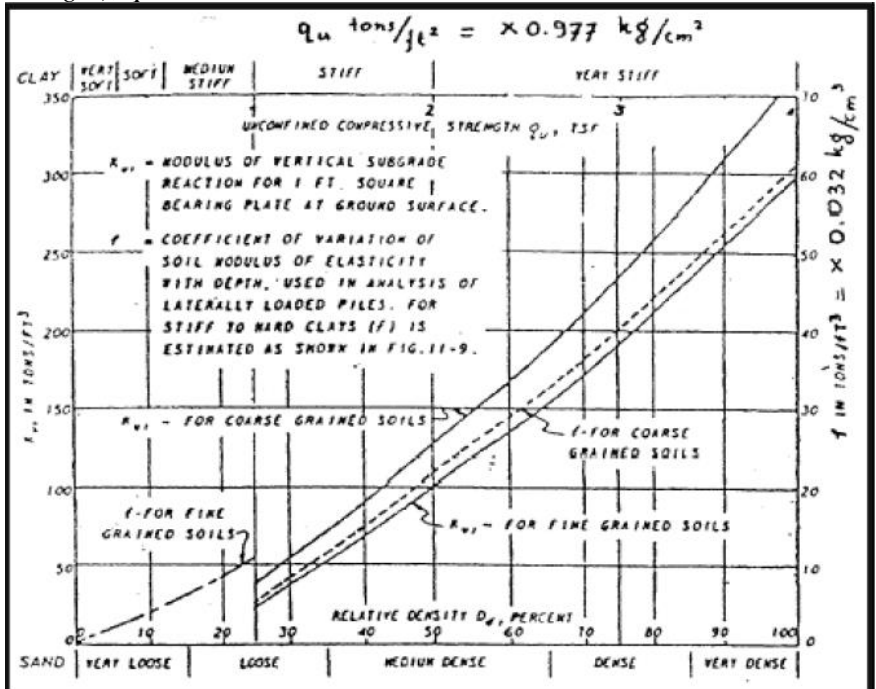
$$T = \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (2.58)$$

Dimana :

E = modulus elastisitas tiang (cerucuk) =, kg/cm²

- I = momen inersia tiang (cerucuk), cm^4
 f = koefisien dari variasi modulus tanah, kg/cm^3
 T = dalam cm

Harga f didapat dari Gambar 2.20 (panduan desain NAVFAC DM, 1971) yang merupakan grafik hubungan antara f dengan kekuatan tekan tidak terkekang (*unconfined compression strength*), $q_u = 2 C_u$.



Gambar 2.20. Mencari harga f untuk berbagai jenis tanah (NAVFAC DM-7, 1971)

- Menghitung gaya horizontal yang mampu ditahan oleh 1 (satu) tiang.

$$M_p = F_M (P \times T) \quad (2.59)$$

Dimana :

M_p = momen lentur yang bekerja pada cerucuk akibat beban P , kg cm

F_M = koefisien momen akibat gaya lateral P

P = gaya horizontal yang diterima cerucuk, kg

T = faktor kekakuan relatif, cm

Dengan merencanakan panjang cerucuk yang tertahan di bawah/atas bidang gelincir (L) didapat L/T pada kedalaman z dengan bantuan gambar 2.21 (panduan desain NAVFAC DM-7, 1971) maka didapatkan harga F_M . Jadi gaya horizontal yang mampu dipikul oleh 1 (satu) cerucuk adalah :

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T} \quad (2.60)$$

Gaya maksimal P yang dapat ditahan oleh 1 (satu) cerucuk terjadi bila M_p = momen maksimum lentur bahan cerucuk. Bila kekuatan bahan dan dimensi bahan diketahui, maka :

$$M_{pmax\ 1\ cerucuk} = \frac{\sigma_{max\ bahan} \times I_n}{C}$$

Atau

$$\begin{aligned} M_{pmax\ 1\ cerucuk} &= \sigma_{max\ bahan} \times w \\ C &= \frac{1}{2} D \\ w &= \frac{I_n}{C} \end{aligned}$$

Jadi,

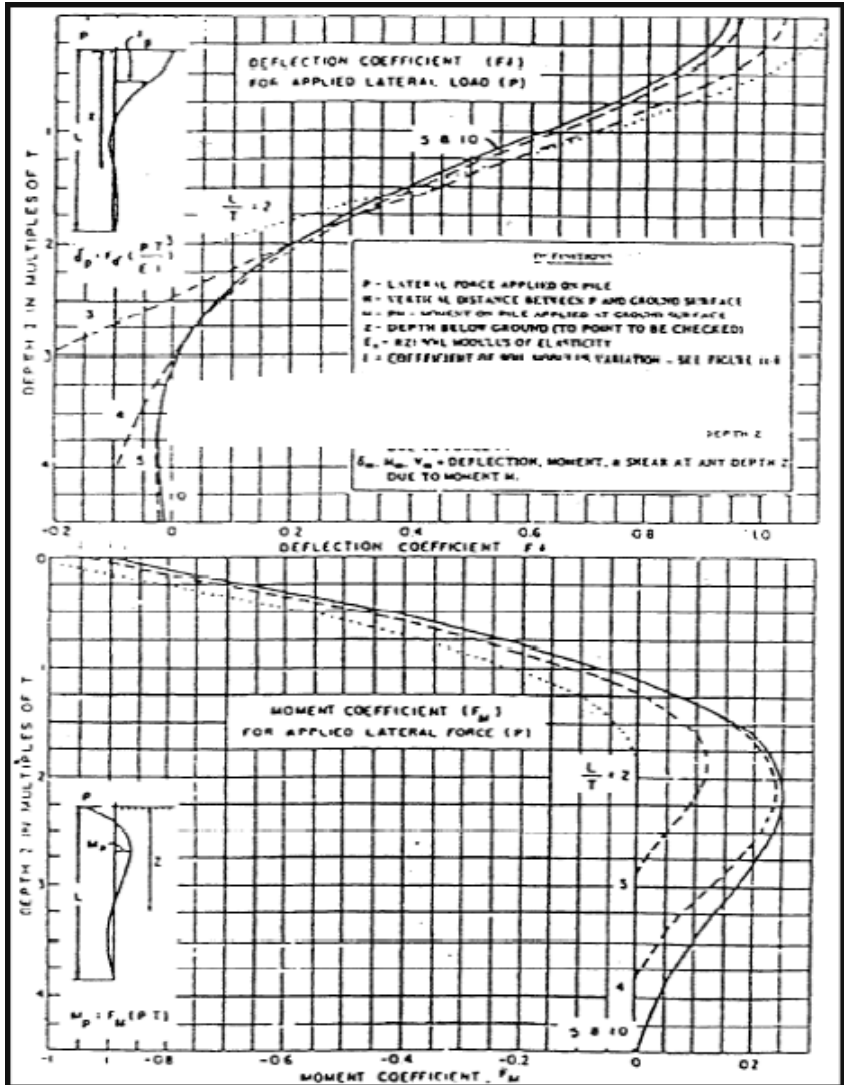
$$P_{max\ 1\ cerucuk} = \frac{M_{pmax\ 1\ cerucuk}}{F_M \times T} \times \quad (2.61)$$

Dimana :

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

I_n = momen inersia penampang cerucuk terhadap garis yang melewati penampang.

D = diameter cerucuk



Gambar 2. 21. Grafik untuk mencari harga F_M (NAVFAC DM-7, 1971)

2. Untuk menghitung banyaknya tiang/cerucuk per meter maka ditentukan gaya horizontal total yang terjadi pada bidang gelincir (Pt). Pt didapatkan dengan mengetahui besarnya momen penahan yang dibutuhkan (yaitu momen penahan yang telah ditingkatkan)

$$SF_{min} = \frac{\text{Momen Penahan (RM)}}{\text{Momen Penggerak (OM)}} \quad (2.62)$$

Dimana :

SF = faktor keamanan (*safety factor*)

RM = $\sum C_u \cdot I \cdot R$

C_u = tegangan geser *undrained* pada tanah dasar

I = panjang bidang gelincir

R = jari-jari putar bidang gelincir

Dari persamaan di atas $OM = RM / SF$

$SF_{\text{yang diinginkan}} = RM_{\text{yang diinginkan}} / OM$

$SF_{\text{yang ada}} = RM_{\text{yang ada}} / OM$

$\Delta RM = (SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times OM$

Tambahan RM akan diberikan oleh cerucuk. Jumlah cerucuk yang dibutuhkan n, adalah :

$Pt \times R = (SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times OM$

$n \times P_{\text{max 1 cerucuk}} \times R = (SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times OM$

$$n = \frac{SF_{\text{pertu}} - SF_{\text{sekarang}}}{P_{\text{max 1 cerucuk}} \times R} \quad (2.63)$$

2.10. Pondasi Tiang Pancang

2.10.1. Daya Dukung Tiang Pondasi Dalam

Luciano Decourt (1996) mnyajikan metode sebagai berikut

:

$$Q_L = Q_P + Q_S \quad (2.64)$$

Dimana :

Q_L = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi

Q_P = *Resistance ultimate* di dasar pondasi

Q_S = *Resistance ultimate* akibat lekatan lateral

$$Q_p = q_p \cdot A_p = \alpha \cdot \bar{N}_p \cdot K \cdot A_p \quad (2.65)$$

Dimana :

N_p = Harga rata-rata SPT di sekitar 4B di atas hingga 4B di bawah dasar tiang pondasi (B = diameter pondasi) = $\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{n}$

K = Koefisien karakteristik tanah di dasar pondasi

12 t/m² = 117.7 kPa, untuk lempung (*clay*)

20 t/m² = 196 kPa, untuk lempung berlanau (*silty clay*)

25 t/m² = 245 kPa, untuk pasir berlanau (*silty sand*)

40 t/m² = 392 kPa, untuk pasir (*sand*)

A_p = Luas penampang dasar tiang

q_p = Tegangan di ujung tiang

$$Q_s = q_s + A_s = \beta \cdot \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s \quad (2.66)$$

Dimana :

q_s = Tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m²

N_s = Harga rata-rata sepanjang tiang yang terbenamm, dengan batasan : $3 \leq N \leq 50$, khusus untuk aspek friction.

A_s = Keliling x panjang tiang yang terbenam (luas selimut tiang)

Koefisien α dan β adalah merupakan berturut-turut *base coefficient* dan *shaft coefficient* menurut Decourt et all (1996) yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.10 dan Tabel 2.11.

Tabel 2. 10. *Base coefficient* α Decourt et all (1996)

<i>Soil/Pile</i>	<i>Driven pile</i>	<i>Bored pile</i>	<i>Bored pile (bentonite)</i>	<i>Continuous hollow auger</i>	<i>Root pile</i>	<i>Injected pile (high pressure)</i>
<i>Clay</i>	1,0	0,85	0,85	0,30	0,85	1,0
<i>Intermediate Soils</i>	1,0	0,60	0,60	0,30	0,60	1,0
<i>Sands</i>	1,0	0,50	0,50	0,30	0,50	1,0

Tabel 2. 11. *Shaft coefficient β* Decourt et all (1996)

<i>Soil/Pile</i>	<i>Driven pile</i>	<i>Bored pile</i>	<i>Bored pile (bentonite)</i>	<i>Continuous hollow auger</i>	<i>Root pile</i>	<i>Injected pile (high pressure)</i>
<i>Clay</i>	1,0	0,80	0,90	1,0	1,5	3,0
<i>Intermediate Soils</i>	1,0	0,65	0,75	1,0	1,5	3,0
<i>Sands</i>	1,0	0,50	0,60	1,0	1,5	3,0

2.10.2. Grup Tiang Pondasi Dalam

Disaat sebuah tiang merupakan bagian dari sebuah group, daya dukungnya mengalami modifikasi, karena pengaruh dari grup tiang tersebut. Dari problema ini, dapat dibedakan dua fenomena sebagai berikut :

- Pengaruh grup disaat pelaksanaan pemancangan tiang
- Pengaruh grup akibat sebuah beban yang bekerja

Pada kasus tiang yang dipancang dalam tanah kohesif jenuh air, kenaikan tegangan air pori dapat menurunkan *shear resistance* dari tanah disekitarnya hingga 15 s/d 30% (Broms).

Proses pemancangan dapat menurunkan kepadatan di sekeliling tiang untuk tanah yang sangat padat. Namun untuk kondisi tanah didominasi oleh pasir lepas atau dengan tingkat kepadatan sedang, pemancangan dapat menaikkan kepadatan di sekitar tiang bila jarak antar tiang ≤ 7 s/d 8 diameter.

Kita tidak perlu memperhitungkan pengaruh dari sebuah grup tiang pondasi untuk perhitungan daya dukung batas, bila jarak antar tiang ≥ 3 diameter. Sebaliknya, jarak minimum antar tiang dalam grup adalah : 2 s/d 3 diameter.

Untuk kasus daya dukung grup pondasi harus dikorelasi terlebih dahulu dengan apa yang disebut koefisien C_e .

$$Q_L(\text{group}) = Q_L(1 \text{ tiang}) \times n \times C_e \quad (2.67)$$

Dengan n = jumlah tiang dalam grup. Beberapa perumusan yang ada untuk menghitung C_e :

a. Converse-Labarre

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\emptyset}{S}\right)}{90^\circ} \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right) \quad (2.68)$$

Dimana :

- \emptyset = Diameter sebuah tiang pondasi
- S = Jarak as ke as antar tiang dalam grup
- m = Jumlah baris tiang dalam grup
- n = Jumlah kolom tiang dalam grup

b. Los Angeles

$$C_e = 1 - \frac{B}{L} \cdot \frac{1}{\pi m n} \left[\frac{m(n-1) + n(m-1)\sqrt{2(m-1)(n-1)}}{m(n-1) + n(m-1)} \right] \quad (2.69)$$

Dimana :

- B = Lebar grup tiang
- L = Panjang grup tiang

Terzaghi memberikan perumusan perhitungan daya dukung grup (Q_G) untuk lempung, dengan bentuk blok kepala tiang bujur sangkar :

$$Q_G = B^2 C_U N_C + 4 B C_U D \quad (2.70)$$

Dimana :

$$B = (n-1)S + d$$

- D = Kedalaman tiang pondasi
- S = Jarak antar as tiang (*spacing*)
- C_U = *Undrained cohesion*
- n = Jumlah tiang dalam grup
- d = Diameter tiang

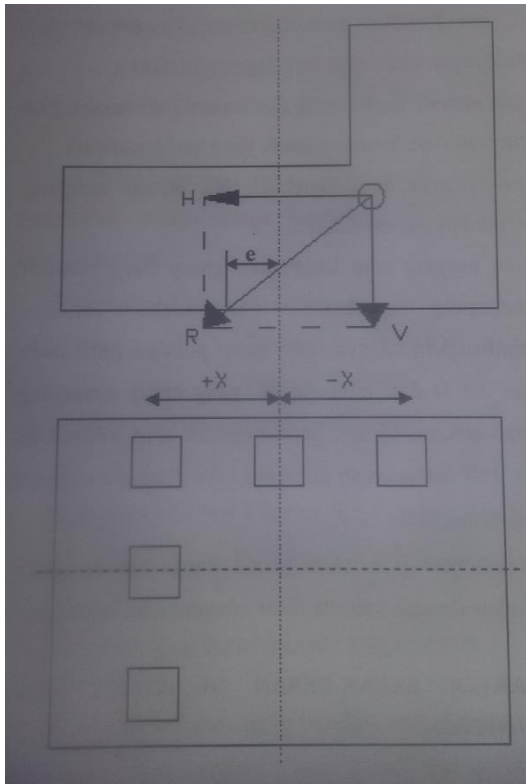
Untuk grup tiang pada tanah tanpa kohesi, pemakaian praktis harga koefisien efisiensi C_e adalah sebagai berikut :

- Pasir lepas : Untuk tiang-tiang pendek
 - $C_e = 1.5$ (untuk $S = 2d$) s/d
 - 1 (untuk $S = 4d$)
- : Untuk tiang-tiang panjang

$$C_e = 2 \text{ (S=2d) s/d } 1 \text{ (S=6d)}$$

- Pasir padat : $C_e = 0.7$ (untuk $S = 3 @ 6d$) s/d
1 (untuk $S = \pm 8d$)

Apabila diatas tiang-tiang dalam kelompok yang disatukan oleh sebuah kepala tiang (poer) berlaku beban-beban vertikal (V), horizontal (H) dan momen (M), maka besarnya beban vertikal ekivalen (P_v) yang bekerja pada sebuah tiang dalam dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2. 22. Repartisi beban-beban yang bekerja di atas kelompok tiang pondasi yang disatukan oleh kepala tiang atau poer

$$P_V = \frac{V}{n} \pm \frac{V \cdot e \cdot x}{\sum x^2} \quad (2.71)$$

Dimana :

- n = Jumlah tiang dalam grup
 e = Jarak antara titik potong resultante R pada dasar pile cap dengan neutral exis dari grup tiang
 x = Jarak antara sebuah tiang dengan sumbu netral grup tiang. Nilai x positif bila arahnya sama dengan arah e, dan negative bila berlawanan arah.

Secara umum :

$$P_V = \frac{V}{n} \pm \frac{M \cdot x}{\sum x^2} \quad (2.72)$$

Dengan M = total momen

Atau dapat pula dengan persamaan :

$$P_V = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum_{j=i}^n (X_j)^2} - \frac{M_x \cdot y_j}{\sum_{j=i}^n (Y_j)^2} \quad (2.73)$$

Dimana Xi dan Yi adalah koordinat sebuah tiang, dengan total n tiang. Formula ini valid untuk semua tiangnya vertikal (H=0)

2.10.3. Tekanan Lateral Tanah Pada Tiang Pondasi

Fenomena ini dapat terjadi apabila terdapat *horizontal displacement* (pergerakan arah lateral) tanah yang cukup penting, sebagai akibat adanya beban timbunan/urugan (*embankment*, reklamasi, dll) di atas lapisan tanah lunak (*compressible soil*) sebagai missal.

Tschebotarioff menyajikan perumusan besarnya tegangan dan tekanan horizontal tanah maximum yang bekerja pada tiang pondasi dengan menganggap koefisien keamanan teoritis terhadap sliding (F) = 1.5.

$$\sigma_H = K \cdot \gamma_0 \cdot H_0 \quad ; \quad P = 0.4 \gamma_0 \cdot H_0 \cdot 2 B \quad (2.74)$$

Dengan :

- γ_0 = Berat volume timbunan (*surcharge*)
 H_0 = Tinggi timbunan

K = Koefisien (umumnya = 0.4)

Apabila tiang pondasi tersebut dianggap terjepit di ujung-ujungnya (diatas oleh poer, dan di bawah oleh lapisan tanah keras), maka besarnya momen maximum akibat tekanan tanah lateral tersebut adalah :

$$M_{max} = 0.067 \cdot \gamma_0 \cdot H_0 \cdot B \cdot H_1^2 \quad (2.75)$$

Dengan :

H_1 = Tebal lapisan *compressible* (*soft clay*, dll)

B = Diameter tiang pondasi

Catatan :

- Bila $F > 1.5$; besarnya σ_H akan mengecil
- Bila $F < 1.5$; ada resiko besar (rumus tersebut tidak berlaku)

Untuk ini perlu modifikasi proyek, misal dengan memakai *micro piles* atau turap atau apa saja yang memotong secara vertikal bidang gelincir kelongsoran tanah, dengan tujuan untuk menaikkan momen perlawanan (*resistance moment*) terhadap *sliding*.

- Tekanan lateral tanah pada tiang dapat diabaikan bila jarak antara pusat gerakan dengan tiang-tiang bangunan (d) lebih besar dari 5 H_1 dengan H_1 tebal lapisan *compressible*.

2.10.4. Tegangan Tanah Horizontal

Beban-beban yang bekerja pada tiang pondasi jarang yang hanya vertikal saja. Seringkali terdapat beban horizontal yang bekerja pada tiang tersebut. Besarnya reaksi tanah sebagai akibat pergerakan horizontal tiang pondasi dapat dihitung dengan persamaan :

- Tanah tanpa kohesi : (Broms)

$$q = 3 K_p \cdot \sigma'v \quad (2.76)$$

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$$

- Tanah berkohesi : (Brinch Hansen)

$$q = Kq \cdot \sigma'v + Kc \cdot C \quad (2.77)$$

Dimana :

- q = Soil resistance
 σ'_v = Tegangan vertikal efektif tanah
 \emptyset = Sudut geser dalam tanah
 C = Kohesi
 K_p = Tekanan tanah pasif
 K_q, K_c = Koefisien-koefisien tanah yang tergantung \emptyset dan kedalaman relatif tiang.
 Bila $\emptyset = 0$, $K_q = 0$ dan $K_c = 8.14$, untuk berapapun nilai kedalaman relatif.

2.10.5. Gaya Horizontal Maximum

Besarnya gaya horizontal batas atau maksimum yang bekerja di ujung atas sebuah tiang, dapat dicari dengan persamaan (Sanglerat G, 1983) :

- Tiang pendek, ujung atas bebas, tanah lempung :

$$\frac{H_U}{9 \cdot C_U \cdot d^2} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{L}{d}\right)^2 + 2 \frac{e}{d} \cdot \frac{L}{d} + \left(\frac{2e^2}{d^2} + \frac{3e^2}{d} + \frac{9}{4}\right)} - \left(\frac{L}{d} + \frac{2e}{d} + 1.5\right) \quad (2.78)$$

- Tiang panjang, ujung atas bebas, tanah lempung :

$$\frac{H_U}{9 \cdot C_U \cdot d^2} = \sqrt{\left(\frac{e}{d} + 1.5\right)^2 + \frac{M_{max}}{9 \cdot C_U \cdot d^3}} - \left(\frac{e}{d} + 1.5\right) \quad (2.79)$$

Maksimum bending moment untuk *free headed condition* :

$$M_{max} = H (e + 1.5d + 0.5f) \text{ dengan } f = \frac{H}{9 \cdot C_U \cdot d}$$

Dimana :

H_U = Ultimate lateral resistance

H = Lateral load

L = Kedalaman tiang pondasi dari muka tanah

d = Diameter tiang pondasi

e = Jarak antara lateral load (H) yang bekerja dengan muka tanah

Cu = *Undrained cohesion*
 f = posisi M_{\max} dari muka tanah

Dilain hal, besarnya H_U yang bekerja pada sebuah tiang panjang dapat disederhanakan sebagai berikut (Tomlinson) :

Free headed pile :

$$H_U = \frac{M_U}{(e + Z_f)} \quad (2.80)$$

Fixed headed pile ;

$$H_U = \frac{2M_U}{(e + Z_f)} \quad (2.81)$$

Dengan Z_f = *point of virtual fixity*

2.11. Analisa Stabilitas Bendung

2.11.1. Stabilitas Terhadap Rembesan

$$Cl < \frac{\sum Lv + \frac{1}{3}\sum Lh}{\Delta H} \quad (2.82)$$

Dimana :

Cl = angka rembesan Lane, dapat dilihat pada Tabel 2.12

$\sum Lv$ = jumlah panjang vertikal (m)

$\sum Lh$ = jumlah panjang horizontal (m)

ΔH = beda tinggi muka air (m)

Tabel 2. 12. Angka Rembesan Lane (Kriteria Perencanaan Irigasi 06, 2010)

Material	Cl
Pasir sangat halus atau lanau	8.5
Pasir halus	7.0
Pasir sedang	6.0
Pasir kasar	5.0
Kerikil halus	4.0
Kerikil sedang	3.5
Kerikil kasar termasuk berangkal	3.0

Bongkah dengan sedikit berangkal dan kerikil	2.5
Lempung lunak	3.0
Lempung sedang	2.0
Lempung keras	1.8
Lempung sangat keras	1.6

2.11.2. Stabilitas Terhadap Gaya Tekan Ke Atas

$$U_x = H_x - \left(\frac{L_x}{\sum L} \times \Delta H \right) \quad (2.83)$$

$$\sum L = L_v + \frac{1}{3} L_h \quad (2.84)$$

Dimana :

- U_x = tekanan air pada titik yang ditinjau (ton/m^2)
- H_x = tinggi air di hulu bendung ditinjau dari titik X (meter)
- L_x = jarak jalur rembesan pada titik X (meter)
- $\sum L$ = panjang total jalur rembesan (meter)
- ΔH = beda tinggi energi (meter)

2.11.3. Stabilitas Terhadap Guling

$$\frac{\sum MP}{\sum MG} \geq SF \quad (2.85)$$

Dimana :

- $\sum MP$ = momen tahanan (ton m)
- $\sum MG$ = momen guling (ton m)
- SF = angka keamanan (diambil 1.0 – 1.5)

2.11.4. Stabilitas Terhadap Geser

$$\frac{f \sum V + \tau \cdot A}{\sum H} \geq SF \quad (2.86)$$

Dimana :

- f = koefisien gesekan (0.75)

τ = tegangan geseran dari beton terhadap batuan pondasi
(0.5)

A = luas permukaan pondasi

ΣV = gaya vertikal total

2.11.5. Stabilitas Terhadap Retak

$$e = \left| \frac{L}{2} - \frac{Mt}{Rv} \right| \leq \frac{L}{6} \quad (2.87)$$

Dimana :

e = eksentrisitas (m)

L = panjang pondasi bendung (m)

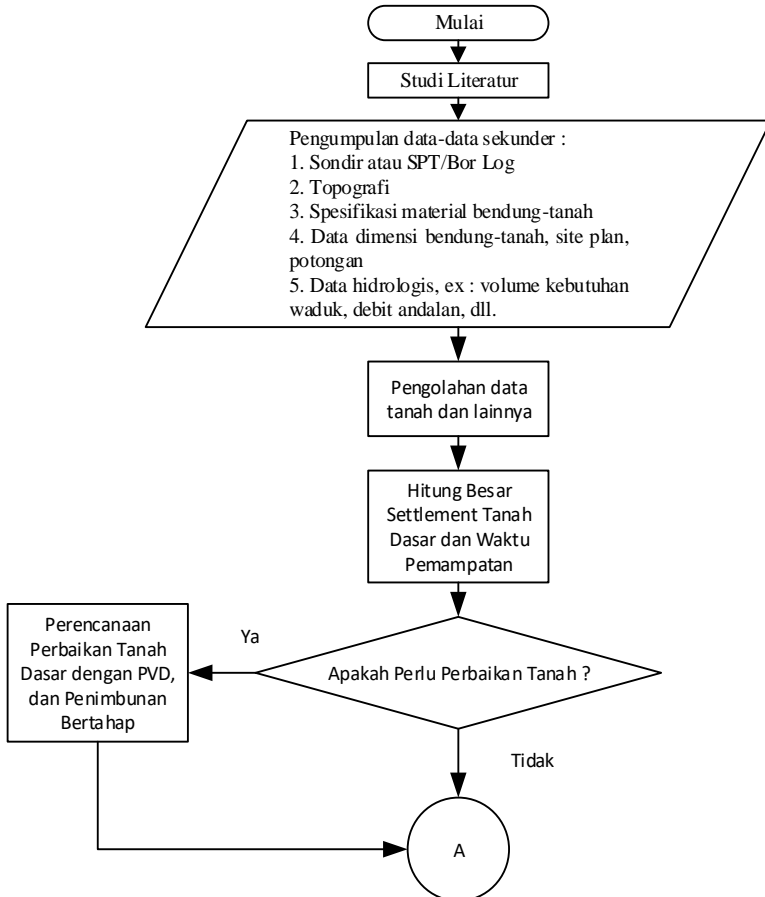
Mt = momen total yang terjadi (ton m)

Rv = jumlah gaya-gaya vertikal (ton)

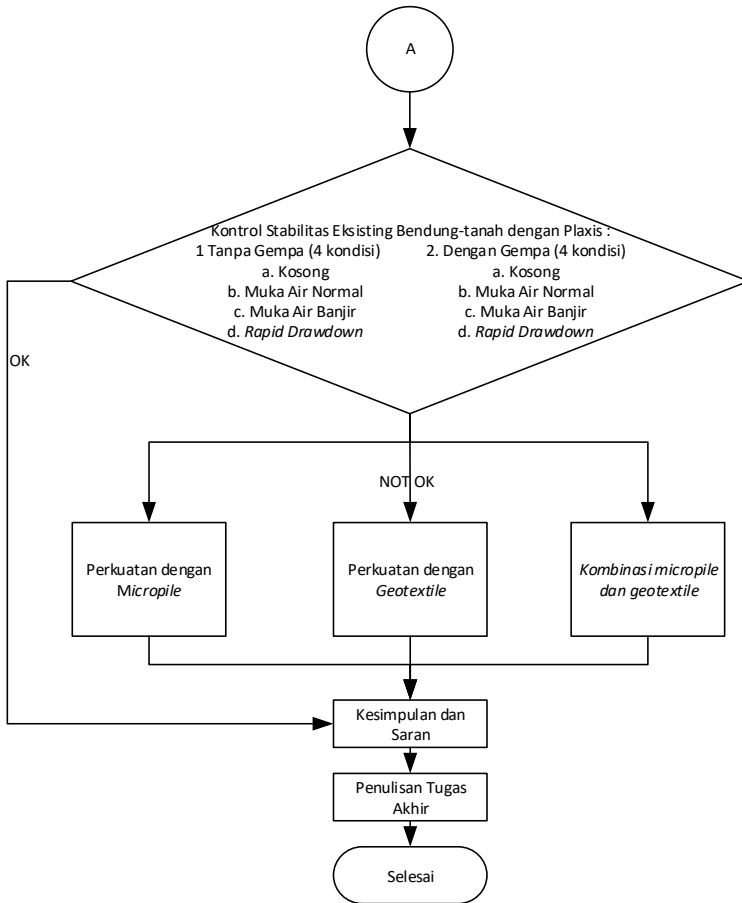
BAB 3 METODOLOGI

3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Dalam mengerjakan tugas akhir ini akan dilakukan dengan urutan metode yang digambarkan pada diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

3.2. Studi Literatur

Studi literatur pada tugas akhir diperlukan sebagai sarana penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir. Di dalam proses studi literatur, penulis dapat mengetahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir seperti, potensi likuifaksi pada tanah non-kohefif di daerah gempa, penentuan

perkuatan bendung yang tepat, pemampatan tanah, stabilitas bendung. Studi literature didapat dari berbagai sumber seperti buku diktat kuliah, jurnal, peraturan-peraturan terkait, internet, serta buku penunjang lainnya yang berhubungan dengan penyelesaian tugas akhir.

3.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder. Data-data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

- Data tanah/borlog/SPT
- Peta titik pengeboran termasuk topografinya
- Gambar perencanaan bendung-tanah, site plan, potongan bendung-tanah
- Data hidrologi yang sudah diolah

3.4. Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan diolah terlebih dahulu agar siap digunakan sebagai analisa yang akan dilakukan nantinya. Pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Data tanah/borlog/SPT

Data tanah/borlog/SPT ini akan diolah sehingga diketahui parameter-parameter tanah dasar seperti γ , C , ϕ lalu klasifikasi jenis tanah dasar.

2. Peta titik pengeboran termasuk topografinya

Digunakan untuk mengetahui parameter tanah dari lokasi mana yang akan digunakan sebagai analisa di suatu titik tinjau dan sebagai acuan elevasi

3. Gambar perencanaan bendung-tanah, site plan, potongan bendung-tanah

Data ini digunakan untuk nantinya dimasukkan ke dalam aplikasi bantu menghitung stabilitas bendung-tanah.

4. Data hidrologi

Data curah hujan, intensitas hujan sudah dalam bentuk olahan dari tim ITS, sehingga yang dibutuhkan yaitu seperti

volume kebutuhan waduk, debit andalan, dan lainnya untuk dapat merencanakan dimensi bendung.

3.5. Menghitung Pemampatan yang Terjadi

Setelah diketahui dimensi awal bendung dilakukan penghitungan jumlah pemampatan yang terjadi pada tanah dasar dan waktu pemampatan yang terjadi untuk menentukan H-inisial yang dibutuhkan untuk menimbun bendungnya. Jika waktu pemampatan cukup lama maka akan dilakukan perencanaan vertikal drain dengan PVD.

3.6. Kontrol Stabilitas

Pada setiap metode perkuatan tanah, akan dicek daya dukung dan stabilitas dari perencanaan konstruksi yang dibuat. Pada tahap ini, digunakan program bantu plaxis. Stabilitas yang dicari yaitu $SF = 1,3$ untuk kondisi tanpa pengaruh gempa dan $SF = 1,1$ untuk kondisi dengan pengaruh gempa.

3.7. Perencanaan Perkuatan

Dalam tugas akhir ini ada 3 opsi perkuatan yaitu *micropile*, *geotextile*, dan kombinasi *micropile* dengan *geotextile*. Perencanaan perkuatan dilakukan jika kontrol stabilitas tidak mencapai *safety factor* yang direncanakan

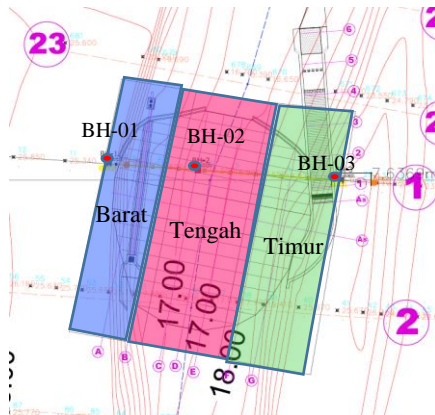
3.8. Kesimpulan

Tujuan utama dari tugas akhir ini yaitu dapat merencanakan suatu bendung yang aman dan juga ekonomis.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Tanah

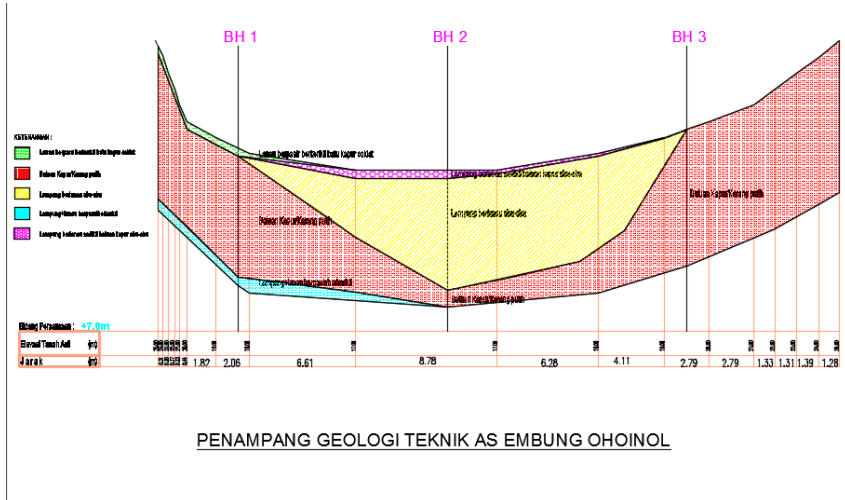
Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data SPT dan data laboratorium hasil penyelidikan tanah Proyek Pengembangan Waduk Kecil/Embung Serba Guna untuk Konservasi SDA dan Ketahanan Air Kabupaten Maluku Tenggara tepatnya di Desa Ohoinol yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945. Data SPT yang tersedia berjumlah tiga data pengeboran yang berada di sepanjang perencanaan tubuh bendung yaitu BH-01, BH-02, BH-03 yang bisa dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Layout Lokasi Titik Bor dan Pembagian Wilayah

Dalam tugas akhir ini dianalisa terkait stabilitas tubuh bendung. Berdasar data laboratorium didapatkan bahwa tanah di dasar bendung pada BH-01 berjenis batuan kapur dengan nilai $N-SPT > 30$ sampai kedalaman 16 meter. Pada BH-03 berjenis batuan kapur dengan nilai $N-SPT > 50$ sampai kedalaman 17 meter. Pada BH-02 berjenis lempung dengan kedalaman 15 meter yang dapat dilihat pada Lampiran 2 sehingga diperlukan perhitungan konsolidasi. Dari hasil data tanah tersebut akan dibedakan menjadi

3 daerah yaitu zona barat, zona tengah, zona timur, hal ini didasarkan dari jenis tanah yang berbeda secara horizontal dari titik BH-01 ke BH-03 sehingga diperlukan pembagian zona seperti pada Gambar 4.1. Dimana zona barat data tanahnya diwakili oleh data BH-01, zona tengah data tanahnya diwakili oleh data BH-02 dan zona timur data tanahnya diwakili oleh data BH-03. Stratigrafi lapisan tanah dari BH-01 sampai dengan BH-03 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Stratigrafi Embung Ohoinol

4.2 Analisa Parameter Tanah

Dalam tugas akhir ini, penggunaan data tanah dalam analisa ditentukan berdasarkan area tinjauan lokasi analisa. Pada perhitungan analisa awal konsolidasi dibedakan menjadi 3 area perhitungan, yaitu zona barat menggunakan parameter tanah BH-01 dengan bagian tubuh bendung yang dianalisa yaitu potongan A dan potongan B yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian ada zona tengah menggunakan parameter tanah BH-02 dengan bagian tubuh bendung yang dianalisa yaitu potongan C, potongan D dan potongan E yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Kemudian ada

zona timur menggunakan parameter tanah BH-03 dengan bagian tubuh bendung yang dianalisa potongan F, potongan G.

Dari hasil analisa data tanah di laboratorium, didapatkan parameter-parameter tanah pada zona barat (BH-01), zona tengah (BH-02) dan zona timur (BH-03) yang dapat dilihat pada Tabel 4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4. 1. Parameter Tanah Dasar Zona Barat

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Loose	2.064	0.477	2.571	*	NP	0.3015	11.35	*	*	0.00823
-2.00	56	Very Dense	2.064	0.474	2.569	*	NP	0.4055	13.88	*	*	0.00829
-3.00	>60	Very Dense	2.058	0.495	2.582	*	NP	3.25	11.69	*	*	0.00781
-6.00	>60	Very Dense	2.04	0.54	2.601	*	NP	0	16.23	*	*	0.00667
-9.00	>60	Very Dense	2.056	0.565	2.652	*	NP	0.4055	14.88	*	*	0.00685
-15.00	37	Very Dense	1.987	0.711	2.688	34.2	12.36	0	23.75	0.1409177	0.0285104	0.00313

Tabel 4. 2. Parameter Tanah Dasar Zona Tengah

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Soft	2.087	0.486	2.615	*	NP	0.3015	11.91	*	*	0.0088
-3.00	1	Very Soft	1.628	1.696	2.694	62	39.65	0.035	62.88	0.6159341	0.1315283	0.000498
-6.00	2	Very Soft	1.668	1.508	2.676	60.8	35.86	0.055	53.64	0.5304283	0.1170813	0.000567
-9.00	6	Soft	1.637	1.571	2.638	65.1	41.85	0.352	54.86	0.5814453	0.1295608	0.000626
-12.00	9	Medium	1.689	1.391	2.647	61.3	40.28	0.31	50.54	0.4893345	0.1112976	0.000607
-15.00	>60	Very Dense	2.053	0.576	2.659	*	NP	0.75	18.13	*	*	0.00661

Tabel 4. 3. Parameter Tanah Dasar Zona Timur

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-3.00	>60	Very Dense	2.027	0.539	2.58	*	NP	0.3015	13.99	*	*	0.00628
-6.00	>60	Very Dense	2.024	0.516	2.553	*	NP	0.4055	14.13	*	*	0.00652
-9.00	>60	Very Dense	2.065	0.445	2.539	*	NP	3.25	12.44	*	*	0.00871
-12.00	>60	Very Dense	2.045	0.506	2.574	*	NP	0.4055	15.5	*	*	0.00727
-15.00	>60	Very Dense	2.095	0.455	2.593	*	NP	0	16.72	*	*	0.00946

(Sumber : Hasil Analisa)

Pada tabel diatas nilai Cc dan Cs didapatkan dengan menggunakan rumus 2.1 dan 2.2. Berikut adalah contoh perhitungan Cc dan Cs pada BH-02 kedalaman 3 meter :

$$\begin{aligned}
 Cc &= 0.006 \cdot LL + 0.13 \cdot e_0^2 - 0.13 \\
 &= 0.006 \cdot 62 + 0.13 \cdot 1.696^2 - 0.13 \\
 &= 0.61593408
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= 0.002 \cdot LL + 0.02 \cdot e_0^2 - 0.05 \\
 &= 0.002 \cdot 62 + 0.02 \cdot 1.696^2 - 0.05 \\
 &= 0.13153
 \end{aligned}$$

Nilai C_v didapatkan dari korelasi antara γ pada Tabel 2.4.

Pada analisa stabilitas tubuh bendung akan menggunakan program Plaxis sehingga dibutuhkan parameter tanah lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4. 4. Parameter Tanah lainnya pada Zona Barat untuk Permodelan Plaxis

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	\emptyset
0 - 1.5	115052.2044	0.16	0.00726624	14.66667
1.5 - 2.5	112651.5242	0.19	0.00728352	16.66667
2.5 - 4.5	99730.21632	0.155	0.00714528	19.33333
4.5 - 7.5	107567.731	0.174	0.00681696	20
7.5 - 12	103896.1025	0.165	0.0068688	20
12 - 18	103190.0201	0.163	0.00579744	16

Tabel 4. 5. Parameter Tanah Zona lainnya pada Tengah untuk Permodelan Plaxis

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	\emptyset
0 - 1.5	2942.01	0.36	0.0074304	16
1.5 - 4.5	1569.072	0.2	0.000856224	20
4.5 - 7.5	1569.072	0.2	0.00144288	20
7.5 - 10.5	1569.072	0.1	0.00108864	20
10.5 - 13.5	5197.551	0.13	0.00178848	20
13.5 - 17.5	114496.1645	0.19	0.00679968	8.666667

Tabel 4. 6. Parameter Tanah lainnya pada Zona Timur untuk Permodelan Plaxis

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	\emptyset
0 - 4.5	95583.15902	0.14	0.00670464	20
4.5 - 7.5	98120.34845	0.15	0.00677376	23.33333
7.5 - 10.5	110575.642	0.18	0.00740448	22
10.5 - 13.5	110114.3348	0.18	0.00698976	23.33333
13.5 - 16.5	133716.3158	0.24	0.00762048	23.33333

Parameter tanah Es didapat dari Tabel 2.3 sedangkan poisson ratio (ν) didapat dari Tabel 2.1. Ilustrasi potongan tanah dasar yang akan digunakan dalam pemodelan untuk tiap potongan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.3 Data Tanah Timbunan

Timbunan direncanakan menjadi dua, timbunan random dan timbunan inti. Material timbunan tubuh bendung yang digunakan berasal dari quarry di dekat daerah Ohoinol. Spesifikasi teknik dari material didapat dari hasil laboratorium dan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7. Parameter Tanah Timbunan

	Gs	γ_d (t/m ³)	e	γ_m (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	ϕ	C (kN/m ²)	Es (kN/m ²)	μ
Timbunan random	2.681	1.746	0.53551	2.0510262	2.094750466	36.35	0	127881.7216	0.45
Inti	2.7004288	1.867	0.4464	2.1763619	2.1769	26.28	0.71	148124.3195	0.33

Timbunan pada tiap potongan tubuh bendung memiliki variasi tinggi timbunan yang berbeda. Untuk mengetahui besarnya tinggi timbunan rencana dihitung berdasarkan nilai elevasi rencana dan elevasi existing.

Contoh perhitungan tinggi timbunan pada potongan A

elevasi rencana = + 25.50

elevasi *existing* = + 22.00

tinggi timbunan = elevasi rencana – elevasi *existing*

= 25.50 – 22.00

= 3.5 m

Rekapitulasi tinggi timbunan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8. Tinggi timbunan rencana tiap potongan (sumber : hasil analisa)

Potongan	Elevasi Rencana (m)	Elevasi Existing (m)	Tinggi Timbunan (m)
A	25.50	22.00	3.5
B	25.50	18.00	7.5

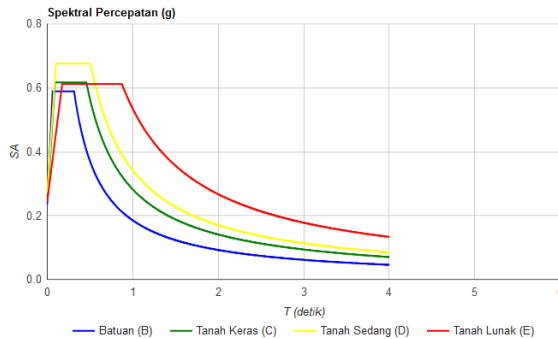
C	25.50	17.00	8.5
D	25.50	17.00	8.5
E	25.50	17.00	8.5
F	25.50	18.00	7.5
G	25.50	22.00	3.5

4.4 Analisa Parameter Gempa

Pada analisa tubuh bendung akan memperhatikan adanya zona gempa, sehingga diperlukan data parameter gempa yang spesifik di daerah Pulau Kei Kecil. Dalam tugas akhir ini parameter gempa menurut SNI 1726:2012 yang diambil langsung perhitungan desain spectra Indonesia dari dinas pekerjaan umum yaitu dengan *Peak Ground Acceleration* (PGA) sebesar 0.392g yang akan dimasukkan ke dalam analisa plaxis.

Diasumsikan bendung Ohoinol masuk dalam kelas situs SE (tanah lunak), sehingga didapat data sebagai berikut

PGA (g)	0.392
SS (g)	0.884
S1 (g)	0.277
CRS	0.988
CR1	1.025
FPGA	0.923
FA	1.039
FV	2.891
PSA (g)	0.362
SMS (g)	0.919
SM1 (g)	0.802
SDS (g)	0.612
SD1 (g)	0.534
T0 (detik)	0.175
TS (detik)	0.873



Gambar 4. 3. Nilai Spektral Percepatan di Permukaan dari Gempa *Risk- Targeted Maximum Consider Earthquake* dengan Probabilitas Keruntuhan Bangunan 1% dalam 50 Tahun

4.5 Data Spesifikasi Bahan

4.5.1 *Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD)*

Jenis PVD yang akan digunakan adalah CeTeau Drain CT-D822 yang diproduksi oleh PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi material sebagai berikut :

<i>Weight</i>	= 75 g/m
<i>Thickness</i> (a)	= 100 mm
<i>Width</i> (b)	= 4 mm

Untuk lebih lengkapnya spesifikasi bahan dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.5.2 *Pre-Fabricated Horizontal Drain (PHD)*

Jenis PHD yang akan digunakan pada perencanaan ini adalah CeTeau Drain CT-SD100-20 distributor oleh PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi sebagai berikut

<i>Weight</i>	= 180 g/m
<i>Thickness</i> (a)	= 20 mm
<i>Width</i> (b)	= 100 mm

Dengan kapasitas pengalirannya = $2.4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk lebih lengkapnya spesifikasi bahan dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.5.3 *Geotextile*

Geotextile digunakan pada alternatif timbunan tubuh bendung. *Geotextile* direncanakan menggunakan spesifikasi Unggul-Tex UW 250 dengan *tensile strength* 52 kN/m produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.5.4 *Micropile*

Micropile menggunakan spun pile diameter 300 mm dengan tebal 60 mm tipe C. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Data yang akan dimasukkan dalam plaxis sebagai berikut :

f^c	= 40 MPa
diameter	= 300 mm
tebal	= 60 mm
E	= 29725.41 MPa
A	= 0.115924769 m ²
I	= 0.002553243 m ⁴
Mmax	= 8 tm

4.6 Data Beban

Di atas tanah dasar akan dibebani oleh beban tanah timbunan, beban perkerasan, dan beban lalu lintas.

- **Beban Perkerasan**
Perkerasan direncanakan dengan tebal 0.45 m dengan berat jenis aspal 2.2 t/m^3 sehingga $q_{\text{perkerasan}} = 0.99 \text{ t/m}^2$.
- **Beban Lalu Lintas**
Untuk beban lalu lintas menggunakan grafik hubungan tinggi timbunan dengan beban lalu lintas pada Gambar 2.7.
Besarnya beban yang digunakan untuk tiap potongan tubuh bendung selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

BAB 5

PERENCANAAN TIMBUNAN PRELOADING DAN PERBAIKAN TANAH DASAR

5.1 Perencanaan Timbunan Preloading

Penimbunan tubuh bendung pada Proyek Embung Ohoinol direncanakan sebagai timbunan *preloading*. Timbunan *preloading* merupakan timbunan yang bekerja sebagai beban pada tanah dasar yang terdiri atas tinggi beban rencana dan tinggi beban akibat perkerasan dan *traffic* (H-Bongkar). Timbunan *preloading* ini akan turun bersamaan dengan pemampatan tanah dasar hingga mencapai tinggi final. Tinggi final pada tiap potongan tubuh bendung berbeda-beda yang dapat dilihat pada Tabel 4.8. Tinggi beban timbunan yang direncanakan bervariasi mendekati kurang lebih tinggi final. Sebagai contoh nilai H-Bongkar pada perencanaan potongan E dengan tinggi timbunan 7 m adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} H - Bongkar &= \frac{q_{pavement} + q_{traffic}}{\gamma_{timbunan}} = \frac{0.99 + 0.2 \text{ t/m}^2}{\frac{1.19 \text{ t/m}^2}{2.0510262 \text{ t/m}^3}} \\ &= \frac{1.19 \text{ t/m}^2}{2.0510262 \text{ t/m}^3} = 0.580197367 \text{ m} \end{aligned}$$

5.2 Perhitungan Nilai Pemampatan Konsolidasi (S_c)

Perhitungan Pemampatan tanah dasar pada tugas akhir ini yaitu pada kondisi *overconsolidated* karena nilai $OCR > 1$ dan $(\sigma'_0 + \Delta\sigma) > \sigma'_c$ sehingga persamaan yang dipakai adalah persamaan 2.7. Perhitungan pemampatan konsolidasi ini hanya menghitung pemampatan akibat konsolidasi primer yaitu pada zona tengah dikarenakan jenis tanah lunak dengan $N_{SPT} < 10$. Besar pemampatan dihitung pada titik tengah timbunan. Berikut contoh perhitungan pemampatan pada tanah dasar di lapisan ke 14 pada potongan E dengan variasi timbunan 7 m.

Data tanah lapisan ke 14 :

Tebal Lapisan (h)	= 1 m
Cc	= 0.48933453
Cs	= 0.113685832
e ₀	= 1.391

$$\gamma_{\text{sat}} \text{ lapisan ke 14} = 1.689 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} \text{ lapisan ke 13} = 1.689 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w \text{ (t/m}^3\text{)} = 1$$

$$z = 13.5$$

$$\sigma'_0 \text{ lapisan ke 13} = 9.8065 \text{ t/m}^2$$

Data beban timbunan potongan E pada variasi tinggi timbunan 7 m

$$\begin{aligned} q_0 &= (\gamma_{\text{timb}} \times H) + q_{\text{pavement}} + q_{\text{traffic}} \\ &= (2.0510262 \times 7) + 0.99 + 0.2 \\ &= 15.5471834 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

5.2.1 Tegangan Overburden Efektif (σ'_0) dan Tegangan Prakonsolidasi

Tegangan overburden efektif di tengah lapisan ke 14 dengan persamaan 2.9

$$\begin{aligned} \sigma'_0 &= \sigma'_0 \text{ lapisan ke 13} + \gamma'_{\text{lapisan ke 13}} \times (0.5 \times h) + \gamma'_{\text{lapisan ke 14}} \times (0.5 \times h) \\ &= 9.8065 + (1.689-1) \times 0.5 + (1.689-1) \times 0.5 \\ &= 10.4955 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Tegangan Prakonsolidasi

$$\begin{aligned} \sigma'_c &= \sigma'_0 + \Delta\sigma \text{ fluktuasi} \\ &= 10.4955 + (1 \times 0.8) = 11.2955 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

5.2.2 Distribusi Tegangan Akibat Timbunan ($\Delta\sigma'$)

Tubuh bendung memiliki kelandaian yang berbeda pada sisi hulu dan hilir. Pada sisi hulu kelandaian 1:2.5 sedangkan pada sisi hilir kelandaian 1:2 sehingga untuk menghitung distribusi tegangan akibat timbunan dibedakan antara sisi hulu dan hilir. Sebagai contoh untuk potongan E pada lapisan 14 yaitu :

$$B1 = 3 \text{ m} \quad \alpha1 = 0.781 \text{ rad (Sisi hilir)}$$

$$B2 = 18 \text{ m} \quad \alpha2 = 0.219 \text{ rad (Sisi hilir)}$$

$$B3 = 3 \text{ m} \quad \alpha3 = 0.865 \text{ rad (Sisi hulu)}$$

$$B4 = 22.5 \text{ m} \quad \alpha4 = 0.219 \text{ rad (Sisi hulu)}$$

Maka dengan menggunakan persamaan 2.10 dan 2.11 didapatkan nilai distribusi tegangan sebesar

- Hilir

$$\Delta\sigma' = \frac{q_0}{\pi} \left[\left\{ \frac{B1+B2}{B2} \right\} x(\alpha1 + \alpha2) - \frac{B1}{B2} x\alpha2 \right]$$

$$\Delta\sigma' = \frac{15.55}{\pi} \left[\left\{ \frac{3+18}{18} \right\} x(0.781 + 0.219) - \frac{3}{18} x0.219 \right] = 5.59 \text{ t/m}^2$$

• Hulu

$$\Delta\sigma' = \frac{q_0}{\pi} \left[\left\{ \frac{B3+B4}{B4} \right\} x(\alpha3 + \alpha4) - \frac{B3}{B4} x\alpha3 \right]$$

$$\Delta\sigma' = \frac{15.55}{\pi} \left[\left\{ \frac{3+22.5}{22.5} \right\} x(0.865 + 0.219) - \frac{3}{22.5} x0.219 \right] = 5.935 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma' = \Delta\sigma'_{hilir} + \Delta\sigma'_{hulu} = 5.59 + 5.935 = 11.525 \text{ t/m}^2$$

5.2.3 Besarnya Pemampatan (Sc)

Besarnya pemampatan yang terjadi pada potongan E di lapisan ke 14 adalah :

$$S_c = C_s \frac{H}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + C_c \frac{H}{1+e_0} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma}{\sigma'_c}$$

$$S_c = 0.1136 \frac{1}{1+1.391} \log \frac{10.4955}{9.6955} + 0.489 \frac{1}{1+1.391} \log \frac{9.6955 + 11.525}{10.4955}$$

$$S_c = 0.061 \text{ m}$$

Total pemampatan konsolidasi yang terjadi di seluruh lapisan tanah pada potongan E dengan variasi tinggi timbunan 7 m adalah sebesar $S_c \text{ Total} = 1.305 \text{ m}$. Perhitungan pemampatan tanah untuk variasi tinggi beban timbunan yang lain dan potongan-potongan tubuh bendung yang lain dapat dilihat pada lampiran 6.

5.3 Perhitungan Nilai Pemampatan Segera

Pada tugas akhir ini akan dihitung pemampatan segera pada tanah dasar yaitu pada Zona Timur dan Barat dikarenakan jenis tanah pasir. Berikut contoh perhitungan pemampatan segera pada lapisan ke 17 potongan A dengan variasi tinggi timbunan 3 m

$$\Delta\sigma = 5.002 \text{ t/m}^2$$

$$B1 = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 B2 &= 18 \text{ m} && \rightarrow B = B1+B2+B3+B4 \\
 B3 &= 3 \text{ m} && = 46.5 \text{ m} \\
 B4 &= 22.5 \text{ m} \\
 \mu &= 0.163 \\
 E &= 10529.594 \text{ t/m}^2 \\
 m_1 &= \frac{\text{panjang pondasi}}{\text{lebar pondasi}} = \frac{1}{46.5} = 0.0215054
 \end{aligned}$$

Lalu dengan menggunakan persamaan 2.14 untuk menghitung I_p

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[m_1 \cdot \ln \left(\frac{1 + \sqrt{m_1^2 + 1}}{m_1} \right) + \ln(m_1 + \sqrt{m_1^2 + 1}) \right]$$

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[0.0215054 \cdot \ln \left(\frac{1 + \sqrt{0.0215054^2 + 1}}{0.0215054} \right) + \ln(0.0215054 + \sqrt{0.0215054^2 + 1}) \right] = 0.0379$$

Setelah itu menghitung Sc pada lapisan ke -17 dengan persamaan 2.13 seperti berikut

$$\rho_i = p \cdot B \frac{1 - \mu^2}{E} I_p$$

$$\rho_i = 5.002 \cdot 46.5 \frac{1 - 0.163^2}{10529.594} 0.0379 = 0.00081 \text{ m}$$

Total pemampatan konsolidasi yang terjadi di seluruh lapisan tanah pada potongan A dengan variasi tinggi timbunan 3 m adalah sebesar $Sc \text{ Total} = 0.018 \text{ m}$. Perhitungan pemampatan tanah untuk variasi tinggi beban timbunan yang lain dan potongan-potongan tubuh bendung yang lain dapat dilihat pada lampiran 6

5.4 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinisial) dan Tinggi Timbunan Akhir (Hfinal)

Tinggi Hinisial dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.23. Berikut merupakan perhitungan H-inisial dan H-final pada potongan E dengan variasi tinggi timbunan 7 m

$$H_{inisial} = \frac{q + Sc (\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}}$$

$$H_{inisial} = \frac{15.5471834 + 1.203 (2.0510262 - 1.0510262)}{2.0510262} = 8.167 \text{ m}$$

Persamaan H-final menggunakan persamaan 2.26 yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_{akhir} &= H_{awal} - Sc - H_{traffic} - H_{pavement} \\ &= 8.167 - 1.203 - 0.0975 - 0.483 = 6.383 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut kemudian direkapitulasi untuk variasi tinggi timbunan yang ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1. Rekapitulasi Perhitungan H-Inisial, H-Final dan Sc Potongan E

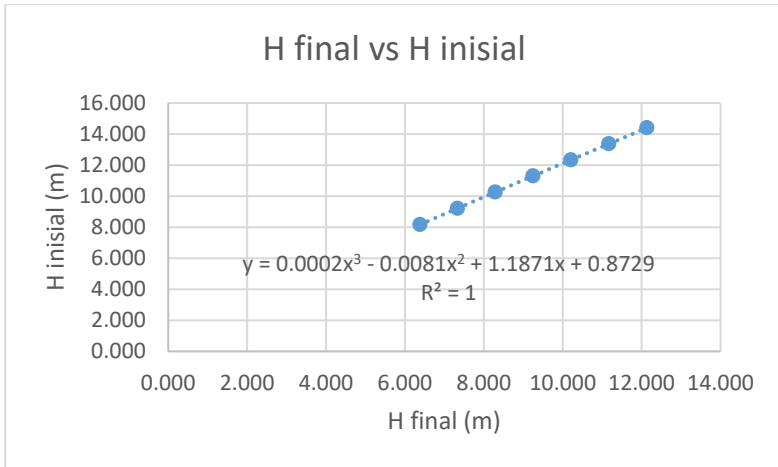
Htimb (m)	qtotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavement (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
7	15.55	8.167	0.097512162	0.482685204	1.203	6.383
8	17.60	9.214	0.097512162	0.482685204	1.300	7.334
9	19.65	10.257	0.097512162	0.482685204	1.388	8.289
10	21.70	11.297	0.097512162	0.482685204	1.470	9.247
11	23.75	12.334	0.097512162	0.482685204	1.546	10.208
12	25.80	13.369	0.097512162	0.482685204	1.618	11.171
13	27.85	14.402	0.097512162	0.482685204	1.685	12.136

Hubungan H-Inisial dan H-Final pada Tabel 5.1 akan ditunjukkan dalam grafik pada Gambar 5.1. Sedangkan hubungan H-Final dengan Sc ditunjukkan pada Gambar 5.2. Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi untuk menghitung H-Inisial dan Sc yang terjadi dari H-Final yang direncanakan. Berikut perhitungannya :

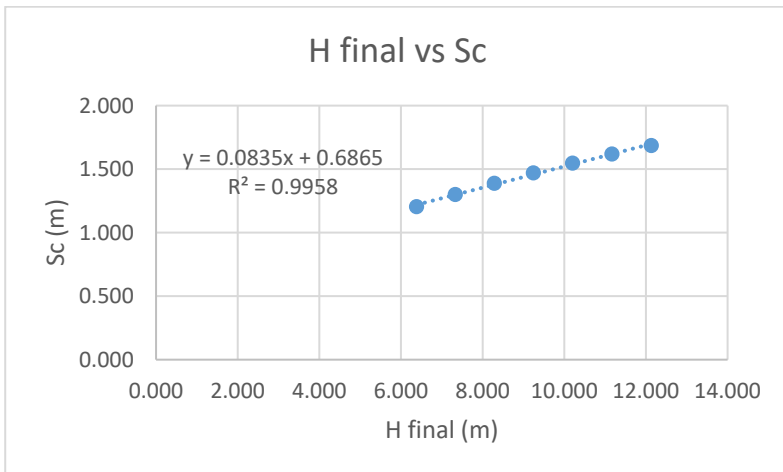
$$H\text{-Final} = 8.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H\text{-Inisial} &= 0.0002x^3 - 0.0081x^2 + 1.1817x + 0.8729 \\ &= 0.0002(8.5)^3 - 0.0081(8.5)^2 + 1.1817(8.5) + 0.8729 \\ &= 10.500085 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sc &= 0.0835x + 0.6865 \\ &= 0.0835(8.5) + 0.6865 \\ &= 1.39625 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5. 1. Grafik Hubungan H-Final dan H-Inisial Potongan E



Gambar 5. 2. Grafik Hubungan H-Final dan Sc Potongan E

Perhitungan H-Inisial dan Sc pada potongan-potongan yang lain dapat dilihat pada Lampiran 7.

5.5 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD

Perhitungan waktu pemampatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan menggunakan persamaan 2.18 karena terdapat lapisan batuan kapur dibawah tanah mampu mampat, sehingga air pada lapisan tersebut dapat mengalir satu arah saja (*single drainage*). Perhitungan waktu pemampatan hanya menghitung zona tengah dikarenakan mengalami konsolidasi primer sedangkan zona timur dan barat mengalami konsolidasi segera.

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui perlu atau tidaknya pemasangan PVD sebagai pemercepat waktu pemampatan. Setiap lapisan tanah memiliki nilai C_v masing-masing, maka nilai C_v yang digunakan adalah nilai C_v gabungan yang diperoleh dari persamaan 2.19. Tabel 5.2 menunjukkan nilai C_v tiap lapisan tanah. Perhitungan nilai C_v gabungan dan waktu pemampatan tanpa PVD untuk potongan E adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_v \text{ rata - rata} &= \frac{H^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}} + \frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}} + \dots + \frac{H_i}{\sqrt{Cv_i}}\right)^2} \\ &= \frac{12^2}{\left(\frac{3}{\sqrt{0.000498}} + \frac{3}{\sqrt{0.000567}} + \frac{3}{\sqrt{0.000526}} + \frac{3}{\sqrt{0.000607}}\right)^2} \\ &= 0.00054719 \text{ cm}^2/\text{s} \\ &= 1.725618596 \text{ m}^2/\text{tahun} \end{aligned}$$

$$T_v \text{ 90 \%} = 0.848$$

$$H_{dr} = 12 \text{ m}$$

$$t = \frac{T \times (H_{dr})^2}{C_v}$$

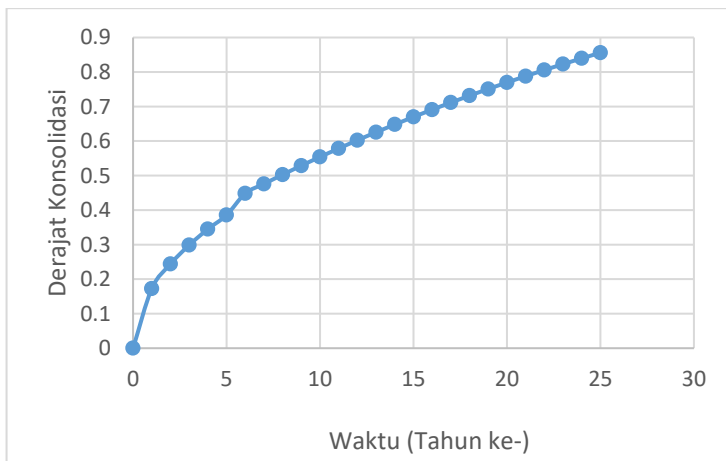
$$= \frac{0.848 \times (12)^2}{1.725} = 70.76 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, dengan derajat konsolidasi (U) sebesar 90%, lama pemampatan membutuhkan waktu selama 70.76 tahun. Untuk pembangunan bendung, penurunan dalam waktu yang lama dapat menimbulkan retakan-retakan ataupun terjadinya *differential settlement* yang dapat menyebabkan

keruntuhan bangunan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan PVD untuk mempercepat proses pemampatan.

