TUGAS AKHIR – RC18-4803

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850

SAVIRA SANYA KIRANA ASWANDA
NRP. 031 1 16 4000 0093

Dosen Pembimbing I
Ir. Suwarno

Dosen Pembimbing II
Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

TUGAS AKHIR – RC18-4803

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850

SAVIRA SANYA KIRANA ASWANDA
NRP. 03111640000093

Dosen Pembimbing I
Ir. Suwarno

Dosen Pembimbing II
Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

FINAL PROJECT – RC18-4803

DESIGN OF EMBANKMENTS AND SOIL IMPROVEMENTS ON BALIKPAPAN – SAMARINDA TOLL ROAD (STA 9+550 – STA 9+850)

SAVIRA SANYA KIRANA ASWANDA
NRP. 03111640000093

Academic Supervisor I
Ir. Suwarno

Academic Supervisor II
Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2020

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
SAVIRA SANYA KIRANA ASWANDA
NRP. 03111640000093

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Suwarno ..... (Pembimbing I)

2. Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT ..... (Pembimbing II)

SURABAYA
JULI, 2020

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850

Nama Mahasiswa : Savira Sanya Kirana Aswanda
NRP : 03111640000093
Jurusan : Teknik Sipil FTSPK – ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Suwarno
2. Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi salah satunya disebabkan oleh kelancaran mobilisasi barang dan jasa antara daerah yang terpencil dengan daerah yang lebih berkembang. Untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi tersebut, Pemerintah Indonesia sedang melaksanakan pembangunan infrastruktur jalan tol yang menghubungkan dua kota di provinsi Kalimantan Timur, Balikpapan dan Samarinda sepanjang 97,99 km.

Tanah dasar pada lokasi proyek jalan tol Balikpapan – Samarinda tersebut cenderung merupakan tanah keras. Namun, pada lokasi tertentu terdapat tanah lunak dengan kedalaman yang cukup dalam mencapai 22,5 m s/d 24 m yaitu pada STA 9+550 s/d STA 9+850. Pada STA 9+550 s/d STA 9+850 ini akan dilakukan pekerjaan penimbunan jalan dengan ketinggian timbunan 5 – 8 m.

Pada Tugas Akhir ini direncanakan dua alternatif material timbunan, yaitu material tanah dan material EPS geofoam. EPS geofoam digunakan dikarenakan memiliki berat jenis yang ringan dibandingkan dengan material tanah (±1% dari berat jenis tanah).

Untuk timbunan material tanah dilakukan perbaikan tanah dengan metode preloading yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD). Pada timbunan tanah juga diperlukan perkuatan agar timbunan tidak mengalami kelongsoran. Terdapat dua alternatif perkuatan yang digunakan pada Tugas Akhir ini, yaitu geotextile dan micropile.

Setelah dilakukan analisis, kemudian dapat diketahui volume material yang dibutuhkan untuk masing-masing

alternative. Dari volume material ini kemudian dapat dihitung biaya material setiap alternatif sehingga dapat dipilih alternative yang paling ekonomis.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa alternative yang paling ekonomis ialah timbunan material tanah dengan perkuatan menggunakan geotextile.

Kata Kunci : EPS Geofoam, Geotextile, Jalan Tol Balikpapan-Samarinda, Micropile, PVD

DESIGN OF EMBANKMENTS AND SOIL IMPROVEMENTS ON BALIKPAPAN – SAMARINDA TOLL ROAD (STA 9+550 – STA 9+850)

Name	**: Savira Sanya Kirana Aswanda**
NRP	**: 03111640000093**
Department	**: Civil Engineering FTSPK – ITS**
Supervisors	**: 1. Ir. Suwarno**
	2. Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.

ABSTRACT

One of the main factors of economic growth is the distribution continuity of goods and services between the isolated region and the developing region. Therefore, to achieve the economic growth Indonesia Government constructed a 97.99 km toll road connecting two cities in East Kalimantan province, Balikpapan and Samarinda.

The original soil around Balikpapan – Samarinda toll road construction project is mostly hard soil. However, at several locations such as at STA 9+550 to STA 9+850 the original soil has the characteristic of soft soil with the thickness varies about 22.5 m to 24 m with 5 – 8 m embankments are constructed at this STA.

Two alternatives of embankment materials are designed in this Final Project which are soil and EPS geofoam. EPS geofoam is used because it has lighter specific gravity than soil material (approximately 1% of soil specific gravity).

For soil embankment, the preloading method combined with Prefabricated Vertical Drain (PVDs) used as soil improvement. To avoid slope failure, there are two alternatives soil reinforcements designed in this Final Project. The alternatives are geotextile reinforcement and micropile reinforcement.

From the results of the analysis that has been done, it can be known the volume of the materials required for each alternative. Using the material volume then the cost of materials can be calculated so that the most economical alternative can be chosen.

Based on the results of the analysis that has been done it is concluded that the most economical alternative is soil embankment using micropile reinforcement.

Kata Kunci : EPS Geofoam, PVD, Geotextile, Micropile, Jalan Tol Balikpapan-Samarinda

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perencanaan Timbunan dan Perbaikan Tanah Dasar pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850" dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis khususnya menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ayah, ibu, dan saudara yang telah senantiasa dengan sabar mendoakan dan mendukung segala keputusan yang diambil oleh penulis.
2. Bapak Ir. Suwarno dan Ibu Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar dan staff di Departemen Teknik Sipil ITS atas bantuan dan ilmu-ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
4. Teman-teman S-1 Teknik Sipil ITS angkatan 2016 yang turut membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar di masa yang akan datang penulis dapat menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK ii
ABSTRACT iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
BAB I PENDAHULUAN ii
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan 7
1.4 Batasan Masalah 7
1.5 Manfaat 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Jenis dan Karakteristik Tanah 9
2.2 Analisis Parameter Tanah 9
2.2.1 Parameter Tanah 10
2.3 Pemampatan Tanah 11
2.3.1 Besar Pemampatan Tanah 12
2.3.2 Waktu Pemampatan Tanah 15
2.4 Perencanaan *Pre-loading* 17
2.4.1 Perencanaan Tinggi Timbunan 17
2.4.2 Penimbunan Bertahap 17

2.4.3 Perubahan Tegangan Akibat Penimbunan Bertahap . 18
2.4.4 Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap 19
2.4.5 Peningkatan Daya Dukung 20
2.5 *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) sebagai Metode Percepatan Pemampatan 21
2.5.1 Menentukan Kedalaman PVD 22
2.5.2 Pola Pemasangan PVD 22
2.5.3 Menentukan Waktu Pemampatan dengan PVD 22
2.6 Perkuatan Tanah dengan *Geotextile* 25
2.6.1 Perkuatan Stabilitas Timbunan dengan *Geotextile* 26
2.7 Perkuatan Tanah dengan *Micropile* 28
2.7.1 Perhitungan Faktor Kekuatan Relatif (T) 28
2.7.2 Perhitungan Kekuatan untuk Satu Cerucuk 29
2.8 *Geofoam* sebagai Alternatif Perencanaan Timbunan 31
2.8.1 Material *Geofoam* 31
2.8.2 Aplikasi EPS *Geofoam* 32
2.8.3 Perencanaan Timbunan dengan *Geofoam* 34
BAB III METODOLOGI 39
3.1 Bagan Alir 39
3.2 Studi Literatur 41
3.3 Pengumpulan dan Analisis Data 41
3.4 Perencanaan Timbunan Tanah dan EPS *Geofoam* 41
3.5 Perencanaan $H_{inisial}$ dan H_{akhir} 42
3.6 Perencanaan PVD 42
3.7 Cek Stabilitas Tanah 43

3.8 Cek Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin 43
3.9 Perhitungan Volume dan Biaya Material 43
3.10 Pemilihan Alternatif 44
3.11 Kesimpulan..... 44
BAB IV DATA TANAH DAN MATERIAL 45
4.1 Data Umum 45
4.2 Data Tanah Dasar 45
4.2.1 Pembuatan Stratigrafi 45
4.2.2 Korelasi Nilai Parameter Tanah Dasar 47
4.3 Data Timbunan dan Spesifikasi Material Timbunan . 49
4.4 Data Spesifikasi Material Perkuatan dan Perbaikan Tanah 51
BAB V PERENCANAAN TIMBUNAN TANAH DAN PERBAIKAN TANAH DASAR..... 53
5.1 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan Tanah 53
5.1.1 Perhitungan Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi 53
5.1.2 Pemampatan Akibat Beban Timbunan 55
5.1.3 Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan..... 60
5.1.4 Perhitungan $H_{inisial}$ dan H_{akhir} 62
5.2 Perhitungan *Rate of Settlement*..... 65
5.3 Perencanaan PVD dan PHD 68
5.3.1 Perencanaan PVD Pola Segitiga..... 68
5.3.2 Perencanaan PVD Pola Segiempat..... 71
5.3.3 Perhitungan Sisa Penurunan 73

5.3.4 Pemilihan Alternatif PVD 75
5.3.5 Perencanaan PHD 76
5.4 Perhitungan Tinggi Timbunan Kritis 78
5.5 Perhitungan Peningkatan Daya Dukung Tanah 80
5.6 Perhitungan Biaya Material 81
5.5.1 Perhitungan Biaya Timbunan Tanah 81
5.5.2 Perhitungan Volume dan Biaya PVD 82
5.5.3 Perhitungan Volume dan Biaya PHD 84
BAB VI PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH 87
6.1 Perencanaan Perkuatan Timbunan dengan *Geotextile* .. 87
6.2 Perencanaan Perkuatan Timbunan dengan *Micropile* ... 93
6.3 Perhitungan Biaya Material 97
6.3.1 Perhitungan Biaya *Geotextile* 97
6.3.2 Perhitungan Biaya *Micropile* 98
BAB VII PERENCANAAN ALTERNATIF TIMBUNAN GEOFOAM 101
7.1 Perencanaan Timbunan EPS *Geofoam* 101
7.1.1 Data Perencanaan 101
7.1.2 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan EPS *Geofoam* 102
7.2 Perhitungan Stabilitas Timbunan EPS *Geofoam* 115
7.2.1 *Slope Stability* Timbunan EPS *Geofoam* 115
7.2.2 Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin 116

7.2.3 Perbandingan Kekuatan Lentur Bahan *Geofoam* Terhadap Beban yang Terjadi 118
7.3 *Rate of Settlement* 121
7.4 Perhitungan Volume dan Biaya Timbunan EPS *Geofoam* 122
7.4.1 Perhitungan Volume Timbunan EPS *Geofoam* 122
7.4.2 Perhitungan Biaya Timbunan EPS *Geofoam* 123
BAB VIII PERHITUNGAN BIAYA MATERIAL SETIAP ALTERNATIF 125
8.1 Perhitungan Biaya Alternatif 1 125
8.2 Perhitungan Biaya Alternatif 2 126
8.3 Perhitungan Biaya Alternatif 3 126
BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN 127
9.1 Kesimpulan 127
9.2 Saran 129
DAFTAR PUSTAKA 131
LAMPIRAN 133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Jalan Tol Balikpapan – Samarinda.....1
Gambar 1.2 Stratigrafi Tanah Dasar Jalan Tol Balikpapan – Samarinda.....3
Gambar 1.3 Tinggi Timbunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.....4
Gambar 2.1 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Segiempat.....14
Gambar 2.2 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Trapesium 15
Gambar 2.3 Ilustrasi Pelaksanaan Penimbunan Bertahap.....18
Gambar 2.4 Visualisasi Perhitungan $\Delta\sigma'$ 19
Gambar 2.5 Sketsa Pemasangan PVD 21
Gambar 2.6 Pola Susunan PVD Segi Empat, D = 1,13S 23
Gambar 2.7 Pola Susunan PVD Segitiga, D = 1,05S.....24
Gambar 2.8 Diameter Lingkaran Ekivalen untuk PVD 24
Gambar 2.9 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk.....28
Gambar 2.10 Harga f dari Berbagai Jenis Tanah 29
Gambar 2.11 Grafik untuk Menentukan Besarnya F_M 30
Gambar 2.12 EPS Geofoam pada Konstruksi Dinding Penahan 34
Gambar 2.13 Translasi Akibat Angin 34
Gambar 3.1 Bagan Alir Tugas Akhir.....40
Gambar 4.1 Hasil Stratigrafi pada STA 9+550 s/d STA 9+850 46
Gambar 4.2 *Long Section* STA 9+550 s/d STA 9+850.....49
Gambar 4.3 *Cross Section* Timbunan 49
Gambar 4.4 Tinggi Timbunan dan Lapisan Tanah Lunak pada STA 9+550 s/d STA 9+850.....50

Gambar 5.1 Kurva Hubungan $H_{inisial}$ dan H_{final} 63
Gambar 5.2 Kurva Hubungan H_{final} dan *Settlement* 64
Gambar 5.3 Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Total PVD Sedalam Lapisan Tanah Lunak Pola Segitiga 70
Gambar 5.4 Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Total PVD Sedalam Tanah Lunak Pola Segiempat 73
Gambar 5.5 Lajur PHD dan Titik-titik Ujung PVD pada Setiap Lajur PHD 78
Gambar 5.6 Analisis Tinggi Timbunan Kritis 79
Gambar 5.7 Sketsa Pemasangan PVD dan PHD 83
Gambar 6.1 Koordinat Bidang Longsor Analisis XSTABL 94
Gambar 7.1 Perencanaan Timbunan EPS *Geofoam* 102
Gambar 7.2 Hasil Analisis Timbunan EPS *Geofoam* dengan program bantu GEO5 116
Gambar 7.3 Ilustrasi Letak Beban Truk pada Timbunan 119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah 9
Tabel 2.2 Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Lanau dan Lempung) 10
Tabel 2.3 Korelasi N-SPT dengan Karakteristik Tanah 10
Tabel 2.4 Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Pasir) 11
Tabel 2.5 Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi 16
Tabel 2.6 Faktor Keamanan Akibat Pengurangan Kekuatan Geotextile 27
Tabel 2.7 Dimensi EPS Geofoam 31
Tabel 2.8 Spesifikasi Densitas Menurut ASTM D6817 32
Tabel 4.1 Parameter Tanah Dasar STA 9+550 s/d STA 9+700 48
Tabel 5.1 Rekapitulasi Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi 55
Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan 9 t/m^2 58
Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan 9 t/m^2 59
Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan 61
Tabel 5.5 Rekapitulasi $H_{inisial}$, H_{final}, dan Sc Untuk Setiap Beban Timbunan 63
Tabel 5.6 $H_{inisial}$ dan Sc untuk Setiap STA 65
Tabel 5.7 Nilai Cv Gabungan 66
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Tanah Setiap Tahun dan *Rate of Settlement* 67
Tabel 5.9 Nilai F(n) untuk Setiap Jarak PVD Pola Segitiga ... 69
Tabel 5.10 Nilai F(n) untuk Setiap Jarak PVD Pola Segiempat 71
Tabel 5.11 Sisa *Rate of Settlement* Tanah Dasar dengan PVD Sedalam 2/3 Lapisan Tanah Lunak 74

Tabel 5.12 Sisa *Rate of Settlement* Tanah Dasar dengan PVD Sedalam ¾ Lapisan Tanah Lunak 75
Tabel 5.13 Debit Aliran Air Pori per m^2 Berdasarkan Waktu dan Besar Pemampatan 77
Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Perubahan Nilai Cu pada Minggu ke-12 81
Tabel 5.15 Total Biaya Material Timbunan Tanah 82
Tabel 5.16 Total Biaya PVD 84
Tabel 5.17 Total Biaya PHD 85
Tabel 6.1 Rekapitulasi Koordinat Bidang Longsor Hasil Analisis XSTABL untuk Tinggi Timbunan 5 m 88
Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Momen *Geotextile* 90
Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Belakang Bidang Longsor (L_e) Setiap Lapisan 91
Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Depan Bidang Longsor (L_D) Setiap Lapisan 91
Tabel 6.5 Hasil Perhitungan Panjang Total *Geotextile* 92
Tabel 6.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan *Goetextile* 93
Tabel 6.7 Rekapitulasi Koordinat Bidang Longsor Hasil Analisis XSTABL untuk Tinggi Timbunan 5 m 94
Tabel 6.8 Koordinat Bidang Longsor untuk $SF_{rencana}$ 94
Tabel 6.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan *Micropile* 97
Tabel 6.10 Total Biaya *Geotextile* 98
Tabel 6.11 Total Biaya *Micropile* 99
Tabel 7.1 Rekapitulasi Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi 104
Tabel 7.2 Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2 106
Tabel 7.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2 107

Tabel 7.4 Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan Tanah dan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2 108
Tabel 7.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan dan Tanah EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2 109
Tabel 7.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan 111
Tabel 7.7 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat *Soil Cover* di Atas Timbunan Tanah 1,5 m dan Timbunan EPS *Geofoam* 2,8 m 112
Tabel 7.8 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat *Soil Cover* di Sisi Kanan dan Kiri Timbunan Tanah 1,5 m dan Timbunan EPS *Geofoam* 2,8 m 113
Tabel 7.9 Rekapitulasi $H_{inisial}$, H_{final}, dan Sc 114
Tabel 7.10 Besar Pemampatan yang Terjadi Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam* 115
Tabel 7.11 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin pada Timbunan H_{final} = 5 m 118
Tabel 7.12 Hasil Perhitungan *Rate of Settlement* 121
Tabel 7.13 Total Volume Material Timbunan EPS *Geofoam*. 123
Tabel 7.14 Total Biaya Timbunan EPS *Geofoam* 124
Tabel 8.1 Total Biaya Material Alternatif 1 125
Tabel 8.2 Total Biaya Material Alternatif 2 126
Tabel 8.3 Total Biaya Material Alternatif 3 126
Tabel 9.1 Besar Pemampatan Akibat Timbunan Tanah dan Beban Timbunan Tanah yang Diperlukan untuk Menghilangkan Pemampatan pada STA 9+550 s/d STA 9+850 127
Tabel 9.2 Kebutuhan *Geotextile* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 128

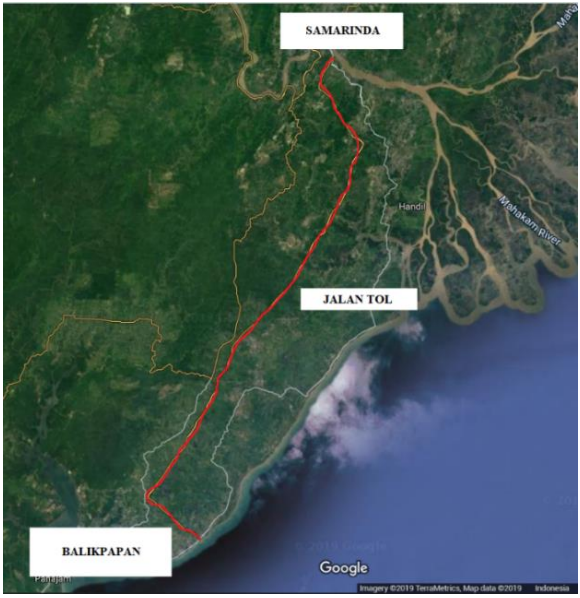
Tabel 9.3 Kebutuhan *Micropile* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 128
Tabel 9.4 Besar Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan EPS *Geofoam* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 129

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah salah satunya dipengaruhi oleh kelancaran mobilisasi barang dan jasa antar daerah. Oleh karena itu, demi mewujudukan pertumbuhan ekonomi tersebut, Pemerintah Indonesia melaksanakan pembangunan infrastruktur jalan tol yang menghubungkan dua kota di provinsi Kalimantan Timur, Balikpapan dan Samarinda. Dengan dibangunnya infrastruktur jalan tol ini waktu tempuh Balikpapan – Samarinda menjadi lebih singkat dari sebelumnya 3 (tiga) jam menjadi satu jam. Lokasi proyek pembangunan jalan tol yang menghubungkan kota Balikpapan dan Samarinda ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.

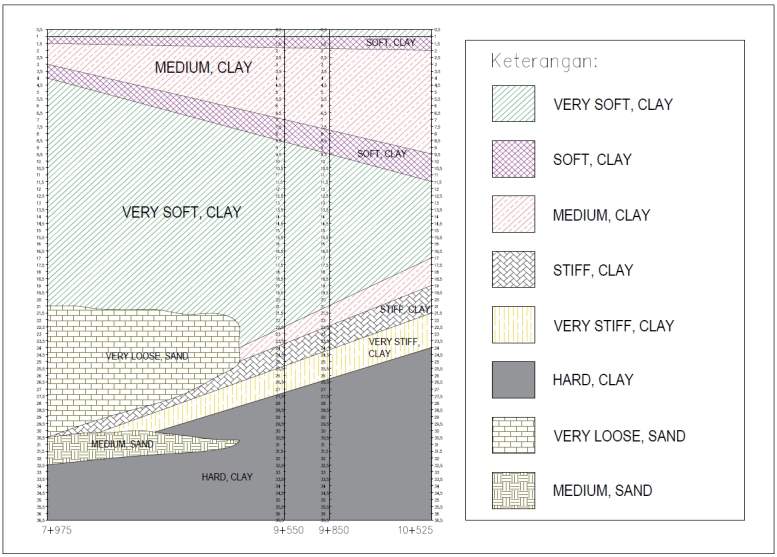


Gambar 1.1 Lokasi Jalan Tol Balikpapan – Samarinda
(Sumber: https://www.google.com/maps)

Proyek pembangunan Jalan Tol Balikpapan – Samarinda dimulai pada Januari 2011 dengan panjang tol mencapai 97,99 km yang terbagi menjadi 5 seksi, yaitu:

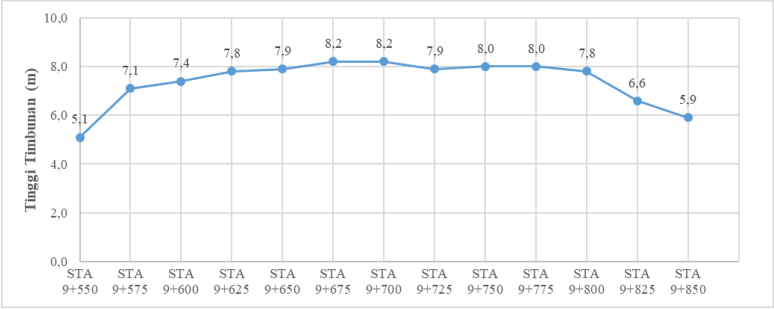
1. Seksi I ruas Balikpapan – Samboja (22,03 km)
2. Seksi II ruas Samboja – Muara Jawa (30,98 km)
3. Seksi III ruas Muara Jawa – Palaran (17,30 km)
4. Seksi IV Palaran – Samarinda (16,59 km)
5. Seksi V ruas Sepinggan – Balikpapan (11,09 km)

Pembangunan jalan tol Balikpapan – Samarinda Seksi IV berada di lokasi dengan kondisi tanah yang bervariasi. Di beberapa tempat tanah dasarnya bersifat keras, namun di beberapa tempat juga terdapat tanah dasar yang bersifat lempung lunak dengan kedalaman yang cukup dalam seperti pada STA 9+550 s/d STA 9+850 yang memiliki kedalaman tanah lunak hingga 22,5 – 24 meter. Kondisi tanah lunak pada STA 9+550 s/d STA 9+850 ini ditunjukkan oleh stratigrafi pada Gambar 1.2 dan lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Kondisi tanah dasar yang bersifat lempung lunak dengan kedalaman yang cukup dalam menyebabkan daya dukung tanahnya rendah. Permasalahan yang akan terjadi akibat rendahnya daya dukung tanah dasar ialah dapat terpengaruhnya kestabilan timbunan di atasnya sehingga dapat mengakibatan kelongsoran.



Gambar 1.2 Stratigrafi Tanah Dasar Jalan Tol Balikpapan – Samarinda

Jalan tol Balikpapan – Samarinda juga terletak di daerah perbukitan dengan topografi yang tidak rata, sehingga akan ada pekerjaan penimbunan maupun penggalian. Timbunan yang direncanakan memiliki ketinggian yang berbeda-beda. Pada Gambar 1.3 dapat dilihat bahwa pada STA 9+550 s/d STA 9+850 terdapat timbunan dengan tinggi rencana 5 – 8 meter. Timbunan yang cukup tinggi di atas tanah dasar dengan lapisan *compressible* yang dalam dapat mengakibatkan terjadinya pemampatan yang tidak merata. Pemampatan yang tidak merata dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada jalan tol dimana hal ini akan sangat berbahaya bagi pengguna jalan tol dikarenakan jalan tol direncanakan untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi mencapai 100 km/jam. Oleh karena itu, pada STA 9+550 s/d STA 9+850 ini perlu dilakukan perbaikan tanah dasar untuk menghilangkan *differential settlement* dengan cara mempercepat pemampatan dan meningkatkan daya dukung tanah.



Gambar 1.3 Tinggi Timbunan Jalan Tol Balikpapan-Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850

Perbaikan tanah dasar akan direncanakan menggunakan metode pemberian beban timbunan di atas tanah dasar atau beberapa juga menyebutnya metode *preloading.* Metode *preloading* merupakan upaya perbaikan tanah dasar yang dilakukan dengan pemberian pembebanan sementara sebelum konstruksi yang sesungguhnya didirikan. Namun, untuk metode ini langsung diberi beban timbunan yang kemudian dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk mempercepat proses pemampatan tanah. PVD dipasang dengan konfigurasi pemasangan yang terdiri dari pola segitiga dan pola segiempat. Konfigurasi tersebut memberikan dampak efektivitas terhadap waktu dan kebutuhan PVD yang berbeda. PVD juga direncanakan dengan kedalaman yang bervariasi, yaitu sedalam lapisan *compressible*, 2/3 lapisan *compressible*, dan ¾ lapisan *compressible*. Dari perhitungan berdasarkan pola pemasangan dan kedalaman PVD tersebut, kemudian akan dipilih pola pemasangan, jarak, dan kedalaman pemasangan yang paling optimal.

Selain permasalahan *differential settlement* yang harus diselesaikan, dalam perencanaan perbaikan tanah dasar juga perlu diperhatikan untuk stabilitas timbunan. Timbunan yang berada di atas tanah dasar diperkirakan akan memiliki beban yang besar. Hal ini akan mengakibatkan tanah dasar di bawahnya tidak akan kuat menahan beban timbunan tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya perkuatan stabilitas timbunan guna memperkuat tanah dasar

sehingga dapat menahan beban timbunan di atasnya. Pemberian perkuatan stabilitas timbunan ini juga guna menghindari permasalahan yang terjadi pada beberapa lokasi di STA 5 s/d STA 8 dimana lokasi kejadian tersebut tidak jauh dari lokasi yang ditinjau. Permasalahan yang terjadi ialah terjadinya kelongsoroan pada saat proses penimbunan jalan tol. Pada lokasi kejadian tersebut diketahui bahwa tidak adanya perkuatan stabilitas timbunan apapun. Oleh karena itu, untuk menghindari kelongsoran seperti yang terjadi pada STA 5 s/d STA 8, perlu diberi perkuatan stabilitas timbunan. Perkuatan stabilitas timbunan direncanakan menggunakan *Geotextile* dan *Micropile*. Dari kedua alternative tersebut, akan diperhitungkan kebutuhan jumlah dan panjang *geotextile* dan *micropile* beserta biaya yang dibutuhkan kemudian akan dipilih perkuatan stabilitas timbunan yang paling ekonomis.

Pada tugas akhir ini akan direncanakan timbunan jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 menggunakan material tanah dengan pertimbangan dari segi biaya yang murah dan kemudahan untuk ditemui. Namun, berat jenis tanah yang tinggi mengakibatkan penggunaan material tanah sebagai timbunan memiliki resiko terhadap kelongsoran dan pemampatan yang besar. Sehingga, pada tugas akhir ini akan direncanakan alternatif material timbunan menggunakan *Expanded Polystyrene* (EPS) *geofoam.* EPS *geofoam* dipilih karena material yang sangat ringan dengan densitas 10-100 kg/m^3. Berat jenis yang ringan ini mengakibatkan beban yang diterima oleh tanah dasar menjadi lebih ringan juga, sehingga pemampatan yang diakibatkan oleh timbunan EPS *geofoam* akan lebih kecil daripada timbunan tanah. EPS *geofoam* merupakan produk geosintetik yang tidak dapat terdegradasi, tidak dapat larut, dan rusak atau berubah di dalam tanah dan air tanah. Apabila pemampatan yang diakibatkan EPS *geofoam* sangat kecil dan stabilitas tanah memenuhi nilai *safety factor*-nya, maka penggunaan timbunan EPS *geofoam* tidak diperlukan adanya metode *preloading* dan PVD maupun penggunaan *geotextile* dan cerucuk. Dari kedua alternatif timbunan

tersebut, akan diperhitungkan dari segi biayanya kemudian akan dipilih timbunan yang paling ekonomis.

Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan pembangunan dan perbaikan tanah dasar jalan tol Balikpapan – Samarinda maupun jalan tol lainnya. Dengan adanya penggunaan timbunan EPS *geofoam* dimana EPS *geofoam* merupakan material yang belum banyak digunakan di Indonesia, maka tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi sebuah inovasi baru dalam perencanaan timbunan di Indonesia khsusunya pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.

1.2 Rumusan Masalah

Rincian permasalahan dalam perencanaan timbunan dan perbaikan tanah dasar pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 adalah :

1. Berapa besar pemampatan akibat timbunan tanah dan beban timbunan tanah yang diperlukan untuk menghilangkan pemampatan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850?
2. Bagaimana pola pemasangan, jarak, dan kedalaman PVD yang akan dipasang pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 untuk mendapatkan hasil paling optimal?
3. Berapa kebutuhan *geotextile* sebagai perkuatan stabilitas timbunan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850?
4. Berapa kebutuhan *micropile* sebagai perkuatan stabilitas timbunan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850?
5. Bagaimana perencanaan alternatif timbunan EPS *geofoam* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850?
6. Berapa besar pemampatan tanah dasar akibat beban timbunan EPS *geofoam* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850?

7. Perencanaan timbunan dan perkuatan tanah dasar manakah yang paling ekonomis?

1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam ditulisnya Tugas Akhir ini mengenai perencanaan timbunan dan perbaikan tanah dasar pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 adalah:

1. Mengetahui besar pemampatan akibat timbunan tanah dan beban timbunan tanah yang diperlukan untuk menghilangkan pemampatan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
2. Merencanakan pola pemasangan, jarak, dan kedalaman PVD yang akan dipasang pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 untuk untuk mendapatkan hasil paling optimal.
3. Merencanakan kebutuhan perkuatan stabilitas timbunan metode *geotextile* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
4. Merencanakan kebutuhan perkuatan stabilitas timbunan metode *micropile* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
5. Merencanakan alternative timbunan EPS *geofoam* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
6. Mengetahui besar pemampatan tanah dasar akibat timbunan EPS *geofoam* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850.
7. Mendapatkan perencanaan timbunan dan perkuatan tanah dasar yang paling ekonomis.

1.4 Batasan Masalah

Adapun lingkup pekerjaan yang dilakukan dalam perencanaan ini adalah:

1. Data tanah yang digunakan adalah data pada STA yang berdekatan
2. Biaya yang diperhitungkan hanya biaya material tanpa memperhitungkan RAB

1.5 Manfaat

Dengan ditulisnya Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca, antara lain:

1. Memberikan inovasi kepada pelaksana proyek timbunan di Indonesia dalam penggunaan timbunan EPS *geofoam.*
2. Menambah wawasan penulis dalam hal prencanaan timbunan dan perbaikan tanah dasar.
3. Memberikan referensi mengenai apa saja yang perlu diperhatikan dalam perencanaan timbunan jalan dan perbaikan tanah dasar.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis dan Karakteristik Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat(disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Berdasarkan ukuran partikel-partikelnya tanah dapat dibagi menjadi beberapa jenis tanah, antara lain kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Penggolongan tanah berdasarkan ukuran partikel-partikelnya yang telah berkembang selama ini ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butir (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 – 0,06	0,06 – 0,002	<0,002
U. S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 – 0,05	0,05 – 0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (U. S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075	<0,0075	<0,0075

(*Sumber*: Das Diterjemahkan oleh Endah & Mochtar, 1995)

2.2 Analisis Parameter Tanah

Analisis parameter tanah bertujuan untuk mengelompokkan jenis tanah dan menentukan karakteristik tanah berdasarkan data tanah dari STA terdekat. Untuk pengelompokannya dilakukan

dengan cara membuat stratigrafi berdasarkan nilai parameter tanah dari beberapa data hasil uji lapangan.

2.2.1 Parameter Tanah

Parameter tanah dapat diperoleh dari penyelidikan tanah di lapangan maupun dari hasil pengujian laboratorium. Parameter tanah ini yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat tanah yang sama dan dibuat stratigrafi berdasarkan korelasi N-SPT dan konsistensi tanah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Lanau dan Lempung)

Konsistensi Tanah	Taksiran Harga Kekuatan Geser Undrained, Cu		Taksiran Harga SPT, Harga N	Taksiran Harga Tahanan Conus, qc (Dari Sondir)	
	kPa	ton/m^2		kg/cm^2	kPa
Sangat Lunak (*Very Soft*)	0 – 12,5	0 – 1,25	0 – 2,5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (*Soft*)	12,5 - 25	1,25 – 2,5	2,5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (*Medium*)	25 – 50	2,5 – 5	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (*Stiff*)	50 – 100	5 – 10	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat Kaku (*Very Stiff*)	100 – 200	10 – 20	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
Keras (*Hard*)	>200	>20	>40	>150	>15000

(*Sumber:* Mochtar, 2006 dalam (Aditya, 2017))

Tabel 2.3 Korelasi N-SPT dengan Karakteristik Tanah

Cohesive Soil					
N (blows)	< 4	4 – 6	6 – 15	16 – 25	>25
γ_{sat} (kN/m^3)	14 – 18	16 – 18	16 – 18	16 – 18	>20
qu (kPa)	< 25	20 – 50	30 – 60	40 – 200	>100
Konsistensi	*Very Soft*	*Soft*	*Medium*	*Stiff*	*Hard*

(*Sumber*: (Bowles, 1991))

Tabel 2.4 Konsistensi Tanah (Tanah Dominan Pasir)

Kondisi Kepadatan	***Relative Density* (Kepadatan Relatif), Dr**	**Taksiran Harga SPT, Harga N**	**Perkiraan Harga φ**	**Perkiraan Berat Volume Jenuh, γ_{sat}**
	(%)		**(º)**	**t/m^3**
Sangat Renggang (*Very Loose*)	0 – 15	0 – 4	0 – 28	< 1,6
Renggang (*Loose*)	15 – 35	4 – 10	28 – 30	1,5 – 2
Menengah (*Medium*)	35 – 65	10 – 30	30 – 36	1,75 – 2,1
Rapat (*Demse*)	65 – 85	30 – 50	36 – 41	1,75 – 2,25
Sangat Rapat (*Very Dense)*	85 – 100	>60	41	

(*Sumber*: Mochtar, 2009 dalam (Aditya, 2017))

Selain korelasi parameter di atas, terdapat pula korelasi untuk menentukan nilai Cs. Dalam menentukan nilai Cs digunakan persamaan Terzaghi & Peck dari nilai Cc (*coefficient swelling index*) sebagai berikut.

Cs = (1/5 – 1/10) Cc

2.3 Pemampatan Tanah

Pemampatan tanah terjadi akibat adanya penambahan beban di atas suatu permukaan tanah. Penambahan beban tersebut kemudian menyebabkan tekanan partikel dan air pori di dalam tanah tersebut segera bertambah sehingga terjadinya perubahan pada partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan

sebagainya sehingga terjadi pemampatan tanah. Secara umum, penurunan pada tanah akibat dari pembebanan dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu:

1. Penurunan Konsolidasi (*Consolidation Settlement*)
   Penuruan konsolidasi merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air akibat keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.
2. Penurunan segera (*Immediate Settlement*)
   Penuruan segera merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. (Das, 1995).

2.3.1 Besar Pemampatan Tanah

Dalam perhitungan besar pemampatan tanah perlu diperhatikan sifat dari tanah lempung. Menurut (Hardiyatmo, 2002), dalam bukunya "Mekanika Tanah II" tanah lempung terbagi menjadi 2 sifat, antara lain:

1. *Normally Consolidated Soil* (Tanah Terkonsolidasi Secara Normal)
   Tanah disebut terkonsolidasi secara normal apabila tanah tidak pernah mengalami tekanan yang lebih besar dari yang sekarang sehingga tegangan efektif pada suatu titik pada kondisi saat ini merupakan tegangan efektif maksimum.
2. *Over Consolidated Soil* (Tanah Terkonsolidasi Berlebihan)
   Tanah disebut terkonsolidasi berlebihan apabila sebelum waktu sekarang tanah pernah mengalami tekanan yang lebih besar daripada tekanan yang bekerja sekarang. Sehingga, nilai tegangan overburden negatif saat ini lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami oleh tanah (tegangan prakonsolidasi).

Tanah disebut NC-Soil maupun OC-Soil dapat dilihat berdasarkan nilai *Overconsolidated Ratio (OCR)* dengan persamaan sebagai berikut.

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} \qquad (2.4)$$

dimana:

σ'_c = tegangan overburden efektif

σ'_o = tegangan prakonsolidasi efektif

Tanah *normally consolidated* memiliki nilai OCR = 1, sedangkan tanah *overconsolidated* memiliki nilai OCR > 1.

Berdasarkan teori Terzaghi (1925) untuk perhitungan besar pemampatan pada tanah lempung adalah sebagai berikut.

1. Untuk Tanah Terkonsolidasi Normal (*Normally Consolidated Soil*)

$$S_{ci} = \left[\frac{C_c}{1+e_o}\log\frac{\sigma'_o+\Delta\sigma}{\sigma'_o}\right] \times H_i \qquad (2.5)$$

2. Untuk Tanah Terkonsolidasi Lebih (*Over Consolidated Soil*)

Jika $\sigma'_o + \Delta\sigma < \sigma'_c$ maka:

$$S_{ci} = \left[\frac{C_s}{1+e_o}\log\frac{\sigma'_o+\Delta\sigma}{\sigma'_o}\right] \times H_i \qquad (2.6)$$

Jika $\sigma'_o + \Delta\sigma > \sigma'_c$ maka:

$$S_{ci} = \left[\frac{C_s}{1+e_o}\log\frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + \frac{C_c}{1+e_o}\log\frac{\sigma'_o+\Delta\sigma}{\sigma'_c}\right] \times H_i \qquad (2.7)$$

dimana:

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

H_i = tebal lapisan tanah ke-i

e_o = angka pori awal dari lapisan tanah ke-i

C_c = indeks kompresi dari lapisan ke-i

C_s = indeks mengembang dari lapisan ke-i

σ_o' = tegangan overburden efektif

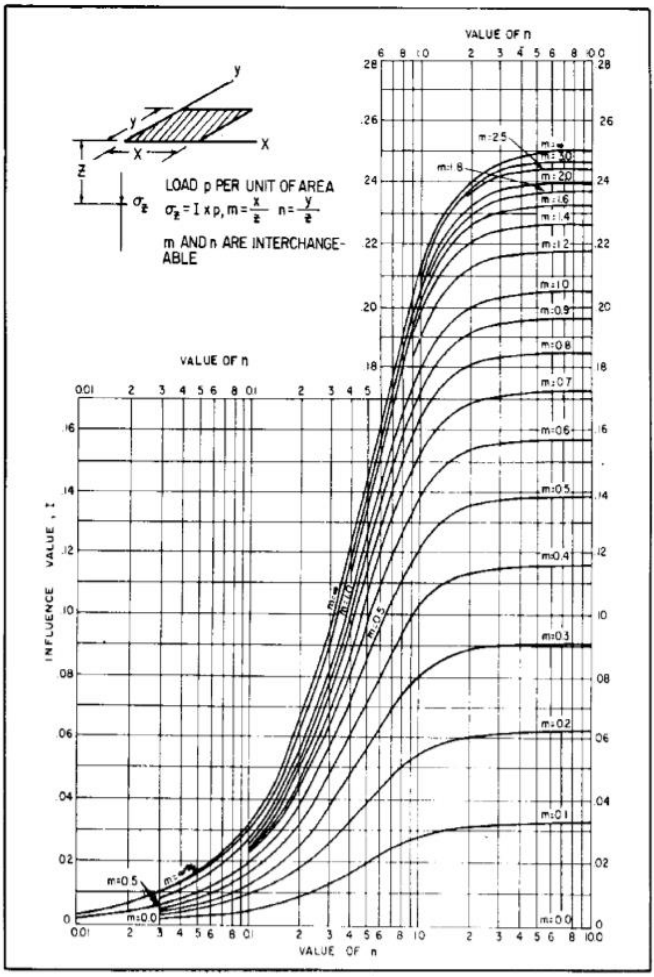
σ_c' = tegangan prakonsolidasi efektif

$\Delta\sigma$ = penambahan beban vertikal pada lapisan yang ditinjau akibat beban timbunan

$\Delta\sigma$ = I x q (2.8)

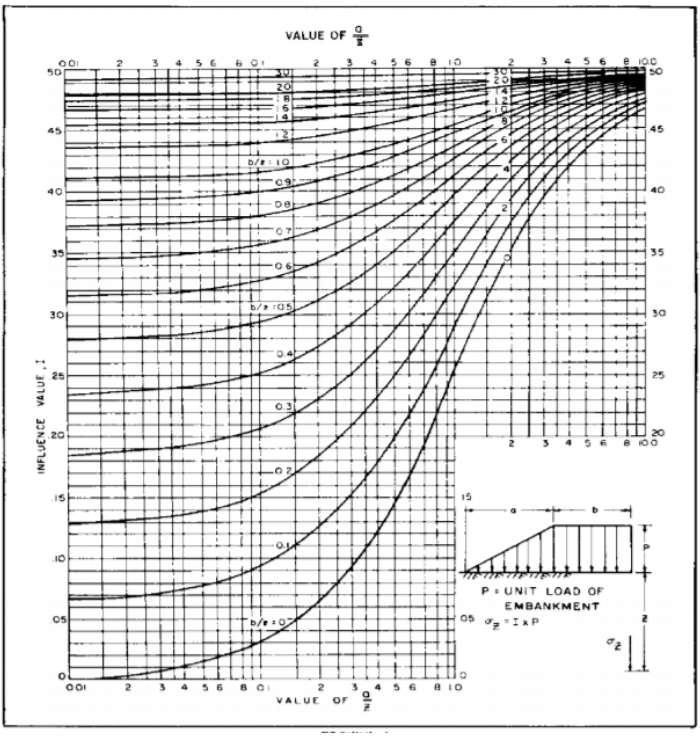
I = faktor pengaruh yang diperoleh dari grafik pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 (NAVFAC DM – 7, 1970)

q = tegangan vertikal efektif di permukaan tanah akibat beban



Gambar 2.1 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Segiempat

(Sumber: (NAVFAC DM-7, 1971))



Gambar 2.2 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Trapesium
(Sumber: (NAVFAC DM-7, 1971))

2.3.2 Waktu Pemampatan Tanah

Tanah dengan lapisan tanah lunak yang cukup dalam memiliki waktu pemampatan yang sangat lama. Menurut Terzaghi dalam Das (1985), lama waktu pemampatan tanah daapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{T_v\,(H_{dr})^2}{C_v} \qquad (2.9)$$

dimana:

Tv = faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi (U)
Hdr = tebal lapisan yang mengalami pemampatan

Cv = koefisien konsolidasi untuk aliran air pori arah vertikal
t = lama waktu untuk menyelesaikan pemampatan

Nilai derajat konsolidasi akibat aliran air pori secara vertikal berkisar antara 0% sampai dengan 100% yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- Untuk U_v = 0% - 60%

$$\overline{U}_v = \left(2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}}\right) \times 100\% \quad (2.10)$$

- Untuk U_v > 60%

$$\overline{U}_v = (100 - 10^a)\% \quad (2.11)$$

dimana:

$$a = \frac{1{,}781 - T_v}{0{,}9333} \quad (2.12)$$

$$T_v = \frac{t - C_v}{{H_{dr}}^2} \quad (2.13)$$

Dengan menggunakan persamaan 2.10 sampai 2.13, hasil faktor waktu terhadap derajat konsolidasi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi	**Faktor Waktu**
U%	**T**
0	0
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	-

2.4 Perencanaan *Pre-loading*

Pre-loading merupakan salah satu metode perbaikan tanah dasar dengan cara pemberian beban di atas tanah dasar berupa timbunan tanah. Pemberian beban ini berfungsi supaya pemampatan terjadi lebih cepat. Dengan adanya pemberian beban pada tanah dasar akan mengakibatkan keluarnya air pori dari dalam tanah sehingga volume pori tanah mengecil dan daya dukungnya meningkat.

2.4.1 Perencanaan Tinggi Timbunan

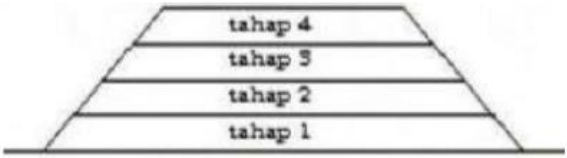
Tinggi timbunan pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan yang telah direncanakan. Hal ini dikarenakan pemberian timbunan akan mengakibatkan penurunan tanah dasar. Oleh karena itu, tinggi timbunan pada saat pelaksanaan harus lebih tinggi dari tinggi rencana sehingga tinggi timbunan pada saat pelaksanaan akan sesuai dengan tinggi timbunan rencana setelah pemampatan terjadi. Maka, pada perencanaan ini terdapat tiga jenis timbunan, antara lain tinggi timbunan rencana (H_{akhir}), tinggi timbunan pada saat pelaksanaan ($H_{inisial}$), dan tinggi timbunan kritis (H_{cr}).

1. $H_{akhir} = H_{awal} - Sc_{timbunan} - Sc_{pavement} - H_{bongkar}$ + tebal pavement (2.14)
2. $H_{inisial} = \frac{q_i + Sc_i(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}}$ (2.15)
3. Tinggi timbunan kritis merupakan tinggi timbunan maksimum yang dapat ditahan oleh tanah dasar dimana timbunan akan mengalami kegagalan. Tinggi timbunan kritis ditentukan ketika stabilitas timbunan memiliki nilai *safety factor* sebesar 1. H_{kritis} dapat ditentukan menggunakan program bantu dengan cara mencari tinggi timbunan ketika nilai SF = 1.

2.4.2 Penimbunan Bertahap

Penimbunan tanah di lapangan dilakukan secara bertahap dengan kecepatan penimbunan bertahap sesuai dengan yang direncanakan. Yang perlu diperhatikan dalam proses penimbunan bertahap ialah tinggi timbunan kritis (H_{cr}) supaya tidak terjadi

kelongsoran. Ilustrasi pelaksanaan penimbunan bertahap dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi Pelaksanaan Penimbunan Bertahap (Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))

2.4.3 Perubahan Tegangan Akibat Penimbunan Bertahap

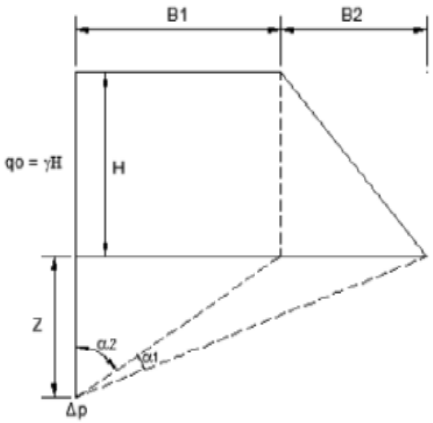
Penambahan timbunan secara bertahap setiap minggu akan mengakibatkan adanya perubahan tegangan. Setiap tahap timbunan akan mengakibatkan perubahan tegangan yang berbeda-beda ke tanah dasar. Perubahan tegangan (σ'_n) dapat dihitung dengan cara menambahkan penambahan tegangan per tahap ($\Delta\sigma'_n$) dan nilai tegangan sebelumnya seperti dapat dilihat pada persamaan 2.16.

$$\sigma'_n = \sigma'_{n-1} + \Delta\sigma'_n \quad (2.16)$$

Contoh perhitungan perubahan tegangan:

- Akibat Tahap 1
  $\sigma'_1 = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_1$
- Akibat Tahap 2
  $\sigma'_2 = \sigma'_1 + \Delta\sigma'_2$
  $\sigma'_2 = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_1 + \Delta\sigma'_2$

Untuk menghitung besarnya penambahan tegangan per tahap ($\Delta\sigma'_n$) dapat digunakan persamaa 2.17 seperti berikut.



Gambar 2.4 Visualisasi Perhitungan Δσ'
(Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))

$$\Delta\sigma = \frac{q_0}{n} \times \left(\frac{B_1+B_2}{B_2} \times (\alpha_1 + \alpha_2) - \left(\frac{B_1}{B_2} \times \alpha_2 \right) \right) \quad (2.17)$$

di mana:

q_0 = beban timbunan (t/m^2)

q_0 = $\gamma_{timbunan}$ x $h_{timbunan}$

Δσ' = besarnya tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan

α_1 = $tan^{-1}\left(\frac{B_1+B_2}{z}\right) - tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian) (2.18)

α_2 = $tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian) (2.19)

B1 = ½ lebar timbunan

B2 = panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan

Nilai hasil perhitungan Δσ' dari persamaa di atas adalah untuk ½ bagian timbunan sehingga untuk bentuk timbunan simetris, nilai I yang diperoleh harus dikali 2 menjadi:

$$\Delta\sigma' = 2 \times q_0 \quad (2.20)$$

2.4.4 Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Pemampatan konsolidasi yang terjadi akibat adanya penambahan beban timbunan bertahap dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

- Apabila $\sigma'_0 + \Delta p_1 \leq \sigma_c$:
  $Sc = \frac{C_s \times H}{1+e_0} log \frac{\sigma'_0 + \Delta p_1}{\sigma'_0}$ (2.22)
- Apabila $\sigma'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 > \sigma_c$:
  $Sc = \frac{C_s \times H}{1+e_0} log \frac{\sigma_c}{\sigma'_0 + \Delta p_1} + \frac{C_c \times H}{1+e_0} log \frac{\sigma'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2}{\sigma_c}$ (2.23)
- Apabila $\sigma'_0 + \Delta\sigma'_1 + \Delta\sigma'_2 + \Delta\sigma'_3 > \sigma_c$:
  $Sc = \frac{C_c \times H}{1+e_0} log \frac{\sigma'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{\sigma_{\prime 0} + \Delta p_1 + \Delta p_2}$ (2.24)

dimana:

Sc = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau
H = tebal lapisan tanah compressible
e_0 = angka pori awal (*initial void ratio*)
Cc = indeks kompresi
Cs = indeks mengembang ((1/5 s/d 1/10) Cc)
Δp = 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 (*effective overburden pressure*)
σ_c = *effective past overburden pressure*, tegangan konsolidasi efektif dimasa lampau yang lebih besar dari nilai σ'_0 dimana tanah lunak di Indonesia umumnya dapat dianggap sebagai tanah agak *over consolidated*
σ_c = σ'_0 + fluktuasi muka air tanah

2.4.5 Peningkatan Daya Dukung

Terjadinya konsolidasi pada suatu lapisan tanah mengakibatkan lapisan tanah tersebut menjadi lebih padat dikarenakan kenaikan harga Cu (*undrained shear strength*). Hal ini kemudian menyebabkan meningkatnya daya dukung tanah. Peningkatan nilai Cu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (I. B. Mochtar, 2000):

- Untuk harga PI < 120%
  Cu (kg/cm^2) = 0,0737 + (0,1899 – 0,0016 PI) σ'_p (2.25)
- Untuk harga PI > 120%
  Cu (kg/cm^2) = 0,0737 + (0,0454 – 0,00004 PI) σ'_p (2.26)

dimana:

σ'_p = tegangan tanah vertikal efektif (kg/cm^2)

$$\sigma'_p = \left(\frac{p'_o+\Delta p'}{p'_o}\right)^U \times p'_o \qquad (2.27)$$

Bila U = 100% → $\sigma'_p = p'_o + \Delta p'$

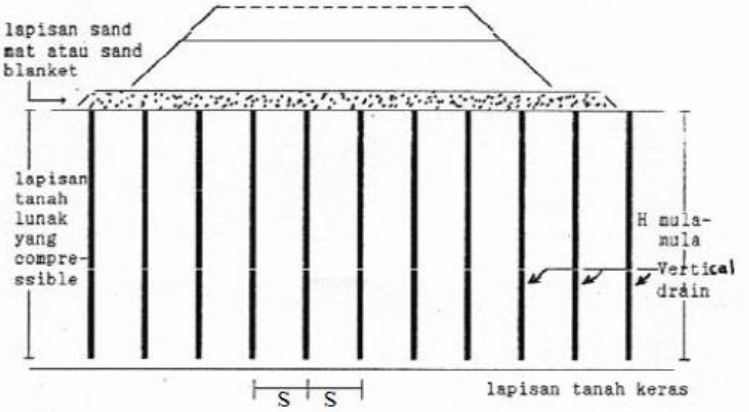
U < 100% → $\sigma'_p < p'_o + \Delta p'$

dimana:

p'o = tegangan overburden

2.5 *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) sebagai Metode Percepatan Pemampatan

Pemberian beban timbunan di atas tanah dasar menyebabkan tanah terkompresi dan air pori berlebih di dalam tanah akan mencari jalan keluar. Namun, tanah lempung dan lanau memiliki tingkat permeabilitas yang kecil sehingga proses keluarnya air pori ini menjadi sangat lama dan dapat mencapai puluhan hingga ratusan tahun. Oleh karena itu, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat proses keluarnya air pori (pemampatan) tersebut ialah dengan pemasangan *vertical drain* untuk meningkatkan permeabilitas tanah dimana air pori akan mencari jalan terpendek untuk keluar yaitu melalui *vertical drain*. Sketsa pemasangan PVD dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Sketsa Pemasangan PVD

(Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))

2.5.1 Menentukan Kedalaman PVD

PVD dapat dipasang sedalam lapisan tanah *compressible*, biasanya untuk lapisan tanah dengan nilai N-SPT 1 s/d 10 atau hingga tanah *medium.* Namun, mempertimbangkan aspek waktu dan biaya maka PVD dapat dipasangan tidak sampai seluruh lapisan *compressible*. Untuk menentukan kedalaman optimal PVD dapat dilakukan dengan mencoba berbagai kedalaman PVD.