Tabel 5. 2. Nilai Cv Tiap Lapisan Tanah pada Potongan E

No	Tebal Lapisan H (m)	z (m)	Cv (cm ² /s)
1	1	0.5	0.0088
2	1	1.5	0.0088
3	1	2.5	0.000498
4	1	3.5	0.000498
5	1	4.5	0.000498
6	1	5.5	0.000567
7	1	6.5	0.000567
8	1	7.5	0.000567
9	1	8.5	0.000526
10	1	9.5	0.000526
11	1	10.5	0.000526
12	1	11.5	0.000607
13	1	12.5	0.000607
14	1	13.5	0.000607



Gambar 5. 3. Grafik antara Waktu dan Sc tanpa PVD pada Potongan E

Tabel 5. 3. Nilai Sc per Derajat Konsolidasi tanpa PVD potongan E

t (tahun)	Tv	Uv	Sc U% (m)
1	0.011983462	0.123522542	0.172468349
2	0.023966925	0.174687254	0.243907078
3	0.035950387	0.213947318	0.298723943
4	0.04793385	0.247045083	0.344936698
5	0.059917312	0.2762048	0.385650952
6	0.071900775	0.321059107	0.448278779
7	0.083884237	0.340844385	0.475903973
8	0.0958677	0.360053093	0.502724131
9	0.107851162	0.378702032	0.528762712
10	0.119834625	0.396807515	0.554042493
11	0.131818087	0.414385379	0.578585586
12	0.14380155	0.431451001	0.602413459
13	0.155785012	0.448019306	0.625546956
14	0.167768475	0.464104788	0.64800631
15	0.179751937	0.479721516	0.669811167
16	0.1917354	0.494883152	0.690980601
17	0.203718862	0.509602956	0.711533128
18	0.215702325	0.523893805	0.731486726
19	0.227685787	0.537768199	0.750858848
20	0.239669249	0.551238274	0.76966644
21	0.251652712	0.564315812	0.787925953
22	0.263636174	0.577012253	0.805653358
23	0.275619637	0.589338701	0.822864162
24	0.287603099	0.60130594	0.839573419
25	0.299586562	0.612924437	0.855795746

5.6 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

PVD direncanakan dengan pilihan pola pemasangan yaitu pola segitiga dan segiempat dengan variasi jarak antar titik PVD sebesar 0.8 m, 1 m, 1.25 m, 1.5 m, 1.75 m. Variasi jarak dilakukan untuk mendapatkan jarak pemasangan PVD yang efisien. Langkah-langkah untuk menentukan jarak pemasangan PVD yang

efisien yaitu menentukan nilai U_v , U_h dan U rata-rata pada tiap variasi PVD.

5.6.1. Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v)

Perhitungan U_v dimulai dengan mencari nilai T_v terlebih dahulu. Perhitungan T_v berdasarkan persamaan 2.34 dengan nilai C_v yang sudah dihitung sebelumnya. Dengan menggunakan persamaan 2.34 didapatkan nilai U_v . Contoh perhitungan nilai U_v pada pola segitiga jarak pemasangan 0.8 m sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 C_v \text{ gabungan} &= 0.00054719 \text{ cm}^2/\text{s} \\
 &= 0.033094055 \text{ m}^2/\text{minggu} \\
 t &= 1 \text{ minggu} \\
 T_v &= \frac{t \times C_v}{(Hdr)^2} \\
 &= \frac{1 \times 0.033094055}{(12)^2} = 0.00022982 \\
 U_v &= \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \\
 &= \left(2 \sqrt{\frac{0.00022982}{\pi}} \right) = 0.017106
 \end{aligned}$$

5.6.2. Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)

Perhitungan U_h menggunakan persamaan 2.36. Dalam perhitungan U_h menggunakan parameter $F(n)$, Ch dan D . Berikut adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai U_h pada pola pemasangan segitiga dengan jarak 0.8 m

$$\begin{aligned}
 D &= 1.05 \times S \\
 &= 1.05 \times 800 = 840 \text{ mm} \\
 a &= 100 \text{ mm (Brosur PVD dapat dilihat pada lampiran)} \\
 b &= 4 \text{ mm (Brosur PVD dapat dilihat pada lampiran)} \\
 dw &= 2(a+b)/\pi \\
 &= 2(100+4)/\pi = 66.20845633 \text{ mm} \\
 n &= D/dw = 840/66.20845633 = 12.6872011
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F(n) &= \frac{n^2}{n^2-1} \cdot \ln(n) - \frac{3}{4} - \frac{1}{4n^2} \\
 &= \frac{12.6872011^2}{12.6872011^2-1} \cdot \ln(12.6872011) - \frac{3}{4} - \frac{1}{4(12.6872011)^2}
 \end{aligned}$$

$$= 1.8002245$$

$$Ch = 3 \times Cv = 0.099282166$$

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

$$1 = \left(\frac{840^2}{8 \cdot 0.099282166} \right) \cdot 2 (1.8002245) \cdot \ln \left(\frac{1}{1-U_h} \right)$$

$$U_h = 0.26848755$$

5.6.3. Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-Rata (\bar{U})

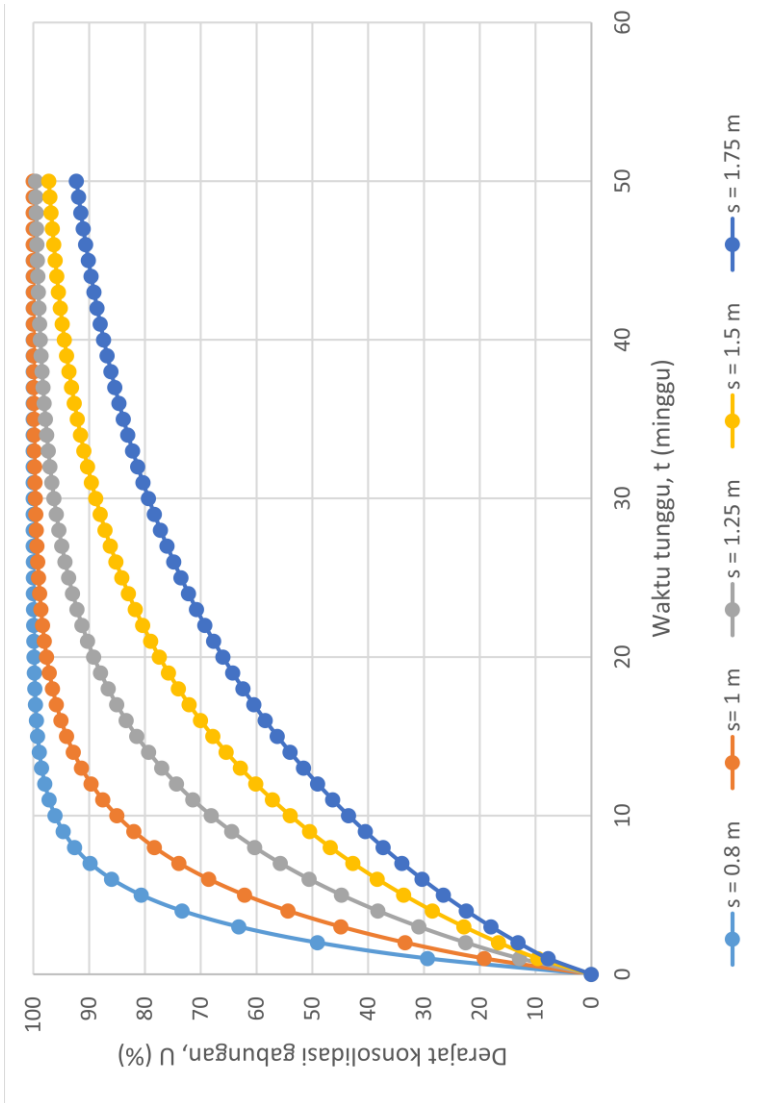
Setelah mendapatkan nilai U_v dan U_h maka selanjutnya menghitung nilai \bar{U} dengan persamaan 2.37 sebagai berikut

$$\begin{aligned} \bar{U} &= [1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)] \times 100\% \\ &= [1 - (1 - 0.26848755) \cdot (1 - 0.017106)] \times 100\% \\ &= 28.10008149\% \end{aligned}$$

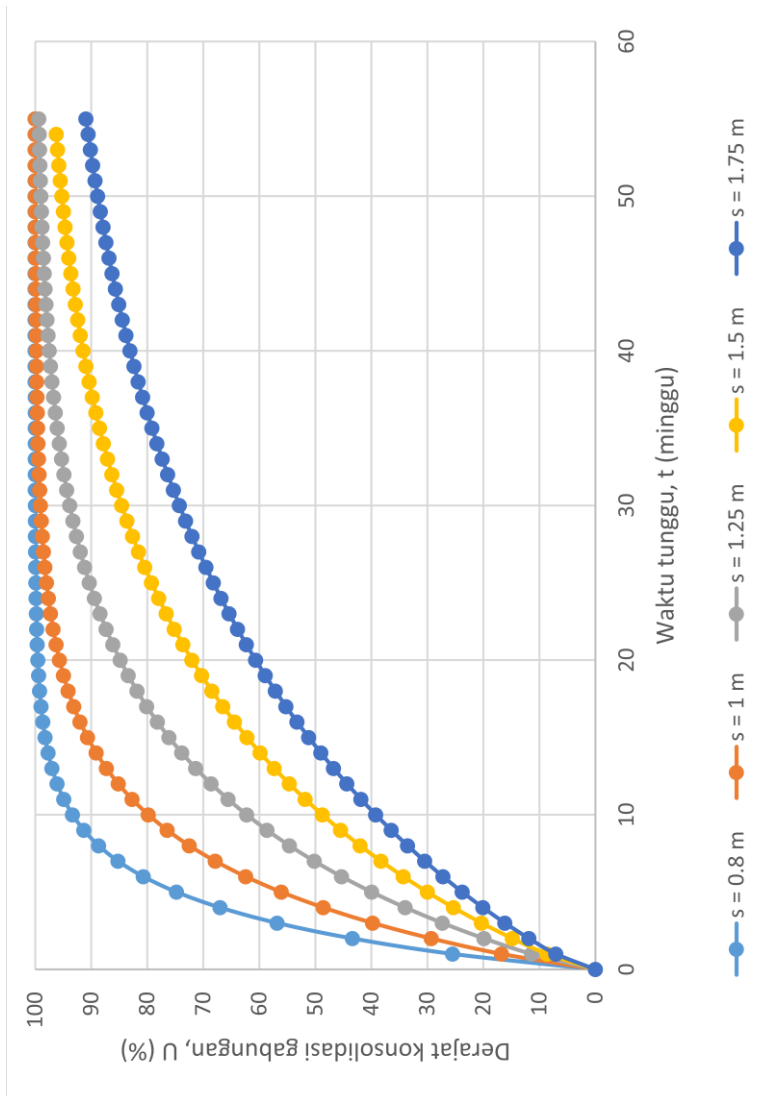
Rekapitulasi seluruh perhitungan dengan variasi jarak antar titik PVD terdapat pada Lampiran 8. Dari perhitungan tersebut dihasilkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 yaitu hubungan \bar{U} dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi yang direncanakan. Dari grafik tersebut dipilih pemasangan pola segiempat dengan spasi 1.25 m dengan derajat konsolidasi sebesar 90.24% yang dicapai selama 26 minggu.

Alasan penggunaan PVD segiempat dengan spasi 1.25 meter adalah :

- Pelaksanaan pemasangan PVD di lapangan lebih mudah dibandingkan dengan pola segitiga. Selain itu dengan spasi yang sama, waktu yang diperlukan untuk mencapai $U=90\%$ tidak terlalu berbeda jauh. Dengan pola segitiga dibutuhkan waktu 22 minggu, sedangkan dengan pola segiempat dibutuhkan waktu 26 minggu.
- Jarak spasi antar PVD yang digunakan adalah $s = 1.25$ meter atas pertimbangan dapat mencapai $U=90\%$ dalam waktu 25 minggu, jika dibandingkan dengan $s = 1.5$ meter untuk mencapai $U=90\%$ butuh waktu 38 minggu.



Gambar 5. 4. Grafik Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segitiga



Gambar 5.5. Grafik Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segiempat

5.7 Perencanaan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

Penggunaan PHD berfungsi untuk menyalurkan air dari PVD ke saluran drainase di samping kanan atau kiri timbunan. Dalam tugas akhir ini material PHD yang digunakan adalah produk dari PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi PHD yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 4 . Berikut adalah contoh perhitungan apakah spesifikasi dari PHD yang digunakan sudah cukup aman dari pemasangan PVD pola segiempat dengan $S = 1.25$ m.

- a. Menghitung Koreksi Debit Air Vertikal per m^2 tanah
- Sc 90% $= 0.9 \times 1.39625 = 1.256625$ m
 Debit (U=90%) = Volume aliran air / waktu pengaliran
 $= 1.256625 \text{ m} \times 1 \text{ m}^2 / (25 \times 7 \times 24 \times 3600)$
 $= 8.311 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{detik}$
- Sc 75% $= 0.75 \times 1.39625 = 1.0471875$ m
 Debit (U=75%) = Volume aliran air / waktu pengaliran
 $= 1.0471875 \text{ m} \times 1 \text{ m}^2 / (15 \times 7 \times 24 \times 3600)$
 $= 1.154 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$
- b. Menghitung Estimasi Debit Air per 1 titik PVD
 Untuk pemasangan PVD pola segiempat dengan spacing 1.25 m
 $A_e = \pi/4 \times (1.13 \times 1.25)^2$
 $= 1.566992054 \text{ m}^2$
- Setiap 1 titik ujung PVD mengalirkan air seluas 1.566992054 m^2 , sehingga setiap 1 titik ujung PVD mengeluarkan air vertikal sebesar
- $Q = 1.566992054 \times 1.154 \times 10^{-7}$
 $= 1.808 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$
- Setiap 1 titik ujung PVD mengeluarkan air dengan debit rata-rata $1.808 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik}$
- c. Jumlah maksimum titik ujung PVD pada 1 lajur PHD
- L lajur PHD $= 46.5$ m
 Jarak antar titik ujung PVD $= 1.25$ m
 Jumlah ujung PVD pada 1 lajur PHD $= 38$ buah

d. Estimasi debit maksimum aliran air horizontal
 Estimasi debit maksimum aliran air horizontal pada 1 lajur PHD adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_u &= 38 \text{ titik} \times 1.808 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 6.873 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi PHD CETEAU CT-SD100-20 dari brosur memiliki kapasitas pengaliran $2.4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$, maka

$$\begin{aligned} SF &= 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik} / 6.873 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 3.49 > 1.3 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Sehingga pemasangan PHD CETEAU CT-SD100-20 dapat dilaksanakan pada potongan C, D dan E.

5.8 Penimbunan Bertahap

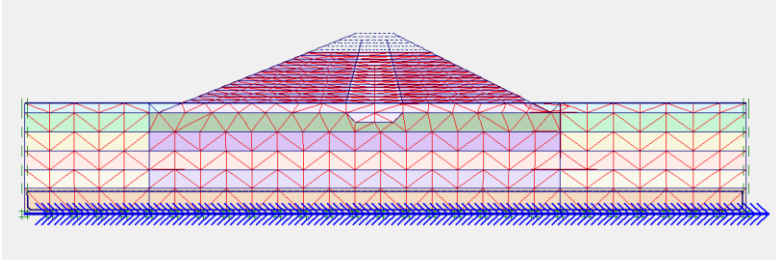
Penimbunan bertahap dilakukan untuk mempermudah metode pelaksanaan di lapangan. Pelaksanaan penimbunan bertahap dilakukan dengan menggunakan perencanaan kecepatan penimbunan 0.5 m/minggu. Berdasarkan hasil perhitungan H-Inisial yang didapatkan maka jumlah tahapan penimbunan untuk Potongan E adalah 22 minggu. Perhitungan penimbunan bertahap meliputi perhitungan tegangan di tiap lapisan tanah pada derajat konsolidasi (U) 100% dan < 100%. Perhitungan tegangan ini untuk mencari kenaikan Cu baru dan besarnya pemampatan tiap tahapan penimbunan.

5.8.1. Penentuan H Kritis

Sebelum menghitung tegangan tiap lapisan tanah akibat penimbunan bertahap, perlu mencari tinggi kritis dari timbunan terlebih dahulu. H-Kritis diperlukan untuk mencari tinggi timbunan yang mampu dipikul oleh tanah dasar. Analisa menggunakan program bantu Plaxis.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa $H_{kritis} = 8 \text{ m}$ atau pada tahap penimbunan ke 16 dengan nilai $SF = 1.0123$ yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7. Hal ini menandakan bahwa penimbunan harus dilakukan bertahap tidak bisa dilakukan penimbunan secara langsung. Hasil analisa H-kritis

potongan lainnya bisa dilihat di Lampiran 9. Dari hasil analisa H-kritis, didapatkan bahwa untuk potongan C, D dan E dilakukan penimbunan bertahap sedangkan untuk potongan A, B, F, G tidak perlu dilakukan penimbunan bertahap.



Gambar 5. 6. Hasil Analisis Mencari Hkritis dengan Program bantu Plaxis (1)

Plaxis 8.5 Perhitungan - CDE.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan

Nilai masukan

Nilai yang dicapai

Peningkatan faktor pengali

Mdisp: 0.0000

MloadA: 0.0000

MloadB: 0.0000

Mweight: 0.0000

Maccel: 0.0000

Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ -Mdisp: 0.0000

Σ -MloadA: 1.0000

Σ -MloadB: 1.0000

Σ -Mweight: 1.0000

Σ -Maccel: 0.0000

Σ -Msf: 1.0123

Berikutnya Sisipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓ <Tahap 57>	57	51	Analisis dinamik	Faktor pengali total	20...	50	4444
✓ <Tahap 58>	58	55	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	46	4694
✓ <Tahap 59>	59	56	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	48	4894
✓ <Tahap 60>	60	57	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	50	5094
✓ <Tahap 61>	61	34	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	34	5294

Gambar 5. 7. Hasil Analisis untuk Mencari Hkritis dengan Program bantu Plaxis (2)

5.8.2. Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%

Perhitungan tegangan di tiap lapisan tanah dimulai dengan menghitung distribusi tegangan pada tiap lapisan tanah akibat tahapan penimbunan. Setelah menghitung distribusi tegangan pada tiap lapisan, maka dapat dihitung perubahan tegangan yang terjadi pada tiap lapisan tanah dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_1' &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1' \\ \sigma_2' &= \sigma_1' + \Delta\sigma_2' \\ &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1' + \Delta\sigma_2'\end{aligned}$$

Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat penimbunan bertahap untuk derajat konsolidasi 100% dapat dilihat pada Lampiran 11.

5.8.3. Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) < 100%

Perhitungan tegangan untuk derajat konsolidasi $U < 100\%$ dilakukan untuk mendapatkan nilai C_u baru. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan seperti yang ditunjukkan persamaan 2.28. Nilai U yang digunakan adalah nilai \bar{U} rata-rata dari PVD yang direncanakan. Perhitungan dilakukan pada tiap lapisan tanah akibat tahapan penimbunan. Perubahan tegangan yang terjadi di tiap lapisan merupakan total dari penjumlahan seluruh perubahan tegangan akibat tiap timbunan bertahap. Rekapitulasi perhitungan tegangan untuk derajat konsolidasi $< 100\%$ dapat dilihat pada Lampiran 12 .

5.9 Perhitungan Kenaikan C_u pada Tanah Dasar

Perhitungan nilai C_u baru menggunakan persamaan 2.29 karena $PI < 120\%$. Hasil perhitungan C_u Baru dapat dilihat pada Lampiran 13 .

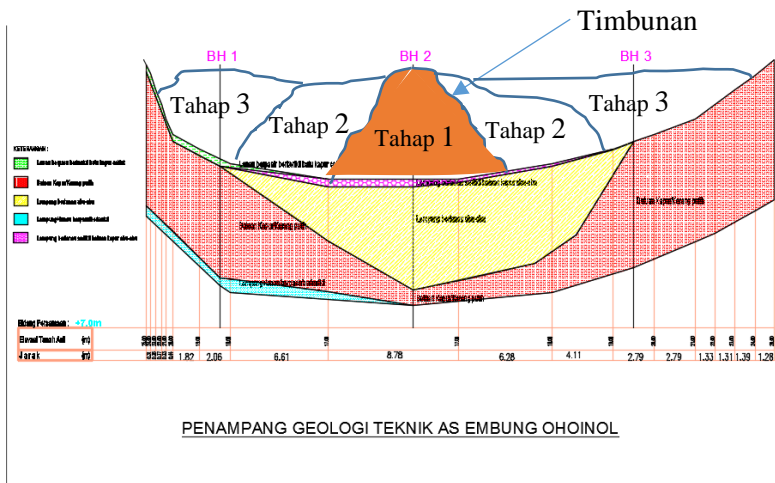
5.10 Perhitungan Pemampatan Akibat Penimbunan Bertahap

Pemampatan akibat penimbunan bertahap dihitung dengan persamaan 2.31 sampai dengan 2.33, yang selanjutnya akan

didapatkan grafik hubungan antara tahapan dengan pemampatan yang terjadi. Besar pemampatan yang terjadi memiliki nilai yang hampir sama atau lebih kecil dibandingkan perhitungan pemampatan akibat H-Inisial dan H-Final. Hasil perhitungan dan grafik pemampatan akibat timbunan bertahap dapat dilihat pada Lampiran 14 .

5.11 Metode Penimbunan

Kondisi tanah dasar pada tugas akhir ini dapat mengakibatkan *differential settlement* yang diakibatkan beda penurunan antara tiap zona. Maka dari itu dibutuhkan metode penimbunan yang benar agar menghindari terjadinya *differential settlement*. Sketsa penimbunan dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8. Sketsa metode penimbunan Embung Ohoinol

Metode penimbunan yang dilakukan yaitu dengan menimbunan mulai dari zona tengah seperti pada gambar, lalu bergeser ke zona timur dan barat. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya retak melintang diakibatkan *differential settlement* yang terjadi.

BAB 6

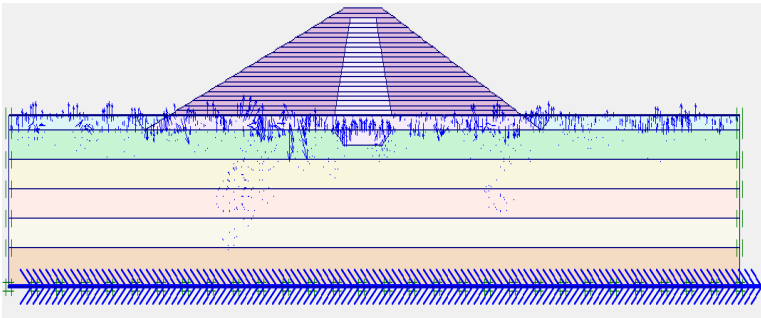
PERENCANAAN PERKUATAN EMBUNG TANAH

6.1 Analisa Stabilitas Tubuh Bendung dengan Plaxis

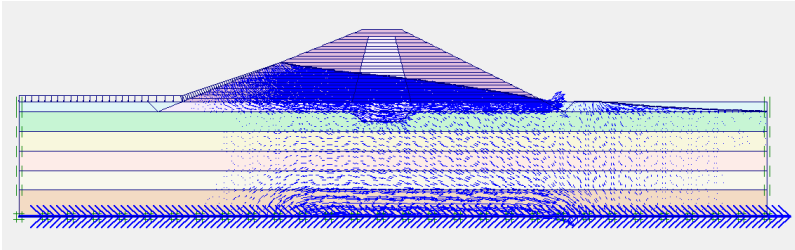
Salah satu program yang dapat menganalisa stabilitas talud adalah program PLAXIS. Pada program ini dilakukan analisa dengan tipe keruntuhan Mohr-Coulomb.

Sebelum membuat permodelan konstruksi tubuh bendung didalam program plaxis, terlebih dahulu mencari parameter apa saja yang dibutuhkan yang sudah ditunjukkan pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6 dan Tabel 4.7. Selanjutnya permodelan dibuat dan memasukkan material, berikut tahapan yang dilakukan :

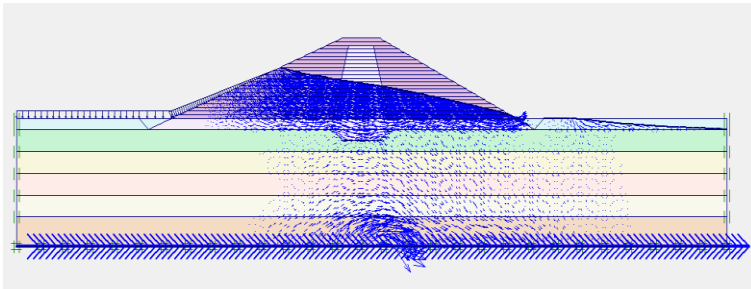
1. Tahapan pada Plaxis Input (Generate Mesh dan Initial Conditions)
 - Pemodelan
 - Input parameter tanah
 - Mengaktifkan *standard fixities* sebelum *generate mesh*
 - Mengaktifkan *Mesh generation* setup.
 - Masuk initial condition dan mengaktifkan posisi muka air



Gambar 6. 1. Permodelan *ground water flow* saat muka air kosong



Gambar 6. 2. Permodelan *ground water flow* saat muka air normal



Gambar 6. 3. Permodelan *ground water flow* saat muka air banjir

2. Tahapan pada Plaxis Calculation

- Analisa Plastis untuk mengetahui keberhasilan tahapan konstruksi serta analisis deformasi elastis-plastis
- Phi/C reduction untuk mendapatkan besaran nilai *safety factor*
- Analisa Dinamik untuk memodelkan beban gempa. Pada tugas akhir ini menggunakan analisa *time histories* dengan gempa $a = 0.392$ g seperti disajikan dalam Gambar 6.4. Analisa dilakukan dalam waktu selama 10 detik.

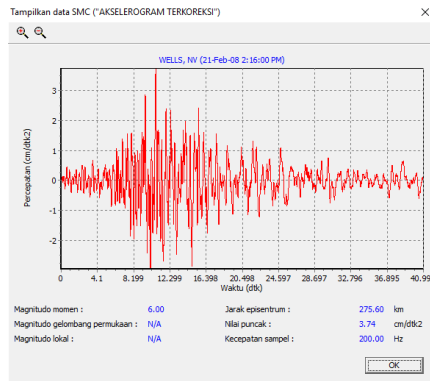
3. Pemilihan titik pengaman

Setelah dilakukan input per-tahapan maka ditentukan letak titik pengaman lalu tahap kalkulasi dapat dimulai

4. Kalkulasi dan Penentuan Nilai *Safety Factor*

Setelah langkah 1-3 dilaksanakan maka tahap kalkulasi dapat dijalankan. Dari hasil (*output*) kalkulasi dapat dilihat

gaya-gaya pada timbunan serta nilai *safety factor* yang diperoleh



Gambar 6. 4. Time Histories ekuivalen dengan $a=0.392g$

Dalam tugas akhir ini dianalisa stabilitas tubuh bendung dengan pengaruh gempa maupun tanpa pengaruh gempa terhadap 4 kondisi yaitu :

- a. Muka air kosong
- b. Muka air normal
- c. Muka air banjir
- d. *Rapid drawdown*

Untuk *rapid drawdown* tidak dianalisa dan nilai SF nya diasumsikan dari nilai terkecil dari kondisi muka air kosong, normal banjir karena nilai SF kondisi *drawdown* selalu paling kecil dari 3 kondisi lainnya.

Sesuai pedoman kriteria desain bendung yang dibuat oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jenderal Sumber Daya Air ke empat kondisi tersebut harus memenuhi syarat yang ditentukan pada peraturan tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 6.1 yaitu untuk kondisi tanpa gempa $SF = 1.3$ sedangkan untuk kondisi dengan gempa $SF = 1.1$. Jika dalam analisa kondisi eksisting tidak memenuhi kriteria desain bendung

maka akan direncanakan beberapa perkuatan hingga mencapai kriteria desain yang sesuai dengan peraturan, antara lain:

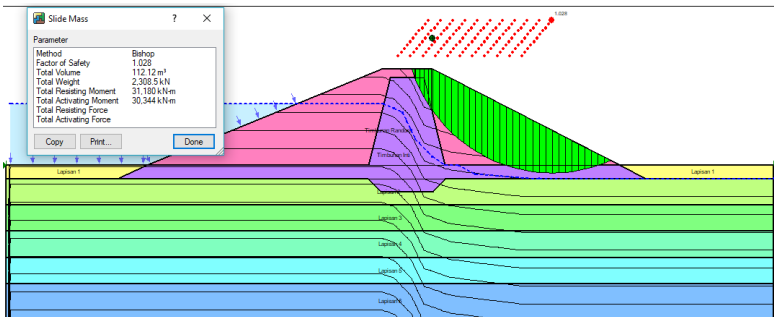
- a. Penambahan lapisan geotextile
- b. Penggunaan *micropile*
- c. Kombinasi geotextile dan cerucuk

Tabel 6. 1. Kondisi dan Kombinasi beban serta faktor keamanan minimum

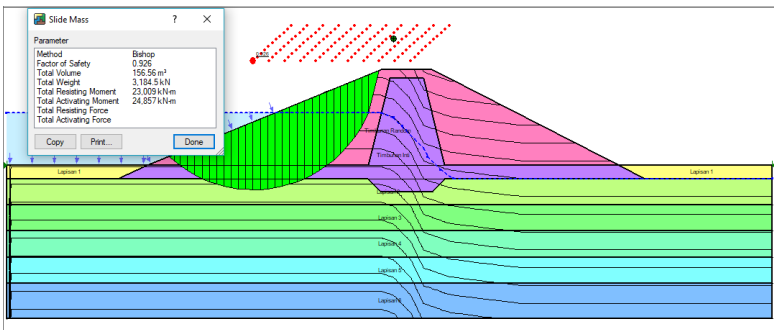
No.	Kondisi	Kuat Geser	Tekanan Air Pori	FK Tanpa Gempa	FK Dengan Gempa
1.	Selesai pembangunan tergantung : 1. Jadwal pembangunan. 2. Hubungan antara tekanan air pori dan waktu Lereng hulu dan hilir. Dengan gempa tanpa kerusakan digunakan 50% koefisien gempa desain.	1. Efektif	Peningkatan tekanan air pori pada timbunan dan pondasi dihitung menggunakan data lab. dan pengawasan instrumen.	1.30	1.20
			Idem hanya tanpa pengawasan instrumen.	1.40	1.20
			Hanya pada timbunan tanpa data lab dan dengan/tanpa pengawasan instrumen.	1.30	1.20
		2. Total	Tanpa instrumen.	1.30	1.20
2.	Rembesan tetap tergantung : 1. Elevasi muka air normal sebelah hulu. 2. Elevasi hulu dan hilir. Dengan gempa tanpa kerusakan digunakan 100% koefisien gempa desain.	1. Efektif	Dari analisis rembesan	1.50	1.20
3.	Pengoperasian waduk tergantung : 1. Elevasi muka air maksimum di hulu. 2. Elevasi muka air minimum di hulu (dead storage). Lereng hulu harus dianalisis untuk kondisi surut cepat.	1. Efektif	Surut cepat dan El. Muka air normal sampai El. Muka air minimum. Lereng hulu dan hilir.	1.30	1.10
			Surut cepat dan El. Muka air maksimum sampai El. Muka air minimum. Pengaruh gempa diambil 0% dari koef. gempa desain.	1.30	-
4.	Luar biasa tergantung : 1. Pembantuan pada sistem drainase. 2. Surut cepat karena penggunaan air melebihi kebutuhan. 3. Surut cepat pada kondisi gawat darurat.	1. Efektif	Surut cepat dari El. Muka air maksimum sampai EL terendah bangunan pengeluaran. Pengaruh gempa diabaikan.	1.20	-

6.2 Analisa Kondisi Eksisting

Analisa kondisi eksisting dilakukan dengan 2 program bantu yaitu Geoslope dan Plaxis. Pada Gambar 6.5 dan Gambar 6.6 merupakan contoh analisa untuk potongan C, D dan E dimana didapatkan kondisi kritis pada saat muka air banjir dengan beban gempa pada sisi hilir dengan $SF= 1.028$. Sedangkan untuk sisi hulu didapatkan kondisi kritis saat muka air normal dengan beban gempa dengan $SF= 0.926$. Hasil analisa potongan lainnya dapat dilihat di Lampiran 15 dimana didapatkan untuk potongan A, B, F, G tidak membutuhkan perkuatan tambahan karena sudah memenuhi syarat kriteria SF yang ditentukan.

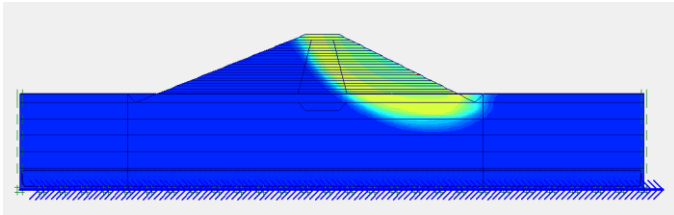


Gambar 6. 5. Hasil Analisa Geoslope Potongan CDE sisi Hilir dengan beban gempa pada muka air banjir $SF=1.028$

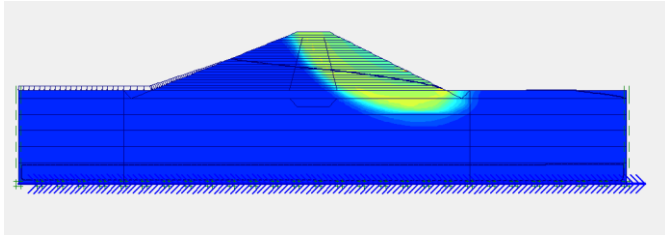


Gambar 6. 6. Hasil Analisa Geoslope Potongan CDE sisi Hulu dengan beban gempa pada muka air normal SF=0.926

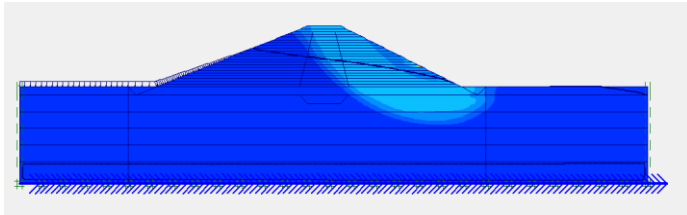
Hasil analisa dengan program bantu plaxis hasilnya hampir sama yaitu pada potongan A, B, F, G tidak memerlukan perkuatan tambahan. Sedangkan pada potongan C, D, E diperlukan perkuatan tambahan.



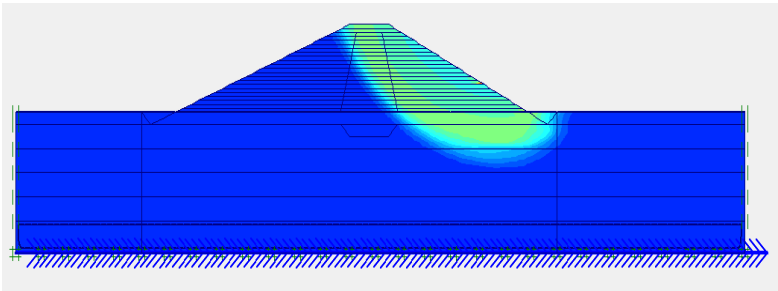
Gambar 6. 7. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air kosong tanpa gempa



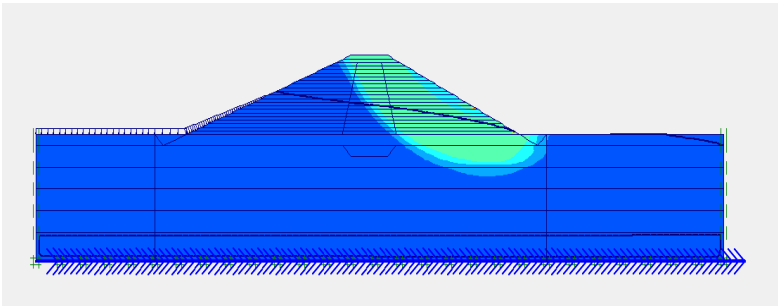
Gambar 6. 8. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air normal tanpa gempa



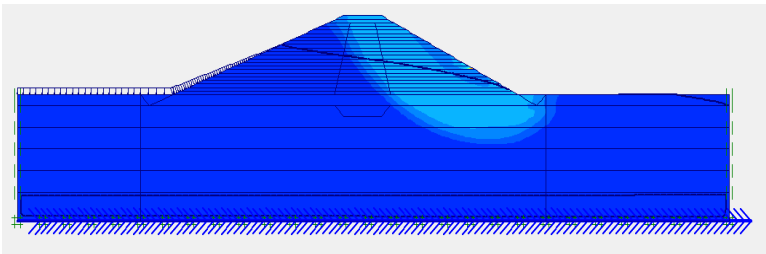
Gambar 6. 9. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air banjir tanpa gempa



Gambar 6. 10. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air kosong dengan gempa



Gambar 6. 11. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air normal dengan gempa



Gambar 6. 12. Hasil Analisa Plaxis Potongan CDE kondisi muka air banjir dengan gempa

Tabel 6. 2. Rekapitulasi nilai angka keamanan potongan CDE hasil Plaxis

Kondisi	Safety faktor eksisting
Kondisi tanpa gempa	
Kosong	1.1923
Muka air normal	1.0585
Muka air banjir	0.9187
Rapid draw down	0.9187
Kondisi gempa	
Kosong	1.1913
Muka air normal	1.0578
Muka air banjir	0.9253
Rapid draw down	0.9253

6.3 Perhitungan Perkuatan Tambahan

Dari hasil analisa sebelumnya menggunakan program Geoslope didapatkan bahwa pada potongan CDE diperlukan perkuatan tambahan. Perkuatan tambahan yang direncanakan yaitu menggunakan *Geotextile*, Micropile dan kombinasi keduanya.

6.3.1. Perhitungan Kebutuhan Perkuatan *Geotextile*

Pada analisa berikut hanya akan dihitung untuk sisi hilir sebagai contoh perhitungan untuk sisi hulu dapat dilihat di Lampiran 16. Dari hasil analisa dengan program bantu Geoslope didapatkan untuk sisi hilir $SF = 1.028$, $M_{res} = 31171$ kNm, y pusat = 34 meter, y dasar = 17.5 meter. Perhitungan kebutuhan *geotextile* sebagai berikut :

1. Menghitung nilai Momen dorong (M_D)

Menggunakan rumus 2.49 yaitu $M_D = M_{res}/SF$. Sehingga didapatkan $M_D = 30322$ kNm

2. Mencari nilai M_{res} rencana dengan angka keamanan rencana (direncanakan $SF=1.2$)

Menggunakan rumus 2.50 sebagai berikut

$$\begin{aligned} M_{res \text{ rencana}} &= M_{dorong} \times SF_{rencana} \\ &= 30322 \text{ kNm} \times 1.2 = 36386 \text{ kNm} \end{aligned}$$

3. Mencari nilai tambahan momen penahan (ΔMR) dari SF rencana
Menggunakan rumus 2.51 sebagai berikut

$$\begin{aligned} \Delta MR &= M_{res \text{ rencana}} - M_{res \text{ terjadi}} \\ &= 36386 - 31171 = 5215.4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

4. Mencari kekuatan dari bahan geotextile

Menggunakan rumus 2.52 sebagai berikut. Perencanaan geotextile untuk bagian hilir menggunakan 2 lembar dengan Tult bahan 52 kN/m.

$$T_{allow} = T_{ult} \times \left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right)$$

dengan :

$$FS_{id} = 1.3$$

$$FS_{cr} = 1.7$$

$$FS_{cd} = 1.3$$

$$FS_{bd} = 1.15$$

$$T_{allow} = (52 \times 2) \times \left(\frac{1}{1.3 \times 1.7 \times 1.3 \times 1.15} \right) = 31.477 \text{ kN}$$

5. Menghitung jumlah geotextile yang dibutuhkan

Menggunakan rumus 2.53 yaitu $\Delta MR < T_{allow} \times \Sigma Ri$. Sehingga kebutuhan geotextile ditunjukkan pada Tabel 6.3 yaitu sebanyak 13 lapis dengan jarak antar geotextile 0.5 m atau sama dengan tinggi penimbunan bertahap.

Tabel 6. 3. Perhitungan Momen resisten Geotextile

No.	y (m)	Tall (kN)	Momen (kNm)
1	16.5	31.47747	519.3783199
2	16	31.47747	503.6395829
3	15.5	31.47747	487.900846
4	15	31.47747	472.162109

5	14.5	31.47747	456.423372
6	14	31.47747	440.6846351
7	13.5	31.47747	424.9458981
8	13	31.47747	409.2071611
9	12.5	31.47747	393.4684242
10	12	31.47747	377.7296872
11	11.5	31.47747	361.9909502
12	11	31.47747	346.2522133
13	10.5	31.47747	330.5134763
	ΔMR	5524.297	kNm

6.3.2. Perhitungan Kebutuhan Perkuatan *Micropile*

Kondisi kritis yang dipakai sama dengan perencanaan perkuatan *geotextile*. Yang harus dilakukan yaitu :

1. Menghitung faktor kekuatan relatif (T)

Menggunakan rumus 2.58. E dan I sudah diketahui pada Bab

4. Faktor f didapatkan dari Gambar 2.20 didapatkan 1.5 t/ft³. Sehingga didapatkan T = 1.8531 m

2. Menghitung Gaya horizontal yang mampu dipikul

Menggunakan rumus 2.62. M_{pmax} = momen ultimate material didapat dari brosur pada Lampiran 4. F_M didapat dari Gambar 2.21, didapatkan nilai 1 dengan pertimbangan $L=7$ meter dan $z = 0$ meter. Sehingga didapatkan P_{max} 1 cerucuk = 4.3169 t.

3. Menghitung kebutuhan *micropile*

Pertama mennghitung ΔMR dimana nilainya sama dengan perhitungan *geotextile* yaitu $\Delta MR = 5215.4$ kNm. Sehingga,

$$n = \frac{\Delta MR}{P_{max} \text{ 1 cerucuk} \times R}$$

R didapatkan dari hasil analisa program bantu Geoslope yaitu sebesar 17.36 m. Jadi n didapat = 7.10 buah \approx 8 buah untuk sisi hilir. Untuk perhitungan sisi hulu dapat dilihat di Lampiran 16.

6.3.3. Perhitungan Kebutuhan Perkuatan Kombinasi

Perhitungan kebutuhan kombinasi hampir sama dengan perhitungan *geotextile* dan *micropile*. Pada tugas akhir ini pertama direncanakan SF untuk *geotextile* yaitu mencapai 1.1. Setelah dihitung kebutuhan *geotextilnya*, lalu menghitung kebutuhan *micropile* dengan SF rencana = 1.2 dan SF terjadi = 1.1. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 16.

6.4 Perhitungan Biaya Perkuatan

Perhitungan biaya yang dihitung hanya material perkuatannya saja. Biaya akan dibandingkan antar alternatif perkuatan yang telah direncanakan. Harga didapatkan dari Harga Satuan Pokok Pekerjaan tahun 2017 Kota Surabaya lalu ditransformasikan ke harga di Kabupaten Maluku Tenggara dengan indeks kemahalan konstruksi 121.27 dibandingkan dengan indeks kemahalan konstruksi Surabaya 100. Harga material sebagai berikut :

- Beton
 - = Rp. 1.350.000 / m³
 - = Rp. 1.350.000 x 121.27/100
 - = Rp. 1.637.145 \approx Rp. 1.650.000 / m³
- Geotextile
 - = Rp. 17.000 / m²
 - = Rp. 17.000 x 121.27/100
 - = Rp. 20.615,9 \approx Rp. 21.000 / m²

Volume material dihitung berdasarkan per meter potongan melintang bendung-tanah. Sehingga hasil perhitungan biaya dapat dilihat pada Tabel 6.6, Tabel 6.7, Tabel 6.8.

Tabel 6. 4. Biaya Geotextile

	Geotextile		
	Volume (m ²)	Harga Satuan	Biaya Total
Potongan C	1973.5	Rp 21,000.00	Rp 41,443,500.00
Potongan D	1973.5	Rp 21,000.00	Rp 41,443,500.00
Potongan E	1973.5	Rp 21,000.00	Rp 41,443,500.00

Tabel 6. 5. Biaya Cerucuk

	Cerucuk		
	Volume (m ³)	Harga Satuan	Biaya Total
Potongan C	15.41799427	Rp 1,650,000.00	Rp 8,479,896.85
Potongan D	15.41799427	Rp 1,650,000.00	Rp 8,479,896.85
Potongan E	15.41799427	Rp 1,650,000.00	Rp 8,479,896.85

Tabel 6. 6. Biaya Kombinasi

	Kombinasi				
	Volume Geotextile	Harga Satuan	Volume Cerucuk	Harga Satuan	Biaya Total
Potongan C	1146.25	Rp 21,000.00	5.680313677	Rp 1,650,000.00	Rp 27,195,422.52
Potongan D	1146.25	Rp 21,000.00	5.680313677	Rp 1,650,000.00	Rp 27,195,422.52
Potongan E	1146.25	Rp 21,000.00	5.680313677	Rp 1,650,000.00	Rp 27,195,422.52

Dari hasil yang didapat dapat disimpulkan untuk perencanaan perkuatan bendung-tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 7. Rekapitulasi tipe perkuatan bendung-tanah yang akan digunakan

Potongan	Tipe Perkuatan
A	Kondisi eksisting tanpa perkuatan
B	Kondisi eksisting tanpa perkuatan
C	Sisi hilir 8 buah, sisi hulu 11 buah dengan jarak antar <i>micropile</i> 1 meter dengan kedalaman 7 meter
D	Sisi hilir 8 buah, sisi hulu 11 buah dengan jarak antar <i>micropile</i> 1 meter dengan kedalaman 7 meter
E	Sisi hilir 8 buah, sisi hulu 11 buah dengan jarak antar <i>micropile</i> 1 meter dengan kedalaman 7 meter
F	Kondisi eksisting tanpa perkuatan
G	Kondisi eksisting tanpa perkuatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 7

KESIMPULAN

7.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kondisi tanah di bawah bendung-tanah di desa Ohoinol dibagi menjadi 3 zona yaitu zona barat, tengah, timur berdasarkan dari hasil SPT dan stratigrafi yang ada. Zona tengah merupakan daerah tanah lunak lempung dengan kedalaman sampai 15 meter. Sedangkan zona timur dan barat tanah keras dengan $N-SPT > 50$
2. Material penyusun bendung-tanah menggunakan material sekitar daerah Kabupaten Maluku Tenggara dengan timbunan inti dengan nilai parameter tanahnya $\gamma = 21.333 \text{ kN/m}^3$, $C = 0.71 \text{ kN/m}^2$, dan $\phi = 26.28$. Sedangkan timbunan random nilai parameter tanahnya $\gamma = 20.528 \text{ kN/m}^3$, $C = 0 \text{ kN/m}^2$, dan $\phi = 36.35$.
3. Besar pemampatan yang terjadi pada zona tengah sebesar 1.39 meter dengan waktu konsolidasi untuk mencapai derajat konsolidasi 90% selama 70 tahun. Zona timur dan barat mengalami *immediate settlement* sebesar sekitar 0.02 – 0.04 meter.
4. Zona tengah direncanakan menggunakan PVD dengan pola segiempat dengan spasi antar PVD sebesar 1.25 meter untuk kemudahan pemasangan di lapangan. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% dengan PVD ini yaitu 25 minggu.
5. Hasil analisa stabilitas tubuh bendung kondisi eksisting yang memenuhi syarat kriteria desain bendungan dari PU hanya potongan A dan G dengan tinggi timbunan inisial 4.5 meter, dan potongan B dan F dengan tinggi timbunan inisial 8.5 meter. Sedangkan untuk potongan C, D, E masih belum sesuai dengan syarat kriteria desain bendungan dari Dirjen Sumber Daya Air tahun 2003 sehingga harus dilakukan perkuatan

yaitu dengan *geotextile*, *micropile* dan kombinasi *geotextile* dan *micropile*.

6. Jika dibandingkan dengan biaya materialnya, maka untuk potongan C, D, E menggunakan perkuatan *micropile* ukuran diameter 300 mm tebal 60 mm dengan $f'c = 40$ MPa sejumlah 8 buah pada sisi hilir dan 11 buah pada sisi hulu dengan kedalaman *micropile* = 7 meter.

7.2 Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengecekan material *micropile* apakah terjadi kegagalan atau tidak
2. Perlu dilakukan perhitungan biaya total perencanaan perkuatan.

DAFTAR PUSTAKA

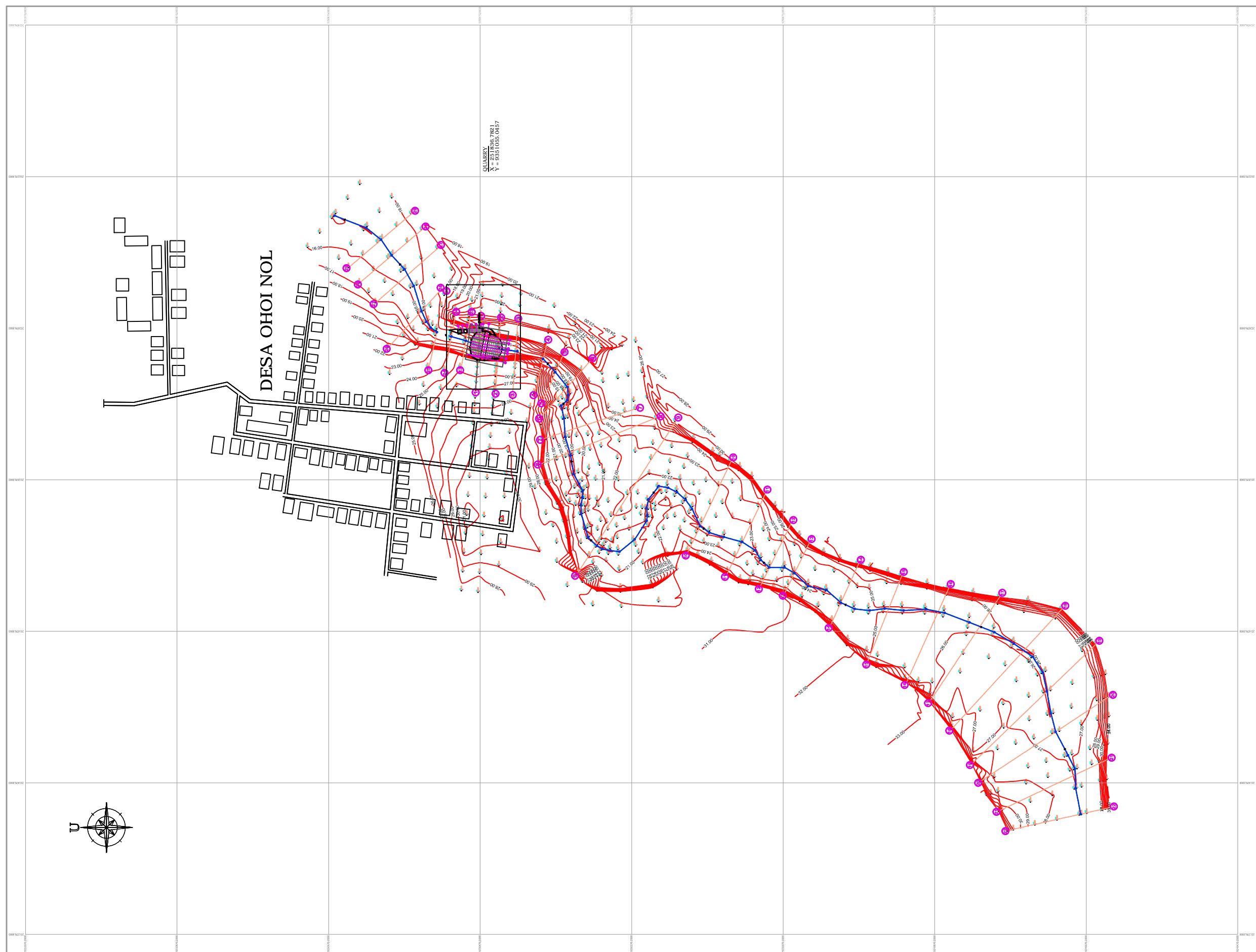
- Nafisah, Zakiyatun, 2017. **Perencanaan Embung Ohoinol di Desa Ohoinol Kabupaten Maluku Tenggara**. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Misdanik, Anna Amalia, 2017. **Perencanaan Embung Ohoi Marvun Kecamatan Kei Kecil Timur Kabupaten Maluku Tenggara**. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekaya Geoteknik jilid 1**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekaya Geoteknik jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dangkal**. Surabaya: ITS Press.
- Mochtar, Noor Endah. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Bowles, J.E.. 1984. **Foundation Analysis and Design, 3rd edition**. Singapore: McGraw-Hill Intl. Book Co.
- Bowles, J.E.. 1989. **Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi 2**. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. **Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (*Problematic Soils*)**. , Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS
- NAVFAC DM-7. 1971. **Design Manual, Soil Mechanics, Foundation and Earth Structures**. USA : Dept. of the Navy Naval Facilities Engineering Command
- Sosrodarsono, S. 2002. **Bendungan Tipe Urugan**, Cetakan 4. Jakarta. Pradanya Paramita
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2003. **Pedoman Kriteria Umum Desain Bendungan**. Jakarta: Balai Keamanan Bendungan.

DELFT University of Technology & Plaxis b.v 2002. *Manual
Plaxis*. Netherland: A.A. Balkena Publishers.

LAMPIRAN

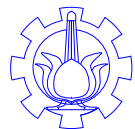
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Gambar Site Plan Titik Bor dan Potongan Tubuh Bendung Perencanaan Awal



SITUASI LOK. EMBUNG OHOI NOL

Skala 1 : 5050



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

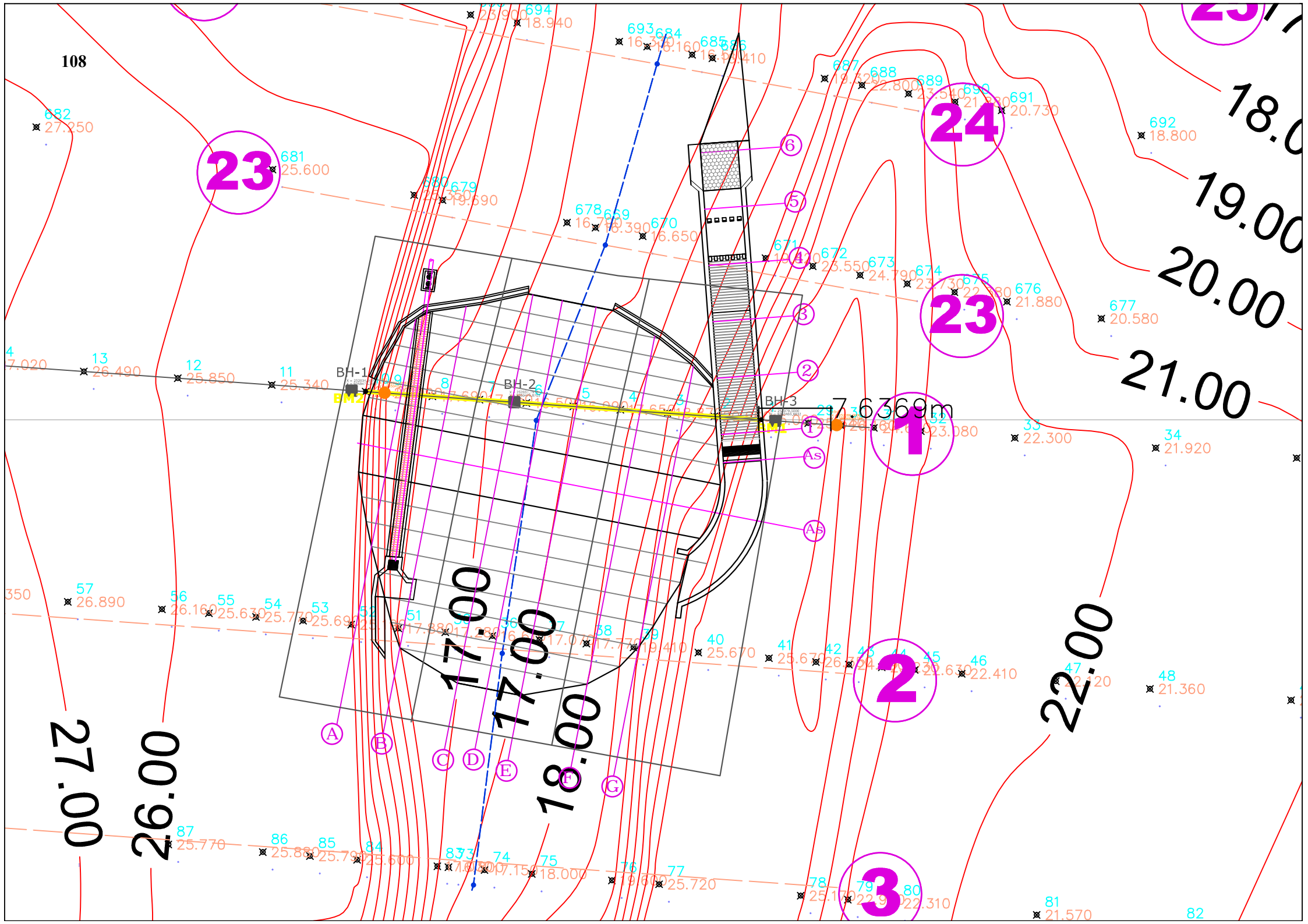
Dosen Asisten

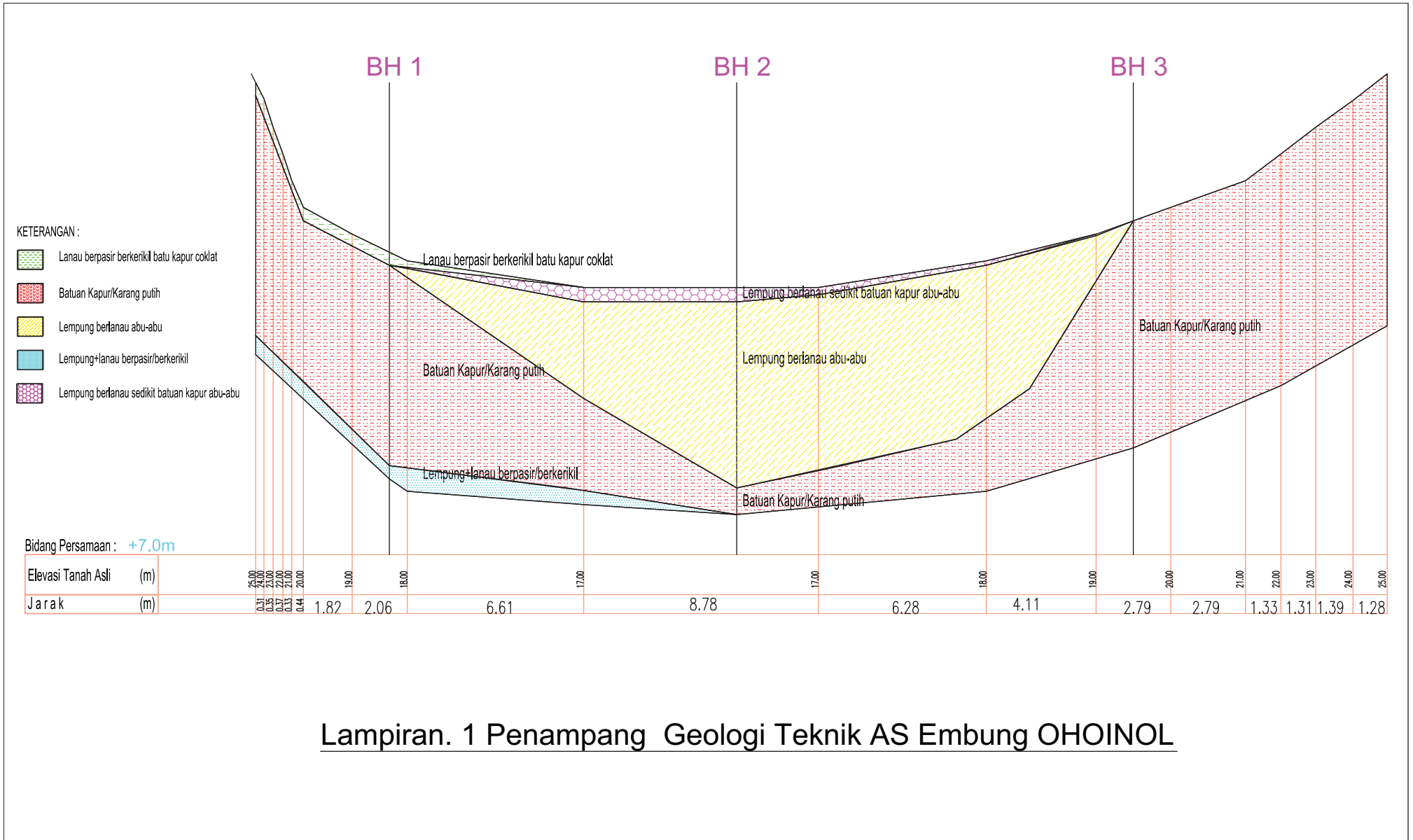
Nama & Nrp Mahasiswa

107

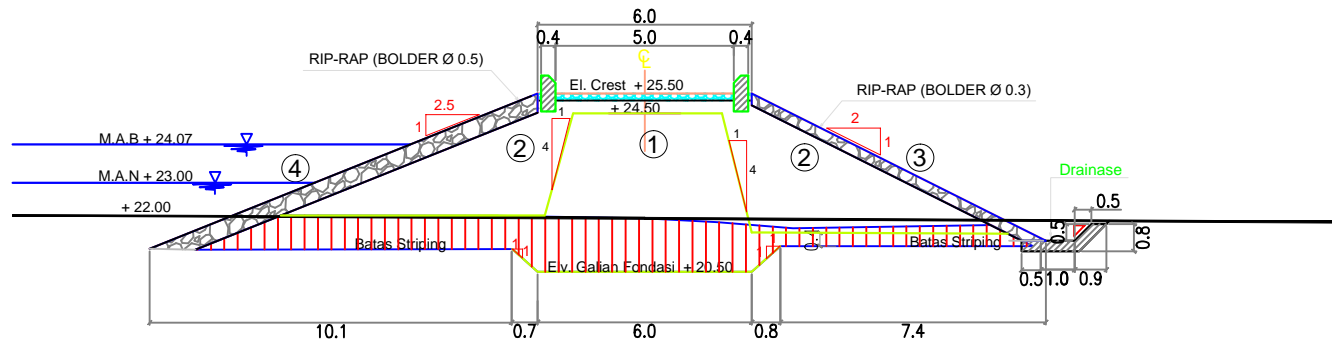
Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078





Lampiran. 1 Penampang Geologi Teknik AS Embung OHAINOL



POT. A

LEGENDA:	
	Pasangan Batu Kali 1pc: 3ps
	Galian Tanah
	Galian Tanah di Timbun Kembali
	Timbunan Tanah
	Timbunan Inti
	Timbunan Random
	Rip-Rap / Batu Kosong

Potongan Melintang A
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

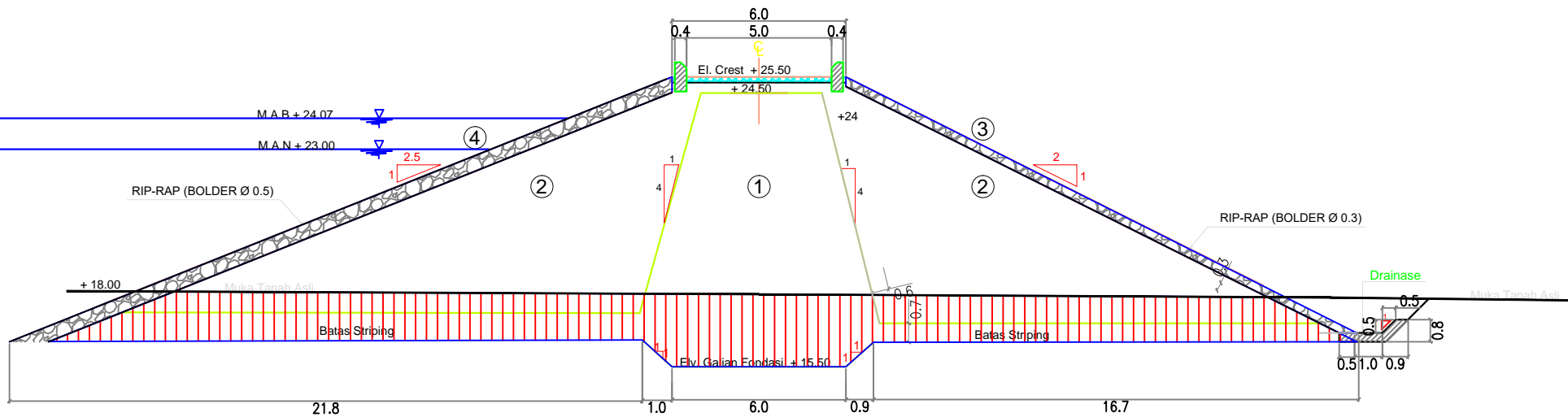
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

110

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



POT. B

LEGENDA:	
	Pasangan Batu Kali 1pc: 3ps
	Galian Tanah
	Galian Tanah di Timbun Kembali
	Timbunan Tanah
	Timbunan Inti
	Timbunan Random
	Rip-Rap / Batu Kosong