2.5.2 Pola Pemasangan PVD

Pola pemasangan PVD terbagi menjadi dua jenis, yaitu pola segitiga dan pola segiempat. Pola pemasangan PVD ini akan berpengaruh terhadap daerah cakupan drainase air tanah. Pola segitiga sangat efektif digunakan karena daerah tangkap antar titik PVD yang satu dan yang lainnya lebih dekat apabila dibandingkan dengan pola segiempat yang menyisakan luas kosong lebih besar. Daerah tangkapan tersebut dapat dihitung dengan persamaa berikut:

- Pola Segiempat

  $$Ae = \frac{1}{4}\pi(1{,}13 \times S)^2 \qquad (2.28)$$

- Pola Segitiga

  $$Ae = \frac{1}{4}\pi(1{,}05 \times S)^2 \qquad (2.29)$$

2.5.3 Menentukan Waktu Pemampatan dengan PVD

Penjelasan sistem drainase vertikal oleh Barron (1984) didasarkan pada teori aliran arah vertikal menggunakan asumsi teori Terzaghi mengenai konsolidasi linear satu dimensi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori (Barron, 1948) adalah:

$$t = \frac{D^2}{8 \times C_h} \times F(n) \times \ln \frac{1}{1-U_h} \qquad (2.30)$$

$$Uh = [1 - \exp(-x)] \times 100\% \qquad (2.31)$$

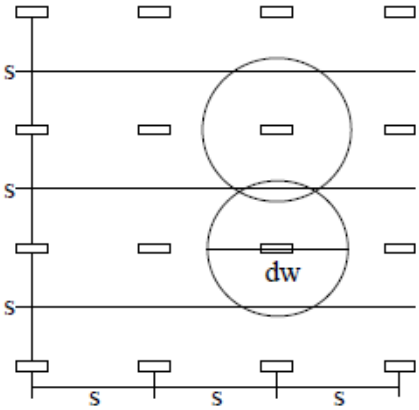
dimana:

t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer

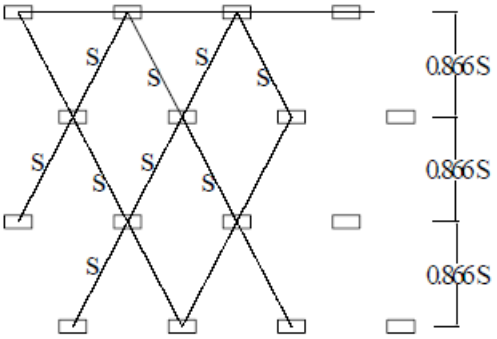
D = diameter ekivalen dar ilingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh *vertical drain*

D = 1,13 x S, untuk pola susunan segiempat

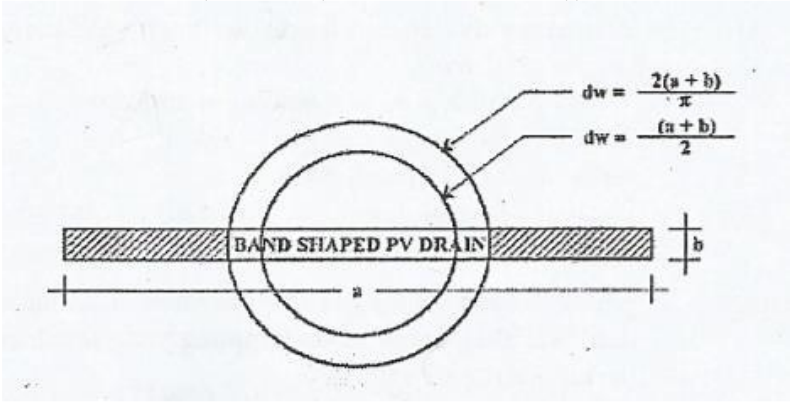
D = 1,05 x S, untuk pola susunan segitiga
S = jarak antar titik pusat PVD
C_h = koefisien konsolidasi tanah arah horizontal
= (kh/kv) . Cv
kh/kv = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horizontal dan vertikal, untuk tanah lempung jenuh air harga (kh/kv) berkisar antara 2 – 5
F(n) = faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
U_h = derajat konsolidasi tanah arah horizontal



Gambar 2.6 Pola Susunan PVD Segi Empat, D = 1,13S
(Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))



Gambar 2.7 Pola Susunan PVD Segitiga, D = 1,05S
(Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))



Gambar 2.8 Diameter Lingkaran Ekivalen untuk PVD
(Sumber: (N. E. Mochtar, 2012))

Fungsi F(n) merupakan fungsi hambatan akibat jarak antar titik pusat PVD. Fungsi F(n) didefinisikan oleh Hansbo (1979) dalam (N. E. Mochtar, 2012) sebagai berikut:

$$Fn = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right)\left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2}\right)\right] \quad (2.32)$$

$$Fn = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right)\left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4n^2}\right)\right] \quad (2.33)$$

dimana:

n = D/dw
dw = diameter ekivalen dari *vertical drain* (ekivalen terhadap bentuk lingkaran)

Pada umumnya n > 20, sehingga dapat dianggap 1/n = 0 dan $\left(\frac{n^2}{n^2-1}\right) \approx 1$

Maka:

$F(n) = \ln(n) - ¾$ (2.34)

atau

$F(n) = \ln(D/dw) - ¾$ (2.35)

Selain terjadi konsolidasi arah horizontal, konsolidasi arah vertikal juga terjadi, Uv. Perhitungan waktu konsolidasi arah vertikal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$T_v = \frac{t \times C_v}{(H_d)^2}$ (2.36)

dimana:
Tv = faktor waktu
T = waktu sembarang yang dipilih
Cv = harga Cv tanah pada lapisan setebal panjang PVD
Hd = panjang PVD

Harga Uv dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

- Untuk Uv < 60%

  $U_v = \left(2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}}\right) \times 100\%$ (2.37)

- Untuk Uv > 60%

  $U_v = (100 - a)\%$ (2.38)

dimana:

$a = 10^{1,781-T/0,933}$ (2.39)

Derajat konsolidasi rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$U = [1 - (1 - Uh) \times (1 - Uv)] \times 100\%$ (2.40)

2.6 Perkuatan Tanah dengan *Geotextile*

Dalam pembangunan jalan tol kestabilan timbunan sangat perlu diperhatikan. Ketidak stabilan timbunan yang dapat terjadi

berupa kelongsoran dan kerusakan jalan dimana hal ini akan membahayakan pengguna jalan tol. Stabilitas timbunan dapat dihitung dengan menggunakan program bantu. Apabila nilai *safety factor* stabilitas timbunan kurang dari yang direncanakan maka perlu dilakukan perkuatan stabilitas timbunan. Pada perencanaan ini perkuatan timbunan yang digunakan ialah *geotextile.*

2.6.1 Perkuatan Stabilitas Timbunan dengan *Geotextile*

Geotextile merupakan lembaran sintesis yang tipis, fleksibel, dan *permeable* yang digunakan untuk stabilisasi dan perbaikan tanah. *Geotextile* memiliki sifat-sifat yang tahan terhadap senyawa-senyawa kimia, pelapukan, keausan, sinar ultra violet, dan mikro organisme. Berikut merupakan beberapa fungsi dari *geotextile* di antaranya:

1. Untuk perkuatan lereng timbunan yang memiliki kemiringan curam.
2. Konstruksi perkerasan jalan, berfungsi sebagai pemisah antara tanah dasar dan tanah *sub base.*
3. Sebagai separator pada lapisan tanah yang berada di sisi sungai agar tidak terkena erosi.

Perencanaan *geotextile* sebagai perkuatan tergantung pada besar peningkatan momen perlawanan (ΔM_R) yang direncanakan. Perhitungan untuk mencari (ΔM_R) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta M_R = (M_D \text{ x } SF) - M_R \qquad (2.41)$$

dimana:

M_R = Momen *Resistance* (Momen Penahan)

ΔM_R = momen penahan tambahan yang harus dipikul oleh *geotextile*

M_D = momen dorong (M_R/SF)

SF = angka keamanan
= 1,25 untuk beban tetap
= 1,1 untuk beban sementara

Untuk menghitung besarnya kekuatan *geotextile* yang diijinkan dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$T_{allow} = \frac{T_{ult}}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \quad (2.42)$$

dimana:

T_{allow} = kekuatan *geotextile* yang diijinkan

T_{ult} = kekuatan tarik maksimum *geotextile* yang digunakan

FS_{id} = faktor keamanan terhadap kerusakan pada pemasangan

FS_{cr} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat rangkak

FS_{cd} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat bahan-bahan kimia

FS_{bd} = faktor keamanan terhadap kerusakan akibat biologi dalam tanah

FS_{id}, FS_{cr}, FS_{cd}, FS_{bd} merupakan faktor keamanan akibat pengurangan kekuatan *geotextile* yang besarnya dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.6 Faktor Keamanan Akibat Pengurangan Kekuatan Geotextile

Penggunaan Geotextile	Faktor Pemasangan, FS_{id}	Faktor Rangkak, FS_{cr}	Faktor Kimia, FS_{cd}	Faktor Biolog FS_{id}
Separation	1,1 – 2,5	1,1 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Cushioning	1,1 – 2,0	1,2 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,2
Unpaved Roads	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Walls	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Embankments	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Bearing Capacity	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Slope Stabilization	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Pavement Overlays	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Railroads	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
Flexible Form	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Silt Fences	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

Untuk menghitung kebutuhan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor (L_e), di depan bidang longsor (L_d), dan panjang lipatan (L_o) dapat digunakan persamaan:

- $$L_e = \frac{T_{allow} \times SF}{(\tau_1 + \tau_2) \times E} \quad (2.43)$$

dimana:

L_e = panjang geotextile di belakang bidang longsor

τ_1 = tegangan geser akibat tanah timbunan

$= Cu_1 + \sigma'_0 \tan \emptyset_1$ (2.44)

τ_2 = tegangan geser akibat tanah dasar dengan geotextile

$= Cu_2 + \sigma'_0 \tan \emptyset_2$ (2.45)

E = efisiensi, diambil E = 0,8

- $Ld = (H - Z) \times \tan(45 - (\emptyset/2))$ (2.46)

dimana:

L_d = panjang geotextile di depan bidang longsor

- $Lo = \frac{1}{2} Le$ (2.47)

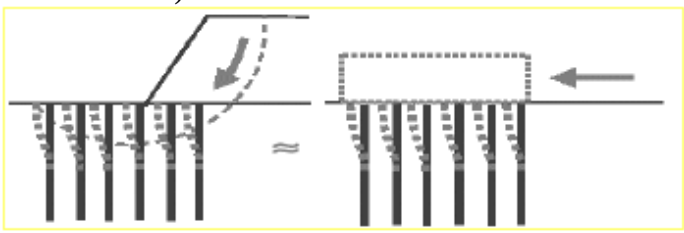
dimana:

L_o = panjang lipatan

2.7 Perkuatan Tanah dengan *Micropile*

Metode cerucuk dengan menggunakan *micropile* adalah salah satu cara stabilisasi dengan cara memasukkan *micropile* ke dalam tanah dasar. Penggunaan cerucuk bertujuan untuk:

1. Meningkatkan daya dukung tanah. Apabila *micropile* dimasukkan ke dalam tanah, maka tanah di sekitarnya akan memadat. Jadi dapat dikatakan jika pemasangan tiang lebih dari satu akan berpengaruh pada pemadatan tanah.
2. Menahan terjadinya sliding. *Micropile* direncanakan agar dapat menahan gaya geser lebih besar daripada gaya geser tanah pada bidang longsor.
3. Menahan kelongsoran pada tanah timbunan bersama dengan tanah dasar di bawahnya (kelongsoran keseluruhan).



Gambar 2.9 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk
(Sumber: (NAVFAC DM-7, 1971))

2.7.1 Perhitungan Faktor Kekuatan Relatif (T)

Untuk perhitungan faktor kekuatan relatif dapat digunakan persamaa sebagai berikut:

$$T = \left(\frac{EI}{f}\right)^{\frac{1}{5}} \quad (2.48)$$

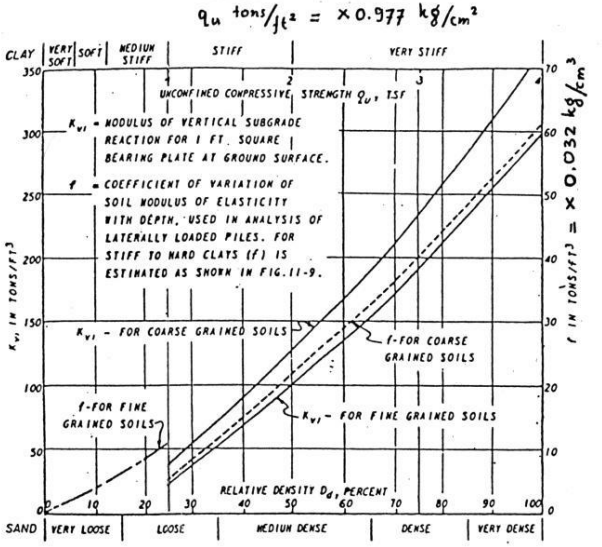
dimana:

E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), kg/cm^2

I = momen inersia penampang tiang pancang, cm^4

f = koefisien variasi dari modulus tanah, kg/cm^3

T = faktor kekakuan relatif, cm



Gambar 2.10 Harga f dari Berbagai Jenis Tanah (Sumber:(NAVFAC DM-7, 1971))

2.7.2 Perhitungan Kekuatan untuk Satu Cerucuk

Harga T yang diperoleh digunakan untuk menghitung gaya horizontal (P) yang mampu ditahan oleh satu tiang yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T} \times F_k \quad (2.49)$$

dimana:

M_p = momen lentur akibat beban P, kg-cm

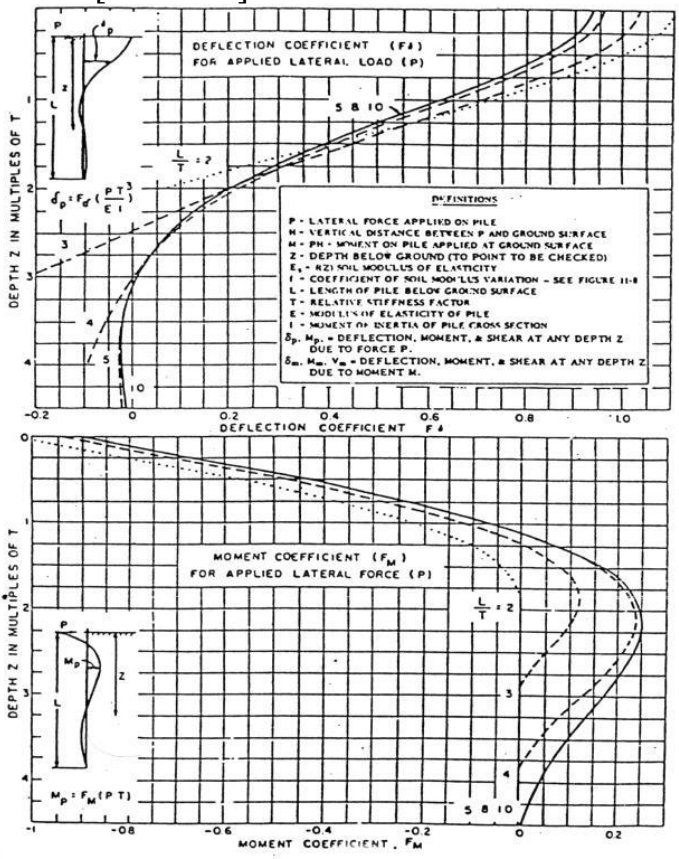
F_M = koefisien momen akibat gaya lateral P

P = gaya horizontal yang diterima *micropile*, kg

T = faktor kekakuan relatif, cm
F_k = faktor koreksi

Nilai faktor koreksi (F_k) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$F_k = 2{,}643\left[\frac{0{,}89+0{,}12\left(\frac{L}{D}\right)}{2{,}69}\right]\left[\frac{0{,}85\ C_u{}^{-0{,}392}}{2{,}865}\right] \qquad (2.50)$$



Gambar 2.11 Grafik untuk Menentukan Besarnya F_M
(Sumber: (NAVFAC DM-7, 1971))

Jumlah menghitung jumlah cerucuk (n) dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{P_{rencana}}{P_{\max\ 1cerucuk}} \quad (2.51)$$

2.8 *Geofoam* sebagai Alternatif Perencanaan Timbunan

2.8.1 Material *Geofoam*

Geofoam merupakan bahan geosintetik dengan bahan dasar *polystyrene*. Terdapat dua macam *geofoam,* yaitu *Expanded Polysturene* (EPS) dan *Extruded Polystyrene* (XPS) dimana perbedaan dari keduanya terdapat pada proses pembuatannya.

EPS *geofoam* yang digunakan untuk aplikasi geoteknik disebut EPS blok *geofoam* dikarenakan bentuk EPS *geofoam* yang merupakan blok-blok. EPS blok *geofoam* memiliki densitas yang sangat ringan apabila dibandingkan dengan densitas tanah, yaitu 10 – 100 kg/m^3 atau sekitar 1% dari densitas tanah. Untuk lebih jelasnya, property fisik dari EPS *geofoam* dijelaskan sebagai berikut:

1. Dimensi

   EPS *geofoam* memiliki dimensi yang bemacam-macam sesuai dengan pemesanan dan fungsinya. Pada umumnya dimensi EPS *geofoam* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.7 Dimensi EPS Geofoam

	Dimensi (mm)
Lebar	305 – 1219
Panjang	1219 – 4877
Tebal	25 – 1219

(*Sumber*: Stark, 2004)

2. Densitas

   Densitas EPS *geofoam* berkisar antara 10 – 100 kg/m^3, walaupun pada praktik di lapangan densitas EPS dapat menjadi lebih kecil yaitu berkisar 11 – 38 kg/m^3. Standar densitas EPS *geofoam* mengacu pada ASTM D6817 seperti pada Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Spesifikasi Densitas Menurut ASTM D6817

Foam-Control EPS Geofoam Properties							
Property		ASTM D6817					
		EPS12	EPS15	EPS19	EPS22	EPS29	EPS39
Density[1], min.	lb/ft³ (kg/m³)	0.70 (11.2)	0.90 (14.4)	1.15 (18.4)	1.35 (21.6)	1.80 (28.8)	2.40 (38.4)
Compressive Resistance[1] @ 1% deformation, min.	psi psf (kPa)	2.2 320 (15)	3.6 520 (25)	5.8 840 (40)	7.3 1050 (50)	10.9 1570 (75)	15.0 2160 (103)
Elastic Modulus[1], min	psi (kPa)	220 (1500)	360 (2500)	580 (4000)	730 (5000)	1090 (7500)	1500 (10300)
Flexural Strength[1], min.	psi (kPa)	10.0 (69)	25.0 (172)	30.0 (207)	40.0 (276)	50.0 (345)	60.0 (414)
Water Absorption[1] by total immersion, max.,	volume %	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0
Oxygen Index[1], min.	volume %	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Bouyancy Force	lb/ft³ (kg/m³)	61.7 (990)	61.5 (980)	61.3 (980)	61.1 (980)	60.6 (970)	60.0 (960)
Additional Properties for Compressible Applications							
Compressive Resistance[1] @ 5% deformation, min.	psi psf (kPa)	5.1 730 (35)	8.0 1150 (55)	13.1 1890 (90)	16.7 2400 (115)	24.7 3560 (170)	35.0 5040 (241)
Compressive Resistance[1] @ 10% deformation, min.	psi psf (kPa)	5.8 840 (40)	10.2 1470 (70)	16.0 2300 (110)	19.6 2820 (135)	29.0 4180 (200)	40.0 5760 (276)

(*Sumber*: (Stark, Horvath, & Leshchinsky, 2004))

3. *Flammability*

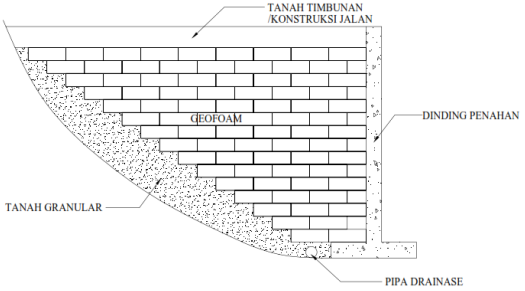
   EPS *geofoam* memiliki propertis yang mudah terbakar, indeks oksigen menunjukkan presentase minimum oksigen yang diperlukan di lingkungan lapangan untuk *geofoam* terbakar. Material dengan indeks oksigen ≤ 21% akan mudah terbakar pada udara dengan kadar oksigen 21% jika terdapat sumber api, sehingga indeks oksigen *geofoam* perlu berada di atas kandungan oksigen di udara. *Polystyrene* memiliki indeks oksigen 18%, namun EPS *geofoam* didesain memiliki properties tahan api sehingga indeks oksigennya minimum sebesar 24% (Tabel 2.9).

2.8.2 Aplikasi EPS *Geofoam*

Densitas yang sangat rendah, yaitu kurang dari 1% dari densitas tanah mengakibatkan EPS *geofoam* sering digunakan untuk solusi timbunan pada tanah-tanah dengan daya dukung

rendah. Beberapa pengaplikasian *geofoam* dijelaskan seperti di bawah ini.

1. Timbunan
   Aplikasi *geofoam* untuk timbunan digunakan pada tanah dasar lunak yang memiliki daya dukung tanah yang rendah dan penurunan tinggi. Dengan mengandalkan densitas EPS *geofoam* yang ringan dapat meningkatkan stabilitas struktur dengan mengurangi beban yang bekerja pada tanah dassr dan mengurangi penurunan yang terjadi.
2. Stabilitas Lereng
   Pengaplikasian *geofoam* pada lereng akan mengurangi gaya pendorong lereng yang menyebabkan kelongsoran pada lereng. Gaya pendorong yang dihasilkan dengan menggunakan material tanah akan lebih besar jika dibandingkan material *geofoam,* hal ini diakibatkan densitas tanah yang lebih berat dibandingkan densitas *geofoam.*
3. Dinding Penahan
   Penggunaan EPS *geofoam* sebagai dinding penahan tanah bertujuan untuk mengurangi tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan. Pengaplikasian EPS *geofoam* adalah sebagai substitusi material tanah pada bagian tanah yang menghasilkan tekanan aktif tanah. Karena densitas EPS *geofoam* yang ringan, tegangan vertikal yang dihasilkan di belakang dinding penahan akan lebih kecil dibandingkan material tanah. Penggunaan EPS *geofoam* untuk dinding penahan tanah dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.12 EPS Geofoam pada Konstruksi Dinding Penahan
(*Sumber*: (Hidayat & Suhendra, 2011))

2.8.3 Perencanaan Timbunan dengan *Geofoam*

Dalam merencanakan EPS *geofoam* untuk timbunan jalan, terdapat beberapa hal yang ditinjau agar timbunan jalan aman dan layak digunakan. Hal tersebut meliputi:

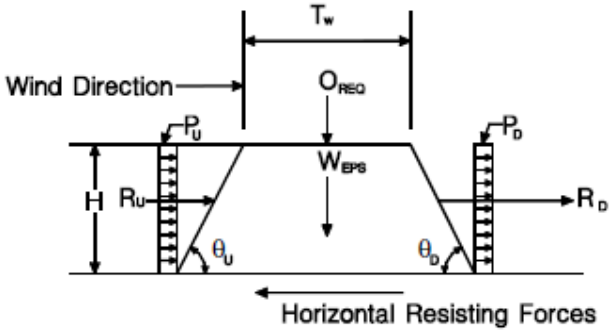
1. *Slope Stability*

   Slope stability pada material EPS *geofoam* sama dengan *slope stability* material tanah. Tipe kelongsoran yang ditinjau adalah tipe kelongsoran *overall stability* dengan nilai *safety factor* yang dicari dengan persamaan:

   $$FS = \frac{Momen\ penahan}{Momen\ pendorong} \qquad (2.52)$$

2. Translasi Akibat Angin

   Akibat massa EPS blok *geofoam* akan mengakibatkan timbunan cenderung bergeser ke arah horizontal akibat tekanan angin yang bekerja di sekitar timbunan. Visualisasi mengenai translasi akibat angin dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2.13 Translasi Akibat Angin
(Stark et al., 2004)

Nilai *safety factor* untuk translasi pada timbunan adalah perbandingan antara gaya horizontal penahan dengan gaya horizontal pendorong. Nilai *safety factor* tersebut dapat ditentukan dengan persamaan:

$$FS = \frac{\sum Gaya\ horizontal\ penahan}{\sum Gaya\ horizontal\ pendorong} = \frac{c \times A + (\sum N - \sum U)\tan\delta}{\sum HF} \quad (2.53)$$

dimana:

c = nilai kohesi sepanjang permukaan

A = luasan permukaan geser yang dipertimbangkan

ΣN = jumlah dari tegangan normal

$= W_{EPS} + W_w + Q_{REQ}$ (2.54)

ΣU = jumlah gaya uplift yang terjadi

$= ½ \text{ x } (ɣ_w \text{ x } (h + S_{total})) \text{ x } B_w$ (2.55)

δ = sudut geser dalam

ΣHF = jumlah gaya horizontal pendorong

$ɣ_w$ = berat jenis air

h = tinggi vertical muka air yang bekerja pada timbunan

Stotal = total settlement yang terjadi pada timbunan

Bw = lebar bawah timbunan

Jika pada proses analisis didapat bahwa timbunan tidak memenuhi persyaratan *safety factor*, maka perlu ditambahkannya tegangan overburden tambahan yang bekerja pada timbunan tersebut. Tambahan tegangan tersebut direncanakan berupa *soil cover*. Penambahan tegangan dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$O_{REQ} = \frac{1{,}2 \times (R_u + R_D)}{\tan\delta} - W_{EPS} \quad (2.56)$$

dimana:

$R_u = P_u \text{ x } H_{EPS}$ (t/m) (2.57)

$P_u = 0{,}75\ V^2\ \sin\theta_u$ (kPa) (2.58)

Untuk menentukan berat EPS *geofoam* dihitung dengan menggunakan persamaan:

W_{EPS} = berat EPS *geofoam*

$= \frac{H(T_w + B_w)}{2} \times \gamma_{EPS\ dry}$ (2.59)

dimana:

$W_w = \frac{1}{2} \times (h + S_{total}) \times \left[\frac{sh}{sv} \times (h + S_{total})\right] \times \gamma_w$ (2.60)

h = tinggi timbunan

S_{total} = total pemampatan

B_w = lebar bawah timbunan

Untuk menentukan berat *soil cover* dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$W_{cover} = 2 \times \left(\gamma_{cover} \times \frac{T_{EPS}}{\sin\theta} \times \frac{T_{cover}}{\cos\theta}\right) \quad (2.61)$$

Dikarenakan perhitungan W_{EPS} berdasarkan asumsi bahwa EPS blok menjangkau sampai tinggi timbunan, berat dan EPS yang setara dengan tinggi *pavement* harus dikurangi dengan total beban overburden. Dimana tegangan Q_{REQ} harus memenuhi persamaan:

$$O_{REQ} < (\gamma_{pavement} \times T_{pavement} \times T_w) - (\gamma_{EPS} \times T_{pavement} \times T_w) + W_{cover} \quad (2.62)$$

dimana:

T_w = lebar atas timbunan

$T_{pavement}$ = tebal pavement

Apabila terdapat material lain yang ditambahkan di atas EPS *geofoam* selain material perkerasan dan *soil cover* maka tegangan Q_{REQ} harus memenuhi persamaan:

$$O_{REQ} < (\gamma_{pavement} \times T_{pavement} \times T_w) - (\gamma_{EPS} \times T_{pavement} \times T_w) + W_{cover} + W_{other} \quad (2.63)$$

3. Tegangan yang Terjadi pada EPS *Geofoam*

Pemilihan bahan EPS *geofoam* berdasarkan kemampuan material tersebut untuk menahan beban yang diterima. Beban-beban yang akan diterima EPS *geofoam* untuk timbunan berupa beban mati akibat perkerasan dan beban hidup akibat lalu lintas. Beban lalu lintas yang dimaksud adalah beban akibat truk yang mengacu pada SNI 1725:2016 dimana besaran beban pada roda belakang truk sebesar 112,5 kN. Tegangan akibat kombinasi beban hidup dan mati tersebut yang harus mampu ditahan oleh EPS *geofoam*. Beban mati dan beban hidup dapat ditentukan dengan persamaan:

- Beban Hidup

Q_L = LL_D x (1 + I) (2.64)

dimana:

LL_D = beban hidup akibat truk (112,5 kN)

I = *impact coefficient* (0,3)

Luasan yang terjadi pada permukaan perkerasan akibat beban truk adalah berbentuk lingkaran. Luasan akibat beban truk ini kemudian dikonversi menjadi bentuk persegi panjang ketika diteruskan oleh perkerasan.

$Ak = 2 \times (b_o + d_o) \times d_3$ (2.65)

- Beban Mati

$\sigma_{DL} = T \times \gamma_{perkerasan} \times \Upsilon_{UMS}$ (2.66)

dimana:

T = tebal perkerasan (m)

$\gamma_{perkerasan}$ = berat volume perkerasan (kN/m^3)

Υ_{UMS} = faktor pengecoran di tempat

Kekuatan lentur minimal material EPS *geofoam* yang harus dipenuhi untuk menerima beban-beban yang terjadi dapat menggunakan persamaan 2.65 dengan nilai tegangan total adalah penjumlahan akibat tegangan truk dan perkerasan.

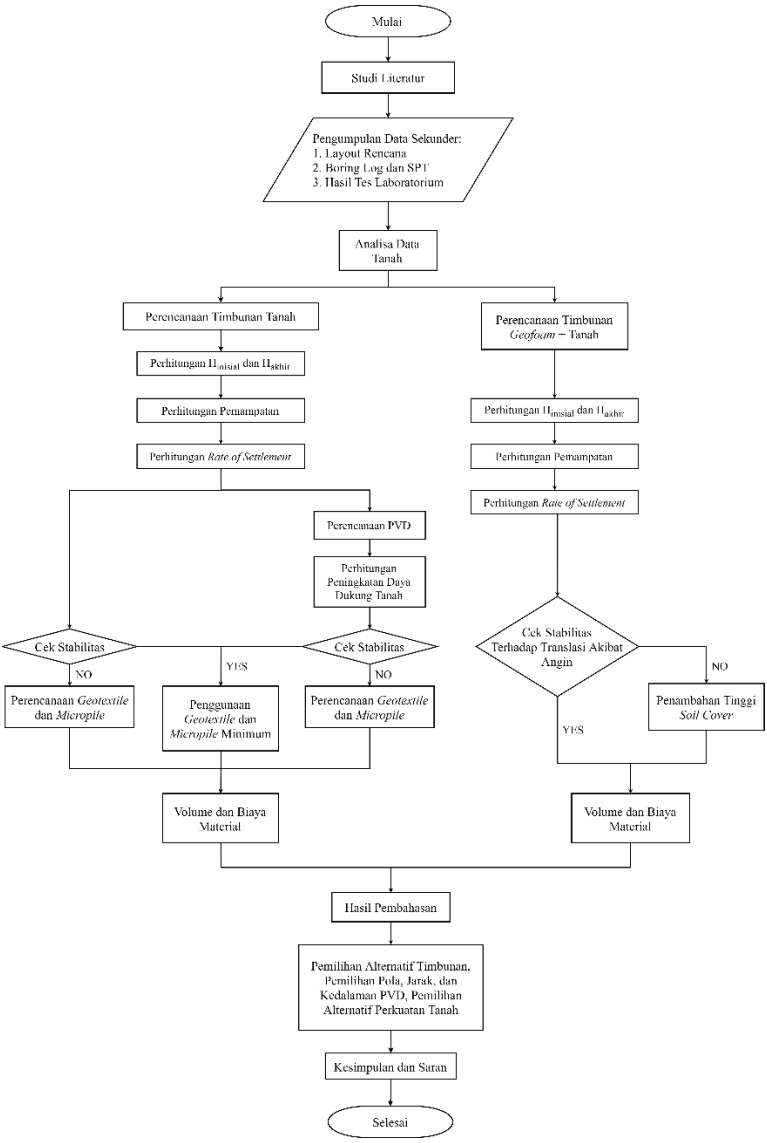
$\sigma_{EPS\ geofoam} \geq SF \times \sigma_{Total}$ (2.67)

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

BAB III
METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan uraian dari tahapan pengerjaan Tugas Akhir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Bagan Alir Tugas Akhir

3.2 Studi Literatur

Studi literatur pada perencanaan ini merupakan proses pengumpulan referensi yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas sebagai acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Referensi dicari dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, maupun tugas akhir pada tahun-tahun sebelumnya. Referensi-referensi yang dikumpulkan antara lain sebagai berikut:

1. Teori Karakteristik Tanah
2. Teori Pemampatan
3. Teori Waktu Konsolidasi
4. Teori *Preloading*
5. Teori Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain*
6. Teori Perencanaan *Geotextile*
7. Teori Perencanaan Stabilitas Timbunan

3.3 Pengumpulan dan Analisis Data

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang didapatkan dari PT. Teknindo Geosistem Unggul. Berikut data yang digunakan dalam perencanaan:

1. *Layout* Area Lokasi
2. Boring Log dan SPT
3. Hasil Tes Laboratorium

Dari *layout* area lokasi serta boring log dan SPT dilakukan statigrafi dari STA yang berdekatan untuk mendapatkan data tanah untuk STA yang ditinjau. Kemudian akan dilakukan zonafikasi sehingga didapat zona STA yang akan ditinjau berdasarkan kedalaman tanah lunak. Apabila perlu, akan dilakukan analisis statistik untuk mendapat parameter tanah pada STA yang ditinjau. Parameter tanah yang berasal dari penyelidikan tanah di lapangan dan hasil tes laboratorium kemudian dianalisis sehingga didapatkan tanah yang akan digunaan untuk perencanaan.

3.4 Perencanaan Timbunan Tanah dan EPS *Geofoam*

Pada perencanaan timbunan jalan tol Balikpapan – Samarinda ini akan digunakan dua material yaitu tanah dan EPS

geofoam. Material tanah merupakan material yang paling umum digunakan untuk material timbunan di Indonesia. Namun, material tanah memiliki beban yang besar yang mengakibatkan besarnya pemampatan yang terjadi dan berpotensi menyebabkan terjadinya kelongsoran dikarenakan tanah dasar tidak mampu menahan beban material tanah. Oleh karena itu untuk timbunan material tanah perlu direncanakan perkuatan.

Sedangkan untuk material EPS *geofoam* dipilih karena material yang sangat ringan dengan densitas antara 10-100 kg/m^3. Bebannya yang kecil mengakibatkan pemampatan yang terjadi akibat timbuann EPS *geofoam* bernilai sangat kecil. Sehingga, untuk timbunan EPS *geofoam* tidak diperlukan adanya perkuatan tanah. Namun, dikarenakan materialnya yang sangat ringan membuat material EPS *geofoam* rawan terhadap pengaruh eksternal seperti air banjir dan angin. Oleh karena itu supaya timbunan EPS *geofoam* aman terhadap air banjir, timbunan EPS *geofoam* dikombinasikan dengan timbunan tanah di bawahnya setinggi muka air banjir yang terjadi.

3.5 Perencanaan $H_{inisial}$ dan H_{akhir}

Perencanaan perbaikan tanah dasar yang digunakan untuk timbunan tanah ialah pemberian beban timbunan tanah itu sendiri atau beberapa dapat menyebutnya dengan metode *preloading.* Berikut adalah beberapa tahapan yang perlu dilakukan antara lain:

1. Perhitungan $H_{inisial}$ dan H_{akhir} timbunan tanah
2. Perhitungan besar dan lama waktu pemampatan akibat beban timbunan tanah
3. Waktu yang diharapkan adalah kurang dari 6 bulan. Apabila melebihi 6 bulan maka pemampatan perlu dipercepat dengan penggunaan PVD.

3.6 Perencanaan PVD

Setelah perhitungan waktu pemampatan apabila didapatkan waktu pemampatan yang terlalu lama, maka perlu digunakan PVD

untuk mempercepat proses pemampatan. Detail perencanaan PVD adalah sebagai berikut:

- Spesifikasi PVD
- Pola pemasangan PVD (pola segitiga dan pola segiempat)
- Jarak pemasangan PVD
- Kedalaman variasi PVD sesuai kedalaman yang paling efektif

Setelah direncanakan kebutuhan pemasangan PVD, kemudian diperhitungkan kenaikan daya dukung tanah dan waktu pemampatan setelah adanya PVD.

3.7 Cek Stabilitas Tanah

Analisis stabilitas tanah dilakukan dengan menggunakan program bantu XSTABL. Apabila nilai *safety factor* kurang dari yang direncanakan, maka perlu adanya perkuatan. Perkuatan yang digunakan adalah *geotextile* dan *micropile*. Apabila *safety factor* melebih yang direncanakan sebelum adanya perkuatan, maka tetap diperlukan *geotextile* dengan jumlah minimum.

3.8 Cek Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin

Material EPS *Geofoam* merupakan material yang sangat ringan dengan densitas 10 – 100 kg/m^3 yang menyebabkan material tersebut rawan terhadap gaya eksternal, salah satunya angin. Timbunan EPS *geofoam* perlu dicek apakah mampu menahan kecepatan angin yang terjadi. Apabila tidak maka perlu adanya penambahan tinggi *soil cover* di atas timbunan.

3.9 Perhitungan Volume dan Biaya Material

Setelah diperhitungkan kebutuhan material untuk perbaikan tanah dasar dan perkuatan timbunan, maka dapat dihitung total volume material yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan volume material tersebut kemudian dapat diperhitungkan total biaya material yang dibutuhkan.

3.10 Pemilihan Alternatif

Setelah didapatkan total kebutuhan biaya untuk alternatif timbunan tanah, perbaikan tanah, dan perkuatan stabilitas timbunan, selanjutnya adalah pemilihan alternatif timbunan, perbaikan tanah, dan perkuatan stabilitas timbunan untuk jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850. Pemilihan alternatif tersebut berdasarkan total biaya yang paling ekonomis.

3.11 Kesimpulan

Dengan selesainya dilakukan proses analisis perhitungan mulai dari tahap perencanaan hingga tahap perhitungan biaya, maka dapat disimpulkan hasil dari tugas akhir ini berupa:

1. Hasil perencanaan perbaikan tanah dasar jalan tol beserta volume dan biaya materialnya.
2. Hasil perencanaan perkuatan timbunan untuk timbunan tanah dan timbunan EPS *geofoam* beserta volume dan biaya materialnya.
3. Hasil pemilihan alternatif yang akan dilaksanakan dari perbandingan kedua alternatif timbunan.

BAB IV
DATA TANAH DAN MATERIAL

4.1 Data Umum

Data umum dalam perencanaan perbaikan timbunan dan perbaikan tanah dasar pada jalan tol Balikpapan – Samarinda ini adalah sebagai berikut:

- Deskripsi proyek : Jalan Tol Balikpapan-Samarinda
- Lokasi proyek : Samarinda
- Lokasi perencanaan : STA 9+550 s/d STA 9+850
- Lebar atas timbunan : 25,9 m
- Kemiringan lereng : 1:2
- Alternatif Timbunan : Tanah dan EPS *Geofoam*

4.2 Data Tanah Dasar

Pada Tugas Akhir ini, data tanah dasar yang digunakan merupakan data tanah hasil pengujian di lapangan dan di laboratorium yang didapatkan dari PT Teknindo Geosistem Unggul yang terdapat pada Lampiran 1. Data tanah hasil pengujian di lapangan berupa N-SPT di 2 titik bor yang berada pada STA 7+975 s/d STA 10+525, dimana lokasi perencanaan yang ditinjau berada di antara kedua STA tersebut. Oleh karena itu, akan dilakukan stratigrafi dari kedua STA tersebut untuk mengetahui jenis tanah dasar pada lokasi perencanaan.

Setelah diketahui jenis tanah pada lokasi STA 9+550 s/d STA 9+850 kemudian dapat dilakukan korelasi N-SPT berdasarkan jenis tanah. Hasil korelasi tersebut kemudian akan digunakan dalam perencanaan awal timbunan dan perbaikan tanah dasar. Berikut merupakan beberapa tahapan untuk menentukan data tanah pada perencanaan timbunan dan perbaikan tanah dasar ini.

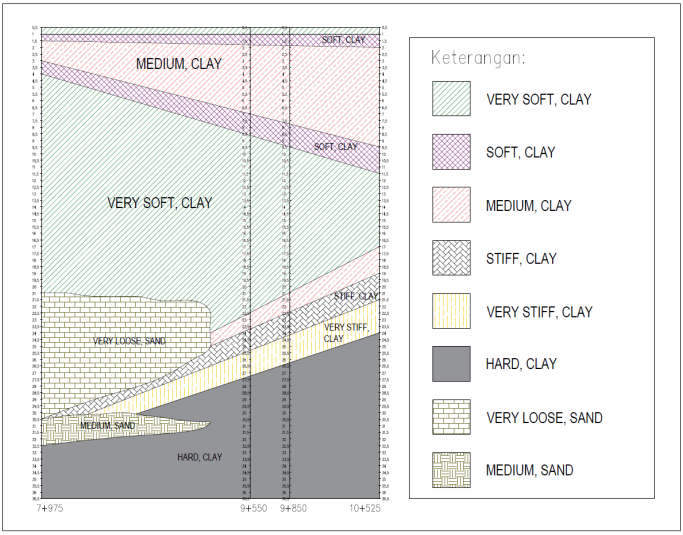
4.2.1 Pembuatan Stratigrafi

Lokasi perencanaan timbunan dan perbaikan tanah berada pada STA 9+550 s/d STA 9+850. Namun data tanah hasil pengujian di lapangan maupun di laboratorium yang didapatkan berada pada STA 7+975 dan STA 10+525. Dikarenakan tidak

adanya data tanah dasar tepat pada lokasi perencanaan, maka perlu dibuat stratigrafi untuk mengetahui kondisi tanah dasar pada lokasi perencanaan.

Data tanah hasil pengujian di lapangan yang didapatkan berupa jenis tanah dan nilai N-SPT. Dalam pembuatan stratigrafi nilai N-SPT ini terlebih dahulu dikorelasikan berdasarkan teori Mochtar pada Tabel 2.2 untuk mengetahui konsistensi tanah dasar. Setelah dilakukan korelasi, dapat diketahui bahwa pada STA 7+975 tanah dasarnya bersifat lempung lunak dan pasir. Sedangkan pada STA 10+525 tanah dasarnya bersifat lempung. Setelah diketahui konsistensi tanah dasarnya kemudian dapat dibuat stratigrafi tanah antara STA 7+975 dan STA 10+525.

Berdasarkan stratigrafi yang telah dibuat seperti pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa kondisi tanah dasar pada STA 9+550 s/d STA 9+850 bersifat lempung dengan kedalaman tanah lunak mencapai 22,5 m – 24 m. Sehingga, pada Tugas Akhir ini perencanaan dilakukan dengan menggunakan kedalaman tanah lunak sedalam 24 m.



Gambar 4.1 Hasil Stratigrafi pada STA 9+550 s/d STA 9+850

4.2.2 Korelasi Nilai Parameter Tanah Dasar

Nilai parameter tanah didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium pada STA 7+975 dan STA 10+525. Nilai parameter yang telah diketahui dapat dilihat pada Lampiran 1. Sedangkan untuk nilai parameter tanah yang tidak diketahui yaitu nilai Cc akan digunakan rumus empiris Terzaghi & Peck.

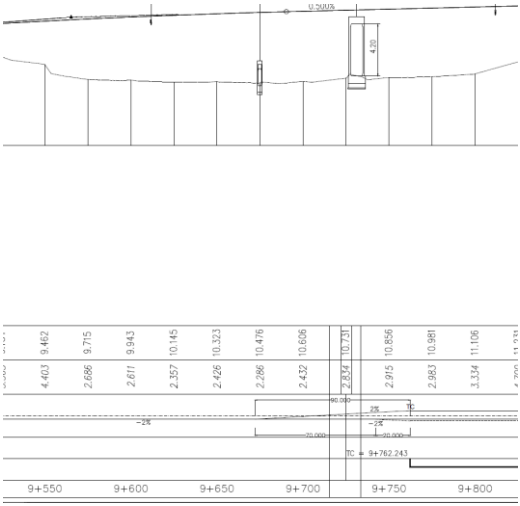
Nilai parameter tanah ini kemudian disesuaikan dengan jenis tanah dasar pada lokasi yang ditinjau berdasarkan stratigrafi yang telah dibuat sebelumnya. Jenis tanah dasar pada lokasi yang ditinjau adalah bersifat lempung sehingga nilai parameter yang digunakan adalah nilai parameter pada STA 10+525 dimana pada STA tersebut tanah dasarnya dominan bersifat lempung. Nilai parameter ini kemudian dikorelasikan dengan konsistensi tanah dasar pada STA yang ditinjau. Hasil korelasi nilai parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameter Tanah Dasar STA 9+550 s/d STA 9+700

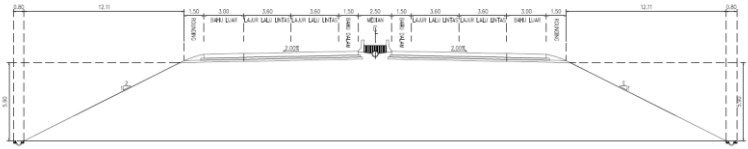
Kedalaman (m)	Konsistensi	Gs	γ (gr/cm^3)	e_o (%)	Wc (%)	c (kg/cm^2)	φ (^{o})	Cc	Cv cm^2/dt	Cs	LL (%)	PI (%)
0 - 1	Very Soft	2,460	1,520	1,540	56,95	0,018	2,555	0,350	0,00417	0,070	103,60	61,548
1 - 1,5	Soft	2,450	1,587	1,409	56,05	0,027	2,085	0,344	0,00417	0,069	105,87	63,236
1,5 - 4	Medium	2,680	1,670	1,376	48,04	0,044	3,628	0,288	0,00419	0,058	80,46	40,121
4 - 7	Medium	2,654	1,660	1,438	52,5	0,053	2,869	0,320	0,00418	0,064	90,45	46,825
7 - 8,5	Soft	2,450	1,587	1,409	56,05	0,027	2,085	0,344	0,00417	0,069	105,87	63,236
8,5 - 19,5	Very Soft	2,460	1,520	1,540	56,95	0,018	2,555	0,350	0,00417	0,070	103,60	61,548
19,5 - 24	Medium	2,560	1,602	1,411	50,87	0,071	2,642	0,308	0,00419	0,062	84,15	62,295
24 - 25,5	Stiff	2,648	1,650	1,376	48,06	0,089	3,85	0,288	0,00419	0,058	79,15	38,451
25,5 - 27,5	Very Stiff	2,668	1,750	1,211	45,05	0,222	5,963	0,264	0,00420	0,053	76,48	55,444
27,5 - 36,45	Hard	2,678	1,905	0,853	31,84	0,512	7,439	-	0,00422	-	46,073	19,553

4.3 Data Timbunan dan Spesifikasi Material Timbunan

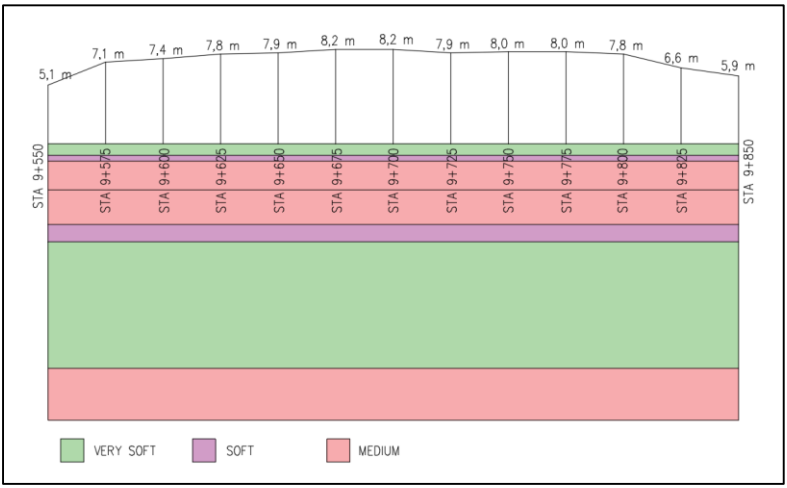
Pada Tugas Akhir ini akan direncanakan timbunan miring dengan kemiringan 1:2 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3 yang merupakan salah satu contoh *cross section* timbunan. Timbunan yang direncanakan memiliki ketinggian yang bervariasi mulai dari 5 sampai dengan 8 m yang dapat dilihat pada Gambar 4.4. Oleh karena itu, perencanaan timbunan pada Tugas Akhir ini akan dilakukan dengan menggunakan tinggi timbunan rencana acuan. Tinggi timbunan rencana acuan yang digunakan ialah 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, dan 9 m. Kemudian untuk tinggi timbunan rencana yang berada di antara tinggi timbunan rencana acuan akan dilakukan interpolasi.



Gambar 4.2 *Long Section* STA 9+550 s/d STA 9+850



Gambar 4.3 *Cross Section* Timbunan



Gambar 4.4 Tinggi Timbunan dan Lapisan Tanah Lunak pada STA 9+550 s/d STA 9+850

Pada perencanaan ini, material timbunan yang digunakan ialah material tanah dan EPS *Geofoam* dengan spesifikasi masing-masing material sebagai berikut:

1. Timbunan Material Tanah

   Timbunan material tanah yang digunakan ialah tanah jenis pasir batu (sirtu) dengan spesifikasi material adalah sebagai berikut dan lebih detailnya dapat dilihat pada Lampiran 2:

   Jenis tanah : Pasir Batu
   γ_{sat} : 1,9 t/m^3
   γ_t : 1,9 t/m^3
   φ : 30^o
   Cu : 0 kPa

2. Timbunan Material EPS *Geofoam*

   EPS *Geofoam* yang digunakan untuk perencanaan alternatif timbunan merupakan produk The EPS Industry Alliance dengan spesifikasi material adalah sebagai berikut dan detailnya dapat dilihat pada Lampiran 2:

   Produk EPS : Geofoam 15
   Berat jenis : 0,0144 t/m^3

Modulus Elastis min.	: 2500 kPa
Flexural Stregth min.	: 172 kPa
Panjang	: 4,8 m
Lebar	: 1,2 m
Tebal	: 0,914 m

4.4 Data Spesifikasi Material Perkuatan dan Perbaikan Tanah

1. PVD (*Prefabricated Vertical Drain)*
   PVD yang digunakan pada perencanaan ini adalah jenis CeTeau-Drain CT-D832 yang merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dimana brosur spesifikasi material dapat dilihat pada Lampiran 2.
2. *Geotextile*
   Geotextile yang digunakan pada perencanaan ini adalah jenis *Polypropylene Woven Geotextiles* UW-250 yang merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dimana brosur spesifikasi material dapat dilihat pada Lampiran 2.
3. *Micropile*
   Micropile yang digunakan pada perencanaan ini adalah *micropile* diameter 30 cm yang merupakan produk dari PT. WIJAYA KARYA BETON dimana brosur spesifikasi material dapat dilihat pada Lampiran 2.

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

BAB V
PERENCANAAN TIMBUNAN TANAH DAN PERBAIKAN TANAH DASAR

Perencanaan jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 ini akan direncanakan menggunakan dua alternatif timbunan. Alternatif timbunan pertama ialah menggunakan material tanah, sedangkan alternatif timbunan kedua ialah menggunakan material EPS *Geofoam.*

Perencanaan timbunan menggunakan material tanah dilakukan dengan cara penimbunan bertahap yang dikombinasikan dengan *pre-fabricated vertical drain* (PVD) guna mempercepat pemampatan tanah dasar sehingga dapat menghindari terjadinya *differential settlement.* Perencanaan timbunan menggunakan material tanah diperlukan adanya perkuatan tanah. Perkuatan tanah yang digunakan ialah *geotextile* atau *micropile*, dimana nantinya akan dipilih yang paling efektif.

5.1 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan Tanah

Perencanaan timbunan dengan material tanah diperlukan adanya perencanaan tinggi timbunan awal yang akan lebih tinggi dari tinggi timbunan rencana. Hal ini dilakukan karena mempertimbangkan adanya penurunan tanah dasar yang terjadi akibat dari timbunan tanah tersebut.

Perhitungan tinggi awal timbunan dilakukan dengan cara mengasumsikan beberapa beban timbunan dan tinggi timbunan sehingga dapat dihitung besar pemampatan dari masing-masing asumsi beban timbunan. Kemudian tinggi awal timbunan masing-masing zoning dapat diketahui berdasarkan grafik hubungan antara H_{final} vs Sc dan H_{final} vs $H_{inisial}$ dari hasil perhitungan dari setiap asumsi beban timbunan.

5.1.1 Perhitungan Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi

Tegangan *overburden* efektif dihitung sedalam lapisan tanah *compressible* atau lapisan tanah lunak mampu mampat. Berdasarkan parameter tanah yang telah ditentukan pada Bab IV

dapat diketahui kedalaman lapisan *compressible* yaitu 24 m. Berikut merupakan contoh perhitungan tegangan *overburden* efektif dan tegangan prakonsolidasi.

a) Tegangan *Overburden* Efektif

Diketahui data sebagai berikut:

1. Lapisan Pertama
- Tebal lapisan (H_1) : 1 m
- Berat jenis tanah (γ_{sat}) : 1,52 t/m^3
- Berat jenis air (γ_w) : 1,0 t/m^3

2. Lapisan Kedua
- Tebal lapisan (H_2) : 0,5 m
- Berat jenis tanah (γ_{sat}) : 1,587 t/m^3
- Berat jenis air (γ_w) : 1,0 t/m^3

Perhitungan tegangan *overburden* efektif:

Lapisan Pertama

$p'_{o\,1}$ $= \gamma_1' \times \frac{1}{2}H_1$

$= (\gamma_{sat\,1} - \gamma_{w\,1}) \times \frac{1}{2}H$

$= (1{,}52\ t/m^3 - 1{,}0\ t/m^3) \times \frac{1}{2}(1\ m)$

$= 0{,}26$ t/m2

Lapisan Kedua

$p'_{o\,2}$ $= (\gamma_1' \times H_1) + (\gamma_2' \times \frac{1}{2}H_2)$

$= [0{,}52\ t/m^3 \times 1\ m] + [(1{,}587\ t/m^3 - 1{,}0\ t/m^3) \times 0{,}25\ m]$

$= 0{,}667\ t/m^2$

b) Tegangan Pra Konsolidasi

Fluktuasi muka air tanah ($H_{fluktuasi}$)= 1,5 m

Δp_f $= \gamma_w \times H_{fluktuasi}$

$= 1{,}0\ t/m^3 \times 1{,}5\ m$

$= 1{,}5\ t/m^2$

$p'_{c\,1}$ $= p'_{o\,1} + \Delta p_f$

$= 0{,}26\ t/m^2 + 1{,}5\ t/m^2$

$= 1{,}76\ t/m^2$

$p'_{c\,2} = p'_{o\,2} + \Delta p_f$
$= 0{,}667\ t/m^2 + 1{,}5\ t/m^2$
$= 2{,}167\ t/m^2$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* efektif dan tegangan pra konsolidasi untuk lapisan tanah berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 di bawah ini dan lebih lengkapnya pada Lampiran 3.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375

5.1.2 Pemampatan Akibat Beban Timbunan

Perhitungan pemampatan akibat beban timbunan dilakukan dengan menentukan asumsi beban timbunan terlebih dahulu sehingga dapat diketahui tinggi timbunan untuk setiap asumsi beban timbunan. Beban dan tinggi timbunan yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. $q_{timb\,1} = 9\ t/m^2 \rightarrow H_{timb\,1} = \frac{q_{timb\,4}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{9\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
$= 4{,}7\ m$

2. $q_{timb\ 2}$ = 11 t/m^2 → $H_{timb\ 2} = \frac{q_{timb\ 5}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{11\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
= 5,8 m

3. $q_{timb\ 3}$ = 13 t/m^2 → $H_{timb\ 3} = \frac{q_{timb\ 6}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{13\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
= 6,8 m

4. $q_{timb\ 4}$ = 15 t/m^2 → $H_{timb\ 4} = \frac{q_{timb\ 7}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{15\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
= 7,9 m

5. $q_{timb\ 5}$ = 17 t/m^2 → $H_{timb\ 5} = \frac{q_{timb\ 8}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{17\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
= 8,9 m

6. $q_{timb\ 6}$ = 19 t/m^2 → $H_{timb\ 6} = \frac{q_{timb\ 9}}{\gamma_{timb}}$
$= \frac{19\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3}$
= 10 m

Setelah diketahui tinggi timbunan, kemudian menghitung besar penambahan tegangan vertikal akibat beban timbunan (Δp) menggunakan Persamaan 2.17. Berikut merupakan contoh perhitungan penambahan tegangan vertikal akibat beban timbunan dengan kemiringan lereng 1:2 dengan ketinggian timbunan 4,7 m pada titik tinjauan Z_1 (kedalaman 1 m).

$q_{timbunan}$ = 9 t/m^2
$H_{timbunan}$ = 4,7 m
B_1 = ½ x $L_{timbunan}$
= ½ x 28,9 m
= 14,45 m
B_2 = 2 x $H_{timbunan}$
= 2 x 4,7 m
= 9,4 m

Z = ½ x H
= ½ x 1 m
= 0,5 m

α_1 $= \tan^{-1}\left(\frac{B_1+B_2}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian)
$= \tan^{-1}\left(\frac{14,45+9,4}{0,5}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{14,45}{0,5}\right)$
$= 0,784^o$

α_2 $= \tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian)
$= \tan^{-1}\left(\frac{14,45}{0,5}\right)$
$= 88,02^o$

Δp $= \frac{q_o}{180}\left[\left(\frac{B_1+B_2}{B_2}\right) \times (\alpha_1+\alpha_2) - \left(\frac{B_1}{B_2} \times \alpha_2\right)\right]$
$= \frac{3}{180}\left[\left(\frac{14,45+9,4}{3,2}\right) \times (0,784° + 88,02°) - \left(\frac{14,45}{7,4} \times 88,02°\right)\right]$
$= 4,5$ t/m^2 (untuk satu sisi timbunan)

$2\Delta p$ $= 2$ x $4,5$ t/m^2
$= 9$ t/m^2 (untuk dua sisi timbunan)

Hasil perhitungan selanjutnya untuk beban timbunan 9 t/m^2 dengan kedalaman tanah lunak 24 m dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan hasil perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan 9 t/m^2

Kedalaman			H	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$
m			m	m	^{o}	^{o}	t/m^2	t/m^2
0	-	1	1	0,5	0,784	88,018	4,500	9,000
1	-	1,5	0,5	1,25	1,953	85,056	4,499	8,999
1,5	-	2	0,5	1,75	2,722	83,095	4,498	8,997
2	-	3	1	2,5	3,850	80,184	4,495	8,991
3	-	4	1	3,5	5,292	76,384	4,487	8,975
4	-	5	1	4,5	6,645	72,702	4,474	8,948
5	-	6	1	5,5	7,891	69,162	4,454	8,909
6	-	7	1	6,5	9,019	65,780	4,428	8,856
7	-	8	1	7,5	10,025	62,569	4,394	8,788
8	-	8,5	0,5	8,25	10,697	60,276	4,364	8,729
8,5	-	9,5	1	9	11,300	58,084	4,331	8,662
9,5	-	10,5	1	10	12,000	55,315	4,281	8,562
10,5	-	11,5	1	11	12,587	52,720	4,225	8,451
11,5	-	12,5	1	12	13,070	50,292	4,165	8,330
12,5	-	13,5	1	13	13,457	48,024	4,100	8,201
13,5	-	14,5	1	14	13,758	45,906	4,032	8,065
14,5	-	15,5	1	15	13,982	43,930	3,962	7,924
15,5	-	16,5	1	16	14,140	42,086	3,890	7,779
16,5	-	17,5	1	17	14,238	40,365	3,816	7,632
17,5	-	18,5	1	18	14,286	38,757	3,742	7,483
18,5	-	19,5	1	19	14,290	37,254	3,667	7,334
19,5	-	20	0,5	19,75	14,268	36,191	3,611	7,222
21	-	22	1	20,5	14,228	35,179	3,555	7,111
22	-	23	1	21,5	14,149	33,905	3,482	6,964
23	-	24	1	22,5	14,047	32,709	3,409	6,818

Setelah menghitung penambahan tegangan vertikal tiap asumsi beban timbunan, kemudian dapat dihitung besar pemampatan untuk setiap asumsi beban timbunan. Berikut merupakan contoh perhitungan pemampatan akibat beban timbunan 9 t/m^2 pada kedalaman tanah dasar 1.

e_o = 1,54
Cc = 0,35
Cs = 0,07
p'_o = 0,26 t/m^2
p'_c = 1,76 t/m^2
$2\Delta p$ = 9 t/m^2

$$OCR = \frac{p'_c}{p'_o}$$
$$= \frac{1{,}76\ t/m^2}{0{,}26\ t/m^2}$$
$$= 6{,}77$$

Nilai OCR > 1, sehingga untuk menghitung besar pemampatan digunakan Persamaan 2.7 untuk tanah *overconsolidated*.

$$Sc = \left(\frac{Cs}{1+e_o} H \times \log\frac{p'_c}{p'_o}\right) + \left(\frac{Cc}{1+e_o} H \times \log\frac{p'_o+\Delta p}{p'_c}\right)$$
$$= \left(\frac{0{,}07}{1+1{,}54} \times 1\ m \times \log\frac{1{,}76\ t/m^2}{0{,}26\ t/m^2}\right) + \left(\frac{0{,}35}{1+1{,}54} \times 1\ m \times \log\frac{0{,}26\ t/m^2+9\ t/m^2}{1{,}76\ t/m^2}\right)$$
$$= 0{,}122\ m$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan 9 t/m^2

Kedalaman			H	z	p'$_o$	p'$_c$	2Δp	C_s	C_c	e_o	NC/OC	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				Soil	m	m
0	-	1	1	0,5	0,260	1,760	9,000	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,122	0,122
1	-	1,5	0,5	1,25	0,667	2,167	8,999	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,054	0,176
1,5	-	2	0,5	1,75	0,981	2,481	8,997	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,042	0,217
2	-	3	1	2,5	1,484	2,984	8,991	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,073	0,291
3	-	4	1	3,5	2,154	3,654	8,975	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,064	0,355
4	-	5	1	4,5	2,819	4,319	8,948	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,062	0,417
5	-	6	1	5,5	3,479	4,979	8,909	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,056	0,473
6	-	7	1	6,5	4,139	5,639	8,856	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,051	0,524
7	-	8	1	7,5	4,762	6,262	8,788	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,051	0,576
8	-	8,5	0,5	8,25	5,202	6,702	8,729	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,024	0,600
8,5	-	9,5	1	9	5,609	7,109	8,662	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,045	0,644
9,5	-	10,5	1	10	6,129	7,629	8,562	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,042	0,686
10,5	-	11,5	1	11	6,649	8,149	8,451	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,039	0,726
11,5	-	12,5	1	12	7,169	8,669	8,330	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,037	0,763
12,5	-	13,5	1	13	7,689	9,189	8,201	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,035	0,797
13,5	-	14,5	1	14	8,209	9,709	8,065	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,033	0,830
14,5	-	15,5	1	15	8,729	10,229	7,924	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,031	0,861
15,5	-	16,5	1	16	9,249	10,749	7,779	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,029	0,891
16,5	-	17,5	1	17	9,769	11,269	7,632	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,028	0,918
17,5	-	18,5	1	18	10,289	11,789	7,483	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,026	0,945
18,5	-	19,5	1	19	10,809	12,309	7,334	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,025	0,969
19,5	-	20	0,5	19,75	11,220	12,720	7,222	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,011	0,980
21	-	22	1	20,5	11,671	13,171	7,111	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,021	1,001
22	-	23	1	21,5	12,273	13,773	6,964	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,020	1,021
23	-	24	1	22,5	12,875	14,375	6,818	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,019	1,040

5.1.3 Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan

Beban perkerasan jalan merupakan beban terbagi rata berbentuk segiempat. Penambahan tegangan vertikal akibat beban perkerasan jalan dihitung menggunakan kurva pada Gambar 2.1. Berikut contoh perhitungan penambahan tegangan akibat beban perkerasan jalan pada kedalaman tanah dasar 1 m (tanah lunak 24 m) dengan beban timbunan 9 t/m^2.

Lebar jalan = 28,9 m
$H_{rigid\ pavement}$ = 0,3 m
$H_{lean\ concrete}$ = 0,15 m
$H_{agregat\ pondasi}$ = 0,15 m
$q_{rigid\ pavement}$ = 0,3 m x 2,4 t/m^3
= 0,72 t/m^2
$q_{lean\ concrete}$ = 0,15 m x 2,4 t/m^3
= 0,36 t/m^2
$q_{agregat\ pondasi}$ = 0,15 m x 1,8 t/m^3
= 0,27 t/m^2
q_{total} = 1,35 t/m^2
z = tinggi timbunan + ½ kedalaman lapisan ditinjau
= 4,7 m + 0,5 m
= 5,2 m
x = 14,45 m
y = ∞
m = x/z
= 14,45 m / 5,2 m
= 2,8
n = ∞

Nilai faktor pengaruh akibat beban perkerasan (segiempat) diperoleh dari kurva Gambar 2.1. Nilai I didapatkan dari konfigurasi nilai m dan n sehingga diperoleh nilai I = 0,247. Nilai I ini untuk seperempat ruas jalan. Sehingga, untuk seluruh ruas jalan dikalikan empat:

$\Delta p_{perkerasan}$ = 4 x I x q_{total}
= 4 x 0,247 x 1,35 t/m^2
= 1,334 t/m^2

$p'_o + \Delta p_{perkerasan} = 0{,}26\ t/m^2 + 1{,}334\ t/m^2$
$= 1{,}594\ t/m^2$
$p'_o + \Delta p_{perkerasan} < p'_c$

Maka, perhitungan besar pemampatan akibat perkerasan jalan menggunakan persamaan 2.5.

$$Sc = \frac{Cc}{1+e_o} H \log \frac{p'_o + \Delta p}{p'_o}$$
$$= \frac{0{,}35}{1+1{,}54} \times 1\ m \times \log \frac{1{,}594\ t/m^2}{0{,}26\ t/m^2}$$
$$= 0{,}022\ m$$

Hasil perhitungan pemampatan akibat beban perkerasan jalan dengan beban timbunan 9 t/m^2 selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	(p'o + Δp)	Ket.	p'c	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	5,2	2,8	∞	0,247	1,334	0,260	1,594	<	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	1,25	6,0	2,4	∞	0,244	1,318	0,667	1,984	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	6,5	2,2	∞	0,242	1,307	0,981	2,288	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	7,2	2,0	∞	0,240	1,296	1,484	2,780	<	2,984	0,007
3	-	4	1	3,5	8,2	1,8	∞	0,238	1,285	2,154	3,439	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	9,2	1,6	∞	0,233	1,258	2,819	4,077	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	10,2	1,4	∞	0,227	1,226	3,479	4,704	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	11,2	1,3	∞	0,223	1,204	4,139	5,343	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	12,2	1,2	∞	0,218	1,177	4,762	5,939	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	13,0	1,1	∞	0,213	1,150	5,202	6,352	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	13,7	1,1	∞	0,213	1,150	5,609	6,759	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	14,7	1,0	∞	0,205	1,107	6,129	7,236	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	15,7	0,9	∞	0,197	1,064	6,649	7,713	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	16,7	0,9	∞	0,197	1,064	7,169	8,233	<	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	13	17,7	0,8	∞	0,185	0,999	7,689	8,688	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	18,7	0,8	∞	0,185	0,999	8,209	9,208	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	19,7	0,7	∞	0,173	0,934	8,729	9,663	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	20,7	0,7	∞	0,173	0,934	9,249	10,183	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	21,7	0,7	∞	0,173	0,934	9,769	10,703	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	22,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	23,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	11,657	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	24,5	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,067	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	25,2	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	12,519	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	26,2	0,6	∞	0,157	0,848	12,273	13,121	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	27,2	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,077**

5.1.4 Perhitungan $H_{inisial}$ dan H_{akhir}

Pada sub bab sebelumnya telah diperhitungkan besar pemampatan akibat beban timbunan. Dikarenakan adanya penurunan tersebut maka perlu diperhitungkan tinggi timbunan saat pelaksanaan ($H_{inisial}$) agar dapat mencapai tinggi timbunan yang direncanakan (H_{final}). Berikut contoh perhitungan $H_{inisial}$ untuk beban timbunan 9 t/m^2.

$$H_{inisial} = \frac{q+(Sc \times \gamma_w)}{\gamma_{timbunan}}$$

$$= \frac{9\ t/m^2 + (1{,}04 \times 1\ t/m^3)}{1{,}9\ t/m^3}$$

$$= 5{,}28 \text{ m}$$

Setelah diketahui $H_{inisial}$, maka dapat dihitung besar penurunan total akibat beban timbunan dan beban pavement serta H_{final} dengan cara mengurangi $H_{inisial}$ dengan besar pemampatan akibat beban timbunan dan perkerasan, $H_{bongkar}$, dan $H_{pavement}$ seperti dapat dilihat pada contoh perhitungan berikut.

$$H_{final} = H_{inisial} - Sc_{timb} - Sc_{pavement} + H_{pavement}$$

$$= 5{,}28 \text{ m} - 1{,}04 \text{ m} - 0{,}077 \text{ m} + 0{,}6 \text{ m}$$

$$= 4{,}767 \text{ m}$$

$$Sc_{total} = Sc_{timb} + Sc_{pavement}$$

$$= 1{,}04 \text{ m} + 0{,}077 \text{ m}$$

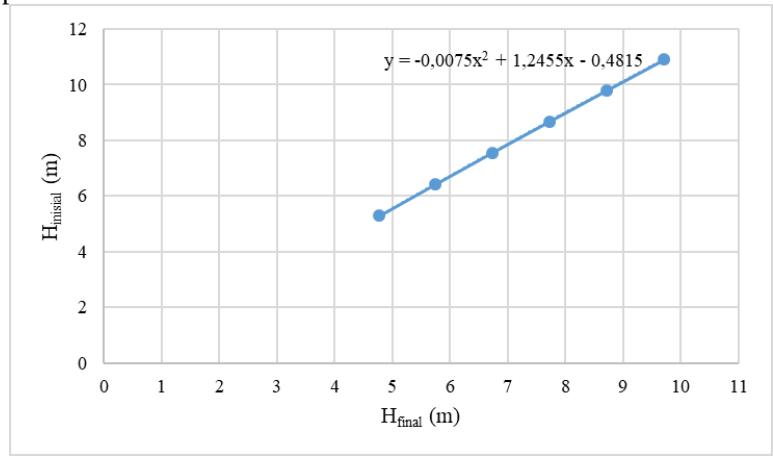
$$= 1{,}117 \text{ m}$$

Dengan cara yang sama dapat diperhitungan H_{final} dan Sc_{total} untuk masing-masing beban timbunan. Hasil perhitungan untuk masing-masing beban timbunan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.5 Rekapitulasi $H_{inisial}$, H_{final}, dan Sc Untuk Setiap Beban Timbunan

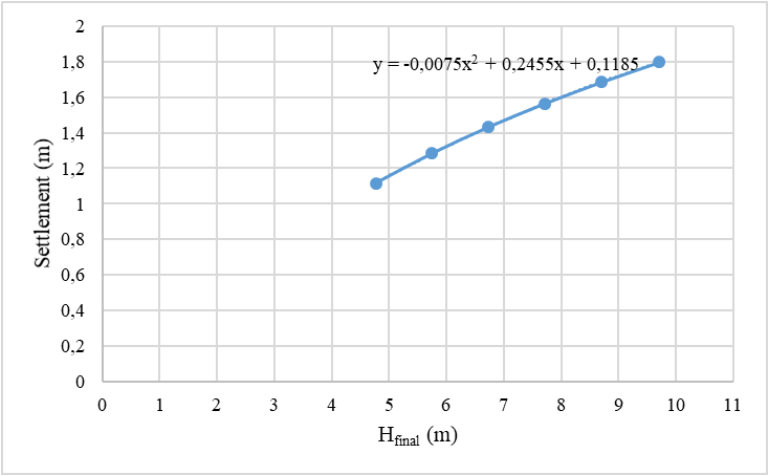
No.	q	Sc Akibat Timb	$H_{inisial}$	Sc Akibat Pavement	Tebal Pavement	H_{final}	Sc_{total}
	t/m^2	m	m	m	m	m	m
1	9	1,040	5,284	0,077	0,600	4,767	1,117
2	11	1,208	6,425	0,075	0,600	5,742	1,283
3	13	1,357	7,556	0,074	0,600	6,725	1,432
4	15	1,492	8,680	0,073	0,600	7,715	1,565
5	17	1,614	9,797	0,072	0,600	8,711	1,686
6	19	1,727	10,909	0,070	0,600	9,712	1,797

Nilai $H_{inisial}$ dan H_{final} pada Tabel 5.6 kemudian diplot menjadi kurva hubungan antara $H_{inisial}$ dan H_{final} seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Kurva Hubungan $H_{inisial}$ dan H_{final}

Nilai H_{final} dan pemampatan pada Tabel 5.6 kemudian diplot pada kurva hubungan antara H_{final} dan pemampatan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Kurva Hubungan H_{final} dan *Settlement*

Berdasarkan kurva tersebut, kemudian dapat dihitung tinggi awal timbunan ($H_{inisial}$) dan besar pemampatan tanah untuk setiap tinggi timbunan rencana pada setiap STA menggunakan persamaan dari kurva tersebut dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

- $H_{inisial}$

  Berdasarkan Gambar 5.1 untuk menghitung $H_{inisial}$ digunakan persamaan sebagai berikut:

  $y = -0{,}0075x^2 + 1{,}2455x - 0{,}4815$

  Untuk STA 9+550, H_{final} = 5,1 m, maka:

  $H_{inisial} = -0{,}0075\ (5{,}1^2) + 1{,}2455\ (5{,}1) - 0{,}4815$

  $= 5{,}7$ m

- *Settlement*

  Berdasarkan Gambar 5.2 untuk menghitung *settlement* digunakan persamaan sebagai berikut:

  $y = -0{,}0075x^2 + 0{,}2455x + 0{,}1185$

  Untuk STA 9+550, H_{final} = 5,1 m, maka:

  $Sc = -0{,}0075\ (5{,}1^2) + 0{,}2455\ (5{,}1) + 0{,}1185$

  $= 1{,}18$ m

Hasil perhitungan nilai $H_{inisial}$ dan Sc untuk setiap STA selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.6 $H_{inisial}$ dan Sc untuk Setiap STA

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc	Beban Timbunan
	m	m	m	m	t/m^2
STA 9+550	24	5,1	5,7	1,18	10,78
STA 9+575	24	7,1	8,0	1,48	15,17
STA 9+600	24	7,4	8,3	1,52	15,82
STA 9+625	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+650	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+675	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+700	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+725	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+750	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+775	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+800	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+825	24	6,6	7,4	1,41	14,08
STA 9+850	24	5,9	6,6	1,31	12,55

5.2 Perhitungan *Rate of Settlement*

Untuk memperhitungkan *rate of settlement* perlu diketahui nilai Cv dimana Cv merupakan koefisien konsolidasi vertikal yang menunjukkan kemampuan air pori bergerak secara vertikal. Setiap lapisan tanah memiliki nilai Cv yang beragam, maka untuk menghitung *rate of settlement* perlu dihitung terlebih dahulu nilai Cv gabungan. Hasil perhitungan nilai Cv gabungan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Nilai Cv Gabungan

Kedalaman m			H m	Cv cm^2/dt	H/√Cv	Cv Gab. cm^2/dt	Cv Gab. m^2/th	Cv Gab. $m^2/minggu$
0	-	1	1	0,00417	15,49			
1	-	1,5	0,5	0,00417	7,74			
1,5	-	2	0,5	0,00419	7,72			
2	-	3	1	0,00419	15,45			
3	-	4	1	0,00419	15,45			
4	-	5	1	0,00418	15,47			
5	-	6	1	0,00418	15,47			
6	-	7	1	0,00418	15,47			
7	-	8	1	0,00417	15,49			
8	-	8,5	0,5	0,00417	7,74			
8,5	-	9,5	1	0,00417	15,49			
9,5	-	10,5	1	0,00417	15,49			
10,5	-	11,5	1	0,00417	15,49	0,00418	13,17104	0,25260
11,5	-	12,5	1	0,00417	15,49			
12,5	-	13,5	1	0,00417	15,49			
13,5	-	14,5	1	0,00417	15,49			
14,5	-	15,5	1	0,00417	15,49			
15,5	-	16,5	1	0,00417	15,49			
16,5	-	17,5	1	0,00417	15,49			
17,5	-	18,5	1	0,00417	15,49			
18,5	-	19,5	1	0,00417	15,49			
19,5	-	20	0,5	0,00419	7,72			
21	-	22	1	0,00419	15,45			
22	-	23	1	0,00419	15,45			
23	-	24	1	0,00419	15,45			

Pada Tugas Akhir ini direncanakan derajat konsolidasi sebesar 90%. Untuk mencapai derajat konsolidasi 90% akan membutuhkan waktu yang sangat lama. Waktu pemampatan yang sangat lama dikhawatirkan dapat mengakibatkan terjadinya *differential settlement*. Oleh karena itu, perlu dihitung besar pemampatan tiap tahunnya untuk mengetahui nilai *rate of settlement*-nya dengan contoh perhitungan sebagai berikut dan rekapitulasi hasil perhitungan pemampatan setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tahun ke-1

Cv = 13,1710 m^2/tahun

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

$$= \frac{1 \times 13{,}171\ m^2/th}{24\ m}$$

$$= 0{,}0229$$

0% < Uv < 60%, maka Uv:

$$Uv = \left(2\sqrt{\frac{Tv}{\pi}}\right) \times 100\%$$

$$= \left(2\sqrt{\frac{0{,}0229}{\pi}}\right) \times 100\%$$

$= 17{,}06\%$

Sc $= Uv \times Sc_{total}$

$= 17{,}06\% \times 1{,}34$ m

$= 0{,}28$ m

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Tanah Setiap Tahun dan *Rate of Settlement*

t	Cv	Tv	Uv Pakai	Sc	Rate of Settlement	
Tahun	m^2/th		%	m	cm	
1	13,17104	0,0229	17,06	0,27	11,35	NOT OK
2		0,0457	24,13	0,39	8,71	NOT OK
3		0,0686	29,55	0,47	7,34	NOT OK
4		0,0915	34,13	0,55	6,47	NOT OK
5		0,1143	38,15	0,61	5,85	NOT OK
6		0,1372	41,80	0,67	5,38	NOT OK
7		0,1601	45,14	0,73	5,01	NOT OK
8		0,1829	48,26	0,78	4,70	NOT OK
9		0,2058	51,19	0,82	4,45	NOT OK
10		0,2287	53,96	0,87	4,23	NOT OK
11		0,2515	56,59	0,91	4,04	NOT OK
12		0,2744	59,11	0,95	3,15	NOT OK
13		0,2973	61,07	0,98	3,43	NOT OK
14		0,3201	63,21	1,02	3,24	NOT OK
15		0,3430	65,22	1,05	3,06	NOT OK
16		0,3659	67,13	1,08	2,90	NOT OK
17		0,3887	68,94	1,11	2,74	NOT OK
18		0,4116	70,64	1,13	2,59	NOT OK
19		0,4345	72,25	1,16	2,45	OK
20		0,4573	73,77	1,18	2,31	OK

Berdasarkan Tabel 5.9 dapat diketahui bahwa besar *rate of settlement* tanpa adanya perbaikan tanah >2,5 cm/tahun hingga tahun ke-18. Hal ini akan berpotensi menyebabkan terjadinya *differential settlement*. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadi *differential settlement* perlu dilakukan perbaikan tanah guna menghilangkan pemampatan dengan cara mempercepat waktu pemampatan menggunakan PVD.

5.3 Perencanaan PVD dan PHD

Metode yang digunakan untuk mempercepat pemampatan tanah dasar ialah PVD (*prefabricated vertical drain*) sebagai pengaliran air pori arah vertikal dan PHD (*prefabricated horizontal darin*) sebagai pengaliran air yang keluar dari PVD menuju drainase di sekitarnya. PVD yang digunakan ialah CeTeau-Drain CT-D832 dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dengan spesifikasi lebar 100 mm dan tebal 5 mm dimana brosur dari produk tersebut tertera pada Lampiran 2.

Terdapat beberapa alternative pemasangan PVD, yaitu menggunakan pola segitiga dan pola segiempat dengan jarak antar PVD 0,8 m; 1 m; 1,1 m; 1,2 m; 1,3 m; 1,4 m; 1,5 m; 1,6 m; 1,7 m; 1,8 m; dan 2 m. PVD yang direncanakan memiliki variasi kedalaman yaitu sedalam tanah lunak, ¾ tanah lunak, dan 2/3 tanah lunak. Dari beberapa variasi pola, jarak, dan kedalaman ini kemudian akan dipilih alternative yang paling optimum.

5.3.1 Perencanaan PVD Pola Segitiga

Berikut merupakan langkah perhitungan PVD dengan panjang PVD sedalam lapisan tanah lunak dan jarak antar PVD 0,8 m

1. Perhitungan Fungsi Hambatan PVD (F(n))

   a = 100 mm

   b = 5 mm

   Dw = $\frac{2(a+b)}{\pi}$

   = $\frac{2(0,1+0,005)}{\pi}$

   = 0,0668 m

   D = 1,05 x S (untuk pola segitiga)

   = 1,05 x 0,8 m

   = 0,84 m

   n = D/dw

   = 0,84 m / 0,0668 m

   = 12,57

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

$= \left(\frac{12{,}57^2}{12{,}57^2-1^2}\right)\left[\ln(12{,}57) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4(12{,}57)^2}\right)\right]$

$= 1{,}78$

Hasil perhitungan fungsi hambatan PVD F(n) untuk jarak selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.9 Nilai F(n) untuk Setiap Jarak PVD Pola Segitiga

S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	Dw (m)	n	F(n)
0,8	0,84	0,1	0,005	0,067	12,57	1,78
1,0	1,05	0,1	0,005	0,067	15,71	2,00
1,1	1,16	0,1	0,005	0,067	17,28	2,10
1,2	1,26	0,1	0,005	0,067	18,85	2,19
1,3	1,37	0,1	0,005	0,067	20,42	2,27
1,4	1,47	0,1	0,005	0,067	21,99	2,34
1,5	1,58	0,1	0,005	0,067	23,56	2,41
1,6	1,68	0,1	0,005	0,067	25,13	2,47
1,7	1,79	0,1	0,005	0,067	26,70	2,53
1,8	1,89	0,1	0,005	0,067	28,27	2,59
2,0	2,10	0,1	0,005	0,067	31,42	2,70

2. Perhitungan Derajat Konsolidasi

Cv $= 13{,}171\ m^2$/tahun

$= 0{,}2526\ m^2$/minggu

t $= 1$ minggu

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

$= \frac{1 \times 0{,}2526\ m^2/\text{minggu}}{24\ m}$

$= 0{,}00044$

0% < Uv < 60%, maka Uv:

Uv = derajat konsolidasi akibat aliran arah vertikal

$= \left(2\sqrt{\frac{Tv}{\pi}}\right) \times 100\%$

$= \left(2\sqrt{\frac{0{,}00044}{\pi}}\right) \times 100\%$

$= 2{,}4\%$

$k_h/k_v = 3$

Ch $= k_h/k_v$ x Cv

$= 3$ x $2526\ m^2$/minggu

$= 0{,}7578\ m^2$/minggu

Uh = derajat konsolidasi akibat aliran arah horizontal

$$= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times 2 \times F(n)}\right)}}\right)\right]$$

$$= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0{,}7578\ m^2/minggu}{0{,}84^2 \times 2 \times 1{,}8}\right)}}\right)\right]$$

$= 0{,}91$

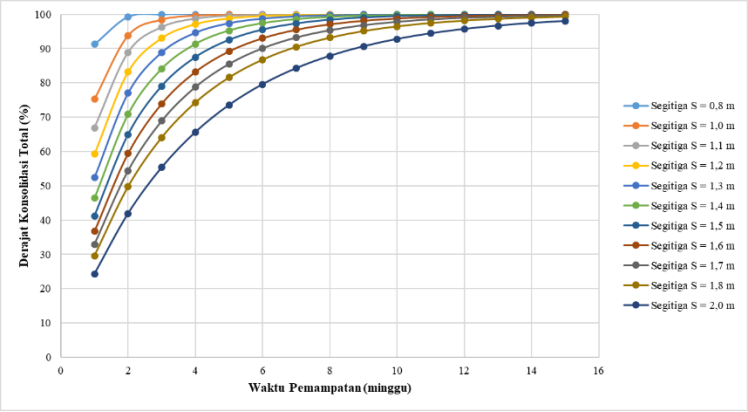
$= 91\%$

$\overline{U} = [1 - (1 - Uh)(1 - Uv)] \times 100\%$

$= [1 - (1 - 0{,}91)(1 - 0{,}024)] \times 100\%$

$= 91{,}25\%$

Perhitungan derajat konsolidasi dilakukan untuk seluruh jarak antar PVD. Hasil perhitungan derajat konsolidasi pola segitiga untuk setiap jarak PVD kemudian dibuat kurva hubungan waktu dan derajat konsolidasi total yang dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Total PVD Sedalam Lapisan Tanah Lunak Pola Segitiga

5.3.2 Perencanaan PVD Pola Segiempat

Berikut merupakan langkah perhitungan PVD dengan panjang PVD sedalam lapisan tanah lunak dan jarak antar PVD 0,8 m

1. Perhitungan Fungsi Hambatan PVD (F(n))

a = 100 mm

b = 5 mm

Dw $= \frac{2(a+b)}{\pi}$

$= \frac{2(0,1+0,0035)}{\pi}$

= 0,0668 m

D = 1,13 x S (untuk pola segitiga)

= 1,13 x 0,8 m

= 0,904 m

n = D/dw

= 0,904 m / 0,0668 m

= 13,52

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

$= \left(\frac{13,52^2}{13,52^2-1^2}\right)\left[\ln(13,52) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4(13,52)^2}\right)\right]$

= 1,87

Hasil perhitungan fungsi hambatan PVD F(n) untuk jarak selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.10 Nilai F(n) untuk Setiap Jarak PVD Pola Segiempat

S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	Dw (m)	n	F(n)
0,8	0,90	0,1	0,005	0,067	13,52	1,85
1,0	1,13	0,1	0,005	0,067	16,90	2,08
1,1	1,24	0,1	0,005	0,067	18,60	2,17
1,2	1,36	0,1	0,005	0,067	20,29	2,26
1,3	1,47	0,1	0,005	0,067	21,98	2,34
1,4	1,58	0,1	0,005	0,067	23,67	2,41
1,5	1,70	0,1	0,005	0,067	25,36	2,48
1,6	1,81	0,1	0,005	0,067	27,05	2,55
1,7	1,92	0,1	0,005	0,067	28,74	2,61
1,8	2,03	0,1	0,005	0,067	30,43	2,67
2,0	2,26	0,1	0,005	0,067	33,81	2,77

2. Perhitungan Derajat Konsolidasi

Cv = 13,1698 m^2/tahun
= 0,2526 m^2/minggu
t = 1 minggu
$Tv = \frac{t \times C_v}{(H_{dr})^2}$
$= \frac{1 \times 0{,}2526\ m^2/\text{minggu}}{24\ m}$
= 0,00050
0% < Uv < 60%, maka Uv:
Uv = derajat konsolidasi akibat aliran arah vertikal
$= \left(2\sqrt{\frac{Tv}{\pi}}\right) \times 100\%$
$= \left(2\sqrt{\frac{0{,}00050}{\pi}}\right) \times 100\%$
= 2,36%
k_h/k_v = 3
Ch = k_h/k_v x Cv
= 3 x 0,2526 m^2/minggu
= 0,7578 m^2/minggu
Uh = derajat konsolidasi akibat aliran arah horizontal

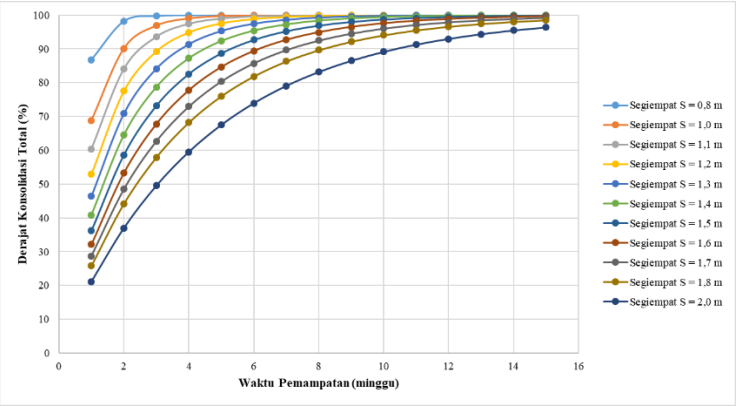
$$= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times 2 \times F(n)}\right)}}\right)\right]$$

$$= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0{,}7578\ m^2/minggu}{0{,}904^2 \times 2 \times 1{,}87}\right)}}\right)\right]$$

= 0,86
= 86%
$\bar{U} = [1 - (1 - Uh)(1 - Uv)] \times 100\%$
$= [1 - (1 - 0{,}86)(1 - 0{,}0236)] \times 100\%$
= 86,79%

Perhitungan derajat konsolidasi dilakukan untuk seluruh jarak antar PVD. Hasil perhitungan derajat konsolidasi pola segiempat untuk setiap jarak PVD kemudian dibuat kurva

hubungan waktu dan derajat konsolidasi total seperti dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Total PVD Sedalam Tanah Lunak Pola Segiempat

5.3.3 Perhitungan Sisa Penurunan

Perhitungan sisa penurunan digunakan untuk menentukan pemilihan panjang PVD supaya tidak boros. Apabila PVD digunakan tidak sedalam lapisan tanah lunak maka lapisan tanah lunak yang tidak terdapat PVD masih akan mengalami pemampatan. Oleh karena itu, perlu dihitung sisa penurunan dan apakah nilai *rate of settlement* masih memenuhi persyaratan.

Rate of settlement yang dijinkan ialah <2,5 cm/tahun. Persyaratan r*ate of settlement* ini bertujuan agar penurunan tanah yang terjadi tidak menimbulkan kerusakan pada jalan di atasnya.

Berikut merupakan contoh perhitungan sisa penurunan dan *rate of settlement* selama waktu rencana jalan 20 tahun untuk tinggi timbunan dengan panjang PVD 2/3 Hdr = 16 m.

H_{final} = 5 m

$H_{inisial}$ = 5,4 m

$S_{c\ Hdr}$ = 1,16 m

$S_{c\ ¾\ Hdr}$ = 0,97 m

Sc_{sisa} = $S_{c\ Hdr} - S_{c\ ¾\ Hdr}$

= 1,16 m – 0,97 m
= 0,19 m

Penurunan pada tahun pertama sisa *settlement*:

Uv_1 = 17,06%

Sc_1 = Uv_1 x Sc_{sisa}
= 17,06% x 0,19 m
= 3,22 cm > 2,5 cm

Hasil perhitungan *rate of settlement* selengkapnya untuk panjang PVD 2/3 Hdr dan ¾ Hdr dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa besar pemampatan pada tahun pertama lebih dari 2,5 cm/tahun dikarenakan tahun pertama masih merupakan masa konstruksi. Sedangkan untuk tahun-tahun selanjutnya nilai sisa *rate of settlement* untuk PVD dengan panjang 2/3 Hdr dan ¾ Hdr masih memenuhi persyaratan yaitu <2,5 cm/tahun.

Tabel 5.11 Sisa *Rate of Settlement* Tanah Dasar dengan PVD Sedalam 2/3 Lapisan Tanah Lunak

H_{final} (m)	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Sc Sisa (cm)	**18,86**	**22,62**	**26,08**	**29,24**	**32,10**
Tahun ke-	***Rate of Settlement* (cm)**				
1	3,22	3,86	4,45	4,99	5,48
2	1,33	1,60	1,84	2,07	2,27
3	1,02	1,23	1,41	1,59	1,74
4	0,86	1,03	1,19	1,34	1,47
5	0,76	0,91	1,05	1,18	1,29
6	0,69	0,82	0,95	1,06	1,17
7	0,63	0,76	0,87	0,98	1,07
8	0,59	0,71	0,81	0,91	1,00
9	0,55	0,66	0,76	0,86	0,94
10	0,52	0,63	0,72	0,81	0,89
11	0,50	0,60	0,69	0,77	0,85
12	0,47	0,57	0,66	0,74	0,81
13	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
14	0,40	0,48	0,56	0,62	0,69
15	0,38	0,46	0,53	0,59	0,65
16	0,36	0,43	0,50	0,56	0,61
17	0,34	0,41	0,47	0,53	0,58
18	0,32	0,39	0,44	0,50	0,55
19	0,30	0,36	0,42	0,47	0,52
20	0,29	0,34	0,40	0,45	0,49

Tabel 5.12 Sisa *Rate of Settlement* Tanah Dasar dengan PVD Sedalam ¾ Lapisan Tanah Lunak

H_{final} (m)	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Sc Sisa (cm)	**12,52**	**15,08**	**17,44**	**19,60**	**21,56**
Tahun ke-	***Rate of Settlement* (cm)**				
1	2,14	2,57	2,98	3,34	3,68
2	0,88	1,07	1,23	1,39	1,52
3	0,68	0,82	0,95	1,06	1,17
4	0,57	0,69	0,80	0,90	0,99
5	0,50	0,61	0,70	0,79	0,87
6	0,46	0,55	0,64	0,71	0,79
7	0,42	0,50	0,58	0,66	0,72
8	0,39	0,47	0,54	0,61	0,67
9	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
10	0,35	0,42	0,48	0,54	0,60
11	0,33	0,40	0,46	0,52	0,57
12	0,32	0,38	0,44	0,49	0,54
13	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42
14	0,27	0,32	0,37	0,42	0,46
15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44
16	0,24	0,29	0,33	0,37	0,41
17	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39
18	0,21	0,26	0,30	0,33	0,37
19	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35
20	0,19	0,23	0,27	0,30	0,33

5.3.4 Pemilihan Alternatif PVD

Pada perencanaan PVD ini terdapat dua pola yang direncanakan yaitu pola segitiga dan pola segiempat. Hasil perencanaan untuk setiap pola dan jarak pemasangan PVD secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4. Berdasarkan analisis sebelumnya kemudian dapat ditentukan alternatif PVD yang digunakan dan alasan pemilihannya sebagai berikut:

1. Pola pemasangan yang dipilih ialah pola segitiga dikarenakan memiliki pengaruh terhadap konsolidasi yang lebih efektif dibandingkan dengan pola segiempat.
2. Jarak pemasangan yang dipilih ialah 1,8 dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah salama 7 minggu dimana waktu tersebut masih memenuhi waktu rencana.

3. Panjang PVD digunakan sedalam 2/3 lapisan tanah lunak dikarenakan akan menghasilkan kebutuhan PVD yang paling sedikit. Selain itu, sisa penurunan yang terjadi masih memenuhi persyaratan apabila digunakan PVD sepanjang 2/3 lapisan tanah lunak.

5.3.5 Perencanaan PHD

Prefabricated Horizontal Drain (PHD) digunakan untuk mengalirkan air tanah dari PVD menuju saluran pembuangan atau saluran drainase di kedua sisi timbunan. Pemasangan PHD searah dengan potongan melintang timbunan dan sepanjang lebar bawah timbunan. Untuk mengalirkan menuju saluran drainase maka PHD perlu ditambah 2 meter pada setiap sisi timbunan sebagai *overlap* menuju saluran drainase. Material PHD yang digunakan pada Tugas Akhir ini ialah PHD tipe CT-SD100-20 yang merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dengan spesifikasi material dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut merupakan contoh perhitungan estimasi debit air pori yang keluar untuk setiap lajur PHD dengan ketinggian timbunan 5 m.

Berdasarkan analisis sebelumnya telah diketahui bahwa PVD dipasang dengan jarak 1,8 m diperoleh derajat konsolidasi sebesar 90,72% dalam waktu 7 minggu dan terjadi pemampatan sebesar 0,945 m.

1. Debit aliran air pori per m^2

   Debit aliran air per m^2 $= \frac{\text{Volume aliran}}{\text{Waktu pengaliran}}$

   $= \frac{0{,}945\ m \times 1\ m^2}{7 \times 7 \times 24 \times 60 \times 60}$

   $= 2{,}231 \times 10^{-7}\ m^3/s$

2. Debit aliran air pori per m^2 berdasarkan waktu dan besar pemampatan

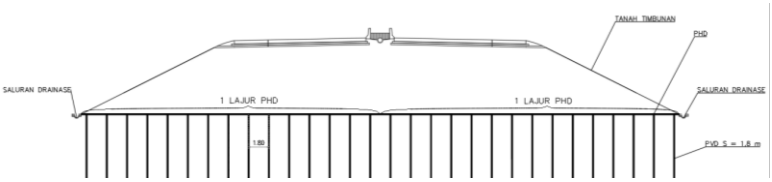
   Perhitungan debit pada langkah nomor 1 kemudian dilakukan lagi untuk setiap minggu dan setiap besar pemampatan. Hasil perhitungan debit aliran air pori per m^2 untuk setiap waktu dan besar pemampatan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.13 Debit Aliran Air Pori per m^2 Berdasarkan Waktu dan Besar Pemampatan

Waktu	U	Sc	Debit per m^2
(minggu)	(%)	(m)	(m^3/s)
7	90,52	0,945	2,231E-07
6	86,79	0,839	2,312E-07
5	81,57	0,720	2,380E-07
4	74,28	0,584	2,414E-07
3	64,08	0,427	2,351E-07
2	49,78	0,239	1,973E-07
1	29,62	0,074	1,231E-07

Berdasarkan hasil perhitungan debit pada Tabel 5.17 dapat diketahui bahwa debit aliran air pori per m^2 maksimum adalah sebesar 2,414 x 10^{-7} m^3/s.

3. Luas layanan 1 titik PVD
   Untuk pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak antar PVD 1,8 m, maka luas layanan 1 titik PVD adalah:
   Ae $= \frac{\pi}{4} \times (1{,}05 \times 1{,}8)^2$
   $= 2{,}806$ m^2
4. Debit 1 titik PVD
   Luas layanan 1 titik PVD sebesar 2,806 m^2 artinya 1 titik PVD mengalirkan air pori seluas 2,806 m^2. Sehingga, setiap 1 titik ujung PVD mengeluarkan air pori sebesar:
   q = Ae x debit aliran air per m^2
   = 2,806 m^2 x 2,414 x 10^{-7} m^3/s
   = 6,771 x 10^{-7} m^3/s
5. Jumlah maksimum titik ujung PVD pada 1 lajur PHD
   PHD diletakkan di atas tanah dasar sepanjang lebar timbunan. Air pori dialirkan PHD menuju drainase di sisi kanan dan kiri timbunan (2 lajur), sehingga diasumsikan panjang maksimum 1 lajur PHD adalah sepanjang setengah lebar timbunan dan melayani titik PVD pada setengah lebar timbuanan.



Gambar 5.5 Lajur PHD dan Titik-titik Ujung PVD pada Setiap Lajur PHD

- Panjang maksimum lajur PHD
  = ½ x $L_{timbunan}$
  = ½ x 48,9 m
  = 24,45 m
- Jarak titik-titik ujung PVD = 1,8 m
- Jumlah ujung PVD pada 1 lajur PHD = 24,45 m / 1,8 m
  = 14 titik

6. Debit maksimum 1 lajur PHD
   Q = N x q
   = 14 titik x 6,771 x 10^{-7} m^3/s
   = 0,948 x 10^{-5} m^3/s

Maka, digunakan PHD tipe CT-SD100-20 dengan kapasitas pengaliran sebesar 2,4 x 10^{-5} m^3/s.

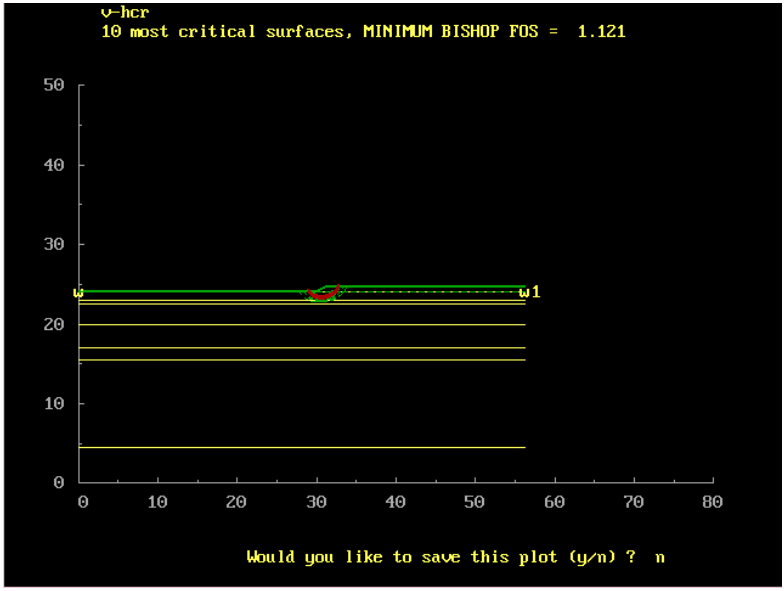
5.4 Perhitungan Tinggi Timbunan Kritis

Tinggi timbunan kritis (H_{cr}) merupakan tinggi timbunan yang dapat ditahan oleh tanah dasar agar tidak terjadi ambles. Perhitungan H_{cr} dihitung berdasarkan kemampuan daya dukung tanah dasarnya dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

Direncanakan SF = 1
Cu tanah dasar = 0,18 t/m^2
$\gamma_{timbunan}$ = 1,9 t/m^3
$H_{cr} = \frac{5{,}52\ Cu}{\gamma_{timb} \times SF}$
$= \frac{5{,}52 \times 0{,}18\ t/m^2}{1{,}9\ t/m^3 \times 1}$

= 0,52 m

Selain menggunakan persamaan tersebut, H_{cr} juga ditentukan menggunakan program bantu XSTABL dan dihasilkan H_{cr} setinggi 0,6 m. Analisis H_{cr} menggunakan program bantu XSTABL dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Analisis Tinggi Timbunan Kritis

Dengan diketahui H_{cr} setinggi 0,6 m maka tahap 1 dapat dilaksanakan terlebih dahulu dan digunakan sebagai lantai kerja. Setelah lantai kerja selesai kemudian dapat dilaksanakan pemasanan PVD, PHD, dan perkuatan tanah lainnya. Penimbunan H_{cr} ini hanyalah satu tahap timbunan sehingga tidak ada kenaikan daya dukung tanah yang signifikan dikarenakan belum terpasangnya PVD. Setelah dilaksanakan penimbunan tahap 1 dan pemasangan PVD, perlu dilakukan penundaan sampai daya dukung meningkat dan mampu menerima beban tahapan timbunan selanjutnya.

5.5 Perhitungan Peningkatan Daya Dukung Tanah

Pada Tugas Akhir ini tidak direncanakan penimbunan bertahap dikarenakan dengan adanya PVD waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah 7 minggu. Sehingga, di akhir penimbunan bertahap derajat konsolidasi hanya tersisa kurang dari 10%.

Dengan adanya penimbunan dan pemasangan PVD maka akan terjadi peningkatan daya dukung tanah yang ditandai dengan peningkatan nilai Cu akibat terjadinya konsolidasi. Oleh karena itu perlu dihitung nilai Cu baru. Nilai Cu baru dihitung menggunakan nilai perubahan tegangan efektif sampai akhir tahapan penimbunan. Contoh perhitungan peningkatan nilai Cu adalah sebagai berikut.

Perubahan Cu pada Lapisan 1:

PI = 61,55%

$\Sigma\sigma'_1$ = 9,96 t/m^2

Cu = 0,018 kg/cm^2

Dikarenakan nilai PI < 120% maka untuk menghitung Cu_{baru} digunakan persamaan:

Cu Baru $= 0{,}0737 + (0{,}1899 - 0{,}0016 \cdot \text{PI}) \cdot \sum \sigma'$

$= 0{,}0737 + (0{,}1899 - 0{,}0016 \cdot 61{,}55\%) \cdot 9{,}96\ t/m^2$

= 0,166 kg/cm^2

Untuk lapisan tanah dengan konsistensi yang sama maka nilai Cu baru merupakan rata-rata nilai Cu baru sedalam lapisan tanah tersebut. Sedangkan untuk nilai Cu transisi merupakan rata-rata nilai Cu lama dan Cu baru. Hasil perhitungan Cu baru dan Cu transisi dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Perubahan Nilai Cu pada Minggu ke-12

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,165	0,165	0,091	0,091
1	-	1,5	63,24	0,027	0,166	0,166	0,097	0,097
1,5	-	2	40,12	0,044	0,209	0,216	0,126	0,130
2	-	3	40,12	0,044	0,215		0,130	
3	-	4	40,12	0,044	0,223		0,134	
4	-	5	40,12	0,053	0,231	0,233	0,142	0,143
5	-	6	40,12	0,053	0,238		0,146	
6	-	7	46,83	0,053	0,231		0,142	
7	-	8	46,83	0,027	0,237	0,239	0,132	0,133
8	-	8,5	46,83	0,027	0,241		0,134	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,244	0,235	0,131	0,127
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,249		0,133	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,253		0,136	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,216		0,117	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,219		0,118	
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,222		0,120	
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,230		0,124	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,234		0,126	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,237		0,127	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,240		0,129	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,244		0,131	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,246	0,251	0,159	0,161
21	-	22	61,55	0,071	0,250		0,160	
22	-	23	61,55	0,071	0,252		0,162	
23	-	24	61,55	0,071	0,257		0,164	

5.6 Perhitungan Biaya Material

5.5.1 Perhitungan Biaya Timbunan Tanah

Pada Tugas Akhir ini material tanah yang digunakan sebagai material timbunan diambil dari *quarry* terdekat dengan harga Rp 168.800,00/m^3. Berdasarkan Sub Bab 5.1 dapat diketahui tinggi awal timbunan yang dibutuhkan untuk setiap tinggi rencana timbunan. Sehingga, total biaya material timbunan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan contoh perhitungan total biaya material timbunan tanah pada STA 9+550 adalah sebagai berikut.

Total Biaya Material Timbunan Tanah STA 9+550

H_{final} = 5,1 m

$H_{inisial}$ = 5,9 m

L_b = 56,2 m

L_a = 28,9 m

L memanjang = 25 m

Volume Timbunan = $L_{memanjang}$ x (L_a + L_b) x H/2

= 25 m x (56,2 m + 28,9 m) x 5,9/2

= 6323,56 m^3

Biaya Total = 6323,56 m^3 x Rp 168.800,00

= Rp 1.067.417.642,00

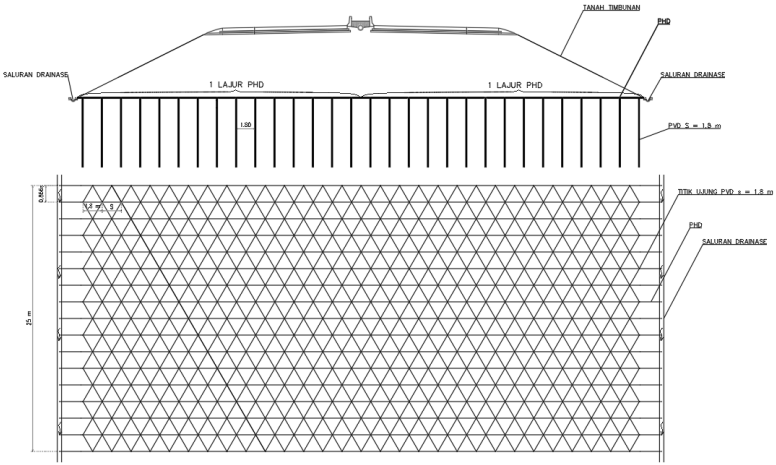
Tabel 5.15 Total Biaya Material Timbunan Tanah

STA	H_{final}	$H_{inisial}$	Lebar Bawah Timbuan	Lebar Atas Timbunan	L Memanjang	Volume	Biaya Total
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^3)	
STA 9+550	5,1	5,9	51,1	28,9	25	5945,53	Rp 1.003.604.997
STA 9+575	7,1	8,1	60,4	28,9	25	9017,10	Rp 1.522.085.871
STA 9+600	7,4	8,4	64,9	28,9	25	9881,17	Rp 1.667.942.219
STA 9+625	7,8	9,0	64,9	28,9	25	10503,21	Rp 1.772.942.666
STA 9+650	7,9	9,1	64,9	28,9	25	10653,77	Rp 1.798.357.180
STA 9+675	8,2	9,4	69,4	28,9	25	11589,41	Rp 1.956.291.742
STA 9+700	8,2	9,4	69,4	28,9	25	11565,91	Rp 1.952.324.981
STA 9+725	7,9	9,0	64,9	28,9	25	10600,01	Rp 1.789.281.629
STA 9+750	8,0	9,1	64,9	28,9	25	10660,62	Rp 1.799.511.915
STA 9+775	8,0	9,2	64,9	28,9	25	10739,30	Rp 1.812.794.072
STA 9+800	7,8	8,9	64,9	28,9	25	10428,47	Rp 1.760.325.778
STA 9+825	6,6	7,5	55,8	28,9	25	7922,91	Rp 1.337.386.723
STA 9+850	5,9	6,8	51,1	28,9	25	6772,54	Rp 1.143.204.688
TOTAL VOLUME & BIAYA						**126279,9**	**Rp 21.316.054.464**

5.5.2 Perhitungan Volume dan Biaya PVD

Berdasarkan Sub Bab 5.3.4 dapat diketahui bahwa PVD yang digunakan merupakan PVD sedalam 2/3 lapisan tanah lunak dengan jarak antar PVD 1,8 m. Untuk menentukan total biaya pengadaan dan pemasangan PVD perlu diketahui jumlah PVD untuk setiap tinggi timbunan.

PVD yang digunakan merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dimana harga pengadaan adalah Rp 3.300/m dan harga pemasangan adalah Rp 3.150/m. Berikut merupakan sektsa pemasangan dan contoh perhitungan jumlah PVD yang dibutuhkan pada STA 9+550.



Gambar 5.7 Sketsa Pemasangan PVD dan PHD

Total Biaya PVD pada STA 9+550

H_{final} = 5,1 m

L_b = 49,3 m

s = 1,8 m

L_{PVD} = 16 m

Jumlah PVD 1 Baris (Melintang) = L_b / s
= 49,3 m / 1,8 m
= 28 buah

$L_{memanjang}$ = 25 m

Jumlah PVD 1 Baris (Memanjang) = $L_{memanjang}$ / 0,866s
= 25 m / (0,866 x 1,8 m)
= 17 buah

Jumlah PVD STA 9+550 = 28 x 17
= 476 buah

Total Panjang PVD STA 9+550 = 476 x 16 m
= 7616 m

Biaya Pengadaan = 7616 m x Rp 3.300/m
= Rp 25.132.800,00

Biaya Pemasangan = 7616 m x Rp 3.150/m

= Rp 23.990.400,00

Biaya Total = Rp 25.132.800,00 + Rp 23.990.400,00
= Rp 49.123.200,00

Perhitungan total biaya pengadaan dan pemasangan PVD setiap STA dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.16 Total Biaya PVD

STA	H_{final}	$L_{b\ timbunan}$	s	Jumlah PVD 1 Baris	$L_{memanjang}$	Jumlah Baris	Panjang	Total Panjang	Biaya Pengadaan	Biaya Pemasangan	Biaya Total
	(m)	(m)	(m)	(buah)	(m)	(buah)	(m)	(m)			
STA 9+550	5,1	49,3	1,8	28	25	17	16	7616	Rp 25.132.800	Rp 23.990.400	Rp 49.123.200
STA 9+575	7,1	57,3	1,8	32	25	17	16	8704	Rp 28.723.200	Rp 27.417.600	Rp 56.140.800
STA 9+600	7,4	58,5	1,8	33	25	17	16	8976	Rp 29.620.800	Rp 28.274.400	Rp 57.895.200
STA 9+625	7,8	60,1	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+650	7,9	60,5	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+675	8,2	61,7	1,8	35	25	17	16	9520	Rp 31.416.000	Rp 29.988.000	Rp 61.404.000
STA 9+700	8,2	61,7	1,8	35	25	17	16	9520	Rp 31.416.000	Rp 29.988.000	Rp 61.404.000
STA 9+725	7,9	60,5	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+750	8,0	60,9	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+775	8,0	60,9	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+800	7,8	60,1	1,8	34	25	17	16	9248	Rp 30.518.400	Rp 29.131.200	Rp 59.649.600
STA 9+825	6,6	55,3	1,8	31	25	17	16	8432	Rp 27.825.600	Rp 26.560.800	Rp 54.386.400
STA 9+850	5,9	52,5	1,8	30	25	17	16	8160	Rp 26.928.000	Rp 25.704.000	Rp 52.632.000
TOTAL VOLUME & BIAYA								**116416,0**			**Rp 750.883.200**

5.5.3 Perhitungan Volume dan Biaya PHD

Pada Tugas Akhir ini PHD yang digunakan merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dengan harga Rp 19.850/m. Berdasarkan Sub Bab 5.3.5 dapat diketahui bahwa PHD dipasang sepanjang panjang melintang timbunan dan perlu ada tambahan panjang 2 m pada setiap sisi timbunan sebagai *overlap* saluran drainase. Sehingga, total biaya pemasangan PHD dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan sketsa pemasangan PHD dapat dilihat pada Gambar 5.8. Sedangkan untuk contoh perhitungan biaya pemasangan PHD pada STA 9+550 adalah sebagai berikut.