Potongan Melintang B
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

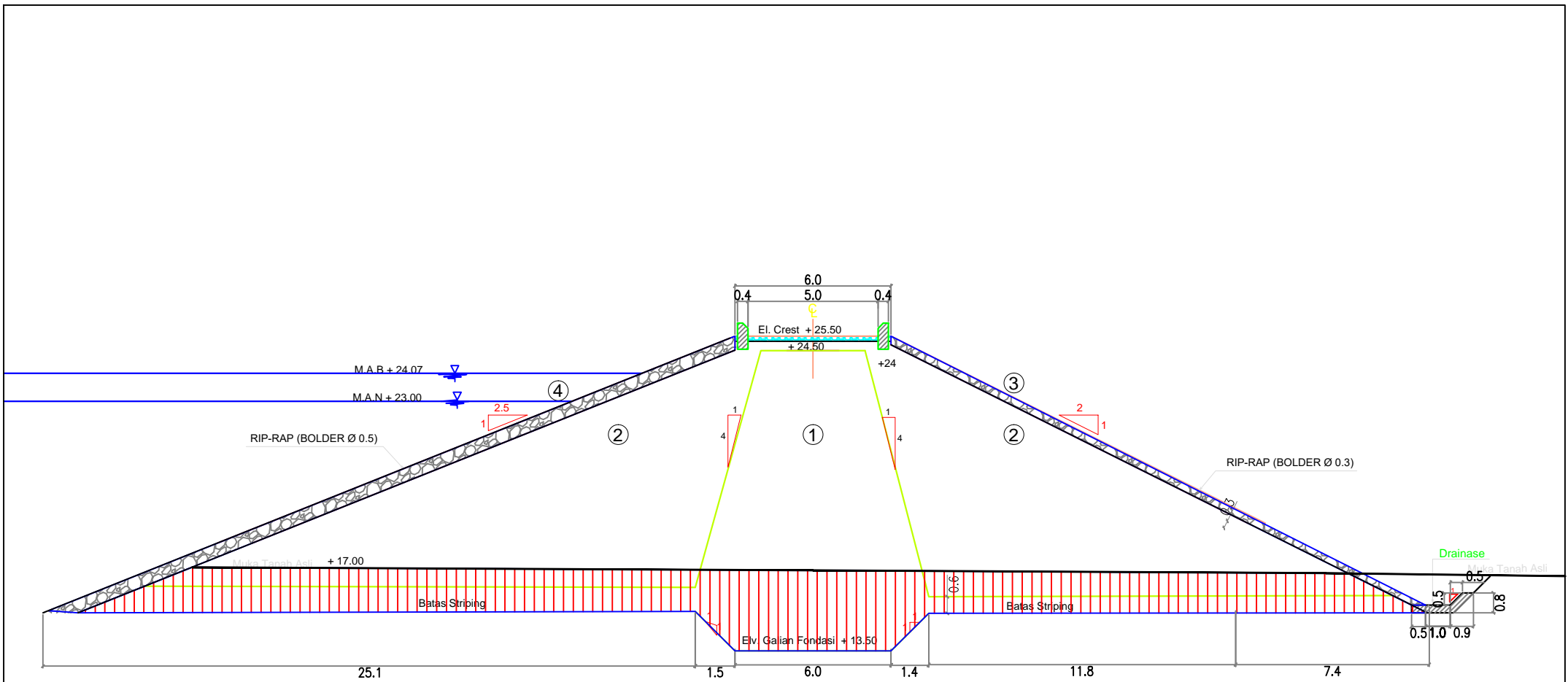
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

111

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



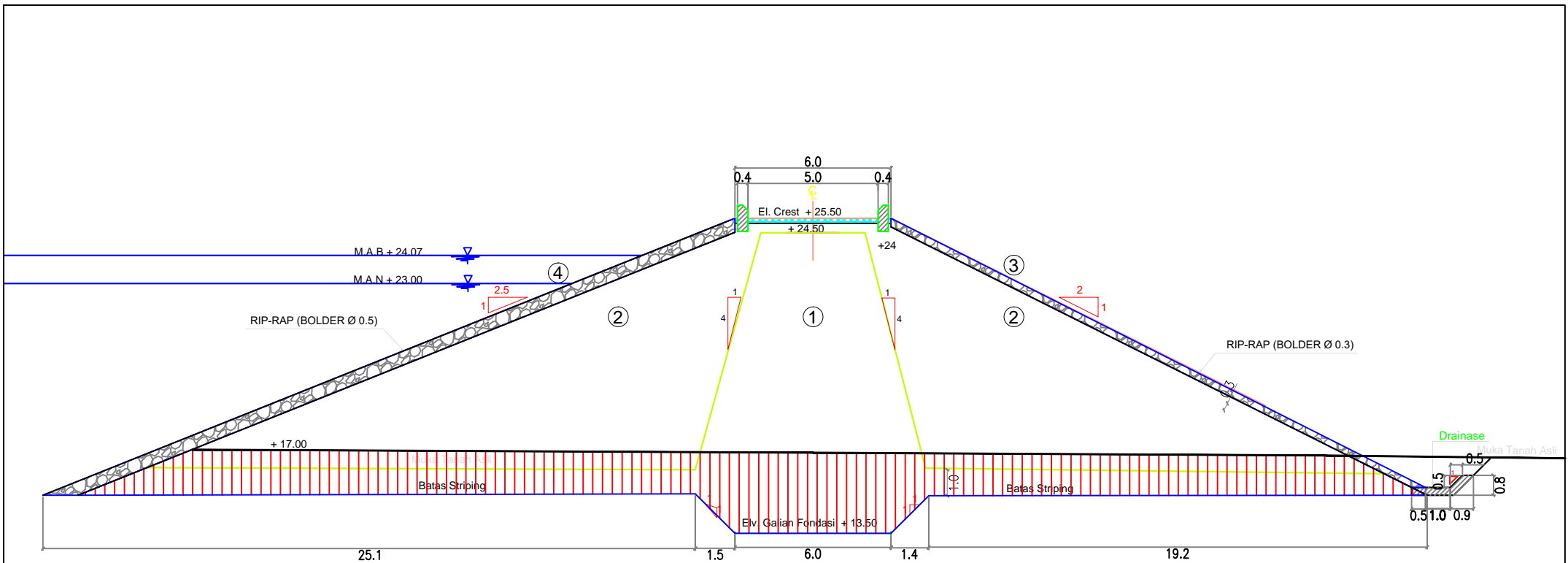
POT. C

LEGENDA:

	Pasangan Batu Kali 1pc: 3ps		Timbunan Inti
	Galian Tanah		Timbunan Random
	Galian Tanah di Timbun Kembali		Rip-Rap / Batu Kosong
	Timbunan Tanah		

Potongan Melintang C
Skala 1 : 212

	FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	Jml. Lembar	No. Lembar	Dosen Asisten	Nama & Nrp Mahasiswa
			112	Musta'in Arief, S.T., M.T. Ir. Suwarno, M.Eng	Dica Rasyid M. / 3113100078



POT. D

LEGENDA:	
	③ Rip-Rap / Batu Kosong
	① Timbunan Inti
	② Timbunan Random
	Pasangan Batu Kali 1pc : 3ps
	Galian Tanah
	Galian Tanah di Timbun Kembali
	Timbunan Tanah

Potongan Melintang D
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

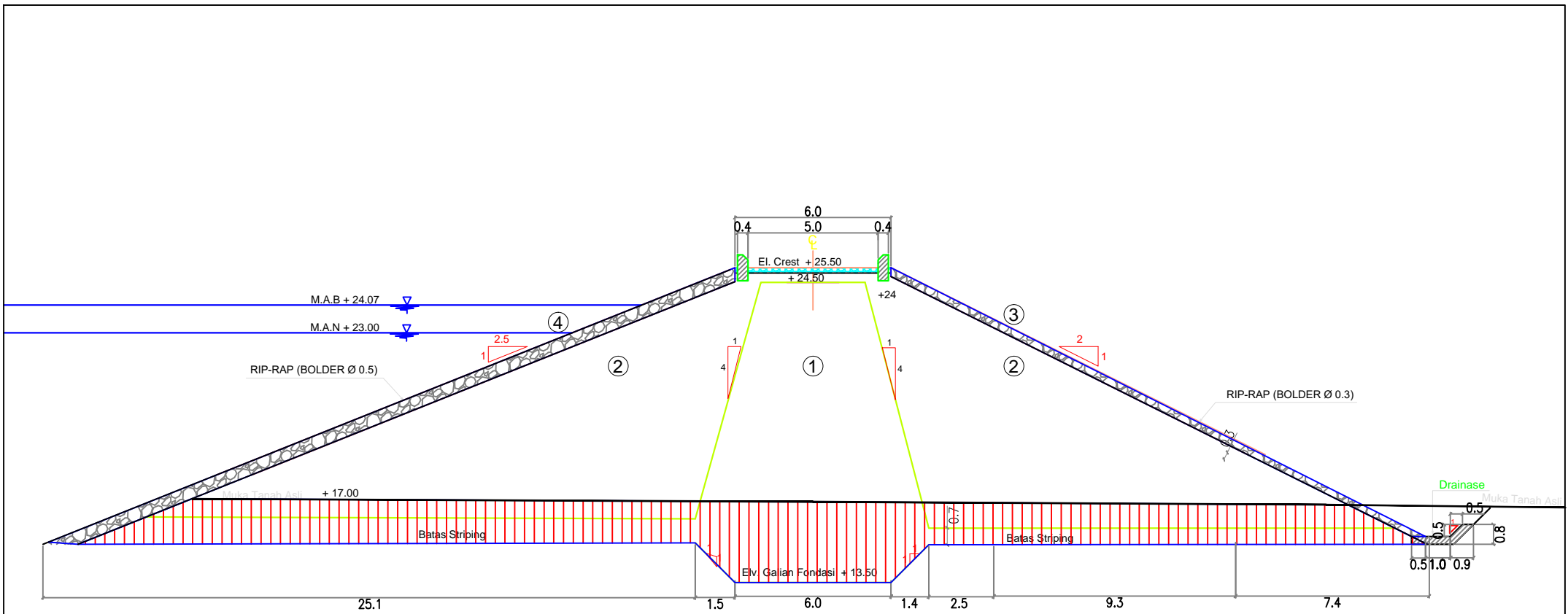
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

113

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078




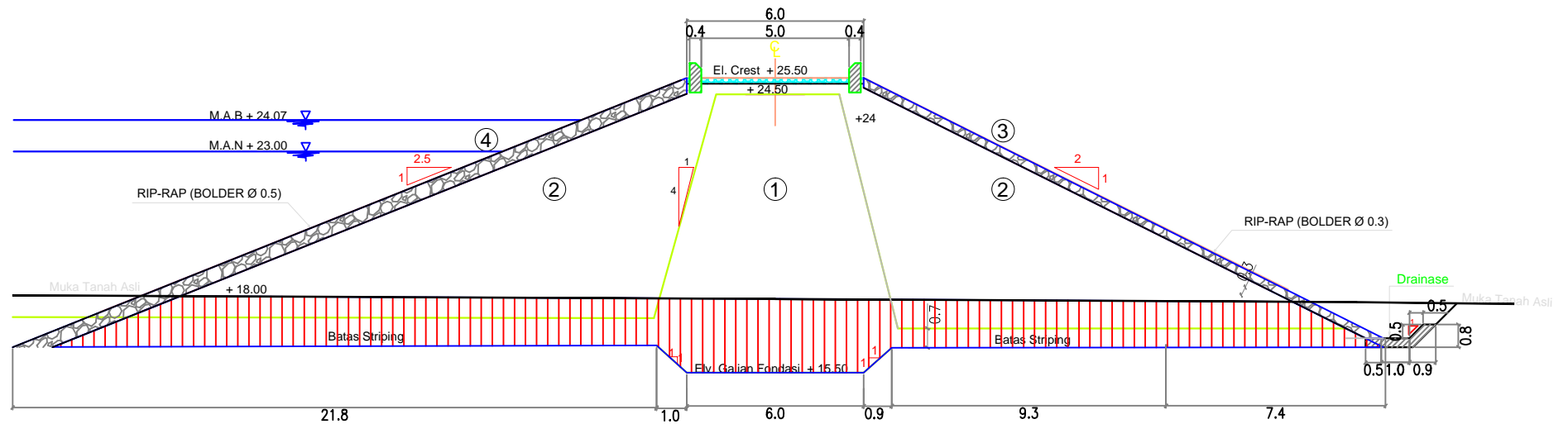
POT. E

LEGENDA:

-  Pasangan Batu Kali 1pc : 3ps
-  Timbunan Inti
-  Galian Tanah
-  Timbunan Random
-  Galian Tanah di Timbun Kembali
-  Rip-Rap / Batu Kosong
-  Timbunan Tanah

Potongan Melintang E
Skala 1 : 212

	FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	Jml. Lembar	No. Lembar	Dosen Asisten	Nama & Nrp Mahasiswa
			114	Musta'in Arief, S.T., M.T. Ir. Suwarno, M.Eng	Dica Rasyid M. / 3113100078



POT. F

LEGENDA:	
	Rip-Rap / Batu Kosong
	Timbunan Inti
	Timbunan Random
	Galian Tanah
	Galian Tanah di Timbun Kembali
	Timbunan Tanah

Potongan Melintang F
 Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

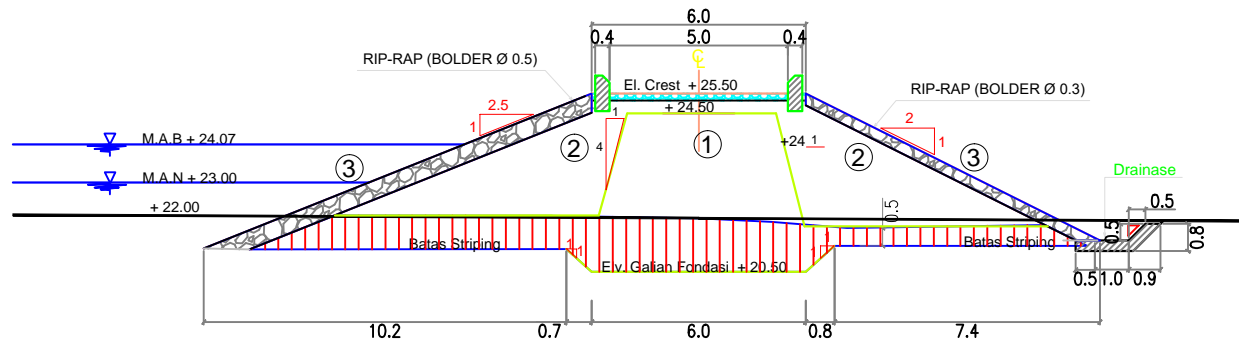
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

115

Musta'in Arief, S.T., M.T.
 Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



POT. G

LEGENDA:

	Pasangan Batu Kali 1pc : 3ps		Timbunan Inti
	Galian Tanah		Timbunan Random
	Galian Tanah di Timbun Kembali		Rip-Rap / Batu Kosong
	Timbunan Tanah		

Potongan Melintang G
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

116

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



1. Survey Bor Hole EMBUNG OHOINOL LOKASI BH-1

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : FIRMA ANGEL
PROYEK : SID Embung Serbaguna Di Kab. Mal. Tenggara
LOKASI : Ohoindol, Kec. Kai Kecil, Kab. Maltra
TIPIK BOR : BH- 01
TGL. TEST : 05 Desember 2016

Kedalaman (m)	GRADASI		KONSISTENSI				BERAT VOLUIME DAN SPECIFIC GRAVITY								DIRECT SHEAR		MOEFISEN OF PERMEABILITY	
	G	S	Sh+C	LL	PL	IP	e	Gs	Sr	n	Wc	γt	γsat	γd	φ	C	qu	K
-1,00	40,40	31,80	27,80	*	*	N.p.	0,477	2,571	81,16	32,30	11,35	1,638	2,094	1,741	22	0	0,803	0,803
-2,00	45,30	30,80	23,80	*	*	N.p.	0,474	2,598	75,25	32,16	13,88	1,865	2,094	1,743	25	0	0,811	0,803
-3,00	35,90	40,30	20,50	*	*	N.p.	0,485	2,592	81,00	33,11	11,69	1,929	2,059	1,727	29	0	6,5	0,803
-6,00	38,20	40,80	21,00	*	*	N.p.	0,540	2,801	78,18	35,06	16,23	1,983	2,040	1,689	30	0	*	0,803
-9,00	45,50	38,70	15,80	*	*	N.p.	0,565	2,652	62,84	36,10	14,88	1,947	2,056	1,695	30	0	0,811	0,803
-15,00	37,50	13,70	48,80	34,20	21,84	12,36	0,711	2,686	80,90	41,55	23,75	1,944	1,987	1,571	24	0	*	0,803

12,800

KETERANGAN

G = Berat Kering
S = Pasir Pasir
Sh+C = Lempung + Lempung
e = Rasio Por
n = Porositas (%)
Gs = Berat spesifik
Sr = Kelembapan (%)
Wc = Rasio air (%)
γt = Berat volume total (gr/cc)
γs = Berat volume solid (gr/cc)
γsat = Berat volume jenuh (gr/cc)
γ = Berat volume efektif (gr/cc)
* = Tidak di test
φ = Koefisien Difraksi
C = Konsistensi
qu = Koefisien Difraksi
K = Koefisien Permeabilitas



HASIL TEST OHOINOL TITIK BH-2

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : Firma ANGEL
PROYEK : SID Embung Serbaguna di Kab. Mal. Tenggara
LOKASI : Ohoiril, Kec. Kai Kecil, Kab. Malta.
TIK BGR : BH-02
TGL TEST : 05 Desember 2016

Kedalaman (m)	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY							DIRECT SHEAR			COEFFICIENT OF PERMEABILITY			
	G	S	S ₁ +C	LL	PL	IP	e	G _s	Sr	n	w _c	y _t	y _{sat}	y _d	ψ	C	q _u	K	K	
-1,00	43,80	45,70	10,50	-	-	N.P.	0,486	2,615	64,07	32,71	11,91	1,959	2,087	1,760	24	0	0,603	0,603		
-3,00	0,00	7,10	92,90	62,00	22,35	39,65	1,656	2,664	89,88	62,91	62,68	1,628	1,628	0,689	30	0	0,070	0,603		
-6,00	0,00	5,80	94,10	60,80	24,94	38,86	1,508	2,676	95,19	60,13	53,64	1,639	1,698	1,067	30	0	0,11	0,603		
-9,00	0,00	6,20	93,80	65,10	23,25	41,85	1,571	2,638	92,12	61,10	54,86	1,589	1,637	1,026	30	0	0,704	0,603		
-12,00	0,00	5,50	94,50	61,30	21,02	40,26	1,381	2,647	95,18	58,18	50,54	1,667	1,689	1,107	30	0	0,620	0,603		
-15,00	46,70	38,40	14,90	-	-	N.P.	0,576	2,666	83,88	36,55	18,13	1,993	2,053	1,687	13	0,03	1,50	0,603		

KETERANGAN

C = Kerikil/Galil

S = Pasir Pasir

S₁C = Lempung + lanau

e = Angka Por

n = Porositasi (%)

G_s = Berat volume partikel (gr/cc)

Sr = Kepekatan (%)

w_c = Kelembaban (%)

y_d = Berat volume tanah kering (gr/cc)

y_{sat} = Berat volume tanah jenuh (gr/cc)

y_t = Berat volume efektif tanah (gr/cc)

ψ = Tekan efektif

C = Konsesi (kg/cm²)

φ = Sudut geser dalam (derajat)

K = Koef Permeability (cm/det)

q_u = Kekuatan Uncorrelated

ψ = Sudut geser dalam (derajat)

C = Konsesi (kg/cm²)

φ = Sudut geser dalam (derajat)

K = Koef Permeability (cm/det)

y_d = Berat volume tanah kering (gr/cc)

y_{sat} = Berat volume tanah jenuh (gr/cc)

y_t = Berat volume efektif tanah (gr/cc)

ψ = Tekan efektif

C = Konsesi (kg/cm²)

φ = Sudut geser dalam (derajat)

K = Koef Permeability (cm/det)



EMBUNG OHAINOL
TITIK BH-3

HASIL UJI LABORATORIUM.

KLIEN : Firma ANGEL
 PROYEK : SID Embung Serbaguna Di Kab. Mal Tenggara
 LOKASI : Ohindri, Kec. Kei Kecil, Kab. Maltra.
 TITIK BOR : BH- 03
 TGL. TEST : 05 Desember 2016

Kedalaman (m)	GRADASI		KONSISTENSI				BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY								DIRECT SHEAR		MOESES OF PERMEABILITY		
	G	S	S ₁₀ +C	LL	PL	IP	e	G _s	Sr	n	W _c	W _t	Y _t	Y _{sat}	Y _d	ψ	C	Q _u	K
-3,00	38,20	43,60	18,20	*	*	NP	0,539	2,580	65,96	35,02	13,99	1,911	2,027	1,676	30	0	0,603	0,603	0,603
-5,00	41,60	36,90	18,80	*	*	NP	0,516	2,553	69,92	34,04	14,13	1,922	2,024	1,684	35	0	0,811	0,803	0,803
-9,00	46,20	40,80	13,00	*	*	NP	0,445	2,539	71,00	30,80	12,44	1,976	2,085	1,757	33	0	6,5	0,803	0,803
-12,00	45,90	40,80	15,30	*	*	NP	0,536	2,574	79,87	33,60	15,50	1,974	2,045	1,709	35	0	0,811	0,811	0,803
-15,00	46,60	40,70	13,70	*	*	NP	0,455	2,593	95,26	31,27	16,72	2,080	2,095	1,782	35	0	*	*	0,803

KETERANGAN

G = Kandi (Kehil)
 S = Pasir Pasir
 S+C = Lempung + lanau

e = Angka Por
 n = Porositas (%)
 G_s = Gravitasi spesifik
 Sr = Kelembutan (%)
 W_c = Kelembutan (%)

Y_t = Berat volume tanah (gr/cc)
 Y_d = Berat volume tanah kering (gr/cc)
 Y_{sat} = Berat volume tanah jenuh (gr/cc)
 Y = Berat volume efektif tanah (gr/cc)
 * = Tidak terdet

ψ = Koefisien Unconfined
 tahanan tanah (kg/cm²)
 C = Kohesi (kg/cm²)
 φ = Sudut geser dalam (derajat)
 K = Koef Permeability (cm/det)

Lampiran 3. Hasil Laboratorium untuk Tanah Quarry



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

Compaction test

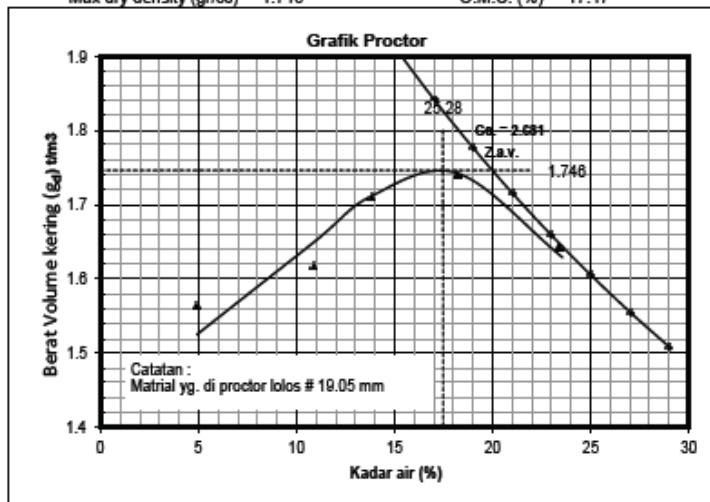
Project	: SID Embug Serdaguna Di Kab. Madi tenggara				
Location Project	: Oholot, Kec. Kel Keoll, Kab. Maita				
Sample	: 1				
Description of soil	: Batuian kapur.				
Tested by	: Laborant				
Blows / layers	: 56, 73,		Wt of Hammer : 5 lb		
Mold dimensions	: Diam (cm)	15.24	Ht (cm)	11.60	Vol (cm ³) 2116.01

Water Content Determination		Date of test : 26 Januari 2017				
Sample		1	2	3	4	5
Moisture can No.		32	1	60	55	48
Wt of can + wet Soil (gr)		117.5	149.8	154.5	190.4	148.6
Wt of can + dry Soil (gr)		114.4	140.0	140.9	168.8	126.8
Wt of water (gr)		3.2	9.8	13.6	21.6	21.8
Wt of can (gr)		49.1	49.8	42.5	50.1	33.6
Wt of dry soil (gr)		65.30	90.20	98.40	118.70	93.20
Water Content (%)		4.90	10.86	13.82	18.20	23.39

Density Determination		5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Assumed water Content (%)		5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Wt of soil + mold (gr)		8261.0	8580.0	8910.0	9145.0	9078.0
Wt of mold (gr)		4788.0	4788.0	4788.0	4788.0	4788.0
Wt of soil in mold (gr)		3473.0	3792.0	4122.0	4357.0	4290.0
Wet density (gr/cc)		1.641	1.792	1.948	2.059	2.027
Dry density (gr/cc)		1.565	1.616	1.711	1.742	1.643

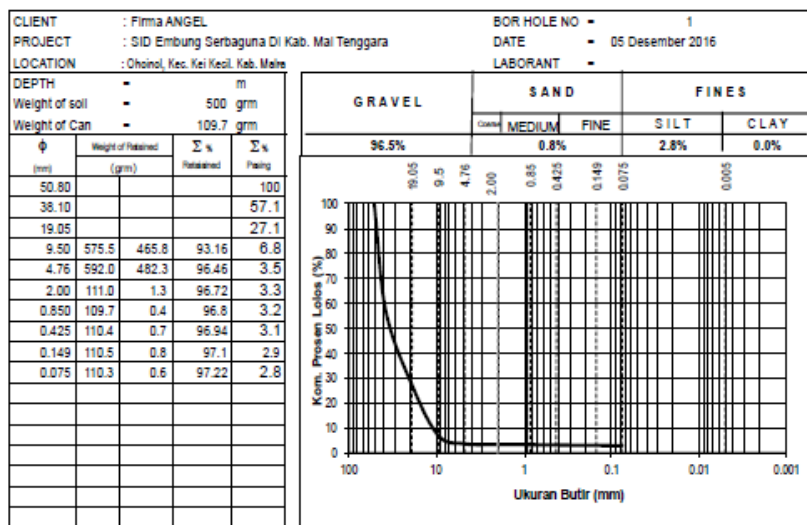
Max dry density (gr/cc) = 1.748

O.M.C. (%) = 17.47





GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



HASIL TES BAHAN TIMBUNAN

- Analisa pembagian butri**
 - Batuan/kerikil = 96,5 %
 - Pasir = 0,80 %
 - Lanau = 2,8 %
 - Lempung = 0 %
- Proctor test**
 - γ_d Maximum = 1,746 gr/cc.
 - O.M.C. = 17,47 %
- Konsistensi tanah**
 - Non plastis.

Lampiran 4. Spesifikasi Bahan

UnggulTex

POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

TECHNICAL SPECIFICATIONS

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 4595-94	37/35	42/39	52/52
Elongation at Max. Load (Wrab/Weft)	%	ASTM D 4595-94	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 O ₉₅	μm	ASTM D 4751-95	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 - 760	640 - 760	640 - 760
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. Rungkut Industri Raya 10, Surabaya 60293
 Tel. 031-8475062 Fax. 031-8475063
 Email : info@geosistem.co.id
 Website : www.geosistem.co.id



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	100
	Thickness	mm	4

Mechanical properties		Symbol	Test	Unit	CT-D822
Filter Jacket					
Grab Tensile Strength	<i>F</i>	ASTM D4632	N	480	
Elongation	ϵ	ASTM D4632	%	32	
Tear Strength		ASTM D4533	N	120	
Pore Size	O_n	ASTM D4751	μm	< 75	
Permeability	<i>k</i>	ASTM D4491	m/s	> 1.0 x 10 ⁻⁴	
Assembled Drain					
Tensile Strength	<i>F</i>	ASTM D4595	kN	2.75	
Elongation at break	ϵ	ASTM D4595	%	40	
Strength at 10% elongation	<i>F</i>	ASTM D4595	kN	2.2	
Elongation at 1 kN tensile strength	ϵ	ASTM D4595	%	1.5	
Discharge capacity at 100 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	158 x 10 ⁻⁶	
Discharge capacity at 150 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	157 x 10 ⁻⁶	
Discharge capacity at 200 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	155 x 10 ⁻⁶	
Discharge capacity at 250 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	150 x 10 ⁻⁶	
Discharge capacity at 300 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	141 x 10 ⁻⁶	
Discharge capacity at 350 kPa	<i>q_v</i>	ASTM D4716	m ³ /s	135 x 10 ⁻⁶	

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 information, illustrations and specifications 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. All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10%, and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

Agent & Distributor in Indonesia Area :

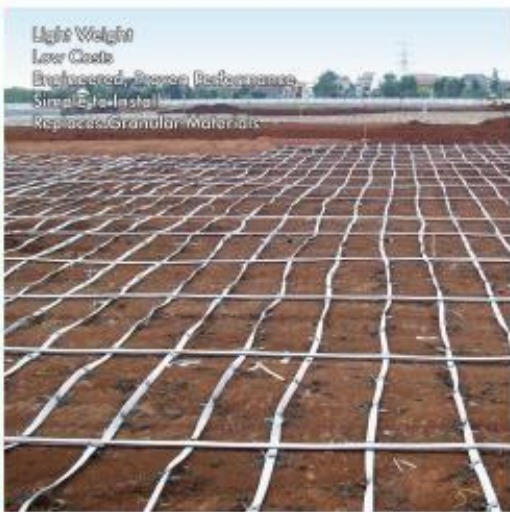
PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor
 Jl. Rungkut Industri Raya No.10 Surabaya 60293
 Tel. 62-31-8475062 Fax. 62-31-8475063
 Email : info@geosistem.co.id Website : www.geosistem.co.id





Light Weight
 Low Costs
 Engineered, Proven Performance
 Simple to Install
 Replaces Granular Materials



Ceteau Horizontal Composite Strip Drain

The use of Ceteau composite strip drains for lateral drainage on Prefabricated Vertical Drain (PVD) projects can provide a cost-effective, positive, and quantifiable alternative to the use of a sand or granular drainage blanket.

Strip drains are placed under the surcharge to receive the flow from the vertical drains and conduct it laterally to discharge points at the edge of the surcharge. In most cases the installation of these alternatives are less expensive than a granular drainage blanket.

By providing a low resistance drainage path for relief of excess pore water pressures, vertical prefabricated drains (wick drains) drastically shorten consolidation times in soft cohesive soils. Used with a surcharge load, vertical drains

are a cost-effective method for improving these soils. For vertical drains to function properly, a drainage path must be provided to receive flow from the drains and conduct it from under the surcharge to appropriate discharge points. This lateral drainage system must perform without applying excessive back-pressure to the vertical drains, thus delaying the consolidation process. The traditional method of providing lateral drainage has been to install a sand layer, usually about 1 m thick, under the surcharge.

Most of the conventional analyses overestimate the flow capacity of sand drainage blankets resulting in inadequate lateral drainage that, in a number of cases, has compromised the function of the vertical drain system. The use of composite strip drains can provide a very cost-

effective, positive, and quantifiable alternative to the use of a sand or granular drainage blanket. Strip drains are placed under the surcharge to receive the flow from the vertical drains and conduct it laterally to discharge points at the edge of the surcharge. In the majority of cases the installation of these alternatives are significantly less expensive than a granular drainage blanket.

Other Applications

Roads
 Embankments
 Slopes
 Sport Fields, Golf courses
 Residential Gardens
 Landscaping

Agent & Distributor :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Block 3/24 Building, 1st Floor,
 J. Rumpuk Inohok Playa 10, Surabaya 60293, Indonesia
 Tel: +62-31-847 5062 Fax: +62-31-847 5063
 Email : info@geosistem.co.id
 Website : www.geosistem.co.id



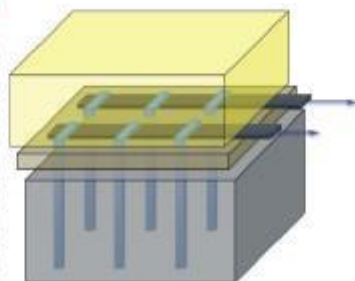
CeTeau Horizontal Strip Drain

Installation method for CeTeau Horizontal Strip Drain applied as a conduit for Water discharged from Prefabricated Vertical Drains during ground improvement.



The horizontal drains shall be placed on the ground in their proper location with respect to the vertical drains, as indicated on the plans. The horizontal drains shall be secured in this location by suitable means (staked, nailed, or held by mounded earth).

The wick drain extensions shall be routed to the horizontal drains as indicated on the plans. The wick drains shall be securely attached to the horizontal drains (staked, nailed or held by mounded earth). Splices or connections in the drainage material shall be done in a workmanlike manner so as to insure continuity of the drain.



Schematic Representation

Properties	Test Method	Unit	CT-SD100-20	CT-SD100-30
Composite Drain				
Width	Nominal	mm	100	100
Thickness	ASTM D 5199	mm	20	30
Horizontal Permeability	ASTM D 4491	m/s	0.15	0.15
Discharge Capacity @1%	ASTM D 4716	m ³ /h	2.4*10 ⁴	3.6*10 ⁴
Compressive Strength	ASTM D 1621	kN/m ²	600	600
Core				
Profile	-	-	Cusped	Cusped
Color	-	-	Black	Black
Material	-	-	HDPE	HDPE
Filter				
Material	-	-	PET	PET
UV Stabilized	-	-	yes	yes
Grab Strength	ASTM D 4632	N	~450	~450
Permeability	ASTM D 4491	m/s	1.5 *10 ⁻⁴	1.5 *10 ⁻⁴
Mass per Unit Area	ASTM D 4595	g/m ²	180	180

All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 11% and in hydraulic flow and pore size of 32% have to be allowed for. All information, dimensions and specifications 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.

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES (JBI PILES) JIS. A 5335



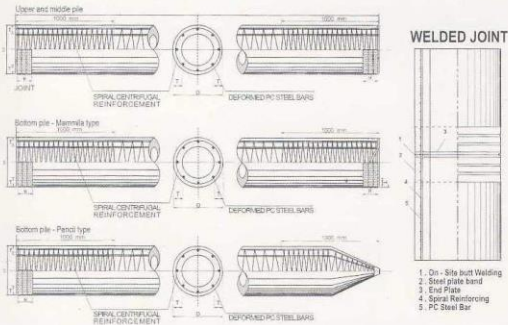
Specification of Prestressed Concrete Spun Piles. JIS A 5335

Outside Diameter (mm)	Type (Class)	Thickness (mm)	Cross Section Area (cm ²)	Allowable Bearing Capacity (ton)		Cracking Bending Moment	Ultimate Bending Moment	Length (meter) & Weight (ton)									
				ACI 543	JIS A5335			7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	
300	A	60	452.4	70	46	2.5	3.8	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.41	1.53			
	AB					3.0	5.0										
	B					3.5	6.3										
	C					4.0	8.0										
350	A	65	582.0	90	59	3.5	5.2	1.06	1.21	1.36	1.51	1.66	1.81	1.97	2.12	2.27	
	AB					4.0	7.1										
	B					5.0	9.0										
	C					6.0	12.0										
400	A	75	765.8	118	78	5.5	8.2	1.39	1.59	1.79	1.99	2.19	2.39	2.59	2.79	2.98	
	AB					6.5	10.7										
	B					7.5	13.5										
	C					9.0	18.0										
450	A	80	929.9	143	95	9.0	15.5	1.69	1.93	2.17	2.42	2.66	2.90	3.14	3.38	3.62	
	AB					11.0	19.8										
	B					12.5	25.0										
	C					10.5	15.7										
500	A	90	1,150.0	178	120	12.5	18.8	2.11	2.41	2.71	3.01	3.31	3.62	3.92	4.22	4.52	
	AB					15.0	27.0										
	B					17.0	34.0										
	C					17.0	25.5										
600	A	100	1,570.8	242	161	20.0	35.3	2.86	3.27	3.67	4.08	4.49	4.90	5.31	5.71	6.12	
	AB					25.0	45.0										
	B					29.0	58.0										
	C					40.7	63.6										
800	A	120	2,564.1	406	270	48.0	91.3	4.49	5.13	5.77	6.41	7.05	7.69	8.33	8.97	9.62	
	AB					55.7	108.2										
	B					70.5	129.8										
	C					76.0	117.9										
1000	A	140	3,872.0	604	402	87.2	165.7	6.62	7.57	8.51	9.46	10.41	11.35	12.30	13.24	14.19	
	AB					105.7	199.7										
	B					123.6	229.9										
	C					120.0	180.0										
1200	A	150	4,847.8	795	529	137.0	260.3	8.66	9.90	11.13	12.37	13.61	14.84	16.08	17.32	18.56	
	AB					170.0	306.0										
	B					200.0	400.0										
	C																

Note :
Concrete Strength f_c = 500 kg/cm² (Cylinder Test), or equivalent to K - 600 (Cube Test)
Number of PC- Bar can be customized depend on technical requirement

Construction of Prestressed Concrete Spun Piles

CONSTRUCTION OF JBI PILES



Calculation Of Bearing Capacity Dynamic Formula

$$R_a = \frac{2 \cdot W \cdot H}{5 \cdot S + 0.1}$$

R_a = Allowable Bearing Capacity (ton)
 W = Weight of Hammer (ton)
 H = Height of ram stroke (m)
 S = Final settlement of pile, determined as the average of the last 10 blows, (m)

MARKETING : Jakarta Telp. (021) 590-2385 Fax. (021) 590-2383
 Medan Telp. (061) 685-0365 Fax. (061) 685-0367
 Surabaya Telp. (031) 750-7651 Fax. (031) 750-7649

PRESTRESSED CONCRETE SPUN POLE (ELECTRICITY & TELECOMMUNICATION)

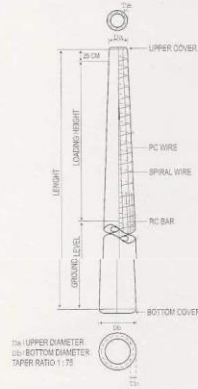
Specification of JBI Poles

Electricity Pole (SPLN 93.1991)

Specification	Length (m)	Upper Diameter		Working Load (DnN)	Design Bending Moment At Ground Level (kNm)	Ground Level (cm)	Steel	
		Da (cm)	Db (cm)				PC Wire No. x ϕ (mm)	Reinforcing Bar No. x ϕ (mm)
7-12,4-100	7	12,4	22	100	5,55	120	4 x 7,0	
7-14,2-200	7	12,4	24	200	11,10	120	4 x 7,0	
9-15,7-100	9	16	28	100	7,25	150	4 x 7,0	
9-15,7-200	9	16	28	200	14,50	150	6 x 7,0	2 x 7,0
9-19-350	9	16	31	350	25,38	150	7 x 7,0	3 x 7,0
9-19-500	9	19	31	500	36,25	150	12 x 7,0	3 x 7,0
11-19-200	11	19	34	200	17,70	190	6 x 7,0	2 x 7,0
11-19-350	11	19	34	350	30,98	190	7 x 7,0	2 x 7,0
11-19-500	11	19	34	500	44,25	190	12 x 7,0	4 x 7,0
11-22-850	11	22	37	850	75,23	190	16 x 7,0	10 x 7,0
12-19-350	12	19	35	350	34,13	200	7 x 7,0	4 x 7,0
12-19-500	12	19	35	500	48,75	200	12 x 7,0	6 x 7,0
13-19-350	13	19	36	350	36,93	220	7 x 7,0	4 x 7,0
13-19-500	13	19	36	500	52,75	220	12 x 7,0	6 x 7,0
13-22-850	13	22	39	850	89,68	220	16 x 7,0	12 x 7,0
14-19-350	14	19	38	350	39,73	240	7 x 7,0	6 x 7,0
14-19-500	14	19	38	500	56,75	240	12 x 7,0	8 x 7,0

Telecommunication Poles (STEL : L-022 And L-024)

No.	Type	L (m)	OUTSIDE DIAMETER		WALL THICKNESS		PC-WIRE nos x dia	HORIZONTAL LOAD (kg)		GROUND LEVEL (m)
			Da (mm)	Db (mm)	Ta (mm)	Tb (mm)		DESIGN	ULTIMATE	
1.	7-124-150	7	124	232	40	40	4 ϕ 7	150	300	1.17
2.	9-124-150	9	124	244	40	40	4 ϕ 7	150	300	1.50



PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILE

SPECIFICATION STANDARD

PILE SIZE mm	CROSS SECTION AREA mm ²	UNIT WEIGHT kg/m	AXIAL LOAD ton	NUMBER OF PC BAR															
				Pile Length Up to 12 m	Cracking Moment Lm	Pile Length 13-15m	Cracking Moment Lm	Pile Length 16-18 m	Cracking Moment Lm										
										ϕ 7,0 x 8	3,0	ϕ 7,0 x 10	3,5	ϕ 7,0 x 12	5,5	ϕ 7,0 x 14	8,0	ϕ 7,0 x 16	8,0
300 x 300	90.000	216	117																
350 x 350	122.500	294	180																
400 x 400	160.000	384	268																
450 x 450	202.500	495	387																
500 x 500	250.000	600	518																

PC Bar Standard: JIS G 3137, Breaking Strength 145 kg/mm², Concrete Strength Kc-500 for 28 days (Cube Test)
 Note: Number of PC Bar can be designed depend on technical requirement.

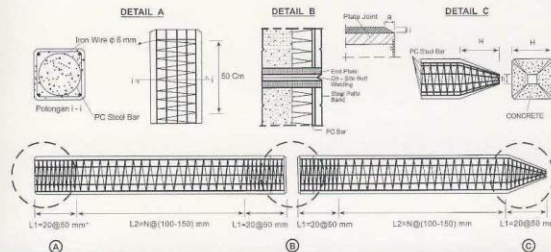
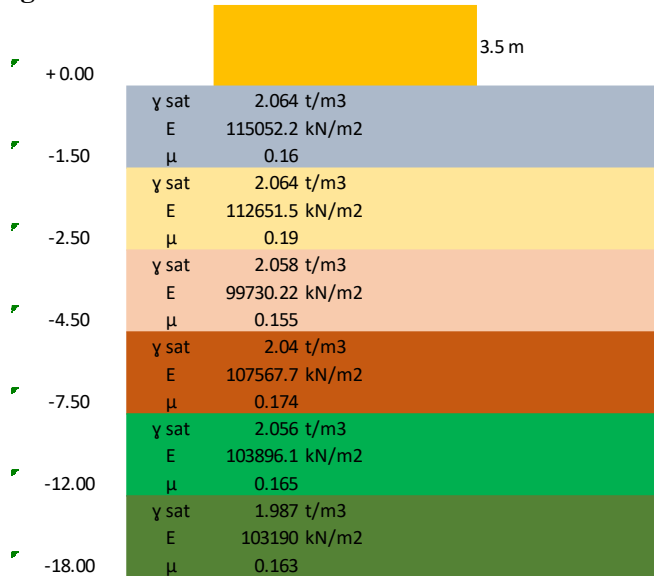


Plate Thickness	a	l
12 mm	8 mm	4 mm
16 mm	10 mm	6 mm

H (mm)	h (mm)
300	50
350	50
400	50
450	50
500	50

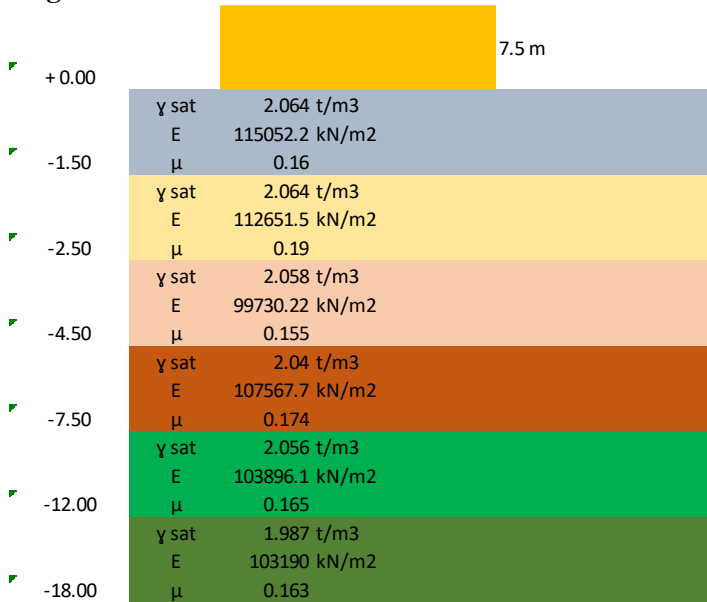
MARKETING : Jakarta Telp. (021) 590-2385 Fax. (021) 590-2383 Medan Telp. (061) 685-0365 Fax. (061) 685-0367 Surabaya Telp. (031) 750-7651 Fax. (031) 750-7649

Lampiran 5. Rekapitulasi Data Tanah Potongan A



Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Loose	2.064	0.477	2.571	*	NP	0.3015	11.35	*	*	0.00823
-2.00	56	Very Dense	2.064	0.474	2.569	*	NP	0.4055	13.88	*	*	0.00829
-3.00	>60	Very Dense	2.058	0.495	2.582	*	NP	3.25	11.69	*	*	0.00781
-6.00	>60	Very Dense	2.04	0.54	2.601	*	NP	0	16.23	*	*	0.00667
-9.00	>60	Very Dense	2.056	0.565	2.652	*	NP	0.4055	14.88	*	*	0.00685
-15.00	37	Very Dense	1.987	0.711	2.688	34.2	12.36	0	23.75	0.1409177	0.0285104	0.00313

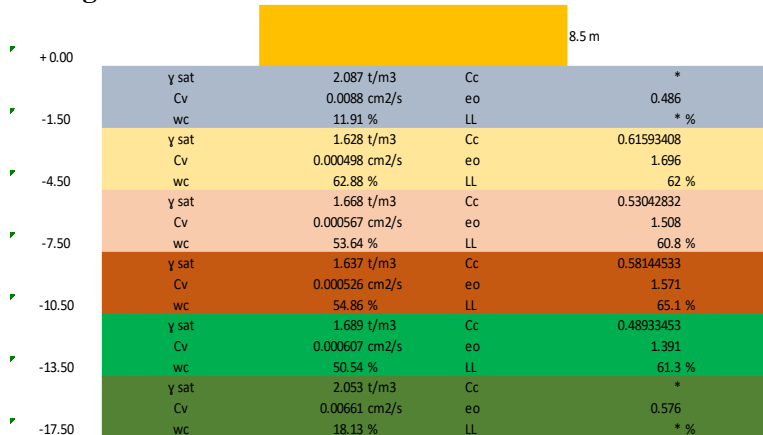
Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	Ø
0 - 1.5	115052.2044	0.16	0.00726624	14.66667
1.5 - 2.5	112651.5242	0.19	0.00728352	16.66667
2.5 - 4.5	99730.21632	0.155	0.00714528	19.33333
4.5 - 7.5	107567.731	0.174	0.00681696	20
7.5 - 12	103896.1025	0.165	0.0068688	20
12 - 18	103190.0201	0.163	0.00579744	16

Potongan B

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	We (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Loose	2.064	0.477	2.571	*	NP	0.3015	11.35	*	*	0.00823
-2.00	56	Very Dense	2.064	0.474	2.569	*	NP	0.4055	13.88	*	*	0.00829
-3.00	>60	Very Dense	2.058	0.495	2.582	*	NP	3.25	11.69	*	*	0.00781
-6.00	>60	Very Dense	2.04	0.54	2.601	*	NP	0	16.23	*	*	0.00667
-9.00	>60	Very Dense	2.056	0.565	2.652	*	NP	0.4055	14.88	*	*	0.00685
-15.00	37	Very Dense	1.987	0.711	2.688	34.2	12.36	0	23.75	0.1409177	0.0285104	0.00313

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	\emptyset
0 - 1.5	115052.2044	0.16	0.00726624	14.66667
1.5 - 2.5	112651.5242	0.19	0.00728352	16.66667
2.5 - 4.5	99730.21632	0.155	0.00714528	19.33333
4.5 - 7.5	107567.731	0.174	0.00681696	20
7.5 - 12	103896.1025	0.165	0.0068688	20
12 - 18	103190.0201	0.163	0.00579744	16

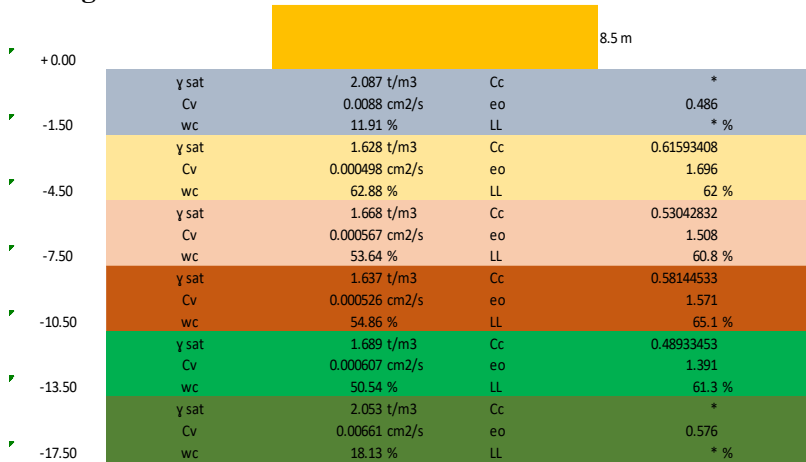
Potongan C



Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_0	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Soft	2.087	0.486	2.615	*	NP	0.3015	11.91	*	*	0.0088
-3.00	1	Very Soft	1.628	1.696	2.694	62	39.65	0.035	62.88	0.6159341	0.1315283	0.000498
-6.00	2	Very Soft	1.668	1.508	2.676	60.8	35.86	0.055	53.64	0.5304283	0.1170813	0.000567
-9.00	6	Soft	1.637	1.571	2.638	65.1	41.85	0.352	54.86	0.5814453	0.1295608	0.000526
-12.00	9	Medium	1.689	1.391	2.647	61.3	40.28	0.31	50.54	0.4893345	0.1112976	0.000607
-15.00	>60	Very Dense	2.053	0.576	2.659	*	NP	0.75	18.13	*	*	0.00661

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	\emptyset
0 - 1.5	2942.01	0.36	0.0074304	16
1.5 - 4.5	1569.072	0.2	0.000856224	20
4.5 - 7.5	1569.072	0.2	0.00144288	20
7.5 - 10.5	1569.072	0.1	0.00108864	20
10.5 - 13.5	5197.551	0.13	0.00178848	20
13.5 - 17.5	114496.1645	0.19	0.00679968	8.666667

Potongan D



Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ _{sat} (t/m ³)	e _g	G _s	LL (%)	IP (%)	C _u (kg/cm ²)	W _c (%)	C _c	C _s	C _v (cm ² /s)
-1.00	0	Very Soft	2.087	0.486	2.615	*	NP	0.3015	11.91	*	*	0.0088
-3.00	1	Very Soft	1.628	1.696	2.694	62	39.65	0.035	62.88	0.6159341	0.1315283	0.000498
-6.00	2	Very Soft	1.668	1.508	2.676	60.8	35.86	0.055	53.64	0.5304283	0.1170813	0.000567
-9.00	6	Soft	1.637	1.571	2.638	65.1	41.85	0.352	54.86	0.5814453	0.1295608	0.000526
-12.00	9	Medium	1.689	1.391	2.647	61.3	40.28	0.31	50.54	0.4893345	0.1112976	0.000607
-15.00	>60	Very Dense	2.053	0.576	2.659	*	NP	0.75	18.13	*	*	0.00661

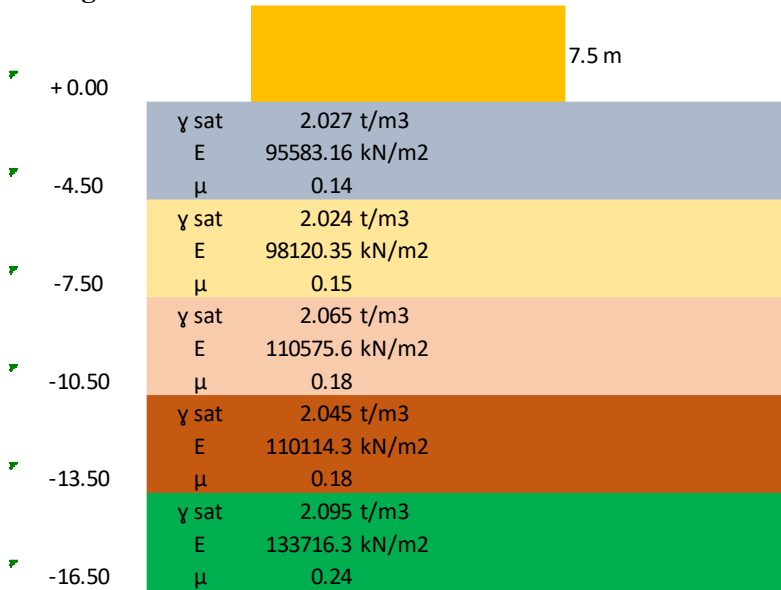
Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	Ø
0 - 1.5	2942.01	0.36	0.0074304	16
1.5 - 4.5	1569.072	0.2	0.000856224	20
4.5 - 7.5	1569.072	0.2	0.00144288	20
7.5 - 10.5	1569.072	0.1	0.00108864	20
10.5 - 13.5	5197.551	0.13	0.00178848	20
13.5 - 17.5	114496.1645	0.19	0.00679968	8.666667

Potongan E



Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γsat (t/m ³)	e ₀	G _s	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-1.00	0	Very Soft	2.087	0.486	2.615	*	NP	0.3015	11.91	*	*	0.0088
-3.00	1	Very Soft	1.628	1.696	2.694	62	39.65	0.035	62.88	0.6159341	0.1315283	0.000498
-6.00	2	Very Soft	1.668	1.508	2.676	60.8	35.86	0.055	53.64	0.5304283	0.1170813	0.000567
-9.00	6	Soft	1.637	1.571	2.638	65.1	41.85	0.352	54.86	0.5814453	0.1295608	0.000526
-12.00	9	Medium	1.689	1.391	2.647	61.3	40.28	0.31	50.54	0.4893345	0.1112976	0.000607
-15.00	>60	Very Dense	2.053	0.576	2.659	*	NP	0.75	18.13	*	*	0.00661

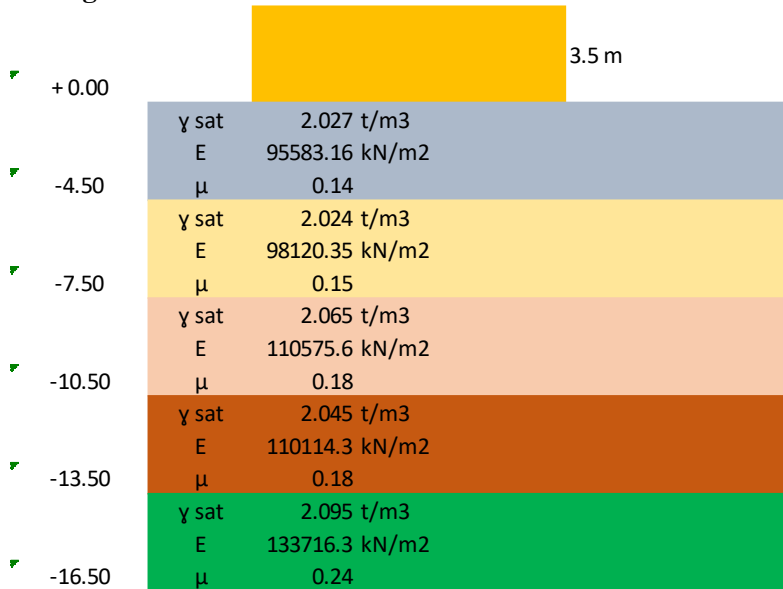
Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	Ø
0 - 1.5	2942.01	0.36	0.0074304	16
1.5 - 4.5	1569.072	0.2	0.000856224	20
4.5 - 7.5	1569.072	0.2	0.00144288	20
7.5 - 10.5	1569.072	0.1	0.00108864	20
10.5 - 13.5	5197.551	0.13	0.00178848	20
13.5 - 17.5	114496.1645	0.19	0.00679968	8.666667

Potongan F

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ sat (t/m ³)	e_s	Gs	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	Wc (%)	Cc	Cs	Cv (cm ² /s)
-3.00	>60	Very Dense	2.027	0.539	2.58	*	NP	0.3015	13.99	*	*	0.00628
-6.00	>60	Very Dense	2.024	0.516	2.553	*	NP	0.4055	14.13	*	*	0.00652
-9.00	>60	Very Dense	2.065	0.445	2.539	*	NP	3.25	12.44	*	*	0.00871
-12.00	>60	Very Dense	2.045	0.506	2.574	*	NP	0.4055	15.5	*	*	0.00727
-15.00	>60	Very Dense	2.095	0.455	2.593	*	NP	0	16.72	*	*	0.00946

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	Ø
0 - 4.5	95583.15902	0.14	0.00670464	20
4.5 - 7.5	98120.34845	0.15	0.00677376	23.33333
7.5 - 10.5	110575.642	0.18	0.00740448	22
10.5 - 13.5	110114.3348	0.18	0.00698976	23.33333
13.5 - 16.5	133716.3158	0.24	0.00762048	23.33333

Potongan G



Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	Konsistensi	γ_{sat} (t/m ³)	e_s	G _s	LL (%)	IP (%)	Cu (kg/cm ²)	We (%)	C _c	C _s	C _v (cm ² /s)
-3.00	>60	Very Dense	2.027	0.539	2.58	*	NP	0.3015	13.99	*	*	0.00628
-6.00	>60	Very Dense	2.024	0.516	2.553	*	NP	0.4055	14.13	*	*	0.00652
-9.00	>60	Very Dense	2.065	0.445	2.539	*	NP	3.25	12.44	*	*	0.00871
-12.00	>60	Very Dense	2.045	0.506	2.574	*	NP	0.4055	15.5	*	*	0.00727
-15.00	>60	Very Dense	2.095	0.455	2.593	*	NP	0	16.72	*	*	0.00946

Kedalaman (m)	Es (kN/m ²)	μ	K (m/hari)	Ø
0 - 4.5	95583.15902	0.14	0.00670464	20
4.5 - 7.5	98120.34845	0.15	0.00677376	23.33333
7.5 - 10.5	110575.642	0.18	0.00740448	22
10.5 - 13.5	110114.3348	0.18	0.00698976	23.33333
13.5 - 16.5	133716.3158	0.24	0.00762048	23.33333

Lampiran 6. Beban yang digunakan dan Variasi Tinggi Timbunan Potongan A

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
3	6.153078	0.45	0.219402387	2.2	0.45	0.99	0.482685251
4	8.204104	0.3	0.146268258	2.2	0.45	0.99	0.482685251
5	10.25513	0.25	0.121890215	2.2	0.45	0.99	0.482685251
6	12.306156	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
7	14.357182	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan B

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
6	12.306156	0.45	0.219402387	2.2	0.45	0.99	0.482685251
7	14.357182	0.3	0.146268258	2.2	0.45	0.99	0.482685251
8	16.408208	0.25	0.121890215	2.2	0.45	0.99	0.482685251
9	18.459234	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
10	20.51026	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan C

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
7	14.357182	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
8	16.408208	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
9	18.459234	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
10	20.51026	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
11	22.561286	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
12	24.612312	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
13	26.663338	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan D

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
7	14.357182	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
8	16.408208	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
9	18.459234	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
10	20.51026	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
11	22.561286	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
12	24.612312	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
13	26.663338	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan E

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
7	14.357182	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
8	16.408208	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
9	18.459234	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
10	20.51026	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
11	22.561286	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
12	24.612312	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
13	26.663338	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan F

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
6	12.306156	0.45	0.219402387	2.2	0.45	0.99	0.482685251
7	14.357182	0.3	0.146268258	2.2	0.45	0.99	0.482685251
8	16.408208	0.25	0.121890215	2.2	0.45	0.99	0.482685251
9	18.459234	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
10	20.51026	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Potongan G

h timbunan	q timbunan (t/m ²)	q traffic (t/m ²)	h traffic (m)	Y perkerasan (t/m ³)	tebal perkerasan (m)	q perkerasan (t/m ²)	h perkerasan (m)
3	6.153078	0.45	0.219402387	2.2	0.45	0.99	0.482685251
4	8.204104	0.3	0.146268258	2.2	0.45	0.99	0.482685251
5	10.25513	0.25	0.121890215	2.2	0.45	0.99	0.482685251
6	12.306156	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251
7	14.357182	0.2	0.097512172	2.2	0.45	0.99	0.482685251

Lampiran 7. Perhitungan Sc dengan Variasi Tinggi Timbunan

1. Potongan A variasi tinggi beban timbunan 3 m

Tebal Kedalaman	z (m)	y _{st} (t/m ³)	y _w (t/m ³)	γ _w (t/m ³)	γ _o (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	q _{total}	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	Δσ ₃ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	ip	μ	Sc (m)	m	Heb. timbunan	3	m	H _{traffic}	0.21940266	m	H _{pavement}	0.46365204	m	Sc _{total}	0.018308	H _{final}	3.71
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	0.532	0.141	1.406	0.146	1.406	7.59	3.796	3.796	7.592	11740.02066	0.02595376	0.037873	0.16	0.00111													
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.596	0.392	1.107	0.405	1.107	7.59	3.792	3.785	7.567	11740.02066	0.02595376	0.037873	0.16	0.00106													
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.597	0.876	7.59	3.742	3.753	7.495	11495.05394	0.02595376	0.037873	0.19	0.00107													
3-4	1	3.5	2.068	1	1.068	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	7.59	3.678	3.701	7.379	10776.55269	0.02595376	0.037873	0.155	0.002346													
4-5	1	4.5	2.068	1	1.068	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	7.59	3.597	3.635	7.232	10176.55269	0.02595376	0.037873	0.155	0.002271													
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.499	0.859	0.499	7.59300786	3.506	3.560	7.066	10976.29908	0.02595376	0.037873	0.174	0.00089													
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	7.59300786	3.409	3.480	6.888	10976.29908	0.02595376	0.037873	0.174	0.00072													
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.914	0.381	7.59300786	3.309	3.397	6.705	10976.29908	0.02595376	0.037873	0.174	0.00043													
8-9	1	8.5	2.066	1	1.066	8.966	0.847	0.339	0.910	0.339	7.59300786	3.208	3.312	6.520	10601.64311	0.02595376	0.037873	0.165	0.00054													
9-10	1	9.5	2.066	1	1.066	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	7.59300786	3.108	3.227	6.335	10601.64311	0.02595376	0.037873	0.165	0.00024													
10-11	1	10.5	2.066	1	1.066	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	7.59300786	3.010	3.143	6.153	10601.64311	0.02595376	0.037873	0.165	0.00094													
11-12	1	11.5	2.066	1	1.066	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	7.59300786	2.914	3.060	5.974	10601.64311	0.02595376	0.037873	0.165	0.00085													
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.14655	0.798	0.236	0.879	0.236	7.59300786	2.820	2.978	5.799	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.00094													
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.1325	0.781	0.219	0.865	0.219	7.59300786	2.730	2.889	5.629	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.000916													
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.1195	0.762	0.204	0.860	0.204	7.59300786	2.643	2.821	5.464	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.00089													
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.0865	0.744	0.191	0.853	0.191	7.59300786	2.559	2.745	5.304	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.000864													
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.0935	0.725	0.180	0.837	0.180	7.59300786	2.479	2.672	5.151	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.000839													
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	7.59300786	2.402	2.601	5.002	10529.59389	0.02595376	0.037873	0.163	0.000824													
																Sc _{total}			0.018308			3.71										

Potongan A variasi tinggi beban timbunan 4 m

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$y_{timb}(t/m^3)$	2.05/0.26	1/m3	B1	3	m	83	3	m	Hbeban timbunan	4	m								
Htimb	4.62853	m	B2	18.00	m	84	2.5	m	Htraffic	0.14628244	m								
qtotal	9.494105	t/m2	qtotal	9.494105	t/m2				H pavement	0.46285204	m								
Tebal																			
Kedalaman Lapisan H (m)																			
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	0.532	0.141	1.406	0.146	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406	1.406
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.586	0.392	1.107	0.405	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107	1.107
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.597	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876	0.876
3-4	1	3.5	2.068	1	1.068	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709	0.709
4-5	1	4.5	2.068	1	1.068	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588	0.588
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.499	0.659	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432	0.432
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381	0.381
8-9	1	8.5	2.056	1	1.056	8.956	0.847	0.339	0.910	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339	0.339
9-10	1	9.5	2.056	1	1.056	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306
10-11	1	10.5	2.056	1	1.056	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278
11-12	1	11.5	2.056	1	1.056	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.145	0.798	0.236	0.879	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.132	0.781	0.219	0.865	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219	0.219
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.119	0.762	0.204	0.860	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204	0.204
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.106	0.744	0.191	0.833	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.093	0.725	0.180	0.817	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.080	0.706	0.170	0.800	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170
Sc Total																			0.022892
Hinisal																			4.640

Potongan A variasi tinggi beban timbunan 5 m

Tebal Keragaman Tebal	y (m)	z (m)	y ² (m ²)	vw (m/s)	y' (m/s)	v ² (m ² /s ²)	α1(rad)	α2(rad)	α3(rad)	α4(rad)	qtotal	Δv1 (t/m ²)	2Δv2 (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)	
																			B1
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	1.064	0.532	1.041	1.406	1.406	11.50	5.747	5.747	11.493	11740.02086	0.02150576	0.037873	0.16	0.00168
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.064	1.596	0.392	1.107	0.405	1.107	5.726	5.726	11.456	11740.02086	0.02150576	0.037873	0.16	0.01674
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	1.064	2.66	0.576	0.876	0.597	0.876	5.865	5.861	11.347	11495.05349	0.02150576	0.037873	0.19	0.01676
3-4	1	3.5	2.064	1	1.064	1.064	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	5.868	5.803	11.171	10716.55269	0.02150576	0.037873	0.155	0.00387
4-5	1	4.5	2.064	1	1.064	1.064	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	5.446	5.503	10.948	10716.55269	0.02150576	0.037873	0.155	0.01849
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	1.04	5.828	0.815	0.499	0.859	0.499	5.308	5.389	10.697	10976.29908	0.02150576	0.037873	0.174	0.01664
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	1.04	6.868	0.838	0.422	0.889	0.422	5.160	5.268	10.428	10976.29908	0.02150576	0.037873	0.174	0.01623
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	1.04	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	5.009	5.142	10.151	10976.29908	0.02150576	0.037873	0.174	0.01579
8-9	1	8.5	2.056	1	1.056	1.056	8.966	0.847	0.339	0.910	0.339	4.857	5.014	9.871	10601.64311	0.02150576	0.037873	0.165	0.01359
9-10	1	9.5	2.056	1	1.056	1.056	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	4.705	4.886	9.591	10601.64311	0.02150576	0.037873	0.165	0.01156
10-11	1	10.5	2.056	1	1.056	1.056	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	4.557	4.758	9.315	10601.64311	0.02150576	0.037873	0.165	0.01035
11-12	1	11.5	2.056	1	1.056	1.056	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	4.411	4.633	9.044	10601.64311	0.02150576	0.037873	0.165	0.00946
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	0.987	13.165	0.798	0.236	0.879	0.236	4.270	4.509	8.779	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00829
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	0.987	14.325	0.781	0.219	0.865	0.219	4.133	4.388	8.521	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00737
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	0.987	15.195	0.762	0.204	0.850	0.204	4.001	4.270	8.272	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00647
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	0.987	16.1065	0.744	0.191	0.833	0.191	3.875	4.156	8.030	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00507
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	0.987	17.0695	0.725	0.180	0.817	0.180	3.753	4.045	7.797	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00416
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	3.636	3.937	7.573	10529.59899	0.02150576	0.037873	0.163	0.00333
Sc Total																	0.02717		
Hfinal																	5.68		