H_{final} = 5,1 m

L_b = 49,3 m

Panjang PHD 1 Baris = L_b + $L_{overlap}$
= 49,3 m + (2 x 2 m)
= 53,3 m

Jumlah Baris PHD = Panjang 1 STA / 0,866s
= 25 m / 0,866s
= 25 m / (0,866 x 1,8 m)
= 17 baris

Total Panjang PHD = Jumlah PHD x Panjang PHD 1 Baris
= 17 x 53,3 m
= 906,1 m

Biaya Total = 906,1 m x Rp 19.850/m
= Rp 17.986.085,00

Tabel 5.17 Total Biaya PHD

STA	H_{final}	$L_{b\ timbunan}$	Overlap	Panjang PHD 1 Baris	Jumlah PHD	Total Panjang PHD	Biaya Total	
	(m)	(m)	(m)	(m)	(buah)	(m)		
STA 9+550	5,1	49,3	4	53,3	17	906,1	Rp	17.986.085
STA 9+575	7,1	57,3	4	61,3	17	1042,1	Rp	20.685.685
STA 9+600	7,4	58,5	4	62,5	17	1062,5	Rp	21.090.625
STA 9+625	7,8	60,1	4	64,1	17	1089,7	Rp	21.630.545
STA 9+650	7,9	60,5	4	64,5	17	1096,5	Rp	21.765.525
STA 9+675	8,2	61,7	4	65,7	17	1116,9	Rp	22.170.465
STA 9+700	8,2	61,7	4	65,7	17	1116,9	Rp	22.170.465
STA 9+725	7,9	60,5	4	64,5	17	1096,5	Rp	21.765.525
STA 9+750	8,0	60,9	4	64,9	17	1103,3	Rp	21.900.505
STA 9+775	8,0	60,9	4	64,9	17	1103,3	Rp	21.900.505
STA 9+800	7,8	60,1	4	64,1	17	1089,7	Rp	21.630.545
STA 9+825	6,6	55,3	4	59,3	17	1008,1	Rp	20.010.785
STA 9+850	5,9	52,5	4	56,5	17	960,5	Rp	19.065.925
TOTAL BIAYA							**Rp**	**273.773.185**

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

BAB VI
PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH

Perencanaan perkuatan timbunan tanah dilakukan dengan menggunakan perkuatan timbunan berupa *geotextile* dan *micropile*. Kebutuhan perkuatan timbunan tanah ini akan dihitung untuk masing-masing zoning timbunan. Dari kedua alternatif perkuatan timbunan tersebut kemudian akan dipilih pekuatan timbunan yang paling ekonomis.

6.1 Perencanaan Perkuatan Timbunan dengan *Geotextile*

Pada perencanaan ini *geotextile* digunakan sebagai alternatif perkuatan timbunan tanah guna meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah timbunan. Pada Tugas Akhir ini *geotextile* yang digunakan merupakan *Polypropylene Woven Geotextiles* tipe UW-250 dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL yang memiliki kekuatan tarik sebesar 52 kN/m.

Pemasangan *geotextile* dimulai dari lantai kerja yaitu 0,6 m di atas tanah dasar. Pemasangan *geotextile* dilakukan per lapis dengan jarak setiap lapisan adalah 0,2 meter. Berikut merupakan data perencanaan dan langkah-langkah perencanaan perkuatan timbunan tanah dengan *geotextile* pada tinggi timbunan 5,9 m.

1. Data Perencanaan
   - SF Rencana = 1,3
   - Sv = 0,2 m
   - $\gamma_{timbunan}$ = 1,9 t/m^3
   - Ø = 30^o
   - c = 0
   - T_{ult} = 52 kN/m
2. Data geometri timbunan dan bidang longsor
   - Lebar timbunan (B) = 52,5 m
   - H_{final} = 5 m
   - $H_{inisial}$ = 5,6 m

- *Settlement* = 1,34 m
- Tinggi Pemasangan = 5,6 m – 0,6 m
  = 5 m

Untuk menentukan bidang longsor pada perencanaan ini dilakukan analisis menggunakan program bantu XSTABL. Analisis dilakukan sebanyak lima kali percobaan sehingga dihasilkan lima bidang longsor seperti pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Rekapitulasi Koordinat Bidang Longsor Hasil Analisis XSTABL untuk Tinggi Timbunan 5 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_c	y_c	y_A	y_B
				m			kNm				
1	0,904	33,65	33,87	12,39	25	45,41	4988	45,41	21,48	25,30	25,30
2	0,926	33,6	30,98	8,66	27,33	42,19	2454	42,19	22,32	25,30	25,30
3	0,981	35,51	31,68	9,88	28,22	45,24	3753	45,24	21,80	25,30	25,30
4	0,886	33,21	32,96	10,45	26,44	43,22	3122	43,22	22,51	25,30	25,30
5	0,892	33,65	32,95	10,43	26,89	43,64	3224	43,64	22,52	25,30	25,30

Berikut contoh perhitungan perencanaan *geotextile* untuk bidang longsor Percobaan 1.

3. Perhitungan nilai tambahan momen
   - Momen Dorong

     $M_{dorong} = \frac{M_{Rmin}}{SF}$

     $= \frac{4988\ kNm}{0,904}$

     = 5517,70 kNm
   - Momen Rencana

     $SF_{rencana}$ = 1,3

     $M_{Rrencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana}$

     = 5517,70 kNm x 1,3

     = 7173,01 kNm
   - Tambahan Momen

     $\Delta M_R = M_{Rrencana} - M_{Rmin}$

     = 7173,01 – 4988

     = 2185,01 kNm

4. Perhitungan kuat tarik izin 1 lapis *geotextile*

$T_{allow} = \frac{T_{ult}}{SF_{id} \times SF_{cr} \times SF_{cd} \times SF_{bd}}$

$= \frac{52\ kN/m}{1,2 \times 2 \times 1,2 \times 1,2}$

$= 15,05$ kN/m

5. Perhitungan kebutuhan *geotextile*

Kebutuhan *geotextile* dihitung berdasarkan pada nilai momen tambahan yang harus dipenuhi oleh *geotextile*. Perhitungan momen pada setiap lapisan *geotextile* adalah sebagai berikut.

Lapisan 1 pada ketinggian 0,6 m:

Digunakan 1 layer

$M_{geotextile}$ = T_{allow} x T_i x jumlah layer

$T_i = y_o - y_z + 0,6$ m

$= 33,87 - 25,30 + 0,6$ m

$= 7,97$ m

$M_{geotextile} = 15,05$ x 7,97 m x 2

$= 239,84$ kNm

Untuk lapisan selanjutnya momen *geotextile* dihitung dengan cara yang sama sampai momen *geotextile* melebihi nilai tambahan momen yang dibutuhkan. Berdasarkan Tabel 6.2 dibutuhkan 11 lapis *geotextile* untuk memenuhi nilai tambahan momen yang dibutuhkan.

ΣMomen	>	ΔM_R
2307,20 kNm	>	2185,01 kNm (OK)

Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Momen *Geotextile*

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	H_i (m)	T_i (m)	$M_{geotextile}$ (kNm)	$\Sigma M_{geotextile}$ (kNm)
1	2	5,0	7,97	239,84	239,84
2	2	4,8	7,77	233,82	473,66
3	2	4,6	7,57	227,80	701,46
4	2	4,4	7,37	221,78	923,24
5	2	4,2	7,17	215,76	1139,00
6	2	4,0	6,97	209,75	1348,75
7	2	3,8	6,77	203,73	1552,48
8	2	3,6	6,57	197,71	1750,19
9	2	3,4	6,37	191,69	1941,88
10	2	3,2	6,17	185,67	2127,55
11	2	3,0	5,97	179,65	2307,20

6. Perhitungan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor

   Pada ketinggian 0,6 m

   Lapisan 1 pada ketinggian 0,6 m:

   Le $= \frac{T_{allow} \times SF_{renc}}{(\tau_1+\tau_2) \times E}$

   T_{allow} = 15,05 kN/m

   τ_1 $= Cu_1 + \sigma_v \tan Ø_1$

   $= 0 + (19\ kN/m^3 \times 5 \times \tan 30^o)$

   $= 54{,}393\ kN/m^2$

   Dikarenakan pemasangan *geotextile* dimulai pada lantai kerja, maka:

   $\tau_2 = \tau_1$

   $= 54{,}393\ kN/m^2$

   E = 0,8

   $L_e = \frac{15{,}05\ {}^{kN}/_{m} \times 1{,}3}{\left(54{,}393\ {}^{kN}/_{m^2} + 54{,}393\ {}^{kN}/_{m^2}\right)}$

   = 0,23 m

   Apabila nilai L_e < 1 m, maka digunakan:

   L_e = 1 m

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Belakang Bidang Longsor (L_e) Setiap Lapisan

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	H_i (m)	T_i (m)	τ_1 (kN/m^2)	τ_2 (kN/m^2)	Le (m)	Le (m)
1	2	5,0	7,97	54,393	54,393	0,23	1,00
2	2	4,8	7,77	52,199	52,199	0,24	1,00
3	2	4,6	7,57	50,005	50,005	0,25	1,00
4	2	4,4	7,37	47,811	47,811	0,26	1,00
5	2	4,2	7,17	45,617	45,617	0,27	1,00
6	2	4,0	6,97	43,423	43,423	0,29	1,00
7	2	3,8	6,77	41,229	41,229	0,30	1,00
8	2	3,6	6,57	39,036	39,036	0,32	1,00
9	2	3,4	6,37	36,842	36,842	0,34	1,00
10	2	3,2	6,17	34,648	34,648	0,36	1,00
11	2	3,0	5,97	32,454	32,454	0,38	1,00

7. Perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor
   Perhitungan panjang *geotextile* di depan longsor dilakukan dengan menggunakan koordinat hasil analisis menggunakan program bantu XSTABL dengan cara sebagai berikut.
   L_D = koord-x pada bidang longsor – koord-x tepi timbunan
   Hasil perhitungan panjang *geotextile* untuk bidang longsor pertama pada setiap lapisan pada timbunan dengan tinggi 5 m dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Panjang *Geotextile* di Depan Bidang Longsor (L_D) Setiap Lapisan

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Koordinat y Geotextile	Koordinat Pakai		Koordinat x Tepi Timb.	L_D (m)
			x	y		
1	2	25,90	45,41	25,90	31,20	14,21
2	2	26,10	45,41	26,10	31,60	13,81
3	2	26,30	45,41	26,30	32,00	13,41
4	2	26,50	45,41	26,50	32,40	13,01
5	2	26,70	45,41	26,70	32,80	12,61
6	2	26,90	45,41	26,90	33,20	12,21
7	2	27,10	45,41	27,10	33,60	11,81
8	2	27,30	45,41	27,30	34,00	11,41
9	2	27,50	45,41	27,50	34,40	11,01
10	2	27,70	45,41	27,70	34,80	10,61
11	2	27,90	45,41	27,90	35,20	10,21

8. Perhitungan panjang total *geotextile*
   Untuk setengah sisi timbunan panjang total *geotextile* dihitung dengan cara sebagai berikut.

L_{total} $= L_e + L_D$
$= 1 \text{ m} + 14{,}21 \text{ m}$
$= 15{,}21 \text{ m} \approx 16 \text{ m}$

Apabila nilai L_{total} melebihi ½ lebar timbunan maka *geotextile* dipakai sepanjang lebar timbunan. Untuk panjang *geotextile* yang dipakai untuk 2 sisi timbunan pada lapisan 1 dihitung dengan cara sebagai berikut.

L_{pakai} $= (2 \times L_{total}) + (2 \times L_o) + (2 \times Sv)$
$= (2 \times 16 \text{ m}) + (2 \times 0{,}5 \text{ m}) + (2 \times 0{,}2 \text{ m})$
$= 17{,}2 \text{ m}$

Hasil perhitungan panjang total *geotextile* lapisan lainnya pada timbunan dengan tinggi 5 m dapat dilihat pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Hasil Perhitungan Panjang Total *Geotextile*

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	14,21	15,21	16	24,45	16	1	0,2	17,2
2	2	1,00	13,81	14,81	15	24,05	15	1	0,2	16,2
3	2	1,00	13,41	14,41	15	23,65	15	1	0,2	16,2
4	2	1,00	13,01	14,01	15	23,25	15	1	0,2	16,2
5	2	1,00	12,61	13,61	14	22,85	14	1	0,2	15,2
6	2	1,00	12,21	13,21	14	22,45	14	1	0,2	15,2
7	2	1,00	11,81	12,81	13	22,05	13	1	0,2	14,2
8	2	1,00	11,41	12,41	13	21,65	13	1	0,2	14,2
9	2	1,00	11,01	12,01	13	21,25	13	1	0,2	14,2
10	2	1,00	10,61	11,61	12	20,85	12	1	0,2	13,2
11	2	1,00	10,21	11,21	12	20,45	12	1	0,2	13,2

Perhitungan *geotextile* tersebut kemudian dihitung untuk setiap bidang longsor pada setiap ketinggian acuan timbunan. Setelah kebutuhan panjang *geotextile* untuk setiap tinggi acuan timbunan diketahui kemudian dihitung kebutuhan *geotextile* untuk setiap tinggi rencana timbunan menggunakan interpolasi dan hasil kebutuhan *geotextile* untuk setiap tinggi rencana timbunan dapat dilihat pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan *Goetextile*

STA	H_{final}	Panjang Geotextile	Jumlah Layer	Jumlah Geotextile Setiap Layer
	(m)	(m)	(layer)	(buah)
STA 9+550	5,1	19	12	2
STA 9+575	7,1	23	26	2
STA 9+600	7,4	24	28	2
STA 9+625	7,8	26	31	2
STA 9+650	7,9	26	32	2
STA 9+675	8,2	26	33	2
STA 9+700	8,2	26	33	2
STA 9+725	7,9	26	32	2
STA 9+750	8,0	26	32	2
STA 9+775	8,0	26	32	2
STA 9+800	7,8	26	31	2
STA 9+825	6,6	24	21	2
STA 9+850	5,9	27	15	2

6.2 Perencanaan Perkuatan Timbunan dengan *Micropile*

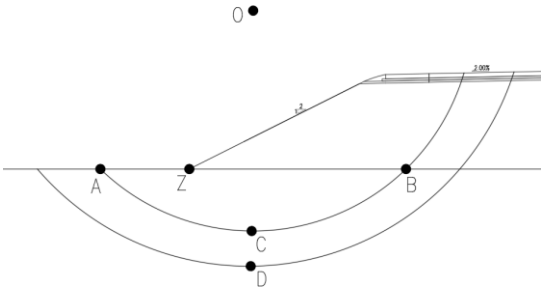
Micropile merupakan alternatif yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah. Pada Tugas Akhir ini *micropile* yang digunakan merupakan produk dari PT. Wijaya Karya Beton Tbk. jenis *Circle Spun Piles*. Langkah-langkah perhitungan *micropile* untuk bidang longsor percobaan 1 tinggi timbunan 5 m pada kedalaman tanah lunak 24 m adalah sebagai berikut.

- Data Perencanaan *Micropile*

  Jenis *Micropile* : *Circle Spun Piles*
  Tipe *Micropile* : D-300 Kelas C
  D = 300 mm
  f'c = 52 MPa
  t = 60 mm
  M_{cr} = 4 t.m
  M_{break} = 8 t.m
  I = 34.607,78 cm^4
  E = $4700 \times \sqrt{f'c}$

$$= 4700 \times \sqrt{52}$$
$$= 338.921{,}82 \text{ kg/cm}^2$$

- Data Geometri Timbunan dan Bidang Longsor



Gambar 6.1 Koordinat Bidang Longsor Analisis XSTABL

Lebar timbunan = 52,5 m

H_{final} = 5,9 m

$H_{inisial}$ = 6,8 m

Data koordinat hasil analisis 5 percobaan bidang longsor menggunakan XSTABL ditunjukkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Rekapitulasi Koordinat Bidang Longsor Hasil Analisis XSTABL untuk Tinggi Timbunan 5 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c	y_A	y_B
1	0,904	33,65	33,87	12,39	25	45,41	4988	45,41	21,48	25,30	25,30
2	0,926	33,6	30,98	8,66	27,33	42,19	2454	42,19	22,32	25,30	25,30
3	0,981	35,51	31,68	9,88	28,22	45,24	3753	45,24	21,80	25,30	25,30
4	0,886	33,21	32,96	10,45	26,44	43,22	3122	43,22	22,51	25,30	25,30
5	0,892	33,65	32,95	10,43	26,89	43,64	3224	43,64	22,52	25,30	25,30

Data koordinat hasil analisis menggunakan XSTABL untuk $SF_{rencana}$ = 1,2 ditunjukkan pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Koordinat Bidang Longsor untuk $SF_{rencana}$

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_d	y_d
1	1,206	40,09	35,73	15,14	29,11	54,53	11230	54,53	20,59

- Panjang *Micropile*

L_a (di atas bidang longsor) = koordinat ($y_z - y_c$)

= 25,30 – 21,48
= 3,82 m

L_b (bawah bidang longsor) = koordinat ($y_c - y_d$)
= 21,48 – 20,59
= 0,89 m

L_{total} = $L_a + L_b$
= 3,82 m + 0,89 m
= 4,71 m ≈ 6 m

Maka, digunakan *micropile* dengan panjang 6 m.

- Faktor Kekuatan Relatif (T)
  Faktor kekuatan relatif (T) dihitung berdasarkan harga f yang didapatkan dari grafik pada Gambar 2.11 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

  C_u = 0,018 kg/cm^2
  q_u = 2 x Cu
  = 2 x 0,018 kg/cm^2
  = 0,036 kg/cm^2
  f = 0,21 ton/ft^2
  = 0,032 x 0,21
  = 0,0067 kg/cm^2
  $T = \left(\frac{EI}{f}\right)^{1/5}$
  $= \left(\frac{338921{,}82 \times 34607.78}{0{,}0067}\right)^{1/5}$
  = 280,79 cm
  = 2,81 m

- Gaya Horizontal yang Dipikul 1 *Micropile*
  Perhitungan gaya horizontal yang dipikul 1 *micropile* membutuhkan harga Fm yang didapat dari grafik pada Gambar 2.12 dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

  $\frac{L}{T} = \frac{2{,}76\ \text{m}}{2{,}81\ \text{m}}$
  = 0,983

z = 0

F_m = 1

$$P = \frac{M_u}{F_m \times T}$$

$$= \frac{4 \text{ tm}}{1 \times 2{,}81 \text{ m}}$$

= 1,425 ton

= 14,25 kN

- Jumlah *Micropile* yang Dibutuhkan

$M_{dorong} = \frac{M_{Rmin}}{SF_{min}}$

$= \frac{3057\ kNm}{0{,}876}$

= 3489,73 kNm

$\Delta M_R = (M_{dorong})SF_{renc} - M_{Rmin}$

= (5517,70 kNm) 1,206 – 4988 kNm

= 1666,35 kNm

$$Fk = 2{,}643 \left(\frac{0{,}89+0{,}12\frac{L}{D}}{2{,}69}\right)\left(\frac{0{,}855Cu^{-0{,}392}}{2{,}865}\right)$$

$$= 2{,}643 \left(\frac{0{,}89+0{,}12\frac{1{,}95}{0{,}3}}{2{,}69}\right)\left(\frac{0{,}855 \times 0{,}018^{-0{,}392}}{2{,}865}\right)$$

= 2,365

P_{max} = P x F_k

= 14,25 kN x 2,365

= 33,69 kN

$$n = \frac{\Delta M_R}{P_{max} \times R}$$

$$= \frac{1666{,}35\ kNm}{33{,}69\ kN \times 9{,}89\ m}$$

= 3,46

= 6 buah

Langkah-langkah perhitungan tersebut kemudian diulang untuk bidang longsor dan tinggi timbunan acuan lainnya kemudian dipilih kebutuhan *micropile* terbanyak dari ke-5 bidang longsor pada masing-masing tinggi timbunan acuan. Setelah diketahui

kebutuhan *micropile* untuk setiap tinggi timbunan acuan kemudian dilakukan interpolasi untuk mengetahui kebutuhan *micropile* pada setiap STA. Hasil rekapitulasi perhitungan *micropile* untuk setiap STA dapat dilihat pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kebutuhan *Micropile*

STA	**H_{final}**	**Panjang *Micropile***	**Jumlah *Micropile***
	(m)	**(m)**	**(buah)**
STA 9+550	5,1	6	14
STA 9+575	7,1	6	27
STA 9+600	7,4	6	27
STA 9+625	7,8	6	28
STA 9+650	7,9	6	28
STA 9+675	8,2	6	29
STA 9+700	8,2	6	29
STA 9+725	7,9	6	28
STA 9+750	8,0	6	28
STA 9+775	8,0	6	28
STA 9+800	7,8	6	28
STA 9+825	6,6	6	30
STA 9+850	5,9	6	29

6.3 Perhitungan Biaya Material

6.3.1 Perhitungan Biaya *Geotextile*

Pada Tugas Akhir ini *geotextile* yang digunakan merupakan produk dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL dengan harga pengadaan Rp 18.000/m^2 dan harga pemasangan Rp 3.400/m^2. Berdasarkan perhitungan pada Sub Bab 6.1 dapat diketahui kebutuhan *geotextile* untuk masing-masing tinggi timbunan. Sehingga, perhitungan total biaya material *geotextile* setiap STA dapat dilihat pada Tabel 6.10 dan contoh perhitungan total biaya *geotextile* pada STA 9+550 adalah sebagai berikut.

Total Biaya *Geotextile* pada STA 9+550

H_{final} = 5,1 m

$H_{inisial}$ = 5,9 m
L_{total} = 912 m
L Memanjang = 25 m
Luas Total = 912 m x 25 m
= 22.800 m^2
Biaya Pengadaan = 22.800 m^2 x Rp 18.000,00/m^2
= Rp 410.400.000,00
Biaya Pemasangan = 22.800 m^2 x Rp 3.400,00/m^2
= Rp 77.520.000,00
Biaya Total = Rp 410.400.000,00 + Rp 77.520.000,00
= Rp 487.920.000,00

Tabel 6.10 Total Biaya *Geotextile*

STA	H_{final}	L_{total}	Luas Total	Biaya Pengadaan	Biaya Pemasangan	Biaya Total
	(m)	(m)	(m^2)			
STA 9+550	5,1	912	22800	Rp 410.400.000	Rp 77.520.000	Rp 487.920.000
STA 9+575	7,1	2392	59800	Rp 1.076.400.000	Rp 203.320.000	Rp 1.279.720.000
STA 9+600	7,4	2688	67200	Rp 1.209.600.000	Rp 228.480.000	Rp 1.438.080.000
STA 9+625	7,8	3224	80600	Rp 1.450.800.000	Rp 274.040.000	Rp 1.724.840.000
STA 9+650	7,9	3328	83200	Rp 1.497.600.000	Rp 282.880.000	Rp 1.780.480.000
STA 9+675	8,2	3432	85800	Rp 1.544.400.000	Rp 291.720.000	Rp 1.836.120.000
STA 9+700	8,2	3432	85800	Rp 1.544.400.000	Rp 291.720.000	Rp 1.836.120.000
STA 9+725	7,9	3328	83200	Rp 1.497.600.000	Rp 282.880.000	Rp 1.780.480.000
STA 9+750	8,0	3328	83200	Rp 1.497.600.000	Rp 282.880.000	Rp 1.780.480.000
STA 9+775	8,0	3328	83200	Rp 1.497.600.000	Rp 282.880.000	Rp 1.780.480.000
STA 9+800	7,8	3224	80600	Rp 1.450.800.000	Rp 274.040.000	Rp 1.724.840.000
STA 9+825	6,6	2016	50400	Rp 907.200.000	Rp 171.360.000	Rp 1.078.560.000
STA 9+850	5,9	1620	40500	Rp 729.000.000	Rp 137.700.000	Rp 866.700.000
TOTAL VOLUME & BIAYA			**906300**			**Rp 19.394.820.000**

6.3.2 Perhitungan Biaya *Micropile*

Pada Tugas Akhir ini *micropile* yang digunakan merupakan produk dari PT. Wijaya Karya Beton dengan biaya pengadaan sebesar Rp 745.338,00/m dan biaya pemasangan Rp 146.130/m. Berdasarkan perhitungan pada Sub Bab 6.2 dapat diketahui kebutuhan *micropile* untuk masing-masing tinggi timbunan. Sehingga, perhitungan total biaya material *micropile* setiap STA dapat dilihat pada Tabel 6.11 dan contoh perhitungan total biaya *micropile* pada STA 9+550 adalah sebagai berikut.

Total Biaya *Micropile* pada STA 9+550
H_{final} = 5,1 m

Panjang *Micropile* = 6 m
Jumlah 1 Baris = 14 buah
Jarak Antar *Micropile* = 2 m
Jumlah Memanjang = 25 m / 2 m
= 13 buah
Total Panjang = 14 x 13 x 6 m
= 840 m
Biaya Pengadaan = 840 m x Rp 745.338,00/m
= Rp 626.083.920,00
Biaya Pengadaan = 840 m x Rp 146.130,00/m
= Rp 122.749.200,00
Biaya Pengadaan = Rp 626.083.920 + Rp 122.749.200
= Rp 748.883.120,00

Tabel 6.11 Total Biaya *Micropile*

STA	H_{final} (m)	Panjang (m)	Jumlah (buah)	Total Panjang (m)	Biaya Pengadaan	Biaya Pemasangan	Biaya Total
STA 9+550	5,1	6	14	840	Rp 626.083.920	Rp 122.749.200	Rp 748.833.120
STA 9+575	7,1	6	27	2592	Rp 1.931.916.096	Rp 378.768.960	Rp 2.310.685.056
STA 9+600	7,4	6	27	2268	Rp 1.690.426.584	Rp 331.422.840	Rp 2.021.849.424
STA 9+625	7,8	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+650	7,9	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+675	8,2	6	29	2958	Rp 2.204.709.804	Rp 432.252.540	Rp 2.636.962.344
STA 9+700	8,2	6	29	2958	Rp 2.204.709.804	Rp 432.252.540	Rp 2.636.962.344
STA 9+725	7,9	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+750	8,0	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+775	8,0	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+800	7,8	6	28	2352	Rp 1.753.034.976	Rp 343.697.760	Rp 2.096.732.736
STA 9+825	6,6	6	30	2700	Rp 2.012.412.600	Rp 394.551.000	Rp 2.406.963.600
STA 9+850	5,9	6	29	1740	Rp 1.296.888.120	Rp 254.266.200	Rp 1.551.154.320
TOTAL VOLUME & BIAYA				**30168**			**Rp 26.893.806.624**

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

BAB VII
PERENCANAAN ALTERNATIF TIMBUNAN *GEOFOAM*

7.1 Perencanaan Timbunan EPS *Geofoam*

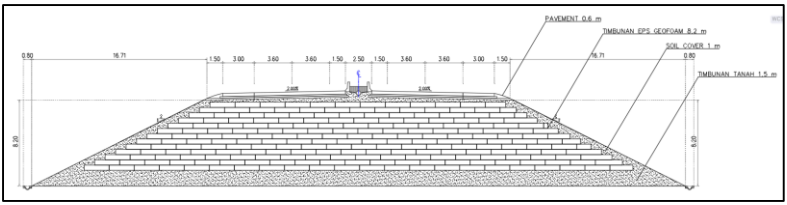
Material EPS *geofoam* merupakan material yang sangat ringan sehingga mengakibatkan material tersebut rawan terhadap gaya luar yang terjadi, seperti *hydrostatic uplift* dan translasi akibat air banjir dan angin. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya *hydrostatic uplift* dan translasi akibat air banjir dan angin timbunan EPS *geofoam* dikombinasikan dengan timbunan material tanah di bagian bawah dan di bagian atas timbunan EPS *geofoam.* Di bagian bawah timbunan tanah diberikan setinggi muka air banjir yang berfungsi untuk menahan gaya akibat air banjir. Sedangkan di bagian atas timbunan tanah berfungsi sebagai *soil cover* untuk membatasi antara material EPS *geofoam* dan perkerasan serta untuk pemberat timbuna EPS *geofoam* agar timbunan aman terhadap gaya angin yang terjadi.

7.1.1 Data Perencanaan

Material EPS *geofoam* digunakan karena memiliki berat jenis yang sangat ringan dibandingkan dengan material tanah. Material EPS *geofoam* yang digunakan ialah produk dari *Foam-Control Geofoam* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tipe *geofoam* = EPS15
- Berat jenis = 0,0144 t/m^3
- *Flexural Strength Max* = 172 kPa
- Soil Cover Rencana = 0,5 m

Contoh perencanaan timbunan menggunakan material EPS *geofoam* dapat dilihat pada Gambar 7.1 di bawah ini.



Gambar 7.1 Perencanaan Timbunan EPS *Geofoam*

7.1.2 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan EPS *Geofoam*

Dengan adanya tambahan material tanah pada timbunan maka akan menyebabkan pemampatan yang terjadi menjadi lebih besar daripada hanya digunakan timbunan EPS *geofoam.* Oleh karena itu, perlu diperhitungan besar tinggi awal timbunan supaya tinggi timbunan sesuai dengan yang direncanakan.

Langkah-langkah perhitungan tinggi timbunan awal ini sama dengan perhitungan tinggi timbunan awal untuk timbunan tanah. Contoh perhitungan tinggi timbunan awal untuk timbunan EPS *geofoam* dan tanah adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Tegangan *Overburden* dan Tegangan Prakonsolidasi Efektif

   Tegangan *overburden* efektif dihitung sedalam lapisan tanah *compressible* atau lapisan tanah lunak mampu mampat. Berdasarkan parameter tanah yang telah ditentukan pada Bab IV dapat diketahui kedalaman lapisan *compressible* yaitu 24 m. Berikut merupakan contoh perhitungan tegangan *overburden* efektif dan tegangan prakonsolidasi.

   a. Tegangan *Overburden* Efektif

      Diketahui data sebagai berikut:

      1) Lapisan Pertama
         - Tebal lapisan (H_1) : 1 m
         - Berat jenis tanah (γ_{sat}) : 1,52 t/m^3
         - Berat jenis air (γ_w) : 1,0 t/m^3

      2) Lapisan Kedua
         - Tebal lapisan (H_2) : 0,5 m
         - Berat jenis tanah (γ_{sat}) : 1,587 t/m^3

- Berat jenis air (γ_w) : 1,0 t/m^3

Perhitungan tegangan *overburden* efektif:

Lapisan Pertama

$p'_{o\,1}$ = γ_1' x ½H_1

= ($\gamma_{sat\,1}$ - $\gamma_{w\,1}$) x ½H

= (1,52 t/m^3 – 1,0 t/m^3) x ½(1 m)

= 0,26 t/m2

Lapisan Kedua

$p'_{o\,2}$ = (γ_1' x H_1) + (γ_2' x ½H_2)

= [0,52 t/m^3 x 1 m] + [(1,587 t/m^3 – 1,0 t/m^3) x 0,25 m]

= 0,667 t/m^2

b. Tegangan Pra Konsolidasi

Fluktuasi muka air tanah ($H_{fluktuasi}$) = 1,5 m

Δp_f = γ_w x $H_{fluktuasi}$

$= 1{,}0\ t/m^3 \times 1{,}5\ m$

$= 1{,}5\ t/m^2$

$p'_{c\,1} = p'_{o\,1} + \Delta p_f$

$= 0{,}26\ t/m^2 + 1{,}5\ t/m^2$

$= 1{,}76\ t/m^2$

$p'_{c\,2} = p'_{o\,2} + \Delta p_f$

$= 0{,}667\ t/m^2 + 1{,}5\ t/m^2$

$= 2{,}167\ t/m^2$

Hasil perhitungan untuk lapisan tanah berikutnya dapat dilihat pada Tabel 7.1 di bawah ini dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 7.1 Rekapitulasi Tegangan *Overburden* Efektif dan Tegangan Pra Konsolidasi

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375

2. Pemampatan Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam*

Beban dan tinggi timbunan yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1) $Q_{EPS\,1} = 0{,}04\ t/m^2 \rightarrow H_{EPS\,1} = 2{,}8\ m$
2) $Q_{EPS\,2} = 0{,}05\ t/m^2 \rightarrow H_{EPS\,2} = 3{,}5\ m$
3) $Q_{EPS\,3} = 0{,}06\ t/m^2 \rightarrow H_{EPS\,3} = 4{,}2\ m$
4) $Q_{EPS\,4} = 0{,}07\ t/m^2 \rightarrow H_{EPS\,4} = 4{,}9\ m$

5) $q_{EPS\ 5}$ = 0,08 t/m^2 → $H_{EPS\ 5}$ = 5,6 m
6) $q_{EPS\ 6}$ = 0,09/m^2 → $H_{EPS\ 6}$ = 6,3 m
7) $q_{EPS\ 7}$ = 0,10 t/m^2 → $H_{EPS\ 7}$ = 6,9 m
8) $q_{EPS\ 8}$ = 0,11 t/m^2 → $H_{EPS\ 8}$ = 7,6 m
9) $q_{EPS\ 9}$ = 0,12 t/m^2 → $H_{EPS\ 9}$ = 8,3 m

Berikut merupakan contoh perhitungan penambahan tegangan vertikal akibat beban timbunan dengan kemiringan lereng 1:2 dengan ketinggian timbunan EPS 2,8 m dan tinggi timbunan tanah 1,5 m pada titik tinjauan Z_1 (kedalaman 1 m).

$q_{timbunan}$ = 0,05 t/m^2
$H_{timbunan}$ = 2,8 m
B_1 = ½ x $L_{timbunan}$
= ½ x 28,9 m
= 14,45 m
B_2 = 2 x $H_{timbunan}$
= 2 x 2,8 m
= 5,6 m
Z = $H_{timb.\ tanah}$ + (½ x H)
= 1,5 m + (½ x 1 m)
= 2 m
α_1 = $\tan^{-1}\left(\frac{B_1+B_2}{z}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian)
= $\tan^{-1}\left(\frac{14,45+5,6}{2}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{14,45}{2}\right)$
= 2,171^o
α_2 = $\tan^{-1}\left(\frac{B_1}{z}\right)$ (radian)
= $\tan^{-1}\left(\frac{14,45}{2}\right)$
= 82,120^o
Δp = $\frac{q_o}{180}\left[\left(\frac{B_1+B_2}{B_2}\right) \times (\alpha_1+\alpha_2) - \left(\frac{B_1}{B_2} \times \alpha_2\right)\right]$
= $\frac{0,05}{180}\left[\left(\frac{14,45+5,6}{5,6}\right) \times (2,171° + 82,12°) - \left(\frac{14,45}{6,9} \times 82,12°\right)\right]$
= 0,02 t/m^2 (untuk satu sisi timbunan)
$2\Delta p$ = 2 x 0,02 t/m^2
= 0,04 t/m^2 (untuk dua sisi timbunan)

Hasil perhitungan selanjutnya untuk beban timbunan 0,05 t/m^2 dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan hasil perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 7.2 Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2

Kedalaman			H	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$
m			m	m	^{o}	^{o}	t/m^2	t/m^2
0	-	1	1	2	2,171	82,120	0,020	0,040
1	-	1,5	0,5	2,75	2,948	79,225	0,020	0,040
1,5	-	2	0,5	3,25	3,448	77,324	0,020	0,040
2	-	3	1	4	4,166	74,527	0,020	0,040
3	-	4	1	5	5,054	70,913	0,020	0,040
4	-	5	1	6	5,855	67,451	0,020	0,039
5	-	6	1	7	6,562	64,153	0,020	0,039
6	-	7	1	8	7,174	61,030	0,019	0,039
7	-	8	1	9	7,694	58,084	0,019	0,038
8	-	8,5	0,5	9,75	8,026	55,991	0,019	0,038
8,5	-	9,5	1	10,5	8,311	53,996	0,019	0,037
9,5	-	10,5	1	11,5	8,622	51,486	0,018	0,037
10,5	-	11,5	1	12,5	8,863	49,138	0,018	0,036
11,5	-	12,5	1	13,5	9,041	46,947	0,018	0,035
12,5	-	13,5	1	14,5	9,164	44,901	0,017	0,035
13,5	-	14,5	1	15,5	9,240	42,992	0,017	0,034
14,5	-	15,5	1	16,5	9,275	41,210	0,017	0,033
15,5	-	16,5	1	17,5	9,275	39,547	0,016	0,032
16,5	-	17,5	1	18,5	9,246	37,993	0,016	0,032
17,5	-	18,5	1	19,5	9,194	36,539	0,015	0,031
18,5	-	19,5	1	20,5	9,121	35,179	0,015	0,030
19,5	-	20	0,5	21,25	9,057	34,216	0,015	0,030
21	-	22	1	22	8,984	33,298	0,015	0,029
22	-	23	1	23	8,877	32,140	0,014	0,028
23	-	24	1	24	8,762	31,051	0,014	0,028

Selanjutnya dapat dihitung besar pemampatan untuk setiap asumsi beban timbunan EPS *geofoam*. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.5 dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 7.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	2	0,260	1,760	0,040	0,070	0,350	1,540	0,002	0,002
1	-	1,5	0,5	2,75	0,667	2,167	0,040	0,069	0,344	1,409	0,000	0,002
1,5	-	2	0,5	3,25	0,981	2,481	0,040	0,058	0,288	1,376	0,000	0,002
2	-	3	1	4	1,484	2,984	0,040	0,058	0,288	1,376	0,000	0,003
3	-	4	1	5	2,154	3,654	0,040	0,058	0,288	1,376	0,000	0,003
4	-	5	1	6	2,819	4,319	0,039	0,064	0,320	1,438	0,000	0,003
5	-	6	1	7	3,479	4,979	0,039	0,064	0,320	1,438	0,000	0,003
6	-	7	1	8	4,139	5,639	0,039	0,064	0,320	1,438	0,000	0,003
7	-	8	1	9	4,762	6,262	0,038	0,069	0,344	1,409	0,000	0,003
8	-	8,5	0,5	9,75	5,202	6,702	0,038	0,069	0,344	1,409	0,000	0,003
8,5	-	9,5	1	10,5	5,609	7,109	0,037	0,070	0,350	1,540	0,000	0,003
9,5	-	10,5	1	11,5	6,129	7,629	0,037	0,070	0,350	1,540	0,000	0,003
10,5	-	11,5	1	12,5	6,649	8,149	0,036	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
11,5	-	12,5	1	13,5	7,169	8,669	0,035	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
12,5	-	13,5	1	14,5	7,689	9,189	0,035	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
13,5	-	14,5	1	15,5	8,209	9,709	0,034	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
14,5	-	15,5	1	16,5	8,729	10,229	0,033	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
15,5	-	16,5	1	17,5	9,249	10,749	0,032	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
16,5	-	17,5	1	18,5	9,769	11,269	0,032	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
17,5	-	18,5	1	19,5	10,289	11,789	0,031	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
18,5	-	19,5	1	20,5	10,809	12,309	0,030	0,070	0,350	1,540	0,000	0,004
19,5	-	20	0,5	21,25	11,220	12,720	0,030	0,062	0,308	1,411	0,000	0,004
21	-	22	1	22	11,671	13,171	0,029	0,062	0,308	1,411	0,000	0,004
22	-	23	1	23	12,273	13,773	0,028	0,062	0,308	1,411	0,000	0,004
23	-	24	1	24	12,875	14,375	0,028	0,062	0,308	1,411	0,000	0,004

3. Pemampatan Akibat Beban Timbunan Tanah

Timbunan tanah diberikan setinggi muka air banjir yaitu 1,5 m. Meski ketinggian timbunan tanah selalu selama untuk setiap tinggi rencana timbunan, tetapi lebar timbunannya akan berbeda menyesuaikan tinggi rencana timbunan. Langkah perhitungan pemampatan akibat beban timbunan tanah sama dengan langkah perhitungan akibat beban timbunan EPS *geofoam.* Hasil perhitungan perhitungan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 7.4 Hasil Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan Tanah dan EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2

Kedalaman			**H**	**z**	**α_1**	**α_2**	**Δp**	**$2\Delta p$**
m			**m**	**m**	**°**	**°**	**t/m^2**	**t/m^2**
0	-	1	1	0,5	0,187	88,568	1,425	2,850
1	-	1,5	0,5	1,25	0,465	86,425	1,425	2,850
1,5	-	2	0,5	1,75	0,649	85,001	1,425	2,849
2	-	3	1	2,5	0,921	82,877	1,424	2,848
3	-	4	1	3,5	1,273	80,076	1,422	2,845
4	-	5	1	4,5	1,609	77,323	1,420	2,839
5	-	6	1	5,5	1,927	74,628	1,416	2,831
6	-	7	1	6,5	2,222	72,001	1,410	2,820
7	-	8	1	7,5	2,494	69,449	1,402	2,805
8	-	8,5	0,5	8,25	2,682	67,589	1,396	2,792
8,5	-	9,5	1	9	2,856	65,778	1,388	2,776
9,5	-	10,5	1	10	3,065	63,441	1,377	2,753
10,5	-	11,5	1	11	3,249	61,196	1,363	2,727
11,5	-	12,5	1	12	3,410	59,043	1,349	2,698
12,5	-	13,5	1	13	3,547	56,983	1,333	2,666
13,5	-	14,5	1	14	3,662	55,015	1,316	2,631
14,5	-	15,5	1	15	3,757	53,138	1,298	2,595
15,5	-	16,5	1	16	3,834	51,348	1,279	2,557
16,5	-	17,5	1	17	3,894	49,643	1,259	2,518
17,5	-	18,5	1	18	3,939	48,021	1,239	2,477
18,5	-	19,5	1	19	3,970	46,477	1,218	2,436
19,5	-	20	0,5	19,8	3,986	45,368	1,202	2,405
21	-	22	1	20,5	3,995	44,301	1,187	2,373
22	-	23	1	21,5	4,000	42,938	1,165	2,331
23	-	24	1	22,5	3,995	41,641	1,144	2,289

Tabel 7.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Besar Pemampatan Akibat Beban Timbunan dan Tanah EPS *Geofoam* 0,04 t/m^2

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	1,75	0,981	2,481	2,849	0,058	0,288	1,376	0,016	0,096
2	-	3	1	2,5	1,484	2,984	2,848	0,058	0,288	1,376	0,027	0,123
3	-	4	1	3,5	2,154	3,654	2,845	0,058	0,288	1,376	0,022	0,145
4	-	5	1	4,5	2,819	4,319	2,839	0,064	0,320	1,438	0,020	0,165
5	-	6	1	5,5	3,479	4,979	2,831	0,064	0,320	1,438	0,018	0,183
6	-	7	1	6,5	4,139	5,639	2,820	0,064	0,320	1,438	0,016	0,198
7	-	8	1	7,5	4,762	6,262	2,805	0,069	0,344	1,409	0,015	0,213
8	-	8,5	0,5	8,25	5,202	6,702	2,792	0,069	0,344	1,409	0,007	0,220
8,5	-	9,5	1	9	5,609	7,109	2,776	0,070	0,350	1,540	0,013	0,233
9,5	-	10,5	1	10	6,129	7,629	2,753	0,070	0,350	1,540	0,012	0,245
10,5	-	11,5	1	11	6,649	8,149	2,727	0,070	0,350	1,540	0,011	0,255
11,5	-	12,5	1	12	7,169	8,669	2,698	0,070	0,350	1,540	0,010	0,265
12,5	-	13,5	1	13	7,689	9,189	2,666	0,070	0,350	1,540	0,009	0,275
13,5	-	14,5	1	14	8,209	9,709	2,631	0,070	0,350	1,540	0,009	0,283
14,5	-	15,5	1	15	8,729	10,229	2,595	0,070	0,350	1,540	0,008	0,291
15,5	-	16,5	1	16	9,249	10,749	2,557	0,070	0,350	1,540	0,007	0,299
16,5	-	17,5	1	17	9,769	11,269	2,518	0,070	0,350	1,540	0,007	0,306
17,5	-	18,5	1	18	10,289	11,789	2,477	0,070	0,350	1,540	0,006	0,312
18,5	-	19,5	1	19	10,809	12,309	2,436	0,070	0,350	1,540	0,006	0,318
19,5	-	20	0,5	19,8	11,220	12,720	2,405	0,062	0,308	1,411	0,003	0,321
21	-	22	1	20,5	11,671	13,171	2,373	0,062	0,308	1,411	0,005	0,325
22	-	23	1	21,5	12,273	13,773	2,331	0,062	0,308	1,411	0,005	0,330
23	-	24	1	22,5	12,875	14,375	2,289	0,062	0,308	1,411	0,004	0,334

4. Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan

Berikut contoh perhitungan penambahan tegangan akibat beban perkerasan jalan pada kedalaman tanah dasar 1 m dengan beban timbunan EPS *geofoam* 0,04 t/m^2 dan tinggi timbunan tanah 1,5 m.

Lebar jalan = 28,9 m

$H_{rigid\ pavement}$ = 0,3 m

$H_{lean\ concrete}$ = 0,15 m

$H_{agregat\ pondasi}$ = 0,15 m

$q_{rigid\ pavement}$ = 0,3 m x 2,4 t/m^3

= 0,72 t/m^2

$q_{lean\ concrete}$ = 0,15 m x 2,4 t/m^3

= 0,36 t/m^2

$q_{agregat\ pondasi}$ = 0,15 m x 1,8 t/m^3

= 0,27 t/m^2

q_{total} = 1,35 t/m^2

z = tinggi timbunan + ½ kedalaman lapisan ditinjau
= 1,5 m + 2,8 m + 0,5 m
= 4,8 m

x = 14,45 m

y = ∞

m = x/z
= 14,45 m / 4,7 m
= 3,0

n = ∞

Nilai faktor pengaruh akibat beban perkerasan (segiempat) diperoleh dari kurva Gambar 2.1. Nilai I didapatkan dari konfigurasi nilai m dan n sehingga diperoleh nilai I = 0,248. Nilai I ini untuk seperempat ruas jalan. Sehingga, untuk seluruh ruas jalan dikalikan empat:

$\Delta p_{perkerasan}$ = 4 x I x q_{total}
= 4 x 0,248 x 1,35 t/m^2
= 1,339 t/m^2

$p'_o + \Delta p_{perkerasan}$ = 0,26 t/m^2 + 1,339 t/m^2
= 1,599 t/m^2

$p'_o + \Delta p_{perkerasan} < p'_c$

Maka, perhitungan besar pemampatan akibat perkerasan jalan menggunakan persamaan 2.5.

$$Sc = \frac{Cc}{1+e_o} H \log \frac{p'_o+\Delta p}{p'_o}$$

$$= \frac{0,35}{1+1,54} \times 1\ m \times \log \frac{1,599\ t/m^2}{0,26\ t/m^2}$$

= 0,022 m

Hasil perhitungan pemampatan akibat beban perkerasan jalan dengan timbunan tanah setinggi 1,5 m dan beban timbunan EPS *geofoam* 0,04 t/m^2 selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini dan perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 7.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Beban Perkerasan Jalan

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m
0	-	1	1	4,8	3,0	∞	0,248	1,339	0,260	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	5,5	2,6	∞	0,247	1,334	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	6,0	2,4	∞	0,245	1,323	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	6,8	2,1	∞	0,245	1,323	1,484	2,984	0,007
3	-	4	1	7,8	1,9	∞	0,241	1,301	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	8,8	1,6	∞	0,238	1,285	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	9,8	1,5	∞	0,232	1,253	3,479	4,979	0,004
6	-	7	1	10,8	1,3	∞	0,226	1,220	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	11,8	1,2	∞	0,224	1,210	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	12,5	1,2	∞	0,218	1,177	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	13,3	1,1	∞	0,218	1,177	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	14,3	1,0	∞	0,211	1,139	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	15,3	0,9	∞	0,205	1,107	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	16,3	0,9	∞	0,197	1,064	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	17,3	0,8	∞	0,197	1,064	7,689	9,189	0,002
13,5	-	14,5	1	18,3	0,8	∞	0,185	0,999	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	19,3	0,7	∞	0,185	0,999	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	20,3	0,7	∞	0,172	0,929	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	21,3	0,7	∞	0,172	0,929	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	22,3	0,6	∞	0,172	0,929	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	23,3	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	24,0	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	24,8	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	25,8	0,6	∞	0,157	0,848	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	26,8	0,5	∞	0,157	0,848	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,078**

5. Perhitungan Pemampatan Akibat *Soil Cover*

Soil cover berfungsi sebagai pelindung EPS *geofoam* terhadap paparan sinar ultraviolet sekaligus sebagai tambahan beban untuk stabilitas EPS *geofoam* terhadap gaya-gaya luar yang terjadi.

Soil cover direncanakan memiliki tinggi 0,5 m dan diletakkan di atas dan di sisi kanan dan kiri timbunan. Hasil perhitungan besar pemampatan akibat beban *soil cover* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7.7 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat *Soil Cover* di Atas Timbunan Tanah 1,5 m dan Timbunan EPS *Geofoam* 2,8 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	4,78	0,260	1,760	0,938	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	5,53	0,667	2,167	0,933	0,069	0,344	1,409	0,005	0,024
1,5	-	2	0,5	6,03	0,981	2,481	0,928	0,058	0,288	1,376	0,004	0,027
2	-	3	1	6,78	1,484	2,984	0,920	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	7,78	2,154	3,654	0,907	0,058	0,288	1,376	0,004	0,036
4	-	5	1	8,78	2,819	4,319	0,893	0,064	0,320	1,438	0,003	0,039
5	-	6	1	9,78	3,479	4,979	0,877	0,064	0,320	1,438	0,003	0,042
6	-	7	1	10,78	4,139	5,639	0,859	0,064	0,320	1,438	0,002	0,044
7	-	8	1	11,78	4,762	6,262	0,840	0,069	0,344	1,409	0,002	0,046
8	-	8,5	0,5	12,53	5,202	6,702	0,826	0,069	0,344	1,409	0,001	0,047
8,5	-	9,5	1	13,28	5,609	7,109	0,811	0,070	0,350	1,540	0,002	0,048
9,5	-	10,5	1	14,28	6,129	7,629	0,791	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
10,5	-	11,5	1	15,28	6,649	8,149	0,771	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
11,5	-	12,5	1	16,28	7,169	8,669	0,750	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
12,5	-	13,5	1	17,28	7,689	9,189	0,731	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
13,5	-	14,5	1	18,28	8,209	9,709	0,711	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
14,5	-	15,5	1	19,28	8,729	10,229	0,692	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
15,5	-	16,5	1	20,28	9,249	10,749	0,673	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
16,5	-	17,5	1	21,28	9,769	11,269	0,655	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
17,5	-	18,5	1	22,28	10,289	11,789	0,637	0,070	0,350	1,540	0,001	0,058
18,5	-	19,5	1	23,28	10,809	12,309	0,620	0,070	0,350	1,540	0,001	0,058
19,5	-	20	0,5	24,03	11,220	12,720	0,608	0,062	0,308	1,411	0,000	0,059
21	-	22	1	24,78	11,671	13,171	0,596	0,062	0,308	1,411	0,001	0,059
22	-	23	1	25,78	12,273	13,773	0,580	0,062	0,308	1,411	0,001	0,060
23	-	24	1	26,78	12,875	14,375	0,565	0,062	0,308	1,411	0,000	0,060

Tabel 7.8 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat *Soil Cover* di Sisi Kanan dan Kiri Timbunan Tanah 1,5 m dan Timbunan EPS *Geofoam* 2,8 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	0,260	1,760	0,896	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	1,25	0,667	2,167	0,816	0,069	0,344	1,409	0,005	0,023
1,5	-	2	0,5	1,75	0,981	2,481	0,765	0,058	0,288	1,376	0,003	0,026
2	-	3	1	2,5	1,484	2,984	0,694	0,058	0,288	1,376	0,004	0,030
3	-	4	1	3,5	2,154	3,654	0,610	0,058	0,288	1,376	0,003	0,033
4	-	5	1	4,5	2,819	4,319	0,538	0,064	0,320	1,438	0,002	0,035
5	-	6	1	5,5	3,479	4,979	0,478	0,064	0,320	1,438	0,001	0,036
6	-	7	1	6,5	4,139	5,639	0,428	0,064	0,320	1,438	0,001	0,037
7	-	8	1	7,5	4,762	6,262	0,386	0,069	0,344	1,409	0,001	0,038
8	-	8,5	0,5	8,25	5,202	6,702	0,358	0,069	0,344	1,409	0,000	0,038
8,5	-	9,5	1	9	5,609	7,109	0,334	0,070	0,350	1,540	0,001	0,039
9,5	-	10,5	1	10	6,129	7,629	0,307	0,070	0,350	1,540	0,001	0,040
10,5	-	11,5	1	11	6,649	8,149	0,283	0,070	0,350	1,540	0,000	0,040
11,5	-	12,5	1	12	7,169	8,669	0,262	0,070	0,350	1,540	0,000	0,041
12,5	-	13,5	1	13	7,689	9,189	0,244	0,070	0,350	1,540	0,000	0,041
13,5	-	14,5	1	14	8,209	9,709	0,228	0,070	0,350	1,540	0,000	0,041
14,5	-	15,5	1	15	8,729	10,229	0,215	0,070	0,350	1,540	0,000	0,042
15,5	-	16,5	1	16	9,249	10,749	0,202	0,070	0,350	1,540	0,000	0,042
16,5	-	17,5	1	17	9,769	11,269	0,191	0,070	0,350	1,540	0,000	0,042
17,5	-	18,5	1	18	10,289	11,789	0,181	0,070	0,350	1,540	0,000	0,042
18,5	-	19,5	1	19	10,809	12,309	0,172	0,070	0,350	1,540	0,000	0,043
19,5	-	20	0,5	19,75	11,220	12,720	0,166	0,062	0,308	1,411	0,000	0,043
21	-	22	1	20,5	11,671	13,171	0,160	0,062	0,308	1,411	0,000	0,043
22	-	23	1	21,5	12,273	13,773	0,153	0,062	0,308	1,411	0,000	0,043
23	-	24	1	22,5	12,875	14,375	0,146	0,062	0,308	1,411	0,000	0,043

6. Perhitungan $H_{inisial}$ dan H_{akhir}

Berikut contoh perhitungan Hinisial untuk beban timbunan 0,04 t/m^2 pada tanah lunak kedalaman 24 m.

$H_{inisial} = 2{,}8\ m + \frac{q+(Sc \times \gamma_w)}{\gamma_{timbunan}}$

$= 2{,}8\ m + \frac{0{,}04\ t/m^2 + (0{,}334 \times 1\ t/m^3)}{1{,}9\ t/m^3}$

$= 4{,}45$ m

Setelah diketahui $H_{inisial}$, maka dapat dihitung besar penurunan total akibat beban timbunan dan beban pavement serta H_{final} seperti pada contoh perhitungan di bawah ini.

$H_{final} = H_{inisial} - Sc_{tanah} - Sc_{EPS} - Sc_{pavem} - Sc_{soil\ cover} + H_{pavement}$

$= 4{,}45 - 0{,}334 - 0{,}004 - 0{,}078 - 0{,}103 + 0{,}6$

$= 4{,}53$ m

Sc_{total} = Sc_{tanah} + Sc_{EPS} + $Sc_{pavement}$ + $Sc_{soilcover}$
= 0,334 m + 0,004 m + 0,078 m + 0,103 m
= 0,519 m

Dengan cara yang sama dapat diperhitungan H_{final} dan Sc_{total} untuk masing-masing beban timbunan. Hasil perhitungan untuk masing-masing beban timbunan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7.9 Rekapitulasi $H_{inisial}$, H_{final}, dan Sc

No.	q_{EPS}	Sc Akibat Timb Tanah	$H_{inisial}$	Sc Akibat Timb EPS	Sc Akibat Pavem.	Sc Akibat Soil Cover	Tebal Pavem.	H_{final}	Sc_{total}
	t/m^2	m	m	m	m	m	m	m	m
1	0,04	0,334	4,45	0,004	0,078	0,103	0,6	4,53	0,519
2	0,05	0,337	5,15	0,005	0,077	0,105	0,6	5,23	0,524
3	0,06	0,339	5,85	0,006	0,076	0,107	0,6	5,92	0,528
4	0,07	0,341	6,54	0,007	0,076	0,108	0,6	6,61	0,531
5	0,08	0,343	7,24	0,008	0,075	0,109	0,6	7,30	0,534
6	0,09	0,344	7,93	0,009	0,074	0,109	0,6	8,00	0,536
7	0,10	0,345	8,63	0,010	0,073	0,109	0,6	8,69	0,537
8	0,11	0,346	9,32	0,010	0,072	0,110	0,6	9,38	0,538
9	0,12	0,347	10,02	0,011	0,072	0,110	0,6	10,08	0,540

Dapat dilihat pada Tabel 7.9 bahwa nilai $H_{inisial}$ lebih kecil daripada nilai H_{final}. Sehingga, untuk perencanaan timbunan EPS *geofoam* tidak dibutuhkan adanya tinggi timbunan awal.