Potongan A variasi tinggi beban timbunan 6 m

	81	3	m	B3	3	m	Hbeban timbunan	6	m	total	α_1 (rad)	α_2 (rad)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	total	$\Delta \alpha_1$ (t/m ²)	$\Delta \alpha_2$ (t/m ²)	$2\alpha_2$ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)	
γ (t/m ³)	2.05106	1/m ³																						
Htimb	6.30197	m	B2	38.00	m	B4	22.5	m	Htraffic	0.097512162	m													
total	13.49616	t/m ²							Hpavement	0.482385204	m													
Kedalaman lapisan H (m)	0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	1	1.064	1	1.064	1.406	1.406	0.146	1.406	13.50	6.747	6.747	13.494	11740.02086	0.02195376	0.037873	0.16	0.005972	
γ (t/m ³)	1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.586	0.392	1.107	0.405	1.107	0.405	1.107	13.50	6.723	6.728	13.450	11740.02086	0.02195376	0.037873	0.16	0.005966		
γ (t/m ³)	2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.397	0.876	0.397	0.876	13.50	6.662	6.670	13.322	11495.05349	0.02195376	0.037873	0.19	0.005967		
γ (t/m ³)	3-4	1	3.5	2.068	1	1.068	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	0.726	0.709	13.50	6.538	6.578	13.115	10716.55269	0.02195376	0.037873	0.15	0.002151		
γ (t/m ³)	4-5	1	4.5	2.068	1	1.068	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	0.808	0.588	13.50	6.394	6.461	12.854	10716.55269	0.02195376	0.037873	0.155	0.002171		
γ (t/m ³)	5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.499	0.659	0.499	0.659	0.499	13.486157	6.231	6.328	12.559	10976.29908	0.02195376	0.037873	0.174	0.005954		
γ (t/m ³)	6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	0.889	0.432	13.486157	6.059	6.185	12.244	10976.29908	0.02195376	0.037873	0.174	0.005954		
γ (t/m ³)	7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	0.904	0.381	13.486157	5.881	6.037	11.918	10976.29908	0.02195376	0.037873	0.174	0.005954		
γ (t/m ³)	8-9	1	8.5	2.066	1	1.066	8.966	0.847	0.339	0.910	0.339	0.910	0.339	13.486157	5.702	5.887	11.589	10801.64311	0.02195376	0.037873	0.165	0.005973		
γ (t/m ³)	9-10	1	9.5	2.066	1	1.066	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	0.908	0.306	13.486157	5.525	5.736	11.261	10801.64311	0.02195376	0.037873	0.165	0.005973		
γ (t/m ³)	10-11	1	10.5	2.066	1	1.066	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	0.902	0.278	13.486157	5.350	5.587	10.936	10601.64311	0.02195376	0.037873	0.165	0.005973		
γ (t/m ³)	11-12	1	11.5	2.066	1	1.066	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	0.892	0.255	13.486157	5.179	5.439	10.618	10401.64311	0.02195376	0.037873	0.165	0.005973		
γ (t/m ³)	12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.185	0.798	0.236	0.879	0.236	0.879	0.236	13.486157	5.013	5.294	10.307	10203.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005978		
γ (t/m ³)	13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.1325	0.781	0.219	0.865	0.219	0.865	0.219	13.486157	4.853	5.162	10.005	10029.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005978		
γ (t/m ³)	14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.1195	0.762	0.204	0.850	0.204	0.850	0.204	13.486157	4.698	5.014	9.712	10029.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005981		
γ (t/m ³)	15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.1065	0.744	0.191	0.833	0.191	0.833	0.191	13.486157	4.549	4.879	9.428	10029.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005985		
γ (t/m ³)	16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.0935	0.725	0.180	0.817	0.180	0.817	0.180	13.486157	4.406	4.749	9.155	10029.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005989		
γ (t/m ³)	17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	0.800	0.170	13.486157	4.269	4.622	8.891	10029.99389	0.02195376	0.037873	0.163	0.005994		
Sc total																							0.032942	
Hinitial																							6.596	

Potongan A variasi tinggi beban timbunan 7 m

Tebal Kedalaman (m)	z (m)	ysat (t/m ³)	yw (t/m ³)	γ' (t/m ³)	γ _o (t/m ²)	α1 (rad)	α2 (rad)	α3 (rad)	α4 (rad)	qtotal	Δn1 (t/m ²)	Δn2 (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	ip	μ	Sc (m)	
0-1	1	05	2.064	1	1.064	0.532	1.406	0.141	1.406	0.146	0.405	0.405	1.107	15.55	7.772	7.773	15.545	11740.02086	0.02272
1-2	1	15	2.064	1	1.064	1.596	0.392	1.107	1.107	0.405	0.876	0.876	1.107	15.55	7.744	7.750	15.494	11740.02086	0.02285
2-3	1	25	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.876	0.597	0.876	0.876	1.107	15.55	7.682	7.684	15.346	11495.05349	0.02266
3-4	1	35	2.068	1	1.068	3.721	0.697	0.709	0.709	0.726	0.709	0.709	1.187	15.55	7.531	7.577	15.109	10176.55269	0.02252
4-5	1	45	2.068	1	1.068	4.779	0.772	0.588	0.588	0.808	0.588	0.588	1.408	15.55	7.365	7.442	14.808	10176.55269	0.02291
5-6	1	55	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.489	0.489	0.859	0.489	0.489	1.729	15.547183	7.178	7.289	14.468	10976.29908	0.02251
6-7	1	65	2.04	1	1.04	6.868	0.838	0.432	0.432	0.889	0.432	0.432	2.044	15.547183	6.979	7.125	14.104	10976.29908	0.02294
7-8	1	75	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.381	0.914	0.381	0.381	2.369	15.547183	6.775	6.955	13.729	10976.29908	0.02236
8-9	1	85	2.066	1	1.066	8.956	0.847	0.339	0.339	0.910	0.339	0.339	2.714	15.547183	6.569	6.782	13.350	10601.64311	0.02257
9-10	1	95	2.066	1	1.066	10.012	0.840	0.306	0.306	0.908	0.306	0.306	3.069	15.547183	6.364	6.608	12.972	10601.64311	0.02296
10-11	1	105	2.066	1	1.066	11.068	0.829	0.278	0.278	0.902	0.278	0.278	3.434	15.547183	6.163	6.436	12.598	10601.64311	0.02266
11-12	1	115	2.066	1	1.066	12.124	0.815	0.255	0.255	0.892	0.255	0.255	3.819	15.547183	5.966	6.265	12.232	10601.64311	0.02297
12-13	1	125	1.987	1	0.987	13.185	0.798	0.236	0.236	0.879	0.236	0.236	4.214	15.547183	5.775	6.088	11.873	10529.59389	0.02263
13-14	1	135	1.987	1	0.987	14.255	0.781	0.219	0.219	0.865	0.219	0.219	4.619	15.547183	5.590	5.935	11.525	10529.59389	0.02296
14-15	1	145	1.987	1	0.987	15.335	0.762	0.204	0.204	0.850	0.204	0.204	5.034	15.547183	5.412	5.776	11.187	10529.59389	0.02266
15-16	1	155	1.987	1	0.987	16.425	0.744	0.191	0.191	0.833	0.191	0.191	5.459	15.547183	5.240	5.621	10.861	10529.59389	0.02297
16-17	1	165	1.987	1	0.987	17.525	0.725	0.180	0.180	0.817	0.180	0.180	5.894	15.547183	5.076	5.470	10.546	10529.59389	0.02266
17-18	1	175	1.987	1	0.987	18.635	0.706	0.170	0.170	0.800	0.170	0.170	6.339	15.547183	4.918	5.325	10.243	10529.59389	0.02297
Sc Total																		0.037487	
H total																		7.598	

ytimb (t/m³) 2.051026 t/m³ B1 3 m Hieban timbunan 7 m
 Htimb 7.580197 m B2 18.00 m Htraffic 0.09512162 m
 qtotal 15.54718 t/m² B3 3 m B4 22.5 m H pavement 0.48268204 m

2. Potongan B variasi tinggi beban timbunan 6 m

Tebal	$y_{\text{timb}} (t/m^3)$	B1	3	m	B3	3	m	bantimbu	6	m	Sc (m)							
Kedalaman	$z (m)$	B2	18.00	m	B4	22.5	m	Htraffic	0.097512	m	μ							
total	$13.49616 t/m^2$	Hrapavemen 0.482685 m									Ip							
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	0.532	0.141	1.406	1.406	1.406	13.50	6.747	13.494	11740.02086	0.021595	0.037873	0.16	0.001972
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.536	0.392	1.107	1.107	1.107	13.50	6.728	13.450	11740.02086	0.021595	0.037873	0.16	0.001956
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.86	0.576	0.876	0.876	0.876	13.50	6.652	13.322	11495.05349	0.021595	0.037873	0.19	0.001967
3-4	1	3.5	2.058	1	1.058	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	13.50	6.538	13.115	10176.55269	0.021595	0.037873	0.155	0.002115
4-5	1	4.5	2.058	1	1.058	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	13.50	6.394	12.854	10176.55269	0.021595	0.037873	0.155	0.002171
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.489	0.859	0.489	13.466157	6.231	12.559	10976.29908	0.021595	0.037873	0.174	0.001954
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	13.466157	6.059	12.244	10976.29908	0.021595	0.037873	0.174	0.001905
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	13.466157	5.881	11.918	10976.29908	0.021595	0.037873	0.174	0.001854
8-9	1	8.5	2.056	1	1.056	8.956	0.847	0.339	0.910	0.339	13.466157	5.702	11.589	10601.64311	0.021595	0.037873	0.165	0.001973
9-10	1	9.5	2.056	1	1.056	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	13.466157	5.525	11.261	10601.64311	0.021595	0.037873	0.165	0.00182
10-11	1	10.5	2.056	1	1.056	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	13.466157	5.350	10.936	10601.64311	0.021595	0.037873	0.165	0.001767
11-12	1	11.5	2.056	1	1.056	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	13.466157	5.179	10.618	10601.64311	0.021595	0.037873	0.165	0.001716
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.1455	0.798	0.236	0.879	0.236	13.466157	5.013	10.307	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.001678
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.1325	0.781	0.219	0.865	0.219	13.466157	4.853	10.005	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.001629
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.1195	0.762	0.204	0.850	0.204	13.466157	4.698	9.712	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.001581
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.1065	0.744	0.191	0.833	0.191	13.466157	4.549	9.428	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.001535
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.0935	0.725	0.180	0.817	0.180	13.466157	4.406	9.155	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.00149
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	13.466157	4.269	8.891	10529.59389	0.021595	0.037873	0.163	0.001448
											Sc Total	0.03242						
											H initial	6.596						

Potongan B variasi tinggi beban timbunan 7 m

Y tindo (t/m³) 2,051026 t/m³ B1 3 m B3 3 m ban timbu 7 m
 H timb 7,580197 m B2 18,00 m B4 22,5 m H traffic 0,097512 m
 q total 15,54718 t/m² H pavenmen 0,482685 m

Tebal Kedalaman Lapisan H (m)	ysat (t/m ³)	yw (t/m ³)	Y' (t/m ³)	σ ₀ (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	q total	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	Δσ ₃ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)		
0-1	1	0,5	2,064	1	1,064	0,532	0,141	1,406	1,406	1,406	15,55	7,772	15,945	11740,02086	0,021505	0,037873	0,16	0,002772	
1-2	1	1,5	2,064	1	1,064	1,586	0,382	1,107	0,405	1,107	15,55	7,744	15,494	11740,02086	0,021505	0,037873	0,16	0,002655	
2-3	1	2,5	2,064	1	1,064	2,66	0,576	0,876	0,397	0,876	15,55	7,682	15,346	11495,05349	0,021505	0,037873	0,19	0,002666	
3-4	1	3,5	2,068	1	1,068	3,721	0,697	0,709	0,26	0,709	15,55	7,531	15,109	10176,55269	0,021505	0,037873	0,155	0,002552	
4-5	1	4,5	2,068	1	1,068	4,779	0,772	0,588	0,808	0,588	15,55	7,365	14,808	10176,55269	0,021505	0,037873	0,155	0,002501	
5-6	1	5,5	2,04	1	1,04	5,828	0,815	0,489	0,869	0,489	15,547183	7,178	14,468	10976,29908	0,021505	0,037873	0,174	0,002351	
6-7	1	6,5	2,04	1	1,04	6,868	0,838	0,432	0,889	0,432	15,547183	6,979	14,104	10976,29908	0,021505	0,037873	0,174	0,002194	
7-8	1	7,5	2,04	1	1,04	7,908	0,847	0,381	0,904	0,381	15,547183	6,715	13,729	10976,29908	0,021505	0,037873	0,174	0,002136	
8-9	1	8,5	2,056	1	1,056	8,956	0,847	0,339	0,910	0,339	15,547183	6,569	13,350	10601,64311	0,021505	0,037873	0,165	0,002157	
9-10	1	9,5	2,056	1	1,056	10,012	0,840	0,306	0,908	0,306	15,547183	6,384	12,972	10601,64311	0,021505	0,037873	0,165	0,002096	
10-11	1	10,5	2,056	1	1,056	11,068	0,829	0,278	0,902	0,278	15,547183	6,163	12,598	10601,64311	0,021505	0,037873	0,165	0,002036	
11-12	1	11,5	2,056	1	1,056	12,124	0,815	0,255	0,892	0,255	15,547183	5,966	12,282	10601,64311	0,021505	0,037873	0,165	0,001977	
12-13	1	12,5	1,987	1	0,987	13,1455	0,798	0,236	0,879	0,236	15,547183	5,715	11,873	10529,59389	0,021505	0,037873	0,165	0,001933	
13-14	1	13,5	1,987	1	0,987	14,1325	0,781	0,219	0,865	0,219	15,547183	5,500	11,525	10529,59389	0,021505	0,037873	0,163	0,001876	
14-15	1	14,5	1,987	1	0,987	15,1195	0,762	0,204	0,860	0,204	15,547183	5,412	11,187	10529,59389	0,021505	0,037873	0,163	0,001821	
15-16	1	15,5	1,987	1	0,987	16,1065	0,744	0,191	0,833	0,191	15,547183	5,240	10,861	10529,59389	0,021505	0,037873	0,163	0,001768	
16-17	1	16,5	1,987	1	0,987	17,0935	0,725	0,180	0,817	0,180	15,547183	5,076	10,540	10529,59389	0,021505	0,037873	0,163	0,001717	
17-18	1	17,5	1,987	1	0,987	18,0805	0,706	0,170	0,800	0,170	15,547183	4,918	10,243	10529,59389	0,021505	0,037873	0,163	0,001668	
																		Sc Total	0,037487
																		H inisial	7,598

Potongan B variasi tinggi beban timbunan 8 m

Tebal Kedalaman (m)	z (m)	ysat (t/m3)	yw (t/m3)	Y' (t/m3)	σ _o (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	qtotal	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	ε (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	0.532	0.141	1.406	1.406	17.60	8.798	8.798	17.596	11740.02086	0.021505	0.037873	0.16	0.002372
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.586	0.392	1.107	0.405	17.60	8.766	8.772	17.538	11740.02086	0.021505	0.037873	0.16	0.002364
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.876	17.60	8.673	8.688	17.371	11495.05349	0.021505	0.037873	0.19	0.002355
3-4	1	3.5	2.068	1	1.058	3.721	0.697	0.709	0.709	17.60	8.525	8.577	17.102	10176.55269	0.021505	0.037873	0.155	0.002388
4-5	1	4.5	2.068	1	1.058	4.779	0.772	0.588	0.588	17.60	8.337	8.424	16.761	10176.55269	0.021505	0.037873	0.155	0.002381
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.499	0.499	17.59821	8.125	8.251	16.376	10976.29908	0.021505	0.037873	0.174	0.002348
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.432	17.59821	7.900	8.065	15.965	10976.29908	0.021505	0.037873	0.174	0.002341
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.381	17.59821	7.689	7.872	15.541	10976.29908	0.021505	0.037873	0.174	0.002318
8-9	1	8.5	2.056	1	1.056	8.956	0.847	0.339	0.339	17.59821	7.435	7.676	15.112	10601.64311	0.021505	0.037873	0.165	0.002342
9-10	1	9.5	2.056	1	1.056	10.012	0.840	0.306	0.306	17.59821	7.204	7.480	14.683	10601.64311	0.021505	0.037873	0.165	0.002373
10-11	1	10.5	2.056	1	1.056	11.068	0.829	0.278	0.278	17.59821	6.976	7.285	14.260	10601.64311	0.021505	0.037873	0.165	0.002304
11-12	1	11.5	2.056	1	1.056	12.124	0.815	0.255	0.255	17.59821	6.753	7.092	13.845	10601.64311	0.021505	0.037873	0.165	0.002327
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.1455	0.798	0.236	0.236	17.59821	6.537	6.903	13.440	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.002388
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.1325	0.781	0.219	0.219	17.59821	6.328	6.718	13.045	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.002324
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.1195	0.762	0.204	0.204	17.59821	6.126	6.538	12.663	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.002362
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.1065	0.744	0.191	0.191	17.59821	5.932	6.362	12.294	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.002302
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.0935	0.725	0.180	0.180	17.59821	5.745	6.192	11.937	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.001944
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.170	17.59821	5.567	6.027	11.584	10529.59389	0.021505	0.037873	0.163	0.002388
Sc Total																		0.042483
H Inisial																		8.60

γ_{timb} (t/m³) 2.051026 t/m³ B1 3 m dan timbu 8 m
 H_{timb} 8.580197 m B2 18.00 m B3 3 m dan timbu 8 m
 qtotal 17.59821 t/m² B4 22.5 m H_{traffic} 0.097512 m
 H_{avemen} 0.482685 m

Potongan B variasi tinggi beban timbunan 9 m

yimb(t/m³) 2,05/0,06 t/m³ 81 3 m 83 3 m 84 22,5 m
 Htimb 9,580/97 m 82 18,00 m 84 22,5 m Htraffic 0,075/12 m
 qtotal 19,64/24 t/m² H Pavemen 0,482/585 m

Kedalaman z (m)	ysat (t/m ³)	Yw (t/m ³)	σ _v (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	qttotal	Δw ₁ (t/m ²)	Δw ₂ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)
0-1	2,064	1	0,532	0,141	1,406	0,146	1,406	19,65	9,823	9,823	19,646	0,021505	0,037873	0,16	0,002872
1-2	2,064	1	1,598	0,382	1,107	0,405	1,107	19,65	9,788	9,795	19,582	0,021505	0,037873	0,16	0,002862
2-3	2,064	1	2,66	0,576	0,876	0,597	0,876	19,65	9,684	9,711	19,395	0,021505	0,037873	0,19	0,002864
3-4	2,058	1	3,721	0,697	0,709	0,726	0,709	19,65	9,518	9,577	19,095	0,021505	0,037873	0,155	0,003225
4-5	2,058	1	4,779	0,772	0,588	0,808	0,588	19,65	9,309	9,406	18,715	0,021505	0,037873	0,155	0,003161
5-6	2,04	1	5,828	0,815	0,489	0,869	0,489	19,649/236	9,072	9,212	18,285	0,021505	0,037873	0,174	0,002845
6-7	2,04	1	6,888	0,838	0,432	0,889	0,432	19,649/236	8,821	9,005	17,826	0,021505	0,037873	0,174	0,002773
7-8	2,04	1	7,908	0,847	0,381	0,904	0,381	19,649/236	8,562	8,790	17,352	0,021505	0,037873	0,174	0,0027
8-9	2,056	1	8,956	0,847	0,339	0,910	0,339	19,649/236	8,302	8,571	16,873	0,021505	0,037873	0,165	0,002727
9-10	2,056	1	10,012	0,840	0,306	0,908	0,306	19,649/236	8,043	8,352	16,395	0,021505	0,037873	0,165	0,002649
10-11	2,056	1	11,068	0,829	0,278	0,902	0,278	19,649/236	7,789	8,134	15,922	0,021505	0,037873	0,165	0,002573
11-12	2,056	1	12,124	0,815	0,255	0,892	0,255	19,649/236	7,540	7,919	15,459	0,021505	0,037873	0,165	0,002498
12-13	1,987	1	13,1455	0,798	0,236	0,879	0,236	19,649/236	7,299	7,707	15,006	0,021505	0,037873	0,163	0,002443
13-14	1,987	1	14,1325	0,781	0,219	0,865	0,219	19,649/236	7,065	7,501	14,566	0,021505	0,037873	0,163	0,002371
14-15	1,987	1	15,1195	0,762	0,204	0,850	0,204	19,649/236	6,840	7,299	14,139	0,021505	0,037873	0,163	0,002302
15-16	1,987	1	16,1065	0,744	0,191	0,833	0,191	19,649/236	6,623	7,104	13,727	0,021505	0,037873	0,163	0,002235
16-17	1,987	1	17,0935	0,725	0,180	0,817	0,180	19,649/236	6,415	6,914	13,329	0,021505	0,037873	0,163	0,00217
17-18	1,987	1	18,0805	0,706	0,170	0,800	0,170	19,649/236	6,216	6,730	12,945	0,021505	0,037873	0,163	0,002108
Sc Total															0,047378
H Initial															9,609

Potongan B variasi tinggi beban timbunan 10 m

Ytimb (t/m ³)	2.051026	t/m ³	B1	3	m	B3	3	m	banjambu	10	m	Htraffic	0.097512	m	qttotal	21.70026	t/m ²	z (m)	ysat	yw	y'	σ ₀	α ₁	α ₂	α ₃	α ₄	qttotal	Δσ ₁	Δσ ₂	2Δσ	E	m1	lp	μ	Sc		
Kedalaman Lapisan H (m)	10.5802	m	B2	18.00	m	B4	22.5	m	Hpavemen	0.482685	m																										
0-1	1	0.5	2.064	1	1.064	0.532	0.141	1.406	0.146	1.406	0.532	0.141	1.406	0.146	1.406	21.70	10.848	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	10.849	0.003171		
1-2	1	1.5	2.064	1	1.064	1.596	0.392	1.107	0.405	1.107	1.596	0.392	1.107	0.405	1.107	21.70	10.809	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	10.817	0.003361		
2-3	1	2.5	2.064	1	1.064	2.66	0.576	0.876	0.597	0.876	2.66	0.576	0.876	0.597	0.876	21.70	10.895	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	10.725	0.003663		
3-4	1	3.5	2.058	1	1.058	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	3.721	0.697	0.709	0.726	0.709	21.70	10.512	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	10.576	0.003862		
4-5	1	4.5	2.058	1	1.058	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	4.779	0.772	0.588	0.808	0.588	21.70	10.280	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	10.388	0.003949		
5-6	1	5.5	2.04	1	1.04	5.828	0.815	0.489	0.859	0.489	5.828	0.815	0.489	0.859	0.489	21.700262	10.019	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	10.174	0.003942		
6-7	1	6.5	2.04	1	1.04	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	6.888	0.838	0.432	0.889	0.432	21.700262	9.742	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	9.945	0.003963		
7-8	1	7.5	2.04	1	1.04	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	7.908	0.847	0.381	0.904	0.381	21.700262	9.456	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	9.707	0.002382	
8-9	1	8.5	2.056	1	1.056	8.956	0.847	0.339	0.910	0.339	8.956	0.847	0.339	0.910	0.339	21.700262	9.168	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	9.466	0.003011	
9-10	1	9.5	2.056	1	1.056	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	10.012	0.840	0.306	0.908	0.306	21.700262	8.883	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	9.223	0.002936	
10-11	1	10.5	2.056	1	1.056	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	11.068	0.829	0.278	0.902	0.278	21.700262	8.602	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	8.983	0.002842	
11-12	1	11.5	2.056	1	1.056	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	12.124	0.815	0.255	0.892	0.255	21.700262	8.327	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	8.745	0.002759
12-13	1	12.5	1.987	1	0.987	13.1455	0.798	0.236	0.886	0.236	13.1455	0.798	0.236	0.886	0.236	21.700262	8.061	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	8.512	0.002688
13-14	1	13.5	1.987	1	0.987	14.1325	0.781	0.219	0.865	0.219	14.1325	0.781	0.219	0.865	0.219	21.700262	7.803	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	0.002619
14-15	1	14.5	1.987	1	0.987	15.1195	0.762	0.204	0.850	0.204	15.1195	0.762	0.204	0.850	0.204	21.700262	7.554	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	8.061	0.002542
15-16	1	15.5	1.987	1	0.987	16.1065	0.744	0.191	0.833	0.191	16.1065	0.744	0.191	0.833	0.191	21.700262	7.314	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	7.845	0.002468
16-17	1	16.5	1.987	1	0.987	17.0935	0.725	0.180	0.817	0.180	17.0935	0.725	0.180	0.817	0.180	21.700262	7.085	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	7.635	0.002397
17-18	1	17.5	1.987	1	0.987	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	18.0805	0.706	0.170	0.800	0.170	21.700262	6.864	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	7.432	0.002328
																	Sc Total												H Inisial						10.606		

Potongan C variasi tinggi beban timbunan 8 m

No	Kedalaman	T/m3 Himb total	T/m2	B1 B2	3 18.00	m m	B3 B4	22.5	3	m m	Hbeban timbunan H Pavement	8	0.09751242 0.482485204	m m	α1 (rad)	α2 (rad)
α3 (rad)	α4 (rad)	qtotal	Δα1 (t/m ²)	Δα2 (t/m ²)	2Δα (t/m ²)	wc (%)	LL (%)	Cs	eo	Cc	Sc total H Inisial (m)					
1	0-1	2,0510262	17,5982096	8,798	17,598	OC2	11,91	*	0,486			0,141	1,406			
2	1-2	8,580197367	17,5982096	8,798	17,598	OC2	11,91	*	0,486			0,141	1,406			
3	2-3			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
4	3-4			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
5	4-5			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
6	5-6			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
7	6-7			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
8	7-8			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
9	8-9			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
10	9-10			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
11	10-11			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
12	11-12			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
13	12-13			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
14	13-14			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
15	14-15			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
16	15-16			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
17	16-17			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			
18	17-18			8,798	17,598	OC2	62,88	62	0,143077888	1,696	0,1616	0,166	0,166			

Potongan C variasi tinggi beban timbunan 9 m

No	Y tmb (t/m3) H tmb total	t/m3		B1		B3		B4		3		9		m	
		Tebal	Lapisan H	z (m)	ysat (t/m3)	2ter (t/m2)	Δσ1 (t/m2)	Δσ2 (t/m2)	2ter (t/m2)	wt (%)	LL (%)	Cs	eo	α1 (rad)	α2 (rad)
1	0-1	1	0.5	2.087	0	19.646	9.823	19.646	OC2	11.91	*	0.486	0.09751262	0.482868204	1.406
2	1-2	1	1.5	2.087	0	19.646	9.823	19.646	OC2	11.91	*	0.486	0.09751262	0.482868204	1.406
3	2-3	1	2.5	1.628	1	19.395	9.795	19.395	OC2	62.88	62	1.696	0.61593408	0.162	1.107
4	3-4	1	3.5	1.628	1	18.715	9.406	18.715	OC2	62.88	62	1.696	0.61593408	0.160	1.076
5	4-5	1	4.5	1.628	1	18.285	9.072	18.285	OC2	53.64	60.8	1.508	0.53042632	0.128	0.709
6	5-6	1	5.5	1.668	1	17.826	8.821	17.826	OC2	53.64	60.8	1.508	0.53042632	0.119	0.588
7	6-7	1	6.5	1.668	1	17.352	8.562	17.352	OC2	54.86	65.1	1.508	0.53042632	0.111	0.499
8	7-8	1	7.5	1.668	1	16.873	8.302	16.873	OC2	54.86	65.1	1.571	0.58144633	0.111	0.432
9	8-9	1	8.5	1.637	1	16.395	8.043	16.395	OC2	54.86	65.1	1.571	0.58144633	0.104	0.381
10	9-10	1	9.5	1.637	1	15.922	7.789	15.922	OC2	54.86	65.1	1.571	0.58144633	0.097	0.319
11	10-11	1	10.5	1.637	1	15.459	7.540	15.459	OC2	50.54	61.3	1.391	0.48933453	0.082	0.306
12	11-12	1	11.5	1.689	1	15.006	7.299	15.006	OC2	50.54	61.3	1.391	0.48933453	0.082	0.278
13	12-13	1	12.5	1.689	1	14.566	7.051	14.566	OC2	50.54	61.3	1.391	0.48933453	0.077	0.255
14	13-14	1	13.5	1.689	1	14.135	6.811	14.135	OC2	50.54	61.3	1.391	0.48933453	0.078	0.236
15	14-15	1	14.5	2.063	1	13.716	6.572	13.716	OC2	18.13	*	0.576	0.48933453	0.072	0.219
16	15-16	1	15.5	2.063	1	13.307	6.333	13.307	OC2	18.13	*	0.576	0.48933453	0.072	
17	16-17	1	16.5	2.063	1	12.908	6.094	12.908	OC2	18.13	*	0.576	0.48933453	0.072	
18	17-18	1	17.5	2.063	1	12.519	5.855	12.519	OC2	18.13	*	0.576	0.48933453	0.072	

Σ total
H Initial (m)
1.388
10.257

Potongan D variasi tinggi beban timbunan 8 m

Y time (t/m3)		t/m3		B1		3		B3		3		8		m	
H timb		m		B2		18,00		B4		22,5		Hbeban timbunan		m	
total		t/m2		Tebal Lapisan H		z (m)		Ysat (t/m3)		Yw (t/m3)		Y' (t/m3)		σ'v (t/m2)	
No	Kedalaman	total	(m)	1	0-1	0,5	2,087	0	2,087	1,0435	0,8	1,8435	α1 (rad)	α2 (rad)	α3 (rad)
1	0-1	17,60	1,406	1	0-1	0,5	2,087	0	2,087	1,0435	0,8	1,8435	0,141	0,141	1,406
2	1-2	17,60	1,406	1	1-5	1,5	2,087	1	1,087	2,4305	0,8	3,2305	0,392	0,392	1,107
3	2-3	17,60	1,406	1	2,5	2,5	1,628	1	0,628	3,288	0,8	4,088	0,576	0,576	0,876
4	3-4	17,5982096	1,398	1	3,5	3,5	1,628	1	0,628	3,916	0,8	4,716	0,697	0,697	0,709
5	4-5	17,5982096	1,398	1	4,5	4,5	1,628	1	0,628	4,544	0,8	5,344	0,772	0,772	0,588
6	5-6	17,5982096	1,398	1	5,5	5,5	1,668	1	0,668	5,192	0,8	5,992	0,815	0,815	0,499
7	6-7	17,5982096	1,398	1	6,5	6,5	1,668	1	0,668	5,86	0,8	6,66	0,838	0,838	0,432
8	7-8	17,5982096	1,398	1	7,5	7,5	1,668	1	0,668	6,528	0,8	7,328	0,847	0,847	0,381
9	8-9	17,5982096	1,398	1	8,5	8,5	1,637	1	0,637	7,1905	0,8	7,9905	0,847	0,847	0,339
10	9-10	17,5982096	1,398	1	9,5	9,5	1,637	1	0,637	7,8175	0,8	8,6175	0,840	0,840	0,306
11	10-11	17,5982096	1,398	1	10,5	10,5	1,637	1	0,637	8,4545	0,8	9,2545	0,829	0,829	0,278
12	11-12	17,5982096	1,398	1	11,5	11,5	1,669	1	0,669	9,1175	0,8	9,9175	0,815	0,815	0,255
13	12-13	17,5982096	1,398	1	12,5	12,5	1,669	1	0,669	9,8065	0,8	10,6065	0,798	0,798	0,236
14	13-14	17,5982096	1,398	1	13,5	13,5	1,669	1	0,669	10,4955	0,8	11,2955	0,781	0,781	0,219
15	14-15	17,5982096	1,398	1	14,5	14,5	2,053	1	1,053	11,3665	0,8	12,1665			
16	15-16	17,5982096	1,398	1	15,5	15,5	2,053	1	1,053	12,4195	0,8	13,2195			
17	16-17	17,5982096	1,398	1	16,5	16,5	2,053	1	1,053	13,4725	0,8	14,2725			
18	17-18	17,5982096	1,398	1	17,5	17,5	2,053	1	1,053	14,5255	0,8	15,3255			

α3 (rad)	α4 (rad)	qtotal	Δσ1 (t/m2)	Δσ2 (t/m2)	2Δσ (t/m2)	wc (%)	LL (%)	Cs	eo	Cc	Sc (m)
0,146	1,406	17,60	8,798	8,798	17,596	11,91	*		0,486		
0,405	1,107	17,60	8,776	8,772	17,538	11,91	*		0,486		
0,597	0,876	17,60	8,673	8,698	17,371	62,88	62	0,143077868	1,696	0,616	0,166
0,726	0,709	17,5982096	8,525	8,577	17,102	62,88	62	0,143077868	1,696	0,61693408	0,163
0,808	0,688	17,5982096	8,337	8,424	16,761	62,88	62	0,143077868	1,696	0,61693408	0,141
0,859	0,689	17,5982096	8,125	8,251	16,376	53,64	60,8	0,119744692	1,508	0,53042632	0,121
0,889	0,432	17,5982096	7,900	8,065	15,965	53,64	60,8	0,119744692	1,508	0,53042632	0,112
0,904	0,381	17,5982096	7,669	7,872	15,541	53,64	60,8	0,119744692	1,508	0,53042632	0,104
0,910	0,339	17,5982096	7,435	7,676	15,112	54,86	65,1	0,130392392	1,571	0,58144533	0,103
0,908	0,306	17,5982096	7,204	7,480	14,683	54,86	65,1	0,130392392	1,571	0,58144533	0,096
0,902	0,278	17,5982096	6,976	7,285	14,260	54,86	65,1	0,130392392	1,571	0,58144533	0,090
0,892	0,255	17,5982096	6,753	7,092	13,845	50,54	61,3	0,13686832	1,391	0,48833453	0,076
0,879	0,236	17,5982096	6,537	6,903	13,440	50,54	61,3	0,13686832	1,391	0,48833453	0,071
0,865	0,219	17,5982096	6,328	6,718	13,045	50,54	61,3	0,13686832	1,391	0,48833453	0,067
						18,13	*		0,576		
						18,13	*		0,576		
						18,13	*		0,576		
										Sc total	1,300
										H Inisial (m)	9,214

Potongan D variasi tinggi beban timbunan 9 m

Y tmb (t/m3)		t/m3		B1		3		B3		3		m		9		m	
H tmb		m		B2		38.00		m		22.5		m		H tmb		m	
Gtotal		t/m2		Tebal lapisan H		ysat (t/m3)		yw (t/m3)		γ (t/m3)		σ'v (t/m2)		α1 (rad)		α2 (rad)	
No	0-1	1	0.5	z (m)	Δe2 (t/m2)	Δe1 (t/m2)	2Δe (t/m2)	wc (%)	LL (%)	Cs	eo	Cc	Sc (m)				
1	0.41	19.65	8.23	19.65	8.23	19.65	OC2	11.91	*		0.486						
2	1.2	19.65	9.786	19.65	9.786	19.382	OC2	11.91	*		0.486						
3	2.3	19.65	9.684	19.65	9.577	19.395	OC2	62.88	62	0.43077888	1.696	0.616	0.175				
4	3.4	19.65	9.406	19.65	9.406	18.715	OC2	62.88	62	0.43077888	1.696	0.61693408	0.162				
5	4.6	19.65	9.072	19.65	9.072	18.285	OC2	53.64	60.8	0.119144982	1.508	0.53042832	0.128				
6	5.6	19.65	8.821	19.65	8.821	17.826	OC2	53.64	60.8	0.119144982	1.508	0.53042832	0.119				
7	7.7	19.65	8.562	19.65	8.562	17.352	OC2	53.64	60.8	0.119144982	1.508	0.53042832	0.111				
8	8.9	19.65	8.302	19.65	8.302	16.873	OC2	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144633	0.111				
9	10-11	19.65	8.043	19.65	8.043	16.395	OC2	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144633	0.104				
10	11-12	19.65	7.789	19.65	7.789	15.922	OC2	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144633	0.097				
11	12-13	19.65	7.540	19.65	7.540	15.459	OC2	50.54	61.3	0.13869832	1.391	0.48932453	0.082				
12	13-14	19.65	7.299	19.65	7.299	15.006	OC2	50.54	61.3	0.13869832	1.391	0.48932453	0.072				
13	14-15	19.65	7.065	19.65	7.065	14.566	OC2	50.54	61.3	0.13869832	1.391	0.48932453	0.072				
14	15-16	19.65	6.832	19.65	6.832	14.133		18.13	*		0.576						
15	16-17	19.65	6.600	19.65	6.600	13.707		18.13	*		0.576						
16	17-18	19.65	6.368	19.65	6.368	13.282		18.13	*		0.576						
17																	
18																	
													Sc total	1.388			
													H initial (m)	10.257			

Potongan D variasi tinggi beban timbunan 13 m

Y timb (t/m ³)		t/m ³		B1		3		83		3		m		H-beban timbunan		13		m	
H timb		t/m ²		B2		18.00		B4		22.5		m		Hraffic		0.097512162		m	
total		27.853406												H pavement		0.482885204		m	
No	Kedalaman	z (m)	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	γw (t/m ³)	γ' (t/m ³)	σ ₀ (t/m ²)	h fluktuasi (m)	σ _{rc} (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α _z (rad)						
1	0-1	1	0.5	2.067	0	2.087	1.0435	0.8	1.8435	0.141	0.141	1.406							
2	1-2	1	1.5	2.067	1	1.087	2.4305	0.8	3.2305	0.392	0.392	1.107							
3	2-3	1	2.5	1.628	1	0.628	3.268	0.8	4.098	0.576	0.576	0.876							
4	3-4	1	3.5	1.628	1	0.628	3.918	0.8	4.716	0.697	0.697	0.709							
5	4-5	1	4.5	1.628	1	0.628	4.544	0.8	5.344	0.772	0.772	0.588							
6	5-6	1	5.5	1.668	1	0.668	5.192	0.8	5.992	0.815	0.815	0.499							
7	6-7	1	6.5	1.668	1	0.668	5.86	0.8	6.66	0.838	0.838	0.432							
8	7-8	1	7.5	1.668	1	0.668	6.592	0.8	7.292	0.847	0.847	0.381							
9	8-9	1	8.5	1.637	1	0.637	7.1665	0.8	7.8665	0.847	0.847	0.339							
10	9-10	1	9.5	1.637	1	0.637	7.8175	0.8	8.6175	0.840	0.840	0.306							
11	10-11	1	10.5	1.637	1	0.637	8.4545	0.8	9.2545	0.829	0.829	0.278							
12	11-12	1	11.5	1.689	1	0.689	9.1175	0.8	9.9175	0.815	0.815	0.255							
13	12-13	1	12.5	1.689	1	0.689	9.8065	0.8	10.5065	0.798	0.798	0.236							
14	13-14	1	13.5	1.689	1	0.689	10.4955	0.8	11.1955	0.781	0.781	0.219							
15	14-15	1	14.5	2.053	1	1.053	11.3665	0.8	12.1665										
16	15-16	1	15.5	2.053	1	1.053	12.4195	0.8	13.2195										
17	16-17	1	16.5	2.053	1	1.053	13.4725	0.8	14.2725										
18	17-18	1	17.5	2.053	1	1.053	14.5255	0.8	15.3255										
α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	total	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	wc (%)	ll (%)	C _s	e _o	C _c	α _z (rad)	α _z (rad)							
0.146	1.406	27.85	13.924	13.925	27.849	11.91	*		0.466										
0.405	1.107	27.85	13.874	13.884	27.759	11.91	*		0.466										
0.597	0.876	27.85	13.728	13.766	27.494	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.616	0.205							
0.726	0.709	27.853406	13.492	13.575	27.068	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.616	0.191							
0.808	0.588	27.853406	13.195	13.333	26.529	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.616	0.178							
0.859	0.499	27.853406	12.860	13.059	25.919	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.616	0.154							
0.889	0.432	27.853406	12.504	12.765	25.268	60.8	60.8	0.119144992	1.508	0.53042832	0.53042832	0.144							
0.904	0.381	27.853406	12.137	12.459	24.597	60.8	60.8	0.119144992	1.508	0.53042832	0.53042832	0.135							
0.910	0.339	27.853406	11.768	12.149	23.918	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.58144533	0.136							
0.908	0.306	27.853406	11.401	11.839	23.240	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.58144533	0.128							
0.902	0.278	27.853406	11.041	11.530	22.570	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.58144533	0.121							
0.892	0.255	27.853406	10.688	11.225	21.913	50.94	61.3	0.113686832	1.391	0.48933453	0.48933453	0.103							
0.879	0.236	27.853406	10.346	10.925	21.272	50.94	61.3	0.113686832	1.391	0.48933453	0.48933453	0.097							
0.865	0.219	27.853406	10.015	10.633	20.648	50.94	61.3	0.113686832	1.391	0.48933453	0.48933453	0.092							
						18.13	*		0.576										
						18.13	*		0.576										
						18.13	*		0.576										
						18.13	*		0.576										
											S _c total	1.685							
											H initial (m)	14.402							

Potongan E variasi tinggi beban timbunan 10 m

Y tmb (t/m3)		t/m3		B1		3		B3		3		m		Hbeban timbunan		10		m						
H tmb		m		B2		18.00		B4		22.5		m		H traffic		0.097512162		m						
total		T/m2		Tebal Lapisan H		z (m)		ysat (t/m3)		yw (t/m3)		Y' (t/m3)		σ'c1 (t/m2)		h fluktuasi (m)		σ'c (t/m2)		α1 (rad)		α2 (rad)		
No	Kedalaman	1	1	0.5	2.097	0	2.097	1.0435	0.8	1.8435	0.141	1.406	1.406											
1	0-1	1	1	1.5	2.097	1	1.087	2.4305	0.8	3.2305	0.392	1.107	1.107											
2	1-2	1	1	2.5	1.628	1	0.628	3.288	0.8	4.088	0.576	0.876	0.876											
3	2-3	1	1	3.5	1.628	1	0.628	3.916	0.8	4.716	0.697	0.709	0.709											
4	3-4	1	1	4.5	1.628	1	0.628	4.544	0.8	5.344	0.772	0.588	0.588											
5	4-5	1	1	5.5	1.668	1	0.668	5.192	0.8	5.992	0.815	0.469	0.469											
6	5-6	1	1	6.5	1.668	1	0.668	5.86	0.8	6.66	0.832	0.432	0.432											
7	6-7	1	1	7.5	1.668	1	0.668	6.528	0.8	7.328	0.847	0.381	0.381											
8	7-8	1	1	8.5	1.637	1	0.637	7.1805	0.8	7.9805	0.847	0.339	0.339											
9	8-9	1	1	9.5	1.637	1	0.637	7.8175	0.8	8.6175	0.840	0.296	0.296											
10	9-10	1	1	10.5	1.637	1	0.637	8.4545	0.8	9.2545	0.829	0.278	0.278											
11	10-11	1	1	11.5	1.689	1	0.689	8.1175	0.8	8.9175	0.815	0.255	0.255											
12	11-12	1	1	12.5	1.689	1	0.689	9.0665	0.8	10.0665	0.796	0.236	0.236											
13	12-13	1	1	13.5	1.689	1	0.689	10.4965	0.8	11.2965	0.781	0.219	0.219											
14	13-14	1	1	14.5	2.053	1	1.053	11.3865	0.8	12.1865														
15	14-15	1	1	15.5	2.053	1	1.053	12.4195	0.8	13.2195														
16	15-16	1	1	16.5	2.053	1	1.053	13.4725	0.8	14.2725														
17	16-17	1	1	17.5	2.053	1	1.053	14.5255	0.8	15.3255														
18	17-18	1	1																					
α3 (rad)	α4 (rad)	qtotal	Δα1 (t/m2)	2Δα2 (t/m2)	Δα3 (t/m2)	2Δα4 (t/m2)	wc (%)	Lt (%)	Cs	eo	Cc	Sc (m)	H initial (m)	Sc total	1.470									
0.146	1.406	21.70	10.848	21.697	10.849	21.697	11.91	*		0.486														
0.405	1.107	21.70	10.909	21.626	10.817	21.626	11.91	*		0.486														
0.597	0.876	21.70	10.895	10.725	10.817	21.420	62.88	62	0.143077888	1.696	0.616	0.184												
0.726	0.726	21.700262	10.512	21.098	10.576	21.098	62.88	62	0.143077888	1.696	0.61593408	0.170												
0.808	0.598	21.700262	10.280	20.668	10.280	20.668	62.88	62	0.143077888	1.696	0.61593408	0.158												
0.859	0.499	21.700262	10.019	20.193	10.174	20.193	53.64	60.8	0.11944992	1.508	0.53042832	0.136												
0.889	0.432	21.700262	9.742	19.686	9.945	19.686	53.64	60.8	0.11944992	1.508	0.53042832	0.126												
0.904	0.381	21.700262	9.456	19.163	9.707	19.163	53.64	60.8	0.11944992	1.508	0.53042832	0.118												
0.910	0.339	21.700262	9.168	18.634	9.466	18.634	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.118												
0.908	0.306	21.700262	8.883	18.106	9.223	18.106	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.110												
0.902	0.276	21.700262	8.602	17.584	8.963	17.584	54.86	65.1	0.130392392	1.571	0.58144533	0.104												
0.892	0.255	21.700262	8.327	17.072	8.745	17.072	50.54	61.3	0.113685932	1.391	0.48933453	0.088												
0.879	0.236	21.700262	8.061	16.572	8.512	16.572	50.54	61.3	0.113685932	1.391	0.48933453	0.083												
0.865	0.219	21.700262	7.803	16.096	8.284	16.096	50.54	61.3	0.113685932	1.391	0.48933453	0.078												
							18.13	*		0.576														
							18.13	*		0.576														
							18.13	*		0.576														
							18.13	*		0.576														

Potongan E variasi tinggi beban timbunan 13 m

Y tmb(t/m ³)		t/m ³		B1		3		B3		3		H beban timbunan		13		m		
H tmb		t/m ²		B2		18.00		B4		22.5		H pavement		0.097512162		m		
qt total		Tebal Lapisan H		z (m)		ysat(t/m ³)		yw(t/m ³)		Y' (t/m ³)		σ _v (t/m ²)		h fluktuasi		m		
qt total		kedalaman		z (m)		ysat(t/m ³)		yw(t/m ³)		Y' (t/m ³)		σ _v (t/m ²)		h fluktuasi		m		
No	α3 (rad)	α4 (rad)	qt total	Δσ1 (t/m ²)	Δσ2 (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	wc (%)	LL (%)	Cs	eo	Cc	Sc(m)	α1 (rad)	α2 (rad)	σ _v (t/m ²)	σ _c (t/m ²)	σ _t (t/m ²)	σ _c (t/m ²)
1	0-1	1	0.5	2.087	0	2.087	1.0435	0.8	1.8435	0.141		1.406	0.141	1.406	1.8435	0.392	1.107	
2	1-2	1	1.5	2.087	1	2.087	2.4305	0.8	3.2305	0.8		1.07	0.392	1.07	3.2305	0.576	0.876	
3	2-3	1	2.5	1.628	1	1.628	3.288	0.8	4.088	0.8		0.709	0.576	0.709	4.088	0.697	0.709	
4	3-4	1	3.5	1.628	1	1.628	3.916	0.8	4.716	0.8		0.588	0.697	0.588	4.716	0.772	0.588	
5	4-5	1	4.5	1.628	1	1.628	4.544	0.8	5.344	0.8		0.489	0.772	0.489	5.344	0.838	0.489	
6	5-6	1	5.5	1.668	1	1.668	5.192	0.8	5.992	0.8		0.432	0.838	0.432	5.992	0.847	0.432	
7	6-7	1	6.5	1.668	1	1.668	5.86	0.8	6.66	0.8		0.381	0.847	0.381	6.66	0.840	0.381	
8	7-8	1	7.5	1.668	1	1.668	6.528	0.8	7.328	0.8		0.306	0.840	0.306	7.328	0.815	0.306	
9	8-9	1	8.5	1.637	1	1.637	7.1805	0.8	7.9805	0.8		0.255	0.815	0.255	7.9805	0.798	0.255	
10	9-10	1	9.5	1.637	1	1.637	7.8175	0.8	8.6175	0.8		0.236	0.798	0.236	8.6175	0.781	0.236	
11	10-11	1	10.5	1.689	1	1.689	8.4545	0.8	9.2545	0.8		0.219	0.781	0.219	9.2545			
12	11-12	1	11.5	1.689	1	1.689	8.1175	0.8	9.9175	0.8								
13	12-13	1	12.5	1.689	1	1.689	8.0665	0.8	10.6065	0.8								
14	13-14	1	13.5	1.689	1	1.689	10.4955	0.8	11.2955	0.8								
15	14-15	1	14.5	2.053	1	2.053	11.3865	0.8	12.1665	0.8								
16	15-16	1	15.5	2.053	1	2.053	12.4195	0.8	13.2195	0.8								
17	16-17	1	16.5	2.053	1	2.053	13.4725	0.8	14.2725	0.8								
18	17-18	1	17.5	2.053	1	2.053	14.5255	0.8	15.2555	0.8								

α3 (rad)	α4 (rad)	qt total	Δσ1 (t/m ²)	Δσ2 (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	wc (%)	LL (%)	Cs	eo	Cc	Sc(m)
0.146	1.406	27.85	13.924	13.925	27.849	11.91	*		0.486		
0.405	1.107	27.85	13.874	13.884	27.759	11.91	*		0.486		
0.587	0.876	27.85	13.728	13.766	27.494	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.726	0.709	27.853406	13.492	13.575	27.068	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.808	0.588	27.853406	13.185	13.333	26.529	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.889	0.489	27.853406	12.860	13.059	25.919	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.904	0.432	27.853406	12.504	12.765	25.268	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.910	0.381	27.853406	12.137	12.459	24.597	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.910	0.339	27.853406	11.768	12.149	23.918	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.908	0.306	27.853406	11.401	11.839	23.240	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.902	0.278	27.853406	11.041	11.530	22.570	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.892	0.255	27.853406	10.688	11.225	21.913	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.879	0.236	27.853406	10.346	10.925	21.272	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205
0.865	0.219	27.853406	10.015	10.633	20.648	62	62	0.143077888	1.696	0.616	0.205

Sc total		H initial (m)	
1.685	14.402		

6. Potongan F variasi tinggi beban timbunan 6 m

Keblamaan	Tebal Lapisan H (m)	z (m)	ysat (t/m ³)	yw (t/m ³)	y' (t/m ³)	σ ₀ (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	qtotal	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	2Δσ ₁ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	lp	μ	Sc (m)	
ytimb (t/m ³) 2.051026	B1	3	m	B3	3	m	ban timbu	6	m											
Htimb 6.580197	m	B2	18.00	m	B4	22.5	m	Htraffic	0.097512	m										
qtotal 13.496516	t/m ²						H pavemen	0.482685	m											
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	13.50	6.747	6.747	13.494	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002389	
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	0.405	1.107	13.50	6.723	6.728	13.450	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002381	
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	13.50	6.662	6.670	13.322	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002358	
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	13.50	6.538	6.578	13.115	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002322	
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	13.50	6.394	6.461	12.854	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002276	
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.499	0.859	0.499	13.496157	6.231	6.328	12.559	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002159	
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	13.496157	6.059	6.185	12.244	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002105	
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	13.496157	5.881	6.037	11.918	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002049	
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7395	0.847	0.339	0.910	0.339	13.496157	5.702	5.887	11.589	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.00175	
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	13.496157	5.525	5.736	11.261	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001701	
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	13.496157	5.350	5.587	10.936	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001552	
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	13.496157	5.179	5.439	10.618	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.00161	
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.879	0.236	13.496157	5.013	5.294	10.307	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001563	
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	13.496157	4.853	5.152	10.005	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001517	
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	13.496157	4.698	5.014	9.712	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001181	
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	13.496157	4.549	4.879	9.428	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001147	
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	13.496157	4.406	4.749	9.155	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001114	
Sc Total																			0.031274	
H inisial																			6.995	

Potongan F variasi tinggi beban timbunan 7 m

y timb (t/m3)		2.051026		t/m3		Bl		3		m		83		3		m		ban timbu		7		m		
Himb		7.580197		m		B2		18.00		m		84		22.5		m		H traffic		0.097512		m		
q total		15.54718		t/m2														H pemaven		0.482685		m		
Kedalaman	Tebal	z (m)	ysat	yw	y'	σ_0	α_1	α_2	α_3	α_4	q total	Δr_1	Δr_2	$2\Delta r$	E	m1	Ip	μ	Sc (m)					
(m)	(m)		(t/m3)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)									
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	15.55	7.772	7.773	15.545	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002752					
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.382	1.107	0.465	1.107	15.55	7.744	7.760	15.494	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002743					
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	15.55	7.662	7.684	15.346	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002717					
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	15.55	7.531	7.577	15.109	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002675					
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	15.55	7.365	7.442	14.808	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002621					
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.499	0.869	0.499	15.547183	7.178	7.289	14.468	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002487					
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	15.547183	6.979	7.125	14.104	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002425					
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	15.547183	6.775	6.955	13.729	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002361					
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7385	0.847	0.339	0.910	0.339	15.547183	6.569	6.782	13.350	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.002016					
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	15.547183	6.364	6.608	12.972	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001959					
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	15.547183	6.163	6.436	12.598	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001903					
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.882	0.255	15.547183	5.966	6.265	12.232	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001855					
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.879	0.236	15.547183	5.775	6.098	11.873	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001801					
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	15.547183	5.590	5.935	11.525	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001748					
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.860	0.204	15.547183	5.412	5.776	11.187	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001361					
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	15.547183	5.240	5.621	10.861	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001321					
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	15.547183	5.076	5.470	10.546	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001283					
																			Sc Total	0.036027				
																			H initial	7.598				

Potongan F variasi tinggi beban timbunan 8 m

	Tebal	ysat	yw	y'	σ'o	α1	α2	α3	α4	qtotal	Δσ1	Δσ2	2Δσ	E	m1	Ip	μ	Sc	
	(m)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)		(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)					
y'timb	2.051026	t/m3	B1	3	m	B3	3	m	bantimbu	8	m								
H'timb	8.580197	m	B2	18.00	m	B4	22.5	m	H'traffic	0.097512	m								
qtotal	17.59821	t/m2							H'pavemen	0.482885	m								
Kedalaman		z (m)																	
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	8.798	8.798	17.596	975.383574	0.021505	0.097873	0.14	0.003115	
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	0.405	1.107	8.766	8.772	17.538	975.383574	0.021505	0.097873	0.14	0.003105	
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	8.673	8.698	17.371	975.383574	0.021505	0.097873	0.14	0.003075	
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	8.525	8.577	17.102	975.383574	0.021505	0.097873	0.14	0.003027	
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.598	0.808	0.598	8.337	8.424	16.761	975.383574	0.021505	0.097873	0.14	0.002967	
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.469	0.859	0.469	8.125	8.251	16.376	1002.28945	0.021505	0.097873	0.15	0.002816	
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	7.900	8.065	15.966	1002.28945	0.021505	0.097873	0.15	0.002745	
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	7.669	7.872	15.541	1002.28945	0.021505	0.097873	0.15	0.002672	
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7385	0.847	0.339	0.910	0.339	7.435	7.676	15.112	1183.2877	0.021505	0.097873	0.18	0.002282	
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	7.204	7.480	14.683	1183.2877	0.021505	0.097873	0.18	0.002218	
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	6.976	7.285	14.260	1183.2877	0.021505	0.097873	0.18	0.002154	
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	6.753	7.092	13.845	1126.15661	0.021505	0.097873	0.18	0.0021	
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.879	0.236	6.537	6.903	13.440	1126.15661	0.021505	0.097873	0.18	0.002038	
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	6.328	6.718	13.045	1126.15661	0.021505	0.097873	0.18	0.001978	
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	6.126	6.538	12.663	13644.5202	0.021505	0.097873	0.24	0.00154	
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	5.932	6.362	12.294	13644.5202	0.021505	0.097873	0.24	0.001495	
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	5.745	6.192	11.937	13644.5202	0.021505	0.097873	0.24	0.001452	
Sc Total																		0.040779	
H Inisial																		8.600	

Potongan F variasi tinggi beban timbunan 9 m

y timb (t/m ³) 2.051026 t/m ³		B1 3 m		B3 3 m		B4 22.5 m		m bantibu 9 m		m Htraffic 0.097512 m		m Hpavemen 0.482685 m		m						
Htimb 9.580197 m		B2 18.00 m		B3 3 m		B4 22.5 m		m bantibu 9 m		m Htraffic 0.097512 m		m Hpavemen 0.482685 m		m						
qtotal 19.64924 t/m ²		B1 3 m		B3 3 m		B4 22.5 m		m bantibu 9 m		m Htraffic 0.097512 m		m Hpavemen 0.482685 m		m						
Tebal Kedalaman Lapisan H (m)	ysat (t/m ³)	yw (t/m ³)	y' (t/m ³)	σ _o (t/m ²)	α ₁ (rad)	α ₂ (rad)	α ₃ (rad)	α ₄ (rad)	qtotal	Δσ ₁ (t/m ²)	Δσ ₂ (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	ε (t/m ²)	m1	ip	μ	Sc (m)			
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	1.406	0.146	1.406	1.406	9.823	9.823	19.646	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.009478
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	1.406	0.405	1.107	1.406	9.788	9.788	19.582	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.009467
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.876	0.597	0.876	0.876	9.684	9.711	19.385	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.009433
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.709	0.726	0.709	0.709	9.518	9.577	19.085	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.00338
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.588	0.808	0.588	0.588	9.309	9.406	18.715	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.003313
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.499	0.499	0.859	0.499	0.499	9.072	9.212	18.285	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.003144
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.432	0.889	0.432	0.432	8.821	9.005	17.826	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.003065
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.381	0.904	0.381	0.381	8.562	8.790	17.352	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002983
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7395	0.847	0.339	0.339	0.910	0.339	0.339	8.302	8.571	16.873	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.002548
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.306	0.908	0.306	0.306	8.043	8.352	16.395	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.002476
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.278	0.902	0.278	0.278	7.789	8.134	15.922	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.002405
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.255	0.892	0.255	0.255	7.540	7.919	15.459	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.002344
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.236	0.879	0.236	0.236	7.299	7.707	15.006	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.002276
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.219	0.865	0.219	0.219	7.065	7.501	14.566	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.002209
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.204	0.850	0.204	0.204	6.840	7.289	14.139	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.00172
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.191	0.833	0.191	0.191	6.623	7.104	13.727	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.00167
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.180	0.817	0.180	0.180	6.415	6.914	13.329	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001621
Sc Total 0.04532																				
H inisial 9.602																				

7. Potongan G variasi tinggi beban timbunan 3 m

Ytimb (t/m3)	2.051026	t/m3	B1	3	m	B3	3	m	ban timbu	3	m	total								
Htimb	3.702088	m	B2	18.00	m	B4	22.5	m	Htraffic	0.219402	m									
total	7.993079	t/m2	Hpavemen 0.482685																	
Tebal	Kedalaman	lapisan H	ysat	yw	Y' (t/m3)	σ_0 (t/m2)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	qtotal	$\Delta\sigma_1$	$\Delta\sigma_2$	$2\Delta\sigma_1$	E (t/m2)	m1	Ip	μ	Sc	
z (m)	(m)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)				(m)	
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	7.59	3.796	3.796	7.592	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.001344	
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	0.405	1.107	7.59	3.782	3.785	7.567	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.00134	
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	7.59	3.742	3.753	7.495	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.001327	
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	7.59	3.678	3.701	7.379	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.001316	
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	7.59	3.597	3.635	7.232	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.00128	
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.499	0.859	0.499	7.5930786	3.506	3.560	7.066	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002115	
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	7.5930786	3.409	3.480	6.888	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.001184	
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	7.5930786	3.309	3.397	6.705	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.001153	
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7395	0.847	0.339	0.910	0.339	7.5930786	3.208	3.312	6.520	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.000985	
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	7.5930786	3.108	3.227	6.335	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.000957	
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	7.5930786	3.010	3.143	6.153	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.000929	
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	7.5930786	2.914	3.060	5.974	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.000916	
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.882	0.236	7.5930786	2.820	2.978	5.799	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.00089	
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	7.5930786	2.730	2.899	5.629	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.000854	
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	7.5930786	2.643	2.821	5.464	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.000665	
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	7.5930786	2.559	2.745	5.304	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.000645	
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	7.5930786	2.479	2.672	5.151	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.000626	
																			Sc Total	0.017595
																			H Initial	3.711

Potongan G variasi tinggi beban timbunan 5 m

Y timb (t/m ³)	2.051026	t/m ³	B1	3	m	B3	3	m	bantimbu	5	m	total								
H timb	5.604575	m	B2	18.00	m	B4	22.5	m	H traffic	0.12189	m									
total	11.49513	t/m ²							H pavemen	0.482585	m									
Tebal Kedalaman Lapisan H (m)	0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	11.50	5.747	5.747	11.483	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002035
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	1.107	0.405	1.107	11.50	5.726	5.730	11.456	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002028
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.876	0.597	0.876	11.50	5.665	5.681	11.347	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002009
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	0.709	11.50	5.568	5.603	11.171	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.001978
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	0.588	11.50	5.446	5.503	10.948	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.001938
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.489	0.859	0.489	0.489	11.495131	5.308	5.388	10.687	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.001939
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	0.432	11.495131	5.160	5.268	10.428	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.001793
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	0.381	11.495131	5.009	5.142	10.151	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.001745
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.735	0.847	0.339	0.910	0.339	0.339	11.495131	4.857	5.014	9.871	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001491
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	0.306	11.495131	4.705	4.866	9.591	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001449
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	0.278	11.495131	4.557	4.738	9.315	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001407
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	0.255	11.495131	4.411	4.633	9.044	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001372
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.879	0.236	0.236	11.495131	4.270	4.509	8.779	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001331
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	0.219	11.495131	4.133	4.388	8.521	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001292
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	0.204	11.495131	4.001	4.270	8.272	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001006
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	0.191	11.495131	3.875	4.156	8.030	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.000977
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	0.180	11.495131	3.753	4.045	7.797	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.000948
											Sc Total		0.026637		H initial		5.608			

Potongan G variasi tinggi beban timbunan 6 m

Kedalaman	Tebal Lapisan H (m)	z (m)	ysat (t/m ³)	yw (t/m ³)	γ' (t/m ³)	σ' (t/m ²)	α1 (rad)	α2 (rad)	α3 (rad)	α4 (rad)	qtotal	Δσ1 (t/m ²)	Δσ2 (t/m ²)	2Δσ (t/m ²)	E (t/m ²)	m1	Ip Tengah-Tengah	μ	Sc Tengah-Tengah (m)
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	13.50	6.747	6.747	13.494	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002389
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	0.405	1.107	13.50	6.723	6.728	13.450	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002381
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	13.50	6.662	6.670	13.322	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002358
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	13.50	6.538	6.578	13.115	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002322
4-5	1	4.5	2.027	1	1.027	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	13.50	6.394	6.461	12.854	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002276
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.499	0.859	0.499	13.496157	6.231	6.328	12.559	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002159
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	13.496157	6.069	6.185	12.244	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002105
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	13.496157	5.881	6.037	11.918	10012.28045	0.021505	0.037873	0.15	0.002049
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7395	0.847	0.339	0.910	0.339	13.496157	5.702	5.887	11.589	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001715
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8045	0.840	0.306	0.908	0.306	13.496157	5.525	5.736	11.261	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001701
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8895	0.829	0.278	0.902	0.278	13.496157	5.350	5.637	10.936	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001652
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	13.496157	5.179	5.439	10.618	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.00161
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9895	0.798	0.236	0.879	0.236	13.496157	5.013	5.294	10.307	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001563
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	13.496157	4.863	5.162	10.005	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001517
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	13.496157	4.698	5.074	9.712	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001181
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	13.496157	4.549	4.879	9.428	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001147
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	13.496157	4.406	4.749	9.155	13644.52202	0.021505	0.037873	0.24	0.001114
Sc Total																			0.03174
H Inisial																			6.595

ytimb (t/m³) 2.051026 t/m³ B1 3 m B3 3 m bantimbu 6 m
 Htimb 6.580197 m B2 18.00 m B4 22.5 m Htraffic 0.097512 m
 qtotal 13.49616 t/m² Hpaavemen 0.482685 m