Tabel 7.10 Besar Pemampatan yang Terjadi Akibat Beban Timbunan EPS *Geofoam*

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc
	m	m	m	m
STA 9+550	24	5,1	5,0	0,527
STA 9+575	24	7,1	7,0	0,535
STA 9+600	24	7,4	7,3	0,536
STA 9+625	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+650	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+675	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+700	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+725	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+750	24	8	7,9	0,538
STA 9+775	24	8	7,9	0,538
STA 9+800	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+825	24	6,6	6,5	0,534
STA 9+850	24	5,9	5,8	0,531

7.2 Perhitungan Stabilitas Timbunan EPS *Geofoam*

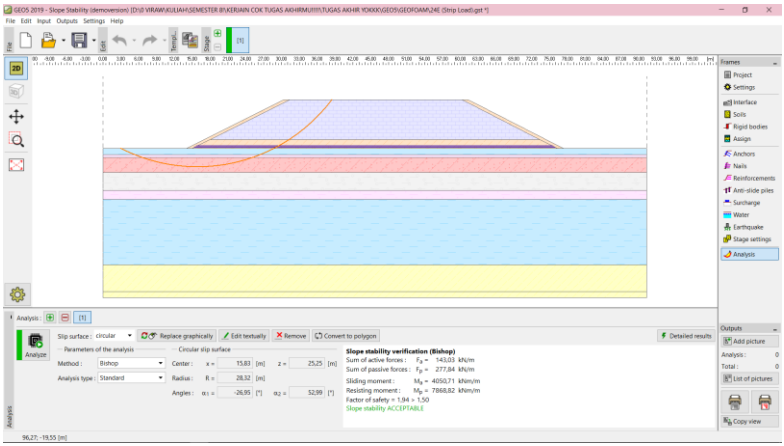
Material EPS *geofoam* memiliki berat jenis yang sangat kecil. Hal ini menyebabkan EPS *geofoam* menjadi rawan terhadap gaya-gaya luar yang terjadi. Oleh karena itu selain diperhitungkan *overall stability*-nya, perlu diperhitungkan stabilitas terhadap gaya luar yang terjadi yaitu gaya akibat air banjir dan angin. Namun, dikarenakan telah ada material tanah setinggi muka air banjir maka hanya diperhitungkan stabilitas terhadap translasi akibat angin.

7.2.1 *Slope Stability* Timbunan EPS *Geofoam*

Analisis *slope stability* bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar di bawah timbunan apakah mampu menahan beban timbunan di atasnya. Dengan adanya material tanah maka beban yang ditahan oleh tanah dasar menjadi semakin besar. Oleh karena itu untuk menghindari kelongsoran diberikan *geotextile*

minimum pada timbunan tanah untuk setiap STA yaitu sebanyak 2 lembar dengan panjang masing-masing selebar timbunan.

Analisis *slope stability* timbunan EPS *geofoam* dilakukan dengan menggunakan program bantu GEO5. Pada Gambar 7.6 merupakan contoh hasil analisis *slope stability* pada timbunan dengan tinggi akhir 9 m yang menghasilkan nilai *safety factor* sebesar 1,94.



Gambar 7.2 Hasil Analisis Timbunan EPS *Geofoam* dengan program bantu GEO5

7.2.2 Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin

Dikarenakan berat EPS *geofoam* yang sangat ringan, selain rawan terhadap potensi geser akibat air banjir, timbunan EPS *geofoam* juga memiliki potensi geser akibat gaya angin yang bekerja pada timbunan. Gaya angin yang terjadi pada timbunan juga dipengaruhi oleh tinggi timbunan. Semakin tinggi timbunan, maka semakin besar pula gaya yang terjadi pada timbunan. Berikut merupakan contoh langkah perhitungan stabilitas timbunan terhadap geser akibat angin dengan kecepatan 10 km/jam pada timbunan dengan tinggi akhir 5 m.

Diketahui:

H_{final} = 5 m

$T_{pavement}$ = 28,9 m
T_w = 28,9 m
B_w = 48,9 m
T_{EPS} = 3,5 m
T_{cover} = 0,5 m

1. Berat total EPS *geofoam*

$$W_{EPS} = \frac{H(T_w + B_w)}{2} \times \gamma_{EPS\ dry}$$
$$= \frac{5\ m(28,9\ m+48,9\ m)}{2} \times 0,0144\ t/m^3$$
$$= 1,96\ t/m$$

2. Berat *soil cover* sisi kanan dan kiri timbunan

$$W_{cover\ samping} = 2 \times \left(\gamma_{cover} \times \frac{T_{EPS}}{\sin\theta} \times \frac{T_{cover}}{\cos\theta}\right)$$
$$= 2 \times \left(1,9\ t/m^3 \times \frac{3,5\ m}{1/\sqrt{5}} \times \frac{0,5\ m}{2/\sqrt{5}}\right)$$
$$= 19\ t/m$$

3. Berat *soil cover* atas timbunan

$$W_{cover\ atas} = 2 \times \left(\gamma_{cover} \times \frac{T_{EPS}}{\sin\theta} \times \frac{T_{cover}}{\cos\theta}\right)$$
$$= 2 \times \left(1,9\ t/m^3 \times \frac{5,9\ m}{1/\sqrt{5}} \times \frac{1\ m}{2/\sqrt{5}}\right)$$
$$= 26,51\ t/m$$

4. Perhitungan tekanan angin yang bekerja pada timbunan

V = 10 km/jam
= 2,78 m/dt
Θ_u = 26,6°
P_u = 0,75 V^2 sin Θ_u
= 0,75 x (2,78 m/dt)^2 x sin (26,6°)
= 2,59 kPa

5. Perhitungan gaya angin yang bekerja pada timbunan

δ = 20^O
H_{timb} = 5,9 m
R_u = P_u x H_{timb}

= 2,59 kPa x 5,9 m
= 0,259 t/m^2 x 5,9 m
= 1,527 t/m

6. Perhitungan gaya *overburden* yang dibutuhkan agar timbunan aman

$$O_{REQ} = \frac{SF \times R_u}{\tan \delta} - W_{EPS}$$
$$= \frac{1{,}2 \times 1{,}527 \text{ t/m}}{\tan 20} - 1{,}96 \text{ t/m}$$
$$= 1{,}03 \text{ t/m}$$

7. O_{REQ} harus memenuhi persyaratan berikut

O_{REQ} < (γ_{pave} x T_{pave} x T_w) - (γ_{EPS} x T_{pave} x T_w) + W_{cover}
1,03 t/m < 86,87 t/m **(OK)**

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa timbunan EPS *geofoam* dengan tinggi 5 m mampu menahan angin hingga kecepatan 50 km/jam. Hasil perhitungan stabilitas terhadap translasi akibat kecepatan angin yang lebih tinggi pada tinggi timbunan akhir 5 m dapat dilihat pada Tabel 7.10 dimana pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa timbunan mampun menahan angin hingga kecepatan 50 km/jam.

Tabel 7.11 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin pada Timbunan H_{final} = 5 m

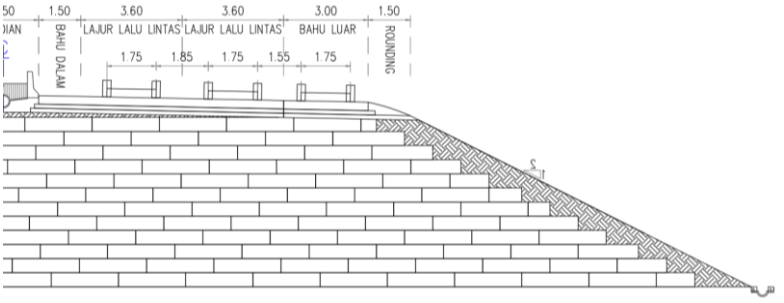
$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	$W_{cover\ samping}$	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	0,91	1,96	19	26,51	1,2	1,03	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	2,04	1,96	19	26,51	1,2	4,76	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	3,62	1,96	19	26,51	1,2	9,99	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	5,66	1,96	19	26,51	1,2	16,70	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	8,15	1,96	19	26,51	1,2	24,92	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	11,10	1,96	19	26,51	1,2	34,62	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	14,49	1,96	19	26,51	1,2	45,82	86,87	OK
45	26,6	20	52,41	18,34	1,96	19	26,51	1,2	58,51	86,87	OK
50	26,6	20	64,70	22,65	1,96	19	26,51	1,2	72,70	86,87	OK
55	26,6	20	78,29	27,40	1,96	19	26,51	1,2	88,38	86,87	NOT OK

7.2.3 Perbandingan Kekuatan Lentur Bahan *Geofoam* Terhadap Beban yang Terjadi

Setelah dipastikan timbunan EPS *geofoam* aman terhadap gaya-gaya luar yang terjadi, kemudian diperlukan analisis beban yang terjadi terhadap kekuatan lentur bahan *geofoam* untuk menentukan apakah kekuatan lentur dari EPS *geofoam* mampu

menahan beban yang terjadi di atasnya. Apabila kekuatan lentur bahan *geofoam* lebih besar dari tegangan vertikal yang diterima, maka bahan tersebut mampu menahan beban yang terjadi di atasnya dengan kata lain fleksibilitas bahan *geofoam* belum terlampaui. Namun, apabila terjadi sebaliknya maka bahan *geofoam* tidak mampu menahan beban yang terjadi di atasnya. Berikut merupakan langkah perhitungan tegangan vertikal yang terjadi di atas timbunan EPS *geofoam* akibat beban perkerasan dan lalu lintas.

1. Perkiraan beban lalu lintas yang terjadi
   Berdasarkan SNI 1725:2016 beban lalu lintas yang bekerja adalah beban truk dengan beban tiap roda sebesar 112,5 kN dengan asumsi lebar truk 2,75 m dan jarak antar roda 1,75 m. Berdasarkan rencana jalur yang ada kemudian dimodelkan beban truk untuk menentukan jarak antar roda terdekat (kritis). Jarak antar roda kritis ini nantinya akan menjadi jarak beban yang bekerja di atas timbunan EPS *geofoam*. Setelah dilakukan permodelan beban truk didapatkan jarak antar roda kritis adalah 1,55 m seperti dapat dilihat pada Gambar 7.7.



Gambar 7.3 Ilustrasi Letak Beban Truk pada Timbunan

2. Perhitungan beban di atas timbunan
   a) Beban Hidup
      Beban roda, LL_D = 11,25 t
      Impact coefficient, I = 0,3

Q_L = LL_D x (1 + I)
= 11,25 t x (1 + 0,3)
= 14,625 t

b) Beban Mati
Tebal perkerasan, T = 0,6 m
$\gamma_{perkerasan}$ = 2,4 t/m^3
γ_{UMS} = 1,3 t/m^3
σ_{DL} = T x $\gamma_{perkerasan}$ x γ_{UMS}
= 0,6 m x 2,4 t/m^3 x 1,3 t/m^3
= 1,872 t/m^2

3. Perhitungan tegangan yang terjadi pada EPS *geofoam*
Tebal perkerasan, d_3 = 600 mm
Panjang, b_o = (d_3/2 + 750 + d_3/2)
= (600/2 + 750 + 600/2)
= 1350 mm
Lebar, d_o = (d_3/2 + 250 + d_3/2)
= (600/2 + 250 + 600/2)
= 850 mm
Luas Bidang Kritis, Ak = 2 x (b_o + d_o) x d_3
= 2 x (1,35 m + 0,85 m) x 0,6 m
= 2,64 m^2

Dikarenakan jarak kritis antar roda truk = 1,55 m lebih besar dari panjang (b_o) = 1,35 m, maka tegangan antar roda tidak mengalami *overlap*. Oleh sebab itu, perhitungan tegangan akibat beban hidup di atas EPS *geofoam* adalah sebagai berikut.

σ_{LL} = Q_L / A_k
= 14,625 t / 2,64 m^2
= 5,54 t/m^2

σ_{total} = σ_{DL} + σ_{LL}
= 1,872 t/m^2 + 5,54 t/m^2
= 7,412 t/m^2

4. Perbandingan dengan kekuatan lentur EPS *geofoam*

Material EPS *geofoam* yang dipilih ialah tipe EPS15 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Safety Factor = 1,2
Tipe EPS *Geofoam* = EPS15
Kekuatan Lentur = 17,2 t/m^2

$\sigma_{EPSgeofoam} \geq SF \times \sigma_{total}$
17,2 t/m^2 $\geq$ 1,2 x 7,412 t/m^2
17,2 t/m^2 $\geq$ 8,89 t/m^2 **(OK)**

7.3 *Rate of Settlement*

Dengan adanya material tanah setinggi muka air banjir di bawah timbunan EPS *geofoam*, maka akan menyebabkan pemampatannya menjadi lebih besar. Oleh karena itu, perlu diperhitungkan apakah *rate of settlement* yang terjadi masih memenuhi persyaratan dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.11.

Tabel 7.12 Hasil Perhitungan *Rate of Settlement*

t	Cv	Tv	Uv Pakai	Sc	Rate of Settlement	
Tahun	m^2/th		%	m	cm	Ket.
1	13,17104	0,0229	17,06	0,090	8,98	NOT OK
2		0,0457	24,13	0,127	3,72	NOT OK
3		0,0686	29,55	0,155	2,85	OK
4		0,0915	34,13	0,180	2,41	OK
5		0,1143	38,15	0,201	2,12	OK
6		0,1372	41,80	0,220	1,92	OK
7		0,1601	45,14	0,238	1,76	OK
8		0,1829	48,26	0,254	1,64	OK
9		0,2058	51,19	0,269	1,54	OK
10		0,2287	53,96	0,284	1,46	OK
11		0,2515	56,59	0,298	1,39	OK
12		0,2744	59,11	0,311	1,32	OK
13		0,2973	61,07	0,321	1,03	OK
14		0,3201	63,21	0,333	1,12	OK
15		0,3430	65,22	0,343	1,06	OK
16		0,3659	67,13	0,353	1,00	OK
17		0,3887	68,94	0,363	0,95	OK
18		0,4116	70,64	0,372	0,90	OK
19		0,4345	72,25	0,380	0,85	OK
20		0,4573	73,77	0,388	0,80	OK

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa pada tahun pertama dan kedua *rate of settlement* yang terjadi melebihi 2,5 cm/tahun. Namun hal itu tidak menjadi masalah dikarenakan pada tahun dan kedua merupakan masa konstruksi dan masa perawatan. Oleh karena itu, nilai *rate of settlement* tersebut tidak menjadi masalah.

7.4 Perhitungan Volume dan Biaya Timbunan EPS *Geofoam*

7.4.1 Perhitungan Volume Timbunan EPS *Geofoam*

Setelah timbunan EPS *geofoam* dipastikan aman terhadap kelongsoran dan gaya-gaya luar yang terjadi kemudian dapat diperhitungkan kebutuhan material untuk setiap STA dengan contoh perhitungan sebagai berikut dan hasil perhitungan volume material STA dapat dilihat pada Tabel 7.12.

Diketahui data perencanaan pada STA 9+550:

H_{final} = 5,1 m

H_{tanah} = 1,5 m

H_{EPS} = 5,1 m – 1,5 m
= 3,6 m

$H_{soilcover}$ = 0,5 m

L_{atas} = 28,9 m

L_{bawah} = 49,3 m

Volume timbunan tanah = $L_{memanjang}$ x ((L_b – (2 x 2 x H_{tanah})) + L_b) x H_{tanah} / 2
= 25 m x ((49,3 m – (2 x 2 x 1,5 m)) + 49,3 m) x 1,5 m / 2
= 1736,3 m^3

Volume timbunan EPS = $L_{memanjang}$ x (L_a + (L_a + (2 x 2 x H_{EPS})) x H_{EPS} / 2
= 25 m x (28,9 m + (28,9 m + (2 x 2 x 3,6 m))) x 3,6 m / 2
= 3249 m^3

Volume *soil cover* atas $= L_{memanjang} \times ((L_a - (2 \times 2 \times H_{sc})) + L_a) \times H_{sc} / 2$
$= 25\ m \times ((28{,}9\ m - (2 \times 2 \times 0{,}5\ m)) + 28{,}9\ m) \times 0{,}5\ m / 2$
$= 348{,}75\ m^3$

Volume *soil cover* samping $= L_{memanjang} \times H_{final}\sqrt{5} \times H_{sc}$
$= 25\ m \times 5{,}1\sqrt{5} \times 0{,}5\ m$
$= 142{,}55\ m^3$

Tabel 7.13 Total Volume Material Timbunan EPS *Geofoam*

STA	H_{final}	L_a	L_b	Vol. Timb. Tanah	Vol. Soil Cover Samping	Vol. Soil Cover Atas	Volume EPS Geofoam	Luas Geotextile
	(m)	(m)	(m)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m)	(m)
STA 9+550	5,1	28,9	49,3	1736,3	142,55	348,75	3249,00	2535
STA 9+575	7,1	28,9	57,3	2036,3	198,45	348,75	5614,00	2935
STA 9+600	7,4	28,9	58,5	2081,3	206,84	348,75	6003,25	2995
STA 9+625	7,8	28,9	60,1	2141,3	218,02	348,75	6536,25	3075
STA 9+650	7,9	28,9	60,5	2156,3	220,81	348,75	6672,00	3095
STA 9+675	8,2	28,9	61,7	2201,3	229,20	348,75	7085,25	3155
STA 9+700	8,2	28,9	61,7	2201,3	229,20	348,75	7085,25	3155
STA 9+725	7,9	28,9	60,5	2156,3	220,81	348,75	6672,00	3095
STA 9+750	8,0	28,9	60,9	2171,3	223,61	348,75	6808,75	3115
STA 9+775	8,0	28,9	60,9	2171,3	223,61	348,75	6808,75	3115
STA 9+800	7,8	28,9	60,1	2141,3	218,02	348,75	6536,25	3075
STA 9+825	6,6	28,9	55,3	1961,3	184,48	348,75	4985,25	2835
STA 9+850	5,9	28,9	52,5	1856,3	164,91	348,75	4147,00	2695

7.4.2 Perhitungan Biaya Timbunan EPS *Geofoam*

Pada Tugas Akhir ini material EPS *geofoam* yang digunakan merupakan produk dari *Foam-Control Geofoam* dengan harga Rp 623.500,00/m^3. Pada Sub Bab 7.4.1 telah diketahui volume material yang dibutuhkan setiap STA. Kemudian dari volume tersebut dapat diperhitungkan total kebutuhan biaya dengan contoh perhitungan sebagai berikut dan hasil perhitungan total biaya seluruh STA dapat dilihat pada Tabel 7.13.

Total Biaya EPS *Geofoam* pada STA 9+550
$H_{final} = 5{,}1\ m$
Volume timbunan tanah $= 1736{,}3\ m^3$
Volume timbunan EPS $= 3249\ m^3$

Vol. *soil cover* atas = 348,75 m^3
Vol. *soil cover* samping = 142,55 m^3
Biaya timbunan tanah = 1736,3 m^3 + 168.800,00/m^3
= Rp 293.079.000,00
Biaya EPS g*eofoam* = 3249 m^3 x Rp 623.500,00/m^3
= Rp 2.025.751.500,00
Biaya *soil cover* = (348,7 + 142,55)m^3 x Rp 168.800,00/m^3
= Rp 82.931.328,00
Total Biaya = Rp 2.401.761.828,00

Tabel 7.14 Total Biaya Timbunan EPS *Geofoam*

STA	H_{final} (m)	Biaya Timbunan Tanah	Biaya Soil Cover	Biaya Timbunan EPS Geofoam	Biaya Geotextile	Biaya Total
STA 9+550	5,1	Rp 293.079.000	Rp 82.931.328	Rp 2.025.751.500	Rp 44.109.000	Rp 2.445.870.828
STA 9+575	7,1	Rp 343.719.000	Rp 92.367.534	Rp 3.500.329.000	Rp 127.672.500	Rp 4.064.088.034
STA 9+600	7,4	Rp 351.315.000	Rp 93.782.965	Rp 3.743.026.375	Rp 191.680.000	Rp 4.379.804.340
STA 9+625	7,8	Rp 361.443.000	Rp 95.670.207	Rp 4.075.351.875	Rp 196.800.000	Rp 4.729.265.082
STA 9+650	7,9	Rp 363.975.000	Rp 96.142.017	Rp 4.159.992.000	Rp 198.080.000	Rp 4.818.189.017
STA 9+675	8,2	Rp 371.571.000	Rp 97.557.448	Rp 4.417.653.375	Rp 206.021.500	Rp 5.092.803.323
STA 9+700	8,2	Rp 371.571.000	Rp 97.557.448	Rp 4.417.653.375	Rp 206.021.500	Rp 5.092.803.323
STA 9+725	7,9	Rp 363.975.000	Rp 96.142.017	Rp 4.159.992.000	Rp 198.080.000	Rp 4.818.189.017
STA 9+750	8,0	Rp 366.507.000	Rp 96.613.827	Rp 4.245.255.625	Rp 199.360.000	Rp 4.907.736.452
STA 9+775	8,0	Rp 366.507.000	Rp 96.613.827	Rp 4.245.255.625	Rp 199.360.000	Rp 4.907.736.452
STA 9+800	7,8	Rp 361.443.000	Rp 95.670.207	Rp 4.075.351.875	Rp 196.800.000	Rp 4.729.265.082
STA 9+825	6,6	Rp 331.059.000	Rp 90.008.483	Rp 3.108.303.375	Rp 104.611.500	Rp 3.633.982.358
STA 9+850	5,9	Rp 313.335.000	Rp 86.705.810	Rp 2.585.654.500	Rp 46.893.000	Rp 3.032.588.310
TOTAL BIAYA						**Rp 56.652.321.619**

BAB VIII
PERHITUNGAN BIAYA MATERIAL SETIAP ALTERNATIF

Pada Tugas Akhir ini direncanakan terdapat 3 alternatif timbunan dan perbaikan tanah dasar. Dapat dilihat pada bab sebelumnya telah diperhitungkan total biaya setiap material timbunan dan perbaikan tanah dasar pada setiap STA. Berdasarkan biaya setiap material tersebut kemudian dapat diperhitungan total biaya masing-masing alternatif. Setelah diketahui total biaya masing-masing alternatif kemudian akan dipilih alternatif timbunan dan perbaikan tanah dasar yang paling ekonomis. Perhitungan total biaya masing-masing alternatif dapat diliha pada sub bab berikut.

8.1 Perhitungan Biaya Alternatif 1

Material yang digunakan untuk Alternatif 1 pada perencanaan ini antara lain:

- Timbunan tanah
- PVD
- PHD
- *Geotextile*

Tabel 8.1 Total Biaya Material Alternatif 1

STA	Biaya Timbunan Tanah	Biaya PVD	Biaya PHD	Biaya Geotextile	Biaya Total
STA 9+550	Rp 1.003.604.997	Rp 49.123.200	Rp 17.986.085	Rp 487.920.000	Rp 1.558.634.282
STA 9+575	Rp 1.522.085.871	Rp 56.140.800	Rp 20.685.685	Rp 1.279.720.000	Rp 2.878.632.356
STA 9+600	Rp 1.667.942.219	Rp 57.895.200	Rp 21.090.625	Rp 1.438.080.000	Rp 3.185.008.044
STA 9+625	Rp 1.772.942.666	Rp 59.649.600	Rp 21.630.545	Rp 1.724.840.000	Rp 3.579.062.811
STA 9+650	Rp 1.798.357.180	Rp 59.649.600	Rp 21.765.525	Rp 1.780.480.000	Rp 3.660.252.305
STA 9+675	Rp 1.956.291.742	Rp 61.404.000	Rp 22.170.465	Rp 1.836.120.000	Rp 3.875.986.207
STA 9+700	Rp 1.952.324.981	Rp 61.404.000	Rp 22.170.465	Rp 1.836.120.000	Rp 3.872.019.446
STA 9+725	Rp 1.789.281.629	Rp 59.649.600	Rp 21.765.525	Rp 1.780.480.000	Rp 3.651.176.754
STA 9+750	Rp 1.799.511.915	Rp 59.649.600	Rp 21.900.505	Rp 1.780.480.000	Rp 3.661.542.020
STA 9+775	Rp 1.812.794.072	Rp 59.649.600	Rp 21.900.505	Rp 1.780.480.000	Rp 3.674.824.177
STA 9+800	Rp 1.760.325.778	Rp 59.649.600	Rp 21.630.545	Rp 1.724.840.000	Rp 3.566.445.923
STA 9+825	Rp 1.337.386.723	Rp 54.386.400	Rp 20.010.785	Rp 1.078.560.000	Rp 2.490.343.908
STA 9+850	Rp 1.143.204.688	Rp 52.632.000	Rp 19.065.925	Rp 866.700.000	Rp 2.081.602.613
TOTAL BIAYA ALTERNATIF 1					**Rp 41.735.530.849**

8.2 Perhitungan Biaya Alternatif 2

Material yang digunakan untuk Alternatif 1 pada perencanaan ini antara lain:

- Timbunan tanah
- *Micropile*

Tabel 8.2 Total Biaya Material Alternatif 2

STA	Biaya Timbunan Tanah	Biaya Micropile	Biaya Total
STA 9+550	Rp 1.003.604.997	Rp 626.083.920	Rp 1.629.688.917
STA 9+575	Rp 1.522.085.871	Rp 1.931.916.096	Rp 3.454.001.967
STA 9+600	Rp 1.667.942.219	Rp 1.690.426.584	Rp 3.358.368.803
STA 9+625	Rp 1.772.942.666	Rp 1.753.034.976	Rp 3.525.977.642
STA 9+650	Rp 1.798.357.180	Rp 1.753.034.976	Rp 3.551.392.156
STA 9+675	Rp 1.956.291.742	Rp 2.204.709.804	Rp 4.161.001.546
STA 9+700	Rp 1.952.324.981	Rp 2.204.709.804	Rp 4.157.034.785
STA 9+725	Rp 1.789.281.629	Rp 1.753.034.976	Rp 3.542.316.605
STA 9+750	Rp 1.799.511.915	Rp 1.753.034.976	Rp 3.552.546.891
STA 9+775	Rp 1.812.794.072	Rp 1.753.034.976	Rp 3.565.829.048
STA 9+800	Rp 1.760.325.778	Rp 1.753.034.976	Rp 3.513.360.754
STA 9+825	Rp 1.337.386.723	Rp 2.012.412.600	Rp 3.349.799.323
STA 9+850	Rp 1.143.204.688	Rp 1.296.888.120	Rp 2.440.092.808
TOTAL BIAYA ALTERNATIF 2			**Rp 43.801.411.248**

8.3 Perhitungan Biaya Alternatif 3

Material yang digunakan untuk Alternatif 1 pada perencanaan ini antara lain:

- EPS *Geofoam*
- Tanah sebagai *soil cover*

Tabel 8.3 Total Biaya Material Alternatif 3

STA	Biaya Timbunan EPS *Geofoam*
STA 9+550	Rp 2.459.559.828
STA 9+575	Rp 4.111.928.534
STA 9+600	Rp 4.389.388.340
STA 9+625	Rp 4.780.310.082
STA 9+650	Rp 4.877.613.017
STA 9+675	Rp 5.157.480.823
STA 9+700	Rp 5.157.480.823
STA 9+725	Rp 4.877.613.017
STA 9+750	Rp 4.967.544.452
STA 9+775	Rp 4.967.544.452
STA 9+800	Rp 4.780.310.082
STA 9+825	Rp 3.672.254.858
STA 9+850	Rp 3.094.842.810
TOTAL BIAYA	**Rp 57.293.871.119**

BAB IX
KESIMPULAN DAN SARAN

9.1 Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan, maka pada Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Besar pemampatan akibat timbunan tanah dan beban timbunan tanah yang diperlukan untuk menghilangkan pemampatan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 ditunjukkan pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 Besar Pemampatan Akibat Timbunan Tanah dan Beban Timbunan Tanah yang Diperlukan untuk Menghilangkan Pemampatan pada STA 9+550 s/d STA 9+850

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc	Beban Timbunan
	m	m	m	m	t/m^2
STA 9+550	24	5,1	5,7	1,18	10,78
STA 9+575	24	7,1	8,0	1,48	15,17
STA 9+600	24	7,4	8,3	1,52	15,82
STA 9+625	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+650	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+675	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+700	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+725	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+750	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+775	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+800	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+825	24	6,6	7,4	1,41	14,08
STA 9+850	24	5,9	6,6	1,31	12,55

2. Pemasangan PVD direncanakan menggunakan pola segitiga dengan panjang 2/3 lapisan tanah lunak yaitu 16 m. Jarak antar PVD yang efektif untuk mempercepat pemampatan hingga 90% selama 7 minggu ialah 1,8 m.

3. Kebutuhan material *geotextile* sebagai perkuatan stabilitas timbunan untuk setiap sisi timbunan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 ditunjukkan pada Tabel 9.2.

Tabel 9.2 Kebutuhan *Geotextile* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850

STA	H_{final}	Panjang Geotextile	Jumlah Layer	Jumlah Geotextile Setiap Layer
	(m)	(m)	(layer)	(buah)
STA 9+550	5,1	19	12	2
STA 9+575	7,1	23	26	2
STA 9+600	7,4	24	28	2
STA 9+625	7,8	26	31	2
STA 9+650	7,9	26	32	2
STA 9+675	8,2	26	33	2
STA 9+700	8,2	26	33	2
STA 9+725	7,9	26	32	2
STA 9+750	8,0	26	32	2
STA 9+775	8,0	26	32	2
STA 9+800	7,8	26	31	2
STA 9+825	6,6	24	21	2
STA 9+850	5,9	27	15	2

4. Kebutuhan material *micropile* sebagai perkuatan stabilitas timbunan pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 ditunjukkan pada Tabel 9.3.

Tabel 9.3 Kebutuhan *Micropile* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850

STA	H_{final}	Panjang *Micropile*	Jumlah *Micropile*
	(m)	(m)	(buah)
STA 9+550	5,1	6	14
STA 9+575	7,1	6	27
STA 9+600	7,4	6	27
STA 9+625	7,8	6	28
STA 9+650	7,9	6	28
STA 9+675	8,2	6	29
STA 9+700	8,2	6	29
STA 9+725	7,9	6	28
STA 9+750	8,0	6	28
STA 9+775	8,0	6	28
STA 9+800	7,8	6	28
STA 9+825	6,6	6	30
STA 9+850	5,9	6	29

5. Perencanaan timbunan EPS *geofoam* dikombinasikan dengan timbunan tanah di bawahnya setinggi muka air banjir guna menahan *hydrostatic uplift* dan translasi akibat air banjir. Perencanaan timbunan EPS *geofoam* dilakukan dengan menganalisis stabilitas terhadap translasi akibat angin dan tegangan yang terjadi pada timbunan EPS *geofoam.*
6. Besar pemampatan tanah dasar akibat timbunan EPS *geofoam* pada jalan tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850 ditunjukkan pada Tabel 9.4.

Tabel 9.4 Besar Pemampatan Tanah Dasar Akibat Timbunan EPS *Geofoam* pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda STA 9+550 s/d STA 9+850

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc
	m	m	m	m
STA 9+550	24	5,1	5,0	0,527
STA 9+575	24	7,1	7,0	0,535
STA 9+600	24	7,4	7,3	0,536
STA 9+625	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+650	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+675	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+700	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+725	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+750	24	8	7,9	0,538
STA 9+775	24	8	7,9	0,538
STA 9+800	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+825	24	6,6	6,5	0,534
STA 9+850	24	5,9	5,8	0,531

7. Dari ketiga alternatif yang telah direncankan pada Tugas Akhir ini, alternatif yang paling ekonomis ialah timbunan material tanah dikombinasikan dengan PVD dengan perkuatan tanah menggunakan *geotextile*.

9.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan oleh penulis adalah:

1. Perencanaan EPS *geofoam* selanjutnya perlu dianalisis stabilitas terhadap gempa.

"*Halaman ini sengaja dikosongkan*"

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, B. W. (2017). *Alternatif Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Timbunan pada Proyek Jalan Tol Pemalang – Batang Seksi IV STA. 362+550 – STA 362.+625*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Barron, R. A. (1948). Consolidation of Fine-grained Soils by Drain Wells. *Transactions ASCE, 113*(1), 718–742.

Bowles, J. E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.

Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. (N. Endah & I. B. Mochtar, Eds.), *Erlangga*. Jakarta: Erlangga.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hidayat, I., & Suhendra, A. (2011). SEBAGAI MATERIAL TIMBUNAN DI ATAS TANAH LUNAK Irpan Hidayat ; Andryan Suhendra, *2*(9), 106–116.

Mochtar, I. B. (2000). *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

Mochtar, N. E. (2012). *Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

NAVFAC. (1971). *Design Manual 7.02, Foundation and Earth Structures* (Vol. 47). Virginia: Naval Facilities Engineering Command. https://doi.org/10.20759/elsjp.47.2_351_1

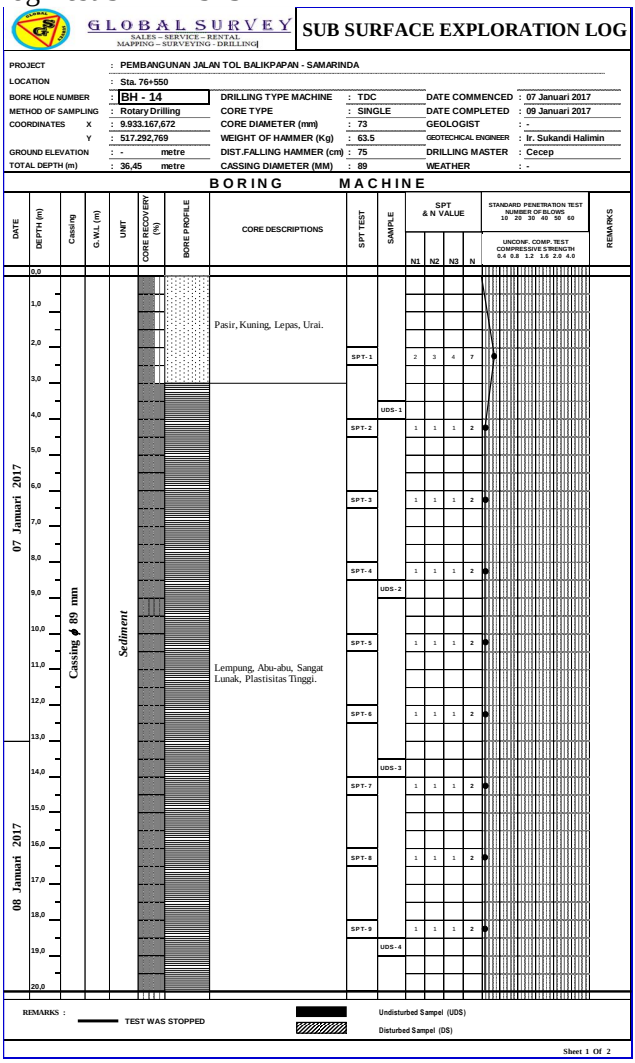
Stark, T. D., Horvath, J. S., & Leshchinsky, D. (2004). *Geofoam*

Applications in the Design and Construction of Highway Embankments (Vol. 65). Washington D.C: Transportation Research Board.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DATA PERENCANAAN

Bore Log Test STA 7+975



GLOBAL SURVEY
SALES – SERVICE – RENTAL
MAPPING – SURVEYING - DRILLING

SUB SURFACE EXPLORATION LOG

PROJECT	: PEMBANGUNAN JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA				
LOCATION	: Sta. 76+550				
BORE HOLE NUMBER	: BH - 14	DRILLING TYPE MACHINE	: TDC	DATE COMMENCED	: 07 Januari 2017
METHOD OF SAMPLING	: Rotary Drilling	CORE TYPE	: SINGLE	DATE COMPLETED	: 09 Januari 2017
COORDINATES X	: 9.933.167,672	CORE DIAMETER (mm)	: 73	GEOLOGIST	: -
Y	: 517.292,769	WEIGHT OF HAMMER (Kg)	: 63.5	GEOTECHICAL ENGINEER	: Ir. Sukandi Halimin
GROUND ELEVATION	: - metre	DIST.FALLING HAMMER (cm)	: 75	DRILLING MASTER	: Cecep
TOTAL DEPTH (m)	: 36,45 metre	CASSING DIAMETER (MM)	: 89	WEATHER	: -

BORING MACHINE

DATE	DEPTH (m)	Cassing	G.W.L (m)	UNIT	CORE RECOVERY (%)	BORE PROFILE	CORE DESCRIPTIONS	SPT TEST	SAMPLE	SPT & N VALUE N1	N2	N3	N	STANDARD PENETRATION TEST NUMBER OF BLOWS 10 20 30 40 50 60 / UNCONF. COMP. TEST COMPRESSIVE STRENGTH 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 4.0	REMARKS
	20,0														
08 Januari 2017	21,0	Cassing ϕ 89 mm	21,00	Sediment			Lempung Pasiran, Abu-abu, Sangat Lunak, Plastisitas Sedang.	SPT-10		1	1	1	2		
	22,0														
	23,0							SPT-11		1	1	1	2		
	24,0								DS-1						
	25,0							SPT-12		1	1	1	2		
09 Januari 2017	26,0						Pasir Halus, Abu-abu, Lepas, Urai.	SPT-13		6	3	2	5		
	27,0														
	28,0							SPT-14		1	1	1	2		
	29,0								DS-2						
	30,0							SPT-15		1	1	1	2		
	31,0														
	32,0						Pasir Lempungan, Abu-abu, Agak Padat, Urai.	SPT-16		8	15	20	35		
	33,0														
	34,0								DS-3						
	35,0						Lempung, Abu-abu, Keras, Plastisitas Tinggi.	SPT-17		30	25	32	57		
	36,0														
	36,45							SPT-18		20	25	30	55		
	37,0														
	38,0														
	39,0														
	40,0														

REMARKS : TEST WAS STOPPED

Undisturbed Sampel (UDS)

Disturbed Sampel (DS)

Sheet 2 Of 2

Bore Log Test STA 10+525

GLOBAL SURVEY
SALES – SERVICE – RENTAL
MAPPING – SURVEYING - DRILLING

SUB SURFACE EXPLORATION LOG

PROJECT	: PEMBANGUNAN JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA				
LOCATION	: Sta. 79+100				
BORE HOLE NUMBER	: BH - 15	DRILLING TYPE MACHINE	: TDC	DATE COMMENCED	: 02 Februari 2017
METHOD OF SAMPLING	: Rotary Drilling	CORE TYPE	: SINGLE	DATE COMPLETED	: 05 Februari 2017
COORDINATES X	: 9.935.129,183	CORE DIAMETER (mm)	: 73	GEOLOGIST	: -
Y	: 515.712,202	WEIGHT OF HAMMER (Kg)	: 63,5	GEOTECHICAL ENGINEER	: Ir. Sukandi Halimin
GROUND ELEVATION	: - metre	DIST.FALLING HAMMER (cm)	: 75	DRILLING MASTER	: Harun
TOTAL DEPTH (m)	: 30,00 metre	CASSING DIAMETER (MM)	: 89	WEATHER	: -

BORING MACHINE

DATE	DEPTH (m)	Cassing	G.W.L (m)	UNIT	CORE RECOVERY (%)	BORE PROFILE	CORE DESCRIPTIONS	SPT TEST	SAMPLE	SPT & N VALUE N1	N2	N3	N	STANDARD PENETRATION TEST NUMBER OF BLOWS 10 20 30 40 50 60 / UNCONF. COMP. TEST COMPRESSIVE STRENGTH 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 4.0	REMARKS
02 Februari 2017	0,0	Cassing ϕ 89 mm	0,50	Sediment			Lempung, Coklat, Sedang, Plastisitas Tinggi.	SPT-1		2	2	3	5		
	1,0								UDS-1						
	2,0							SPT-2		2	2	4	6		
	3,0							SPT-3		3	3	5	8		
	4,0							SPT-4		2	3	3	6		
	5,0								UDS-2						
	6,0							SPT-5		2	2	2	4		
	7,0							SPT-6		1	1	1	2		
	8,0						Lempung, Abu-abu, Sangat Lunak - Lunak, Plastisitas Tinggi.		UDS-3						
	9,0							SPT-7		1	1	1	2		
	10,0							SPT-8		1	1	2	3		
03 Februari 2017	11,0														
	12,0														
	13,0														
	14,0														
	15,0														
	16,0														
	17,0														
04 Februari 2017	18,0							SPT-9		3	4	4	8		
	19,0						Lempung, Abu-abu, Kaku - Sangat Kaku, Plastisitas Tinggi.		UDS-4						
	20,0							SPT-10		4	6	8	14		

REMARKS : TEST WAS STOPPED

Undisturbed Sampel (UDS)

Disturbed Sampel (DS)

Sheet 1 Of 2

GLOBAL SURVEY
SALES – SERVICE – RENTAL
MAPPING – SURVEYING - DRILLING

SUB SURFACE EXPLORATION LOG

PROJECT	: PEMBANGUNAN JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA				
LOCATION	: Sta. 79+100				
BORE HOLE NUMBER	: BH - 15	DRILLING TYPE MACHINE	: TDC	DATE COMMENCED	: 02 Februari 2017
METHOD OF SAMPLING	: Rotary Drilling	CORE TYPE	: SINGLE	DATE COMPLETED	: 05 Februari 2017
COORDINATES X	: 9.935.129,183	CORE DIAMETER (mm)	: 73	GEOLOGIST	: -
Y	: 515.712,202	WEIGHT OF HAMMER (Kg)	: 63.5	GEOTECHICAL ENGINEER	: Ir. Sukandi Halimin
GROUND ELEVATION	: - metre	DIST.FALLING HAMMER (cm)	: 75	DRILLING MASTER	: Harun
TOTAL DEPTH (m)	: 30,00 metre	CASSING DIAMETER (MM)	: 89	WEATHER	: -

BORING MACHINE

DATE	DEPTH (m)	Cassing	G.W.I. (m)	UNIT	CORE RECOVERY (%)	BORE PROFILE	CORE DESCRIPTIONS	SPT TEST	SAMPLE	SPT & N VALUE N1	N2	N3	N	STANDARD PENETRATION TEST NUMBER OF BLOWS 10 20 30 40 50 60 / UNCONF. COMP. TEST COMPRESSIVE STRENGTH 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 4.0	REMARKS
	20,0														
04 Februari 2017	21,0	Cassing ϕ 89 mm		Sediment			Lempung, Abu-abu, Sangat Kaku, Plastisitas Tinggi.	SPT- 10		4	6	8	14		
	22,0														
	23,0							SPT- 11		8	10	12	22		
	24,0														
	25,0							SPT- 12		15	18	25	43		
05 Februari 2017	26,0														
	27,0						Lempung, Abu-abu, Keras, Plastisitas Tinggi.	SPT- 13		28	30	30	60		
	28,0														
	29,0							SPT- 14		30/12			>60		
	30,0								DS- 1						
								SPT- 15		30/8			>60		
	31,0														
	32,0														
	33,0														
	34,0														
	35,0														
	36,0														
	37,0														
	38,0														
	39,0														
	40,0														

REMARKS : TEST WAS STOPPED

Undisturbed Sampel (UDS)

Disturbed Sampel (DS)

Sheet 2 Of 2

Nilai Parameter Tanah Hasil Uji Laboratorium

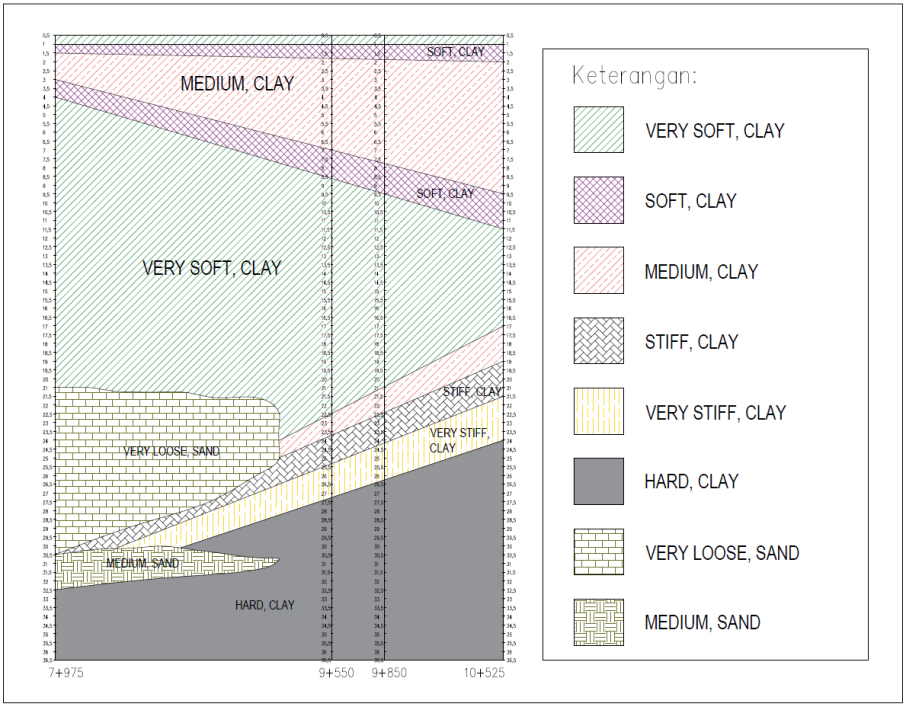
GLOBAL SURVEY
SALES – SERVICE – RENTAL
MAPPING – SURVEYING - DRILLING

PEMBANGUNAN JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT OF MACHINE BORING SAMPLES

No.	Location	Test Number	Sampel Number	Depth	Indeks Properties											Engineering Properties				
					Gradation				Atterberg			Natural State				UCT	riaxial / Direct Shea		Consolidation	
					Gravel	Sand	Silt-Clay	GS	LL	PL	PI	γ t	γ dry	e	sr	qu	C	ϕ	Cv	Cc
				(m)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(gr/cm³)	(gr/cm³)	(%)	(%)	(kg/cm²	(kg/cm²)	(..■)	(cm/sec)	
54	STA. 7+975	BH-14	UDS-1	3,50 - 4,00	0,05	0,24	99,71	2,450	105,870	42,634	63,236	1,587	1,017	1,409	97,455	0,216	0,027	2,085	4,17E-03	0,344
55			UDS-2	8,50 - 9,00	0,10	1,05	98,85	2,512	98,570	40,776	57,794	1,550	1,029	1,442	88,279	0,181	0,022	2,694	4,19E-03	0,308
56			UDS-3	13,50 - 14,00	0,03	2,09	97,89	2,516	95,695	38,869	56,826	1,607	1,040	1,420	96,701	0,144	0,018	2,555	4,18E-03	0,334
57			UDS-4	18,50 - 19,00	0,12	1,62	98,26	2,460	97,480	42,639	54,841	1,560	1,004	1,450	93,941	0,202	0,025	2,518	4,18E-03	0,338
58			DS-1	23,50 - 24,00	1,24	67,23	31,53	2,695	NP	NP	NP	1,540	1,009	1,671	84,874	-	0,0012	14,6343	-	-
59			DS-2	28,50 - 29,00	0,69	75,02	24,29	2,705	NP	NP	NP	1,486	0,987	1,741	78,565	-	0,0010	17,7447	-	-
60			DS-3	33,50 - 34,00	1,75	8,05	90,20	2,678	56,804	21,044	35,760	1,825	1,327	1,017	98,657	2,889	0,356	6,878	4,22E-03	0,214
61	STA. 10+525	BH-15	UDS-1	3,50 - 4,00	0,24	5,07	94,69	2,680	80,457	40,336	40,121	1,670	1,128	1,376	93,585	0,361	0,044	3,628	4,19E-03	0,288
62			UDS-2	8,50 - 9,00	1,08	3,05	95,88	2,654	90,450	43,625	46,825	1,660	1,089	1,438	96,884	0,433	0,053	2,869	4,18E-03	0,320
63			UDS-3	13,50 - 14,00	0,05	1,87	98,08	2,460	103,600	42,052	61,548	1,520	0,968	1,540	90,965	0,144	0,018	2,555	4,17E-03	0,350
64			UDS-4	18,50 - 19,00	0,24	2,05	97,71	2,560	84,154	21,859	62,295	1,602	1,062	1,411	92,300	0,578	0,071	2,642	4,19E-03	0,308
65			DS-1	28,50 - 29,00	5,86	69,15	24,99	2,718	41,721	12,985	28,736	1,925	1,564	0,737	84,960	-	0,0441	24,6191	-	-

Stratigrafi Tanah



LAMPIRAN 2
BROSUR SPESIFIKASI MATERIAL

Pre-fabricated Vertical Drain

CeTeau-Drain CT-D832

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-D832
Drain Body	Configuration	-	
	Material	-	PP
	Colour	-	white
Filter Jacket	Material	-	PET
	Colour	-	grey
Assembled Drain	Weight	g/m	80
	Width	mm	100
	Thickness	mm	5

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D832
Filter Jacket				
Grab Tensile Stength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	ε	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4533	N	120
Pore Size	O_w	ASTM D4751	µm	< 75
Permeability	k	ASTM D4491	m/s	> 1.0×10^{-4}
Assembled Drain				
Tensile Strength	F	ASTM D4595	kN	3
Elongation at break	ε	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4595	kN	2.3
Elongation at 1 kN tensile strength	ε	ASTM D4595	%	2.0
Discharge capacity at 100 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	173×10^{-6}
Discharge capacity at 150 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	167×10^{-6}
Discharge capacity at 200 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	161×10^{-6}
Discharge capacity at 250 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	155×10^{-6}
Discharge capacity at 300 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	148×10^{-6}
Discharge capacity at 350 kPa	q_c	ASTM D4716	m^3/s	142×10^{-6}

Transport details	Unit	CT-D832
Roll length	m	250
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	105,000

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

GEOSISTEM CERTIFICATE NO. JKT 001366 CERTIFICATE NO. JKT 001675

Pre-fabricated Horizontal Drain

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/s	$2.4*10^{-5}$	$3.6*10^{-5}$
Compressive Strength	ASTM D 1621	kN/m^2	600	600
Core				
Profile	-	-	Cuspated	Cuspated
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

Geotextile

UnggulTex

POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

TECHNICAL SPESIFICATIONS

PROPERTIES	UNIT	TEST METHOD	UW - 150	UW - 200	UW - 250
Physical Properties					
Mass	g/m^2	ASTM D 5261-92	150	200	250
Thickness	mm	ASTM D 5199-91	0.5	0.6	0.7
Colour	-	-	Black	Black	Black
Mechanical Properties					
Strip Tensile Strength (Wrab/Weft)	kN/m	ASTM D 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.

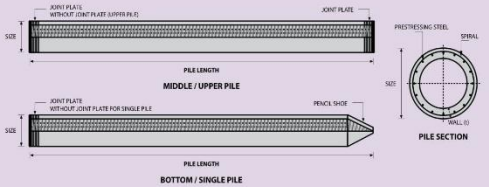
Distributed by :

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

GEOSISTEM CERTIFICATE NO. JKT 6013866 CERTIFICATE NO. JKT 6016676

Micropile

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES **SPECIFICATION**

Concrete Compressive Strength $fc' = 52$ MPa (Cube 600 kg/cm²)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm²)	Section Inertia (cm⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment Crack * (ton.m)	Bending Moment Break (ton.m)	Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24

Unit Conversion : 1 ton = 9.8060 kN

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

EPS Geofoam

FOAM-CONTROL GEOFOAM™

TECHDATA

Foam-Control® Geofoam is a cellular plastic material that is strong, but has very low density (1% of traditional earth materials). It is manufactured in block form and meets ASTM D6817, "Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Geofoam." Foam-Control Geofoam is available in a range of Types to provide control of structural integrity and cost effectiveness.

The information given is deemed to be timely, accurate, and reliable for the use of Foam-Control Geofoam. Each project using Foam-Control Geofoam should be designed by a professional engineer. The engineer or project specifications should be consulted to determine the ASTM D6817 Type required for your project loading conditions.

PRODUCT		FOAM-CONTROL GEOFOAM						
		12	15	19	22	29	39	46
Density[1], min.	lb/ft³ (kg/m³)	0.70 (11.2)	0.90 (14.4)	1.15 (18.4)	1.35 (21.6)	1.80 (28.8)	2.40 (38.4)	2.85 (45.7)
Compressive Resistance[1,2] @ 1% deformation, min.	psi psf (kPa)	2.2 320 (15)	3.6 520 (25)	5.8 840 (40)	7.3 1050 (50)	10.9 1570 (75)	15.0 2160 (103)	18.6 2680 (128)
Elastic Modulus, min	psi (kPa)	220 (1500)	360 (2500)	580 (4000)	730 (5000)	1090 (7500)	1500 (10300)	1860 (12800)
Flexural Strength[1], min.	psi (kPa)	10.0 (69)	25.0 (172)	30.0 (207)	35.0 (240)	50.0 (345)	60.0 (414)	75.0 (517)
Water Absorption by total immersion, max.,	vol. %	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Oxygen Index[1], min.	vol. %	24	24	24	24	24	24	24
Buoyancy Force	lb/ft³ (kg/m³)	61.7 (990)	61.5 (980)	61.3 (980)	61.1 (980)	60.6 (970)	60.0 (960)	59.5 (950)
ASTM D6817 Compliance, Type		EPS12	EPS15	EPS19	EPS22	EPS29	EPS39	EPS46

[1] See ASTM D6817 Standard for test methods and complete information.

[2] Combined live and dead load stresses should not exceed the compressive resistance at 1% deformation.

LAMPIRAN 3
PERHITUNGAN TINGGI AWAL SERTA BESAR DAN WAKTU PEMAMPATAN TIMBUNAN TANAH

Pemampatan Akibat Beban Timbunan

TIMBUNAN 1

H_{timb} 4,7 m
B1 14,45 m
B2 9,474 m
q_o 9 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	°	°	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	0,784	88,018	4,500	9,000	0,070	0,350	1,540	0,122	0,122
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	1,953	85,056	4,499	8,999	0,069	0,344	1,409	0,054	0,176
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	2,722	83,095	4,498	8,997	0,058	0,288	1,376	0,042	0,217
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	3,850	80,184	4,495	8,991	0,058	0,288	1,376	0,073	0,291
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	5,292	76,384	4,487	8,975	0,058	0,288	1,376	0,064	0,355
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	6,645	72,702	4,474	8,948	0,064	0,320	1,438	0,062	0,417
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	7,891	69,162	4,454	8,909	0,064	0,320	1,438	0,056	0,473
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	9,019	65,780	4,428	8,856	0,064	0,320	1,438	0,051	0,524
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	10,025	62,569	4,394	8,788	0,069	0,344	1,409	0,051	0,576
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	10,697	60,276	4,364	8,729	0,069	0,344	1,409	0,024	0,600
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	11,300	58,084	4,331	8,662	0,070	0,350	1,540	0,045	0,644
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	12,000	55,315	4,281	8,562	0,070	0,350	1,540	0,042	0,686
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	12,587	52,720	4,225	8,451	0,070	0,350	1,540	0,039	0,726
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	13,070	50,292	4,165	8,330	0,070	0,350	1,540	0,037	0,763
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	13,457	48,024	4,100	8,201	0,070	0,350	1,540	0,035	0,797
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	13,758	45,906	4,032	8,065	0,070	0,350	1,540	0,033	0,830
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	13,982	43,930	3,962	7,924	0,070	0,350	1,540	0,031	0,861
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	14,140	42,086	3,890	7,779	0,070	0,350	1,540	0,029	0,891
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	14,238	40,365	3,816	7,632	0,070	0,350	1,540	0,028	0,918
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	14,286	38,757	3,742	7,483	0,070	0,350	1,540	0,026	0,945
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	14,290	37,254	3,667	7,334	0,070	0,350	1,540	0,025	0,969
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	14,268	36,191	3,611	7,222	0,062	0,308	1,411	0,011	0,980
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	14,228	35,179	3,555	7,111	0,062	0,308	1,411	0,021	1,001
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	14,149	33,905	3,482	6,964	0,062	0,308	1,411	0,020	1,021
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	14,047	32,709	3,409	6,818	0,062	0,308	1,411	0,019	1,040

TIMBUNAN 2

H_{timb} 5,8 m
B1 14,45 m
B2 11,58 m
q_o 11 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	°	°	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	0,881	88,018	5,500	11,000	0,070	0,350	1,540	0,134	0,134
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	2,195	85,056	5,499	10,999	0,069	0,344	1,409	0,060	0,193
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	3,059	83,095	5,498	10,996	0,058	0,288	1,376	0,046	0,240
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	4,329	80,184	5,495	10,990	0,058	0,288	1,376	0,083	0,322
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	5,957	76,384	5,486	10,973	0,058	0,288	1,376	0,073	0,395
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	7,489	72,702	5,472	10,943	0,064	0,320	1,438	0,071	0,466
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	8,907	69,162	5,450	10,900	0,064	0,320	1,438	0,065	0,531
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	10,198	65,780	5,421	10,842	0,064	0,320	1,438	0,059	0,590
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	11,357	62,569	5,384	10,768	0,069	0,344	1,409	0,060	0,650
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	12,137	60,276	5,351	10,702	0,069	0,344	1,409	0,028	0,678
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	12,842	58,084	5,314	10,628	0,070	0,350	1,540	0,052	0,730
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	13,669	55,315	5,258	10,516	0,070	0,350	1,540	0,049	0,780
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	14,371	52,720	5,196	10,392	0,070	0,350	1,540	0,047	0,826
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	14,957	50,292	5,128	10,256	0,070	0,350	1,540	0,044	0,870
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	15,437	48,024	5,055	10,111	0,070	0,350	1,540	0,042	0,912
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	15,820	45,906	4,979	9,957	0,070	0,350	1,540	0,040	0,952
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	16,116	43,930	4,899	9,797	0,070	0,350	1,540	0,037	0,989
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	16,335	42,086	4,816	9,632	0,070	0,350	1,540	0,036	1,024
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	16,486	40,365	4,732	9,463	0,070	0,350	1,540	0,034	1,058
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	16,578	38,757	4,646	9,292	0,070	0,350	1,540	0,032	1,090
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	16,618	37,254	4,560	9,119	0,070	0,350	1,540	0,030	1,121
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	16,619	36,191	4,495	8,989	0,062	0,308	1,411	0,014	1,134
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	16,597	35,179	4,430	8,860	0,062	0,308	1,411	0,026	1,160
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	16,538	33,905	4,344	8,688	0,062	0,308	1,411	0,025	1,185
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	16,450	32,709	4,259	8,517	0,062	0,308	1,411	0,023	1,208

TIMBUNAN 3

H_{timb} 6,8 m
B1 14,45 m
B2 13,68 m
q_o 13 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	o	o	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	0,964	88,018	6,500	13,000	0,070	0,350	1,540	0,144	0,144
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	2,400	85,056	6,499	12,999	0,069	0,344	1,409	0,064	0,208
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	3,346	83,095	6,498	12,996	0,058	0,288	1,376	0,050	0,259
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	4,738	80,184	6,495	12,989	0,058	0,288	1,376	0,090	0,349
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	6,524	76,384	6,485	12,971	0,058	0,288	1,376	0,080	0,429
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	8,210	72,702	6,470	12,940	0,064	0,320	1,438	0,079	0,508
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	9,777	69,162	6,447	12,893	0,064	0,320	1,438	0,072	0,580
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	11,210	65,780	6,415	12,831	0,064	0,320	1,438	0,066	0,646
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	12,504	62,569	6,376	12,751	0,069	0,344	1,409	0,067	0,713
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	13,380	60,276	6,340	12,680	0,069	0,344	1,409	0,032	0,745
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	14,177	58,084	6,300	12,600	0,070	0,350	1,540	0,059	0,805
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	15,118	55,315	6,240	12,479	0,070	0,350	1,540	0,056	0,861
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	15,925	52,720	6,172	12,345	0,070	0,350	1,540	0,053	0,914
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	16,608	50,292	6,098	12,197	0,070	0,350	1,540	0,050	0,964
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	17,176	48,024	6,019	12,038	0,070	0,350	1,540	0,048	1,012
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	17,638	45,906	5,934	11,869	0,070	0,350	1,540	0,045	1,057
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	18,005	43,930	5,846	11,693	0,070	0,350	1,540	0,043	1,101
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	18,287	42,086	5,755	11,510	0,070	0,350	1,540	0,041	1,142
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	18,493	40,365	5,661	11,322	0,070	0,350	1,540	0,039	1,181
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	18,633	38,757	5,566	11,132	0,070	0,350	1,540	0,037	1,218
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	18,714	37,254	5,469	10,939	0,070	0,350	1,540	0,036	1,254
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	18,741	36,191	5,396	10,793	0,062	0,308	1,411	0,016	1,270
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	18,742	35,179	5,324	10,647	0,062	0,308	1,411	0,031	1,301
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	18,708	33,905	5,227	10,453	0,062	0,308	1,411	0,029	1,330
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	18,640	32,709	5,130	10,260	0,062	0,308	1,411	0,028	1,357

TIMBUNAN 4

H_{timb} 7,9 m
B1 14,45 m
B2 15,79 m
q_o 15 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	o	o	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	1,034	88,018	7,500	15,000	0,070	0,350	1,540	0,152	0,152
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	2,577	85,056	7,499	14,999	0,069	0,344	1,409	0,069	0,221
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	3,593	83,095	7,498	14,996	0,058	0,288	1,376	0,054	0,275
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	5,090	80,184	7,494	14,989	0,058	0,288	1,376	0,097	0,372
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	7,013	76,384	7,485	14,969	0,058	0,288	1,376	0,087	0,459
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	8,833	72,702	7,468	14,937	0,064	0,320	1,438	0,085	0,544
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	10,530	69,162	7,444	14,888	0,064	0,320	1,438	0,078	0,623
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	12,088	65,780	7,411	14,822	0,064	0,320	1,438	0,073	0,695
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	13,501	62,569	7,369	14,738	0,069	0,344	1,409	0,074	0,769
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	14,463	60,276	7,331	14,663	0,069	0,344	1,409	0,035	0,805
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	15,342	58,084	7,289	14,578	0,070	0,350	1,540	0,065	0,870
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	16,386	55,315	7,225	14,450	0,070	0,350	1,540	0,062	0,932
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	17,291	52,720	7,153	14,306	0,070	0,350	1,540	0,059	0,991
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	18,063	50,292	7,074	14,148	0,070	0,350	1,540	0,056	1,047
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	18,713	48,024	6,989	13,977	0,070	0,350	1,540	0,053	1,100
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	19,251	45,906	6,898	13,796	0,070	0,350	1,540	0,051	1,151
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	19,687	43,930	6,803	13,606	0,070	0,350	1,540	0,049	1,200
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	20,030	42,086	6,704	13,408	0,070	0,350	1,540	0,046	1,246
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	20,292	40,365	6,602	13,204	0,070	0,350	1,540	0,044	1,291
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	20,480	38,757	6,498	12,997	0,070	0,350	1,540	0,042	1,333
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	20,604	37,254	6,393	12,786	0,070	0,350	1,540	0,040	1,374
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	20,660	36,191	6,313	12,626	0,062	0,308	1,411	0,018	1,392
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	20,687	35,179	6,233	12,466	0,062	0,308	1,411	0,035	1,427
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	20,683	33,905	6,126	12,253	0,062	0,308	1,411	0,033	1,460
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	20,639	32,709	6,020	12,039	0,062	0,308	1,411	0,032	1,492

TIMBUNAN 5

H_{timb} 8,9 m
B1 14,45 m
B2 17,89 m
q_o 17 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	o	o	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	1,096	88,018	8,500	17,000	0,070	0,350	1,540	0,160	0,160
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	2,731	85,056	8,499	16,998	0,069	0,344	1,409	0,072	0,232
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	3,808	83,095	8,498	16,996	0,058	0,288	1,376	0,057	0,289
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	5,396	80,184	8,494	16,988	0,058	0,288	1,376	0,103	0,392
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	7,440	76,384	8,484	16,968	0,058	0,288	1,376	0,093	0,485
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	9,377	72,702	8,467	16,934	0,064	0,320	1,438	0,092	0,576
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	11,188	69,162	8,442	16,884	0,064	0,320	1,438	0,084	0,661
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	12,857	65,780	8,407	16,815	0,064	0,320	1,438	0,078	0,739
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	14,376	62,569	8,363	16,727	0,069	0,344	1,409	0,080	0,819
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	15,414	60,276	8,324	16,648	0,069	0,344	1,409	0,038	0,857
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	16,367	58,084	8,280	16,559	0,070	0,350	1,540	0,071	0,928
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	17,505	55,315	8,212	16,425	0,070	0,350	1,540	0,067	0,996
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	18,498	52,720	8,137	16,274	0,070	0,350	1,540	0,064	1,060
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	19,353	50,292	8,054	16,107	0,070	0,350	1,540	0,061	1,121
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	20,080	48,024	7,963	15,927	0,070	0,350	1,540	0,059	1,180
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	20,689	45,906	7,867	15,735	0,070	0,350	1,540	0,056	1,236
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	21,190	43,930	7,766	15,533	0,070	0,350	1,540	0,054	1,290
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	21,594	42,086	7,661	15,322	0,070	0,350	1,540	0,051	1,341
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	21,910	40,365	7,552	15,105	0,070	0,350	1,540	0,049	1,390
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	22,147	38,757	7,441	14,882	0,070	0,350	1,540	0,047	1,437
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	22,315	37,254	7,328	14,656	0,070	0,350	1,540	0,045	1,482
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	22,400	36,191	7,242	14,484	0,062	0,308	1,411	0,020	1,502
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	22,454	35,179	7,156	14,311	0,062	0,308	1,411	0,039	1,541
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	22,483	33,905	7,040	14,080	0,062	0,308	1,411	0,037	1,579
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	22,467	32,709	6,925	13,849	0,062	0,308	1,411	0,036	1,614

TIMBUNAN 6

H_{timb} 10,0 m
B1 14,45 m
B2 20 m
q_o 19 t/m^2

Kedalaman			H	z	γ_{sat}	γ_w	γ'	p'_o	Δp_f	p'_c	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^3	t/m^3	t/m^3	t/m^2	t/m^2	t/m^2	o	o	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	0,5	1,520	1,0	0,520	0,260	1,5	1,760	1,150	88,018	9,500	19,000	0,070	0,350	1,540	0,166	0,166
1	-	1,5	0,5	1,25	1,587	1,0	0,587	0,667	1,5	2,167	2,866	85,056	9,499	18,998	0,069	0,344	1,409	0,076	0,242
1,5	-	2	0,5	1,75	1,670	1,0	0,670	0,981	1,5	2,481	3,997	83,095	9,498	18,996	0,058	0,288	1,376	0,060	0,302
2	-	3	1	2,5	1,670	1,0	0,670	1,484	1,5	2,984	5,665	80,184	9,494	18,988	0,058	0,288	1,376	0,109	0,410
3	-	4	1	3,5	1,670	1,0	0,670	2,154	1,5	3,654	7,814	76,384	9,484	18,967	0,058	0,288	1,376	0,098	0,508
4	-	5	1	4,5	1,660	1,0	0,660	2,819	1,5	4,319	9,855	72,702	9,466	18,932	0,064	0,320	1,438	0,097	0,605
5	-	6	1	5,5	1,660	1,0	0,660	3,479	1,5	4,979	11,767	69,162	9,440	18,880	0,064	0,320	1,438	0,090	0,695
6	-	7	1	6,5	1,660	1,0	0,660	4,139	1,5	5,639	13,535	65,780	9,404	18,809	0,064	0,320	1,438	0,084	0,779
7	-	8	1	7,5	1,587	1,0	0,587	4,762	1,5	6,262	15,149	62,569	9,359	18,718	0,069	0,344	1,409	0,085	0,864
8	-	8,5	0,5	8,25	1,587	1,0	0,587	5,202	1,5	6,702	16,256	60,276	9,318	18,636	0,069	0,344	1,409	0,041	0,905
8,5	-	9,5	1	9	1,520	1,0	0,520	5,609	1,5	7,109	17,275	58,084	9,272	18,544	0,070	0,350	1,540	0,076	0,981
9,5	-	10,5	1	10	1,520	1,0	0,520	6,129	1,5	7,629	18,498	55,315	9,202	18,404	0,070	0,350	1,540	0,073	1,053
10,5	-	11,5	1	11	1,520	1,0	0,520	6,649	1,5	8,149	19,572	52,720	9,123	18,247	0,070	0,350	1,540	0,069	1,123
11,5	-	12,5	1	12	1,520	1,0	0,520	7,169	1,5	8,669	20,503	50,292	9,036	18,073	0,070	0,350	1,540	0,066	1,189
12,5	-	13,5	1	13	1,520	1,0	0,520	7,689	1,5	9,189	21,302	48,024	8,942	17,885	0,070	0,350	1,540	0,063	1,252
13,5	-	14,5	1	14	1,520	1,0	0,520	8,209	1,5	9,709	21,978	45,906	8,842	17,683	0,070	0,350	1,540	0,061	1,313
14,5	-	15,5	1	15	1,520	1,0	0,520	8,729	1,5	10,229	22,541	43,930	8,735	17,471	0,070	0,350	1,540	0,058	1,371
15,5	-	16,5	1	16	1,520	1,0	0,520	9,249	1,5	10,749	23,002	42,086	8,625	17,249	0,070	0,350	1,540	0,056	1,427
16,5	-	17,5	1	17	1,520	1,0	0,520	9,769	1,5	11,269	23,371	40,365	8,510	17,020	0,070	0,350	1,540	0,054	1,480
17,5	-	18,5	1	18	1,520	1,0	0,520	10,289	1,5	11,789	23,656	38,757	8,392	16,784	0,070	0,350	1,540	0,051	1,532
18,5	-	19,5	1	19	1,520	1,0	0,520	10,809	1,5	12,309	23,868	37,254	8,272	16,544	0,070	0,350	1,540	0,049	1,581
19,5	-	20	0,5	19,75	1,602	1,0	0,602	11,220	1,5	12,720	23,984	36,191	8,181	16,362	0,062	0,308	1,411	0,022	1,603
21	-	22	1	20,5	1,602	1,0	0,602	11,671	1,5	13,171	24,065	35,179	8,089	16,178	0,062	0,308	1,411	0,043	1,646
22	-	23	1	21,5	1,602	1,0	0,602	12,273	1,5	13,773	24,127	33,905	7,966	15,931	0,062	0,308	1,411	0,041	1,687
23	-	24	1	22,5	1,602	1,0	0,602	12,875	1,5	14,375	24,141	32,709	7,842	15,684	0,062	0,308	1,411	0,039	1,727

Pemampatan Akibat Beban Perkerasan

Pada Beban Timbunan 9 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	5,2	2,8	∞	0,247	1,334	0,260	1,594	<	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	1,25	6,0	2,4	∞	0,244	1,318	0,667	1,984	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	6,5	2,2	∞	0,242	1,307	0,981	2,288	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	7,2	2,0	∞	0,240	1,296	1,484	2,780	<	2,984	0,007
3	-	4	1	3,5	8,2	1,8	∞	0,238	1,285	2,154	3,439	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	9,2	1,6	∞	0,233	1,258	2,819	4,077	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	10,2	1,4	∞	0,227	1,226	3,479	4,704	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	11,2	1,3	∞	0,223	1,204	4,139	5,343	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	12,2	1,2	∞	0,218	1,177	4,762	5,939	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	13,0	1,1	∞	0,213	1,150	5,202	6,352	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	13,7	1,1	∞	0,213	1,150	5,609	6,759	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	14,7	1,0	∞	0,205	1,107	6,129	7,236	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	15,7	0,9	∞	0,197	1,064	6,649	7,713	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	16,7	0,9	∞	0,197	1,064	7,169	8,233	<	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	13	17,7	0,8	∞	0,185	0,999	7,689	8,688	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	18,7	0,8	∞	0,185	0,999	8,209	9,208	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	19,7	0,7	∞	0,173	0,934	8,729	9,663	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	20,7	0,7	∞	0,173	0,934	9,249	10,183	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	21,7	0,7	∞	0,173	0,934	9,769	10,703	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	22,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	23,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	11,657	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	24,5	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,067	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	25,2	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	12,519	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	26,2	0,6	∞	0,157	0,848	12,273	13,121	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	27,2	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,077**

Pada Beban Timbunan 11 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	6,3	2,3	∞	0,243	1,312	0,260	1,572	<	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	1,25	7,0	2,1	∞	0,241	1,301	0,667	1,968	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	7,5	1,9	∞	0,239	1,291	0,981	2,272	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	8,3	1,7	∞	0,236	1,274	1,484	2,758	<	2,984	0,007
3	-	4	1	3,5	9,3	1,6	∞	0,233	1,258	2,154	3,412	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	10,3	1,4	∞	0,227	1,226	2,819	4,044	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	11,3	1,3	∞	0,223	1,204	3,479	4,683	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	12,3	1,2	∞	0,218	1,177	4,139	5,316	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	13,3	1,1	∞	0,213	1,150	4,762	5,912	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	14,0	1,0	∞	0,205	1,107	5,202	6,309	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	14,8	1,0	∞	0,205	1,107	5,609	6,716	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	15,8	0,9	∞	0,197	1,064	6,129	7,193	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	16,8	0,9	∞	0,197	1,064	6,649	7,713	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	17,8	0,8	∞	0,185	0,999	7,169	8,168	<	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	13	18,8	0,8	∞	0,185	0,999	7,689	8,688	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	19,8	0,7	∞	0,173	0,934	8,209	9,143	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	20,8	0,7	∞	0,173	0,934	8,729	9,663	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	21,8	0,7	∞	0,173	0,934	9,249	10,183	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	22,8	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	10,617	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	23,8	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	24,8	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	11,657	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	25,5	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,067	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	26,3	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	12,422	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	27,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,024	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	28,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,075**

Pada Beban Timbunan 13 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	7,3	2,0	∞	0,240	1,296	0,260	1,556	<	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	1,25	8,1	1,8	∞	0,238	1,285	0,667	1,952	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	8,6	1,7	∞	0,236	1,274	0,981	2,255	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	9,3	1,5	∞	0,230	1,242	1,484	2,726	<	2,984	0,006
3	-	4	1	3,5	10,3	1,4	∞	0,227	1,226	2,154	3,379	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	11,3	1,3	∞	0,223	1,204	2,819	4,023	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	12,3	1,2	∞	0,218	1,177	3,479	4,656	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	13,3	1,1	∞	0,213	1,150	4,139	5,289	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	14,3	1,0	∞	0,205	1,107	4,762	5,869	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	15,1	1,0	∞	0,205	1,107	5,202	6,309	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	15,8	0,9	∞	0,197	1,064	5,609	6,673	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	16,8	0,9	∞	0,197	1,064	6,129	7,193	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	17,8	0,8	∞	0,185	0,999	6,649	7,648	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	18,8	0,8	∞	0,185	0,999	7,169	8,168	<	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	13	19,8	0,7	∞	0,173	0,934	7,689	8,623	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	20,8	0,7	∞	0,173	0,934	8,209	9,143	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	21,8	0,7	∞	0,173	0,934	8,729	9,663	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	22,8	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,097	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	23,8	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	10,617	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	24,8	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	25,8	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	11,657	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	26,6	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	11,970	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	27,3	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	12,422	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	28,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,024	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	29,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,074**

Pada Beban Timbunan 15 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	8,4	1,7	∞	0,236	1,274	0,260	1,534	<	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	1,25	9,1	1,6	∞	0,233	1,258	0,667	1,925	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	9,6	1,5	∞	0,230	1,242	0,981	2,223	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	10,4	1,4	∞	0,227	1,226	1,484	2,709	<	2,984	0,006
3	-	4	1	3,5	11,4	1,3	∞	0,223	1,204	2,154	3,358	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	12,4	1,2	∞	0,218	1,177	2,819	3,996	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	13,4	1,1	∞	0,213	1,150	3,479	4,629	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	14,4	1,0	∞	0,205	1,107	4,139	5,246	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	15,4	0,9	∞	0,197	1,064	4,762	5,826	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	16,1	0,9	∞	0,197	1,064	5,202	6,266	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	16,9	0,9	∞	0,197	1,064	5,609	6,673	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	17,9	0,8	∞	0,185	0,999	6,129	7,128	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	18,9	0,8	∞	0,185	0,999	6,649	7,648	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	19,9	0,7	∞	0,173	0,934	7,169	8,103	<	8,669	0,001
12,5	-	13,5	1	13	20,9	0,7	∞	0,173	0,934	7,689	8,623	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	21,9	0,7	∞	0,173	0,934	8,209	9,143	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	22,9	0,6	∞	0,157	0,848	8,729	9,577	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	23,9	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,097	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	24,9	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	10,617	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	25,9	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	26,9	0,5	∞	0,139	0,751	10,809	11,560	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	27,6	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	11,970	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	28,4	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	12,422	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	29,4	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,024	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	30,4	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,073**

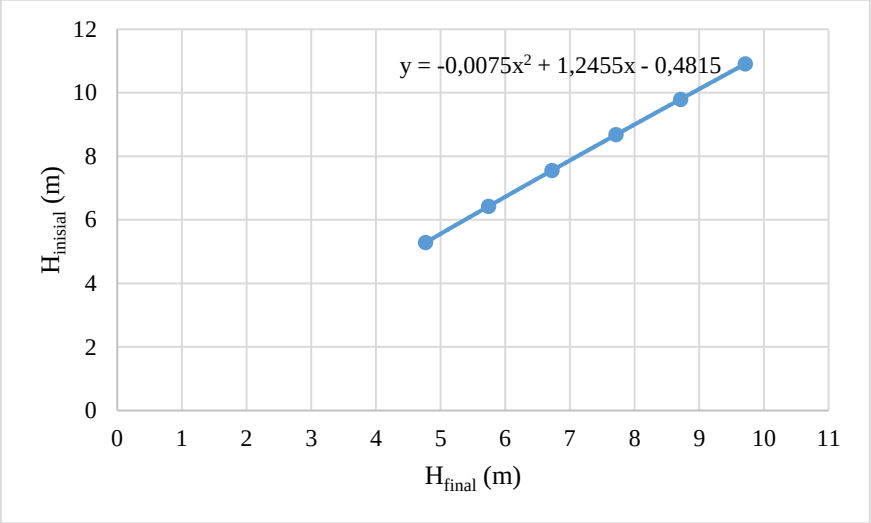
Pada Beban Timbunan 17 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	8,4	1,7	∞	0,236	1,274	0,260	1,534	<	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	1,25	9,1	1,6	∞	0,233	1,258	0,667	1,925	<	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	1,75	9,6	1,5	∞	0,230	1,242	0,981	2,223	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	10,4	1,4	∞	0,227	1,226	1,484	2,709	<	2,984	0,006
3	-	4	1	3,5	11,4	1,3	∞	0,223	1,204	2,154	3,358	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	12,4	1,2	∞	0,218	1,177	2,819	3,996	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	13,4	1,1	∞	0,213	1,150	3,479	4,629	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	14,4	1,0	∞	0,205	1,107	4,139	5,246	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	15,4	0,9	∞	0,197	1,064	4,762	5,826	<	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	8,25	16,1	0,9	∞	0,197	1,064	5,202	6,266	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	16,9	0,9	∞	0,197	1,064	5,609	6,673	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	17,9	0,8	∞	0,185	0,999	6,129	7,128	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	18,9	0,8	∞	0,185	0,999	6,649	7,648	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	19,9	0,7	∞	0,173	0,934	7,169	8,103	<	8,669	0,001
12,5	-	13,5	1	13	20,9	0,7	∞	0,173	0,934	7,689	8,623	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	21,9	0,7	∞	0,173	0,934	8,209	9,143	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	22,9	0,6	∞	0,157	0,848	8,729	9,577	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	23,9	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,097	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	24,9	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	10,617	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	25,9	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,137	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	26,9	0,5	∞	0,139	0,751	10,809	11,560	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	27,6	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	11,970	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	28,4	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	12,422	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	29,4	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,024	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	30,4	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	13,626	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,073**

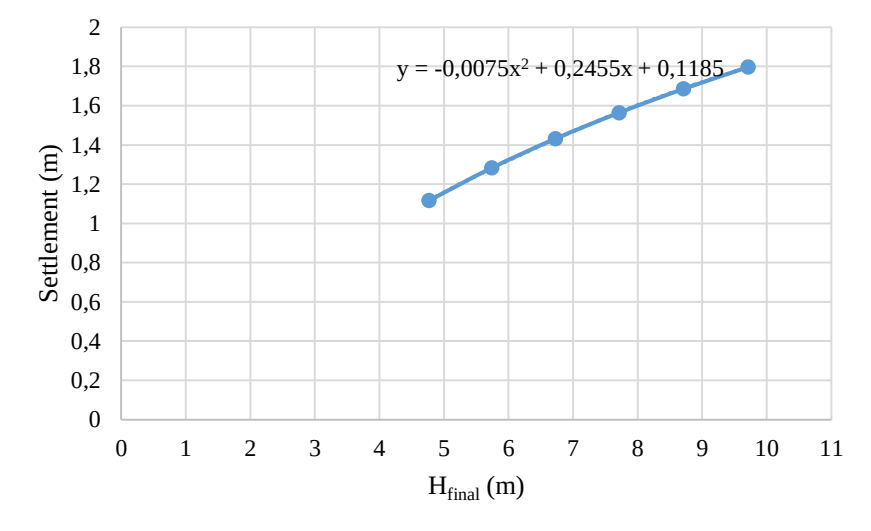
Pada Beban Timbunan 19 t/m^2

Kedalaman			H	z timb	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'$_o$	(p'$_o$ + Δp)	Keterangan	p'$_c$	Sc
					z	m	n	I						
m			m	m	m	x/z	y/z	grafik	t/m^2	t/m^2	t/m^2	m	t/m^2	m
0	-	1	1	0,5	10,5	1,4	∞	0,227	1,226	0,260	1,486	<	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	1,25	11,3	1,3	∞	0,223	1,204	0,667	1,871	<	2,167	0,006
1,5	-	2	0,5	1,75	11,8	1,2	∞	0,218	1,177	0,981	2,158	<	2,481	0,004
2	-	3	1	2,5	12,5	1,2	∞	0,218	1,177	1,484	2,661	<	2,984	0,006
3	-	4	1	3,5	13,5	1,1	∞	0,213	1,150	2,154	3,304	<	3,654	0,005
4	-	5	1	4,5	14,5	1,0	∞	0,205	1,107	2,819	3,926	<	4,319	0,004
5	-	6	1	5,5	15,5	0,9	∞	0,197	1,064	3,479	4,542	<	4,979	0,003
6	-	7	1	6,5	16,5	0,9	∞	0,197	1,064	4,139	5,202	<	5,639	0,003
7	-	8	1	7,5	17,5	0,8	∞	0,185	0,999	4,762	5,761	<	6,262	0,002
8	-	8,5	0,5	8,25	18,3	0,8	∞	0,185	0,999	5,202	6,201	<	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	9	19,0	0,8	∞	0,185	0,999	5,609	6,608	<	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	10	20,0	0,7	∞	0,173	0,934	6,129	7,063	<	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	11	21,0	0,7	∞	0,173	0,934	6,649	7,583	<	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	12	22,0	0,7	∞	0,173	0,934	7,169	8,103	<	8,669	0,001
12,5	-	13,5	1	13	23,0	0,6	∞	0,157	0,848	7,689	8,537	<	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	14	24,0	0,6	∞	0,157	0,848	8,209	9,057	<	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	15	25,0	0,6	∞	0,157	0,848	8,729	9,577	<	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	16	26,0	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,097	<	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	17	27,0	0,5	∞	0,139	0,751	9,769	10,520	<	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	18	28,0	0,5	∞	0,139	0,751	10,289	11,040	<	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	19	29,0	0,5	∞	0,139	0,751	10,809	11,560	<	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	19,75	29,8	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	11,970	<	12,720	0,000
21	-	22	1	20,5	30,5	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	12,422	<	13,171	0,001
22	-	23	1	21,5	31,5	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,024	<	13,773	0,001
23	-	24	1	22,5	32,5	0,4	∞	0,116	0,626	12,875	13,501	<	14,375	0,001
Sc Total														**0,070**

Kurva Hubungan H_{final} dan $H_{inisial}$



Kurva Hubungan H_{final} dan *Settlement*



Tinggi Timbunan Awal dan Besar Pemampatan Tiap STA

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc	Beban Timbunan
	m	m	m	m	t/m^2
STA 9+550	24	5,1	5,7	1,18	10,78
STA 9+575	24	7,1	8,0	1,48	15,17
STA 9+600	24	7,4	8,3	1,52	15,82
STA 9+625	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+650	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+675	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+700	24	8,2	9,2	1,63	17,53
STA 9+725	24	7,9	8,9	1,59	16,89
STA 9+750	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+775	24	8	9,0	1,60	17,10
STA 9+800	24	7,8	8,8	1,58	16,68
STA 9+825	24	6,6	7,4	1,41	14,08
STA 9+850	24	5,9	6,6	1,31	12,55

LAMPIRAN 4
PERENCANAAN PVD

Nilai F(n) untuk Setiap Jarak PVD

Pola Segitiga

S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	Dw (m)	n	F(n)
0,8	0,84	0,1	0,005	0,067	12,57	1,78
1,0	1,05	0,1	0,005	0,067	15,71	2,00
1,1	1,16	0,1	0,005	0,067	17,28	2,10
1,2	1,26	0,1	0,005	0,067	18,85	2,19
1,3	1,37	0,1	0,005	0,067	20,42	2,27
1,4	1,47	0,1	0,005	0,067	21,99	2,34
1,5	1,58	0,1	0,005	0,067	23,56	2,41
1,6	1,68	0,1	0,005	0,067	25,13	2,47
1,7	1,79	0,1	0,005	0,067	26,70	2,53
1,8	1,89	0,1	0,005	0,067	28,27	2,59
2,0	2,10	0,1	0,005	0,067	31,42	2,70

Pola Segiempat

S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	Dw (m)	n	F(n)
0,8	0,90	0,1	0,005	0,067	13,52	1,85
1,0	1,13	0,1	0,005	0,067	16,90	2,08
1,1	1,24	0,1	0,005	0,067	18,60	2,17
1,2	1,36	0,1	0,005	0,067	20,29	2,26
1,3	1,47	0,1	0,005	0,067	21,98	2,34
1,4	1,58	0,1	0,005	0,067	23,67	2,41
1,5	1,70	0,1	0,005	0,067	25,36	2,48
1,6	1,81	0,1	0,005	0,067	27,05	2,55
1,7	1,92	0,1	0,005	0,067	28,74	2,61
1,8	2,03	0,1	0,005	0,067	30,43	2,67
2,0	2,26	0,1	0,005	0,067	33,81	2,77

Perhitungan Cv Gabungan dan Uv dengan PVD

Panjang PVD Full Hdr

Perhitungan Cv Gabungan

Kedalaman m			H m	Cv cm^2/dt	H/√Cv	Cv Gab. cm^2/dt	Cv Gab. m^2/th	Cv Gab. $m^2/minggu$
0	-	1	1	0,00417	15,49			
1	-	1,5	0,5	0,00417	7,74			
1,5	-	2	0,5	0,00419	7,72			
2	-	3	1	0,00419	15,45			
3	-	4	1	0,00419	15,45			
4	-	5	1	0,00418	15,47			
5	-	6	1	0,00418	15,47			
6	-	7	1	0,00418	15,47			
7	-	8	1	0,00417	15,49			
8	-	8,5	0,5	0,00417	7,74			
8,5	-	9,5	1	0,00417	15,49			
9,5	-	10,5	1	0,00417	15,49			
10,5	-	11,5	1	0,00417	15,49	0,00418	13,17104	0,25260
11,5	-	12,5	1	0,00417	15,49			
12,5	-	13,5	1	0,00417	15,49			
13,5	-	14,5	1	0,00417	15,49			
14,5	-	15,5	1	0,00417	15,49			
15,5	-	16,5	1	0,00417	15,49			
16,5	-	17,5	1	0,00417	15,49			
17,5	-	18,5	1	0,00417	15,49			
18,5	-	19,5	1	0,00417	15,49			
19,5	-	20	0,5	0,00419	7,72			
21	-	22	1	0,00419	15,45			
22	-	23	1	0,00419	15,45			
23	-	24	1	0,00419	15,45			

Besar Pemampatan per Minggu

t Minggu	Cv m^2/th	Tv	0 < Uv < 60% %	Uv > 60% %	Uv Pakai %	Sc m
1	0,25260	0,00044	2,36	19,01	2,36	0,04
2		0,00088	3,34	19,10	3,34	0,05
3		0,00132	4,09	19,19	4,09	0,07
4		0,00175	4,73	19,27	4,73	0,08
5		0,00219	5,28	19,36	5,28	0,09
6		0,00263	5,79	19,45	5,79	0,09
7		0,00307	6,25	19,54	6,25	0,10
8		0,00351	6,68	19,62	6,68	0,11
9		0,00395	7,09	19,71	7,09	0,11
10		0,00439	7,47	19,80	7,47	0,12
11		0,00482	7,84	19,88	7,84	0,13
12		0,00526	8,19	19,97	8,19	0,13
13		0,00570	8,52	20,06	8,52	0,14
14		0,00614	8,84	20,14	8,84	0,14
15		0,00658	9,15	20,23	9,15	0,15
16		0,00702	9,45	20,32	9,45	0,15
17		0,00746	9,74	20,40	9,74	0,16
18		0,00789	10,03	20,49	10,03	0,16
19		0,00833	10,30	20,57	10,30	0,17
20		0,00877	10,57	20,66	10,57	0,17

Panjang PVD ¾ Hdr = 18 m

Perhitungan Cv Gabungan

Kedalaman			H	Cv	H/√Cv	Cv Gab.	Cv Gab.	Cv Gab.
m			m	cm^2/dt		cm^2/dt	m^2/th	$m^2/minggu$
0	-	1	1	0,00417	15,49	0,00417	13,16450	0,25247
1	-	1,5	0,5	0,00417	7,74			
1,5	-	2	0,5	0,00419	7,72			
2	-	3	1	0,00419	15,45			
3	-	4	1	0,00419	15,45			
4	-	5	1	0,00418	15,47			
5	-	6	1	0,00418	15,47			
6	-	7	1	0,00418	15,47			
7	-	8	1	0,00417	15,49			
8	-	8,5	0,5	0,00417	7,74			
8,5	0,00000	9,5	1	0,00417	15,49			
9,5	-	10,5	1	0,00417	15,49			
10,5	-	11,5	1	0,00417	15,49			
11,5	-	12,5	1	0,00417	15,49			
12,5	-	13,5	1	0,00417	15,49			
13,5	-	14,5	1	0,00417	15,49			
14,5	-	15,5	1	0,00417	15,49			
15,5	-	16,5	1	0,00417	15,49			
16,5	-	17,5	1	0,00417	15,49			
17,5	-	18	0,5	0,00417	7,74			

Besar Pemampatan per Minggu

t	Cv	Tv	0 < Uv < 60%	Uv > 60%	Uv Pakai	Sc
Minggu	$m^2/ming$		%	%	%	m
1	0,25247	0,00078	3,15	19,08	3,15	0,05
2		0,00156	4,45	19,23	4,45	0,07
3		0,00234	5,46	19,39	5,46	0,09
4		0,00312	6,30	19,54	6,30	0,10
5		0,00390	7,04	19,70	7,04	0,11
6		0,00468	7,72	19,85	7,72	0,12
7		0,00545	8,33	20,01	8,33	0,13
8		0,00623	8,91	20,16	8,91	0,14
9		0,00701	9,45	20,31	9,45	0,15
10		0,00779	9,96	20,47	9,96	0,16
11		0,00857	10,45	20,62	10,45	0,17
12		0,00935	10,91	20,77	10,91	0,18
13		0,01013	11,36	20,93	11,36	0,18
14		0,01091	11,79	21,08	11,79	0,19
15		0,01169	12,20	21,23	12,20	0,20
16		0,01247	12,60	21,38	12,60	0,20
17		0,01325	12,99	21,53	12,99	0,21
18		0,01403	13,36	21,68	13,36	0,22
19		0,01481	13,73	21,83	13,73	0,22
20		0,01558	14,09	21,98	14,09	0,23

Panjang PVD 2/3 Hdr = 16 m

Perhitungan Cv Gabungan

Kedalaman			H	Cv	H/√Cv	Cv Gab.	Cv Gab.	Cv Gab.
m			m	cm^2/dt		cm^2/dt	m^2/th	$m^2/minggu$
0	-	1	1	0,00417	15,49	0,00417	13,16625	0,25250
1	-	1,5	0,5	0,00417	7,74			
1,5	-	2	0,5	0,00419	7,72			
2	-	3	1	0,00419	15,45			
3	-	4	1	0,00419	15,45			
4	-	5	1	0,00418	15,47			
5	-	6	1	0,00418	15,47			
6	-	7	1	0,00418	15,47			
7	-	8	1	0,00417	15,49			
8	-	8,5	0,5	0,00417	7,74			
8,5	0,00000	9,5	1	0,00417	15,49			
9,5	-	10,5	1	0,00417	15,49			
10,5	-	11,5	1	0,00417	15,49			
11,5	-	12,5	1	0,00417	15,49			
12,5	-	13,5	1	0,00417	15,49			
13,5	-	14,5	1	0,00417	15,49			
14,5	-	15,5	1	0,00417	15,49			
15,5	-	16	0,5	0,00417	7,74			

Besar Pemampatan per Minggu

t	Cv	Tv	0 < Uv < 60%	Uv > 60%	Uv Pakai	Sc
Minggu	$m^2/ming$		%	%	%	m
1	0,25250	0,00099	3,54	19,12	3,54	0,06
2		0,00197	5,01	19,32	5,01	0,08
3		0,00296	6,14	19,51	6,14	0,10
4		0,00395	7,09	19,71	7,09	0,11
5		0,00493	7,92	19,90	7,92	0,13
6		0,00592	8,68	20,10	8,68	0,14
7		0,00690	9,38	20,29	9,38	0,15
8		0,00789	10,02	20,49	10,02	0,16
9		0,00888	10,63	20,68	10,63	0,17
10		0,00986	11,21	20,87	11,21	0,18
11		0,01085	11,75	21,07	11,75	0,19
12		0,01184	12,28	21,26	12,28	0,20
13		0,01282	12,78	21,45	12,78	0,21
14		0,01381	13,26	21,64	13,26	0,21
15		0,01480	13,73	21,83	13,73	0,22
16		0,01578	14,18	22,02	14,18	0,23
17		0,01677	14,61	22,21	14,61	0,24
18		0,01775	15,04	22,40	15,04	0,24
19		0,01874	15,45	22,59	15,45	0,25
20		0,01973	15,85	22,78	15,85	0,26

Perhitungan U_h dan U_{total}

Panjang PVD Full Hdr, Pola Segitia

S = 0,8 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,91	91,25
2	0,033	0,99	99,22
3	0,041	1,00	99,93
4	0,047	1,00	99,99
5	0,053	1,00	100,00
6	0,058	1,00	100,00
7	0,063	1,00	100,00
8	0,067	1,00	100,00
9	0,071	1,00	100,00
10	0,075	1,00	100,00
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,75	75,23
2	0,033	0,94	93,78
3	0,041	0,98	98,43
4	0,047	1,00	99,61
5	0,053	1,00	99,90
6	0,058	1,00	99,97
7	0,063	1,00	99,99
8	0,067	1,00	100,00
9	0,071	1,00	100,00
10	0,075	1,00	100,00
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,1 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,66	66,92
2	0,033	0,89	88,90
3	0,041	0,96	96,27
4	0,047	0,99	98,74
5	0,053	1,00	99,58
6	0,058	1,00	99,86
7	0,063	1,00	99,95
8	0,067	1,00	99,98
9	0,071	1,00	99,99
10	0,075	1,00	100,00
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,2 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,58	58,99
2	0,033	0,82	82,95
3	0,041	0,93	92,89
4	0,047	0,97	97,04
5	0,053	0,99	98,76
6	0,058	0,99	99,48
7	0,063	1,00	99,78
8	0,067	1,00	99,91
9	0,071	1,00	99,96
10	0,075	1,00	99,98
11	0,078	1,00	99,99
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,3 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,51	52,15
2	0,033	0,76	76,79
3	0,041	0,88	88,71
4	0,047	0,94	94,51
5	0,053	0,97	97,32
6	0,058	0,99	98,70
7	0,063	0,99	99,36
8	0,067	1,00	99,69
9	0,071	1,00	99,85
10	0,075	1,00	99,93
11	0,078	1,00	99,96
12	0,082	1,00	99,98
13	0,085	1,00	99,99
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,4 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,45	46,18
2	0,033	0,70	70,63
3	0,041	0,83	83,94
4	0,047	0,91	91,20
5	0,053	0,95	95,18
6	0,058	0,97	97,36
7	0,063	0,98	98,55
8	0,067	0,99	99,20
9	0,071	1,00	99,56
10	0,075	1,00	99,76
11	0,078	1,00	99,87
12	0,082	1,00	99,93
13	0,085	1,00	99,96
14	0,088	1,00	99,98
15	0,092	1,00	99,99
16	0,095	1,00	99,99
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,5 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,40	41,02
2	0,033	0,64	64,73
3	0,041	0,78	78,86
4	0,047	0,87	87,32
5	0,053	0,92	92,38
6	0,058	0,95	95,42
7	0,063	0,97	97,25
8	0,067	0,98	98,35
9	0,071	0,99	99,01
10	0,075	0,99	99,40
11	0,078	1,00	99,64
12	0,082	1,00	99,78
13	0,085	1,00	99,87
14	0,088	1,00	99,92
15	0,092	1,00	99,95
16	0,095	1,00	99,97
17	0,097	1,00	99,98
18	0,100	1,00	99,99
19	0,103	1,00	99,99
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,6 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,35	36,59
2	0,033	0,58	59,23
3	0,041	0,73	73,72
4	0,047	0,82	83,05
5	0,053	0,88	89,05
6	0,058	0,92	92,93
7	0,063	0,95	95,43
8	0,067	0,97	97,04
9	0,071	0,98	98,09
10	0,075	0,99	98,76
11	0,078	0,99	99,20
12	0,082	0,99	99,48
13	0,085	1,00	99,67
14	0,088	1,00	99,78
15	0,092	1,00	99,86
16	0,095	1,00	99,91
17	0,097	1,00	99,94
18	0,100	1,00	99,96
19	0,103	1,00	99,98
20	0,106	1,00	99,98

S = 1,7 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,31	32,77
2	0,033	0,53	54,18
3	0,041	0,67	68,69
4	0,047	0,78	78,59
5	0,053	0,85	85,34
6	0,058	0,89	89,96
7	0,063	0,93	93,12
8	0,067	0,95	95,29
9	0,071	0,97	96,77
10	0,075	0,98	97,78
11	0,078	0,98	98,48
12	0,082	0,99	98,96
13	0,085	0,99	99,28
14	0,088	0,99	99,51
15	0,092	1,00	99,66
16	0,095	1,00	99,77
17	0,097	1,00	99,84
18	0,100	1,00	99,89
19	0,103	1,00	99,93
20	0,106	1,00	99,95

S = 1,8 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,024	0,28	29,50
2	0,033	0,48	49,60
3	0,041	0,62	63,89
4	0,047	0,73	74,09
5	0,053	0,80	81,40
6	0,058	0,86	86,64
7	0,063	0,90	90,40
8	0,067	0,93	93,10
9	0,071	0,95	95,04
10	0,075	0,96	96,43
11	0,078	0,97	97,43
12	0,082	0,98	98,15
13	0,085	0,99	98,67
14	0,088	0,99	99,04
15	0,092	0,99	99,31
16	0,095	0,99	99,51
17	0,097	1,00	99,64
18	0,100	1,00	99,74
19	0,103	1,00	99,82
20	0,106	1,00	99,87

S = 2,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,22	24,22
2	0,033	0,40	41,78
3	0,041	0,53	55,17
4	0,047	0,64	65,43
5	0,053	0,72	73,33
6	0,058	0,78	79,41
7	0,063	0,83	84,10
8	0,067	0,87	87,72
9	0,071	0,90	90,51
10	0,075	0,92	92,66
11	0,078	0,94	94,33
12	0,082	0,95	95,62
13	0,085	0,96	96,61
14	0,088	0,97	97,38
15	0,092	0,98	97,97
16	0,095	0,98	98,43
17	0,097	0,99	98,79
18	0,100	0,99	99,06
19	0,103	0,99	99,27
20	0,106	0,99	99,44

Panjang PVD Full Hdr, Pola Segiempat

S = 0,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,86	86,79
2	0,033	0,98	98,23
3	0,041	1,00	99,76
4	0,047	1,00	99,97
5	0,053	1,00	100,00
6	0,058	1,00	100,00
7	0,063	1,00	100,00
8	0,067	1,00	100,00
9	0,071	1,00	100,00
10	0,075	1,00	100,00
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,68	68,85
2	0,033	0,90	90,16
3	0,041	0,97	96,89
4	0,047	0,99	99,01
5	0,053	1,00	99,69
6	0,058	1,00	99,90
7	0,063	1,00	99,97
8	0,067	1,00	99,99
9	0,071	1,00	100,00
10	0,075	1,00	100,00
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,1 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,59	60,42
2	0,033	0,84	84,11
3	0,041	0,93	93,61
4	0,047	0,97	97,43
5	0,053	0,99	98,96
6	0,058	1,00	99,58
7	0,063	1,00	99,83
8	0,067	1,00	99,93
9	0,071	1,00	99,97
10	0,075	1,00	99,99
11	0,078	1,00	100,00
12	0,082	1,00	100,00
13	0,085	1,00	100,00
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,2 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,52	52,70
2	0,033	0,77	77,32
3	0,041	0,89	89,10
4	0,047	0,94	94,75
5	0,053	0,97	97,47
6	0,058	0,99	98,78
7	0,063	0,99	99,41
8	0,067	1,00	99,72
9	0,071	1,00	99,86
10	0,075	1,00	99,93
11	0,078	1,00	99,97
12	0,082	1,00	99,98
13	0,085	1,00	99,99
14	0,088	1,00	100,00
15	0,092	1,00	100,00
16	0,095	1,00	100,00
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,3 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,45	46,23
2	0,033	0,70	70,69
3	0,041	0,83	83,98
4	0,047	0,91	91,24
5	0,053	0,95	95,20
6	0,058	0,97	97,37
7	0,063	0,98	98,56
8	0,067	0,99	99,21
9	0,071	1,00	99,57
10	0,075	1,00	99,76
11	0,078	1,00	99,87
12	0,082	1,00	99,93
13	0,085	1,00	99,96
14	0,088	1,00	99,98
15	0,092	1,00	99,99
16	0,095	1,00	99,99
17	0,097	1,00	100,00
18	0,100	1,00	100,00
19	0,103	1,00	100,00
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,4 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,39	40,70
2	0,033	0,63	64,35
3	0,041	0,78	78,52
4	0,047	0,86	87,04
5	0,053	0,92	92,18
6	0,058	0,95	95,27
7	0,063	0,97	97,14
8	0,067	0,98	98,27
9	0,071	0,99	98,96
10	0,075	0,99	99,37
11	0,078	1,00	99,62
12	0,082	1,00	99,77
13	0,085	1,00	99,86
14	0,088	1,00	99,92
15	0,092	1,00	99,95
16	0,095	1,00	99,97
17	0,097	1,00	99,98
18	0,100	1,00	99,99
19	0,103	1,00	99,99
20	0,106	1,00	100,00

S = 1,5 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,34	36,00
2	0,033	0,57	58,48
3	0,041	0,72	72,99
4	0,047	0,82	82,42
5	0,053	0,88	88,54
6	0,058	0,92	92,53
7	0,063	0,95	95,13
8	0,067	0,97	96,82
9	0,071	0,98	97,93
10	0,075	0,99	98,65
11	0,078	0,99	99,12
12	0,082	0,99	99,42
13	0,085	1,00	99,62
14	0,088	1,00	99,75
15	0,092	1,00	99,84
16	0,095	1,00	99,89
17	0,097	1,00	99,93
18	0,100	1,00	99,96
19	0,103	1,00	99,97
20	0,106	1,00	99,98

S = 1,6 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,30	32,01
2	0,033	0,52	53,13
3	0,041	0,66	67,62
4	0,047	0,76	77,60
5	0,053	0,84	84,49
6	0,058	0,89	89,26
7	0,063	0,92	92,56
8	0,067	0,94	94,84
9	0,071	0,96	96,42
10	0,075	0,97	97,52
11	0,078	0,98	98,28
12	0,082	0,99	98,81
13	0,085	0,99	99,17
14	0,088	0,99	99,43
15	0,092	1,00	99,60
16	0,095	1,00	99,72
17	0,097	1,00	99,81
18	0,100	1,00	99,87
19	0,103	1,00	99,91
20	0,106	1,00	99,94

S = 1,7 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,27	28,62
2	0,033	0,47	48,33
3	0,041	0,61	62,52
4	0,047	0,71	72,78
5	0,053	0,79	80,22
6	0,058	0,85	85,61
7	0,063	0,89	89,53
8	0,067	0,92	92,38
9	0,071	0,94	94,46
10	0,075	0,96	95,96
11	0,078	0,97	97,06
12	0,082	0,98	97,86
13	0,085	0,98	98,44
14	0,088	0,99	98,86
15	0,092	0,99	99,17
16	0,095	0,99	99,40
17	0,097	1,00	99,56
18	0,100	1,00	99,68
19	0,103	1,00	99,77
20	0,106	1,00	99,83

S = 1,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,24	25,72
2	0,033	0,42	44,05
3	0,041	0,56	57,77
4	0,047	0,66	68,08
5	0,053	0,75	75,86
6	0,058	0,81	81,73
7	0,063	0,85	86,17
8	0,067	0,89	89,53
9	0,071	0,91	92,07
10	0,075	0,94	93,99
11	0,078	0,95	95,45
12	0,082	0,96	96,55
13	0,085	0,97	97,38
14	0,088	0,98	98,02
15	0,092	0,98	98,50
16	0,095	0,99	98,86
17	0,097	0,99	99,14
18	0,100	0,99	99,34
19	0,103	0,99	99,50
20	0,106	1,00	99,62

S = 2,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,024	0,19	21,10
2	0,033	0,35	36,88
3	0,041	0,47	49,39
4	0,047	0,57	59,37
5	0,053	0,66	67,36
6	0,058	0,72	73,77
7	0,063	0,77	78,90
8	0,067	0,82	83,03
9	0,071	0,85	86,35
10	0,075	0,88	89,01
11	0,078	0,90	91,16
12	0,082	0,92	92,88
13	0,085	0,94	94,27
14	0,088	0,95	95,38
15	0,092	0,96	96,28
16	0,095	0,97	97,01
17	0,097	0,97	97,59
18	0,100	0,98	98,06
19	0,103	0,98	98,43
20	0,106	0,99	98,74

Panjang PVD ¾ Hdr, Pola Segitiga

S = 0,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,91	91,14
2	0,045	0,99	99,20
3	0,055	1,00	99,93
4	0,063	1,00	99,99
5	0,070	1,00	100,00
6	0,077	1,00	100,00
7	0,083	1,00	100,00
8	0,089	1,00	100,00
9	0,094	1,00	100,00
10	0,100	1,00	100,00
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,74	75,18
2	0,045	0,93	93,72
3	0,055	0,98	98,41
4	0,063	1,00	99,60
5	0,070	1,00	99,90
6	0,077	1,00	99,97
7	0,083	1,00	99,99
8	0,089	1,00	100,00
9	0,094	1,00	100,00
10	0,100	1,00	100,00
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,1 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,66	66,92
2	0,045	0,88	88,86
3	0,055	0,96	96,23
4	0,063	0,99	98,73
5	0,070	1,00	99,57
6	0,077	1,00	99,85
7	0,083	1,00	99,95
8	0,089	1,00	99,98
9	0,094	1,00	99,99
10	0,100	1,00	100,00
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,2 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,58	59,31
2	0,045	0,82	83,13
3	0,055	0,93	92,99
4	0,063	0,97	97,08
5	0,070	0,99	98,78
6	0,077	0,99	99,49
7	0,083	1,00	99,79
8	0,089	1,00	99,91
9	0,094	1,00	99,96
10	0,100	1,00	99,98
11	0,104	1,00	99,99
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,3 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,51	52,52
2	0,045	0,76	77,04
3	0,055	0,88	88,86
4	0,063	0,94	94,59
5	0,070	0,97	97,37
6	0,077	0,99	98,72
7	0,083	0,99	99,38
8	0,089	1,00	99,70
9	0,094	1,00	99,85
10	0,100	1,00	99,93
11	0,104	1,00	99,96
12	0,109	1,00	99,98
13	0,114	1,00	99,99
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,4 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,45	46,60
2	0,045	0,70	70,95
3	0,055	0,83	84,15
4	0,063	0,91	91,34
5	0,070	0,95	95,26
6	0,077	0,97	97,41
7	0,083	0,98	98,58
8	0,089	0,99	99,22
9	0,094	1,00	99,57
10	0,100	1,00	99,77
11	0,104	1,00	99,87
12	0,109	1,00	99,93
13	0,114	1,00	99,96
14	0,118	1,00	99,98
15	0,122	1,00	99,99
16	0,126	1,00	99,99
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,5 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,40	41,48
2	0,045	0,63	65,12
3	0,055	0,78	79,15
4	0,063	0,87	87,51
5	0,070	0,92	92,51
6	0,077	0,95	95,51
7	0,083	0,97	97,31
8	0,089	0,98	98,38
9	0,094	0,99	99,03
10	0,100	0,99	99,42
11	0,104	1,00	99,65
12	0,109	1,00	99,79
13	0,114	1,00	99,87
14	0,118	1,00	99,92
15	0,122	1,00	99,95
16	0,126	1,00	99,97
17	0,130	1,00	99,98
18	0,134	1,00	99,99
19	0,137	1,00	99,99
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,6 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,35	37,08
2	0,045	0,58	59,68
3	0,055	0,73	74,08
4	0,063	0,82	83,31
5	0,070	0,88	89,24
6	0,077	0,92	93,06
7	0,083	0,95	95,52
8	0,089	0,97	97,11
9	0,094	0,98	98,13
10	0,100	0,99	98,79
11	0,104	0,99	99,22
12	0,109	0,99	99,50
13	0,114	1,00	99,67
14	0,118	1,00	99,79
15	0,122	1,00	99,86
16	0,126	1,00	99,91
17	0,130	1,00	99,94
18	0,134	1,00	99,96
19	0,137	1,00	99,98
20	0,141	1,00	99,98

S = 1,7 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,31	33,30
2	0,045	0,53	54,69
3	0,055	0,67	69,12
4	0,063	0,78	78,92
5	0,070	0,85	85,60
6	0,077	0,89	90,16
7	0,083	0,93	93,27
8	0,089	0,95	95,39
9	0,094	0,97	96,85
10	0,100	0,98	97,84
11	0,104	0,98	98,52
12	0,109	0,99	98,99
13	0,114	0,99	99,31
14	0,118	0,99	99,52
15	0,122	1,00	99,67
16	0,126	1,00	99,78
17	0,130	1,00	99,85
18	0,134	1,00	99,89
19	0,137	1,00	99,93
20	0,141	1,00	99,95