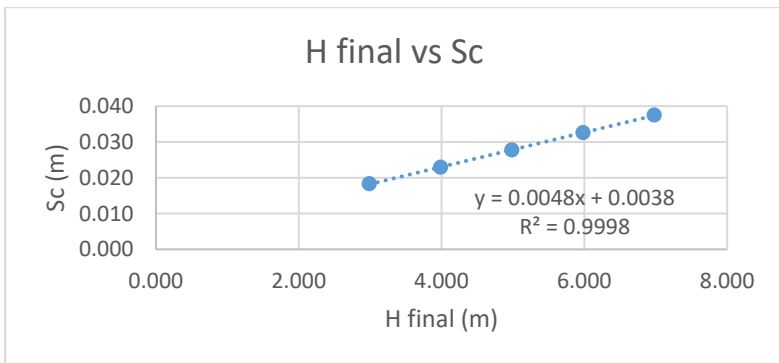
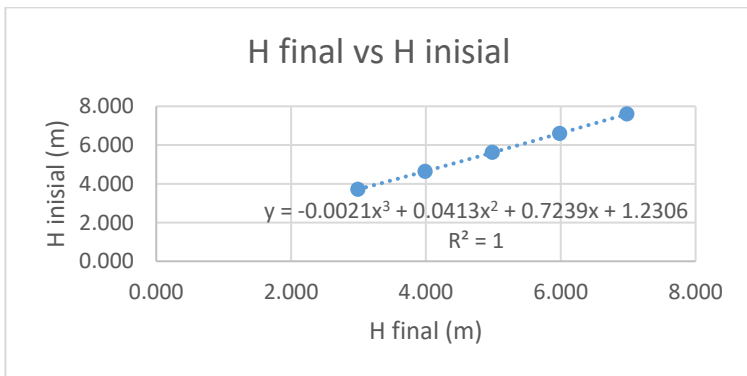
Potongan G variasi tinggi beban timbunan 7 m

Ytimb (t/m3)	2.05.026	t/m3	B1	3	m	B3	3	m	-banimbun	7	m	Htimb	7.580197	m	B4	22.5	m	Htraffic	0.097512	m	qttotal	15.54718	t/m2	Hpavemen	0.482685	m	Sc	Tengah-Tengah	μ	Ip	m1	E (t/m2)	2Δvt (t/m2)	Δσ2 (t/m2)	Δσ1 (t/m2)	qttotal	α4 (rad)	α3 (rad)	α2 (rad)	α1 (rad)	σo (t/m2)	Y (t/m3)	yw (t/m3)	ysat (t/m3)	z (m)	Tebal Kerdaman Lapisan H (m)	Sc	Tengah-Tengah	μ	Ip	m1	E (t/m2)	2Δvt (t/m2)	Δσ2 (t/m2)	Δσ1 (t/m2)	qttotal	α4 (rad)	α3 (rad)	α2 (rad)	α1 (rad)	σo (t/m2)	Y (t/m3)	yw (t/m3)	ysat (t/m3)	z (m)	Tebal Kerdaman Lapisan H (m)
0-1	1	0.5	2.027	1	1.027	0.5135	0.141	1.406	0.146	1.406	15.55	7.772	7.772	15.545	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002752																																															
1-2	1	1.5	2.027	1	1.027	1.5405	0.392	1.107	0.405	1.107	15.55	7.744	7.760	15.494	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002743																																															
2-3	1	2.5	2.027	1	1.027	2.5675	0.576	0.876	0.597	0.876	15.55	7.662	7.684	15.346	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002717																																															
3-4	1	3.5	2.027	1	1.027	3.5945	0.697	0.709	0.726	0.709	15.55	7.531	7.577	15.109	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002675																																															
4-5	1	4.5	2.024	1	1.024	4.6215	0.772	0.588	0.808	0.588	15.55	7.365	7.442	14.808	9753.383574	0.021505	0.037873	0.14	0.002621																																															
5-6	1	5.5	2.024	1	1.024	5.647	0.815	0.489	0.859	0.489	15.547183	7.178	7.288	14.468	10012.28945	0.021505	0.037873	0.15	0.002487																																															
6-7	1	6.5	2.024	1	1.024	6.671	0.838	0.432	0.889	0.432	15.547183	6.979	7.125	14.104	10012.28945	0.021505	0.037873	0.15	0.002425																																															
7-8	1	7.5	2.024	1	1.024	7.695	0.847	0.381	0.904	0.381	15.547183	6.775	6.955	13.729	10012.28945	0.021505	0.037873	0.15	0.002361																																															
8-9	1	8.5	2.065	1	1.065	8.7395	0.847	0.339	0.910	0.339	15.547183	6.569	6.782	13.350	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.002016																																															
9-10	1	9.5	2.065	1	1.065	9.8345	0.840	0.306	0.908	0.306	15.547183	6.364	6.608	12.972	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001959																																															
10-11	1	10.5	2.065	1	1.065	10.8695	0.829	0.278	0.902	0.278	15.547183	6.163	6.436	12.598	11283.22877	0.021505	0.037873	0.18	0.001903																																															
11-12	1	11.5	2.045	1	1.045	11.9245	0.815	0.255	0.892	0.255	15.547183	5.966	6.265	12.232	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001855																																															
12-13	1	12.5	2.045	1	1.045	12.9695	0.798	0.236	0.879	0.236	15.547183	5.775	6.098	11.873	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001801																																															
13-14	1	13.5	2.045	1	1.045	14.0145	0.781	0.219	0.865	0.219	15.547183	5.590	5.935	11.525	11236.15661	0.021505	0.037873	0.18	0.001748																																															
14-15	1	14.5	2.095	1	1.095	15.0845	0.762	0.204	0.850	0.204	15.547183	5.412	5.776	11.187	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001361																																															
15-16	1	15.5	2.095	1	1.095	16.1795	0.744	0.191	0.833	0.191	15.547183	5.240	5.621	10.861	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001321																																															
16-17	1	16.5	2.095	1	1.095	17.2745	0.725	0.180	0.817	0.180	15.547183	5.076	5.470	10.546	13644.5202	0.021505	0.037873	0.24	0.001283																																															
																									Sc Total	0.036027	H Inisial	7.598																																						

Lampiran 7. Perhitungan H-Inisial dan Sc

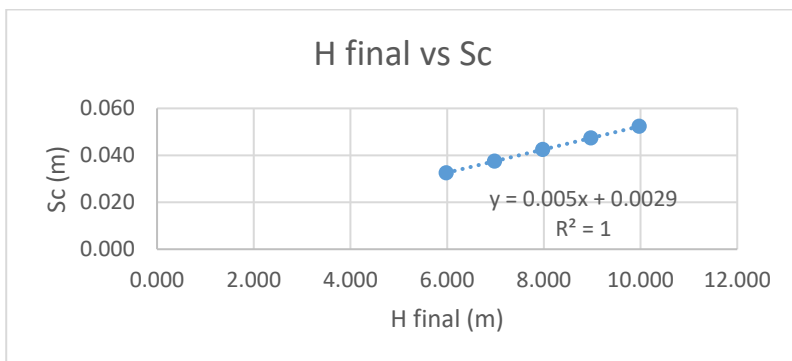
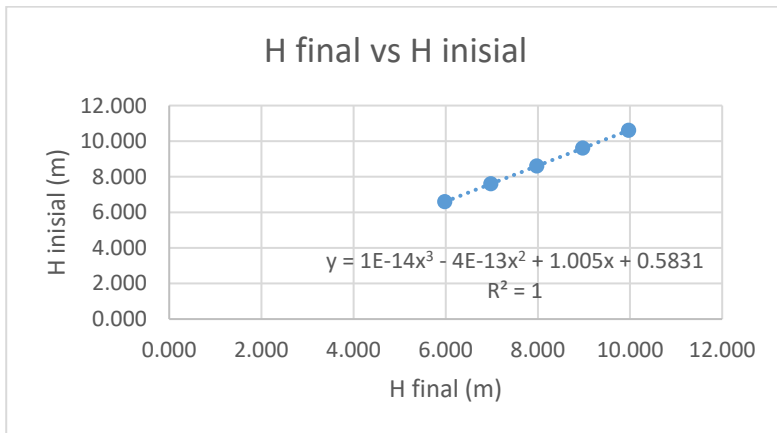
1. Potongan A

Htimb (m)	qttotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavemen t (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
3	7.59	3.711	0.219402	0.482685	0.018	2.991
4	9.49	4.640	0.146268	0.482685	0.023	3.988
5	11.50	5.618	0.12189	0.482685	0.028	4.986
6	13.50	6.596	0.097512	0.482685	0.033	5.983
7	15.55	7.598	0.097512	0.482685	0.037	6.981



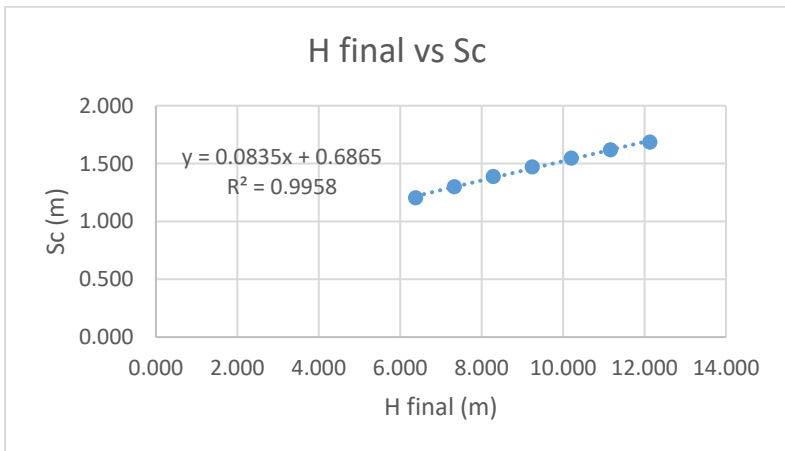
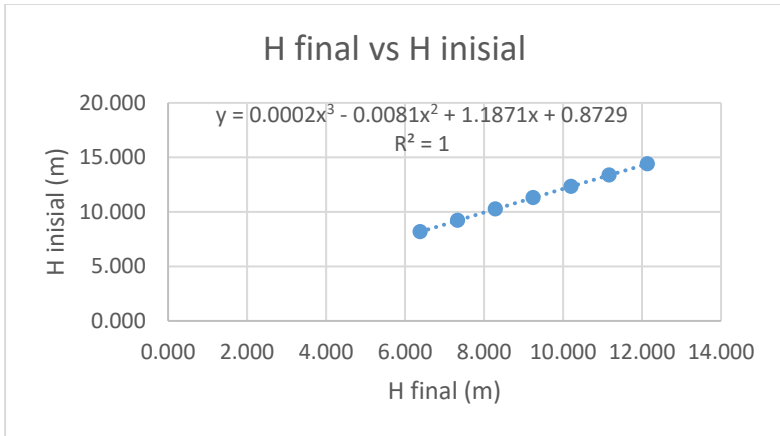
2. Potongan B

Htimb (m)	qtotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavemen t (m)	Sc (m)	H final (m)
A	B	C	D	E	F	
6	13.50	6.596	0.097512	0.482685	0.033	5.983
7	15.55	7.598	0.097512	0.482685	0.037	6.981
8	17.60	8.601	0.097512	0.482685	0.042	7.978
9	19.65	9.603	0.097512	0.482685	0.047	8.976
10	21.70	10.606	0.097512	0.482685	0.052	9.973



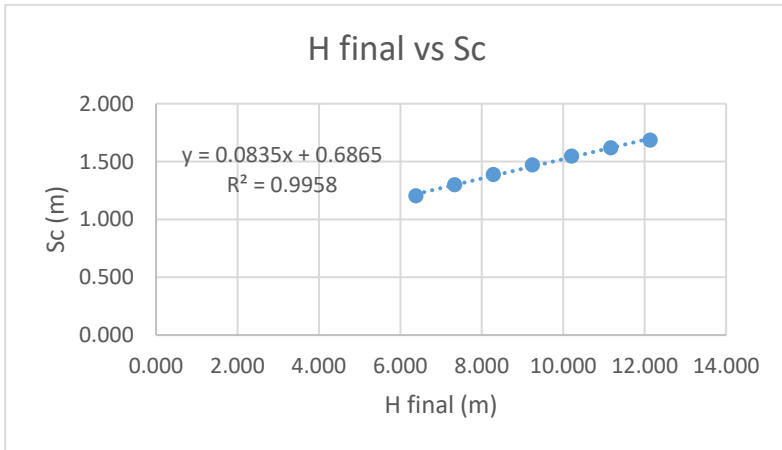
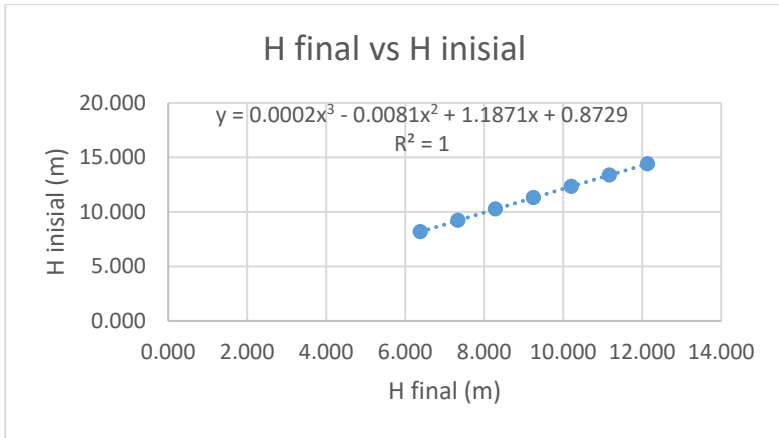
3. Potongan C

Htimb (m)	qttotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavement (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
7	15.55	8.167	0.097512162	0.482685204	1.203	6.383
8	17.60	9.214	0.097512162	0.482685204	1.300	7.334
9	19.65	10.257	0.097512162	0.482685204	1.388	8.289
10	21.70	11.297	0.097512162	0.482685204	1.470	9.247
11	23.75	12.334	0.097512162	0.482685204	1.546	10.208
12	25.80	13.369	0.097512162	0.482685204	1.618	11.171
13	27.85	14.402	0.097512162	0.482685204	1.685	12.136



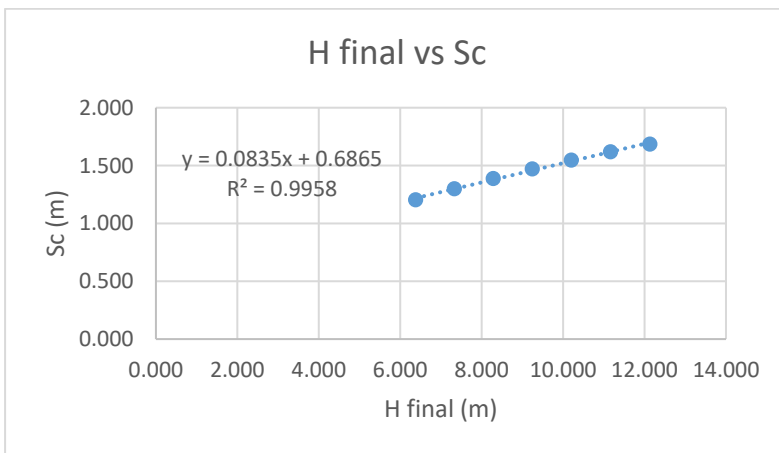
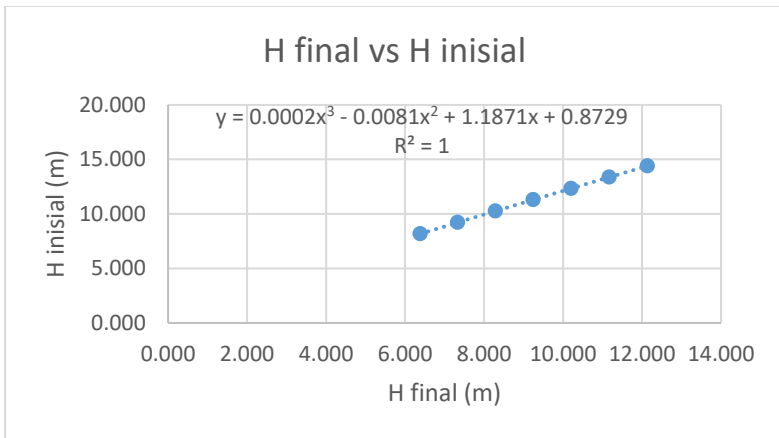
4. Potongan D

Htimb (m)	qtotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavement (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
7	15.55	8.167	0.097512162	0.482685204	1.203	6.383
8	17.60	9.214	0.097512162	0.482685204	1.300	7.334
9	19.65	10.257	0.097512162	0.482685204	1.388	8.289
10	21.70	11.297	0.097512162	0.482685204	1.470	9.247
11	23.75	12.334	0.097512162	0.482685204	1.546	10.208
12	25.80	13.369	0.097512162	0.482685204	1.618	11.171
13	27.85	14.402	0.097512162	0.482685204	1.685	12.136



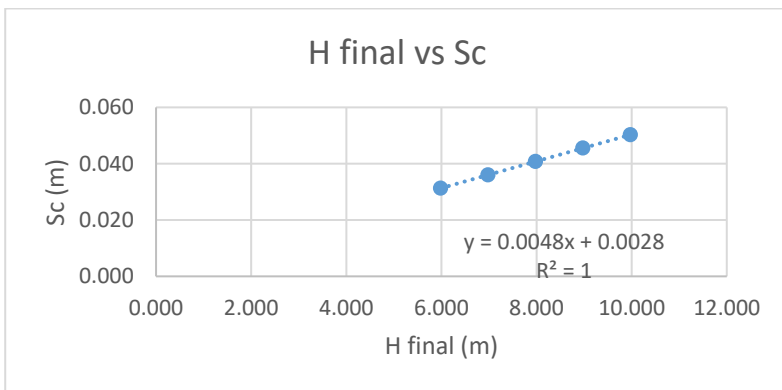
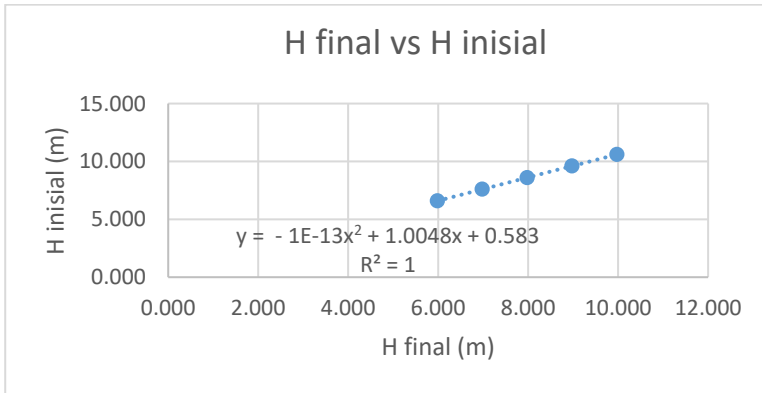
5. Potongan E

Htimb (m)	qttotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavement (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
7	15.55	8.167	0.097512162	0.482685204	1.203	6.383
8	17.60	9.214	0.097512162	0.482685204	1.300	7.334
9	19.65	10.257	0.097512162	0.482685204	1.388	8.289
10	21.70	11.297	0.097512162	0.482685204	1.470	9.247
11	23.75	12.334	0.097512162	0.482685204	1.546	10.208
12	25.80	13.369	0.097512162	0.482685204	1.618	11.171
13	27.85	14.402	0.097512162	0.482685204	1.685	12.136



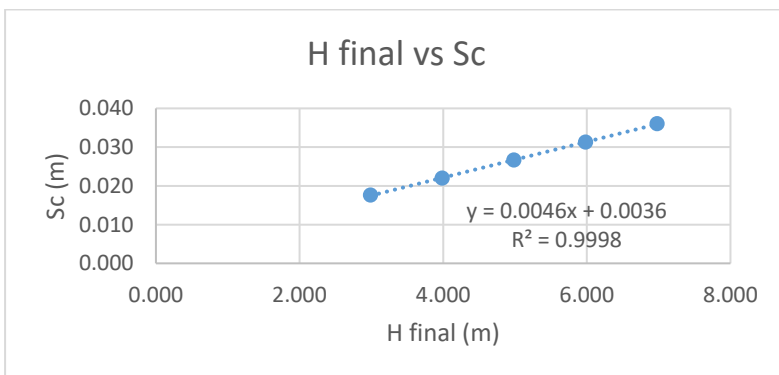
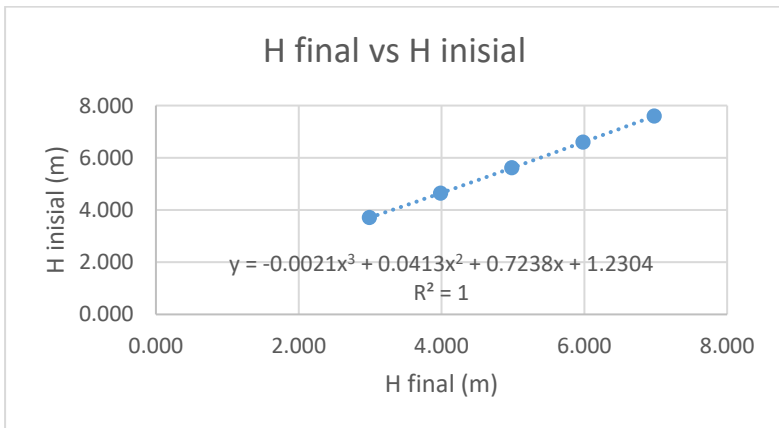
6. Potongan F

Htimb (m)	qttotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavemen t (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
6	13.50	6.595	0.097512	0.482685	0.031	5.984
7	15.55	7.598	0.097512	0.482685	0.036	6.982
8	17.60	8.600	0.097512	0.482685	0.041	7.979
9	19.65	9.602	0.097512	0.482685	0.046	8.977
10	21.70	10.605	0.097512	0.482685	0.050	9.974



7. Potongan G

Htimb (m)	qttotal (t/m ²)	H inisial (m)	H traffic (m)	H pavemen t (m)	Sc (m)	H final (m)
	A	C	D	E	B	G
3	7.59	3.711	0.219402	0.482685	0.018	2.991
4	9.49	4.640	0.146268	0.482685	0.022	3.989
5	11.50	5.618	0.12189	0.482685	0.027	4.986
6	13.50	6.595	0.097512	0.482685	0.031	5.984
7	15.55	7.598	0.097512	0.482685	0.036	6.982



Rekapitulasi

Potongan	H-Final (m)	H-Inisial (m)	Sc (m)
A	3.5	4.1787	0.0206
B	7.5	8.1723	0.0402
C	8.5	10.50085	1.39625
D	8.5	10.50085	1.39625
E	8.5	10.50085	1.39625
F	7.5	8.165525	0.0385
G	3.5	4.17815	0.0197

Lampiran 8. Perhitungan Derajat Konsolidasi dengan PVD Pola Pemasangan Segitiga

Jarak PVD S (m)	D (mm)	a (mm)	b (mm)	Dw (mm)	n	F (n)
0.8	840	100	4	66.20845633	12.6872011	1.800224511
1	1050	100	4	66.20845633	15.85900138	2.020777894
1.25	1312.5	100	4	66.20845633	19.82375172	2.241949618
1.5	1575	100	4	66.20845633	23.78850206	2.423042382
1.75	1837.5	100	4	66.20845633	27.75325241	2.576373348

Jarak 0.8 m

S	0.8 m			
D	0.84 m			
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12 m			
F(n)	1.800224511			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Uttotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.017106013	0.268487553	28.10008149
2	0.00045964	0.024191556	0.46488954	47.78346949
3	0.000689459	0.029628484	0.608560038	62.0157811
4	0.000919279	0.034212027	0.713656796	72.34531772
5	0.001149099	0.038250209	0.790536382	79.85484092
6	0.001378919	0.041901004	0.846774756	85.31950479
7	0.001608739	0.045258257	0.887913827	89.2986652
8	0.001838559	0.048383112	0.918007569	92.19746184
9	0.002068378	0.05131804	0.940021516	94.30994947
10	0.002298198	0.054093964	0.956124993	95.84983658
11	0.002528018	0.056734228	0.967904886	96.97257776
12	0.002757838	0.059256969	0.976522025	97.79132583
13	0.002987658	0.061676608	0.982825569	98.38848295
14	0.003217478	0.064004841	0.98743669	98.82408025
15	0.003447297	0.066251305	0.990809782	99.14186462
16	0.003677117	0.068424053	0.993277241	99.37372397
17	0.003906937	0.0705299	0.995082218	99.5429069
18	0.004136757	0.072574668	0.996402582	99.6663663
19	0.004366577	0.074563384	0.997368444	99.75646614
20	0.004596397	0.076500417	0.998074984	99.82222483
21	0.004826216	0.078389601	0.998591827	99.87022128
22	0.005056036	0.080234315	0.998969904	99.90525527
23	0.005285856	0.082037558	0.999246472	99.93082893
24	0.005515676	0.083802009	0.999448785	99.94949776
25	0.005745496	0.085530067	0.999596779	99.96312666

26	0.005975316	0.087223896	0.999705039	99.97307666
27	0.006205135	0.088885453	0.999784232	99.98034109
28	0.006434955	0.090516515	0.999842163	99.98564501
29	0.006664775	0.092118701	0.99988454	99.98951764
30	0.006894595	0.093693494	0.99991554	99.99234533
31	0.007124415	0.095242252	0.999938216	99.99441008
32	0.007354235	0.096766224	0.999954805	99.99591779
33	0.007584054	0.098266565	0.999966939	99.99701877
34	0.007813874	0.099744341	0.999975815	99.99782277
35	0.008043694	0.10120054	0.999982309	99.99840991
36	0.008273514	0.10263608	0.999987059	99.99883868
37	0.008503334	0.104051817	0.999990533	99.99915182
38	0.008733153	0.105448548	0.999993075	99.99938052
39	0.008962973	0.106827019	0.999994934	99.99954754
40	0.009192793	0.108187928	0.999996294	99.99966952
41	0.009422613	0.109531929	0.999997289	99.99975862
42	0.009652433	0.110859637	0.999998017	99.99982369
43	0.009882253	0.112171631	0.999998549	99.99987122
44	0.010112072	0.113468456	0.999998939	99.99990593
45	0.010341892	0.114750626	0.999999224	99.99993129
46	0.010571712	0.116018627	0.999999432	99.99994981
47	0.010801532	0.117272919	0.999999585	99.99996334
48	0.011031352	0.118513937	0.999999696	99.99997322
49	0.011261172	0.119742094	0.999999778	99.99998044
50	0.011490991	0.120957781	0.999999837	99.99998571

Jarak 1 m

S	1	m		
D	1.05	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.020777894			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.01710601	0.163268337	17.75814795
2	0.00045964	0.02419156	0.299880123	31.68171126
3	0.000689459	0.02962848	0.414187531	43.15442665
4	0.000919279	0.03421203	0.509832158	52.66017936
5	0.001149099	0.03825021	0.589861046	60.5548947
6	0.001378919	0.041901	0.656823751	67.12031806
7	0.001608739	0.04525826	0.712853566	72.58493136
8	0.001838559	0.04838311	0.759735487	77.13602318
9	0.002068378	0.05131804	0.798963074	80.92798953
10	0.002298198	0.05409396	0.831786039	84.08853987
11	0.002528018	0.05673423	0.859250052	86.7235392
12	0.002757838	0.05925697	0.882230062	88.92087517
13	0.002987658	0.06167661	0.901458164	90.75358902
14	0.003217478	0.06400484	0.917546926	92.28243216
15	0.003447297	0.0662513	0.931008902	93.55796522
16	0.003677117	0.06842405	0.942272964	94.62228816
17	0.003906937	0.0705299	0.951697961	95.51046989
18	0.004136757	0.07257467	0.959584155	96.25173211
19	0.004366577	0.07456338	0.966182782	96.87043085
20	0.004596397	0.07650042	0.971704063	97.38687142
21	0.004826216	0.0783896	0.976323894	97.81798543
22	0.005056036	0.08023431	0.980189452	98.1778938
23	0.005285856	0.08203756	0.983423887	98.47837512
24	0.005515676	0.08380201	0.986130242	98.72925553
25	0.005745496	0.08553007	0.988394734	98.93873333
26	0.005975316	0.08722239	0.990289507	99.11364936
27	0.006205135	0.08888545	0.991874923	99.25971239
28	0.006434955	0.09051651	0.993201491	99.38168679
29	0.006664775	0.0921187	0.994311472	99.48354917
30	0.006894595	0.09369349	0.995240228	99.5686188

31	0.007124415	0.09524225	0.996017348	99.63966651
32	0.007354235	0.09676622	0.996667589	99.69900541
33	0.007584054	0.09826657	0.997211666	99.74856664
34	0.007813874	0.09974434	0.997666913	99.78996252
35	0.008043694	0.10120054	0.998047832	99.82453927
36	0.008273514	0.10263608	0.998366559	99.85342094
37	0.008503334	0.10405182	0.998633249	99.87754615
38	0.008733153	0.10544855	0.998856396	99.89769872
39	0.008962973	0.10682702	0.99904311	99.91453318
40	0.009192793	0.10818793	0.99919934	99.92859617
41	0.009422613	0.10953193	0.999330062	99.9403442
42	0.009652433	0.11085964	0.999439442	99.95015853
43	0.009882253	0.11217163	0.999530963	99.9583576
44	0.010112072	0.11346846	0.999607542	99.96520738
45	0.010341892	0.11475063	0.999671618	99.97093002
46	0.010571712	0.11601863	0.999725232	99.97571106
47	0.010801532	0.11727292	0.999770093	99.97970552
48	0.011031352	0.11851394	0.99980763	99.98304284
49	0.011261172	0.11974209	0.999839038	99.98583117
50	0.011490991	0.12095778	0.999865318	99.98816087

Jarak 1.25 m

S	1.25	m		
D	1.3125	m		
Cv	0.0005472	cm ² /s		
	0.0330941	m ² /minggu		
Ch	0.0992822	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.2419496			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Uttotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.0002298	0.017106013	0.097716859	11.3151326
2	0.0004596	0.024191556	0.185885133	20.5579838
3	0.0006895	0.029628484	0.26543788	28.7201842
4	0.0009193	0.034212027	0.337216983	35.9892133
5	0.0011491	0.038250209	0.401982058	42.4856369
6	0.0013789	0.041901004	0.460418492	48.3027499
7	0.0016087	0.045258257	0.513144702	53.5178925
8	0.0018386	0.048383112	0.560718673	58.197247
9	0.0020684	0.05131804	0.603643864	62.3984084
10	0.0022982	0.054093964	0.64237454	66.1719919
11	0.002528	0.056734228	0.677320577	69.5627545
12	0.0027578	0.059256969	0.708851797	72.6104356
13	0.0029877	0.061676608	0.737301884	75.3504213
14	0.0032175	0.064004841	0.762971919	77.8142864
15	0.0034473	0.066251305	0.786133558	80.0302489
16	0.0036771	0.068424053	0.807031915	82.0235574
17	0.0039069	0.0705299	0.82588815	83.8168242
18	0.0041368	0.072574668	0.842901813	85.4303162
19	0.0043666	0.074563384	0.858252955	86.8822094
20	0.0045964	0.076500417	0.872104031	88.1888126
21	0.0048262	0.078389601	0.884601623	89.3647656
22	0.005056	0.080234315	0.89587799	90.4232148
23	0.0052859	0.082037558	0.906052466	91.3759692
24	0.0055157	0.083802009	0.915232724	92.2336392
25	0.0057455	0.085530067	0.923515916	93.0057604
26	0.0059753	0.087223896	0.9309897	93.7009047
27	0.0062051	0.088885453	0.93773317	94.3267785
28	0.006435	0.090516515	0.943817689	94.8903116
29	0.0066648	0.092118701	0.949307648	95.3977361
30	0.0068946	0.093693494	0.954261145	95.8546578

31	0.0071244	0.095242252	0.958730602	96.2661193
32	0.0073542	0.096766224	0.962763318	96.6366571
33	0.0075841	0.098266565	0.96640197	96.9703533
34	0.0078139	0.099744341	0.969685064	97.2708807
35	0.0080437	0.10120054	0.972647344	97.5415448
36	0.0082735	0.10263608	0.97532016	97.7853202
37	0.0085033	0.104051817	0.977731796	98.0048843
38	0.0087332	0.105448548	0.979907775	98.2026471
39	0.008963	0.106827019	0.981871124	98.3807778
40	0.0091928	0.108187928	0.983642621	98.5412292
41	0.0094226	0.109531929	0.985241013	98.6857593
42	0.0096524	0.110859637	0.986683215	98.8159509
43	0.0098823	0.112171631	0.987984489	98.9332288
44	0.0101121	0.113468456	0.989158607	99.0388763
45	0.0103419	0.114750626	0.990217994	99.1340485
46	0.0105717	0.116018627	0.991173861	99.2197857
47	0.0108015	0.117272919	0.992036323	99.2970247
48	0.0110314	0.118513937	0.992814509	99.366609
49	0.0112612	0.119742094	0.993516652	99.4292982
50	0.011491	0.120957781	0.994150185	99.4857765

Jarak 1.5 m

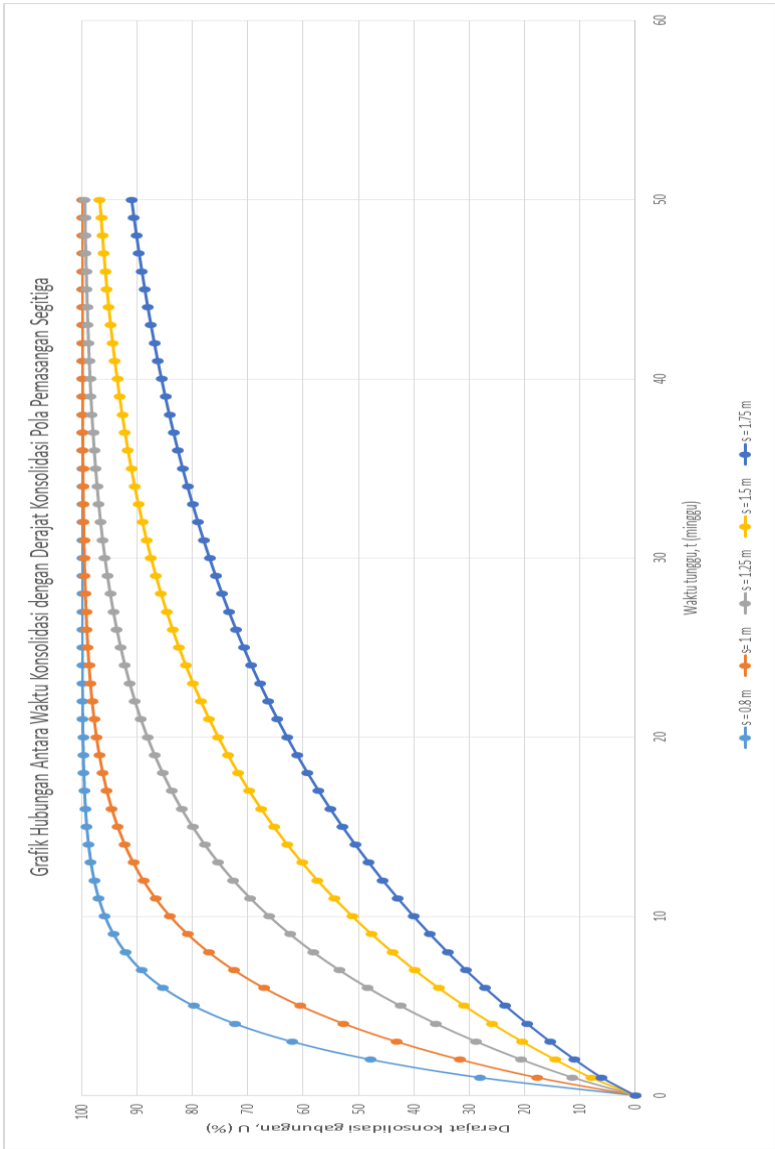
S	1.5	m		
D	1.575	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.423042382			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.01710601	0.063935346	7.994768065
2	0.00045964	0.02419156	0.123782964	14.49800174
3	0.000689459	0.02962848	0.179804203	20.41053616
4	0.000919279	0.03421203	0.232243706	25.85102044
5	0.001149099	0.03825021	0.28133047	30.88197295
6	0.001378919	0.041901	0.327278855	35.54665468
7	0.001608739	0.04525826	0.370289514	39.87891136
8	0.001838559	0.04838311	0.410550272	43.90696846
9	0.002068378	0.05131804	0.448236945	47.65523433
10	0.002298198	0.05409396	0.483514107	51.14528759
11	0.002528018	0.05673423	0.516535811	54.39647786
12	0.002757838	0.05925697	0.547446261	57.4263224
13	0.002987658	0.06167661	0.576380441	60.25078589
14	0.003217478	0.06400484	0.603464704	62.8844883
15	0.003447297	0.0662513	0.628817326	65.34086623
16	0.003677117	0.06842405	0.652549019	67.63230231
17	0.003906937	0.0705299	0.674763417	69.7702321
18	0.004136757	0.07257467	0.695557531	71.7652342
19	0.004366577	0.07456338	0.715022165	73.62710771
20	0.004596397	0.07650042	0.733242322	75.36493957
21	0.004826216	0.0783896	0.750297566	76.98716406
22	0.005056036	0.08023431	0.766262378	78.50161559
23	0.005285856	0.08203756	0.781206474	79.91557604
24	0.005515676	0.08380201	0.795195114	81.23581744
25	0.005745496	0.08553007	0.808289385	82.46864066
26	0.005975316	0.0872239	0.820546469	83.61991055
27	0.006205135	0.08888545	0.832019893	84.69508809
28	0.006434955	0.09051651	0.842759759	85.69925979
29	0.006664775	0.0921187	0.852812969	86.63716467
30	0.006894595	0.09369349	0.862223422	87.51321913

31	0.007124415	0.09524225	0.871032216	88.33153977
32	0.007354235	0.09676622	0.879277815	89.09596455
33	0.007584054	0.09826657	0.88699623	89.81007225
34	0.007813874	0.09974434	0.894221165	90.47720055
35	0.008043694	0.10120054	0.900984172	91.1004627
36	0.008273514	0.10263608	0.907314783	91.68276303
37	0.008503334	0.10405182	0.913240644	92.2268113
38	0.008733153	0.10544855	0.918787634	92.73513599
39	0.008962973	0.10682702	0.923979975	93.21009673
40	0.009192793	0.10818793	0.928840341	93.65389572
41	0.009422613	0.10953193	0.933389959	94.06858849
42	0.009652433	0.11085964	0.937648695	94.45609378
43	0.009882253	0.11217163	0.941635147	94.81820277
44	0.010112072	0.11346846	0.945366724	95.15658775
45	0.010341892	0.11475063	0.948859721	95.47281004
46	0.010571712	0.11601863	0.952129393	95.7683275
47	0.010801532	0.11727292	0.955190017	96.04450143
48	0.011031352	0.11851394	0.958054959	96.30260305
49	0.011261172	0.11974209	0.960736729	96.54381955
50	0.011490991	0.12095778	0.96324704	96.76925965

Jarak 1.75 m

S	1.75	m		
D	1.8375	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.576373348			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Uttotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.017106013	0.044626422	6.096905516
2	0.00045964	0.024191556	0.087261326	10.93418952
3	0.000689459	0.029628484	0.127993588	15.38298158
4	0.000919279	0.034212027	0.166908114	19.54098756
5	0.001149099	0.038250209	0.204086024	23.45298994
6	0.001378919	0.041901004	0.239604817	27.14661385
7	0.001608739	0.045258257	0.273538533	30.6416913
8	0.001838559	0.048383112	0.305957909	33.95378253
9	0.002068378	0.05131804	0.336930524	37.09579501
10	0.002298198	0.054093964	0.366520942	40.07883357
11	0.002528018	0.056734228	0.394790846	42.91269202
12	0.002757838	0.059256969	0.421799165	45.60615938
13	0.002987658	0.061676608	0.4476022	48.16722224
14	0.003217478	0.064004841	0.472253737	50.60320527
15	0.003447297	0.066251305	0.495805164	52.92087301
16	0.003677117	0.068424053	0.518305576	55.12650609
17	0.003906937	0.0705299	0.539801874	57.22596022
18	0.004136757	0.072574668	0.56033887	59.22471309
19	0.004366577	0.074563384	0.579959373	61.12790237
20	0.004596397	0.076500417	0.598704284	62.94035734
21	0.004826216	0.078389601	0.616612675	64.66662549
22	0.005056036	0.080234315	0.63372188	66.3109954
23	0.005285856	0.082037558	0.650067562	67.87751647
24	0.005515676	0.083802009	0.665683795	69.37001641
25	0.005745496	0.085530067	0.680603131	70.79211662
26	0.005975316	0.087223896	0.69485667	72.14724602
27	0.006205135	0.088885453	0.708474125	73.43865345
28	0.006434955	0.090516515	0.721483882	74.66941901
29	0.006664775	0.092118701	0.73391306	75.8424643
30	0.006894595	0.093693494	0.745787568	76.96056187

31	0.007124415	0.095242252	0.757132159	78.0263439
32	0.007354235	0.096766224	0.767970482	79.04231022
33	0.007584054	0.098266565	0.778325129	80.01083571
34	0.007813874	0.099744341	0.788217685	80.93417727
35	0.008043694	0.10120054	0.797668772	81.81448017
36	0.008273514	0.10263608	0.806698091	82.65378412
37	0.008503334	0.104051817	0.815324463	83.45402886
38	0.008733153	0.105448548	0.823565872	84.21705946
39	0.008962973	0.106827019	0.831439496	84.9446312
40	0.009192793	0.108187928	0.838961748	85.63841427
41	0.009422613	0.109531929	0.846148309	86.29999814
42	0.009652433	0.110859637	0.853014159	86.93089563
43	0.009882253	0.112171631	0.859573612	87.53254686
44	0.010112072	0.113468456	0.865840339	88.10632284
45	0.010341892	0.114750626	0.871827404	88.65352901
46	0.010571712	0.116018627	0.877547289	89.17540843
47	0.010801532	0.117272919	0.883011915	89.67314494
48	0.011031352	0.118513937	0.888232675	90.14786605
49	0.011261172	0.119742094	0.893220451	90.60064574
50	0.011490991	0.120957781	0.89798564	91.03250704



Pola Pemasangan Segiempat

Jarak PVD S (m)	D (mm)	a (mm)	b (mm)	Dw (mm)	n	F (n)
0.8	904	100	4	66.20845633	13.65384499	1.872725492
1	1130	100	4	66.20845633	17.06730624	2.093493376
1.25	1412.5	100	4	66.20845633	21.3341328	2.314844942
1.5	1695	100	4	66.20845633	25.60095936	2.49605678
1.75	1977.5	100	4	66.20845633	29.86778593	2.64947024

Jarak 0.8 m

S	0.8 m			
D	0.904 m			
Cv	0.00054719 cm ² /s			
	0.033094055 m ² /minggu			
Ch	0.099282166 m ² /minggu			
Hdr	12 m			
F(n)	1.872725492			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.017106013	0.228554905	24.17512547
2	0.00045964	0.024191556	0.404872465	41.92695259
3	0.000689459	0.029628484	0.540891782	55.44944624
4	0.000919279	0.034212027	0.645823217	65.79403224
5	0.001149099	0.038250209	0.726772058	73.72230835
6	0.001378919	0.041901004	0.789219644	79.80515526
7	0.001608739	0.045258257	0.837394528	84.47537684
8	0.001838559	0.048383112	0.874558806	88.06280416
9	0.002068378	0.05131804	0.903229006	90.8195104
10	0.002298198	0.054093964	0.925346492	92.93847957
11	0.002528018	0.056734228	0.942408917	94.56763027
12	0.002757838	0.059256969	0.955571642	95.82043314
13	0.002987658	0.061676608	0.965725961	96.78398672
14	0.003217478	0.064004841	0.973559461	97.5251783
15	0.003447297	0.066251305	0.979602575	98.09539315
16	0.003677117	0.068424053	0.984264507	98.53411931
17	0.003906937	0.0705299	0.987860931	98.87170983
18	0.004136757	0.072574668	0.990635375	99.13150093
19	0.004366577	0.074563384	0.992775706	99.33143736
20	0.004596397	0.076500417	0.994426854	99.48532017
21	0.004826216	0.078389601	0.995700624	99.603765
22	0.005056036	0.080234315	0.996683267	99.69493829
23	0.005285856	0.082037558	0.997441323	99.76512304
24	0.005515676	0.083802009	0.998026121	99.8191536
25	0.005745496	0.085530067	0.998477261	99.86075007

26	0.005975316	0.087223896	0.99882529	99.8927753
27	0.006205135	0.088885453	0.999093776	99.91743261
28	0.006434955	0.090516515	0.999300898	99.93641782
29	0.006664775	0.092118701	0.999460681	99.95103624
30	0.006894595	0.093693494	0.999583945	99.96229267
31	0.007124415	0.095242252	0.999679036	99.97096058
32	0.007354235	0.096766224	0.999752394	99.97763541
33	0.007584054	0.098266565	0.999808986	99.98277561
34	0.007813874	0.099744341	0.999852643	99.9867341
35	0.008043694	0.10120054	0.999886322	99.98978264
36	0.008273514	0.10263608	0.999912304	99.99213046
37	0.008503334	0.104051817	0.999932347	99.99393866
38	0.008733153	0.105448548	0.99994781	99.9953313
39	0.008962973	0.106827019	0.999959738	99.9964039
40	0.009192793	0.108187928	0.99996894	99.99723004
41	0.009422613	0.109531929	0.999976039	99.99786634
42	0.009652433	0.110859637	0.999981515	99.99835646
43	0.009882253	0.112171631	0.99998574	99.99873397
44	0.010112072	0.113468456	0.999988999	99.99902475
45	0.010341892	0.114750626	0.999991514	99.99924874
46	0.010571712	0.116018627	0.999993453	99.99942127
47	0.010801532	0.117272919	0.999994949	99.99955418
48	0.011031352	0.118513937	0.999996104	99.99965656
49	0.011261172	0.119742094	0.999996994	99.99973542
50	0.011490991	0.120957781	0.999997681	99.99979617
51	0.011720811	0.12216137	0.999998211	99.99984297
52	0.011950631	0.123353217	0.99999862	99.99987903
53	0.012180451	0.124533657	0.999998935	99.9999068
54	0.012410271	0.125703013	0.999999179	99.9999282
55	0.012640091	0.12686159	0.999999366	99.99994468

Jarak 1 m

S	1	m		
D	1.13	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.093493376			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Uttotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.01710601	0.138051966	15.2796461
2	0.00045964	0.02419156	0.257045587	27.50188107
3	0.000689459	0.02962848	0.359611905	37.85856335
4	0.000919279	0.03421203	0.448018741	46.69031383
5	0.001149099	0.03825021	0.524220839	54.24194911
6	0.001378919	0.041901	0.589903088	60.70865602
7	0.001608739	0.04525826	0.646517773	66.25157624
8	0.001838559	0.04838311	0.695316689	71.00582162
9	0.002068378	0.05131804	0.73737882	75.08560238
10	0.002298198	0.05409396	0.77363419	78.58792139
11	0.002528018	0.05673423	0.804884435	81.5954166
12	0.002757838	0.05925697	0.831820523	84.17863285
13	0.002987658	0.06167661	0.85503803	86.39787927
14	0.003217478	0.06400484	0.875050315	88.30476998
15	0.003447297	0.0662513	0.892299865	89.94351393
16	0.003677117	0.06842405	0.90716808	91.35200165
17	0.003906937	0.0705299	0.919983709	92.56272503
18	0.004136757	0.07257467	0.931030116	93.6035582
19	0.004366577	0.07456338	0.940551544	94.49842218
20	0.004596397	0.07650042	0.94875852	95.26785146
21	0.004826216	0.0783896	0.955832507	95.92947792
22	0.005056036	0.08023431	0.961929916	96.49844434
23	0.005285856	0.08203756	0.967185566	96.98775823
24	0.005515676	0.08380201	0.971715663	97.40859476
25	0.005745496	0.08553007	0.975620372	97.77055629
26	0.005975316	0.0872239	0.978986027	98.08189478
27	0.006205135	0.08888545	0.981887048	98.34970255
28	0.006434955	0.09051651	0.984387576	98.58007584
29	0.006664775	0.0921187	0.986542902	98.77825524
30	0.006894595	0.09369349	0.988400681	98.94874616

31	0.007124415	0.09524225	0.99000199	99.09542227
32	0.007354235	0.09676622	0.991382235	99.22161433
33	0.007584054	0.09826657	0.992571934	99.33018646
34	0.007813874	0.09974434	0.993597393	99.4236017
35	0.008043694	0.10120054	0.994481286	99.50397825
36	0.008273514	0.10263608	0.995243155	99.5731379
37	0.008503334	0.10405182	0.995899847	99.63264752
38	0.008733153	0.10544855	0.996465881	99.68385488
39	0.008962973	0.10682702	0.996953773	99.72791925
40	0.009192793	0.10818793	0.997374311	99.76583786
41	0.009422613	0.10953193	0.997736792	99.79846858
42	0.009652433	0.11085964	0.998049233	99.82654939
43	0.009882253	0.11217163	0.99831854	99.8507152
44	0.010112072	0.11346846	0.998550669	99.87151221
45	0.010341892	0.11475063	0.998750752	99.88941038
46	0.010571712	0.11601863	0.998923213	99.90481403
47	0.010801532	0.11727292	0.999071866	99.91807105
48	0.011031352	0.11851394	0.999199996	99.92948079
49	0.011261172	0.11974209	0.999310438	99.93930079
50	0.011490991	0.12095778	0.999405634	99.94775269
51	0.011720811	0.12216137	0.999487687	99.9550272
52	0.011950631	0.12335322	0.999558413	99.96128841
53	0.012180451	0.12453366	0.999619375	99.96667755
54	0.012410271	0.12570301	0.999671921	99.97131615
55	0.012640091	0.12686159	0.999717213	99.97530877

Jarak 1.25 m

S	1.25	m		
D	1.4125	m		
Cv	0.0005472	cm ² /s		
	0.0330941	m ² /minggu		
Ch	0.0992822	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.3148449			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.0002298	0.017106013	0.082393771	9.80903551
2	0.0004596	0.024191556	0.157998808	17.8368127
3	0.0006895	0.029628484	0.227374461	25.0266185
4	0.0009193	0.034212027	0.291033992	31.5289156
5	0.0011491	0.038250209	0.349448375	37.433211
6	0.0013789	0.041901004	0.403049776	42.806259
7	0.0016087	0.045258257	0.452234756	47.7025657
8	0.0018386	0.048383112	0.4973672	52.1686139
9	0.0020684	0.05131804	0.538781012	56.2449866
10	0.0022982	0.054093964	0.576782583	59.9676091
11	0.002528	0.056734228	0.611653062	63.3685626
12	0.0027578	0.059256969	0.643650431	66.4766626
13	0.0029877	0.061676608	0.673011415	69.3178962
14	0.0032175	0.064004841	0.699953238	71.9157683
15	0.0034473	0.066251305	0.724675222	74.2915848
16	0.0036771	0.068424053	0.747360268	76.4646903
17	0.0039069	0.0705299	0.768176209	78.4526717
18	0.0041368	0.072574668	0.787277045	80.2715343
19	0.0043666	0.074563384	0.804804091	81.9358559
20	0.0045964	0.076500417	0.820887018	83.4589236
21	0.0048262	0.078389601	0.835644812	84.852855
22	0.005056	0.080234315	0.849186656	86.1287061
23	0.0052859	0.082037558	0.861612736	87.2965689
24	0.0055157	0.083802009	0.873014984	88.3656584
25	0.0057455	0.085530067	0.883477759	89.3443914
26	0.0059753	0.087223896	0.893078465	90.2404578
27	0.0062051	0.088885453	0.901888134	91.0608851
28	0.006435	0.090516515	0.90997194	91.8120967
29	0.0066648	0.092118701	0.917389692	92.4999646
30	0.0068946	0.093693494	0.924196267	93.1298583

31	0.0071244	0.095242252	0.930442022	93.706688
32	0.0073542	0.096766224	0.936173166	94.2349448
33	0.0075841	0.098266565	0.9414321	94.7187366
34	0.0078139	0.099744341	0.94625773	95.1618217
35	0.0080437	0.10120054	0.950685758	95.5676386
36	0.0082735	0.10263608	0.954748944	95.9393335
37	0.0085033	0.104051817	0.958477349	96.2797857
38	0.0087332	0.105448548	0.961898557	96.5916299
39	0.008963	0.106827019	0.965037879	96.8772778
40	0.0091928	0.108187928	0.96791854	97.1389366
41	0.0094226	0.109531929	0.970561852	97.3786269
42	0.0096524	0.110859637	0.972987372	97.5981982
43	0.0098823	0.112171631	0.975213044	97.7993438
44	0.0101121	0.113468456	0.977255335	97.9836137
45	0.0103419	0.114750626	0.979129354	98.1524274
46	0.0105717	0.116018627	0.980848965	98.3070842
47	0.0108015	0.117272919	0.982426891	98.4487741
48	0.0110314	0.118513937	0.983874806	98.5785866
49	0.0112612	0.119742094	0.985203421	98.6975195
50	0.011491	0.120957781	0.986422567	98.8064863
51	0.0117208	0.12216137	0.987541263	98.906324
52	0.0119506	0.123353217	0.988567785	98.9977986
53	0.0121805	0.124533657	0.989509729	99.0816121
54	0.0124103	0.125703013	0.990374062	99.1584071
55	0.0126401	0.12686159	0.991167179	99.2287725

Jarak 1.5 m

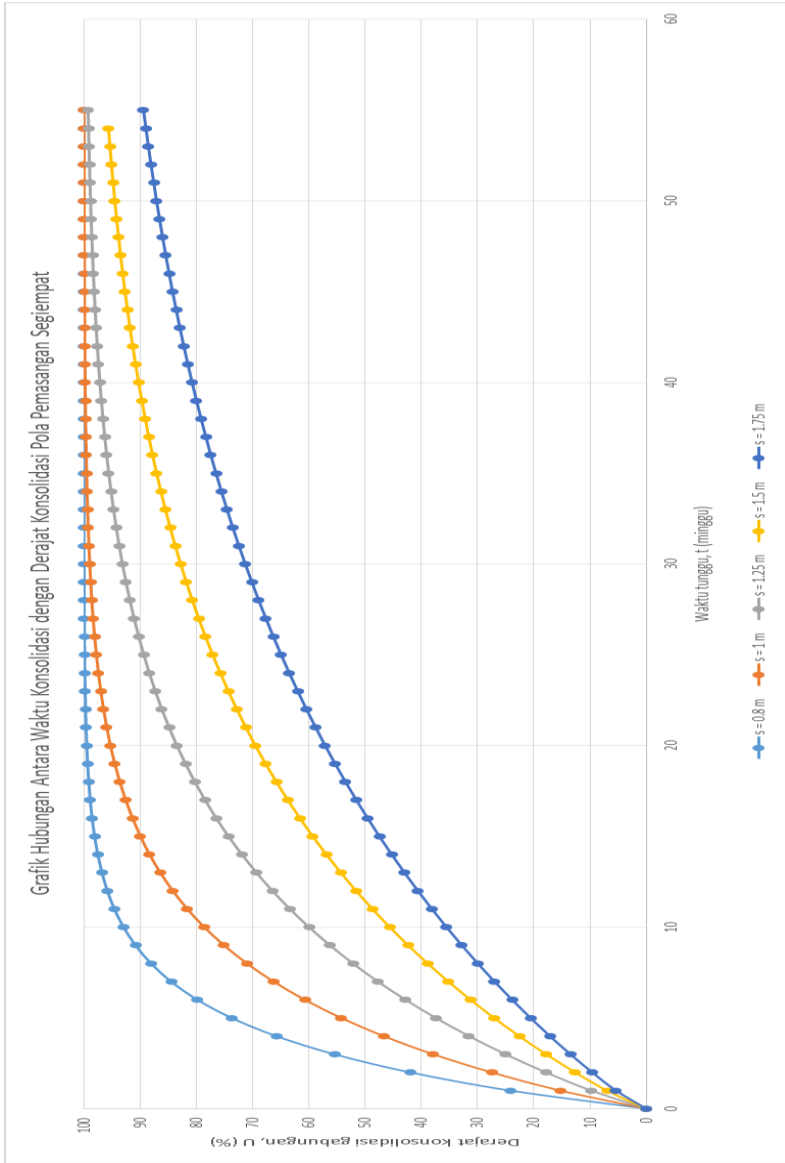
S	1.5	m		
D	1.695	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.49605678			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.01710601	0.053872568	7.005703657
2	0.00045964	0.02419156	0.104842883	12.64981262
3	0.000689459	0.02962848	0.153067295	17.81606276
4	0.000919279	0.03421203	0.198693735	22.61080464
5	0.001149099	0.03825021	0.241862161	27.08610919
6	0.001378919	0.041901	0.282704994	31.27603748
7	0.001608739	0.04525826	0.321347518	35.20621464
8	0.001838559	0.04838311	0.35790827	38.8974666
9	0.002068378	0.05131804	0.3924994	42.36751404
10	0.002298198	0.05409396	0.425227018	45.63187666
11	0.002528018	0.05673423	0.456191514	48.70440689
12	0.002757838	0.05925697	0.485487874	51.59763028
13	0.002987658	0.06167661	0.513205963	54.32297686
14	0.003217478	0.06400484	0.539430808	56.89094663
15	0.003447297	0.0662513	0.564242853	59.3112333
16	0.003677117	0.06842405	0.58771821	61.59282012
17	0.003906937	0.0705299	0.609928889	63.74405652
18	0.004136757	0.07257467	0.630943021	65.77272091
19	0.004366577	0.07456338	0.650825068	67.68607328
20	0.004596397	0.07650042	0.669636019	69.49090012
21	0.004826216	0.0783896	0.687433575	71.19355322
22	0.005056036	0.08023431	0.704272331	72.79998377
23	0.005285856	0.08203756	0.72020394	74.31577254
24	0.005515676	0.08380201	0.735277272	75.74615684
25	0.005745496	0.08553007	0.749538565	77.09605485
26	0.005975316	0.0872239	0.763031566	78.3700876
27	0.006205135	0.08888545	0.775797664	79.57259902
28	0.006434955	0.09051651	0.78787602	80.7076743
29	0.006664775	0.0921187	0.799303683	81.77915673
30	0.006894595	0.09369349	0.810115709	82.79066319

31	0.007124415	0.09524225	0.820345264	83.74559852
32	0.007354235	0.09676622	0.830023726	84.64716879
33	0.007584054	0.09826657	0.839180784	85.4983936
34	0.007813874	0.09974434	0.847844528	86.30211755
35	0.008043694	0.10120054	0.856041534	87.06102087
36	0.008273514	0.10263608	0.863796946	87.7776294
37	0.008503334	0.10405182	0.871134555	88.45432385
38	0.008733153	0.10544855	0.878076867	89.09334846
39	0.008962973	0.10682702	0.884645179	89.69681911
40	0.009192793	0.10818793	0.89085964	90.26673093
41	0.009422613	0.10953193	0.896739311	90.80496538
42	0.009652433	0.11085964	0.90230223	91.31329692
43	0.009882253	0.11217163	0.90756546	91.79339928
44	0.010112072	0.11346846	0.912545146	92.2468513
45	0.010341892	0.11475063	0.917256563	92.67514244
46	0.010571712	0.11601863	0.921714165	93.07967799
47	0.010801532	0.11727292	0.925931624	93.46178384
48	0.011031352	0.11851394	0.929921877	93.82271116
49	0.011261172	0.11974209	0.933697166	94.1636406
50	0.011490991	0.12095778	0.93726907	94.48568638
51	0.011720811	0.12216137	0.940648546	94.7899001
52	0.011950631	0.12335322	0.943845961	95.07727426
53	0.012180451	0.12453366	0.946871124	95.34874568
54	0.012410271	0.12570301	0.949733313	95.60519866
55	0.012640091	0.12686159	0.952441308	95.84746794

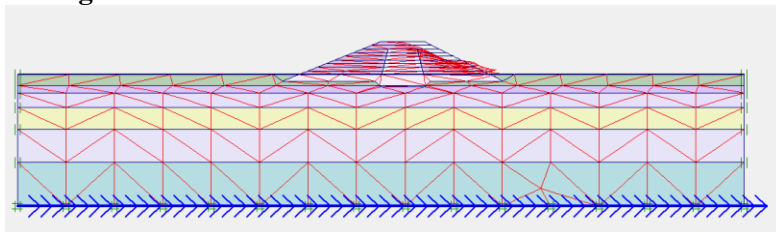
Jarak 1.75 m

S	1.75	m		
D	1.9775	m		
Cv	0.00054719	cm ² /s		
	0.033094055	m ² /minggu		
Ch	0.099282166	m ² /minggu		
Hdr	12	m		
F(n)	2.64947024			
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Utotal (%)
0	0	0	0	0
1	0.00022982	0.017106013	0.037604735	5.406748092
2	0.00045964	0.024191556	0.073795353	9.620168489
3	0.000689459	0.029628484	0.108625033	13.50351224
4	0.000919279	0.034212027	0.142144952	17.14939121
5	0.001149099	0.038250209	0.174404364	20.59835691
6	0.001378919	0.041901004	0.205450669	23.87430835
7	0.001608739	0.045258257	0.235329485	26.99371402
8	0.001838559	0.048383112	0.264084717	29.96905888
9	0.002068378	0.05131804	0.291758616	32.81041758
10	0.002298198	0.054093964	0.318391845	35.52627322
11	0.002528018	0.056734228	0.344023539	38.12398572
12	0.002757838	0.059256969	0.36869136	40.61007961
13	0.002987658	0.061676608	0.392431554	42.99043148
14	0.003217478	0.064004841	0.415279004	45.27039785
15	0.003447297	0.066251305	0.437267282	47.45490587
16	0.003677117	0.068424053	0.458428696	49.54852002
17	0.003906937	0.0705299	0.478794342	51.55549245
18	0.004136757	0.072574668	0.498394142	53.47980208
19	0.004366577	0.074563384	0.517256897	55.32518563
20	0.004596397	0.076500417	0.535410323	57.09516277
21	0.004826216	0.078389601	0.552881095	58.79305676
22	0.005056036	0.080234315	0.569694883	60.42201189
23	0.005285856	0.082037558	0.585876392	61.9850082
24	0.005515676	0.083802009	0.601449401	63.48487416
25	0.005745496	0.085530067	0.61643679	64.92429773
26	0.005975316	0.087223896	0.630860583	66.30583612
27	0.006205135	0.088885453	0.644741973	67.63192435
28	0.006434955	0.090516515	0.658101357	68.90488303
29	0.006664775	0.092118701	0.670958364	70.12692526
30	0.006894595	0.093693494	0.683331888	71.30016297

31	0.007124415	0.095242252	0.695240108	72.42661265
32	0.007354235	0.096766224	0.706700523	73.50820061
33	0.007584054	0.098266565	0.717729972	74.54676782
34	0.007813874	0.099744341	0.728344662	75.54407443
35	0.008043694	0.10120054	0.738560188	76.50180385
36	0.008273514	0.10263608	0.748391563	77.42156669
37	0.008503334	0.104051817	0.757853232	78.3049043
38	0.008733153	0.105448548	0.766959097	79.15329216
39	0.008962973	0.106827019	0.775722538	79.96814308
40	0.009192793	0.108187928	0.784156432	80.75081008
41	0.009422613	0.109531929	0.792273173	81.50258926
42	0.009652433	0.110859637	0.800084685	82.2247224
43	0.009882253	0.112171631	0.807602447	82.91839945
44	0.010112072	0.113468456	0.814837506	83.58476084
45	0.010341892	0.114750626	0.821800493	84.22489976
46	0.010571712	0.116018627	0.828501638	84.83986423
47	0.010801532	0.117272919	0.834950788	85.4306591
48	0.011031352	0.118513937	0.84115742	85.99824795
49	0.011261172	0.119742094	0.847130653	86.54355486
50	0.011490991	0.120957781	0.852879264	87.06746619
51	0.011720811	0.12216137	0.8584117	87.57083211
52	0.011950631	0.123353217	0.863736091	88.05446824
53	0.012180451	0.124533657	0.868860259	88.51915706
54	0.012410271	0.125703013	0.873791734	88.96564934
55	0.012640091	0.12686159	0.878537763	89.39466552



Lampiran 9. Hasil Analisa H-kritis Potongan A



Plaxis 8.5 Perhitungan - A.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan:
 Nilai masukan
 Nilai yang dicapai

Peningkatan faktor pengali

Mdisp: 0.0000
MloadA: 0.0000
MloadB: 0.0000
Mweight: 0.0000
Maccel: 0.0000
Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ -Mdisp: 0.0000
Σ -MloadA: 1.0000
Σ -MloadB: 1.0000
Σ -Mweight: 1.0000
Σ -Maccel: 0.0000
Σ -Msf: 1.5172

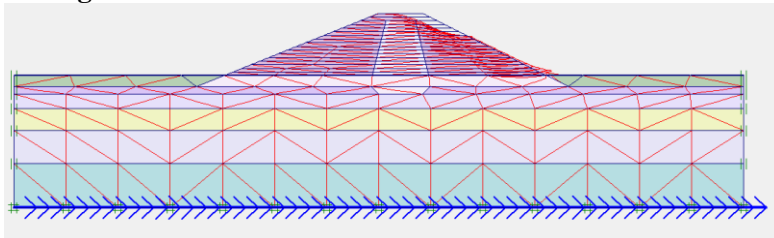
Berikutnya Stipikan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓ <Tahap 21>	21	20	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	30...	20	120
✓ <Tahap 22>	22	21	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	22	133
✓ <Tahap 23>	23	22	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	22	135
✓ <Tahap 24>	24	23	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	24	150
✓ <Tahap 25>	25	24	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	24	153
✓ <Tahap 26>	26	21	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	20	167

H_{kritis} = 4.5 meter

SF = 1.5172

Potongan B



Plaxis 8.5 Perhitungan - B.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Keluaran...