S = 1,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,28	30,05
2	0,045	0,48	50,16
3	0,055	0,62	64,38
4	0,063	0,73	74,51
5	0,070	0,80	81,73
6	0,077	0,86	86,90
7	0,083	0,90	90,60
8	0,089	0,93	93,26
9	0,094	0,95	95,16
10	0,100	0,96	96,52
11	0,104	0,97	97,50
12	0,109	0,98	98,21
13	0,114	0,99	98,71
14	0,118	0,99	99,07
15	0,122	0,99	99,33
16	0,126	0,99	99,52
17	0,130	1,00	99,66
18	0,134	1,00	99,75
19	0,137	1,00	99,82
20	0,141	1,00	99,87

S = 2,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,22	24,82
2	0,045	0,40	42,43
3	0,055	0,53	55,79
4	0,063	0,64	65,99
5	0,070	0,72	73,81
6	0,077	0,78	79,82
7	0,083	0,83	84,44
8	0,089	0,87	88,00
9	0,094	0,90	90,74
10	0,100	0,92	92,85
11	0,104	0,94	94,48
12	0,109	0,95	95,74
13	0,114	0,96	96,71
14	0,118	0,97	97,46
15	0,122	0,98	98,04
16	0,126	0,98	98,48
17	0,130	0,99	98,83
18	0,134	0,99	99,09
19	0,137	0,99	99,30
20	0,141	0,99	99,46

Panjang PVD ¾ Hdr, Pola Segiempat

S = 0,8 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,86	86,68
2	0,045	0,98	98,19
3	0,055	1,00	99,75
4	0,063	1,00	99,97
5	0,070	1,00	100,00
6	0,077	1,00	100,00
7	0,083	1,00	100,00
8	0,089	1,00	100,00
9	0,094	1,00	100,00
10	0,100	1,00	100,00
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,0 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,68	68,84
2	0,045	0,90	90,11
3	0,055	0,97	96,85
4	0,063	0,99	99,00
5	0,070	1,00	99,68
6	0,077	1,00	99,90
7	0,083	1,00	99,97
8	0,089	1,00	99,99
9	0,094	1,00	100,00
10	0,100	1,00	100,00
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,1 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,59	60,48
2	0,045	0,83	84,09
3	0,055	0,93	93,58
4	0,063	0,97	97,40
5	0,070	0,99	98,95
6	0,077	1,00	99,57
7	0,083	1,00	99,83
8	0,089	1,00	99,93
9	0,094	1,00	99,97
10	0,100	1,00	99,99
11	0,104	1,00	100,00
12	0,109	1,00	100,00
13	0,114	1,00	100,00
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,2 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,52	53,07
2	0,045	0,77	77,56
3	0,055	0,89	89,24
4	0,063	0,94	94,83
5	0,070	0,97	97,52
6	0,077	0,99	98,81
7	0,083	0,99	99,42
8	0,089	1,00	99,72
9	0,094	1,00	99,87
10	0,100	1,00	99,94
11	0,104	1,00	99,97
12	0,109	1,00	99,99
13	0,114	1,00	99,99
14	0,118	1,00	100,00
15	0,122	1,00	100,00
16	0,126	1,00	100,00
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,3 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,45	46,65
2	0,045	0,70	71,01
3	0,055	0,83	84,20
4	0,063	0,91	91,37
5	0,070	0,95	95,29
6	0,077	0,97	97,42
7	0,083	0,98	98,59
8	0,089	0,99	99,23
9	0,094	1,00	99,58
10	0,100	1,00	99,77
11	0,104	1,00	99,87
12	0,109	1,00	99,93
13	0,114	1,00	99,96
14	0,118	1,00	99,98
15	0,122	1,00	99,99
16	0,126	1,00	99,99
17	0,130	1,00	100,00
18	0,134	1,00	100,00
19	0,137	1,00	100,00
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,4 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,39	41,17
2	0,045	0,63	64,74
3	0,055	0,78	78,81
4	0,063	0,86	87,24
5	0,070	0,92	92,31
6	0,077	0,95	95,36
7	0,083	0,97	97,20
8	0,089	0,98	98,31
9	0,094	0,99	98,98
10	0,100	0,99	99,38
11	0,104	1,00	99,63
12	0,109	1,00	99,78
13	0,114	1,00	99,86
14	0,118	1,00	99,92
15	0,122	1,00	99,95
16	0,126	1,00	99,97
17	0,130	1,00	99,98
18	0,134	1,00	99,99
19	0,137	1,00	99,99
20	0,141	1,00	100,00

S = 1,5 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,34	36,51
2	0,045	0,57	58,94
3	0,055	0,72	73,36
4	0,063	0,82	82,69
5	0,070	0,88	88,74
6	0,077	0,92	92,67
7	0,083	0,95	95,23
8	0,089	0,97	96,89
9	0,094	0,98	97,97
10	0,100	0,99	98,68
11	0,104	0,99	99,14
12	0,109	0,99	99,44
13	0,114	1,00	99,63
14	0,118	1,00	99,76
15	0,122	1,00	99,84
16	0,126	1,00	99,90
17	0,130	1,00	99,93
18	0,134	1,00	99,96
19	0,137	1,00	99,97
20	0,141	1,00	99,98

S = 1,6 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,30	32,55
2	0,045	0,51	53,66
3	0,055	0,66	68,06
4	0,063	0,76	77,96
5	0,070	0,84	84,77
6	0,077	0,89	89,47
7	0,083	0,92	92,71
8	0,089	0,94	94,96
9	0,094	0,96	96,51
10	0,100	0,97	97,58
11	0,104	0,98	98,33
12	0,109	0,99	98,84
13	0,114	0,99	99,20
14	0,118	0,99	99,44
15	0,122	1,00	99,61
16	0,126	1,00	99,73
17	0,130	1,00	99,81
18	0,134	1,00	99,87
19	0,137	1,00	99,91
20	0,141	1,00	99,94

S = 1,7 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,27	29,18
2	0,045	0,47	48,91
3	0,055	0,61	63,04
4	0,063	0,71	73,21
5	0,070	0,79	80,57
6	0,077	0,85	85,89
7	0,083	0,89	89,75
8	0,089	0,92	92,56
9	0,094	0,94	94,59
10	0,100	0,96	96,07
11	0,104	0,97	97,14
12	0,109	0,98	97,92
13	0,114	0,98	98,49
14	0,118	0,99	98,90
15	0,122	0,99	99,20
16	0,126	0,99	99,42
17	0,130	1,00	99,57
18	0,134	1,00	99,69
19	0,137	1,00	99,77
20	0,141	1,00	99,84

S = 1,8 m

t minggu	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$ %
1	0,031	0,24	26,31
2	0,045	0,42	44,68
3	0,055	0,56	58,35
4	0,063	0,66	68,59
5	0,070	0,74	76,29
6	0,077	0,81	82,09
7	0,083	0,85	86,47
8	0,089	0,89	89,77
9	0,094	0,91	92,26
10	0,100	0,93	94,14
11	0,104	0,95	95,57
12	0,109	0,96	96,65
13	0,114	0,97	97,46
14	0,118	0,98	98,08
15	0,122	0,98	98,54
16	0,126	0,99	98,90
17	0,130	0,99	99,16
18	0,134	0,99	99,37
19	0,137	0,99	99,52
20	0,141	1,00	99,64

S = 2,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,031	0,19	21,73
2	0,045	0,35	37,59
3	0,055	0,47	50,09
4	0,063	0,57	60,03
5	0,070	0,66	67,95
6	0,077	0,72	74,29
7	0,083	0,77	79,36
8	0,089	0,82	83,42
9	0,094	0,85	86,68
10	0,100	0,88	89,30
11	0,104	0,90	91,40
12	0,109	0,92	93,08
13	0,114	0,94	94,44
14	0,118	0,95	95,53
15	0,122	0,96	96,40
16	0,126	0,97	97,11
17	0,130	0,97	97,67
18	0,134	0,98	98,13
19	0,137	0,98	98,49
20	0,141	0,99	98,79

Panjang PVD 2/3 Hdr, Pola Segitiga

S = 0,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,91	91,18
2	0,050	0,99	99,21
3	0,061	1,00	99,93
4	0,071	1,00	99,99
5	0,079	1,00	100,00
6	0,087	1,00	100,00
7	0,094	1,00	100,00
8	0,100	1,00	100,00
9	0,106	1,00	100,00
10	0,112	1,00	100,00
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,74	75,28
2	0,050	0,93	93,76
3	0,061	0,98	98,42
4	0,071	1,00	99,60
5	0,079	1,00	99,90
6	0,087	1,00	99,97
7	0,094	1,00	99,99
8	0,100	1,00	100,00
9	0,106	1,00	100,00
10	0,112	1,00	100,00
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,1 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,66	67,06
2	0,050	0,88	88,92
3	0,061	0,96	96,26
4	0,071	0,99	98,74
5	0,079	1,00	99,57
6	0,087	1,00	99,86
7	0,094	1,00	99,95
8	0,100	1,00	99,98
9	0,106	1,00	99,99
10	0,112	1,00	100,00
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,2 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,58	59,48
2	0,050	0,82	83,23
3	0,061	0,93	93,04
4	0,071	0,97	97,11
5	0,079	0,99	98,79
6	0,087	0,99	99,50
7	0,094	1,00	99,79
8	0,100	1,00	99,91
9	0,106	1,00	99,96
10	0,112	1,00	99,98
11	0,118	1,00	99,99
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,3 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,51	52,72
2	0,050	0,76	77,18
3	0,061	0,88	88,94
4	0,071	0,94	94,64
5	0,079	0,97	97,39
6	0,087	0,99	98,73
7	0,094	0,99	99,38
8	0,100	1,00	99,70
9	0,106	1,00	99,85
10	0,112	1,00	99,93
11	0,118	1,00	99,97
12	0,123	1,00	99,98
13	0,128	1,00	99,99
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,4 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,45	46,82
2	0,050	0,70	71,13
3	0,061	0,83	84,27
4	0,071	0,91	91,42
5	0,079	0,95	95,31
6	0,087	0,97	97,44
7	0,094	0,98	98,60
8	0,100	0,99	99,23
9	0,106	1,00	99,58
10	0,112	1,00	99,77
11	0,118	1,00	99,87
12	0,123	1,00	99,93
13	0,128	1,00	99,96
14	0,133	1,00	99,98
15	0,137	1,00	99,99
16	0,142	1,00	99,99
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,5 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,40	41,72
2	0,050	0,63	65,33
3	0,061	0,78	79,30
4	0,071	0,87	87,62
5	0,079	0,92	92,59
6	0,087	0,95	95,56
7	0,094	0,97	97,34
8	0,100	0,98	98,40
9	0,106	0,99	99,04
10	0,112	0,99	99,42
11	0,118	1,00	99,65
12	0,123	1,00	99,79
13	0,128	1,00	99,88
14	0,133	1,00	99,93
15	0,137	1,00	99,95
16	0,142	1,00	99,97
17	0,146	1,00	99,98
18	0,150	1,00	99,99
19	0,154	1,00	99,99
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,6 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,35	37,34
2	0,050	0,58	59,92
3	0,061	0,73	74,27
4	0,071	0,82	83,46
5	0,079	0,88	89,35
6	0,087	0,92	93,14
7	0,094	0,95	95,58
8	0,100	0,97	97,15
9	0,106	0,98	98,16
10	0,112	0,99	98,81
11	0,118	0,99	99,23
12	0,123	0,99	99,50
13	0,128	1,00	99,68
14	0,133	1,00	99,79
15	0,137	1,00	99,87
16	0,142	1,00	99,91
17	0,146	1,00	99,94
18	0,150	1,00	99,96
19	0,154	1,00	99,98
20	0,158	1,00	99,98

S = 1,7 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,31	33,58
2	0,050	0,53	54,96
3	0,061	0,67	69,35
4	0,071	0,78	79,11
5	0,079	0,85	85,74
6	0,087	0,89	90,26
7	0,094	0,93	93,35
8	0,100	0,95	95,45
9	0,106	0,97	96,89
10	0,112	0,98	97,87
11	0,118	0,98	98,54
12	0,123	0,99	99,00
13	0,128	0,99	99,32
14	0,133	0,99	99,53
15	0,137	1,00	99,68
16	0,142	1,00	99,78
17	0,146	1,00	99,85
18	0,150	1,00	99,90
19	0,154	1,00	99,93
20	0,158	1,00	99,95

S = 1,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,28	30,34
2	0,050	0,48	50,46
3	0,061	0,62	64,64
4	0,071	0,73	74,72
5	0,079	0,80	81,91
6	0,087	0,86	87,04
7	0,094	0,90	90,71
8	0,100	0,93	93,34
9	0,106	0,95	95,22
10	0,112	0,96	96,57
11	0,118	0,97	97,54
12	0,123	0,98	98,23
13	0,128	0,99	98,73
14	0,133	0,99	99,09
15	0,137	0,99	99,35
16	0,142	0,99	99,53
17	0,146	1,00	99,66
18	0,150	1,00	99,76
19	0,154	1,00	99,83
20	0,158	1,00	99,87

S = 2,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,22	25,13
2	0,050	0,40	42,77
3	0,061	0,53	56,11
4	0,071	0,64	66,28
5	0,079	0,72	74,06
6	0,087	0,78	80,03
7	0,094	0,83	84,62
8	0,100	0,87	88,15
9	0,106	0,90	90,86
10	0,112	0,92	92,95
11	0,118	0,94	94,56
12	0,123	0,95	95,81
13	0,128	0,96	96,76
14	0,133	0,97	97,50
15	0,137	0,98	98,07
16	0,142	0,98	98,51
17	0,146	0,99	98,85
18	0,150	0,99	99,11
19	0,154	0,99	99,31
20	0,158	0,99	99,47

Panjang PVD 2/3 Hdr, Pola Segiempat

S = 0,8 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,86	86,74
2	0,050	0,98	98,20
3	0,061	1,00	99,76
4	0,071	1,00	99,97
5	0,079	1,00	100,00
6	0,087	1,00	100,00
7	0,094	1,00	100,00
8	0,100	1,00	100,00
9	0,106	1,00	100,00
10	0,112	1,00	100,00
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,0 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,68	68,98
2	0,050	0,90	90,17
3	0,061	0,97	96,88
4	0,071	0,99	99,01
5	0,079	1,00	99,68
6	0,087	1,00	99,90
7	0,094	1,00	99,97
8	0,100	1,00	99,99
9	0,106	1,00	100,00
10	0,112	1,00	100,00
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,1 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,59	60,65
2	0,050	0,83	84,19
3	0,061	0,93	93,63
4	0,071	0,97	97,43
5	0,079	0,99	98,96
6	0,087	1,00	99,58
7	0,094	1,00	99,83
8	0,100	1,00	99,93
9	0,106	1,00	99,97
10	0,112	1,00	99,99
11	0,118	1,00	100,00
12	0,123	1,00	100,00
13	0,128	1,00	100,00
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,2 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,52	53,26
2	0,050	0,77	77,70
3	0,061	0,89	89,32
4	0,071	0,94	94,88
5	0,079	0,97	97,54
6	0,087	0,99	98,82
7	0,094	0,99	99,43
8	0,100	1,00	99,73
9	0,106	1,00	99,87
10	0,112	1,00	99,94
11	0,118	1,00	99,97
12	0,123	1,00	99,99
13	0,128	1,00	99,99
14	0,133	1,00	100,00
15	0,137	1,00	100,00
16	0,142	1,00	100,00
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,3 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,45	46,87
2	0,050	0,70	71,18
3	0,061	0,83	84,32
4	0,071	0,91	91,45
5	0,079	0,95	95,33
6	0,087	0,97	97,45
7	0,094	0,98	98,61
8	0,100	0,99	99,24
9	0,106	1,00	99,58
10	0,112	1,00	99,77
11	0,118	1,00	99,88
12	0,123	1,00	99,93
13	0,128	1,00	99,96
14	0,133	1,00	99,98
15	0,137	1,00	99,99
16	0,142	1,00	99,99
17	0,146	1,00	100,00
18	0,150	1,00	100,00
19	0,154	1,00	100,00
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,4 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,39	41,41
2	0,050	0,63	64,95
3	0,061	0,78	78,97
4	0,071	0,86	87,35
5	0,079	0,92	92,39
6	0,087	0,95	95,41
7	0,094	0,97	97,24
8	0,100	0,98	98,33
9	0,106	0,99	98,99
10	0,112	0,99	99,39
11	0,118	1,00	99,63
12	0,123	1,00	99,78
13	0,128	1,00	99,87
14	0,133	1,00	99,92
15	0,137	1,00	99,95
16	0,142	1,00	99,97
17	0,146	1,00	99,98
18	0,150	1,00	99,99
19	0,154	1,00	99,99
20	0,158	1,00	100,00

S = 1,5 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,34	36,77
2	0,050	0,57	59,18
3	0,061	0,72	73,56
4	0,071	0,82	82,84
5	0,079	0,88	88,85
6	0,087	0,92	92,75
7	0,094	0,95	95,29
8	0,100	0,97	96,93
9	0,106	0,98	98,00
10	0,112	0,99	98,70
11	0,118	0,99	99,15
12	0,123	0,99	99,45
13	0,128	1,00	99,64
14	0,133	1,00	99,77
15	0,137	1,00	99,85
16	0,142	1,00	99,90
17	0,146	1,00	99,93
18	0,150	1,00	99,96
19	0,154	1,00	99,97
20	0,158	1,00	99,98

S = 1,6 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,30	32,83
2	0,050	0,52	53,93
3	0,061	0,66	68,30
4	0,071	0,76	78,14
5	0,079	0,84	84,92
6	0,087	0,89	89,58
7	0,094	0,92	92,80
8	0,100	0,94	95,02
9	0,106	0,96	96,56
10	0,112	0,97	97,62
11	0,118	0,98	98,35
12	0,123	0,99	98,86
13	0,128	0,99	99,21
14	0,133	0,99	99,45
15	0,137	1,00	99,62
16	0,142	1,00	99,74
17	0,146	1,00	99,82
18	0,150	1,00	99,87
19	0,154	1,00	99,91
20	0,158	1,00	99,94

S = 1,7 m

t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,27	29,47
2	0,050	0,47	49,22
3	0,061	0,61	63,31
4	0,071	0,71	73,44
5	0,079	0,79	80,76
6	0,087	0,85	86,04
7	0,094	0,89	89,87
8	0,100	0,92	92,65
9	0,106	0,94	94,66
10	0,112	0,96	96,12
11	0,118	0,97	97,18
12	0,123	0,98	97,95
13	0,128	0,98	98,51
14	0,133	0,99	98,92
15	0,137	0,99	99,21
16	0,142	0,99	99,43
17	0,146	1,00	99,58
18	0,150	1,00	99,70
19	0,154	1,00	99,78
20	0,158	1,00	99,84

S = 1,8 m

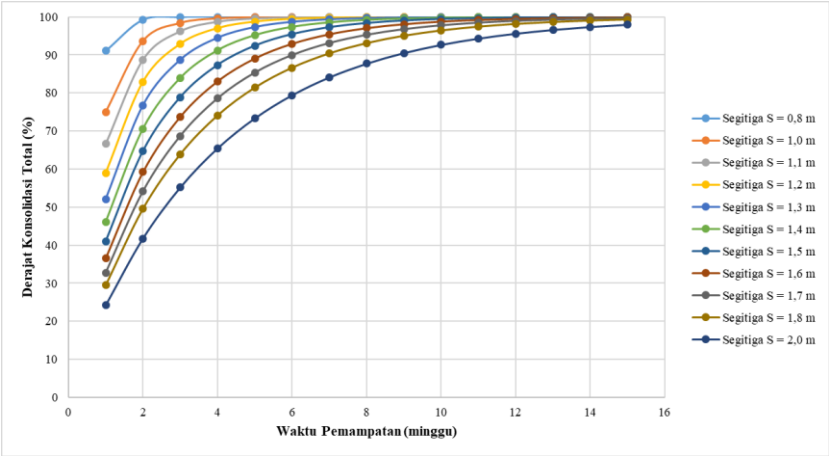
t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,24	26,61
2	0,050	0,42	45,01
3	0,061	0,56	58,66
4	0,071	0,66	68,86
5	0,079	0,75	76,52
6	0,087	0,81	82,28
7	0,094	0,85	86,62
8	0,100	0,89	89,89
9	0,106	0,91	92,36
10	0,112	0,93	94,23
11	0,118	0,95	95,63
12	0,123	0,96	96,70
13	0,128	0,97	97,50
14	0,133	0,98	98,11
15	0,137	0,98	98,57
16	0,142	0,99	98,92
17	0,146	0,99	99,18
18	0,150	0,99	99,38
19	0,154	0,99	99,53
20	0,158	1,00	99,64

S = 2,0 m

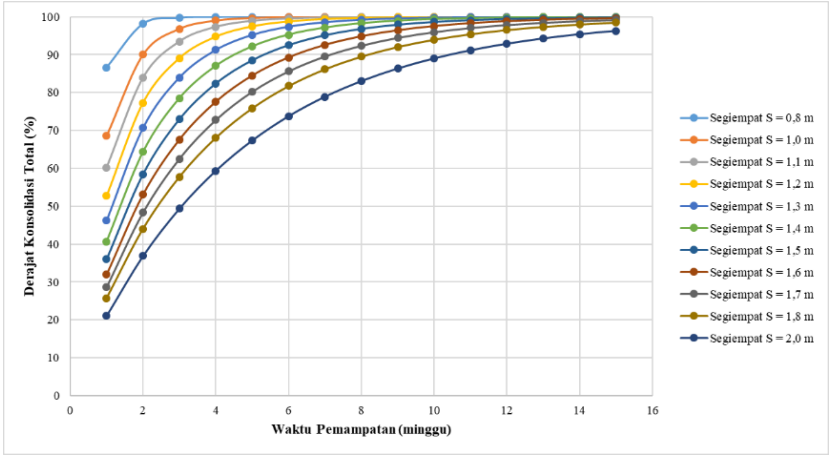
t	Uv	Uh	$U_{rata-rata}$
minggu			%
1	0,035	0,19	22,05
2	0,050	0,35	37,96
3	0,061	0,47	50,46
4	0,071	0,57	60,37
5	0,079	0,66	68,26
6	0,087	0,72	74,56
7	0,094	0,77	79,60
8	0,100	0,82	83,63
9	0,106	0,85	86,86
10	0,112	0,88	89,45
11	0,118	0,90	91,53
12	0,123	0,92	93,19
13	0,128	0,94	94,53
14	0,133	0,95	95,60
15	0,137	0,96	96,47
16	0,142	0,97	97,16
17	0,146	0,97	97,72
18	0,150	0,98	98,16
19	0,154	0,98	98,52
20	0,158	0,99	98,81

Kurva Hubungan Derajat Konsolidasi dan Waktu Pemampatan

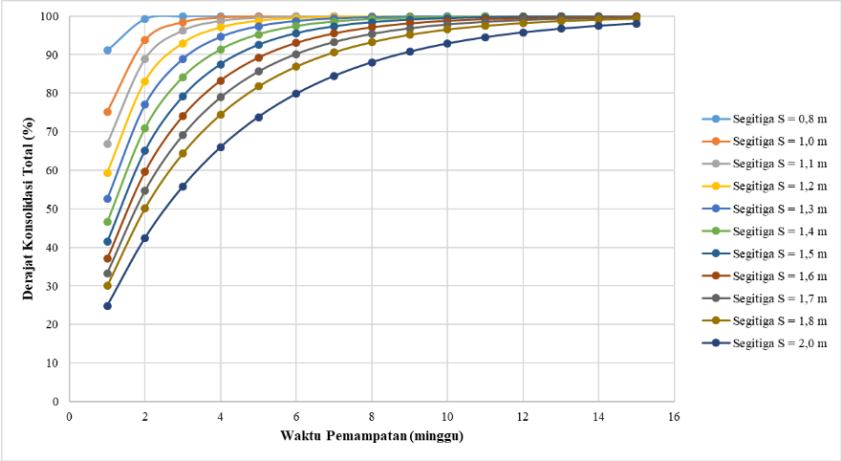
Panjang PVD Full Hdr, Pola Segitiga



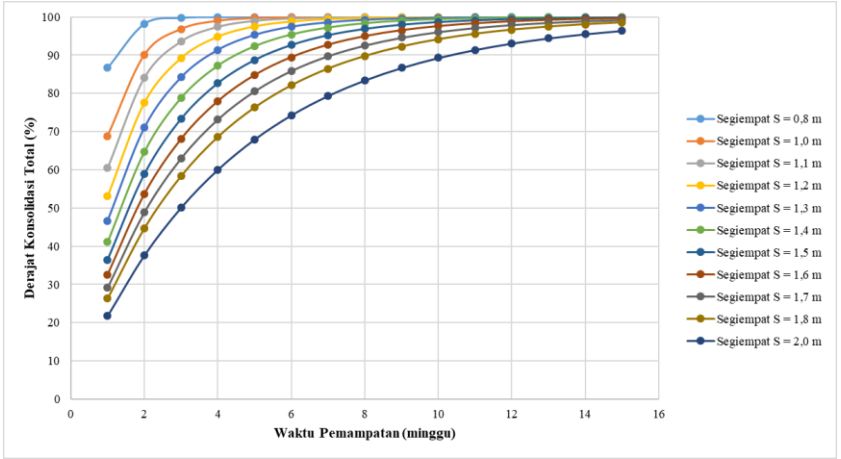
Panjang PVD Full Hdr, Pola Segiempat



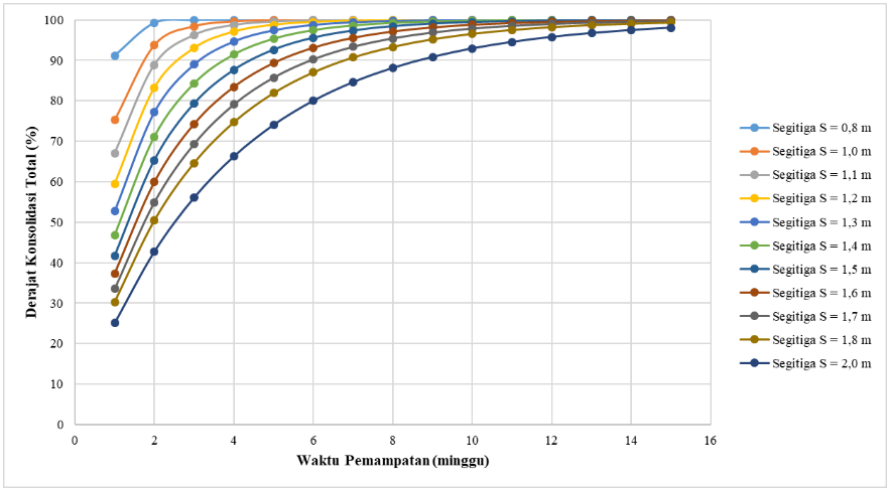
Panjang PVD ¾ Hdr, Pola Segitiga



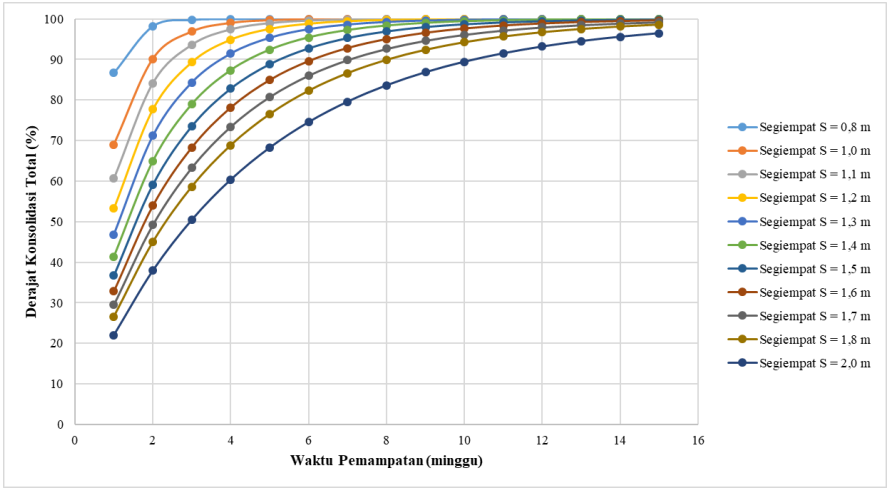
Panjang PVD ¾ Hdr, Pola Segiempat



Panjang PVD 2/3 Hdr, Pola Segitiga



Panjang PVD 2/3 Hdr, Pola Segiempat



Sisa Penurunan dan *Rate of Settlement*

Panjang PVD ¾ Hdr

H_{final} (m)	5	6	7	8	9
Sc Sisa (cm)	**12,52**	**15,08**	**17,44**	**19,60**	**21,56**
Tahun ke-	***Rate of Settlement* (cm)**				
1	2,14	2,57	2,98	3,34	3,68
2	0,88	1,07	1,23	1,39	1,52
3	0,68	0,82	0,95	1,06	1,17
4	0,57	0,69	0,80	0,90	0,99
5	0,50	0,61	0,70	0,79	0,87
6	0,46	0,55	0,64	0,71	0,79
7	0,42	0,50	0,58	0,66	0,72
8	0,39	0,47	0,54	0,61	0,67
9	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
10	0,35	0,42	0,48	0,54	0,60
11	0,33	0,40	0,46	0,52	0,57
12	0,32	0,38	0,44	0,49	0,54
13	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42
14	0,27	0,32	0,37	0,42	0,46
15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44
16	0,24	0,29	0,33	0,37	0,41
17	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39
18	0,21	0,26	0,30	0,33	0,37
19	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35
20	0,19	0,23	0,27	0,30	0,33

H_{final} (m)	5	6	7	8	9
Sc Sisa (cm)	**18,86**	**22,62**	**26,08**	**29,24**	**32,10**
Tahun ke-	***Rate of Settlement* (cm)**				
1	3,22	3,86	4,45	4,99	5,48
2	1,33	1,60	1,84	2,07	2,27
3	1,02	1,23	1,41	1,59	1,74
4	0,86	1,03	1,19	1,34	1,47
5	0,76	0,91	1,05	1,18	1,29
6	0,69	0,82	0,95	1,06	1,17
7	0,63	0,76	0,87	0,98	1,07
8	0,59	0,71	0,81	0,91	1,00
9	0,55	0,66	0,76	0,86	0,94
10	0,52	0,63	0,72	0,81	0,89
11	0,50	0,60	0,69	0,77	0,85
12	0,47	0,57	0,66	0,74	0,81
13	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
14	0,40	0,48	0,56	0,62	0,69
15	0,38	0,46	0,53	0,59	0,65
16	0,36	0,43	0,50	0,56	0,61
17	0,34	0,41	0,47	0,53	0,58
18	0,32	0,39	0,44	0,50	0,55
19	0,30	0,36	0,42	0,47	0,52
20	0,29	0,34	0,40	0,45	0,49

Panjang PVD 2/3 Hdr

LAMPIRAN 5
PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH

Perubahan Tegangan Tiap Lapisan Tanah Dasar Akibat Penimbunan Bertahap, U = 100%

H_{final} = 5 m

U = 100%				Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12
Tegangan			p'o	σ'_1	σ'_2	σ'_3	σ'_4	σ'_5	σ'_6	σ'_7	σ'_8	σ'_9	σ'_{10}	σ'_{11}	σ'_{12}
Kedalaman (m)			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2
0	-	1	0,26	1,40	2,54	3,68	4,82	5,96	7,10	8,23	9,37	10,49	11,62	12,73	13,09
1	-	1,5	0,67	1,81	2,95	4,09	5,23	6,36	7,50	8,63	9,76	10,89	12,00	13,10	13,47
1,5	-	2	0,98	2,12	3,26	4,40	5,54	6,68	7,81	8,94	10,07	11,19	12,30	13,39	13,75
2	-	3	1,48	2,62	3,76	4,90	6,04	7,17	8,31	9,43	10,56	11,67	12,77	13,85	14,21
3	-	4	2,15	3,29	4,43	5,57	6,70	7,83	8,96	10,08	11,20	12,30	13,39	14,45	14,80
4	-	5	2,82	3,96	5,09	6,23	7,36	8,49	9,61	10,72	11,83	12,92	13,99	15,03	15,37
5	-	6	3,48	4,61	5,75	6,88	8,01	9,13	10,25	11,35	12,44	13,52	14,57	15,59	15,93
6	-	7	4,14	5,27	6,40	7,53	8,65	9,77	10,88	11,97	13,05	14,11	15,14	16,14	16,47
7	-	8	4,76	5,89	7,02	8,14	9,26	10,37	11,46	12,55	13,61	14,65	15,67	16,64	16,96
8	-	8,5	5,20	6,33	7,45	8,57	9,68	10,78	11,87	12,94	14,00	15,03	16,02	16,99	17,30
8,5	-	9,5	5,61	6,73	7,85	8,97	10,07	11,16	12,24	13,31	14,35	15,36	16,34	17,29	17,59
9,5	-	10,5	6,13	7,25	8,36	9,47	10,56	11,65	12,71	13,76	14,78	15,78	16,74	17,66	17,96
10,5	-	11,5	6,65	7,76	8,87	9,97	11,05	12,12	13,18	14,21	15,21	16,19	17,13	18,03	18,32
11,5	-	12,5	7,17	8,28	9,37	10,46	11,54	12,59	13,63	14,65	15,64	16,59	17,51	18,38	18,67
12,5	-	13,5	7,69	8,79	9,88	10,96	12,02	13,06	14,09	15,08	16,05	16,99	17,88	18,74	19,01
13,5	-	14,5	8,21	9,30	10,38	11,45	12,50	13,53	14,54	15,52	16,47	17,38	18,26	19,09	19,35
14,5	-	15,5	8,73	9,81	10,88	11,94	12,97	13,99	14,98	15,94	16,87	17,77	18,62	19,43	19,69
15,5	-	16,5	9,25	10,32	11,38	12,42	13,45	14,45	15,42	16,37	17,28	18,15	18,99	19,77	20,03
16,5	-	17,5	9,77	10,83	11,88	12,91	13,92	14,90	15,86	16,79	17,68	18,54	19,35	20,12	20,36
17,5	-	18,5	10,29	11,34	12,38	13,39	14,39	15,36	16,30	17,21	18,08	18,92	19,71	20,46	20,70
18,5	-	19,5	10,81	11,85	12,87	13,88	14,86	15,81	16,73	17,63	18,48	19,30	20,07	20,80	21,03
19,5	-	20	11,22	12,25	13,26	14,26	15,23	16,17	17,08	17,96	18,80	19,60	20,36	21,08	21,31
21	-	22	11,67	12,69	13,70	14,68	15,64	16,57	17,47	18,33	19,16	19,95	20,70	21,40	21,62
22	-	23	12,27	13,27	14,25	15,20	16,13	17,03	17,89	18,72	19,52	20,27	20,98	21,65	21,86
23	-	24	12,88	13,86	14,82	15,76	16,67	17,56	18,41	19,22	20,00	20,74	21,43	22,08	22,29

H_{final} = 6 m

U = 100%				Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12	Tahap 13
Tegangan			p'o	σ'_1	σ'_2	σ'_3	σ'_4	σ'_5	σ'_6	σ'_7	σ'_8	σ'_9	σ'_{10}	σ'_{11}	σ'_{12}	σ'_{13}
Kedalaman (m)			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2
0	-	1	0,26	1,40	2,54	3,68	4,82	5,96	7,10	8,23	9,37	10,50	11,63	12,74	13,85	14,58
1	-	1,5	0,67	1,81	2,95	4,09	5,23	6,36	7,50	8,64	9,77	10,89	12,01	13,12	14,22	14,94
1,5	-	2	0,98	2,12	3,26	4,40	5,54	6,68	7,81	8,95	10,08	11,20	12,31	13,42	14,51	15,22
2	-	3	1,48	2,62	3,76	4,90	6,04	7,18	8,31	9,44	10,56	11,68	12,79	13,88	14,96	15,66
3	-	4	2,15	3,29	4,43	5,57	6,70	7,84	8,97	10,09	11,21	12,32	13,42	14,50	15,55	16,24
4	-	5	2,82	3,96	5,09	6,23	7,36	8,49	9,62	10,74	11,85	12,95	14,03	15,09	16,13	16,80
5	-	6	3,48	4,62	5,75	6,88	8,01	9,14	10,26	11,37	12,47	13,56	14,62	15,67	16,69	17,35
6	-	7	4,14	5,27	6,41	7,54	8,66	9,78	10,89	11,99	13,08	14,16	15,21	16,24	17,23	17,87
7	-	8	4,76	5,89	7,02	8,15	9,27	10,38	11,48	12,58	13,65	14,71	15,75	16,75	17,73	18,35
8	-	8,5	5,20	6,33	7,46	8,58	9,69	10,80	11,90	12,98	14,05	15,10	16,12	17,11	18,06	18,68
8,5	-	9,5	5,61	6,74	7,86	8,98	10,09	11,19	12,27	13,35	14,41	15,44	16,45	17,42	18,36	18,97
9,5	-	10,5	6,13	7,25	8,37	9,48	10,58	11,67	12,75	13,81	14,85	15,87	16,86	17,81	18,73	19,32
10,5	-	11,5	6,65	7,77	8,88	9,98	11,07	12,15	13,22	14,27	15,29	16,29	17,26	18,20	19,09	19,66
11,5	-	12,5	7,17	8,28	9,38	10,48	11,56	12,63	13,69	14,72	15,73	16,71	17,66	18,57	19,44	20,00
12,5	-	13,5	7,69	8,79	9,89	10,98	12,05	13,11	14,15	15,16	16,16	17,12	18,05	18,94	19,79	20,33
13,5	-	14,5	8,21	9,31	10,39	11,47	12,53	13,58	14,60	15,61	16,58	17,53	18,44	19,31	20,13	20,66
14,5	-	15,5	8,73	9,82	10,90	11,96	13,01	14,05	15,06	16,04	17,00	17,93	18,82	19,67	20,47	20,98
15,5	-	16,5	9,25	10,33	11,40	12,45	13,49	14,51	15,51	16,48	17,42	18,32	19,19	20,02	20,81	21,31
16,5	-	17,5	9,77	10,84	11,90	12,94	13,97	14,97	15,95	16,91	17,83	18,72	19,57	20,38	21,14	21,63
17,5	-	18,5	10,29	11,35	12,40	13,43	14,44	15,43	16,40	17,33	18,24	19,11	19,94	20,73	21,48	21,95
18,5	-	19,5	10,81	11,86	12,90	13,92	14,91	15,89	16,84	17,76	18,65	19,50	20,31	21,09	21,81	22,27
19,5	-	20	11,22	12,26	13,29	14,30	15,29	16,25	17,19	18,10	18,97	19,81	20,61	21,37	22,08	22,53
21	-	22	11,67	12,71	13,73	14,72	15,70	16,66	17,58	18,48	19,34	20,16	20,95	21,70	22,40	22,84
22	-	23	12,27	13,29	14,28	15,25	16,20	17,12	18,02	18,88	19,71	20,50	21,26	21,97	22,63	23,05
23	-	24	12,88	13,88	14,86	15,82	16,75	17,66	18,54	19,39	20,20	20,97	21,71	22,40	23,05	23,46

H_{final} = 7 m

U = 100%			Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12	Tahap 13	Tahap 14
Tegangan			p'o	σ'_1	σ'_2	σ'_3	σ'_4	σ'_5	σ'_6	σ'_7	σ'_8	σ'_9	σ'_{10}	σ'_{11}	σ'_{12}	σ'_{13}	σ'_{14}
Kedalaman (m)			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2
0	-	1	0,26	1,40	2,54	3,68	4,82	5,96	7,10	8,23	9,37	10,50	11,63	12,75	13,86	14,96	15,68
1	-	1,5	0,67	1,81	2,95	4,09	5,23	6,36	7,50	8,64	9,77	10,90	12,02	13,14	14,24	15,32	16,04
1,5	-	2	0,98	2,12	3,26	4,40	5,54	6,68	7,81	8,95	10,08	11,20	12,32	13,43	14,53	15,61	16,31
2	-	3	1,48	2,62	3,76	4,90	6,04	7,18	8,31	9,44	10,57	11,69	12,80	13,90	14,99	16,05	16,75
3	-	4	2,15	3,29	4,43	5,57	6,71	7,84	8,97	10,10	11,22	12,33	13,44	14,52	15,59	16,64	17,32
4	-	5	2,82	3,96	5,09	6,23	7,36	8,50	9,62	10,74	11,86	12,96	14,05	15,13	16,18	17,20	17,87
5	-	6	3,48	4,62	5,75	6,89	8,02	9,14	10,26	11,38	12,48	13,58	14,66	15,71	16,75	17,75	18,40
6	-	7	4,14	5,27	6,41	7,54	8,66	9,79	10,90	12,01	13,10	14,19	15,25	16,29	17,30	18,29	18,92
7	-	8	4,76	5,90	7,03	8,15	9,27	10,39	11,50	12,60	13,68	14,75	15,80	16,82	17,81	18,77	19,39
8	-	8,5	5,20	6,33	7,46	8,58	9,70	10,81	11,91	13,00	14,08	15,14	16,17	17,18	18,16	19,10	19,71
8,5	-	9,5	5,61	6,74	7,86	8,98	10,09	11,20	12,29	13,38	14,44	15,49	16,51	17,51	18,47	19,39	19,98
9,5	-	10,5	6,13	7,25	8,37	9,49	10,59	11,69	12,77	13,84	14,90	15,93	16,93	17,91	18,85	19,75	20,33
10,5	-	11,5	6,65	7,77	8,88	9,99	11,09	12,17	13,25	14,31	15,34	16,36	17,35	18,30	19,22	20,10	20,66
11,5	-	12,5	7,17	8,28	9,39	10,49	11,58	12,66	13,72	14,76	15,79	16,78	17,75	18,69	19,59	20,44	20,99
12,5	-	13,5	7,69	8,80	9,90	10,99	12,07	13,13	14,18	15,21	16,22	17,20	18,15	19,07	19,95	20,78	21,31
13,5	-	14,5	8,21	9,31	10,40	11,49	12,56	13,61	14,65	15,66	16,65	17,62	18,55	19,45	20,30	21,11	21,63
14,5	-	15,5	8,73	9,82	10,91	11,98	13,04	14,08	15,10	16,11	17,08	18,03	18,94	19,82	20,65	21,44	21,95
15,5	-	16,5	9,25	10,34	11,41	12,47	13,52	14,55	15,56	16,54	17,50	18,43	19,33	20,18	21,00	21,77	22,26
16,5	-	17,5	9,77	10,85	11,91	12,96	14,00	15,02	16,01	16,98	17,92	18,83	19,71	20,55	21,35	22,10	22,57
17,5	-	18,5	10,29	11,36	12,41	13,45	14,48	15,48	16,46	17,41	18,34	19,23	20,09	20,91	21,69	22,42	22,88
18,5	-	19,5	10,81	11,87	12,91	13,94	14,95	15,94	16,91	17,85	18,75	19,63	20,47	21,27	22,03	22,75	23,20
19,5	-	20	11,22	12,27	13,31	14,33	15,33	16,31	17,26	18,19	19,08	19,95	20,78	21,56	22,31	23,01	23,45
21	-	22	11,67	12,72	13,74	14,75	15,74	16,71	17,66	18,57	19,46	20,31	21,12	21,89	22,63	23,31	23,75
22	-	23	12,27	13,30	14,30	15,29	16,25	17,19	18,10	18,99	19,84	20,66	21,44	22,18	22,88	23,53	23,94
23	-	24	12,88	13,89	14,88	15,85	16,80	17,73	18,63	19,49	20,33	21,13	21,90	22,62	23,30	23,94	24,34

H_{final} = 8 m

U = 100%			Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12	Tahap 13	Tahap 14	Tahap 15	Tahap 16
Tegangan			p'o	σ'_1	σ'_2	σ'_3	σ'_4	σ'_5	σ'_6	σ'_7	σ'_8	σ'_9	σ'_{10}	σ'_{11}	σ'_{12}	σ'_{13}	σ'_{14}	σ'_{15}	σ'_{16}
Kedalaman (m)			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^3	t/m^4
0	-	1	0,26	1,40	2,54	3,68	4,82	5,96	7,10	8,24	9,37	10,51	11,64	12,76	13,88	14,99	16,09	17,17	17,52
1	-	1,5	0,67	1,81	2,95	4,09	5,23	6,36	7,50	8,64	9,77	10,91	12,03	13,15	14,27	15,37	16,45	17,52	17,87
1,5	-	2	0,98	2,12	3,26	4,40	5,54	6,68	7,81	8,95	10,08	11,21	12,34	13,45	14,56	15,65	16,73	17,79	18,14
2	-	3	1,48	2,62	3,76	4,90	6,04	7,18	8,31	9,45	10,58	11,70	12,82	13,93	15,03	16,11	17,18	18,22	18,56
3	-	4	2,15	3,29	4,43	5,57	6,71	7,84	8,98	10,11	11,23	12,35	13,46	14,56	15,65	16,72	17,77	18,78	19,12
4	-	5	2,82	3,96	5,10	6,23	7,37	8,50	9,63	10,76	11,87	12,99	14,09	15,18	16,25	17,30	18,33	19,33	19,65
5	-	6	3,48	4,62	5,75	6,89	8,02	9,15	10,28	11,40	12,51	13,61	14,70	15,78	16,84	17,87	18,88	19,86	20,17
6	-	7	4,14	5,27	6,41	7,54	8,67	9,80	10,92	12,03	13,14	14,23	15,31	16,37	17,41	18,43	19,42	20,37	20,68
7	-	8	4,76	5,90	7,03	8,16	9,28	10,40	11,52	12,62	13,72	14,80	15,87	16,92	17,94	18,94	19,91	20,83	21,13
8	-	8,5	5,20	6,33	7,46	8,59	9,71	10,83	11,94	13,04	14,13	15,20	16,26	17,30	18,31	19,29	20,24	21,15	21,44
8,5	-	9,5	5,61	6,74	7,87	8,99	10,11	11,22	12,32	13,42	14,50	15,56	16,61	17,63	18,63	19,60	20,53	21,42	21,71
9,5	-	10,5	6,13	7,26	8,38	9,50	10,61	11,71	12,81	13,89	14,96	16,01	17,05	18,05	19,03	19,98	20,89	21,76	22,04
10,5	-	11,5	6,65	7,77	8,89	10,00	11,11	12,21	13,29	14,36	15,42	16,46	17,48	18,47	19,43	20,35	21,24	22,09	22,36
11,5	-	12,5	7,17	8,29	9,40	10,51	11,61	12,69	13,77	14,83	15,87	16,90	17,90	18,87	19,81	20,72	21,59	22,41	22,68
12,5	-	13,5	7,69	8,80	9,91	11,01	12,10	13,18	14,24	15,29	16,32	17,33	18,32	19,27	20,19	21,08	21,93	22,73	22,99
13,5	-	14,5	8,21	9,32	10,42	11,51	12,59	13,66	14,71	15,75	16,77	17,76	18,73	19,67	20,57	21,44	22,26	23,04	23,30
14,5	-	15,5	8,73	9,83	10,92	12,01	13,08	14,14	15,18	16,20	17,21	18,18	19,14	20,06	20,94	21,79	22,59	23,36	23,60
15,5	-	16,5	9,25	10,34	11,43	12,50	13,57	14,61	15,64	16,65	17,64	18,60	19,54	20,44	21,31	22,13	22,92	23,66	23,90
16,5	-	17,5	9,77	10,86	11,93	13,00	14,05	15,09	16,10	17,10	18,07	19,02	19,94	20,82	21,67	22,48	23,25	23,97	24,20
17,5	-	18,5	10,29	11,37	12,44	13,49	14,53	15,56	16,56	17,54	18,50	19,43	20,33	21,20	22,03	22,82	23,57	24,27	24,50
18,5	-	19,5	10,81	11,88	12,94	13,98	15,01	16,03	17,02	17,98	18,93	19,84	20,73	21,57	22,39	23,16	23,89	24,58	24,80
19,5	-	20	11,22	12,28	13,34	14,37	15,39	16,40	17,38	18,33	19,27	20,17	21,04	21,88	22,68	23,43	24,15	24,83	25,04
21	-	22	11,67	12,73	13,77	14,80	15,81	16,81	17,78	18,72	19,64	20,53	21,39	22,22	23,00	23,75	24,46	25,12	25,33
22	-	23	12,27	13,31	14,33	15,34	16,33	17,30	18,24	19,16	20,05	20,91	21,73	22,52	23,28	23,99	24,67	25,30	25,50
23	-	24	12,88	13,90	14,92	15,91	16,89	17,84	18,77	19,67	20,55	21,39	22,20	22,98	23,72	24,41	25,07	25,69	25,88

H_{final} = 9 m

U = 100%			Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12	Tahap 13	Tahap 14	Tahap 15	Tahap 16
Tegangan			p'o	σ'_1	σ'_2	σ'_3	σ'_4	σ'_5	σ'_6	σ'_7	σ'_8	σ'_9	σ'_{10}	σ'_{11}	σ'_{12}	σ'_{13}	σ'_{14}	σ'_{15}	σ'_{16}
Kedalaman (m)			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^3	t/m^4
0	-	1	0,26	1,40	2,54	3,68	4,82	5,96	7,10	8,24	9,37	10,51	11,64	12,77	13,89	15,00	16,10	17,18	17,89
1	-	1,5	0,67	1,81	2,95	4,09	5,23	6,36	7,50	8,64	9,77	10,91	12,03	13,16	14,27	15,37	16,46	17,53	18,23
1,5	-	2	0,98	2,12	3,26	4,40	5,54	6,68	7,82	8,95	10,08	11,21	12,34	13,46	14,57	15,66	16,75	17,81	18,50
2	-	3	1,48	2,62	3,76	4,90	6,04	7,18	8,31	9,45	10,58	11,70	12,83	13,94	15,04	16,13	17,20	18,24	18,93
3	-	4	2,15	3,29	4,43	5,57	6,71	7,84	8,98	10,11	11,23	12,35	13,47	14,57	15,66	16,73	17,79	18,81	19,48
4	-	5	2,82	3,96	5,10	6,23	7,37	8,50	9,63	10,76	11,88	12,99	14,10	15,19	16,27	17,32	18,36	19,36	20,01
5	-	6	3,48	4,62	5,75	6,89	8,02	9,15	10,28	11,40	12,51	13,62	14,71	15,79	16,86	17,90	18,91	19,90	20,53
6	-	7	4,14	5,27	6,41	7,54	8,67	9,80	10,92	12,03	13,14	14,24	15,32	16,39	17,44	18,46	19,45	20,41	21,03
7	-	8	4,76	5,90	7,03	8,16	9,28	10,41	11,52	12,63	13,73	14,81	15,88	16,94	17,97	18,97	19,95	20,89	21,49
8	-	8,5	5,20	6,34	7,47	8,59	9,71	10,83	11,94	13,04	14,14	15,21	16,27	17,32	18,33	19,32	20,28	21,20	21,80
8,5	-	9,5	5,61	6,74	7,87	8,99	10,11	11,22	12,33	13,42	14,51	15,58	16,63	17,66	18,66	19,64	20,58	21,49	22,06
9,5	-	10,5	6,13	7,26	8,38	9,50	10,61	11,72	12,82	13,90	14,97	16,03	17,07	18,08	19,07	20,02	20,95	21,83	22,39
10,5	-	11,5	6,65	7,77	8,89	10,01	11,11	12,21	13,30	14,38	15,44	16,48	17,50	18,50	19,47	20,40	21,30	22,16	22,71
11,5	-	12,5	7,17	8,29	9,40	10,51	11,61	12,70	13,78	14,84	15,89	16,92	17,93	18,91	19,86	20,77	21,66	22,49	23,03
12,5	-	13,5	7,69	8,80	9,91	11,01	12,10	13,19	14,25	15,31	16,34	17,36	18,35	19,31	20,24	21,14	22,00	22,82	23,34
13,5	-	14,5	8,21	9,32	10,42	11,51	12,60	13,67	14,73	15,77	16,79	17,79	18,76	19,71	20,62	21,50	22,34	23,14	23,64
14,5	-	15,5	8,73	9,83	10,93	12,01	13,09	14,15	15,19	16,22	17,23	18,22	19,17	20,10	21,00	21,85	22,67	23,45	23,94
15,5	-	16,5	9,25	10,35	11,43	12,51	13,57	14,63	15,66	16,68	17,67	18,64	19,58	20,49	21,37	22,21	23,01	23,76	24,24
16,5	-	17,5	9,77	10,86	11,94	13,01	14,06	15,10	16,12	17,12	18,10	19,06	19,98	20,88	21,73	22,55	23,34	24,07	24,54
17,5	-	18,5	10,29	11,37	12,44	13,50	14,54	15,57	16,58	17,57	18,53	19,47	20,38	21,26	22,10	22,90	23,66	24,38	24,84
18,5	-	19,5	10,81	11,88	12,94	13,99	15,03	16,04	17,04	18,01	18,96	19,88	20,78	21,64	22,46	23,24	23,99	24,69	25,13
19,5	-	20	11,22	12,29	13,34	14,38	15,41	16,41	17,40	18,36	19,30	20,21	21,09	21,94	22,75	23,52	24,25	24,94	25,38
21	-	22	11,67	12,73	13,78	14,81	15,83	16,83	17,80	18,76	19,68	20,58	21,45	22,28	23,08	23,84	24,56	25,24	25,66
22	-	23	12,27	13,31	14,34	15,35	16,35	17,32	18,27	19,19	20,09	20,96	21,79	22,60	23,36	24,09	24,77	25,42	25,82
23	-	24	12,88	13,91	14,92	15,92	16,90	17,86	18,80	19,71	20,59	21,45	22,27	23,05	23,80	24,51	25,18	25,81	26,21

Penambahan Tegangan Efektif Tiap Lapisan Tanah Akibat Penimbunan Bertahap, U < 100%

H_{final} = 5 m

Perubahan Tegangan			p'_o	$\Delta p'_1$	$\Delta p'_2$	$\Delta p'_3$	$\Delta p'_4$	$\Delta p'_5$	$\Delta p'_6$	$\Delta p'_7$	$\Delta p'_8$	$\Delta p'_9$	$\Delta p'_{10}$	$\Delta p'_{11}$	$\Delta p'_{12}$	$\Sigma\sigma'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2		
Tahap Penimbunan			-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Umur Timbunan (minggu)			-	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U per Minggu (%)			100	98,19	97,48	96,50	95,12	93,20	90,52	86,79	81,57	74,28	64,08	49,78	29,62	t/m^2	kg/cm^2
Kedalaman (m)																	
0	-	1	0,26	0,36	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	0,98	0,91	0,82	0,68	0,48	0,17	9,96	1,00
1	-	1,5	0,67	0,36	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	0,98	0,91	0,82	0,69	0,50	0,23	10,42	1,04
1,5	-	2	0,98	0,35	1,07	1,07	1,06	1,05	1,02	0,97	0,91	0,82	0,69	0,51	0,25	10,75	1,07
2	-	3	1,48	0,35	1,05	1,06	1,06	1,04	1,01	0,97	0,91	0,82	0,69	0,52	0,27	11,25	1,12
3	-	4	2,15	0,34	1,04	1,05	1,05	1,03	1,01	0,97	0,91	0,82	0,70	0,52	0,29	11,88	1,19
4	-	5	2,82	0,34	1,02	1,03	1,03	1,03	1,00	0,97	0,91	0,82	0,70	0,53	0,30	12,49	1,25
5	-	6	3,48	0,33	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	0,96	0,90	0,82	0,70	0,53	0,30	13,07	1,31
6	-	7	4,14	0,32	0,98	1,00	1,01	1,00	0,99	0,95	0,90	0,82	0,70	0,54	0,31	13,64	1,36
7	-	8	4,76	0,31	0,95	0,98	0,99	0,99	0,98	0,95	0,89	0,82	0,70	0,54	0,31	14,16	1,42
8	-	8,5	5,20	0,31	0,94	0,96	0,98	0,98	0,97	0,94	0,89	0,81	0,70	0,54	0,31	14,52	1,45
8,5	-	9,5	5,61	0,30	0,92	0,95	0,96	0,97	0,96	0,93	0,88	0,81	0,70	0,54	0,31	14,83	1,48
9,5	-	10,5	6,13	0,29	0,90	0,93	0,94	0,95	0,94	0,92	0,87	0,80	0,69	0,53	0,31	15,22	1,52
10,5	-	11,5	6,65	0,29	0,87	0,91	0,93	0,94	0,93	0,91	0,87	0,80	0,69	0,53	0,31	15,61	1,56
11,5	-	12,5	7,17	0,28	0,85	0,88	0,91	0,92	0,92	0,90	0,86	0,79	0,68	0,53	0,31	15,99	1,60
12,5	-	13,5	7,69	0,27	0,83	0,86	0,89	0,90	0,90	0,88	0,85	0,78	0,68	0,53	0,31	16,37	1,64
13,5	-	14,5	8,21	0,26	0,81	0,84	0,87	0,88	0,89	0,87	0,83	0,77	0,67	0,52	0,31	16,74	1,67
14,5	-	15,5	8,73	0,26	0,79	0,82	0,85	0,87	0,87	0,86	0,82	0,76	0,66	0,52	0,31	17,11	1,71
15,5	-	16,5	9,25	0,25	0,77	0,80	0,83	0,85	0,85	0,84	0,81	0,75	0,66	0,51	0,31	17,48	1,75
16,5	-	17,5	9,77	0,24	0,75	0,78	0,81	0,83	0,84	0,83	0,80	0,74	0,65	0,51	0,30	17,85	1,79
17,5	-	18,5	10,29	0,24	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,81	0,79	0,73	0,64	0,50	0,30	18,23	1,82
18,5	-	19,5	10,81	0,23	0,71	0,75	0,78	0,80	0,81	0,80	0,77	0,72	0,63	0,50	0,30	18,60	1,86
19,5	-	20	11,22	0,22	0,70	0,73	0,76	0,78	0,79	0,79	0,76	0,71	0,63	0,49	0,30	18,90	1,89
21	-	22	11,67	0,22	0,68	0,72	0,75	0,77	0,78	0,78	0,75	0,71	0,62	0,49	0,29	19,24	1,92
22	-	23	12,27	0,21	0,65	0,69	0,72	0,74	0,75	0,75	0,73	0,68	0,60	0,48	0,29	19,55	1,96
23	-	24	12,88	0,20	0,63	0,67	0,70	0,72	0,74	0,74	0,72	0,67	0,59	0,47	0,28	20,02	2,00