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan

Nilai masukan

Nilai yang dicapai

Peningkatan faktor pengali

Mdisp: 0.0000

MloadA: 0.0000

MloadB: 0.0000

Mweight: 0.0000

Maccel: 0.0000

Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ -Mdisp: 0.0000

Σ -MloadA: 1.0000

Σ -MloadB: 1.0000

Σ -Mweight: 1.0000

Σ -Maccel: 0.0000

Σ -Msf: 1.4178

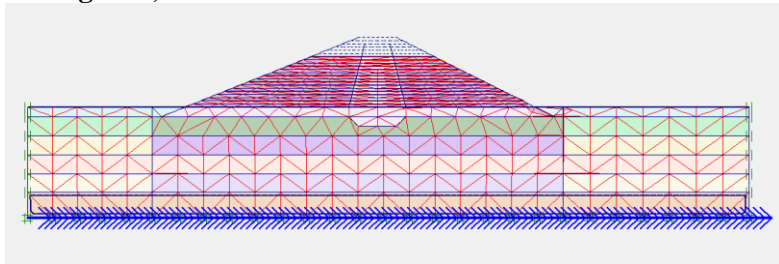
Berikutnya Sisipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓ <Tahap 36>	36	35	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	36	208
✓ <Tahap 37>	37	36	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	30...	36	210
✓ <Tahap 38>	38	37	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	38	223
✓ <Tahap 39>	39	38	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	38	234
✓ <Tahap 40>	40	39	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	40	247
✓ <Tahap 41>	41	40	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	40	253
✓ <Tahap 42>	42	37	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	36	280

Hkritis = 8.5 meter

SF = 1.4178

Potongan C, D dan E



Plaxis 8.5 Perhitungan - CDE.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Keluaran...

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan

Nilai masukan

Nilai yang dicapai

Peningkatan faktor pengali

Mdisp: 0.0000

MloadA: 0.0000

MloadB: 0.0000

Mweight: 0.0000

Maccel: 0.0000

Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ-Mdisp: 0.0000

Σ-MloadA: 1.0000

Σ-MloadB: 1.0000

Σ-Mweight: 1.0000

Σ-Maccel: 0.0000

Σ-Msf: 1.0123

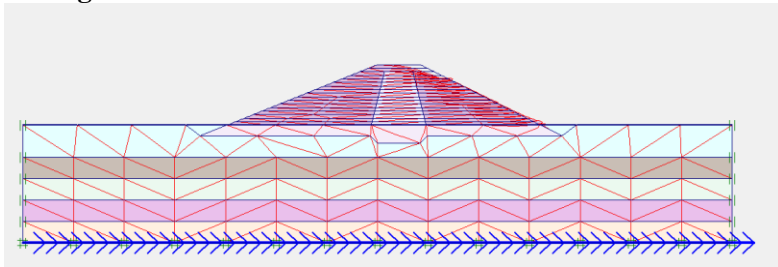
Berikutnya Stipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓<Tahap 57>	57	51	Analisis dinamik	Faktor pengali total	20...	50	4444
✓<Tahap 58>	58	55	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0....	46	4694
✓<Tahap 59>	59	56	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0....	48	4894
✓<Tahap 60>	60	57	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0....	50	5094
✓<Tahap 6.1>	6.1	34	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0....	34	5294

Hkritis = 8 meter

SF = 1.0123

Potongan F



Plaxis 8.5 Perhitungan - F BH-03.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Keluaran...

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan

Nilai masukan

Nilai yang dicapai

Peningkatan faktor pengali

Midis: 0.0000

MloadA: 0.0000

MloadB: 0.0000

Mweight: 0.0000

Maccel: 0.0000

Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ -Midis: 0.0000

Σ -MloadA: 1.0000

Σ -MloadB: 1.0000

Σ -Mweight: 1.0000

Σ -Maccel: 0.0000

Σ -Msf: 1.4180

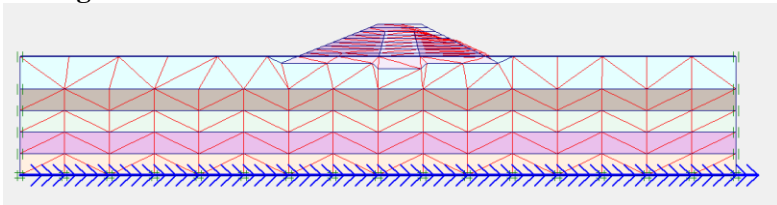
Berikutnya Sisipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓ <Tahap 36>	36	35	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	36	211
✓ <Tahap 37>	37	36	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	30...	36	213
✓ <Tahap 38>	38	37	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	38	226
✓ <Tahap 39>	39	38	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	38	239
✓ <Tahap 40>	40	39	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	40	252
✓ <Tahap 41>	41	40	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	40	258
✓ <Tahap 42>	42	37	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	36	274

Hkritis = 8.5 meter

SF = 1.4180

Potongan G



Plaxis 8.5 Perhitungan - G.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan

Nilai masukan

Nilai yang digapai

Peningkatan faktor pengali

Mdisp: 0.0000

MloadA: 0.0000

MloadB: 0.0000

Mweight: 0.0000

Maccel: 0.0000

Msf: 0.1000

Faktor pengali total

Σ -Mdisp: 0.0000

Σ -MloadA: 1.0000

Σ -MloadB: 1.0000

Σ -Mweight: 1.0000

Σ -Maccel: 0.0000

Σ -Msf: 1.5113

Berikutnya Sisipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	W...	Air	Perta...
✓ <Tahap 24>	24	23	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0...	24	154
✓ <Tahap 25>	25	24	Analisa konsolidasi	Tahapan konstruksi	18...	24	160
✓ <Tahap 26>	26	21	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0...	20	174

Hkritis = 4.5 meter
SF = 1.5113

Lampiran 10. Distribusi Tegangan Timbunan Bertahap

Tahap	1						
H _{timb} (m)	0.5						
q (t/m ²)	1.0255131						
B1 (m)	23.0017						
B2 (m)	1						
B3 (m)	28.002125						
B4 (m)	1.25						
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' kanan (t/m ²)	α3 (rad)	α4 (rad)	Δσ' kiri (t/m ²)	Δσ' 1 (t/m ²)
0.5	0.001	1.549	0.512754454	0.001	1.553	0.51275539	1.02550984
1.5	0.003	1.506	0.512700193	0.002	1.517	0.512725316	1.02542551
2.5	0.004	1.463	0.512497883	0.004	1.482	0.512612791	1.02511067
3.5	0.006	1.420	0.512055829	0.005	1.446	0.512365494	1.02442132
4.5	0.008	1.378	0.511292271	0.007	1.411	0.51193493	1.0232272
5.5	0.009	1.336	0.510138265	0.008	1.377	0.51127767	1.02141594
6.5	0.011	1.295	0.508539666	0.009	1.343	0.51035634	1.01889601
7.5	0.012	1.256	0.506458108	0.011	1.309	0.509140324	1.01559843
8.5	0.014	1.217	0.50387106	0.012	1.276	0.507606155	1.01147721
9.5	0.015	1.179	0.500771046	0.013	1.244	0.505737617	1.00650866
10.5	0.016	1.143	0.497164214	0.014	1.212	0.503525581	1.0006898
11.5	0.017	1.107	0.493068457	0.015	1.181	0.500967602	0.99403606
12.5	0.018	1.073	0.488511275	0.016	1.151	0.498067343	0.98657862
13.5	0.018	1.040	0.483527564	0.017	1.122	0.49483386	0.97836142
14.5	0.019	1.008	0.478157474	0.018	1.093	0.491280816	0.96943829
15.5	0.020	0.978	0.472444437	0.018	1.065	0.487425649	0.95987009
16.5	0.020	0.949	0.466433454	0.019	1.038	0.483288754	0.94972221
17.5	0.020	0.920	0.460169638	0.019	1.012	0.478892698	0.93906234

Tahap	2						
H _{timb} (m)	0.5						
q (t/m ²)	1.0255131						
B1 (m)	22.0017						
B2 (m)	1						
B3 (m)	26.752125						
B4 (m)	1.25						
z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' kanan (t/m ²)	α3 (rad)	α4 (rad)	Δσ' kiri (t/m ²)	Δσ' 2 (t/m ²)
1	0.002	1.525	0.5127375	0.002	1.533	0.51274595	1.025483426
2	0.004	1.480	0.512605	0.003	1.496	0.51267216	1.02527719
3	0.006	1.435	0.5122511	0.005	1.459	0.51247398	1.02472512
4	0.008	1.391	0.5115778	0.007	1.422	0.51209412	1.023671951
5	0.009	1.347	0.5105012	0.008	1.386	0.51148082	1.021982065
6	0.011	1.305	0.5089545	0.010	1.350	0.51058922	1.0195437
7	0.013	1.263	0.5068892	0.011	1.315	0.50938235	1.016271533
8	0.014	1.222	0.5042759	0.012	1.280	0.50783168	1.012107616
9	0.015	1.183	0.5011034	0.014	1.246	0.5059174	1.007020816
10	0.016	1.144	0.4973768	0.015	1.213	0.50362815	1.001005
11	0.018	1.107	0.4931156	0.016	1.181	0.50096067	0.99407629
12	0.018	1.071	0.4883507	0.017	1.149	0.49791899	0.986269716
13	0.019	1.037	0.483122	0.018	1.118	0.49451361	0.977635587
14	0.020	1.004	0.4774754	0.019	1.089	0.49076047	0.968235837
15	0.021	0.972	0.4714606	0.019	1.060	0.48667996	0.958140568
16	0.021	0.942	0.4651291	0.020	1.032	0.48229583	0.947424918
17	0.021	0.913	0.4585321	0.020	1.005	0.47763429	0.936166346
18	0.022	0.885	0.4517193	0.021	0.979	0.4727231	0.924442375

Tahap	3
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.0255131
B1 (m)	21.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	25.502125
B4 (m)	1.25

z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' kanan (t/m2)	α3 (rad)	α4 (rad)	Δσ' kiri (t/m2)	Δσ' 3 (t/m2)
1.5	0.003	1.499	0.512683016	0.003	1.512	0.512715484	1.0253985
2.5	0.005	1.452	0.512419605	0.005	1.473	0.512567758	1.024987363
3.5	0.007	1.406	0.511846019	0.006	1.434	0.512243881	1.0240899
4.5	0.009	1.360	0.510859906	0.008	1.396	0.511681851	1.022541758
5.5	0.011	1.315	0.509378244	0.010	1.358	0.510827481	1.020205725
6.5	0.013	1.271	0.507339848	0.011	1.321	0.509635787	1.016975635
7.5	0.014	1.228	0.504706222	0.013	1.285	0.508071867	1.012778087
8.5	0.016	1.186	0.501460887	0.014	1.249	0.50611125	1.007572137
9.5	0.017	1.146	0.497607497	0.015	1.214	0.503739774	1.001347271
10.5	0.018	1.107	0.493167051	0.017	1.180	0.500953033	0.994120084
11.5	0.019	1.070	0.488174621	0.018	1.147	0.497755503	0.985930125
12.5	0.020	1.034	0.482675911	0.019	1.115	0.494159427	0.976835337
13.5	0.021	0.999	0.47672392	0.020	1.084	0.490183561	0.966907481
14.5	0.022	0.967	0.470375922	0.020	1.054	0.485851874	0.956227797
15.5	0.022	0.935	0.463690868	0.021	1.025	0.481192259	0.944883126
16.5	0.022	0.905	0.45672726	0.022	0.997	0.476235322	0.932962582
17.5	0.023	0.876	0.449541528	0.022	0.969	0.471013296	0.92054823
18.5	0.023	0.849	0.442186833	0.023	0.943	0.465559081	0.907745914

Tahap	4
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.0255131
B1 (m)	20.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	24.252125
B4 (m)	1.25

z (m)	α1 (rad)	α2 (rad)	Δσ' kanan (t/m2)	α3 (rad)	α4 (rad)	Δσ' kiri (t/m2)	Δσ' 4 (t/m2)
2	0.005	1.471	0.512556568	0.004	1.489	0.5126442	1.025200768
3	0.007	1.422	0.512091057	0.006	1.448	0.512380998	1.024472055
4	0.009	1.373	0.511209506	0.008	1.407	0.511878152	1.023087658
5	0.011	1.326	0.509808425	0.010	1.367	0.51106977	1.020878195
6	0.013	1.279	0.507810006	0.011	1.328	0.509900708	1.017710713
7	0.015	1.234	0.505163782	0.013	1.290	0.50832787	1.013491652
8	0.017	1.190	0.501846212	0.015	1.252	0.506320814	1.008167025
9	0.018	1.148	0.497858531	0.016	1.215	0.503861683	1.001720214
10	0.019	1.107	0.493223361	0.017	1.180	0.500944574	0.994167936
11	0.020	1.068	0.487980599	0.019	1.145	0.497574443	0.985550542
12	0.021	1.030	0.482183051	0.020	1.111	0.493765688	0.975948739
13	0.022	0.994	0.47589222	0.021	1.079	0.48954055	0.96543277
14	0.023	0.960	0.469174491	0.021	1.047	0.484927445	0.954101936
15	0.023	0.927	0.462097909	0.022	1.017	0.479959334	0.942057242
16	0.024	0.896	0.454729584	0.023	0.988	0.474672196	0.92940178
17	0.024	0.866	0.44713374	0.023	0.959	0.46910368	0.91623742
18	0.024	0.838	0.439370345	0.024	0.932	0.463291936	0.90262281
19	0.024	0.811	0.43149424	0.024	0.906	0.457274656	0.888768896

Tahap	5
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	19.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	23.00213
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma' 5$ (t/m ²)
2.5	0.006	1.440	0.512306	0.006	1.463	0.512502	1.024808
3.5	0.009	1.389	0.511544	0.008	1.420	0.512066	1.02361
4.5	0.011	1.338	0.510241	0.010	1.378	0.511314	1.021556
5.5	0.013	1.289	0.508299	0.012	1.336	0.510177	1.018476
6.5	0.015	1.241	0.50565	0.014	1.295	0.508601	1.014251
7.5	0.017	1.195	0.502263	0.015	1.256	0.506548	1.00881
8.5	0.019	1.150	0.498133	0.017	1.217	0.503995	1.002128
9.5	0.020	1.107	0.493285	0.018	1.179	0.500935	0.99422
10.5	0.021	1.066	0.487766	0.020	1.143	0.497373	0.985139
11.5	0.022	1.027	0.481636	0.021	1.107	0.493325	0.974961
12.5	0.023	0.989	0.474967	0.022	1.073	0.48882	0.963787
13.5	0.024	0.953	0.467837	0.023	1.040	0.483889	0.951726
14.5	0.025	0.919	0.460325	0.024	1.008	0.478574	0.938899
15.5	0.025	0.887	0.452508	0.024	0.978	0.472916	0.925424
16.5	0.025	0.856	0.44446	0.025	0.949	0.46696	0.911419
17.5	0.025	0.827	0.436248	0.025	0.920	0.460749	0.89697
18.5	0.026	0.799	0.427934	0.026	0.893	0.454328	0.882262
19.5	0.026	0.772	0.419572	0.026	0.868	0.447739	0.867311

Tahap	6
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	18.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	21.75213
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma' 6$ (t/m ²)
3	0.009	1.406	0.511856	0.007	1.434	0.512242484	1.024099
4	0.011	1.352	0.510672	0.010	1.389	0.511557876	1.02223
5	0.014	1.300	0.508805	0.012	1.345	0.510463613	1.019269
6	0.016	1.249	0.506168	0.014	1.302	0.508892124	1.01506
7	0.018	1.200	0.502713	0.016	1.259	0.506794853	1.009508
8	0.020	1.153	0.498433	0.018	1.218	0.504142582	1.002576
9	0.021	1.107	0.493354	0.019	1.178	0.500924604	0.994278
10	0.023	1.064	0.487527	0.021	1.140	0.497146985	0.984674
11	0.024	1.022	0.481024	0.022	1.103	0.492830195	0.973855
12	0.025	0.983	0.473932	0.023	1.067	0.488006382	0.961938
13	0.025	0.945	0.46634	0.024	1.032	0.482716544	0.949056
14	0.026	0.910	0.458341	0.025	0.999	0.47700781	0.935349
15	0.026	0.876	0.450025	0.026	0.967	0.470930961	0.920956
16	0.027	0.844	0.441476	0.026	0.937	0.464538288	0.906014
17	0.027	0.814	0.432771	0.027	0.907	0.457881835	0.890653
18	0.027	0.785	0.423979	0.027	0.880	0.451012016	0.874991
19	0.027	0.758	0.415159	0.028	0.853	0.443976599	0.859136
20	0.027	0.733	0.406364	0.028	0.827	0.436819996	0.843184

Tahap	7
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	17.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	20.50213
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma' 7$ (t/m ²)
3.5	0.011	1.368	0.511094	0.010	1.402	0.511797	1.022891
4.5	0.014	1.312	0.509326	0.012	1.355	0.51076	1.020086
5.5	0.016	1.258	0.506718	0.014	1.309	0.509203	1.015921
6.5	0.019	1.206	0.503203	0.017	1.264	0.507064	1.010267
7.5	0.021	1.155	0.498765	0.019	1.220	0.504305	1.00307
8.5	0.022	1.107	0.49343	0.021	1.178	0.500913	0.994342
9.5	0.024	1.061	0.487259	0.022	1.137	0.496892	0.984151
10.5	0.025	1.018	0.480337	0.024	1.097	0.492269	0.972606
11.5	0.026	0.976	0.472766	0.025	1.060	0.487082	0.959848
12.5	0.027	0.937	0.464653	0.026	1.023	0.481382	0.946035
13.5	0.028	0.900	0.456108	0.027	0.988	0.475225	0.931333
14.5	0.028	0.865	0.447234	0.028	0.955	0.468672	0.915906
15.5	0.028	0.832	0.438129	0.028	0.923	0.461787	0.899916
16.5	0.029	0.800	0.42888	0.029	0.893	0.454629	0.88351
17.5	0.029	0.771	0.419565	0.029	0.864	0.447258	0.866823
18.5	0.029	0.743	0.410249	0.029	0.837	0.439728	0.849978
19.5	0.028	0.717	0.400989	0.029	0.810	0.43209	0.833079
20.5	0.028	0.692	0.39183	0.030	0.785	0.42439	0.816219

Tahap	8
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	16.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	19.25213
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma' 8$ (t/m ²)
4	0.014	1.326	0.509858	0.012	1.366	0.511063	1.02092
5	0.017	1.268	0.507301	0.015	1.317	0.509533	1.016835
6	0.019	1.212	0.503735	0.017	1.269	0.507358	1.011093
7	0.022	1.158	0.499131	0.020	1.222	0.504487	1.003618
8	0.024	1.107	0.493515	0.022	1.177	0.500899	0.994414
9	0.025	1.058	0.486957	0.024	1.134	0.496603	0.98356
10	0.027	1.012	0.47956	0.025	1.092	0.491628	0.971188
11	0.028	0.969	0.471445	0.027	1.052	0.486023	0.957468
12	0.029	0.927	0.462741	0.028	1.013	0.479851	0.942592
13	0.029	0.889	0.453578	0.029	0.977	0.473179	0.926757
14	0.030	0.852	0.444078	0.030	0.942	0.466084	0.910162
15	0.030	0.818	0.434354	0.030	0.909	0.458638	0.892992
16	0.030	0.785	0.424505	0.031	0.877	0.450915	0.87542
17	0.030	0.755	0.414617	0.031	0.847	0.442983	0.8576
18	0.030	0.727	0.404763	0.031	0.819	0.434905	0.839668
19	0.030	0.700	0.395003	0.031	0.792	0.426738	0.821741
20	0.030	0.675	0.385386	0.031	0.766	0.418531	0.803917
21	0.029	0.651	0.375949	0.031	0.742	0.410329	0.786278

Tahap	9
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	15.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	18.00213
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m2)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m2)	$\Delta\sigma'$ 9 (t/m2)
4.5	0.017	1.279	0.507918	0.015	1.326	0.509885	1.017803
5.5	0.020	1.219	0.504316	0.018	1.274	0.507681	1.011996
6.5	0.023	1.162	0.499538	0.021	1.224	0.504689	1.004228
7.5	0.025	1.107	0.49361	0.023	1.176	0.500884	0.994494
8.5	0.027	1.055	0.486614	0.025	1.130	0.496271	0.982885
9.5	0.029	1.006	0.478673	0.027	1.085	0.490889	0.969563
10.5	0.030	0.960	0.469935	0.029	1.043	0.4848	0.954735
11.5	0.031	0.917	0.460557	0.030	1.002	0.478079	0.938635
12.5	0.032	0.876	0.450692	0.031	0.964	0.470813	0.921505
13.5	0.032	0.838	0.440486	0.032	0.927	0.463093	0.903579
14.5	0.032	0.802	0.430069	0.033	0.893	0.455008	0.885077
15.5	0.032	0.769	0.419555	0.033	0.860	0.446646	0.866201
16.5	0.032	0.738	0.40904	0.033	0.829	0.438084	0.847124
17.5	0.032	0.709	0.398604	0.033	0.800	0.429396	0.828001
18.5	0.032	0.681	0.38831	0.034	0.772	0.420646	0.808957
19.5	0.031	0.656	0.378209	0.034	0.745	0.41189	0.790099
20.5	0.031	0.632	0.368338	0.033	0.721	0.403174	0.771512
21.5	0.031	0.609	0.358726	0.033	0.697	0.394539	0.753265

Tahap	10
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	14.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	16.75213
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m2)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m2)	$\Delta\sigma'$ 10 (t/m2)
5	0.021	1.228	0.50495	0.019	1.281	0.508035	1.012985
6	0.024	1.166	0.499994	0.022	1.227	0.504918	1.004911
7	0.027	1.107	0.493718	0.025	1.175	0.500866	0.994584
8	0.029	1.052	0.486221	0.027	1.125	0.495887	0.982108
9	0.031	1.000	0.477653	0.029	1.078	0.49003	0.967682
10	0.032	0.951	0.468195	0.031	1.033	0.483371	0.951566
11	0.033	0.905	0.45804	0.033	0.990	0.476008	0.934048
12	0.034	0.862	0.447373	0.034	0.949	0.468049	0.915422
13	0.034	0.822	0.436367	0.035	0.911	0.459607	0.895973
14	0.034	0.785	0.425173	0.035	0.875	0.450789	0.875962
15	0.034	0.751	0.413923	0.036	0.841	0.441699	0.855622
16	0.034	0.719	0.402722	0.036	0.808	0.43243	0.835152
17	0.034	0.689	0.391657	0.036	0.778	0.423065	0.814722
18	0.034	0.661	0.380795	0.036	0.750	0.413676	0.79447
19	0.033	0.635	0.370185	0.036	0.723	0.404323	0.774508
20	0.033	0.611	0.359866	0.036	0.697	0.395057	0.754923
21	0.032	0.588	0.349862	0.035	0.673	0.385919	0.735781
22	0.032	0.567	0.34019	0.035	0.651	0.376943	0.717132

Tahap	11						
Htimb (m)	0.5						
q (t/m ²)	1.025513						
B1 (m)	13.0017						
B2 (m)	1						
B3 (m)	15.50213						
B4 (m)	1.25						
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 11 (t/m ²)
5.5	0.026	1.171	0.500506	0.024	1.230	0.505177	1.005682
6.5	0.029	1.107	0.493841	0.027	1.174	0.500845	0.994686
7.5	0.031	1.048	0.485766	0.030	1.120	0.495438	0.981203
8.5	0.033	0.992	0.476466	0.032	1.069	0.489017	0.965483
9.5	0.035	0.940	0.466169	0.034	1.021	0.481683	0.947852
10.5	0.036	0.891	0.455112	0.035	0.975	0.47356	0.928673
11.5	0.037	0.847	0.443522	0.037	0.933	0.464787	0.908309
12.5	0.037	0.805	0.431605	0.038	0.892	0.455502	0.887108
13.5	0.037	0.767	0.41954	0.038	0.854	0.445839	0.865379
14.5	0.037	0.731	0.407473	0.039	0.819	0.435921	0.843393
15.5	0.037	0.698	0.395522	0.039	0.785	0.425856	0.821378
16.5	0.036	0.667	0.383781	0.039	0.754	0.415739	0.79952
17.5	0.036	0.639	0.372317	0.039	0.725	0.40565	0.777967
18.5	0.035	0.613	0.36118	0.038	0.697	0.395654	0.756834
19.5	0.035	0.588	0.350403	0.038	0.672	0.385805	0.736208
20.5	0.034	0.565	0.340008	0.038	0.647	0.376143	0.716151
21.5	0.033	0.544	0.330006	0.037	0.625	0.3667	0.696705
22.5	0.033	0.524	0.320399	0.037	0.603	0.357499	0.677898

Tahap	12						
Htimb (m)	0.5						
q (t/m ²)	1.025513						
B1 (m)	12.0017						
B2 (m)	1						
B3 (m)	14.25213						
B4 (m)	1.25						
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 12 (t/m ²)
6	0.031	1.107	0.493984	0.029	1.172	0.50082	0.994803
7	0.034	1.043	0.485233	0.032	1.114	0.494905	0.980138
8	0.036	0.983	0.475071	0.035	1.059	0.487808	0.962879
9	0.038	0.927	0.463784	0.037	1.008	0.479662	0.943446
10	0.039	0.876	0.451671	0.039	0.959	0.47063	0.922301
11	0.040	0.829	0.439011	0.040	0.913	0.46089	0.899901
12	0.040	0.785	0.426053	0.041	0.871	0.450617	0.87667
13	0.040	0.745	0.413005	0.042	0.831	0.439974	0.852979
14	0.040	0.709	0.400033	0.042	0.794	0.429109	0.829142
15	0.039	0.675	0.387267	0.042	0.760	0.41815	0.805417
16	0.039	0.644	0.374803	0.042	0.728	0.407202	0.782004
17	0.038	0.615	0.362709	0.042	0.698	0.396352	0.759061
18	0.037	0.588	0.351031	0.041	0.670	0.38567	0.736701
19	0.037	0.563	0.339797	0.041	0.644	0.375209	0.715006
20	0.036	0.540	0.32902	0.040	0.619	0.365009	0.694029
21	0.035	0.519	0.318705	0.040	0.596	0.355097	0.673802
22	0.034	0.499	0.308847	0.039	0.575	0.345493	0.65434
23	0.034	0.481	0.299438	0.038	0.555	0.336209	0.635646

Tahap	13
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	11.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	13.00213
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 13 (t/m ²)
6.5	0.037	1.037	0.484601	0.036	1.107	0.494263	0.978864
7.5	0.040	0.972	0.473407	0.039	1.048	0.486341	0.959748
8.5	0.042	0.913	0.460939	0.041	0.992	0.477204	0.938143
9.5	0.043	0.859	0.447577	0.043	0.940	0.467071	0.914647
10.5	0.043	0.809	0.433669	0.044	0.891	0.456171	0.889884
11.5	0.043	0.763	0.419515	0.045	0.847	0.44473	0.864245
12.5	0.043	0.722	0.405359	0.046	0.805	0.432948	0.838307
13.5	0.043	0.684	0.391388	0.046	0.767	0.421002	0.812389
14.5	0.042	0.649	0.37774	0.046	0.731	0.409039	0.786778
15.5	0.042	0.617	0.364512	0.045	0.698	0.397177	0.761689
16.5	0.041	0.588	0.351769	0.045	0.667	0.38551	0.737278
17.5	0.040	0.561	0.339548	0.044	0.639	0.374106	0.713654
18.5	0.039	0.537	0.327868	0.044	0.613	0.363016	0.690884
19.5	0.038	0.514	0.316733	0.043	0.588	0.352277	0.669009
20.5	0.037	0.493	0.306136	0.042	0.565	0.341908	0.648044
21.5	0.036	0.473	0.296064	0.041	0.544	0.331924	0.627988
22.5	0.035	0.455	0.286499	0.041	0.524	0.322328	0.608827
23.5	0.034	0.438	0.277419	0.040	0.505	0.313119	0.590537

Tahap	14
Htimb (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	10.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	11.75213
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 14 (t/m ²)
7	0.044	0.960	0.471393	0.043	1.034	0.484527	0.95592
8	0.046	0.896	0.457494	0.046	0.973	0.47416	0.931655
9	0.047	0.838	0.442637	0.048	0.917	0.462672	0.905309
10	0.048	0.785	0.427262	0.049	0.866	0.450369	0.877631
11	0.048	0.738	0.411732	0.050	0.818	0.437536	0.849268
12	0.047	0.695	0.396329	0.050	0.775	0.424427	0.820756
13	0.047	0.656	0.38126	0.050	0.735	0.411248	0.792509
14	0.046	0.620	0.366669	0.050	0.698	0.398168	0.764837
15	0.045	0.588	0.352648	0.050	0.665	0.385315	0.737963
16	0.044	0.559	0.33925	0.049	0.634	0.372782	0.712032
17	0.043	0.532	0.326502	0.048	0.605	0.360636	0.687138
18	0.041	0.507	0.314406	0.047	0.578	0.34892	0.663326
19	0.040	0.485	0.302954	0.046	0.554	0.337661	0.640614
20	0.039	0.464	0.292124	0.045	0.531	0.32687	0.618994
21	0.038	0.444	0.281892	0.044	0.510	0.316549	0.598441
22	0.037	0.427	0.272228	0.043	0.491	0.306693	0.578921
23	0.036	0.410	0.2631	0.042	0.472	0.297292	0.560391
24	0.035	0.395	0.254477	0.041	0.455	0.28833	0.542807

Tahap	15
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	9.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	10.50213
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 15 (t/m ²)
7.5	0.051	0.876	0.453248	0.052	0.951	0.47031	0.923558
8.5	0.052	0.814	0.436584	0.054	0.890	0.457129	0.893713
9.5	0.053	0.758	0.419472	0.056	0.835	0.443106	0.862578
10.5	0.052	0.709	0.402355	0.056	0.785	0.428612	0.830967
11.5	0.052	0.664	0.385556	0.056	0.740	0.413955	0.799511
12.5	0.051	0.624	0.369295	0.056	0.699	0.399381	0.768676
13.5	0.050	0.588	0.353713	0.055	0.661	0.385073	0.738786
14.5	0.048	0.556	0.338889	0.054	0.627	0.371164	0.710053
15.5	0.047	0.526	0.324857	0.053	0.596	0.357741	0.682598
16.5	0.046	0.499	0.311622	0.052	0.567	0.34486	0.656482
17.5	0.044	0.475	0.299168	0.051	0.541	0.33255	0.631717
18.5	0.043	0.453	0.287463	0.050	0.516	0.320822	0.608285
19.5	0.041	0.432	0.276473	0.048	0.494	0.309673	0.586146
20.5	0.040	0.414	0.266155	0.047	0.473	0.29909	0.565245
21.5	0.039	0.397	0.256468	0.046	0.454	0.289054	0.545522
22.5	0.038	0.381	0.247368	0.045	0.437	0.279543	0.526911
23.5	0.037	0.366	0.238814	0.043	0.420	0.270532	0.509346
24.5	0.035	0.352	0.230768	0.042	0.405	0.261993	0.492761

Tahap	16
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	8.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	9.252125
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 16 (t/m ²)
8	0.059	0.786	0.429026	0.062	0.858	0.44998	0.879007
9	0.059	0.727	0.409851	0.063	0.799	0.433832	0.843683
10	0.058	0.675	0.390909	0.063	0.747	0.417345	0.808254
11	0.057	0.629	0.372561	0.063	0.699	0.400898	0.773459
12	0.055	0.588	0.355031	0.062	0.657	0.384766	0.739797
13	0.054	0.552	0.338441	0.061	0.619	0.369141	0.707582
14	0.052	0.519	0.32284	0.060	0.584	0.354146	0.676986
15	0.050	0.490	0.308231	0.058	0.553	0.339851	0.648083
16	0.049	0.464	0.294589	0.057	0.524	0.326288	0.620877
17	0.047	0.440	0.281867	0.055	0.498	0.313464	0.59533
18	0.045	0.418	0.270011	0.053	0.475	0.301364	0.571374
19	0.044	0.399	0.258962	0.052	0.453	0.289964	0.548926
20	0.042	0.381	0.248661	0.050	0.433	0.279233	0.527893
21	0.041	0.364	0.23905	0.049	0.415	0.269134	0.508183
22	0.040	0.349	0.230074	0.047	0.398	0.259629	0.489703
23	0.038	0.335	0.221682	0.046	0.382	0.250681	0.472364
24	0.037	0.322	0.213826	0.045	0.368	0.242253	0.45608
25	0.036	0.310	0.206463	0.043	0.354	0.234309	0.440772

Tahap	17
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	7.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	8.002125
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 17 (t/m ²)
8.5	0.066	0.689	0.397753	0.073	0.755	0.421713	0.819466
9.5	0.065	0.635	0.376731	0.072	0.700	0.40285	0.779582
10.5	0.063	0.588	0.356703	0.071	0.651	0.384362	0.741066
11.5	0.061	0.547	0.337869	0.070	0.608	0.366542	0.704411
12.5	0.059	0.511	0.320305	0.068	0.569	0.349566	0.669871
13.5	0.057	0.478	0.304012	0.066	0.535	0.333524	0.637536
14.5	0.054	0.450	0.288942	0.064	0.504	0.318448	0.60739
15.5	0.052	0.424	0.275025	0.062	0.477	0.30433	0.579356
16.5	0.050	0.401	0.262178	0.059	0.452	0.291139	0.553317
17.5	0.048	0.381	0.250313	0.057	0.429	0.278829	0.529142
18.5	0.046	0.362	0.239347	0.055	0.408	0.267345	0.506692
19.5	0.045	0.345	0.229199	0.054	0.389	0.256631	0.485829
20.5	0.043	0.329	0.219794	0.052	0.372	0.24663	0.466424
21.5	0.041	0.315	0.211063	0.050	0.356	0.237289	0.448352
22.5	0.040	0.302	0.202946	0.048	0.342	0.228554	0.4315
23.5	0.039	0.290	0.195386	0.047	0.328	0.220377	0.415764
24.5	0.037	0.278	0.188332	0.045	0.316	0.212714	0.401047
25.5	0.036	0.268	0.18174	0.044	0.304	0.205523	0.387263

Tahap	18
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	6.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	6.752125
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 18 (t/m ²)
9	0.073	0.588	0.358894	0.083	0.644	0.383809	0.742704
10	0.070	0.541	0.337116	0.081	0.594	0.36308	0.700196
11	0.067	0.499	0.317028	0.078	0.551	0.343535	0.660563
12	0.064	0.464	0.298621	0.076	0.513	0.325289	0.623909
13	0.062	0.433	0.281811	0.073	0.479	0.308362	0.590173
14	0.059	0.405	0.266481	0.070	0.449	0.292716	0.559197
15	0.056	0.381	0.252498	0.067	0.423	0.278282	0.530781
16	0.054	0.359	0.239733	0.064	0.399	0.264975	0.504708
17	0.051	0.339	0.22806	0.062	0.378	0.252703	0.480763
18	0.049	0.322	0.217365	0.059	0.359	0.241378	0.458743
19	0.047	0.306	0.207546	0.057	0.341	0.230914	0.43846
20	0.045	0.292	0.19851	0.055	0.326	0.221231	0.419741
21	0.043	0.278	0.190176	0.053	0.311	0.212257	0.402432
22	0.042	0.266	0.182471	0.051	0.298	0.203924	0.386395
23	0.040	0.255	0.175332	0.049	0.286	0.196175	0.371507
24	0.039	0.245	0.168703	0.048	0.274	0.188954	0.357656
25	0.037	0.236	0.162533	0.046	0.264	0.182213	0.344747
26	0.036	0.227	0.15678	0.044	0.254	0.175911	0.332691

Tahap	19
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	5.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	5.502125
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 19 (t/m ²)
9.5	0.079	0.485	0.312626	0.093	0.525	0.335246	0.647871
10.5	0.075	0.445	0.291496	0.089	0.483	0.314154	0.60565
11.5	0.071	0.410	0.272532	0.085	0.446	0.294942	0.567474
12.5	0.067	0.381	0.255523	0.081	0.415	0.277502	0.533026
13.5	0.064	0.355	0.240254	0.077	0.387	0.261687	0.501941
14.5	0.060	0.332	0.226518	0.073	0.363	0.247338	0.473856
15.5	0.057	0.312	0.214127	0.070	0.341	0.234302	0.448429
16.5	0.055	0.294	0.202916	0.067	0.322	0.222436	0.425352
17.5	0.052	0.278	0.19274	0.064	0.305	0.211609	0.404349
18.5	0.050	0.264	0.183474	0.061	0.289	0.201707	0.38518
19.5	0.047	0.251	0.175009	0.058	0.275	0.192626	0.367635
20.5	0.045	0.239	0.167253	0.056	0.262	0.184277	0.35153
21.5	0.044	0.229	0.160125	0.054	0.251	0.176581	0.336706
22.5	0.042	0.219	0.153554	0.052	0.240	0.16947	0.323025
23.5	0.040	0.210	0.147482	0.050	0.230	0.162883	0.310365
24.5	0.039	0.201	0.141856	0.048	0.221	0.156767	0.298623
25.5	0.037	0.194	0.13663	0.046	0.213	0.151076	0.287705
26.5	0.036	0.187	0.131764	0.045	0.205	0.145768	0.277532

Tahap	20
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	4.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	4.252125
B4 (m)	1.25

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	$\alpha 3$ (rad)	$\alpha 4$ (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 20 (t/m ²)
10	0.083	0.381	0.259985	0.101	0.402	0.2763	0.536285
11	0.078	0.349	0.240998	0.095	0.369	0.256821	0.497818
12	0.073	0.322	0.224314	0.089	0.341	0.239573	0.463887
13	0.069	0.299	0.209595	0.084	0.316	0.224262	0.433857
14	0.065	0.278	0.196551	0.080	0.295	0.210622	0.407173
15	0.061	0.261	0.184934	0.075	0.276	0.198424	0.383358
16	0.058	0.245	0.17454	0.071	0.260	0.187471	0.362011
17	0.055	0.231	0.165197	0.068	0.245	0.177595	0.342792
18	0.052	0.219	0.156761	0.065	0.232	0.168656	0.325417
19	0.050	0.208	0.149112	0.062	0.220	0.160533	0.309645
20	0.048	0.197	0.142149	0.059	0.209	0.153126	0.295275
21	0.046	0.188	0.135788	0.056	0.200	0.146347	0.282135
22	0.044	0.180	0.129956	0.054	0.191	0.140122	0.270078
23	0.042	0.172	0.124591	0.052	0.183	0.13439	0.258981
24	0.040	0.165	0.119642	0.050	0.175	0.129095	0.248737
25	0.039	0.159	0.115062	0.048	0.168	0.124191	0.239253
26	0.037	0.153	0.110813	0.046	0.162	0.119638	0.23045
27	0.036	0.147	0.10686	0.045	0.156	0.115399	0.222529

Tahap	21
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	3.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	3.002125
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 21 (t/m ²)
10.5	0.086	0.278	0.202805	0.106	0.278	0.208935	0.41174
11.5	0.080	0.255	0.187256	0.099	0.255	0.193071	0.380327
12.5	0.074	0.236	0.173795	0.092	0.236	0.179306	0.353101
13.5	0.069	0.219	0.162052	0.086	0.219	0.167277	0.329329
14.5	0.065	0.204	0.151733	0.081	0.204	0.156692	0.308426
15.5	0.061	0.191	0.142605	0.076	0.191	0.147318	0.289923
16.5	0.058	0.180	0.13448	0.072	0.180	0.138966	0.273446
17.5	0.055	0.170	0.127207	0.068	0.170	0.131482	0.258689
18.5	0.052	0.161	0.120661	0.065	0.161	0.124743	0.245404
19.5	0.050	0.153	0.114741	0.062	0.153	0.118645	0.233386
20.5	0.047	0.145	0.109364	0.059	0.145	0.113103	0.222467
21.5	0.045	0.139	0.104459	0.057	0.139	0.108045	0.212505
22.5	0.043	0.133	0.099969	0.054	0.133	0.103413	0.203382
23.5	0.042	0.127	0.095843	0.052	0.127	0.099155	0.194998
24.5	0.040	0.122	0.092039	0.050	0.122	0.095229	0.187268
25.5	0.038	0.117	0.088522	0.048	0.117	0.091598	0.18012
26.5	0.037	0.113	0.085261	0.046	0.113	0.08823	0.173491
27.5	0.036	0.109	0.082229	0.045	0.109	0.085098	0.167327

Tahap	22
H _{timb} (m)	0.5
q (t/m ²)	1.025513
B1 (m)	2.0017
B2 (m)	1
B3 (m)	1.752125
B4 (m)	1.25

z (m)	α_1 (rad)	α_2 (rad)	$\Delta\sigma'$ kanan (t/m ²)	α_3 (rad)	α_4 (rad)	$\Delta\sigma'$ kiri (t/m ²)	$\Delta\sigma'$ 22 (t/m ²)
11	0.086	0.180	0.14341	0.108	0.158	0.136605	0.280015
12	0.080	0.165	0.132171	0.100	0.145	0.125852	0.258023
13	0.074	0.153	0.122523	0.093	0.134	0.11663	0.239153
14	0.069	0.142	0.114157	0.087	0.125	0.108641	0.222798
15	0.065	0.133	0.10684	0.081	0.116	0.101657	0.208497
16	0.061	0.124	0.100389	0.076	0.109	0.095504	0.195893
17	0.058	0.117	0.094662	0.072	0.103	0.090043	0.184705
18	0.054	0.111	0.089544	0.068	0.097	0.085166	0.17471
19	0.052	0.105	0.084945	0.065	0.092	0.080784	0.165729
20	0.049	0.100	0.080791	0.062	0.087	0.076827	0.157617
21	0.047	0.095	0.07702	0.059	0.083	0.073236	0.150255
22	0.045	0.091	0.073582	0.056	0.079	0.069962	0.143545
23	0.043	0.087	0.070436	0.054	0.076	0.066967	0.137403
24	0.041	0.083	0.067545	0.052	0.073	0.064216	0.131762
25	0.040	0.080	0.064881	0.050	0.070	0.061681	0.126563
26	0.038	0.077	0.062418	0.048	0.067	0.059337	0.121756
27	0.037	0.074	0.060134	0.046	0.065	0.057164	0.117298
28	0.035	0.071	0.058011	0.044	0.062	0.055144	0.113154

Rekap Distribusi Tegangan Pertahap

Tahap	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No	$\Delta\sigma^1$ (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)
z (m)										
1	1.02539863	1.02548346	1.0253985	1.02520768	1.02480219	1.0249895	1.02280833	1.02029282	1.017802571	1.012949611
2	1.02545539	1.02527719	1.024987363	1.02472055	1.023610439	1.02222998	1.02008063	1.016834649	1.011936532	1.004911318
3	1.025110674	1.02472512	1.0240899	1.023087658	1.02155541	1.019299	1.01592066	1.011093914	1.004272651	0.994638985
4	1.024421324	1.023671951	1.022541758	1.020878195	1.018475986	1.01596018	1.010266781	1.003617586	0.994495387	0.982107736
5	1.023227201	1.021982065	1.020295725	1.017710713	1.014251368	1.00958025	1.00307039	0.994413666	0.982894864	0.967682304
6	1.021415935	1.0195437	1.016975635	1.013491652	1.008810495	1.002576	0.994432354	0.983555809	0.969562673	0.951565988
7	1.01889606	1.016271533	1.012778087	1.008167025	1.00228096	0.99427829	0.984151104	0.97188052	0.95473504	0.934047534
8	1.015598432	1.012107616	1.007572137	1.00170214	0.994220434	0.98467363	0.973636445	0.957468437	0.938633378	0.915421977
9	1.014177215	1.007020816	1.001347271	0.994167936	0.985138615	0.97385462	0.95984844	0.94259187	0.921594789	0.899973196
10	1.006508663	1.001005	0.994120084	0.985555042	0.974851187	0.96193814	0.946105176	0.926757428	0.903578661	0.87596247
11	1.00689795	0.99407629	0.985990125	0.975948739	0.963786653	0.94905633	0.931332596	0.910161839	0.885077387	0.85562009
12	0.994036059	0.982689716	0.976835337	0.9643277	0.95172482	0.93534874	0.915936363	0.892991973	0.866210639	0.83515293
13	0.986578618	0.977635587	0.966907481	0.954101936	0.93889895	0.92095587	0.899915776	0.875419898	0.847124473	0.814722067
14	0.978361025	0.968235837	0.956227797	0.943057242	0.925424031	0.90601424	0.883939956	0.85760053	0.828010353	0.794470083
15	0.969438289	0.958140568	0.944883126	0.92940178	0.911419358	0.89065286	0.866823239	0.839668057	0.808956705	0.77450784
16	0.95987006	0.947424918	0.932962382	0.91623742	0.896997217	0.87469079	0.84987795	0.821740706	0.79009868	0.74922653
17	0.949722208	0.936166346	0.920554923	0.902662281	0.882626457	0.85913587	0.833079288	0.803916786	0.771512055	0.735181211
18	0.939062336	0.924442375	0.907445914	0.889768996	0.867311183	0.84318407	0.816219163	0.786278837	0.753264643	0.717132485

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$\Delta\sigma'_{11}$ (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)
1.0056823	0.994803327	0.978863724	0.95592007	0.923557999	0.879006868	0.819466204	0.74270367	0.647871385	0.53628528	0.41173999	0.2800155
0.394686	0.380137595	0.359748175	0.33165477	0.293712714	0.243682526	0.179581694	0.70019614	0.605650027	0.497818144	0.3803269	0.280233
0.9812033	0.962878542	0.938143269	0.90530944	0.862578409	0.808254105	0.741065864	0.66056251	0.567473984	0.463886907	0.353101209	0.2391526
0.9654831	0.943445937	0.914647081	0.87763062	0.830966787	0.773458914	0.704411284	0.62390918	0.533025632	0.433857119	0.329929048	0.222798
0.9478522	0.922301144	0.888899935	0.84926837	0.79951065	0.739797218	0.669871118	0.5901728	0.50194092	0.407172801	0.308425634	0.2084975
0.9286725	0.899901481	0.864244538	0.8207557	0.768673872	0.707381833	0.63753567	0.55919695	0.473855855	0.383358166	0.289923326	0.1958934
0.9083093	0.876670054	0.838306523	0.7925086	0.738786423	0.676985799	0.60739012	0.53078064	0.448429178	0.362010757	0.273445987	0.1847052
0.8871077	0.852978916	0.812389401	0.76483733	0.710052718	0.648082531	0.5793955565	0.50470758	0.425351812	0.342791817	0.25868898	0.1747102
0.8653789	0.82914228	0.786778432	0.73796253	0.68259821	0.620877229	0.553317007	0.48076312	0.40349267	0.325416503	0.245403767	0.1657294
0.8433932	0.805441654	0.76168924	0.71203224	0.65648206	0.595330314	0.529144826	0.45874343	0.385180488	0.309644995	0.233386069	0.1576175
0.821378	0.782004381	0.737278303	0.68713759	0.631717378	0.5713774329	0.506691597	0.43845999	0.367635308	0.295274846	0.222466761	0.1502554
0.7995197	0.75906101	0.715653562	0.66332641	0.608285339	0.548995813	0.485829374	0.41974119	0.351529957	0.282134553	0.212504835	0.1465446
0.7779667	0.736701117	0.690884206	0.64061438	0.586143816	0.527893438	0.466423971	0.402424247	0.336705944	0.270078257	0.203881938	0.137403
0.7568339	0.71500578	0.669009187	0.6189939	0.565245199	0.508183462	0.448352277	0.38639543	0.323024593	0.258981381	0.19499095	0.1317618
0.7362077	0.69402869	0.64804436	0.59844107	0.54522038	0.489793261	0.431500316	0.37150666	0.310965295	0.24873707	0.187268341	0.1265625
0.7161507	0.673801929	0.627983809	0.57892095	0.526911048	0.472363541	0.415763521	0.35765631	0.29862292	0.239253277	0.18020059	0.1217555
0.6967052	0.654340488	0.608827	0.56039149	0.509343882	0.456079634	0.4001046541	0.34474671	0.28770535	0.230450371	0.173949851	0.1172983
0.6778979	0.63566316	0.59053744	0.54280655	0.49276012	0.440772166	0.387262774	0.33269095	0.277531915	0.222259184	0.16726822	0.1131542

Rekap Distribusi Tegangan Perminggu

Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No	$\Delta\sigma^1$ (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)
1	1.02550943	2.05099269	3.07639769	4.10159257	5.126400756	6.150499258	7.1733909	8.194310472	9.212113	10.2251
2	1.029425509	2.05702659	3.07569062	4.10016217	5.123772555	6.14602531	7.166088594	8.182923243	9.19492	10.19983
3	1.025110674	2.049835794	3.073925944	4.097013352	5.118568894	6.137837897	7.153758557	8.16465197	9.16908	10.16366
4	1.02421324	2.048093275	3.070635033	4.091513228	5.109989114	6.125049289	7.13516071	8.138936556	9.133427	10.11553
5	1.022227201	2.045209266	3.065444991	4.083125705	5.097377072	6.106885324	7.109955363	8.104369049	9.1087254	10.05494
6	1.021415935	2.040959636	3.057995771	4.071426923	5.080237418	6.082813421	7.077155775	8.060715463	9.080278	9.983844
7	1.018896006	2.035167539	3.047945626	4.056112652	5.058240748	6.052519085	7.086670139	8.007838191	8.962359	9.896641
8	1.015598432	2.027766048	3.035278185	4.039998398	5.031218832	6.015892464	6.988498909	7.945967346	8.884603	9.800025
9	1.011477215	2.018498931	3.019845301	4.014013237	4.999151853	5.973006471	6.932854911	7.875446781	8.796952	9.692925
10	1.006508663	2.007513463	3.001633747	3.987288789	4.962149976	5.92488113	6.870123289	7.796880717	8.700459	9.576421
11	1.000689795	1.994766085	2.98066821	3.956644949	4.920431603	5.889497935	6.800820531	7.71058237	8.596066	9.451682
12	0.994036059	1.980305776	2.957141113	3.922573883	4.874300864	5.809649106	6.725555469	7.618547442	8.484748	9.3199
13	0.986578618	1.964214005	2.931121866	3.88523622	4.824122572	5.745078442	6.644994218	7.520414116	8.367539	9.182611
14	0.978361425	1.946597262	2.902829568	3.844823011	4.770303332	5.676310577	6.559830136	7.417430189	8.245431	9.039901
15	0.969438289	1.927578857	2.872461584	3.801863763	4.713283122	5.609959777	6.470759216	7.310427273	8.119384	8.893892
16	0.959870086	1.907295004	2.840257586	3.756495006	4.653492223	5.528483014	6.378460809	7.200201515	7.9903	8.746223
17	0.949722208	1.885888553	2.806443377	3.709105658	4.591368115	5.450503987	6.283588275	7.087500061	7.859102	8.594793
18	0.939060236	1.863504711	2.771250625	3.660019521	4.527330704	5.370514774	6.186739397	6.975012323	7.726271	8.444009

11	$\Delta\sigma'_{11}$ (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)
11.23078	12.22538333	13.2045	14.16037	15.08393	15.96293	16.7823982	16.7823982	17.5251	18.17297	18.70926	19.121	19.40101	19.40101399	19.40101	19.40101	19.40101
11.19452	12.17465455	13.1344	14.06606	14.95977	15.80345	16.58303444	16.58303444	17.28323	17.88888	18.3867	18.76703	19.02505	19.02504891	19.02505	19.02505	19.02505
11.14487	12.10774512	13.04589	13.9512	14.81378	15.62203	16.36309621	16.36309621	17.02366	17.59113	18.05502	18.40812	18.64727	18.64727346	18.64727	18.64727	18.64727
11.08102	12.02446405	12.99311	13.81674	14.64771	15.42117	16.12557873	16.12557873	16.74949	17.28251	17.71637	18.0457	18.2685	18.26849776	18.2685	18.2685	18.2685
11.00279	11.92508951	12.81493	13.6642	14.46371	15.20351	15.87337681	15.87337681	16.46355	16.96549	17.37266	17.68109	17.88959	17.88958645	17.88959	17.88959	17.88959
10.91052	11.81041811	12.67466	13.49542	14.26409	14.97168	15.60921173	15.60921173	16.16841	16.64226	17.02562	17.31555	17.51144	17.51143941	17.51144	17.51144	17.51144
10.80495	11.68162012	12.51993	13.31244	14.05122	14.72821	15.33559759	15.33559759	15.86638	16.31481	16.67682	16.95026	17.13497	17.13496937	17.13497	17.13497	17.13497
10.68713	11.54011131	12.3525	13.11734	13.82739	14.47547	15.05482885	15.05482885	15.55954	15.98489	16.32768	16.58637	16.76108	16.76107925	16.76108	16.76108	16.76108
10.5583	11.38744592	12.17422	12.91219	13.59479	14.21566	14.76897933	14.76897933	15.24974	15.65409	15.92795	16.22491	16.39064	16.39064138	16.39064	16.39064	16.39064
10.41981	11.22523154	11.98692	12.69895	13.35544	13.95077	14.47990722	14.47990722	14.93865	15.32383	15.63348	15.86686	16.02448	16.02447967	16.02448	16.02448	16.02448
10.27306	11.05506418	11.79234	12.47948	13.1112	13.68257	14.18936338	14.18936338	14.62772	14.99536	15.29063	15.5131	15.66336	15.66335541	15.66336	15.66336	15.66336
10.11942	10.87848112	11.59213	12.25546	12.86375	13.41267	13.89850162	13.89850162	14.31824	14.66977	14.95191	15.16441	15.30796	15.30795574	15.30796	15.30796	15.30796
9.960227	10.69692845	11.38781	12.02843	12.61457	13.14247	13.60889026	13.60889026	14.01132	14.34803	14.61811	14.82149	14.95889	14.95889191	14.95889	14.95889	14.95889
9.796735	10.51174044	11.18075	11.79974	12.36499	12.87317	13.32152447	13.32152447	13.70792	14.03094	14.28993	14.48492	14.61669	14.61668576	14.61669	14.61669	14.61669
9.6301	10.32412823	10.97217	11.57061	12.11614	12.60584	13.03733927	13.03733927	13.40685	13.71921	13.96795	14.15522	14.28178	14.28179317	14.28178	14.28178	14.28178
9.461373	10.13517543	10.76316	11.34208	11.869	12.34136	12.75712279	12.75712279	13.11478	13.4134	13.65266	13.83278	13.95453	13.95453088	13.95453	13.95453	13.95453
9.291499	9.945839001	10.55467	11.11506	11.6244	12.08048	12.48152955	12.48152955	12.82028	13.11998	13.34443	13.51792	13.63522	13.63522111	13.63522	13.63522	13.63522
9.121307	9.756953683	10.34749	10.8903	11.38306	11.82383	12.21109362	12.21109362	12.54378	12.82132	13.04358	13.21109	13.32406	13.32405667	13.32406	13.32406	13.32406

Lampiran 11. Perubahan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi 100%

No	U H(m)	z (m)	100%										σ'_{10} (t/m ²)
			σ_0 (t/m ²)	σ_1 (t/m ²)	σ_2 (t/m ²)	σ_3 (t/m ²)	σ_4 (t/m ²)	σ_5 (t/m ²)	σ_6 (t/m ²)	σ_7 (t/m ²)	σ_8 (t/m ²)	σ_9 (t/m ²)	
1	0.5	1.0435	2.069039843	3.094493269	4.119837769	5.14502357	6.16930076	7.193990258	8.21890909	9.243780472	10.25665304	11.2685398	
2	1.5	2.4805	3.455925809	4.481202699	5.506490062	6.530623117	7.55472726	8.578602531	9.596389894	10.61942324	11.62541939	12.60331	
3	2.5	3.288	4.333110674	5.337835794	6.361925694	7.385033357	8.40856989	9.423837897	10.44173656	11.45285197	12.45707968	13.451669	
4	3.5	3.916	4.940421324	5.964093735	6.98683033	8.00753228	9.02598911	10.04049029	11.05131607	12.05483366	13.04947294	14.03535	
5	4.5	4.544	5.567227201	6.589209266	7.60944991	8.62725705	9.64317707	10.65806532	11.66395536	12.64983905	13.63123391	14.598936	
6	5.5	5.192	6.234159855	7.232919666	8.249952771	9.265426923	10.2722374	11.2783342	12.26915777	13.25271546	14.22227814	15.173844	
7	6.5	5.86	6.878886016	7.895167339	8.90794626	9.916123652	10.9182407	11.91251903	12.89676704	13.8678839	14.8253923	15.756641	
8	7.5	6.528	7.54398842	8.555766948	9.56278185	10.5469894	11.5592188	12.5489046	13.51649891	14.47396735	15.41260272	16.308025	
9	8.5	7.1805	8.191977215	9.198980081	10.2009453	11.1945324	12.1796519	13.15350647	14.11354901	15.0594678	15.97945157	16.879425	
10	9.5	7.8175	8.824008663	9.825013669	10.819193375	11.80468979	12.77965	13.74519811	14.6876329	15.61488072	16.5195938	17.393922	
11	10.5	8.4545	9.455189795	10.4492689	11.43519621	12.41114495	13.3749316	14.3298794	15.2552053	16.1548237	17.0553976	17.906182	
12	11.5	9.1175	10.11153806	11.09780578	12.07464111	13.0407388	13.9918004	14.92714911	15.84305547	16.73604744	17.6024808	18.4374	
13	12.5	9.8065	10.79307862	11.77071421	12.7476269	13.69172362	14.6306276	15.55357844	16.45194922	17.3269142	18.1740389	18.988761	
14	13.5	10.4955	11.47366042	12.44019726	13.39832506	14.3408323	15.2638063	16.1782058	17.05533014	17.91293019	18.7493077	19.554001	
15	14.5	11.3665	12.33938209	13.29407886	14.23989198	15.1686376	16.0790631	16.9704398	17.83719922	18.67692729	19.46886938	20.26392	
16	15.5	12.4095	13.37937009	14.326795	15.25925759	16.17599307	17.0729922	17.94978004	18.7976681	19.61970152	20.4093000	21.164723	
17	16.5	13.4725	14.4222221	15.35838855	16.27894338	17.18160566	18.0638681	18.92300999	19.7568828	20.5600006	21.3352122	22.067495	
18	17.5	14.5235	15.46456234	16.38904071	17.29676163	18.18551952	19.0528307	19.89601477	20.71223394	21.49851232	22.25177697	22.968909	

Lampiran 12. Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) < 100% Ditinjau Minggu Akhir (Minggu 26)

No	z (m)	$\sigma'0$ (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)
		100	90,24045782	89,34439137	88,36555537	87,29556891	86,12870611	84,852855	83,4589236	81,9535586	80,27152427	78,4526713	76,46469	74,29358476
		U (%)												
1	0.5	1.0435	0.892	0.896	0.890	0.882	0.871	0.859	0.844	0.828	0.808	0.787	0.761	0.732
2	1.5	2.4805	0.909	0.903	0.895	0.884	0.873	0.859	0.843	0.825	0.805	0.781	0.754	0.722
3	2.5	3.288	0.912	0.905	0.895	0.885	0.872	0.857	0.841	0.821	0.799	0.774	0.744	0.709
4	3.5	3.916	0.914	0.905	0.895	0.883	0.870	0.854	0.836	0.816	0.792	0.764	0.732	0.695
5	4.5	4.544	0.914	0.905	0.894	0.881	0.867	0.850	0.831	0.809	0.783	0.754	0.719	0.684
6	5.5	5.192	0.913	0.903	0.892	0.878	0.863	0.845	0.824	0.800	0.773	0.741	0.705	0.664
7	6.5	5.86	0.912	0.901	0.889	0.874	0.857	0.838	0.816	0.790	0.761	0.728	0.690	0.647
8	7.5	6.528	0.910	0.898	0.885	0.869	0.851	0.830	0.807	0.780	0.749	0.714	0.674	0.630
9	8.5	7.1805	0.907	0.894	0.879	0.863	0.843	0.821	0.796	0.768	0.735	0.699	0.658	0.612
10	9.5	7.8175	0.903	0.889	0.873	0.856	0.835	0.812	0.785	0.755	0.721	0.683	0.641	0.595
11	10.5	8.4545	0.898	0.883	0.867	0.847	0.826	0.801	0.773	0.742	0.707	0.668	0.625	0.578
12	11.5	9.1175	0.892	0.877	0.859	0.839	0.816	0.790	0.761	0.728	0.692	0.652	0.608	0.561
13	12.5	9.8065	0.886	0.869	0.850	0.829	0.805	0.778	0.748	0.714	0.677	0.636	0.592	0.545
14	13.5	10.4955	0.879	0.861	0.841	0.819	0.794	0.765	0.734	0.700	0.662	0.620	0.576	0.529
15	14.5	11.3665	0.871	0.853	0.832	0.808	0.782	0.753	0.720	0.685	0.647	0.605	0.561	0.513
16	15.5	12.4195	0.863	0.843	0.821	0.797	0.770	0.740	0.707	0.671	0.632	0.590	0.545	0.499
17	16.5	13.4725	0.854	0.834	0.811	0.785	0.757	0.726	0.693	0.656	0.617	0.575	0.531	0.484
18	17.5	14.5255	0.845	0.823	0.800	0.773	0.745	0.713	0.679	0.642	0.603	0.561	0.517	0.471

13	71.91576831	69.3178992	66.4766258	63.3886257	59.9676909	56.446886	52.1866192	47.7025565	42.8062993	37.633211	31.52891564	25.10261846	17.63681269	9.80905507
14	$\Delta\sigma_{13}$ (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)
	0.697	0.656	0.608	0.552	0.487	0.414	0.335	0.254	0.175	0.104	0.088	0.070	0.050	0.027
	0.684	0.640	0.589	0.530	0.464	0.391	0.314	0.236	0.162	0.096	0.081	0.064	0.046	0.025
	0.669	0.622	0.569	0.508	0.441	0.369	0.294	0.220	0.150	0.089	0.075	0.060	0.042	0.023
	0.653	0.604	0.548	0.486	0.419	0.349	0.276	0.206	0.140	0.083	0.070	0.056	0.040	0.022
	0.635	0.584	0.528	0.466	0.399	0.330	0.260	0.193	0.131	0.078	0.066	0.052	0.037	0.020
	0.617	0.565	0.508	0.445	0.380	0.313	0.246	0.182	0.124	0.073	0.062	0.049	0.035	0.019
	0.599	0.546	0.488	0.426	0.362	0.297	0.233	0.172	0.117	0.069	0.058	0.046	0.033	0.018
	0.581	0.527	0.469	0.408	0.346	0.282	0.221	0.163	0.110	0.065	0.055	0.044	0.031	0.017
	0.563	0.509	0.451	0.391	0.330	0.269	0.210	0.153	0.105	0.062	0.052	0.041	0.029	0.016
	0.545	0.491	0.434	0.375	0.316	0.257	0.200	0.147	0.100	0.059	0.050	0.039	0.028	0.015
	0.527	0.474	0.418	0.360	0.302	0.246	0.191	0.140	0.095	0.056	0.047	0.038	0.027	0.015
	0.511	0.458	0.402	0.346	0.290	0.235	0.183	0.134	0.091	0.054	0.045	0.036	0.026	0.014
	0.495	0.442	0.388	0.333	0.279	0.226	0.175	0.128	0.087	0.051	0.043	0.034	0.024	0.013
	0.479	0.427	0.374	0.321	0.268	0.217	0.168	0.123	0.083	0.049	0.041	0.033	0.023	0.013
	0.464	0.413	0.361	0.309	0.258	0.208	0.161	0.118	0.080	0.047	0.040	0.032	0.023	0.012
	0.450	0.400	0.349	0.298	0.248	0.201	0.155	0.114	0.077	0.046	0.038	0.030	0.022	0.012
	0.436	0.387	0.337	0.288	0.240	0.193	0.150	0.110	0.074	0.044	0.037	0.029	0.021	0.011
	0.423	0.375	0.327	0.278	0.232	0.187	0.144	0.106	0.072	0.042	0.036	0.028	0.020	0.011

Rekapitulasi $\Sigma\sigma'$ (t/m²)

Umur No	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
1	15375	14483	15587	12697	11815	10944	10085	9241	8413	7605	6808	6057	5325
2	16588	15679	14776	13882	12997	12125	11266	10423	9597	8792	8011	7257	6535
3	17235	16322	15417	14522	13637	12766	11908	11068	10246	9447	8673	7929	7220
4	17638	16725	15819	14924	14041	13171	12317	11481	10665	9873	9108	8376	7681
5	18035	17121	16216	15322	14441	13574	12724	11893	11085	10302	9548	8829	8149
6	18446	17532	16629	15737	14859	13996	13152	12328	11528	10755	10003	9308	8645
7	18872	17960	17059	16170	15296	14439	13601	12785	11995	11233	10505	9815	9168
8	19296	18386	17488	16603	15734	14883	14053	13246	12467	11728	11004	10330	9700
9	19701	18794	17900	17021	16158	15315	14493	13697	12929	12194	11495	10837	10225
10	20090	19187	18298	17425	16569	15734	14922	14137	13382	12661	11977	11336	10741
11	20479	19581	18698	17831	16984	16158	15357	14583	13842	13135	12467	11843	11265
12	20895	20008	19126	18267	17428	16613	15823	15062	14334	13642	12990	12382	11821
13	21339	20453	19583	18733	17904	17099	16321	15573	14860	14183	13547	12955	12400
14	21785	20906	20045	19208	18384	17591	16825	16091	15392	14730	14110	13534	13005
15	22447	21545	20693	19861	19053	18271	17519	16798	16113	15466	14861	14301	13787
16	23234	22371	21528	20706	19909	19140	18400	17694	17023	16391	15801	15256	14757
17	24036	23201	22368	21557	20772	20015	19288	18595	17939	17322	16747	16216	15732
18	24881	24036	23213	22413	21640	20896	20182	19503	18861	18259	17688	17182	16711

13	12	11	10	9	8	7	6	5
4.628	3.972	3.365	2.813	2.326	1.912	1.577	1.323	1.148
5.851	5.211	4.623	4.093	3.629	3.238	2.925	2.689	2.527
6.551	5.928	5.360	4.852	4.411	4.042	3.748	3.528	3.377
7.028	6.424	5.876	5.390	4.970	4.622	4.345	4.140	3.999
7.513	6.929	6.401	5.936	5.537	5.207	4.947	4.753	4.622
8.027	7.462	6.955	6.509	6.129	5.817	5.571	5.389	5.265
8.570	8.024	7.536	7.109	6.747	6.450	6.218	6.046	5.929
9.120	8.593	8.124	7.715	7.370	7.087	6.866	6.704	6.593
9.662	9.154	8.702	8.311	7.981	7.712	7.502	7.347	7.242
10.196	9.705	9.271	8.896	8.580	8.323	8.123	7.976	7.876
10.737	10.263	9.845	9.485	9.183	8.937	8.746	8.606	8.511
11.310	10.853	10.450	10.104	9.814	9.579	9.396	9.262	9.171
11.915	11.473	11.085	10.752	10.474	10.248	10.073	9.945	9.858
12.526	12.099	11.724	11.404	11.136	10.919	10.751	10.628	10.545
13.323	12.910	12.549	12.240	11.982	11.774	11.612	11.494	11.414
14.307	13.907	13.558	13.260	13.012	12.811	12.656	12.542	12.465
15.296	14.908	14.571	14.283	14.043	13.850	13.700	13.590	13.516
16.288	15.913	15.586	15.308	15.076	14.890	14.745	14.639	14.568

Lampiran 14. Perhitungan Pemampatan Akibat Penimbunan Bertahap

No	H	z (m)	eo	Cs	Cc	σ'_o (t/m ²)	σ'_{ct} (t/m ²)	$\Delta\sigma'1$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'1$ (t/m ²)	S $\sigma'1$ (m)	$\Delta\sigma'2$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'2$ (t/m ²)	S $\sigma'2$ (m)
1	1	0.5	0.486	0	0.000	1.0455	1.8435	1.02509843	2.66099843	0.000	2.050998269	3.0944933	0.000
2	1	1.5	0.486	0	0.000	2.4935	3.2205	1.02502509	3.65595309	0.000	2.030702609	4.4812027	0.000
3	1	2.5	1.696	0.143077888	0.616	3.288	4.088	1.025110674	4.31310674	0.000	2.049835794	5.3378358	0.021
4	1	3.5	1.696	0.143077888	0.616	3.916	4.716	1.024421324	4.940421324	0.009	2.048039275	5.9640393	0.019
5	1	4.5	1.696	0.143077888	0.616	4.544	5.344	1.032272701	5.567272701	0.008	2.045209166	6.5892093	0.017
6	1	5.5	1.508	0.11914492	0.530	5.192	5.992	1.024415935	6.213415935	0.006	2.040959636	7.2325996	0.014
7	1	6.5	1.508	0.11914492	0.530	5.86	6.66	1.02896066	6.87896066	0.006	2.035167539	7.8951675	0.013
8	1	7.5	1.508	0.11914492	0.530	6.528	7.328	1.015998432	7.54398432	0.005	2.027766308	8.555706	0.012
9	1	8.5	1.571	0.130392392	0.581	7.1805	7.9805	1.01477215	8.19177215	0.005	2.018498031	9.198998	0.011
10	1	9.5	1.571	0.130392392	0.581	7.8175	8.6175	1.00508663	8.82408663	0.004	2.007513663	9.8230137	0.011
11	1	10.5	1.571	0.130392392	0.581	8.4545	9.2545	1.00689795	9.45589795	0.004	1.997166085	10.449266	0.010
12	1	11.5	1.391	0.11368582	0.489	9.1175	9.9175	1.00836959	10.11153696	0.003	1.98036776	11.097806	0.008
13	1	12.5	1.391	0.11368582	0.489	9.8065	10.6065	0.986778618	10.79307862	0.003	1.96204205	11.770714	0.008
14	1	13.5	1.391	0.11368582	0.489	10.4955	11.2955	0.978361425	11.47386142	0.003	1.94659762	12.440097	0.007
15	1	14.5	0.576	0	0.000	11.3665	12.1665	0.954330389	12.33933039	0.000	1.927578857	13.294079	0.000
16	1	15.5	0.576	0	0.000	12.4195	13.2195	0.959870086	13.37937009	0.000	1.907295004	14.326795	0.000
17	1	16.5	0.576	0	0.000	13.4725	14.2725	0.949722208	14.4272221	0.000	1.88688853	15.358389	0.000
18	1	17.5	0.576	0	0.000	14.5255	15.3255	0.939062336	15.4656234	0.000	1.86350711	16.389205	0.000
										0.067			0.150

$\Delta\sigma^3$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^3$ (t/m ²)	S σ^3 (m)	$\Delta\sigma^4$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^4$ (t/m ²)	S σ^4 (m)	$\Delta\sigma^5$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^5$ (t/m ²)	S σ^5 (m)	$\Delta\sigma^6$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma^6$ (t/m ²)	S σ^6 (m)
3.07639769	4.11989177	0.000	4.10159237	5.14509237	0.000	5.12640736	6.169900756	0.000	6.1504993	7.199999758	0.000
3.07569062	5.50619006	0.000	4.10016217	6.53066217	0.000	5.123772555	7.554272555	0.000	6.1460025	8.576502531	0.000
3.073925694	6.36192569	0.007	4.09703352	7.38501352	0.015	5.118568894	8.406568894	0.013	6.1378379	9.425837897	0.011
3.070635033	6.98663503	0.006	4.09153228	8.00751328	0.014	5.109889114	9.025889114	0.012	6.1250489	10.04104929	0.011
3.065414991	7.60941499	0.014	4.083125705	8.627125705	0.012	5.097377072	9.641377072	0.011	6.1068853	10.65088532	0.010
3.057935271	8.24993527	0.012	4.071426923	9.263426923	0.011	5.080237418	10.27723742	0.009	6.0828134	11.27481342	0.009
3.047945626	8.90794563	0.011	4.056112652	9.916112652	0.010	5.058240748	10.91924075	0.009	6.052519	11.91251903	0.008
3.035278185	9.56327818	0.010	4.036998398	10.569984	0.009	5.031218832	11.55921883	0.008	6.0158925	12.54389246	0.008
3.019845301	10.2009453	0.010	4.014033237	11.19451324	0.009	4.999151853	12.17965185	0.008	5.9730065	13.15350647	0.008
3.001633747	10.8191337	0.009	3.987188789	11.80468879	0.009	4.962146976	12.77964998	0.008	5.9240881	13.74138811	0.007
2.98069621	11.4351962	0.009	3.956644949	12.41114495	0.008	4.920431603	13.3749316	0.007	5.8694879	14.32398794	0.007
2.957141113	12.0746411	0.007	3.925739883	13.04007388	0.007	4.874300364	13.99180036	0.006	5.8096491	14.92714911	0.006
2.931121686	12.7376217	0.007	3.885232622	13.6917362	0.006	4.824125712	14.6306257	0.006	5.7450784	15.55157844	0.005
2.902825058	13.3983251	0.007	3.84482301	14.3403823	0.006	4.770306332	15.26306333	0.006	5.6762206	16.17182058	0.005
2.872461984	14.238962	0.000	3.801863763	15.1688376	0.000	4.713283122	16.07978312	0.000	5.608936	16.97043598	0.000
2.840257586	15.2597576	0.000	3.756495006	16.17599501	0.000	4.654942223	17.07299222	0.000	5.528483	17.94798301	0.000
2.806443377	16.7789434	0.000	3.709105658	17.18160566	0.000	4.591368115	18.06386811	0.000	5.450504	18.92300399	0.000
2.771250625	17.2967506	0.000	3.660019521	18.18551952	0.000	4.527330704	19.0528307	0.000	5.3705148	19.89601477	0.000
		0.130			0.115			0.103			0.094

$\Delta\sigma 7$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma 7$ (t/m ²)	S $\sigma 7$ (m)	$\Delta\sigma 8$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma 8$ (t/m ²)	S $\sigma 8$ (m)	$\Delta\sigma 9$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma 9$ (t/m ²)	S $\sigma 9$ (m)	$\Delta\sigma 10$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma 10$ (t/m ²)	S $\sigma 10$ (m)
7.1733909	8.2168909	0.000	8.194310472	9.237810472	0.000	9.212113044	10.25561304	0.000	10.22509765	11.26859765	0.000
7.166988594	9.595658594	0.000	8.18293243	10.6134234	0.000	9.194919594	11.62541959	0.000	10.19988991	12.63038991	0.000
7.153736557	10.44173656	0.010	8.16485197	11.45285197	0.009	9.169073621	12.45707362	0.008	10.16366531	13.45166531	0.008
7.135316071	11.05151607	0.010	8.138933656	12.05493366	0.009	9.133427243	13.04942724	0.008	10.1153498	14.08153498	0.007
7.109955363	11.65395536	0.009	8.104369049	12.64836905	0.008	9.087253913	13.63125391	0.007	10.05499622	14.59893622	0.007
7.077155775	12.26915577	0.008	8.060715463	13.25271546	0.007	9.080278136	14.22227814	0.006	9.981844123	15.17384412	0.006
7.036670139	12.89667014	0.007	8.007858191	13.86768819	0.007	8.962593231	14.82259323	0.006	9.896640766	15.75664077	0.006
6.988488909	13.51648891	0.007	7.945967346	14.47396735	0.006	8.884602724	15.41260272	0.006	9.800024702	16.3280247	0.005
6.932854911	14.11354911	0.007	7.875446781	15.0594678	0.006	8.796935157	15.97745157	0.006	9.692924766	16.87942477	0.005
6.870123289	14.68762329	0.007	7.796880717	15.61488072	0.006	8.700459379	16.51795938	0.006	9.576421948	17.39932185	0.005
6.800820531	15.2552053	0.006	7.71098237	16.16548237	0.006	8.596059758	17.05055976	0.005	9.451681767	17.90618177	0.005
6.725555469	15.8430547	0.005	7.618547442	16.73604744	0.005	8.484748081	17.6024808	0.004	9.319900374	18.43740037	0.004
6.644994218	16.45149422	0.005	7.520414116	17.3269412	0.005	8.36753859	18.17403859	0.004	9.182216057	18.98876056	0.004
6.559830136	17.0553014	0.005	7.417430189	17.91293019	0.004	8.245430774	18.74093072	0.004	9.039900807	19.53540081	0.004
6.470759216	17.83725922	0.000	7.310427273	18.67692727	0.000	8.119383978	19.48588398	0.000	8.898991792	20.26039179	0.000
6.378460809	18.79796081	0.000	7.200201515	19.61970152	0.000	7.990300196	20.409802	0.000	8.745222849	21.16472285	0.000
6.28383275	19.75608328	0.000	7.087590061	20.5600006	0.000	7.859011117	21.33151212	0.000	8.59479327	22.06729323	0.000
6.186733937	20.71223394	0.000	6.973012323	21.49851232	0.000	7.726276967	22.25177697	0.000	8.443409452	22.96880945	0.000
		0.085			0.078			0.071			0.065

$\Sigma \sigma'_{11}$ (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)
11.23078	12.27428	0.000	12.22558	13.26908	0.000	13.20445	14.24794705	0.000	14.16037	15.20387	0.000
11.19452	13.62502	0.000	12.17465	14.60515	0.000	13.13444	15.56490273	0.000	14.06606	16.49656	0.000
11.14487	14.43287	0.007	12.10775	15.39575	0.006	13.04589	16.33388839	0.006	13.9512	17.2392	0.005
11.08102	14.99702	0.007	12.02446	15.94046	0.006	12.93911	16.85511113	0.006	13.81674	17.73274	0.005
11.00279	15.54679	0.006	11.92509	16.46909	0.006	12.81493	17.35892945	0.005	13.6642	18.2082	0.005
10.91052	16.10252	0.005	11.81042	17.00242	0.005	12.67466	17.86666265	0.005	13.49542	18.68742	0.004
10.80495	16.66495	0.005	11.68162	17.54162	0.005	12.51993	18.37992664	0.004	13.31244	19.17244	0.004
10.68713	17.21513	0.005	11.54011	18.06811	0.004	12.3525	18.88050071	0.004	13.11734	19.64534	0.004
10.5583	17.7388	0.005	11.38745	18.56795	0.004	12.17422	19.35472435	0.004	12.91219	20.09269	0.004
10.41981	18.23731	0.005	11.22523	19.04273	0.004	11.98692	19.80442078	0.004	12.69895	20.51645	0.003
10.27306	18.72756	0.004	11.05506	19.50956	0.004	11.79234	20.24684248	0.004	12.47948	20.93398	0.003
10.11942	19.23692	0.004	10.87848	19.99598	0.003	11.59213	20.70963468	0.003	12.25546	21.37296	0.003
9.960227	19.76673	0.004	10.69693	20.50343	0.003	11.38781	21.19431266	0.003	12.02843	21.83493	0.003
9.796735	20.29223	0.003	10.51174	21.00724	0.003	11.18075	21.67624963	0.003	11.79974	22.29524	0.003
9.6301	20.9966	0.000	10.32413	21.69063	0.000	10.97217	22.33867259	0.000	11.57061	22.93711	0.000
9.461373	21.88087	0.000	10.13518	22.55468	0.000	10.76316	23.18266374	0.000	11.34208	23.76158	0.000
9.291499	22.764	0.000	9.945839	23.41834	0.000	10.55467	24.027166	0.000	11.11506	24.58756	0.000
9.121307	23.64681	0.000	9.756954	24.28245	0.000	10.34749	24.87299112	0.000	10.8903	25.4158	0.000
		0.060			0.055			0.050			0.045

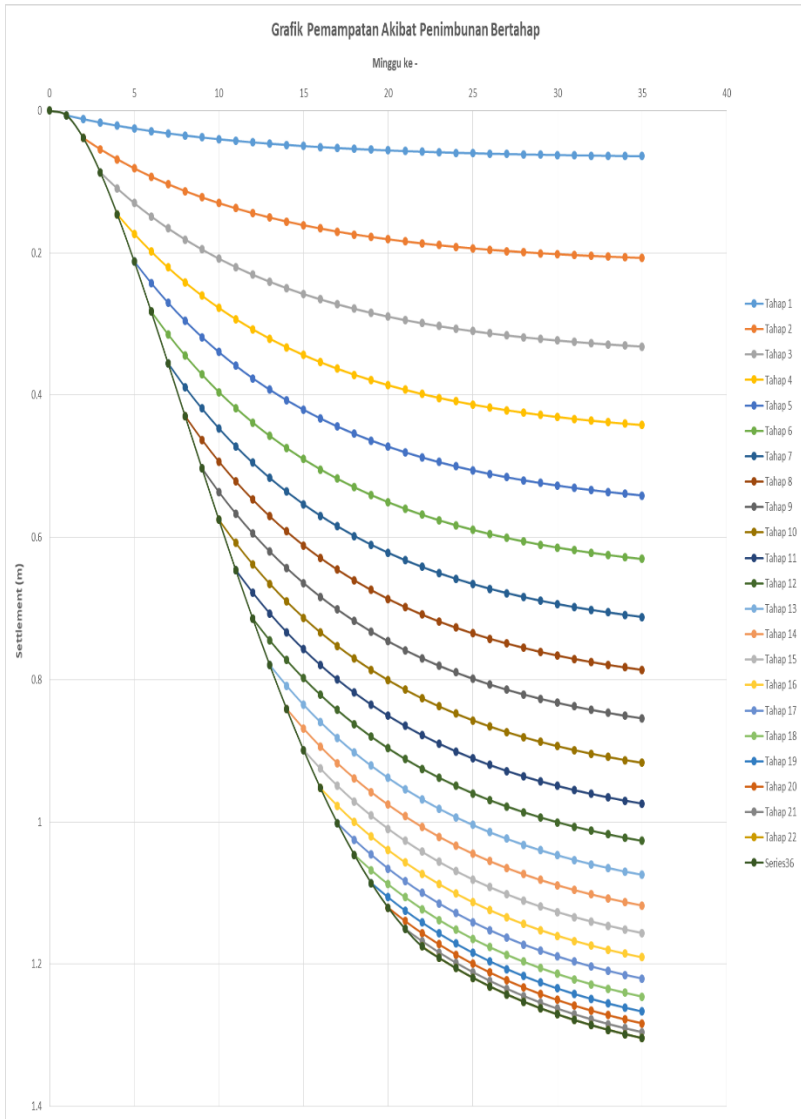
$\Delta\sigma'_{15}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{15}$ (t/m ²)	Sc15 (m)	$\Delta\sigma'_{16}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{16}$ (t/m ²)	Sc16 (m)	$\Delta\sigma'_{17}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{17}$ (t/m ²)	Sc17 (m)	$\Delta\sigma'_{18}$ (t/m ²)	$\Sigma\sigma'_{18}$ (t/m ²)	Sc18 (m)
15.08393	16.12742512	0.000	15.96293	17.00643	0.000	16.7824	17.8259	0.000	17.5251	18.5686	0.000
14.95977	17.39027022	0.000	15.80345	18.23395	0.000	16.58303	19.01353	0.000	17.28323	19.71373	0.000
14.81378	18.10177624	0.005	15.62203	18.91003	0.004	16.3631	19.6511	0.004	17.02366	20.31166	0.003
14.64771	18.56370854	0.005	15.42117	19.33717	0.004	16.12558	20.04158	0.004	16.74949	20.66549	0.003
14.46371	19.00770847	0.004	15.20351	19.74751	0.004	15.87338	20.41738	0.003	16.46355	21.00755	0.003
14.26409	19.45609423	0.004	14.97168	20.16368	0.003	15.60921	20.80121	0.003	16.16841	21.36041	0.002
14.05122	19.911212167	0.003	14.72821	20.58821	0.003	15.33356	21.1956	0.003	15.86638	21.72638	0.002
13.82739	20.35539075	0.003	14.47547	21.00347	0.003	15.05483	21.58283	0.002	15.55954	22.08754	0.002
13.59479	20.77528509	0.003	14.21566	21.39616	0.003	14.76898	21.94948	0.003	15.24974	22.43024	0.002
13.35544	21.17293508	0.003	13.95077	21.76827	0.003	14.47991	22.29741	0.002	14.93865	22.75615	0.002
13.112	21.56569745	0.003	13.68257	22.13707	0.003	14.18926	22.64376	0.002	14.62772	23.08222	0.002
12.86375	21.98124644	0.002	13.41267	22.53017	0.002	13.8985	23.016	0.002	14.31824	23.43574	0.002
12.61457	22.42107285	0.002	13.14247	22.94897	0.002	13.60889	23.41539	0.002	14.01132	23.81782	0.002
12.36499	22.86048873	0.002	12.87317	23.36867	0.002	13.32152	23.81702	0.002	13.70792	24.20342	0.001
12.11614	23.4826357	0.000	12.60584	23.97234	0.000	13.03734	24.40384	0.000	13.40885	24.77535	0.000
11.869	24.28849573	0.000	12.34136	24.76086	0.000	12.75712	25.17662	0.000	13.11478	25.53428	0.000
11.6244	25.09690338	0.000	12.08048	25.55298	0.000	12.48153	25.95403	0.000	12.82628	26.29878	0.000
11.38306	25.90855868	0.000	11.82383	26.34933	0.000	12.21109	26.73659	0.000	12.54378	27.06928	0.000
		0.040			0.036			0.031			0.027

$\Delta\sigma^{19}$ (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)	$\Delta\sigma^{21}$ (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)
18.17297	19.21647	0.000	18.70926	19.75276	0.000	19.121	20.1645	0.000	19.40101	20.44451	0.000
17.88888	20.31938	0.000	18.3867	20.8172	0.000	18.76703	21.19753	0.000	19.02505	21.45555	0.000
17.59113	20.87913	0.003	18.05502	21.34302	0.002	18.40812	21.69612	0.002	18.64727	21.93527	0.001
17.28251	21.19851	0.003	17.71637	21.63237	0.002	18.0457	21.9617	0.001	18.2685	22.1845	0.001
16.96549	21.50949	0.002	17.37266	21.91666	0.002	17.68109	22.22509	0.001	17.88959	22.43359	0.001
16.64226	21.83426	0.002	17.02562	22.21762	0.002	17.31555	22.50755	0.001	17.51144	22.70344	0.001
16.31481	22.17481	0.002	16.67682	22.53682	0.001	16.95026	22.81026	0.001	17.13497	22.99497	0.001
15.98489	22.51289	0.002	16.32768	22.85568	0.001	16.58637	23.11437	0.001	16.76108	23.28908	0.001
15.65409	22.83459	0.002	15.97951	23.16001	0.001	16.22491	23.40541	0.001	16.39064	23.57114	0.001
15.32383	23.14133	0.002	15.63348	23.45098	0.001	15.86686	23.68436	0.001	16.02448	23.84198	0.001
14.99536	23.44986	0.002	15.29063	23.74513	0.001	15.5131	23.9676	0.001	15.66336	24.11786	0.001
14.66977	23.78727	0.001	14.95191	24.06941	0.001	15.16441	24.28191	0.001	15.30796	24.42546	0.001
14.34803	24.15453	0.001	14.61811	24.42461	0.001	14.82149	24.62799	0.001	14.95889	24.76539	0.000
14.03094	24.52644	0.001	14.28993	24.78543	0.001	14.48492	24.98042	0.001	14.61669	25.11219	0.000
13.71921	25.08571	0.000	13.96795	25.33445	0.000	14.15522	25.52172	0.000	14.28178	25.64828	0.000
13.4134	25.8329	0.000	13.65266	26.07216	0.000	13.83278	26.25228	0.000	13.95453	26.37403	0.000
13.11398	26.58648	0.000	13.34443	26.81693	0.000	13.51792	26.99042	0.000	13.63522	27.10772	0.000
12.82132	27.34682	0.000	13.04358	27.56908	0.000	13.2109	27.7364	0.000	13.32406	27.84956	0.000
		0.022			0.017			0.013			0.009

Pemampatan Akibat Penimbunan Bertahap Menurut Umur Timbunan

Tahap	Sc (U=100%)	Kumulatif	U total (%)	Sc (Ui %)	Kumulatif	U (%)	Umur (minggu)			
							0	1	2	3
1	0.067	0.067	9.809035507	0.006570583	0.006570583	0	9.809035507	17.8368127	25.02661846	31.52891564
2	0.150	0.217	17.83681269	0.026696601	0.033267184	0	0.006570583	0.01194799	0.016764081	0.021119645
3	0.130	0.347	25.02661846	0.032624753	0.065891937	0	0.02125219	0.03864459	0.054221763	0.068830904
4	0.115	0.462	31.52891564	0.086403281	0.102295218	0	0.03403888	0.0618967	0.086846516	0.109410655
5	0.103	0.566	37.43211105	0.08743201	0.14103842	0	0.045364491	0.08249108	0.115742246	0.145813846
6	0.094	0.660	42.80625903	0.040064585	0.181103005	0	0.055516797	0.1009521	0.141644681	0.178446129
7	0.085	0.745	47.70256565	0.040631074	0.221734078	0	0.064697579	0.11764649	0.165068383	0.207955667
8	0.078	0.823	52.16861392	0.040613898	0.262347976	0	0.07305251	0.13283915	0.186385022	0.234810694
9	0.071	0.894	56.24498662	0.04025989	0.302473966	0	0.080688963	0.14672533	0.205868548	0.259856337
10	0.065	0.959	59.9676909	0.03941725	0.34171569	0	0.087686872	0.15945037	0.223722901	0.281849523
11	0.060	1.019	63.38856257	0.03809249	0.37972494	0	0.094105728	0.17112246	0.24009887	0.302481478
12	0.055	1.074	66.47666258	0.036468795	0.416183735	0	0.09989309	0.1818212	0.255111146	0.321392912
13	0.050	1.124	69.31786621	0.034608882	0.450792617	0	0.05369026	0.19160371	0.268883687	0.338668479
14	0.045	1.169	71.91576831	0.032471446	0.483264063	0	0.10266459	0.20050923	0.281332104	0.354428475
15	0.040	1.210	74.29158476	0.03066595	0.513320568	0	0.11469544	0.20886292	0.292622136	0.368664428
16	0.036	1.246	76.46469029	0.027376572	0.54069714	0	0.18663929	0.21577924	0.302757275	0.381418233
17	0.031	1.277	78.45261773	0.024450674	0.565147814	0	0.122175847	0.22216534	0.311717529	0.392706498
18	0.027	1.303	80.27153427	0.021307472	0.586455286	0	0.12523945	0.22777439	0.319517362	0.402532845
19	0.022	1.325	81.9358586	0.017986889	0.604441975	0	0.17383668	0.23245903	0.326160488	0.410900958
20	0.017	1.343	83.4589236	0.014538113	0.618980089	0	0.12988975	0.2363746	0.331654371	0.417823235
21	0.013	1.356	84.85285497	0.011077935	0.62998024	0	0.131698658	0.23948168	0.336013879	0.42331541
22	0.009	1.364	86.12870611	0.007483116	0.637481139	0	0.132972337	0.24179775	0.339265324	0.42740362
						0	0.133824575	0.24334746	0.34143791	0.430148687

37.43321105	42.80625903	47.702566	52.16861392	56.24489662	59.9676091	63.36856257	66.47666258	69.31789621	71.9157683
0.025074637	0.028673773	0.0319536	0.034945147	0.037675705	0.0401693	0.042447432	0.044529393	0.046432594	0.04817278
0.081101436	0.092742486	0.1033506	0.113026625	0.121858346	0.12992364	0.137792027	0.144025923	0.150181637	0.15581009
0.12989945	0.148544817	0.1655358	0.181033741	0.19517943	0.20809755	0.21989942	0.230685042	0.240544594	0.24955964
0.173119829	0.197968917	0.2206132	0.241267614	0.260119883	0.27733614	0.293064752	0.307438987	0.320579026	0.33259358
0.211863031	0.242273198	0.2699851	0.29526189	0.318333186	0.33940234	0.358650923	0.376242027	0.39232273	0.40702607
0.246898703	0.282337783	0.3146324	0.344089186	0.370975769	0.39552912	0.417960828	0.438460963	0.457200923	0.47433574
0.278782765	0.318798385	0.3552635	0.388524254	0.418882923	0.44660705	0.471935551	0.495083036	0.516248042	0.53559062
0.307924973	0.352123577	0.3924005	0.429138153	0.462670327	0.49329256	0.521268745	0.546835924	0.570207864	0.59157792
0.334630369	0.382662183	0.4264322	0.466355999	0.502796316	0.53607432	0.566476796	0.594261339	0.619660257	0.64288367
0.359125989	0.410673829	0.4576479	0.500494201	0.539602024	0.57531604	0.607944044	0.637762471	0.665020641	0.68994405
0.381578893	0.436349553	0.4862605	0.531785582	0.5733338464	0.61128536	0.645953293	0.677635997	0.706598375	0.73308002
0.402108951	0.459826433	0.5124227	0.560397199	0.604185747	0.6441743	0.680707466	0.714094793	0.74461543	0.77252187
0.42079852	0.481198645	0.5362396	0.586443827	0.632267616	0.67411479	0.712345978	0.74728511	0.779224312	0.80842781
0.437700383	0.50052655	0.5577783	0.609999027	0.657663383	0.7011914	0.740958185	0.777300688	0.810522765	0.84089936
0.452844918	0.517844885	0.5770775	0.631105135	0.680448689	0.72545278	0.766595511	0.804195472	0.838567041	0.86999457
0.466247091	0.533170765	0.5941564	0.649783008	0.700556022	0.7469232	0.78928329	0.827996041	0.863384854	0.89574249
0.47791358	0.54651826	0.6090235	0.666041955	0.718085416	0.76561251	0.809032829	0.848714255	0.884988571	0.91815587
0.487849943	0.557874424	0.6216858	0.679889719	0.733015223	0.78153046	0.825853534	0.866359982	0.903388483	0.93724536
0.496067341	0.567271322	0.6321575	0.691341856	0.745362211	0.79469465	0.839764302	0.880953045	0.918605257	0.95303243
0.502588013	0.574727951	0.640467	0.700429359	0.755159798	0.80514069	0.850802778	0.892532936	0.930680077	0.96555978
0.507448624	0.580286238	0.6466611	0.707203326	0.762463071	0.81292734	0.859031031	0.901164768	0.939680836	0.97489787
0.510700931	0.584005372	0.6508056	0.711735888	0.767349801	0.818181375	0.864536678	0.906940456	0.945703379	0.98114612

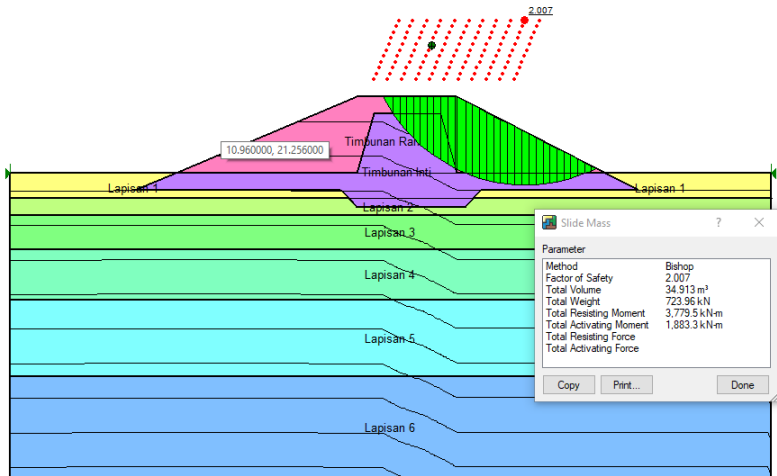


Lampiran 15. Hasil Analisa Program Bantu

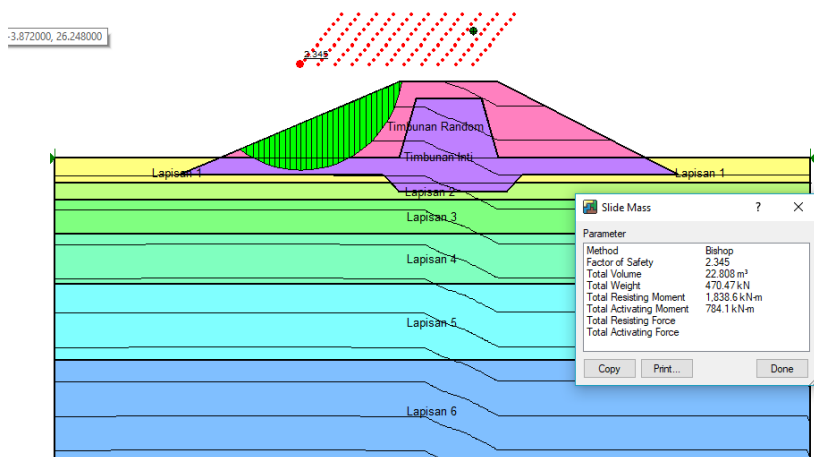
Hasil Analisa Geoslope

1. Potongan A

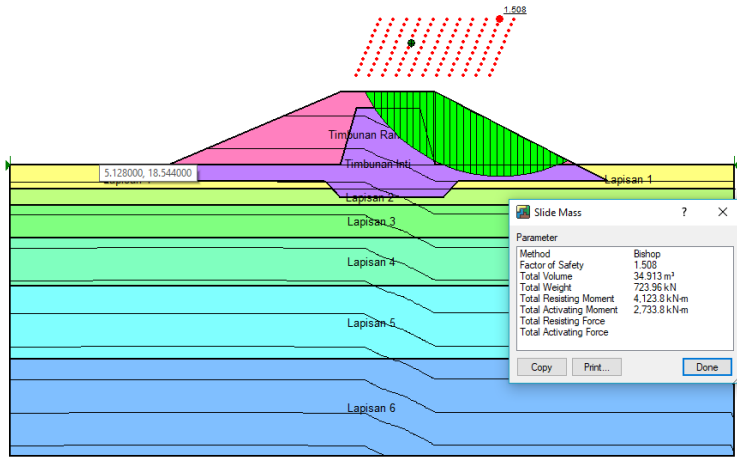
Muka Air Kosong Hilir (tanpa gempa)



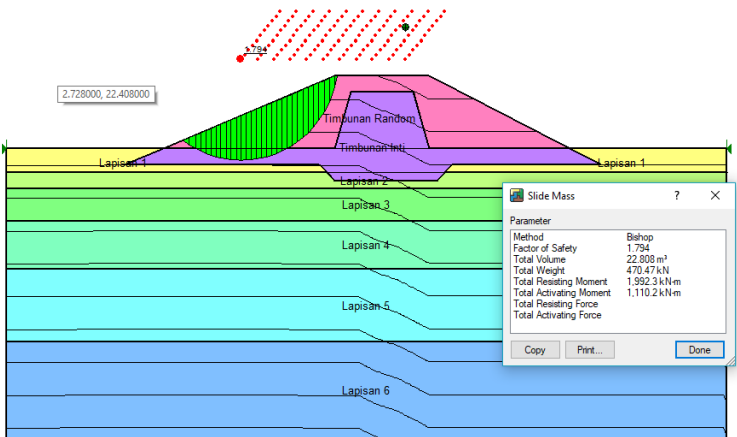
Muka Air Kosong Hulu (tanpa gempa)



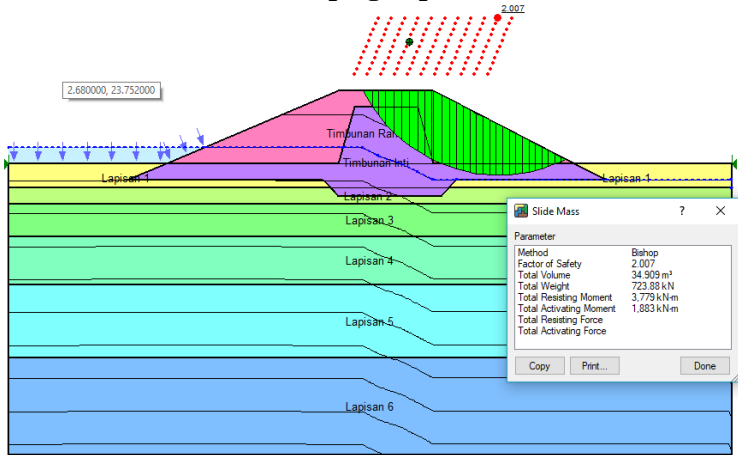
Muka Air Kosong Hilir (dengan gempa)



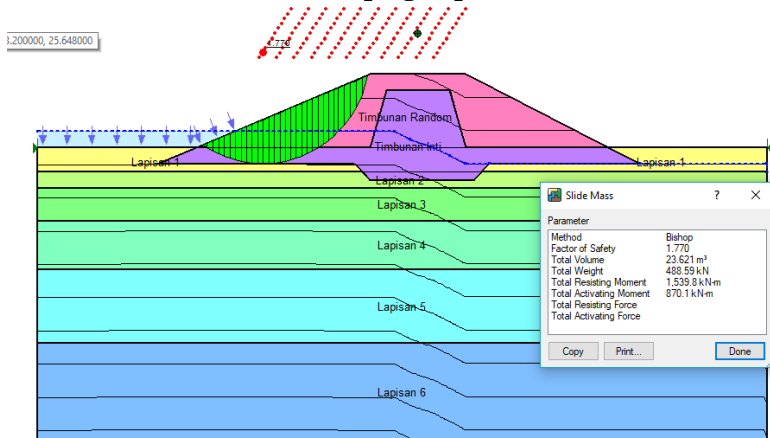
Muka Air Kosong Hulu (dengan gempa)



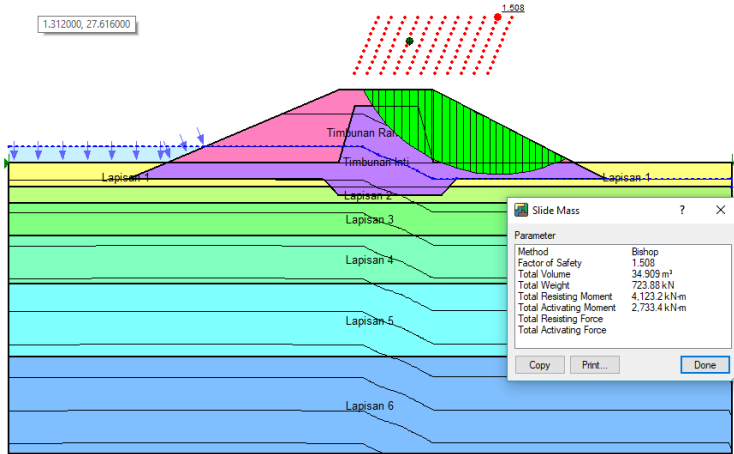
Muka Air Normal Hilir (tanpa gempa)



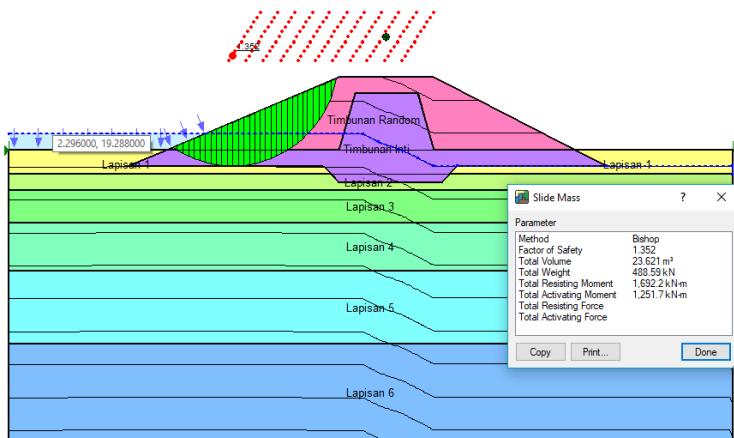
Muka Air Normal Hulu (tanpa gempa)



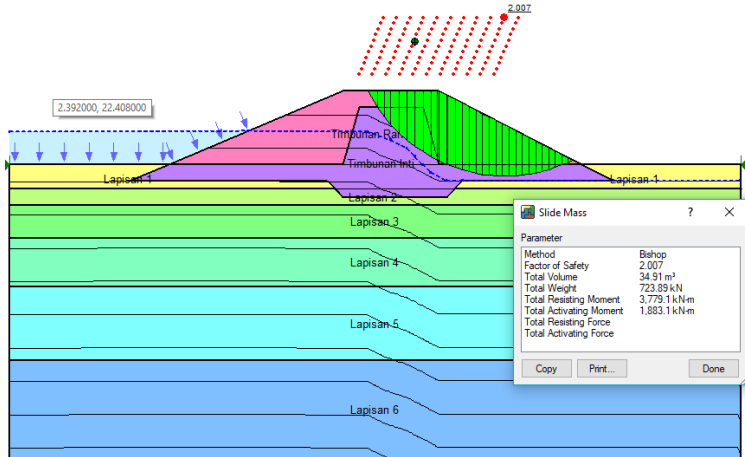
Muka Air Normal Hilir (dengan gempa)



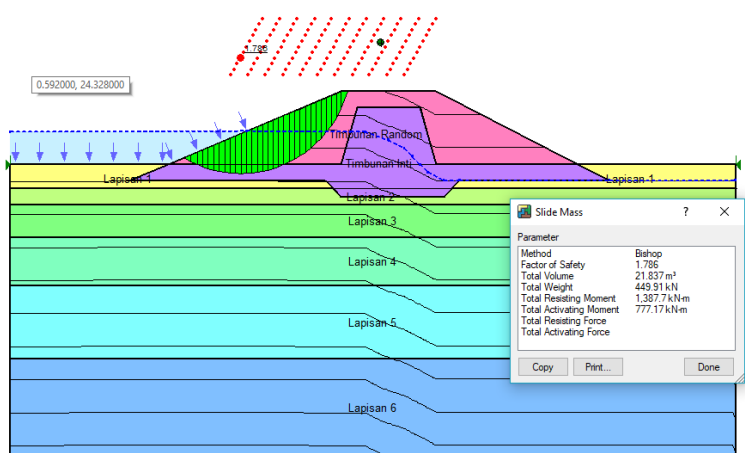
Muka Air Normal Hulu (dengan gempa)



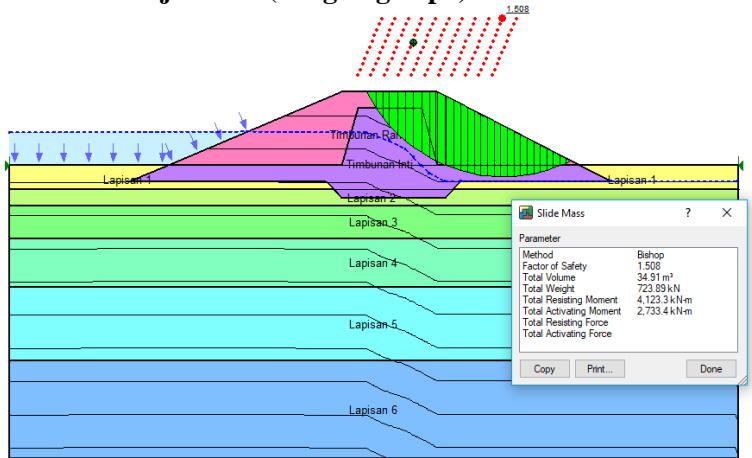
Muka Air Banjir Hilir (tanpa gempa)



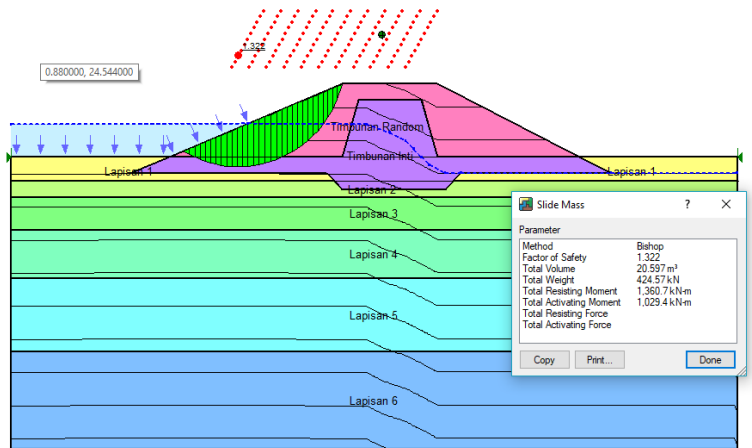
Muka Air Banjir Hulu (tanpa gempa)



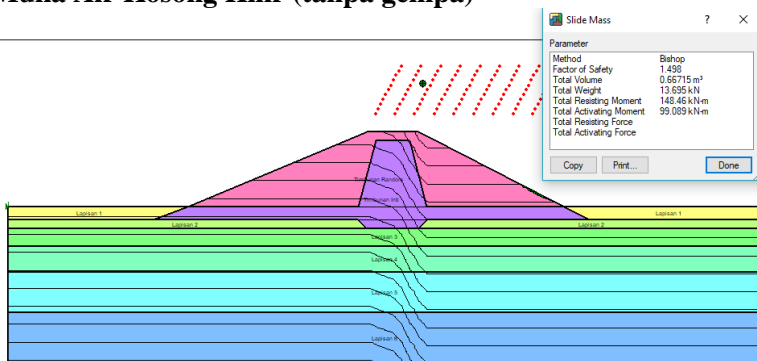
Muka Air Banjir Hilir (dengan gempa)



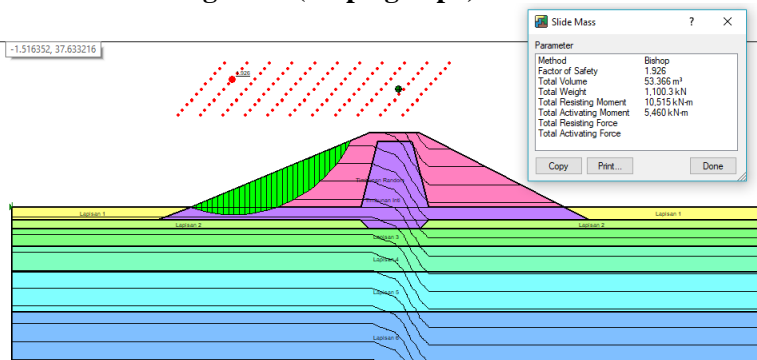
Muka Air Banjir Hulu (dengan gempa)



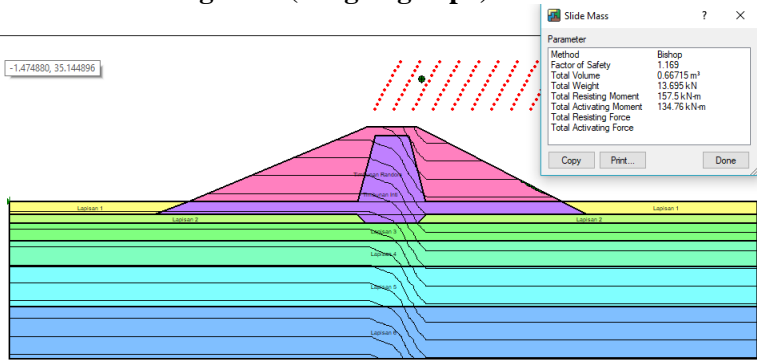
2. Potongan B Muka Air Kosong Hilir (tanpa gempa)



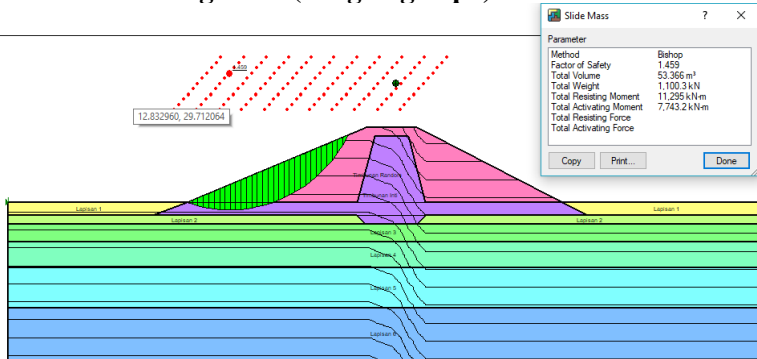
Muka Air Kosong Hulu (tanpa gempa)



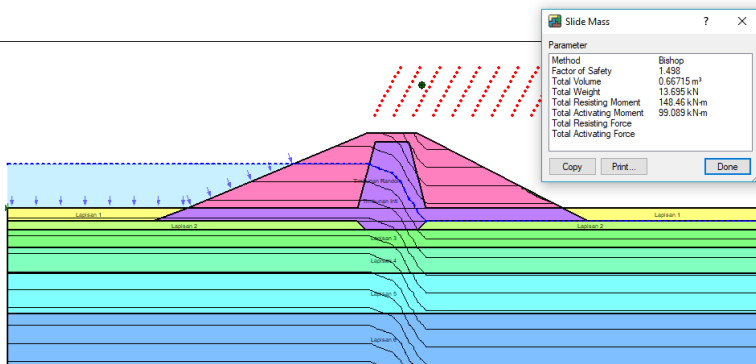
Muka Air Kosong Hilir (dengan gempa)



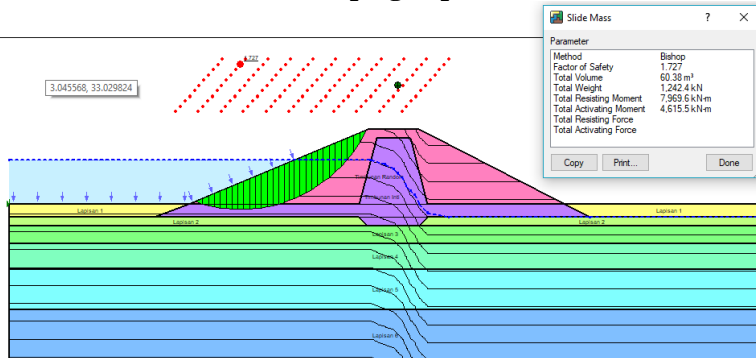
Muka Air Kosong Hulu (dengan gempa)



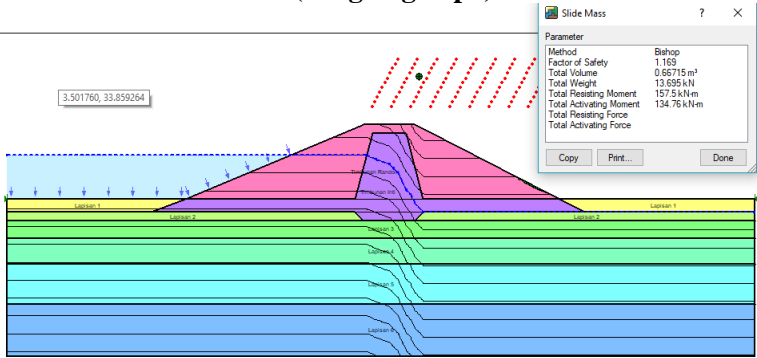
Muka Air Normal Hilir (tanpa gempa)



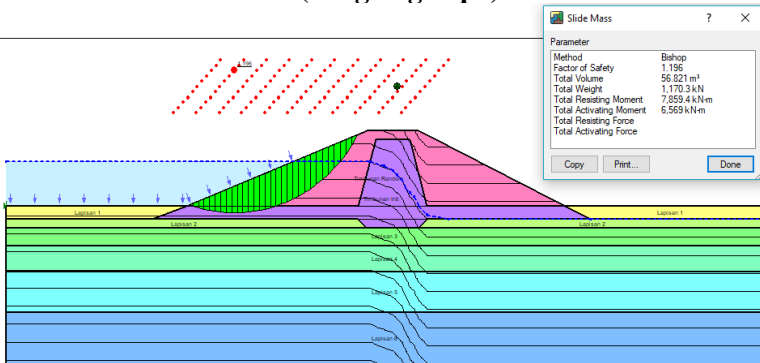
Muka Air Normal Hulu (tanpa gempa)



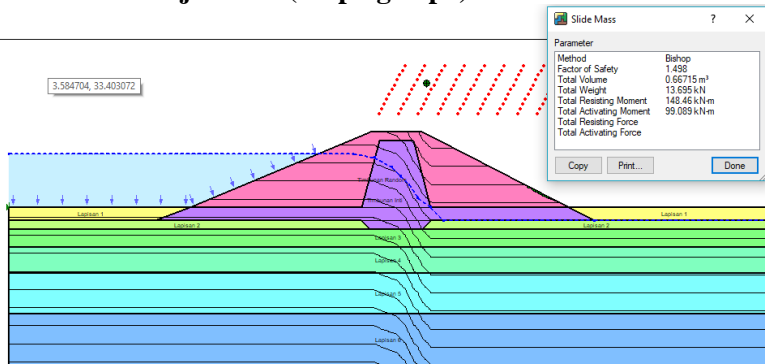
Muka Air Normal Hilir (dengan gempa)



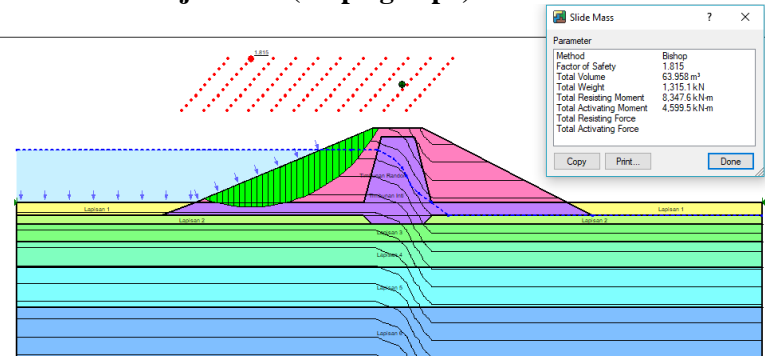
Muka Air Normal Hulu (dengan gempa)



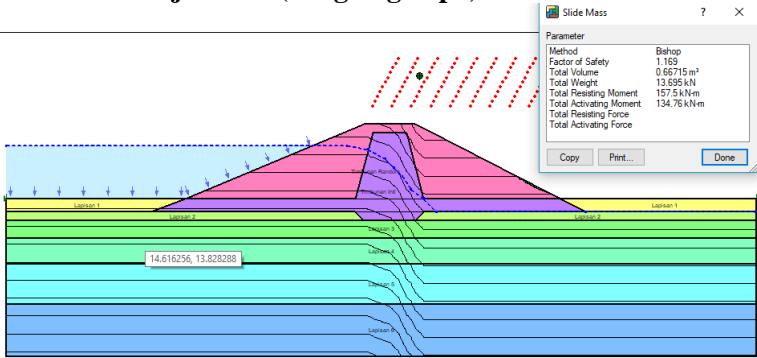
Muka Air Banjir Hilir (tanpa gempa)



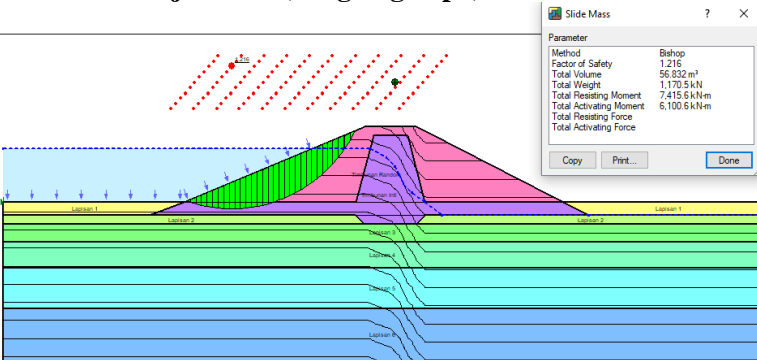
Muka Air Banjir Hulu (tanpa gempa)



Muka Air Banjir Hilir (dengan gempa)

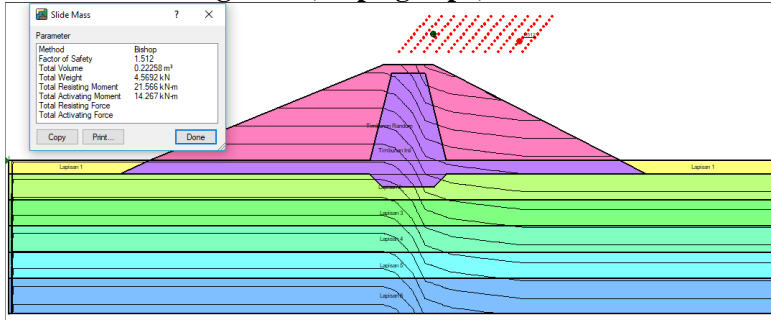


Muka Air Banjir Hulu (dengan gempa)

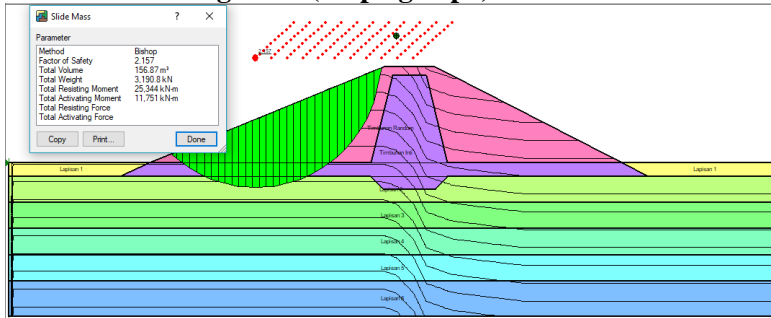


3. Potongan CDE

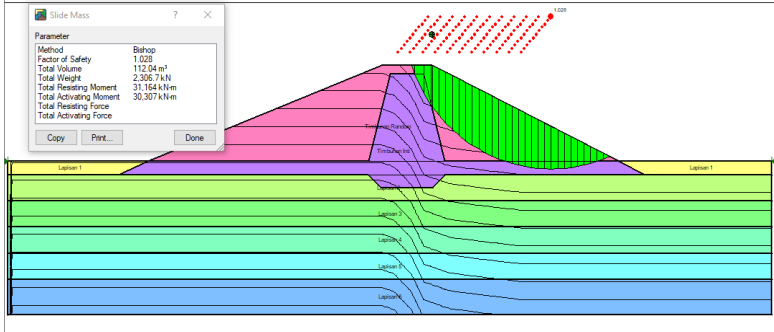
Muka Air Kosong Hilir (tanpa gempa)



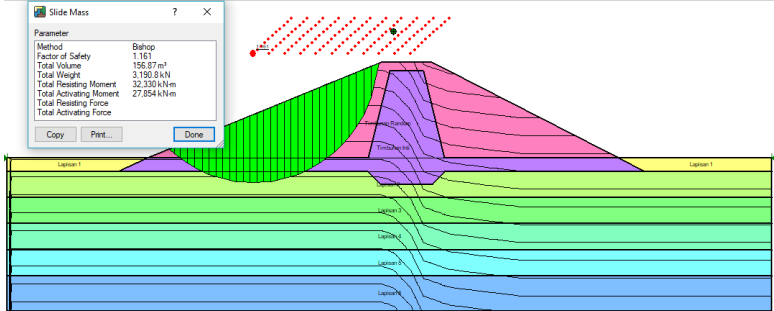
Muka Air Kosong Hulu (tanpa gempa)



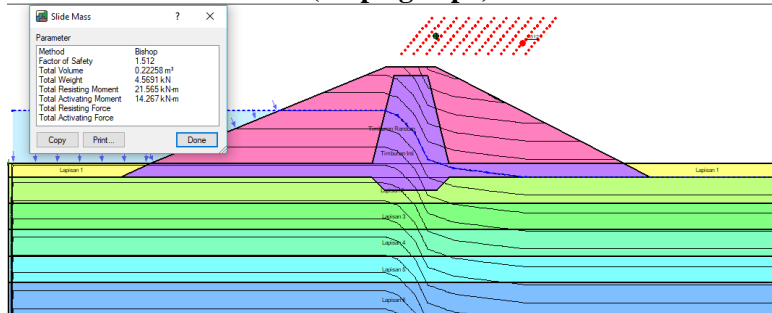
Muka Air Kosong Hilir (dengan gempa)



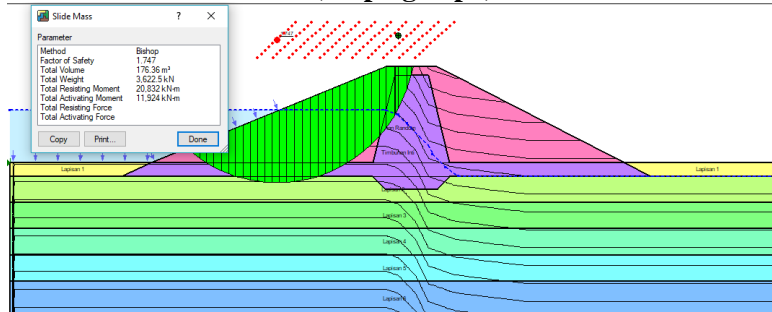
Muka Air Kosong Hulu (dengan gempa)



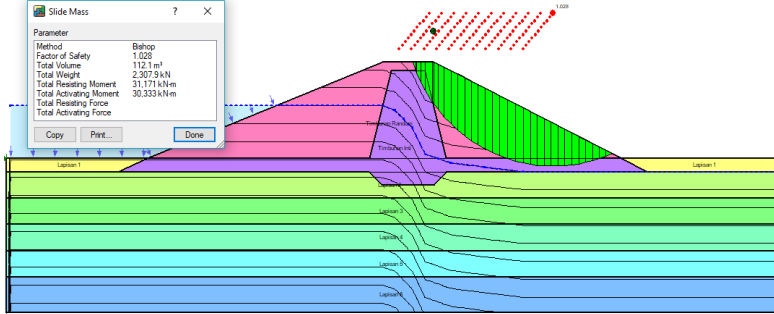
Muka Air Normal Hilir (tanpa gempa)



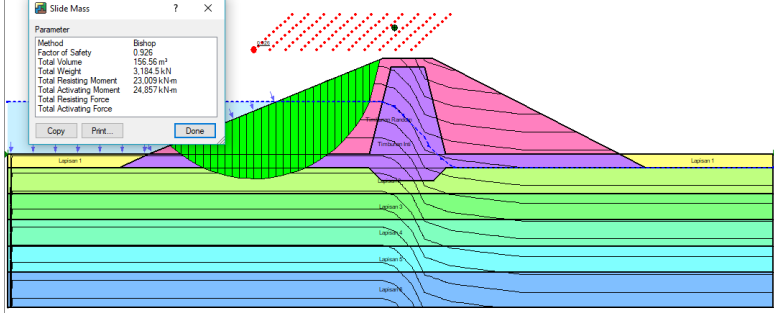
Muka Air Normal Hulu (tanpa gempa)



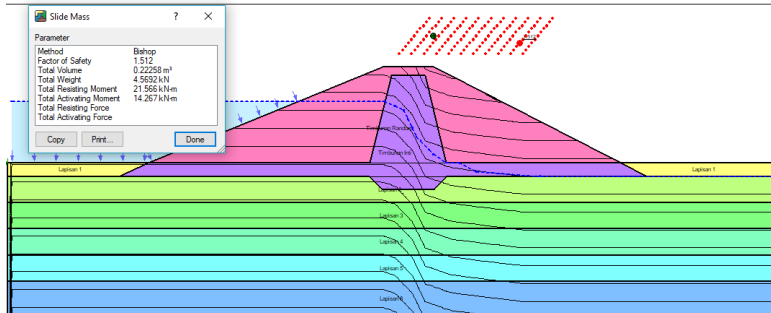
Muka Air Normal Hilir (dengan gempa)



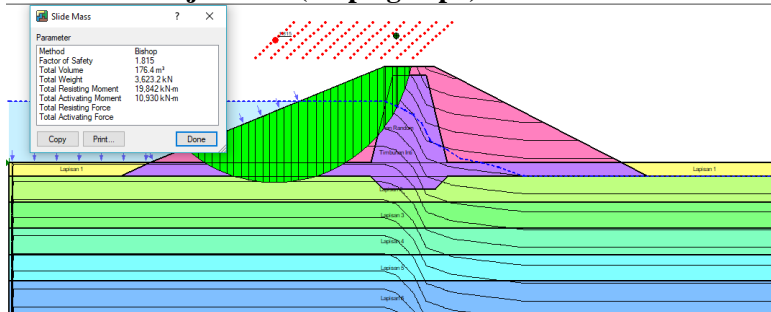
Muka Air Normal Hulu (dengan gempa)



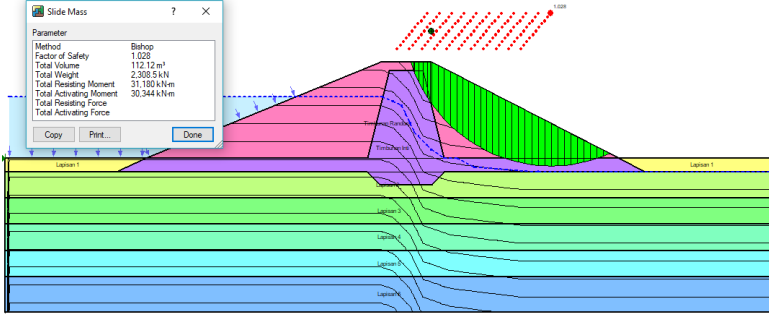
Muka Air Banjir Hilir (tanpa gempa)



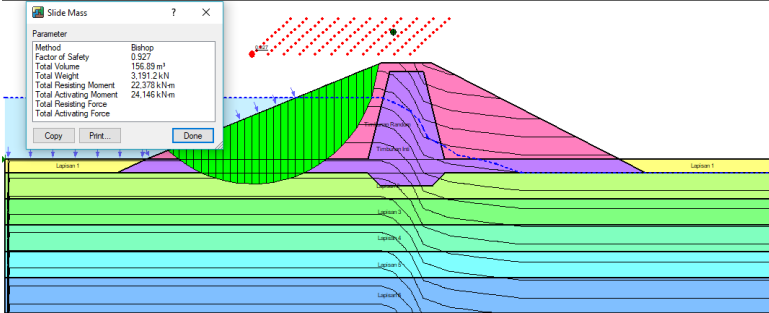
Muka Air Banjir Hulu (tanpa gempa)



Muka Air Banjir Hilir (dengan gempa)

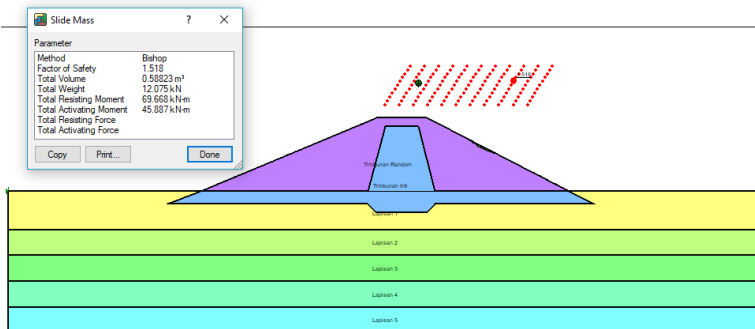


Muka Air Banjir Hulu (dengan gempa)

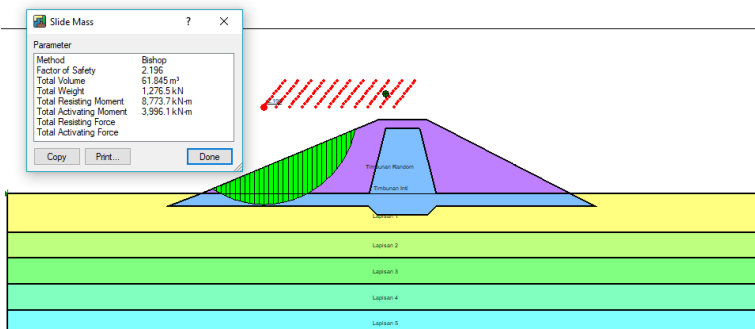


4. Potongan F

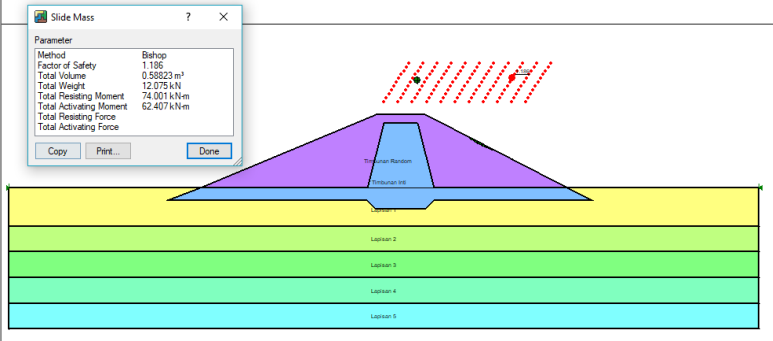
Muka Air Kosong Hilir (tanpa gempa)



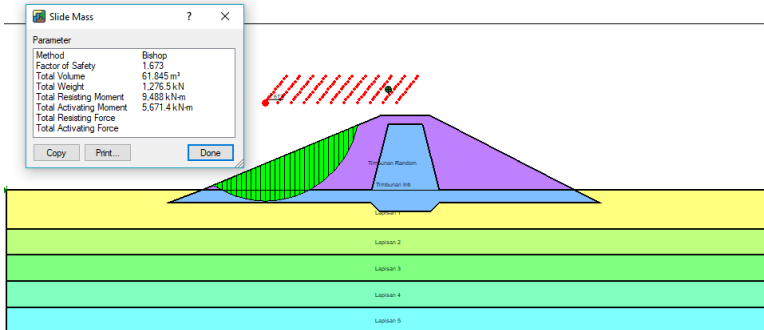
Muka Air Kosong Hulu (tanpa gempa)



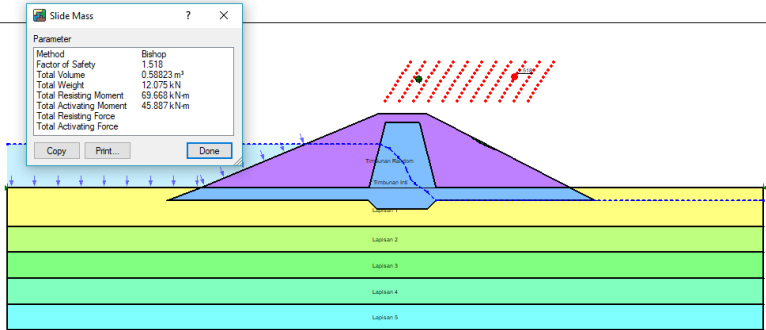
Muka Air Kosong Hilir (dengan gempa)



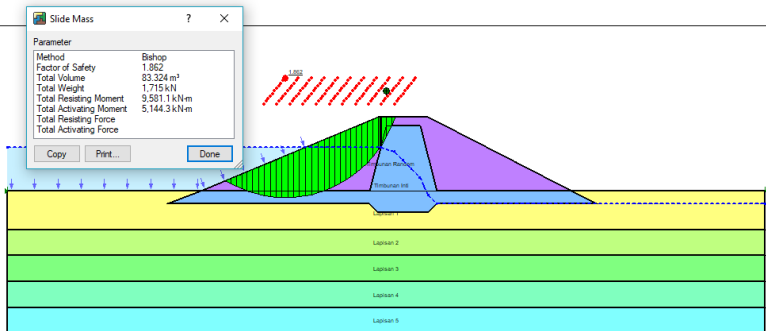
Muka Air Kosong Hulu (dengan gempa)



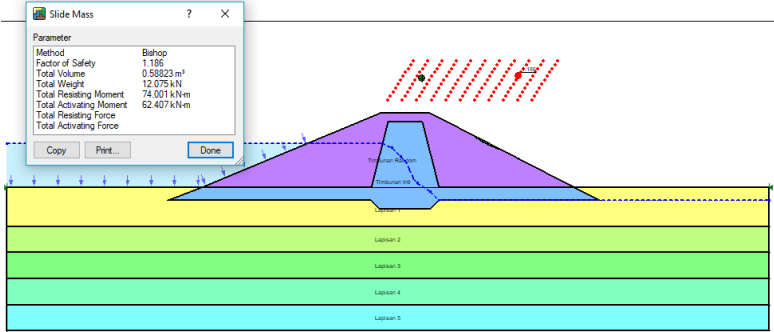
Muka Air Normal Hilir (tanpa gempa)



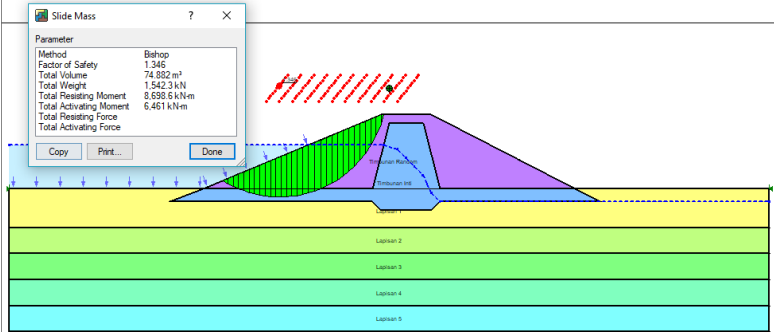
Muka Air Normal Hulu (tanpa gempa)



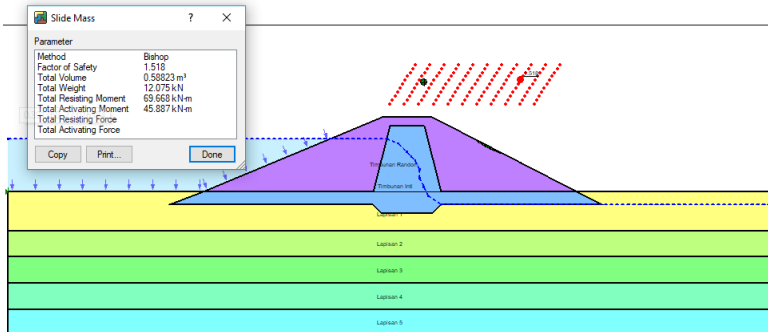
Muka Air Normal Hilir (dengan gempa)



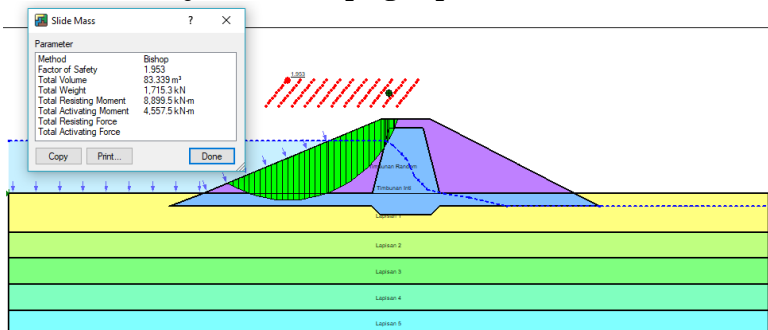
Muka Air Normal Hulu (dengan gempa)



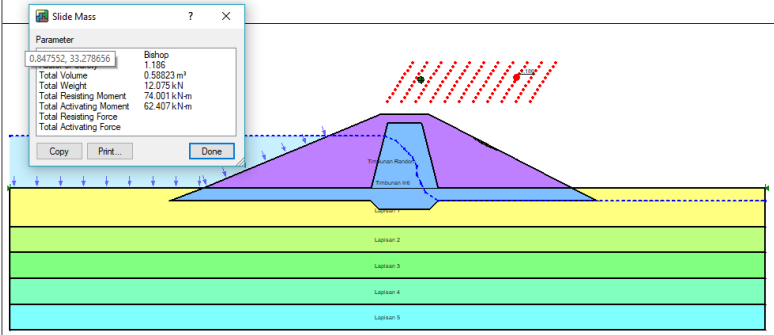
Muka Air Banjir Hilir (tanpa gempa)



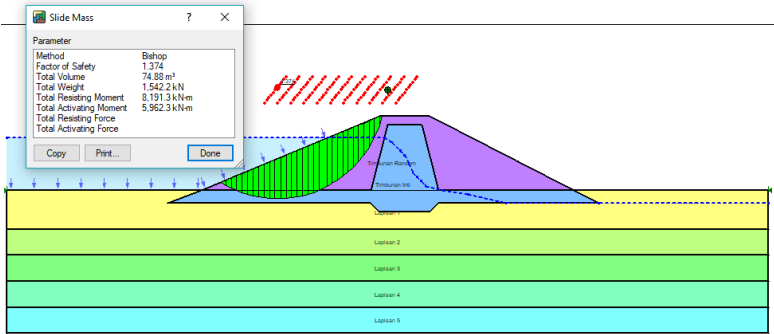
Muka Air Banjir Hulu (tanpa gempa)



Muka Air Banjir Hilir (dengan gempa)

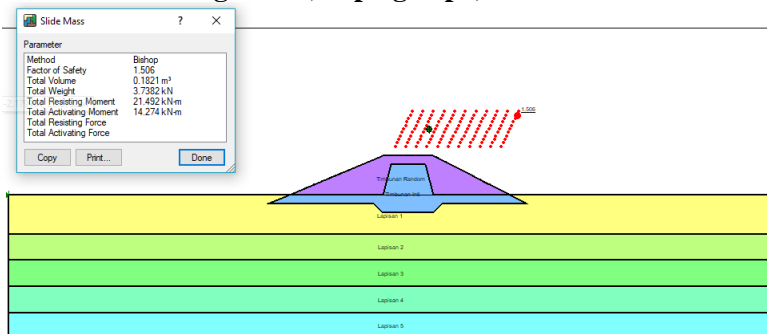


Muka Air Banjir Hulu (dengan gempa)

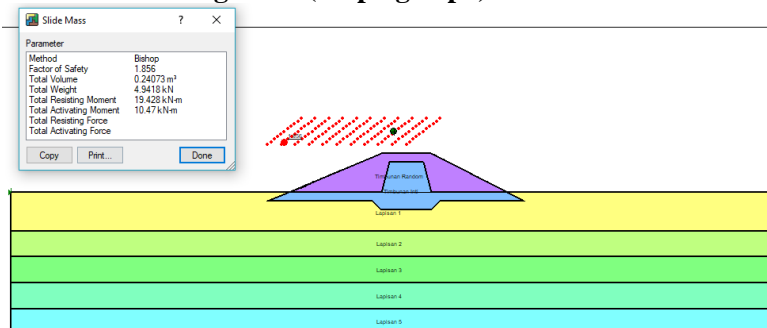


5. Potongan G

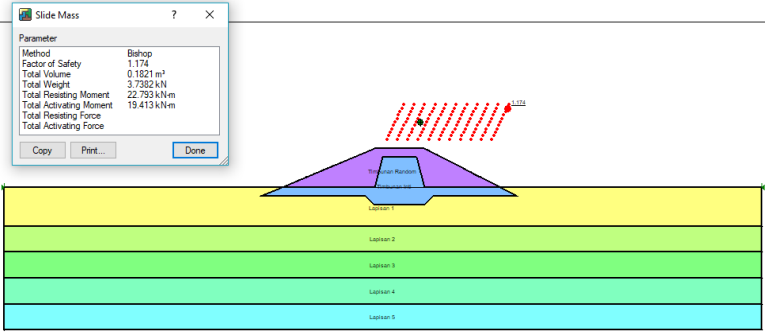
Muka Air Kosong Hilir (tanpa gempa)



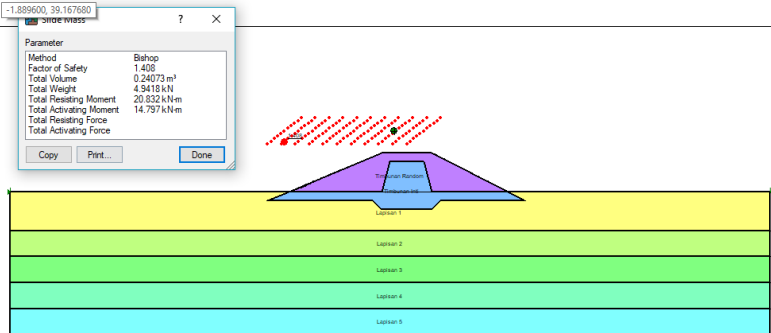
Muka Air Kosong Hulu (tanpa gempa)



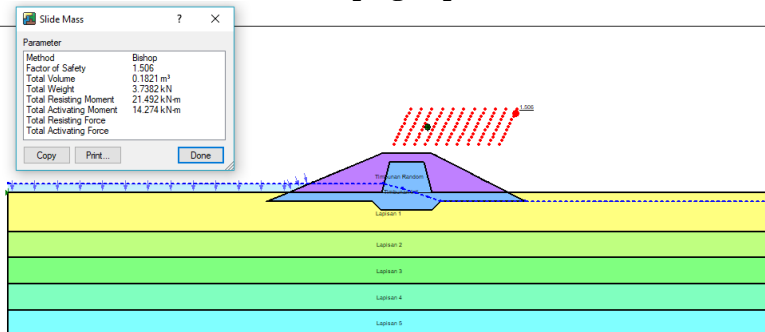
Muka Air Kosong Hilir (dengan gempa)



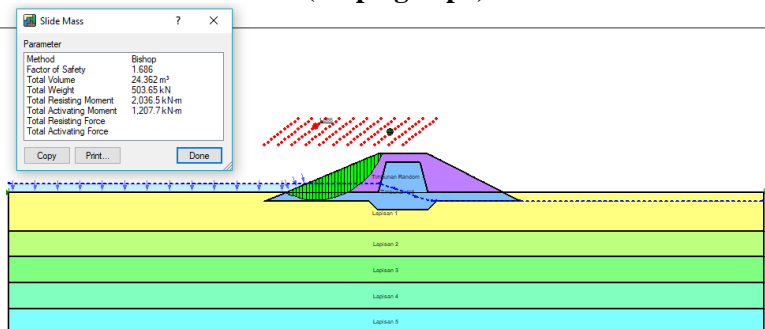
Muka Air Kosong Hulu (dengan gempa)



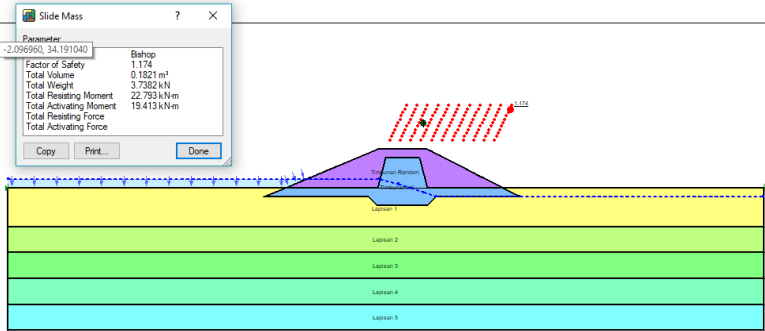
Muka Air Normal Hilir (tanpa gempa)



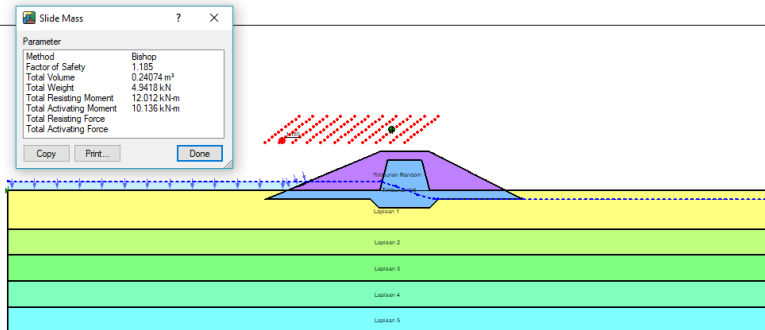
Muka Air Normal Hulu (tanpa gempa)



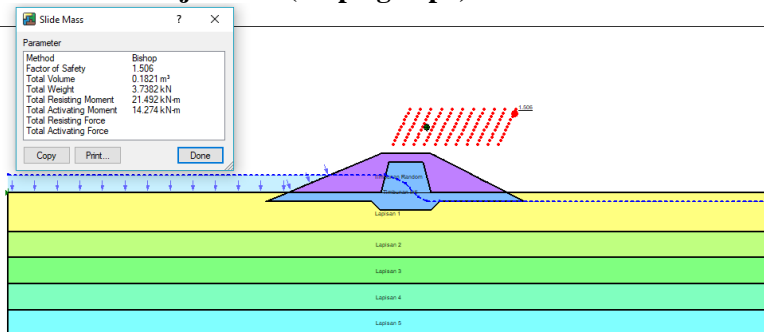
Muka Air Normal Hilir (dengan gempa)



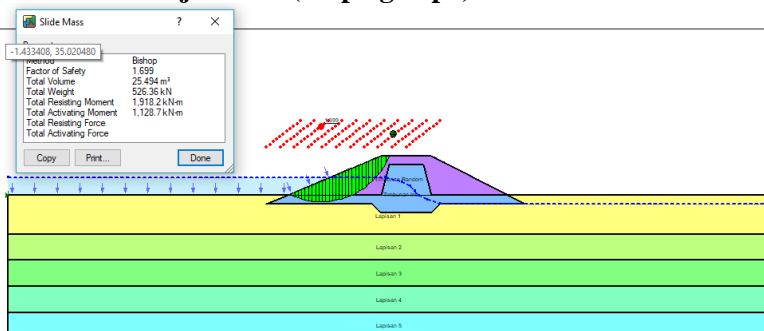
Muka Air Normal Hulu (dengan gempa)



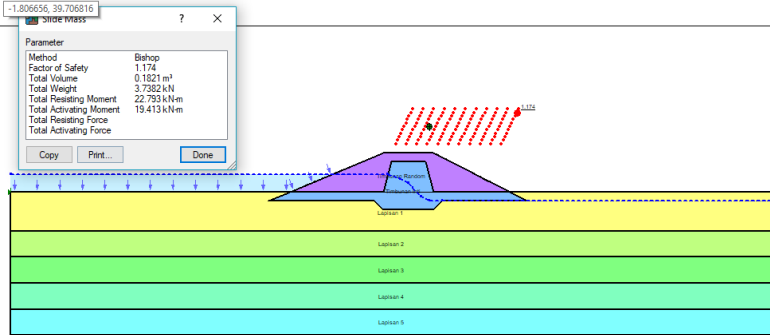
Muka Air Banjir Hilir (tanpa gempa)



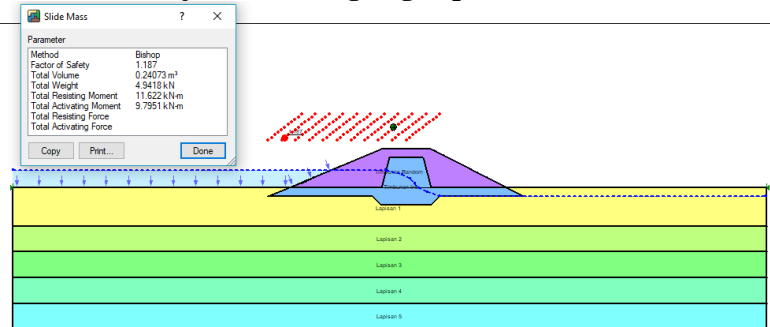
Muka Air Banjir Hulu (tanpa gempa)



Muka Air Banjir Hilir (dengan gempa)



Muka Air Banjir Hulu (dengan gempa)



Rekapitulasi SF Geoslope Potongan A

Kondisi	Safety faktor eksisting				
	Syarat	Hulu	Cek	Hilir	Cek
Kondisi tanpa gempa					
Kosong	1.3	2.345	OK	2.007	OK
Muka air normal	1.3	1.77	OK	2.007	OK
Muka air banjir	1.3	1.786	OK	2.007	OK
Rapid draw down	1.3	1.77	OK	2.007	OK
Kondisi gempa					
Kosong	1.1	1.794	OK	1.508	OK
Muka air normal	1.1	1.352	OK	1.508	OK
Muka air banjir	1.1	1.322	OK	1.508	OK
Rapid draw down	1.1	1.322	OK	1.508	OK

Potongan B

Kondisi	Safety faktor eksisting				
	Syarat	Hulu	Cek	Hilir	Cek
Kondisi tanpa gempa					
Kosong	1.3	1.926	OK	1.498	OK
Muka air normal	1.3	1.727	OK	1.498	OK
Muka air banjir	1.3	1.815	OK	1.498	OK
Rapid draw down	1.3	1.727	OK	1.498	OK
Kondisi gempa					
Kosong	1.1	1.459	OK	1.169	OK
Muka air normal	1.1	1.196	OK	1.169	OK
Muka air banjir	1.1	1.216	OK	1.169	OK
Rapid draw down	1.1	1.196	OK	1.169	OK

Potongan CDE

Potongan CDE					
Kondisi	Safety faktor eksisting				
	Syarat	Hulu	Cek	Hilir	Cek
Kondisi tanpa gempa					
Kosong	1.3	2.157	OK	1.512	OK
Muka air normal	1.3	1.747	OK	1.512	OK
Muka air banjir	1.3	1.815	OK	1.512	OK
Rapid draw down	1.3	1.747	OK	1.512	OK
Kondisi gempa					
Kosong	1.1	1.161	OK	1.028	NOT OK
Muka air normal	1.1	0.926	NOT OK	1.028	NOT OK
Muka air banjir	1.1	0.927	NOT OK	1.028	NOT OK
Rapid draw down	1.1	0.926	NOT OK	1.028	NOT OK

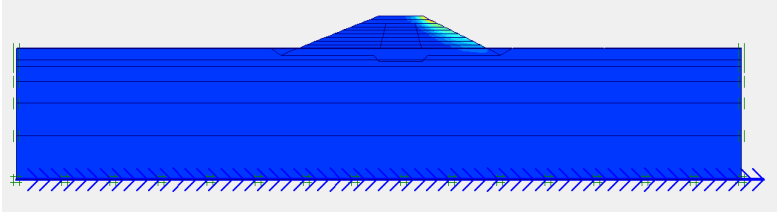
Potongan F

Kondisi	Safety faktor eksisting				
	Syarat	Hulu	Cek	Hilir	Cek
Kondisi tanpa gempa					
Kosong	1.3	2.196	OK	1.518	OK
Muka air normal	1.3	1.862	OK	1.518	OK
Muka air banjir	1.3	1.953	OK	1.518	OK
Rapid draw down	1.3	1.862	OK	1.518	OK
Kondisi gempa					
Kosong	1.1	1.673	OK	1.186	OK
Muka air normal	1.1	1.346	OK	1.186	OK
Muka air banjir	1.1	1.374	OK	1.186	OK
Rapid draw down	1.1	1.346	OK	1.186	OK

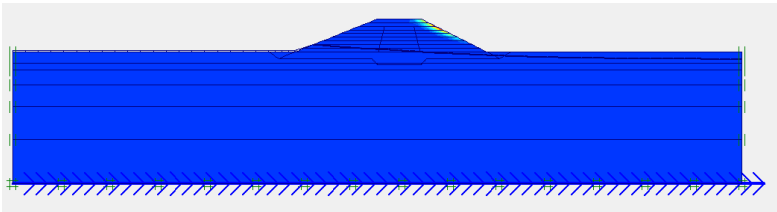
Potongan G

Kondisi	Safety faktor eksisting				
	Syarat	Hulu	Cek	Hilir	Cek
Kondisi tanpa gempa					
Kosong	1.3	1.856	OK	1.506	OK
Muka air normal	1.3	1.686	OK	1.506	OK
Muka air banjir	1.3	1.699	OK	1.506	OK
Rapid draw down	1.3	1.686	OK	1.506	OK
Kondisi gempa					
Kosong	1.1	1.408	OK	1.174	OK
Muka air normal	1.1	1.185	OK	1.174	OK
Muka air banjir	1.1	1.187	OK	1.174	OK
Rapid draw down	1.1	1.185	OK	1.174	OK

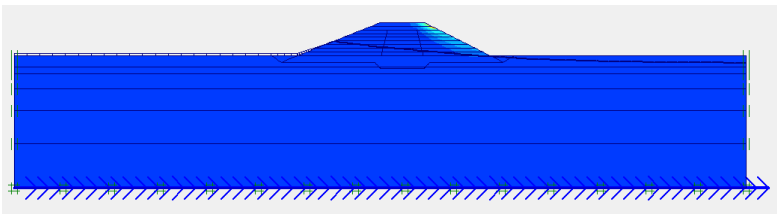
Hasil Analisa Plaxis Potongan A



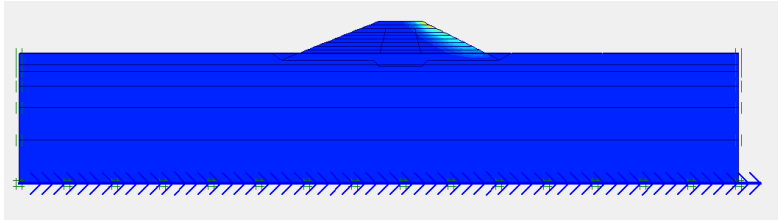
Perpindahan total kondisi muka air kosong tanpa gempa



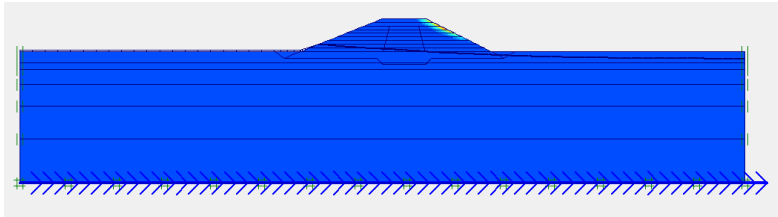
Perpindahan total kondisi muka air normal tanpa gempa



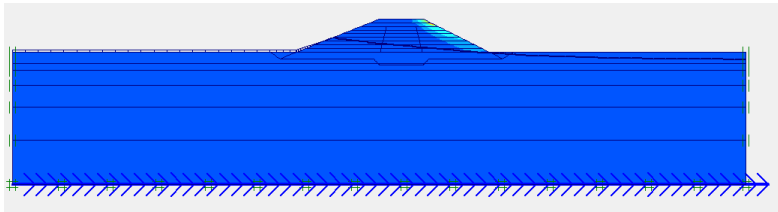
Perpindahan total kondisi muka air banjir tanpa gempa



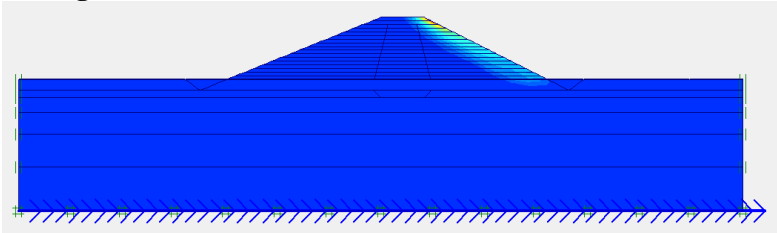
Perpindahan total kondisi muka air kosong dengan gempa



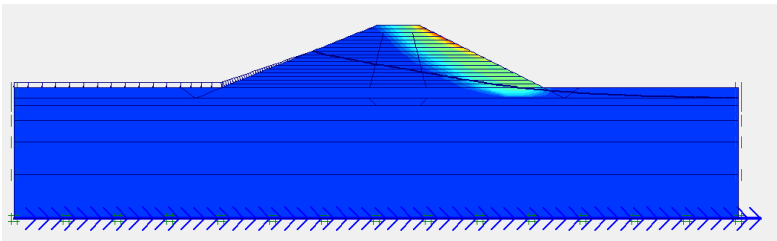
Perpindahan total kondisi muka air normal dengan gempa



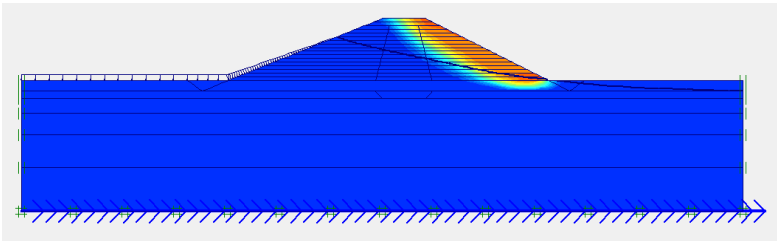
Perpindahan total kondisi muka air banjir dengan gempa

Potongan B

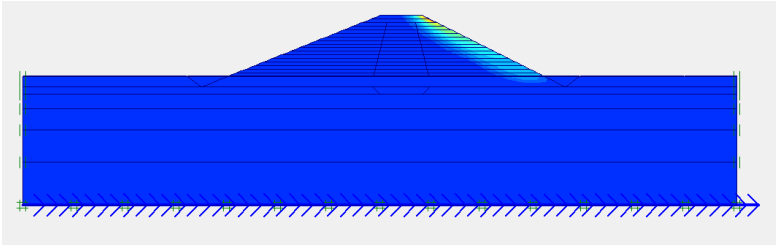
Perpindahan total kondisi muka air kosong tanpa gempa



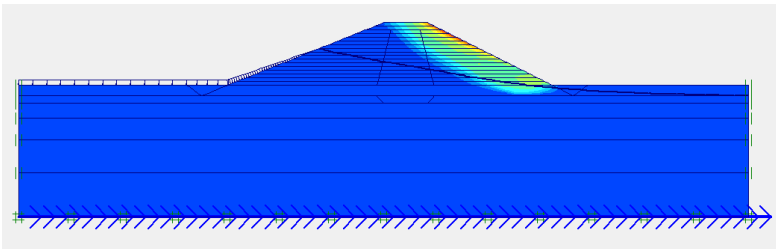
Perpindahan total kondisi muka air normal tanpa gempa



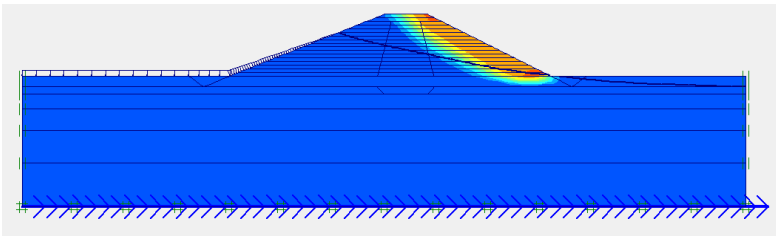
Perpindahan total kondisi muka air banjir tanpa gempa



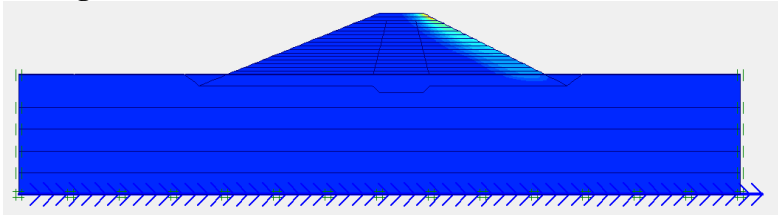
Perpindahan total kondisi muka air kosong dengan gempa



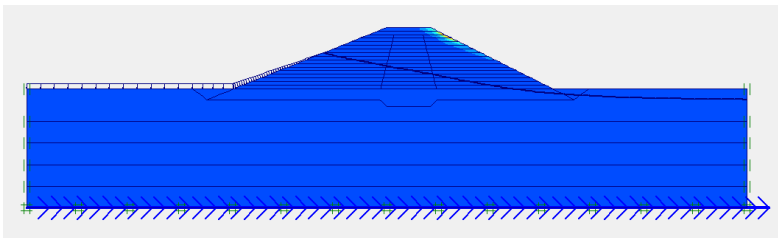
Perpindahan total kondisi muka air normal dengan gempa



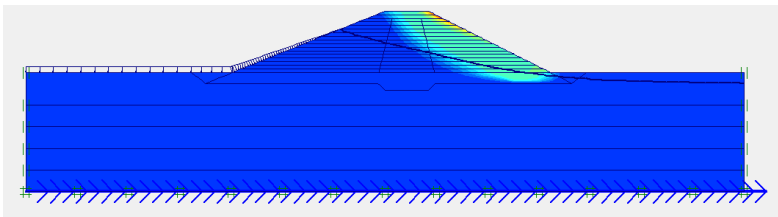
Perpindahan total kondisi muka air banjir dengan gempa

Potongan F

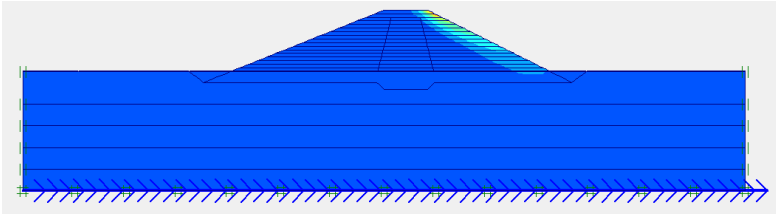
Perpindahan total kondisi muka air kosong tanpa gempa



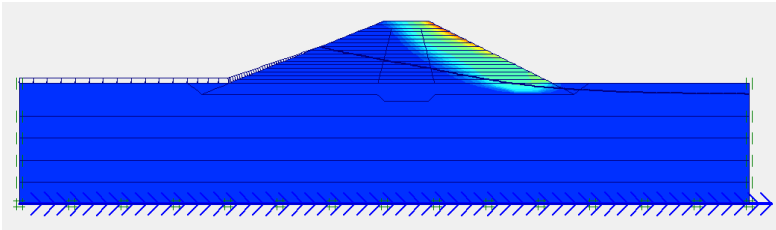
Perpindahan total kondisi muka air normal tanpa gempa



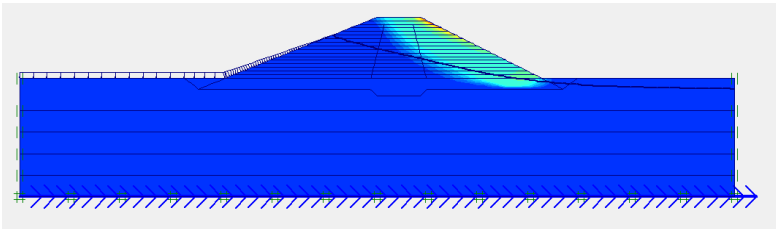
Perpindahan total kondisi muka air banjir tanpa gempa



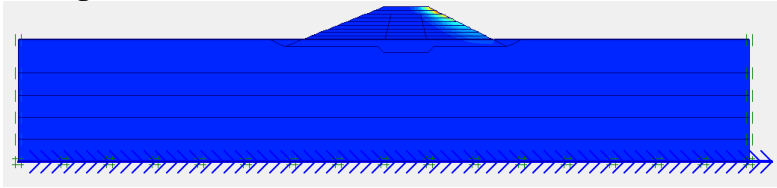
Perpindahan total kondisi muka air kosong dengan gempa



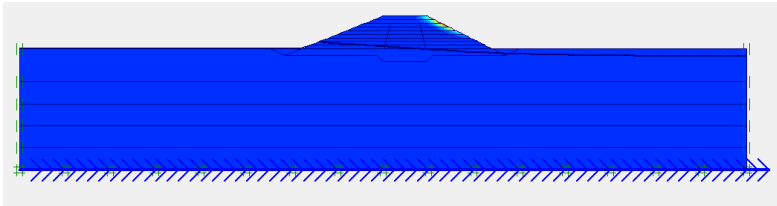
Perpindahan total kondisi muka air normal dengan gempa



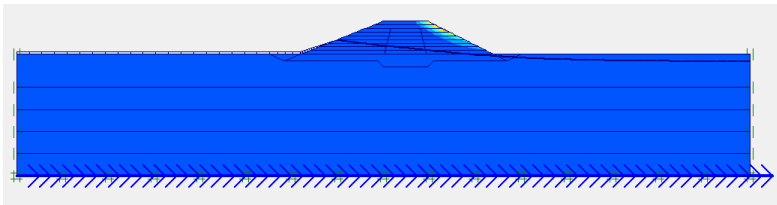
Perpindahan total kondisi muka air banjir dengan gempa

Potongan G

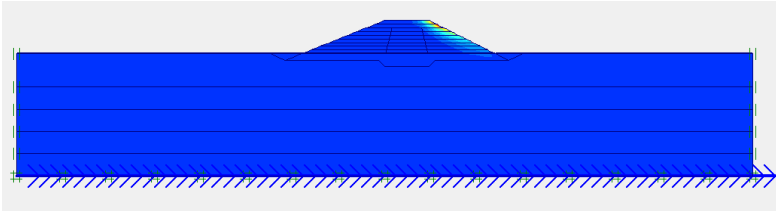
Perpindahan total kondisi muka air kosong tanpa gempa



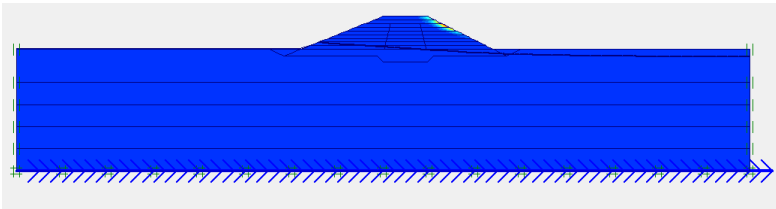
Perpindahan total kondisi muka air normal tanpa gempa



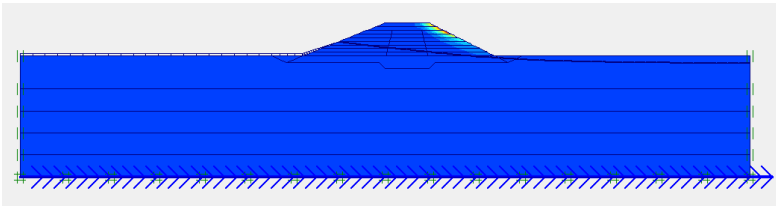
Perpindahan total kondisi muka air banjir tanpa gempa



Perpindahan total kondisi muka air kosong dengan gempa



Perpindahan total kondisi muka air normal dengan gempa



Perpindahan total kondisi muka air banjir dengan gempa

Rekapitulasi SF Analisa dengan Program Bantu Plaxis Potongan A

Kondisi	Safety Factor		
	Syarat	Eksisting	
Kondisi tanpa gempa			
Kosong	1.3	1.5153	OK
Muka air normal	1.3	1.5754	OK
Muka air banjir	1.3	1.5095	OK
Rapid draw down	1.3	1.5095	OK
Kondisi gempa			
Kosong	1.2	1.5185	OK
Muka air normal	1.2	1.5752	OK
Muka air banjir	1.2	1.4726	OK
Rapid draw down	1.1	1.5085	OK

Potongan B

Kondisi	Safety Factor		
	Syarat	Eksisting	
Kondisi tanpa gempa			
Kosong	1.3	1.4178	OK
Muka air normal	1.3	1.432	OK
Muka air banjir	1.3	1.3451	OK
Rapid draw down	1.3	1.3451	OK
Kondisi gempa			
Kosong	1.1	1.4171	OK
Muka air normal	1.1	1.431	OK
Muka air banjir	1.1	1.3456	OK
Rapid draw down	1.1	1.3456	OK

Potongan CDE

Kondisi	Safety Factor		
	Syarat	Eksisting	
Kondisi tanpa gempa			
Kosong	1.3	1.1923	NOT OK
Muka air normal	1.3	1.0585	NOT OK
Muka air banjir	1.3	0.9187	NOT OK
Rapid draw down	1.3	0.9187	NOT OK
Kondisi gempa			
Kosong	1.1	1.1913	OK
Muka air normal	1.1	1.0578	NOT OK
Muka air banjir	1.1	0.9253	NOT OK
Rapid draw down	1.1	0.9253	NOT OK

Potongan F

Kondisi	Safety Factor		
	Syarat	Eksisting	
Kondisi tanpa gempa			
Kosong	1.3	1.4152	OK
Muka air normal	1.3	1.3154	OK
Muka air banjir	1.3	1.3277	OK
Rapid draw down	1.3	1.3154	OK
Kondisi gempa			
Kosong	1.2	1.4163	OK
Muka air normal	1.2	1.3147	OK
Muka air banjir	1.2	1.3285	OK
Rapid draw down	1.1	1.3147	OK

Potongan G

Kondisi	Safety Factor		
	Syarat	Eksisting	
Kondisi tanpa gempa			
Kosong	1.3	1.5061	OK
Muka air normal	1.3	1.5687	OK
Muka air banjir	1.3	1.5073	OK
Rapid draw down	1.3	1.5061	OK
Kondisi gempa			
Kosong	1.2	1.5061	OK
Muka air normal	1.2	1.5718	OK
Muka air banjir	1.2	1.506	OK
Rapid draw down	1.1	1.506	OK

Hasil Perhitungan Perkuatan *Micropile* Sisi Hulu

f'c	40	Mpa			
diameter luar	300	mm	0.3	m	0.15
tebal	60	mm	0.06	m	0.09
Mmax	8	tm	80	kNm	
I	0.000346078	m ⁴	34607.78	cm ⁴	
E	29725.41001	MPa	303116	kg/cm ²	
qu	0.37175	kg/cm ²	0.380502	t/ft ³	
f	1.5	t/ft ³	0.048	kg/cm ³	
T=	185.3140172	cm	1.85314	m	
asumsi					
L	7	m			
L/T	3.777372109				
FM	1				
z	0				
Pmax	4.316996696	t			
R	14.782	m			
SF	0.926				
Momen tahan	23009	kNm			
Momen dorong	24847.73218	kNm			
SF rencana	1.2				
Momen tahana	29817.27862	kNm			
ΔMR	6808.278618	kNm			
n	10.88670188				

Kebutuhan *micropile* sisi hulu sebanyak 11 buah. Dengan jarak antar *micropile* = 1 m dengan panjang kedalaman 7 meter.

**Hasil Perhitungan Perkuatan Kombinasi
Sisi Hilir
Perkuatan *Geotextile***

SF	1.028
Mresisten	31171 kNm
Mdorong	30321.98 kNm
SF rencana	1.1
Mresisten rencana	33354.18 kNm
Δ MR	2183.183 kNm
y pusat	34 m
T ult	52 kN/m
Tall	15.73874 kN
y dasar	17.5 m
Jarak antar geotextile	0.5 m
Fsid	1.3
FScr	1.7
FScd	1.3
FSbd	1.15

No.	y (m)	Tall (kN)	Momen (kNm)
1	16.5	15.73874	259.6891599
2	16	15.73874	251.8197915
3	15.5	15.73874	243.950423
4	15	15.73874	236.0810545
5	14.5	15.73874	228.211686
6	14	15.73874	220.3423175
7	13.5	15.73874	212.472949
8	13	15.73874	204.6035806
9	12.5	15.73874	196.7342121
10	12	15.73874	188.8648436
		2242.77	kNm

Kebutuhan *geotextile* sisi hulu 1 lembaran/rangkap sebanyak 10 lapis. Dengan jarak antar *geotextile* = 0.5 m atau sama dengan tinggi penimbunan bertahap.

Perkuatan *Micropile*

f'c	40	Mpa				
diameter luar	300	mm	0.3	m	0.15	m
tebal	60	mm	0.06	m	0.09	m
Mmax	8	tm	80	kNm		
I	0.000346078	m4	34607.78	cm4		
E	29725.41001	MPa	303116	kg/cm2		
qu	0.37175	kg/cm2				
f	3.75	t/ft3	0.12	kg/cm3		
T=	154.2837794	cm	1.542838	m		
asumsi						
L	7	m				
L/T	4.537093937					
FM	1					
z	0					
Pmax	5.185250213	t				
R	17.36	m				
SF	1.1					
Momen tahan	33354.18288	kNm				
Momen dorong	30321.98444	kNm				
SF rencana	1.2					
Momen tahanan rencana	36386.38132	kNm				
ΔMR	3032.198444	kNm				
n	3.437257798					

Kebutuhan *micropile* sisi hulu sebanyak 4 buah. Dengan jarak antar *micropile* = 1 m dengan panjang kedalaman 7 meter.

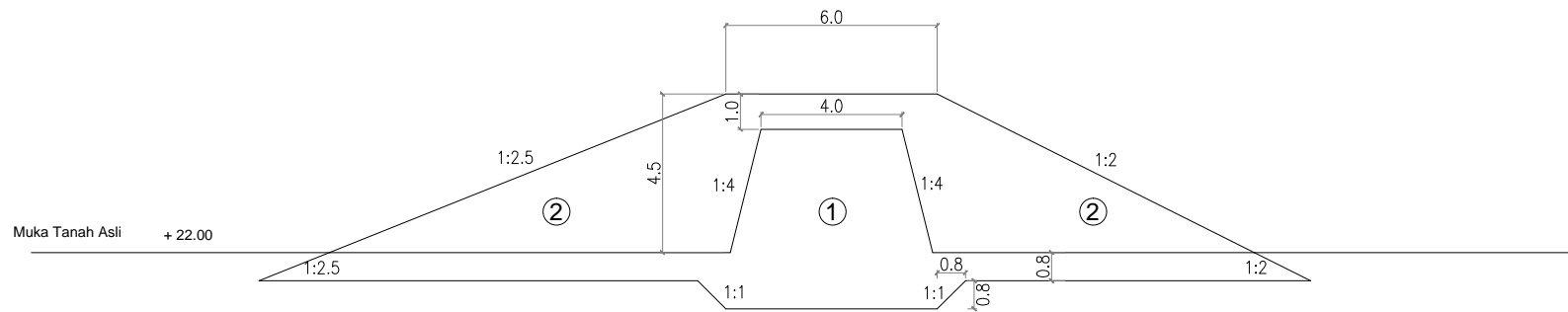
Perkuatan *Micropile*

f'c	40	Mpa			
diameter luar	300	mm	0.3	m	0.15
tebal	60	mm	0.06	m	0.09
Mmax	8	tm	80	kNm	
I	0.000346078	m4	34607.78	cm4	
E	29725.41001	MPa	303116	kg/cm2	
qu	0.37175	kg/cm2			
f	3.75	t/ft3	0.12	kg/cm3	
T=	154.2837794	cm	1.542838	m	
asumsi					
L	7	m			
L/T	4.537093937				
FM	1				
z	0				
Pmax	5.185250213	t			
R	17.36	m			
SF	1.1				
Momen tahan	27332.5054	kNm			
Momen dorong	24847.73218	kNm			
SF rencana	1.2				
Momen tahanan rencana	29817.27862	kNm			
ΔMR	2484.773218	kNm			
n	2.81670421				

Kebutuhan *micropile* sisi hulu sebanyak 3 buah. Dengan jarak antar *micropile* = 1 m dengan panjang kedalaman 7 meter.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Timbunan Inti
2. Timbunan Random



Potongan Melintang A
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

Dosen Asisten

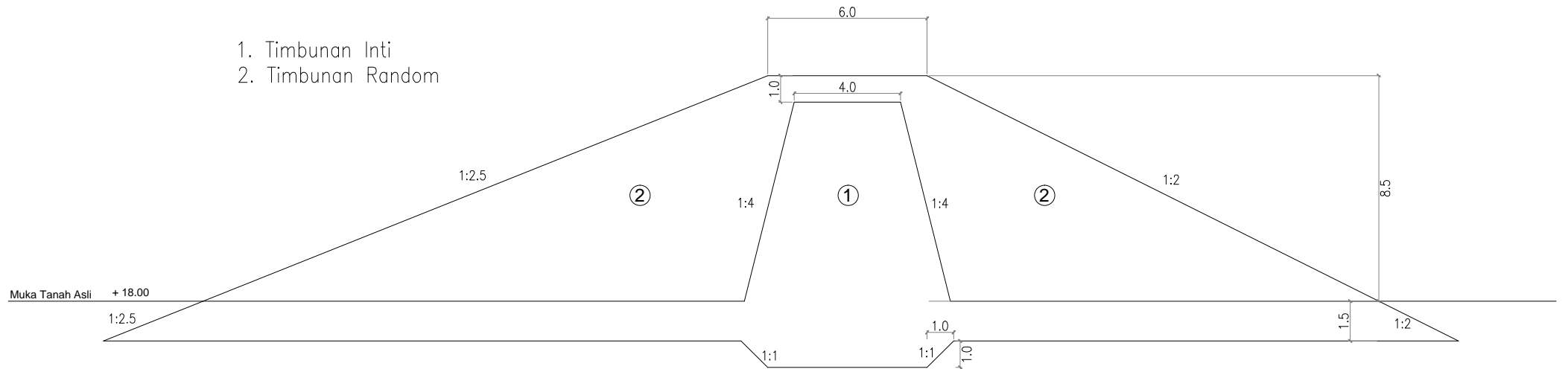
Nama & Nrp Mahasiswa

299

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078

1. Timbunan Inti
2. Timbunan Random



Potongan Melintang B
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

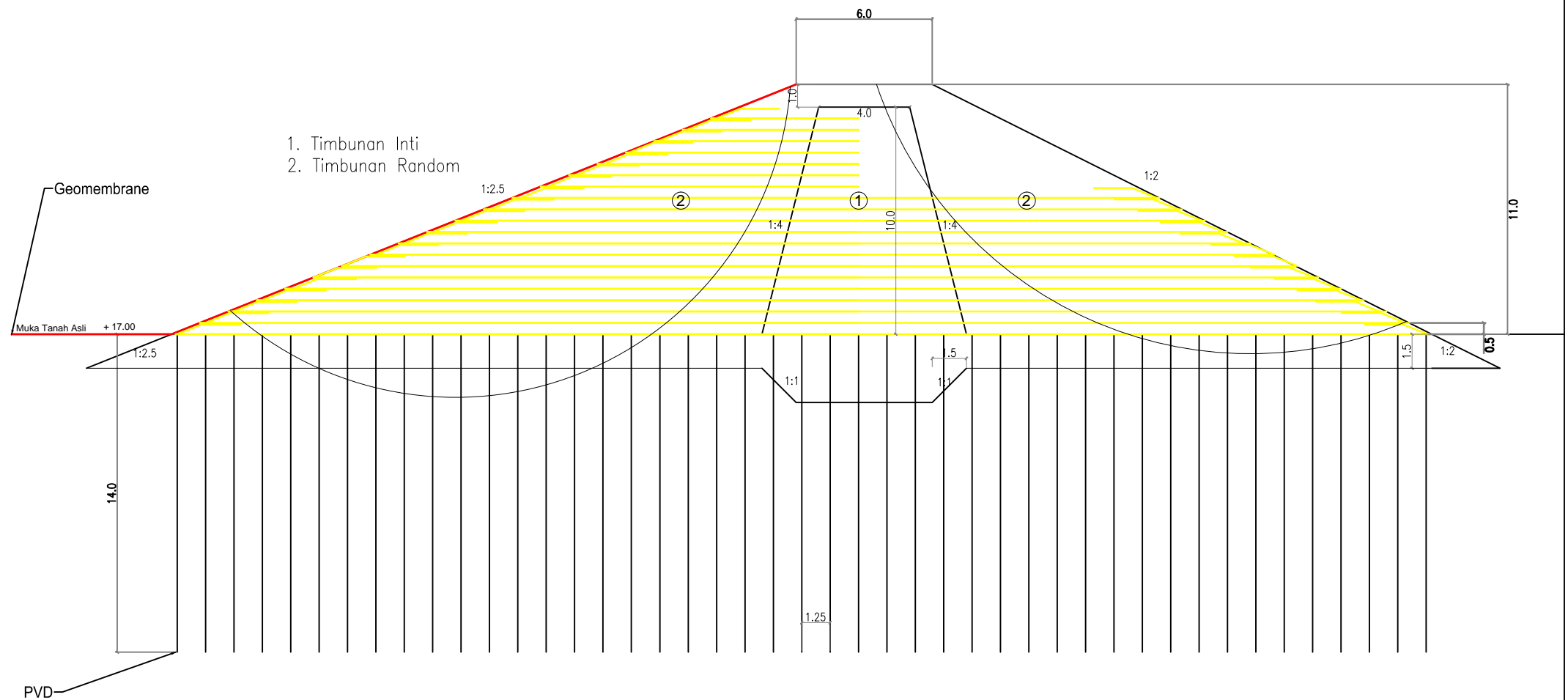
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

300

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



Perencanaan Potongan CDE dengan Geotextile
Skala 1 : 244



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

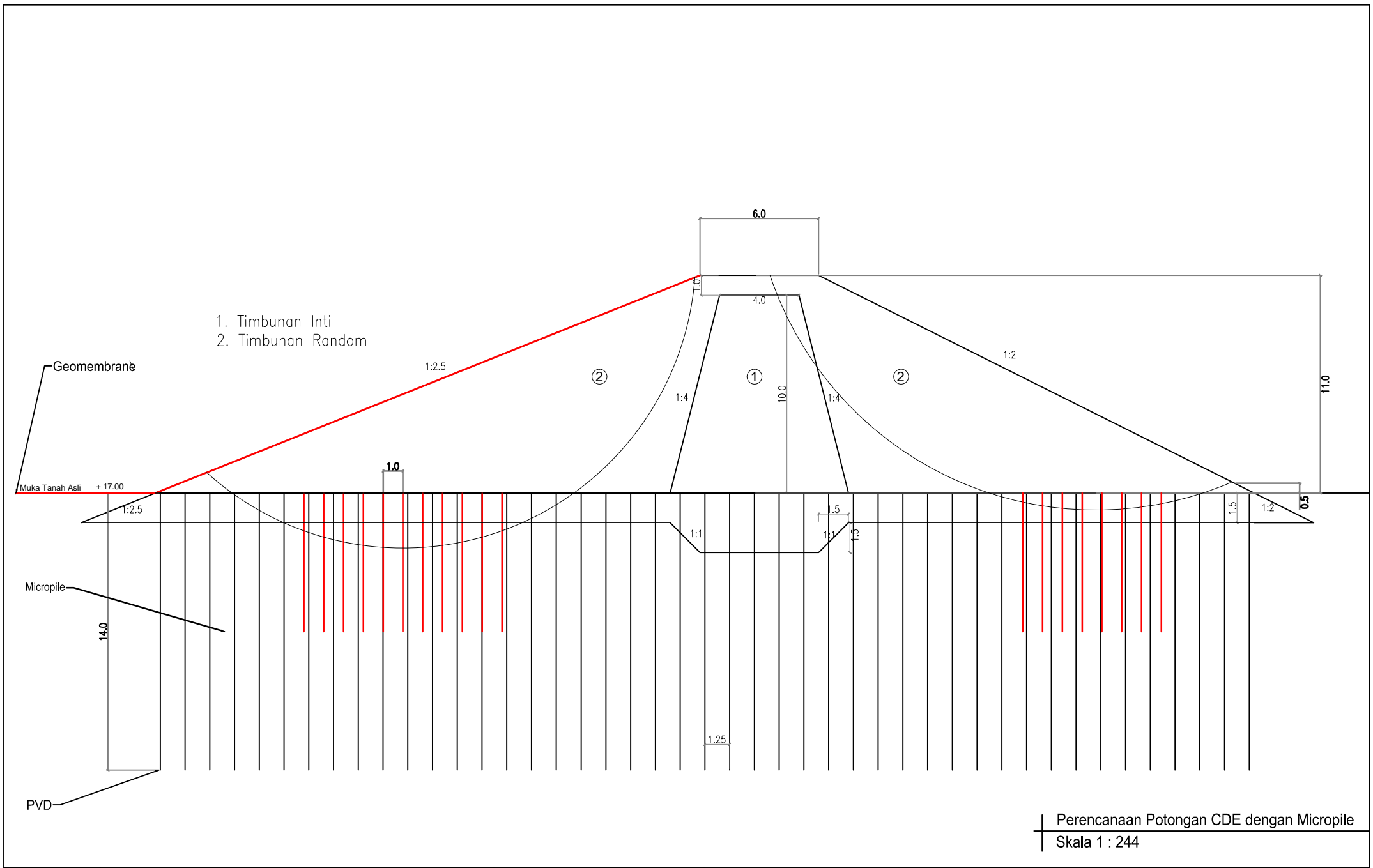
Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

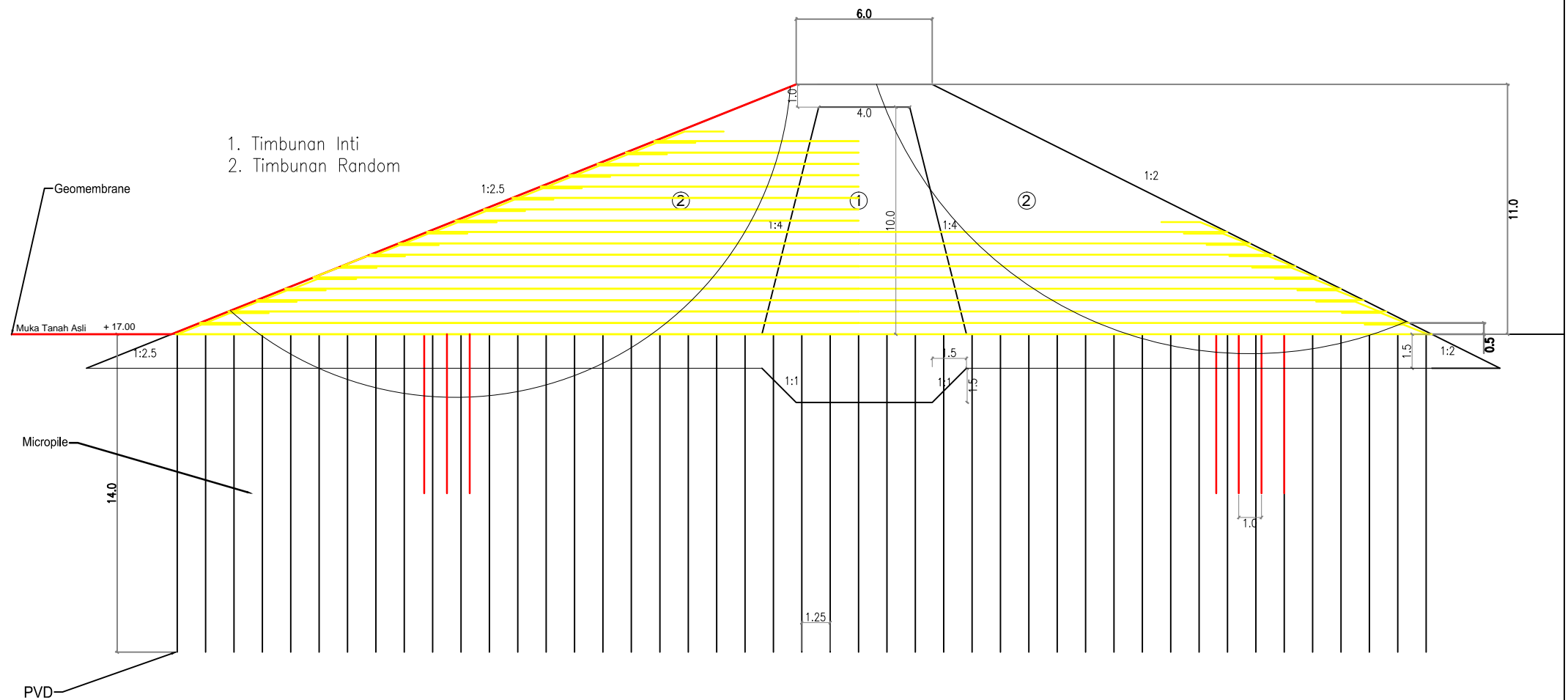
301

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078



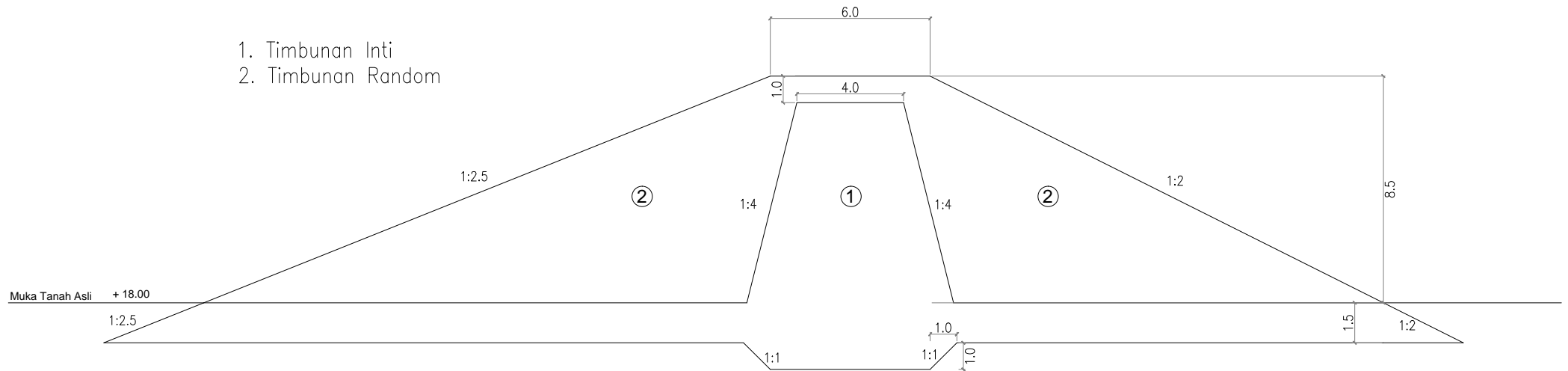
	FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	Jml. Lembar	No. Lembar	Dosen Asisten	Nama & Nrp Mahasiswa
			302	Musta'in Arief, S.T., M.T. Ir. Suwarno, M.Eng	Dica Rasyid M. / 3113100078



Perencanaan Potongan CDE dengan Kombinasi
Skala 1 : 244

	FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	Jml. Lembar	No. Lembar	Dosen Asisten	Nama & Nrp Mahasiswa
			303	Musta'in Arief, S.T., M.T. Ir. Suwarno, M.Eng	Dica Rasyid M. / 3113100078

1. Timbunan Inti
2. Timbunan Random



Potongan Melintang F
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

Dosen Asisten

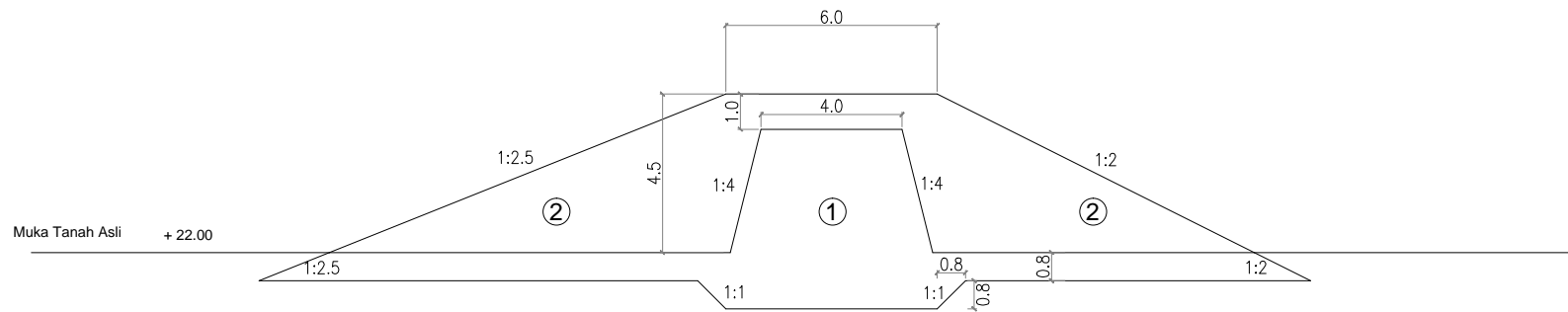
Nama & Nrp Mahasiswa

304

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078

1. Timbunan Inti
2. Timbunan Random



Potongan Melintang G
Skala 1 : 212



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

Jml. Lembar

No. Lembar

Dosen Asisten

Nama & Nrp Mahasiswa

305

Musta'in Arief, S.T., M.T.
Ir. Suwarno, M.Eng

Dica Rasyid M. / 3113100078

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Dica Rasyid Maulidhani

Penulis dilahirkan di Surabaya tanggal 04 Agustus 1995. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Aisyah 31 (Surabaya), SD Muhammadiyah 15 (Surabaya), SMP Negeri 12 (Surabaya), SMA Negeri 5 (Surabaya). Setelah lulus dari SMA Negeri 5 Surabaya tahun 2013, penulis mengikuti ujian masuk SBMPTN dan diterima di Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP. 3113 100 078.

Dijurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil peminatan bidang Geoteknik. Selama kuliah penulis aktif mengikuti lomba-lomba bidang teknik sipil dan bersama dengan teman-temannya pernah mendapat juara 3 lomba *paper* yang diadakan Universitas Indonesia dengan judul *paper* “Optimalisasi Terminal Penumpang dan *Exit Taxiway* Bandara Juanda dengan Konsep *Smart Green Materials* Guna Meminimalisasi Kebisingan Bandara Menghadapi *ASEAN OPEN SKY 2015*”. Selain itu pada tahun 2016 dalam Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Gagasan Tertulis yang diadakan oleh Dikti, karya penulis yang berjudul “*Hexagonal Tree House* dengan Konsep *Eco-Building* Sebagai Solusi Banjir di Jakarta Akibat Kurangnya Resapan Air di Daerah Aliran Sungai Ciliwung” didanai. Penulis sempat aktif di beberapa kepanitiaan pada awal tahun perkuliahan. Selama kuliah penulis berfokus untuk mengembangkan usaha dengan teman-temannya.