H_{final} = 6 m

Perubahan Tegangan			p'_o	$\Delta p'_1$	$\Delta p'_2$	$\Delta p'_3$	$\Delta p'_4$	$\Delta p'_5$	$\Delta p'_6$	$\Delta p'_7$	$\Delta p'_8$	$\Delta p'_9$	$\Delta p'_{10}$	$\Delta p'_{11}$	$\Delta p'_{12}$	$\Delta p'_{13}$	$\Sigma\sigma'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2		
Tahap Penimbunan			-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Umur Timbunan (minggu)			-	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U per Minggu (%)			100	98,70	98,19	97,48	96,50	95,12	93,20	90,52	86,79	81,57	74,28	64,08	49,78	29,62	t/m^2	kg/cm^2
Kedalaman (m)																		
0	-	1	0,26	0,71	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	0,98	0,91	0,82	0,69	0,51	0,27	0,17	10,63	1,06
1	-	1,5	0,67	0,71	1,07	1,07	1,06	1,05	1,02	0,98	0,91	0,82	0,70	0,52	0,28	0,23	11,08	1,11
1,5	-	2	0,98	0,70	1,06	1,06	1,06	1,04	1,02	0,97	0,91	0,82	0,70	0,52	0,29	0,25	11,40	1,14
2	-	3	1,48	0,69	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	0,97	0,91	0,83	0,70	0,53	0,30	0,27	11,89	1,19
3	-	4	2,15	0,68	1,03	1,04	1,04	1,03	1,01	0,97	0,91	0,82	0,70	0,53	0,30	0,29	12,51	1,25
4	-	5	2,82	0,66	1,01	1,02	1,03	1,02	1,00	0,96	0,91	0,82	0,70	0,54	0,31	0,30	13,11	1,31
5	-	6	3,48	0,65	0,99	1,01	1,01	1,01	0,99	0,96	0,90	0,82	0,70	0,54	0,31	0,30	13,68	1,37
6	-	7	4,14	0,63	0,97	0,99	1,00	1,00	0,98	0,95	0,90	0,82	0,70	0,54	0,31	0,31	14,24	1,42
7	-	8	4,76	0,62	0,95	0,97	0,98	0,98	0,97	0,94	0,89	0,81	0,70	0,54	0,31	0,31	14,75	1,47
8	-	8,5	5,20	0,60	0,93	0,96	0,97	0,97	0,96	0,93	0,89	0,81	0,70	0,54	0,31	0,31	15,09	1,51
8,5	-	9,5	5,61	0,59	0,91	0,94	0,96	0,96	0,95	0,93	0,88	0,81	0,70	0,54	0,31	0,31	15,40	1,54
9,5	-	10,5	6,13	0,58	0,89	0,92	0,94	0,95	0,94	0,92	0,87	0,80	0,69	0,54	0,31	0,31	15,79	1,58
10,5	-	11,5	6,65	0,56	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,90	0,86	0,79	0,69	0,53	0,31	0,31	16,16	1,62
11,5	-	12,5	7,17	0,55	0,85	0,88	0,90	0,91	0,91	0,89	0,85	0,79	0,68	0,53	0,31	0,31	16,54	1,65
12,5	-	13,5	7,69	0,53	0,83	0,86	0,88	0,90	0,90	0,88	0,84	0,78	0,68	0,53	0,31	0,31	16,90	1,69
13,5	-	14,5	8,21	0,52	0,81	0,84	0,86	0,88	0,88	0,87	0,83	0,77	0,67	0,52	0,31	0,31	17,27	1,73
14,5	-	15,5	8,73	0,50	0,78	0,82	0,85	0,86	0,86	0,85	0,82	0,76	0,66	0,52	0,31	0,31	17,64	1,76
15,5	-	16,5	9,25	0,49	0,76	0,80	0,83	0,84	0,85	0,84	0,81	0,75	0,66	0,51	0,31	0,31	18,00	1,80
16,5	-	17,5	9,77	0,48	0,75	0,78	0,81	0,83	0,83	0,82	0,80	0,74	0,65	0,51	0,30	0,31	18,36	1,84
17,5	-	18,5	10,29	0,46	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,81	0,78	0,73	0,64	0,50	0,30	0,30	18,73	1,87
18,5	-	19,5	10,81	0,45	0,71	0,74	0,77	0,79	0,80	0,80	0,77	0,72	0,63	0,50	0,30	0,30	19,09	1,91
19,5	-	20	11,22	0,44	0,70	0,73	0,76	0,78	0,79	0,79	0,76	0,71	0,63	0,49	0,30	0,30	19,39	1,94
21	-	22	11,67	0,43	0,68	0,72	0,75	0,77	0,78	0,77	0,75	0,70	0,62	0,49	0,29	0,30	19,73	1,97
22	-	23	12,27	0,41	0,65	0,69	0,72	0,74	0,75	0,75	0,73	0,68	0,60	0,48	0,29	0,29	20,03	2,00
23	-	24	12,88	0,40	0,63	0,67	0,70	0,72	0,73	0,73	0,71	0,67	0,59	0,47	0,28	0,29	20,49	2,05

H_{final} = 7 m

Perubahan Tegangan			p'_o	$\Delta p'_1$	$\Delta p'_2$	$\Delta p'_3$	$\Delta p'_4$	$\Delta p'_5$	$\Delta p'_6$	$\Delta p'_7$	$\Delta p'_8$	$\Delta p'_9$	$\Delta p'_{10}$	$\Delta p'_{11}$	$\Delta p'_{12}$	$\Delta p'_{13}$	$\Delta p'_{14}$	$\Sigma\sigma'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2		
Tahap Penimbunan			-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Umur Timbunan (minggu)			-	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U per Minggu (%)			100	99,07	98,70	98,19	97,48	96,50	95,12	93,20	90,52	86,79	81,57	74,28	64,08	49,78	29,62	t/m^2	kg/cm^2
Kedalaman (m)																			
0	-	1	0,26	0,71	1,07	1,07	1,06	1,05	1,02	0,98	0,91	0,83	0,70	0,53	0,29	0,48	0,17	11,13	1,11
1	-	1,5	0,67	0,70	1,06	1,06	1,06	1,04	1,02	0,98	0,91	0,83	0,70	0,53	0,30	0,50	0,23	11,58	1,16
1,5	-	2	0,98	0,69	1,05	1,06	1,05	1,04	1,01	0,97	0,91	0,83	0,70	0,53	0,30	0,51	0,25	11,90	1,19
2	-	3	1,48	0,68	1,04	1,05	1,05	1,03	1,01	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,31	0,52	0,27	12,38	1,24
3	-	4	2,15	0,67	1,02	1,03	1,03	1,02	1,00	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,31	0,52	0,29	13,00	1,30
4	-	5	2,82	0,65	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	0,96	0,91	0,82	0,71	0,54	0,31	0,53	0,30	13,59	1,36
5	-	6	3,48	0,64	0,98	1,00	1,00	1,00	0,99	0,95	0,90	0,82	0,70	0,54	0,31	0,53	0,30	14,16	1,42
6	-	7	4,14	0,62	0,95	0,98	0,99	0,99	0,98	0,95	0,89	0,82	0,70	0,54	0,32	0,54	0,31	14,71	1,47
7	-	8	4,76	0,61	0,93	0,96	0,97	0,97	0,96	0,94	0,89	0,81	0,70	0,54	0,32	0,54	0,31	15,21	1,52
8	-	8,5	5,20	0,59	0,92	0,94	0,96	0,96	0,95	0,93	0,88	0,81	0,70	0,54	0,32	0,54	0,31	15,55	1,56
8,5	-	9,5	5,61	0,58	0,90	0,93	0,95	0,95	0,94	0,92	0,88	0,80	0,69	0,54	0,32	0,54	0,31	15,86	1,59
9,5	-	10,5	6,13	0,57	0,88	0,91	0,93	0,94	0,93	0,91	0,87	0,80	0,69	0,54	0,32	0,54	0,31	16,23	1,62
10,5	-	11,5	6,65	0,55	0,85	0,89	0,91	0,92	0,92	0,90	0,86	0,79	0,68	0,53	0,31	0,54	0,31	16,61	1,66
11,5	-	12,5	7,17	0,54	0,83	0,87	0,89	0,90	0,90	0,88	0,85	0,78	0,68	0,53	0,31	0,53	0,31	16,97	1,70
12,5	-	13,5	7,69	0,52	0,81	0,85	0,87	0,88	0,89	0,87	0,83	0,77	0,67	0,52	0,31	0,53	0,31	17,34	1,73
13,5	-	14,5	8,21	0,51	0,79	0,83	0,85	0,87	0,87	0,86	0,82	0,76	0,67	0,52	0,31	0,53	0,31	17,70	1,77
14,5	-	15,5	8,73	0,49	0,77	0,81	0,83	0,85	0,85	0,84	0,81	0,75	0,66	0,52	0,31	0,53	0,31	18,06	1,81
15,5	-	16,5	9,25	0,48	0,75	0,79	0,81	0,83	0,84	0,83	0,80	0,74	0,65	0,51	0,30	0,52	0,31	18,42	1,84
16,5	-	17,5	9,77	0,47	0,73	0,77	0,80	0,82	0,82	0,81	0,79	0,73	0,64	0,51	0,30	0,52	0,31	18,78	1,88
17,5	-	18,5	10,29	0,45	0,71	0,75	0,78	0,80	0,81	0,80	0,77	0,72	0,63	0,50	0,30	0,51	0,31	19,14	1,91
18,5	-	19,5	10,81	0,44	0,70	0,73	0,76	0,78	0,79	0,79	0,76	0,71	0,63	0,49	0,30	0,51	0,30	19,50	1,95
19,5	-	20	11,22	0,43	0,68	0,72	0,75	0,77	0,78	0,78	0,75	0,70	0,62	0,49	0,29	0,51	0,30	19,80	1,98
21	-	22	11,67	0,43	0,67	0,71	0,74	0,76	0,77	0,77	0,74	0,70	0,61	0,49	0,29	0,50	0,30	20,13	2,01
22	-	23	12,27	0,40	0,64	0,67	0,70	0,73	0,74	0,74	0,72	0,67	0,60	0,47	0,29	0,49	0,29	20,43	2,04
23	-	24	12,88	0,39	0,62	0,66	0,69	0,71	0,72	0,72	0,71	0,66	0,59	0,47	0,28	0,49	0,29	20,88	2,09

H_{final} = 8 m

Perubahan Tegangan			p'_o	$\Delta p'_1$	$\Delta p'_2$	$\Delta p'_3$	$\Delta p'_4$	$\Delta p'_5$	$\Delta p'_6$	$\Delta p'_7$	$\Delta p'_8$	$\Delta p'_9$	$\Delta p'_{10}$	$\Delta p'_{11}$	$\Delta p'_{12}$	$\Delta p'_{13}$	$\Delta p'_{14}$	$\Delta p'_{15}$	$\Delta p'_{16}$	$\Sigma\sigma'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2		
Tahap Penimbunan			-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Umur Timbunan (minggu)			-	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U per Minggu (%)			100	99,52	99,33	99,07	98,70	98,19	97,48	96,50	95,12	93,20	90,52	86,79	81,57	74,28	64,08	49,78	29,62	t/m^2	kg/cm^2
Kedalaman (m)																					
0	-	1	0,26	0,35	1,05	1,06	1,05	1,04	1,01	0,97	0,92	0,83	0,71	0,54	0,31	0,82	0,68	0,48	0,17	12,26	1,23
1	-	1,5	0,67	0,34	1,04	1,05	1,04	1,03	1,01	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,31	0,82	0,69	0,50	0,23	12,70	1,27
1,5	-	2	0,98	0,34	1,03	1,04	1,04	1,03	1,01	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,32	0,82	0,69	0,51	0,25	13,01	1,30
2	-	3	1,48	0,33	1,01	1,03	1,03	1,02	1,00	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,32	0,82	0,69	0,52	0,27	13,49	1,35
3	-	4	2,15	0,33	0,99	1,01	1,01	1,01	0,99	0,96	0,91	0,82	0,71	0,54	0,32	0,82	0,70	0,52	0,29	14,10	1,41
4	-	5	2,82	0,32	0,97	0,99	1,00	1,00	0,98	0,95	0,90	0,82	0,71	0,54	0,32	0,82	0,70	0,53	0,30	14,68	1,47
5	-	6	3,48	0,31	0,95	0,97	0,98	0,98	0,97	0,94	0,89	0,82	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,53	0,30	15,24	1,52
6	-	7	4,14	0,30	0,93	0,95	0,96	0,97	0,96	0,93	0,89	0,81	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	15,78	1,58
7	-	8	4,76	0,30	0,90	0,93	0,95	0,95	0,95	0,92	0,88	0,81	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,28	1,63
8	-	8,5	5,20	0,29	0,89	0,92	0,93	0,94	0,94	0,91	0,87	0,80	0,69	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,61	1,66
8,5	-	9,5	5,61	0,28	0,87	0,90	0,92	0,93	0,92	0,90	0,86	0,79	0,69	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,91	1,69
9,5	-	10,5	6,13	0,28	0,85	0,88	0,90	0,91	0,91	0,89	0,85	0,79	0,68	0,53	0,32	0,81	0,70	0,54	0,31	17,28	1,73
10,5	-	11,5	6,65	0,27	0,82	0,86	0,88	0,89	0,89	0,88	0,84	0,78	0,68	0,53	0,31	0,81	0,70	0,54	0,31	17,65	1,76
11,5	-	12,5	7,17	0,26	0,80	0,84	0,86	0,88	0,88	0,87	0,83	0,77	0,67	0,52	0,31	0,81	0,69	0,54	0,31	18,01	1,80
12,5	-	13,5	7,69	0,25	0,78	0,82	0,84	0,86	0,86	0,85	0,82	0,76	0,66	0,52	0,31	0,80	0,69	0,53	0,31	18,37	1,84
13,5	-	14,5	8,21	0,25	0,76	0,80	0,82	0,84	0,85	0,84	0,81	0,75	0,66	0,51	0,31	0,79	0,69	0,53	0,31	18,72	1,87
14,5	-	15,5	8,73	0,24	0,74	0,78	0,80	0,82	0,83	0,82	0,79	0,74	0,65	0,51	0,30	0,79	0,68	0,53	0,31	19,08	1,91
15,5	-	16,5	9,25	0,23	0,72	0,76	0,79	0,81	0,81	0,81	0,78	0,73	0,64	0,50	0,30	0,78	0,68	0,53	0,31	19,43	1,94
16,5	-	17,5	9,77	0,23	0,70	0,74	0,77	0,79	0,80	0,79	0,77	0,72	0,63	0,50	0,30	0,77	0,67	0,52	0,31	19,79	1,98
17,5	-	18,5	10,29	0,22	0,69	0,72	0,75	0,77	0,78	0,78	0,76	0,71	0,62	0,49	0,30	0,77	0,67	0,52	0,31	20,14	2,01
18,5	-	19,5	10,81	0,22	0,67	0,71	0,73	0,76	0,77	0,76	0,74	0,70	0,61	0,49	0,29	0,76	0,66	0,52	0,31	20,49	2,05
19,5	-	20	11,22	0,21	0,66	0,69	0,72	0,74	0,76	0,75	0,73	0,69	0,61	0,48	0,29	0,75	0,66	0,51	0,31	20,78	2,08
21	-	22	11,67	0,21	0,64	0,68	0,71	0,73	0,74	0,74	0,72	0,68	0,60	0,48	0,29	0,75	0,65	0,51	0,30	21,11	2,11
22	-	23	12,27	0,20	0,61	0,65	0,68	0,70	0,72	0,72	0,70	0,66	0,58	0,46	0,28	0,73	0,64	0,50	0,30	21,39	2,14
23	-	24	12,88	0,19	0,60	0,64	0,66	0,69	0,70	0,70	0,69	0,65	0,57	0,46	0,28	0,72	0,63	0,50	0,30	21,84	2,18

H_{final} = 9 m

Perubahan Tegangan			p'_o	$\Delta p'_1$	$\Delta p'_2$	$\Delta p'_3$	$\Delta p'_4$	$\Delta p'_5$	$\Delta p'_6$	$\Delta p'_7$	$\Delta p'_8$	$\Delta p'_9$	$\Delta p'_{10}$	$\Delta p'_{11}$	$\Delta p'_{12}$	$\Delta p'_{13}$	$\Delta p'_{14}$	$\Delta p'_{15}$	$\Delta p'_{16}$	$\Sigma\sigma'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2	t/m^2		
Tahap Penimbunan			-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Umur Timbunan (minggu)			-	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U per Minggu (%)			100	99,52	99,33	99,07	98,70	98,19	97,48	96,50	95,12	93,20	90,52	86,79	81,57	74,28	64,08	49,78	29,62	t/m^2	kg/cm^2
Kedalaman (m)																					
0	-	1	0,26	0,70	1,05	1,06	1,05	1,04	1,02	0,98	0,92	0,83	0,71	0,54	0,31	0,82	0,68	0,48	0,17	12,62	1,26
1	-	1,5	0,67	0,69	1,04	1,05	1,05	1,04	1,01	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,31	0,82	0,69	0,50	0,23	13,06	1,31
1,5	-	2	0,98	0,68	1,03	1,04	1,04	1,03	1,01	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,32	0,82	0,69	0,51	0,25	13,37	1,34
2	-	3	1,48	0,67	1,02	1,03	1,03	1,02	1,00	0,97	0,91	0,83	0,71	0,54	0,32	0,82	0,69	0,52	0,27	13,85	1,38
3	-	4	2,15	0,65	1,00	1,02	1,02	1,01	0,99	0,96	0,91	0,83	0,71	0,55	0,32	0,82	0,70	0,52	0,29	14,45	1,45
4	-	5	2,82	0,64	0,98	1,00	1,00	1,00	0,99	0,95	0,90	0,82	0,71	0,55	0,32	0,82	0,70	0,53	0,30	15,03	1,50
5	-	6	3,48	0,62	0,96	0,98	0,99	0,99	0,97	0,94	0,89	0,82	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,53	0,30	15,58	1,56
6	-	7	4,14	0,61	0,94	0,96	0,97	0,97	0,96	0,94	0,89	0,81	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,13	1,61
7	-	8	4,76	0,59	0,91	0,94	0,95	0,96	0,95	0,93	0,88	0,81	0,70	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,62	1,66
8	-	8,5	5,20	0,58	0,90	0,93	0,94	0,95	0,94	0,92	0,87	0,80	0,69	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	16,95	1,70
8,5	-	9,5	5,61	0,57	0,88	0,91	0,93	0,93	0,93	0,91	0,87	0,80	0,69	0,54	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	17,25	1,73
9,5	-	10,5	6,13	0,55	0,86	0,89	0,91	0,92	0,92	0,90	0,86	0,79	0,69	0,53	0,32	0,82	0,70	0,54	0,31	17,62	1,76
10,5	-	11,5	6,65	0,54	0,84	0,87	0,89	0,90	0,90	0,88	0,85	0,78	0,68	0,53	0,31	0,81	0,70	0,54	0,31	17,98	1,80
11,5	-	12,5	7,17	0,52	0,82	0,85	0,87	0,88	0,89	0,87	0,83	0,77	0,67	0,53	0,31	0,81	0,70	0,54	0,31	18,34	1,83
12,5	-	13,5	7,69	0,51	0,80	0,83	0,85	0,87	0,87	0,86	0,82	0,76	0,67	0,52	0,31	0,80	0,69	0,54	0,31	18,70	1,87
13,5	-	14,5	8,21	0,50	0,78	0,81	0,83	0,85	0,85	0,84	0,81	0,75	0,66	0,52	0,31	0,80	0,69	0,53	0,31	19,05	1,90
14,5	-	15,5	8,73	0,48	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,83	0,80	0,74	0,65	0,51	0,31	0,79	0,68	0,53	0,31	19,40	1,94
15,5	-	16,5	9,25	0,47	0,74	0,77	0,80	0,82	0,82	0,81	0,79	0,73	0,64	0,51	0,30	0,78	0,68	0,53	0,31	19,75	1,98
16,5	-	17,5	9,77	0,46	0,72	0,75	0,78	0,80	0,81	0,80	0,77	0,72	0,64	0,50	0,30	0,78	0,67	0,52	0,31	20,10	2,01
17,5	-	18,5	10,29	0,45	0,70	0,74	0,76	0,78	0,79	0,79	0,76	0,71	0,63	0,49	0,30	0,77	0,67	0,52	0,31	20,45	2,05
18,5	-	19,5	10,81	0,43	0,68	0,72	0,75	0,77	0,78	0,77	0,75	0,70	0,62	0,49	0,29	0,76	0,66	0,52	0,31	20,80	2,08
19,5	-	20	11,22	0,43	0,67	0,71	0,73	0,75	0,76	0,76	0,74	0,69	0,61	0,48	0,29	0,75	0,66	0,51	0,31	21,09	2,11
21	-	22	11,67	0,42	0,66	0,69	0,72	0,74	0,75	0,75	0,73	0,68	0,61	0,48	0,29	0,75	0,65	0,51	0,30	21,42	2,14
22	-	23	12,27	0,40	0,63	0,66	0,69	0,71	0,72	0,72	0,71	0,66	0,59	0,47	0,28	0,73	0,64	0,50	0,30	21,69	2,17
23	-	24	12,88	0,39	0,61	0,65	0,68	0,70	0,71	0,71	0,69	0,65	0,58	0,46	0,28	0,72	0,63	0,50	0,30	22,13	2,21

Perubahan Nilai Cu

H_{final} = 5 m

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Pakai	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,165	0,165	0,165	0,091	0,091
1	-	1,5	63,24	0,027	0,166	0,166	0,166	0,097	0,097
1,5	-	2	40,12	0,044	0,209	0,216	0,216	0,126	0,130
2	-	3	40,12	0,044	0,215			0,130	
3	-	4	40,12	0,044	0,223			0,134	
4	-	5	40,12	0,053	0,231	0,233	0,233	0,142	0,143
5	-	6	40,12	0,053	0,238			0,146	
6	-	7	46,83	0,053	0,231			0,142	
7	-	8	46,83	0,027	0,237	0,239	0,239	0,132	0,133
8	-	8,5	46,83	0,027	0,241			0,134	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,244	0,235	0,235	0,131	0,127
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,249			0,133	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,253			0,136	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,216			0,117	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,219			0,118	
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,222			0,120	
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,230			0,124	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,234			0,126	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,237			0,127	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,240			0,129	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,244			0,131	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,246	0,251	0,251	0,159	0,161
21	-	22	61,55	0,071	0,250			0,160	
22	-	23	61,55	0,071	0,252			0,162	
23	-	24	61,55	0,071	0,257			0,164	

H_{final} = 6 m

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Pakai	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,171	0,171	0,171	0,094	0,094
1	-	1,5	63,24	0,027	0,172	0,172	0,172	0,099	0,099
1,5	-	2	40,12	0,044	0,217	0,224	0,224	0,130	0,134
2	-	3	40,12	0,044	0,223			0,134	
3	-	4	40,12	0,044	0,231			0,137	
4	-	5	40,12	0,053	0,238	0,241	0,241	0,146	0,147
5	-	6	40,12	0,053	0,246			0,149	
6	-	7	46,83	0,053	0,237			0,145	
7	-	8	46,83	0,027	0,243	0,245	0,245	0,135	0,136
8	-	8,5	46,83	0,027	0,247			0,137	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,251	0,240	0,240	0,134	0,129
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,255			0,137	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,260			0,139	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,220			0,119	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,224			0,121	
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,227			0,122	
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,235			0,126	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,238			0,128	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,242			0,130	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,245			0,131	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,248			0,133	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,251	0,256	0,256	0,161	0,163
21	-	22	61,55	0,071	0,254			0,163	
22	-	23	61,55	0,071	0,257			0,164	
23	-	24	61,55	0,071	0,261			0,166	

H_{final} = 7 m

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Pakai	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,175	0,175	0,175	0,097	0,097
1	-	1,5	63,24	0,027	0,176	0,176	0,176	0,102	0,102
1,5	-	2	40,12	0,044	0,223			0,134	
2	-	3	40,12	0,044	0,229	0,230	0,230	0,137	0,137
3	-	4	40,12	0,044	0,237			0,141	
4	-	5	40,12	0,053	0,245			0,149	
5	-	6	40,12	0,053	0,252	0,246	0,246	0,152	0,150
6	-	7	46,83	0,053	0,243			0,148	
7	-	8	46,83	0,027	0,249	0,251	0,251	0,138	0,139
8	-	8,5	46,83	0,027	0,253			0,140	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,256			0,137	
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,260			0,139	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,265			0,141	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,224			0,121	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,228	0,245	0,245	0,123	0,131
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,231			0,124	
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,239			0,128	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,242			0,130	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,245			0,132	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,249			0,133	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,252			0,135	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,255			0,163	
21	-	22	61,55	0,071	0,258	0,259	0,259	0,164	0,165
22	-	23	61,55	0,071	0,260			0,166	
23	-	24	61,55	0,071	0,265			0,168	

H_{final} = 8 m

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Pakai	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,186	0,186	0,186	0,102	0,102
1	-	1,5	63,24	0,027	0,186	0,186	0,186	0,107	0,107
1,5	-	2	40,12	0,044	0,237			0,141	
2	-	3	40,12	0,044	0,243	0,244	0,244	0,144	0,144
3	-	4	40,12	0,044	0,251			0,147	
4	-	5	40,12	0,053	0,258			0,156	
5	-	6	40,12	0,053	0,265	0,260	0,260	0,159	0,156
6	-	7	46,83	0,053	0,255			0,154	
7	-	8	46,83	0,027	0,261	0,263	0,263	0,144	0,145
8	-	8,5	46,83	0,027	0,265			0,146	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,268			0,143	
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,272			0,145	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,277			0,147	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,233			0,126	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,237			0,127	
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,240	0,255	0,255	0,129	0,136
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,248			0,133	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,251			0,135	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,255			0,136	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,258			0,138	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,261			0,140	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,264			0,167	
21	-	22	61,55	0,071	0,267	0,268	0,268	0,169	0,170
22	-	23	61,55	0,071	0,269			0,170	
23	-	24	61,55	0,071	0,273			0,172	

H_{final} = 9 m

Kedalaman (m)			PI	Cu Lama	Cu Baru	Cu Baru	Cu Pakai	Cu Transisi	Cu Transisi
			(%)	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
0	-	1	61,55	0,018	0,189	0,189	0,189	0,104	0,104
1	-	1,5	63,24	0,027	0,190	0,190	0,190	0,108	0,108
1,5	-	2	40,12	0,044	0,242			0,143	
2	-	3	40,12	0,044	0,248	0,248	0,248	0,146	0,146
3	-	4	40,12	0,044	0,255			0,150	
4	-	5	40,12	0,053	0,263			0,158	
5	-	6	40,12	0,053	0,270	0,264	0,264	0,161	0,158
6	-	7	46,83	0,053	0,259			0,156	
7	-	8	46,83	0,027	0,265	0,267	0,267	0,146	0,147
8	-	8,5	46,83	0,027	0,269			0,148	
8,5	-	9,5	46,83	0,018	0,272			0,145	
9,5	-	10,5	46,83	0,018	0,276			0,147	
10,5	-	11,5	46,83	0,018	0,280			0,149	
11,5	-	12,5	63,24	0,018	0,236			0,127	
12,5	-	13,5	63,24	0,018	0,240			0,129	
13,5	-	14,5	63,24	0,018	0,243	0,258	0,258	0,130	0,138
14,5	-	15,5	61,55	0,018	0,251			0,135	
15,5	-	16,5	61,55	0,018	0,254			0,136	
16,5	-	17,5	61,55	0,018	0,257			0,138	
17,5	-	18,5	61,55	0,018	0,261			0,139	
18,5	-	19,5	61,55	0,018	0,264			0,141	
19,5	-	20	61,55	0,071	0,267			0,169	
21	-	22	61,55	0,071	0,269	0,271	0,271	0,170	0,171
22	-	23	61,55	0,071	0,272			0,171	
23	-	24	61,55	0,071	0,276			0,174	

LAMPIRAN 6
PERENCANAAN PERKUATAN *GEOTEXTILE* DAN *MICROPILE*

Perencanaan *Geotextile*

Koordinat Bidang Longsor Hasil Analisis XSTABL

H_{final} = 5 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c
1	0,904	33,65	33,87	12,39	25,00	45,41	4988	45,41	21,48
2	0,926	33,60	30,98	8,66	27,33	42,19	2454	42,19	22,32
3	0,981	35,51	31,68	9,88	28,22	45,24	3753	45,24	21,80
4	0,886	33,21	32,96	10,45	26,44	43,22	3122	43,22	22,51
5	0,892	33,65	32,95	10,43	26,89	43,64	3224	43,64	22,52

H_{final} = 6 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c
1	0,872	33,51	33,18	11,59	25,00	44,94	4874	44,94	21,59
2	0,863	35,27	34,96	14,10	25,00	48,88	7760	48,88	20,86
3	0,884	34,89	33,16	11,54	26,44	46,28	5239	46,28	21,62
4	0,923	36,83	36,47	16,19	25,11	52,16	10880	52,16	20,28
5	0,983	38,18	37,85	18,11	25,11	55,06	14140	55,06	19,74

H_{final} = 7 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c
1	0,853	34,41	34,10	12,67	25,11	46,96	6567	46,96	21,43
2	0,829	35,65	35,54	14,64	25,00	49,96	9119	49,96	20,90
3	0,983	39,22	36,06	15,32	28,11	54,12	11800	54,12	20,74
4	0,964	39,22	36,85	16,43	27,33	55,06	13310	55,06	20,42
5	0,985	39,70	37,34	17,12	27,33	56,11	14600	56,11	20,22

H_{final} = 8 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c
1	0,855	34,72	34,70	13,31	25,00	47,98	7797	47,98	21,39
2	0,829	35,56	35,55	14,51	25,00	49,93	9651	49,93	21,04
3	0,851	38,31	37,32	16,99	26,00	54,88	14470	54,88	20,33
4	0,948	40,10	36,94	16,42	28,22	56,16	14770	56,16	20,52
5	0,994	39,30	35,22	14,01	29,11	53,21	11300	53,21	21,21

H_{final} = 9 m

No.	SF	x_o	y_o	R (m)	x_A	x_B	M_{res} (kNm)	x_c	y_c
1	0,820	39,12	38,24	18,15	26,00	56,91	17670	56,91	20,09
2	0,846	39,00	36,94	16,28	27,22	55,11	14550	55,11	20,66
3	0,893	40,71	37,82	17,56	28,00	57,98	17860	57,98	20,26
4	0,906	40,90	37,85	17,56	28,22	58,16	18020	58,16	20,29
5	0,991	41,81	37,88	17,60	29,11	59,11	19460	59,11	20,28

Panjang *Geotextile*

H_{final} = 5 m, Bidang Longsor 1

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	14,21	15,21	16	24,45	16	1	0,2	17,2
2	2	1,00	13,81	14,81	15	24,05	15	1	0,2	16,2
3	2	1,00	13,41	14,41	15	23,65	15	1	0,2	16,2
4	2	1,00	13,01	14,01	15	23,25	15	1	0,2	16,2
5	2	1,00	12,61	13,61	14	22,85	14	1	0,2	15,2
6	2	1,00	12,21	13,21	14	22,45	14	1	0,2	15,2
7	2	1,00	11,81	12,81	13	22,05	13	1	0,2	14,2
8	2	1,00	11,41	12,41	13	21,65	13	1	0,2	14,2
9	2	1,00	11,01	12,01	13	21,25	13	1	0,2	14,2
10	2	1,00	10,61	11,61	12	20,85	12	1	0,2	13,2
11	2	1,00	10,21	11,21	12	20,45	12	1	0,2	13,2

H_{final} = 5 m, Bidang Longsor 2

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	10,99	11,99	12	24,45	12	1	0,2	13,2
2	2	1,00	10,59	11,59	12	24,05	12	1	0,2	13,2
3	2	1,00	10,19	11,19	12	23,65	12	1	0,2	13,2
4	2	1,00	9,79	10,79	11	23,25	11	1	0,2	12,2
5	2	1,00	9,39	10,39	11	22,85	11	1	0,2	12,2
6	2	1,00	8,99	9,99	10	22,45	10	1	0,2	11,2
7	2	1,00	8,59	9,59	10	22,05	10	1	0,2	11,2
8	2	1,00	8,19	9,19	10	21,65	10	1	0,2	11,2

Hfinal = 5 m, Bidang Longsor 3

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	14,04	15,04	16	24,45	16	1	0,2	17,2
2	2	1,00	13,64	14,64	15	24,05	15	1	0,2	16,2
3	2	1,00	13,24	14,24	15	23,65	15	1	0,2	16,2
4	2	1,00	12,84	13,84	14	23,25	14	1	0,2	15,2
5	2	1,00	12,44	13,44	14	22,85	14	1	0,2	15,2
6	2	1,00	12,04	13,04	14	22,45	14	1	0,2	15,2
7	2	1,00	11,64	12,64	13	22,05	13	1	0,2	14,2
8	2	1,00	11,24	12,24	13	21,65	13	1	0,2	14,2

Hfinal = 5 m, Bidang Longsor 4

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	12,02	13,02	14	24,45	14	1	0,2	15,2
2	2	1,00	11,62	12,62	13	24,05	13	1	0,2	14,2
3	2	1,00	11,22	12,22	13	23,65	13	1	0,2	14,2
4	2	1,00	10,82	11,82	12	23,25	12	1	0,2	13,2
5	2	1,00	10,42	11,42	12	22,85	12	1	0,2	13,2
6	2	1,00	10,02	11,02	12	22,45	12	1	0,2	13,2
7	2	1,00	9,62	10,62	11	22,05	11	1	0,2	12,2
8	2	1,00	9,22	10,22	11	21,65	11	1	0,2	12,2

Hfinal = 5 m, Bidang Longsor 5

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	12,44	13,44	14	24,45	14	1	0,2	15,2
2	2	1,00	12,04	13,04	14	24,05	14	1	0,2	15,2
3	2	1,00	11,64	12,64	13	23,65	13	1	0,2	14,2
4	2	1,00	11,24	12,24	13	23,25	13	1	0,2	14,2
5	2	1,00	10,84	11,84	12	22,85	12	1	0,2	13,2
6	2	1,00	10,44	11,44	12	22,45	12	1	0,2	13,2
7	2	1,00	10,04	11,04	12	22,05	12	1	0,2	13,2
8	2	1,00	9,64	10,64	11	21,65	11	1	0,2	12,2

Hfinal = 6 m, Bidang Longsor 1

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	13,74	14,74	15	24,45	15	1	0,2	16,2
2	2	1,00	13,34	14,34	15	24,05	15	1	0,2	16,2
3	2	1,00	12,94	13,94	14	23,65	14	1	0,2	15,2
4	2	1,00	12,54	13,54	14	23,25	14	1	0,2	15,2
5	2	1,00	12,14	13,14	14	22,85	14	1	0,2	15,2
6	2	1,00	11,74	12,74	13	22,45	13	1	0,2	14,2
7	2	1,00	11,34	12,34	13	22,05	13	1	0,2	14,2
8	2	1,00	10,94	11,94	12	21,65	12	1	0,2	13,2
9	2	1,00	10,54	11,54	12	21,25	12	1	0,2	13,2
10	2	1,00	10,14	11,14	12	20,85	12	1	0,2	13,2
11	2	1,00	9,74	10,74	11	20,45	11	1	0,2	12,2
12	2	1,00	9,34	10,34	11	20,05	11	1	0,2	12,2
13	2	1,00	8,94	9,94	10	19,65	10	1	0,2	11,2
14	2	1,00	8,54	9,54	10	19,25	10	1	0,2	11,2

Hfinal = 6 m, Bidang Longsor 2

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	17,68	18,68	19	24,45	19	1	0,2	20,2
2	2	1,00	17,28	18,28	19	24,05	19	1	0,2	20,2
3	2	1,00	16,88	17,88	18	23,65	18	1	0,2	19,2
4	2	1,00	16,48	17,48	18	23,25	18	1	0,2	19,2
5	2	1,00	16,08	17,08	18	22,85	18	1	0,2	19,2
6	2	1,00	15,68	16,68	17	22,45	17	1	0,2	18,2
7	2	1,00	15,28	16,28	17	22,05	17	1	0,2	18,2
8	2	1,00	14,88	15,88	16	21,65	16	1	0,2	17,2
9	2	1,00	14,48	15,48	16	21,25	16	1	0,2	17,2
10	2	1,00	14,08	15,08	16	20,85	16	1	0,2	17,2
11	2	1,00	13,68	14,68	15	20,45	15	1	0,2	16,2
12	2	1,00	13,28	14,28	15	20,05	15	1	0,2	16,2
13	2	1,00	12,88	13,88	14	19,65	14	1	0,2	15,2
14	2	1,00	12,48	13,48	14	19,25	14	1	0,2	15,2
15	2	1,00	12,08	13,08	14	18,85	14	1	0,2	15,2
16	2	1,00	11,68	12,68	13	18,45	13	1	0,2	14,2
17	2	1,00	11,28	12,28	13	18,05	13	1	0,2	14,2
18	2	1,00	10,88	11,88	12	17,65	12	1	0,2	13,2

Hfinal = 6 m, Bidang Longsor 3

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	15,08	16,08	17	24,45	17	1	0,2	18,2
2	2	1,00	14,68	15,68	16	24,05	16	1	0,2	17,2
3	2	1,00	14,28	15,28	16	23,65	16	1	0,2	17,2
4	2	1,00	13,88	14,88	15	23,25	15	1	0,2	16,2
5	2	1,00	13,48	14,48	15	22,85	15	1	0,2	16,2
6	2	1,00	13,08	14,08	15	22,45	15	1	0,2	16,2
7	2	1,00	12,68	13,68	14	22,05	14	1	0,2	15,2
8	2	1,00	12,28	13,28	14	21,65	14	1	0,2	15,2
9	2	1,00	11,88	12,88	13	21,25	13	1	0,2	14,2
10	2	1,00	11,48	12,48	13	20,85	13	1	0,2	14,2
11	2	1,00	11,08	12,08	13	20,45	13	1	0,2	14,2
12	2	1,00	10,68	11,68	12	20,05	12	1	0,2	13,2
13	2	1,00	10,28	11,28	12	19,65	12	1	0,2	13,2
14	2	1,00	9,88	10,88	11	19,25	11	1	0,2	12,2

Hfinal = 6 m, Bidang Longsor 4

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	20,96	21,96	22	24,45	22	1	0,2	23,2
2	2	1,00	20,56	21,56	22	24,05	22	1	0,2	23,2
3	2	1,00	20,16	21,16	22	23,65	22	1	0,2	23,2
4	2	1,00	19,76	20,76	21	23,25	21	1	0,2	22,2
5	2	1,00	19,36	20,36	21	22,85	21	1	0,2	22,2
6	2	1,00	18,96	19,96	20	22,45	20	1	0,2	21,2
7	2	1,00	18,56	19,56	20	22,05	20	1	0,2	21,2
8	2	1,00	18,16	19,16	20	21,65	20	1	0,2	21,2
9	2	1,00	17,76	18,76	19	21,25	19	1	0,2	20,2
10	2	1,00	17,36	18,36	19	20,85	19	1	0,2	20,2
11	2	1,00	16,96	17,96	18	20,45	18	1	0,2	19,2
12	2	1,00	16,56	17,56	18	20,05	18	1	0,2	19,2
13	2	1,00	16,16	17,16	18	19,65	18	1	0,2	19,2
14	2	1,00	15,76	16,76	17	19,25	17	1	0,2	18,2
15	2	1,00	15,36	16,36	17	18,85	17	1	0,2	18,2
16	2	1,00	14,96	15,96	16	18,45	16	1	0,2	17,2
17	2	1,00	14,56	15,56	16	18,05	16	1	0,2	17,2

Hfinal = 6 m, Bidang Longsor 5

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	23,86	24,86	25	26,25	25	1	0,2	26,2
2	2	1,00	23,46	24,46	25	25,85	25	1	0,2	26,2
3	2	1,00	23,06	24,06	25	25,45	25	1	0,2	26,2
4	2	1,00	22,66	23,66	24	25,05	24	1	0,2	25,2
5	2	1,00	22,26	23,26	24	24,65	24	1	0,2	25,2
6	2	1,00	21,86	22,86	23	24,25	23	1	0,2	24,2
7	2	1,00	21,46	22,46	23	23,85	23	1	0,2	24,2
8	2	1,00	21,06	22,06	23	23,45	23	1	0,2	24,2
9	2	1,00	20,66	21,66	22	23,05	22	1	0,2	23,2
10	2	1,00	20,26	21,26	22	22,65	22	1	0,2	23,2
11	2	1,00	19,86	20,86	21	22,25	21	1	0,2	22,2
12	2	1,00	19,46	20,46	21	21,85	21	1	0,2	22,2
13	2	1,00	19,06	20,06	21	21,45	21	1	0,2	22,2
14	2	1,00	18,66	19,66	20	21,05	20	1	0,2	21,2
15	2	1,00	18,26	19,26	20	20,65	20	1	0,2	21,2

Hfinal = 7 m, Bidang Longsor 1

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	15,76	16,76	17	24,45	17	1	0,2	18,2
2	2	1,00	15,36	16,36	17	24,05	17	1	0,2	18,2
3	2	1,00	14,96	15,96	16	23,65	16	1	0,2	17,2
4	2	1,00	14,56	15,56	16	23,25	16	1	0,2	17,2
5	2	1,00	14,16	15,16	16	22,85	16	1	0,2	17,2
6	2	1,00	13,76	14,76	15	22,45	15	1	0,2	16,2
7	2	1,00	13,36	14,36	15	22,05	15	1	0,2	16,2
8	2	1,00	12,96	13,96	14	21,65	14	1	0,2	15,2
9	2	1,00	12,56	13,56	14	21,25	14	1	0,2	15,2
10	2	1,00	12,16	13,16	14	20,85	14	1	0,2	15,2
11	2	1,00	11,76	12,76	13	20,45	13	1	0,2	14,2
12	2	1,00	11,36	12,36	13	20,05	13	1	0,2	14,2
13	2	1,00	10,96	11,96	12	19,65	12	1	0,2	13,2
14	2	1,00	10,56	11,56	12	19,25	12	1	0,2	13,2
15	2	1,00	10,16	11,16	12	18,85	12	1	0,2	13,2
16	2	1,00	9,76	10,76	11	18,45	11	1	0,2	12,2
17	2	1,00	9,36	10,36	11	18,05	11	1	0,2	12,2
18	2	1,00	8,96	9,96	10	17,65	10	1	0,2	11,2
19	2	1,00	8,56	9,56	10	17,25	10	1	0,2	11,2

Hfinal = 7 m, Bidang Longsor 2

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	18,76	19,76	20	24,45	20	1	0,2	21,2
2	2	1,00	18,36	19,36	20	24,05	20	1	0,2	21,2
3	2	1,00	17,96	18,96	19	23,65	19	1	0,2	20,2
4	2	1,00	17,56	18,56	19	23,25	19	1	0,2	20,2
5	2	1,00	17,16	18,16	19	22,85	19	1	0,2	20,2
6	2	1,00	16,76	17,76	18	22,45	18	1	0,2	19,2
7	2	1,00	16,36	17,36	18	22,05	18	1	0,2	19,2
8	2	1,00	15,96	16,96	17	21,65	17	1	0,2	18,2
9	2	1,00	15,56	16,56	17	21,25	17	1	0,2	18,2
10	2	1,00	15,16	16,16	17	20,85	17	1	0,2	18,2
11	2	1,00	14,76	15,76	16	20,45	16	1	0,2	17,2
12	2	1,00	14,36	15,36	16	20,05	16	1	0,2	17,2
13	2	1,00	13,96	14,96	15	19,65	15	1	0,2	16,2
14	2	1,00	13,56	14,56	15	19,25	15	1	0,2	16,2
15	2	1,00	13,16	14,16	15	18,85	15	1	0,2	16,2
16	2	1,00	12,76	13,76	14	18,45	14	1	0,2	15,2
17	2	1,00	12,36	13,36	14	18,05	14	1	0,2	15,2
18	2	1,00	11,96	12,96	13	17,65	13	1	0,2	14,2
19	2	1,00	11,56	12,56	13	17,25	13	1	0,2	14,2
20	2	1,00	11,16	12,16	13	16,85	13	1	0,2	14,2
21	2	1,00	10,76	11,76	12	16,45	12	1	0,2	13,2
22	2	1,00	10,36	11,36	12	16,05	12	1	0,2	13,2
23	2	1,00	9,96	10,96	11	15,65	11	1	0,2	12,2
24	2	1,00	9,56	10,56	11	15,25	11	1	0,2	12,2
25	2	1,00	9,16	10,16	11	14,85	11	1	0,2	12,2

Hfinal = 7 m, Bidang Longsor 3

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	22,92	23,92	24	24,45	24	1	0,2	25,2
2	2	1,00	22,52	23,52	24	24,05	24	1	0,2	25,2
3	2	1,00	22,12	23,12	24	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	21,72	22,72	23	23,25	23	1	0,2	24,2
5	2	1,00	21,32	22,32	23	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	20,92	21,92	22	22,45	22	1	0,2	23,2
7	2	1,00	20,52	21,52	22	22,05	22	1	0,2	23,2
8	2	1,00	20,12	21,12	22	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	19,72	20,72	21	21,25	21	1	0,2	22,2
10	2	1,00	19,32	20,32	21	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	18,92	19,92	20	20,45	20	1	0,2	21,2
12	2	1,00	18,52	19,52	20	20,05	20	1	0,2	21,2
13	2	1,00	18,12	19,12	20	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	17,72	18,72	19	19,25	19	1	0,2	20,2
15	2	1,00	17,32	18,32	19	18,85	18,85	1	0,2	20,05

H_{final} = 7 m, Bidang Longsor 4

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	23,86	24,86	25	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	23,46	24,46	25	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	23,06	24,06	25	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	22,66	23,66	24	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	22,26	23,26	24	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	21,86	22,86	23	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	21,46	22,46	23	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	21,06	22,06	23	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	20,66	21,66	22	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	20,26	21,26	22	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	19,86	20,86	21	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	19,46	20,46	21	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	19,06	20,06	21	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	18,66	19,66	20	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	18,26	19,26	20	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	17,86	18,86	19	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	17,46	18,46	19	18,05	18,05	1	0,2	19,25

H_{final} = 7 m, Bidang Longsor 5

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	24,91	25,91	26	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	24,51	25,51	26	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	24,11	25,11	26	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	23,71	24,71	25	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	23,31	24,31	25	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	22,91	23,91	24	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	22,51	23,51	24	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	22,11	23,11	24	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	21,71	22,71	23	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	21,31	22,31	23	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	20,91	21,91	22	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	20,51	21,51	22	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	20,11	21,11	22	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	19,71	20,71	21	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	19,31	20,31	21	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	18,91	19,91	20	18,45	18,45	1	0,2	19,65

H_{final} = 8 m, Bidang Longsor 1

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	16,78	17,78	18	24,45	18	1	0,2	19,2
2	2	1,00	16,38	17,38	18	24,05	18	1	0,2	19,2
3	2	1,00	15,98	16,98	17	23,65	17	1	0,2	18,2
4	2	1,00	15,58	16,58	17	23,25	17	1	0,2	18,2
5	2	1,00	15,18	16,18	17	22,85	17	1	0,2	18,2
6	2	1,00	14,78	15,78	16	22,45	16	1	0,2	17,2
7	2	1,00	14,38	15,38	16	22,05	16	1	0,2	17,2
8	2	1,00	13,98	14,98	15	21,65	15	1	0,2	16,2
9	2	1,00	13,58	14,58	15	21,25	15	1	0,2	16,2
10	2	1,00	13,18	14,18	15	20,85	15	1	0,2	16,2
11	2	1,00	12,78	13,78	14	20,45	14	1	0,2	15,2
12	2	1,00	12,38	13,38	14	20,05	14	1	0,2	15,2
13	2	1,00	11,98	12,98	13	19,65	13	1	0,2	14,2
14	2	1,00	11,58	12,58	13	19,25	13	1	0,2	14,2
15	2	1,00	11,18	12,18	13	18,85	13	1	0,2	14,2
16	2	1,00	10,78	11,78	12	18,45	12	1	0,2	13,2
17	2	1,00	10,38	11,38	12	18,05	12	1	0,2	13,2
18	2	1,00	9,98	10,98	11	17,65	11	1	0,2	12,2
19	2	1,00	9,58	10,58	11	17,25	11	1	0,2	12,2
20	2	1,00	9,18	10,18	11	16,85	11	1	0,2	12,2
21	2	1,00	8,78	9,78	10	16,45	10	1	0,2	11,2

H_{final} = 8 m, Bidang Longsor 2

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	18,73	19,73	20	24,45	20	1	0,2	21,2
2	2	1,00	18,33	19,33	20	24,05	20	1	0,2	21,2
3	2	1,00	17,93	18,93	19	23,65	19	1	0,2	20,2
4	2	1,00	17,53	18,53	19	23,25	19	1	0,2	20,2
5	2	1,00	17,13	18,13	19	22,85	19	1	0,2	20,2
6	2	1,00	16,73	17,73	18	22,45	18	1	0,2	19,2
7	2	1,00	16,33	17,33	18	22,05	18	1	0,2	19,2
8	2	1,00	15,93	16,93	17	21,65	17	1	0,2	18,2
9	2	1,00	15,53	16,53	17	21,25	17	1	0,2	18,2
10	2	1,00	15,13	16,13	17	20,85	17	1	0,2	18,2
11	2	1,00	14,73	15,73	16	20,45	16	1	0,2	17,2
12	2	1,00	14,33	15,33	16	20,05	16	1	0,2	17,2
13	2	1,00	13,93	14,93	15	19,65	15	1	0,2	16,2
14	2	1,00	13,53	14,53	15	19,25	15	1	0,2	16,2
15	2	1,00	13,13	14,13	15	18,85	15	1	0,2	16,2
16	2	1,00	12,73	13,73	14	18,45	14	1	0,2	15,2
17	2	1,00	12,33	13,33	14	18,05	14	1	0,2	15,2
18	2	1,00	11,93	12,93	13	17,65	13	1	0,2	14,2
19	2	1,00	11,53	12,53	13	17,25	13	1	0,2	14,2
20	2	1,00	11,13	12,13	13	16,85	13	1	0,2	14,2
21	2	1,00	10,73	11,73	12	16,45	12	1	0,2	13,2
22	2	1,00	10,33	11,33	12	16,05	12	1	0,2	13,2
23	2	1,00	9,93	10,93	11	15,65	11	1	0,2	12,2
24	2	1,00	9,53	10,53	11	15,25	11	1	0,2	12,2
25	2	1,00	9,13	10,13	11	14,85	11	1	0,2	12,2
26	2	1,00	8,73	9,73	10	14,45	10	1	0,2	11,2
27	2	1,00	8,33	9,33	10	14,05	10	1	0,2	11,2

H_{final} = 8 m, Bidang Longsor 3

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	23,68	24,68	25	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	23,28	24,28	25	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	22,88	23,88	24	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	22,48	23,48	24	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	22,08	23,08	24	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	21,68	22,68	23	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	21,28	22,28	23	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	20,88	21,88	22	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	20,48	21,48	22	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	20,08	21,08	22	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	19,68	20,68	21	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	19,28	20,28	21	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	18,88	19,88	20	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	18,48	19,48	20	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	18,08	19,08	20	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	17,68	18,68	19	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	17,28	18,28	19	18,05	18,05	1	0,2	19,25
18	2	1,00	16,88	17,88	18	17,65	17,65	1	0,2	18,85
19	2	1,00	16,48	17,48	18	17,25	17,25	1	0,2	18,45
20	2	1,00	16,08	17,08	18	16,85	16,85	1	0,2	18,05
21	2	1,00	15,68	16,68	17	16,45	16,45	1	0,2	17,65
22	2	1,00	15,28	16,28	17	16,05	16,05	1	0,2	17,25
23	2	1,00	14,88	15,88	16	15,65	15,65	1	0,2	16,85
24	2	1,00	14,48	15,48	16	15,25	15,25	1	0,2	16,45
25	2	1,00	14,08	15,08	16	14,85	14,85	1	0,2	16,05
26	2	1,00	13,68	14,68	15	14,45	14,45	1	0,2	15,65
27	2	1,00	13,28	14,28	15	14,05	14,05	1	0,2	15,25
28	2	1,00	12,88	13,88	14	13,65	13,65	1	0,2	14,85
29	2	1,00	12,48	13,48	14	13,25	13,25	1	0,2	14,45
30	2	1,00	12,08	13,08	14	12,85	12,85	1	0,2	14,05
31	2	1,00	11,68	12,68	13	12,45	12,45	1	0,2	13,65
32	2	1,00	11,28	12,28	13	12,05	12,05	1	0,2	13,25

H_{final} = 8 m, Bidang Longsor 4

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	24,96	25,96	26	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	24,56	25,56	26	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	24,16	25,16	26	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	23,76	24,76	25	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	23,36	24,36	25	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	22,96	23,96	24	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	22,56	23,56	24	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	22,16	23,16	24	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	21,76	22,76	23	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	21,36	22,36	23	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	20,96	21,96	22	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	20,56	21,56	22	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	20,16	21,16	22	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	19,76	20,76	21	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	19,36	20,36	21	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	18,96	19,96	20	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	18,56	19,56	20	18,05	18,05	1	0,2	19,25
18	2	1,00	18,16	19,16	20	17,65	17,65	1	0,2	18,85
19	2	1,00	17,76	18,76	19	17,25	17,25	1	0,2	18,45
20	2	1,00	17,36	18,36	19	16,85	16,85	1	0,2	18,05
21	2	1,00	16,96	17,96	18	16,45	16,45	1	0,2	17,65

H_{final} = 8 m, Bidang Longsor 5

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	22,01	23,01	24	24,45	24	1	0,2	25,2
2	2	1,00	21,61	22,61	23	24,05	23	1	0,2	24,2
3	2	1,00	21,21	22,21	23	23,65	23	1	0,2	24,2
4	2	1,00	20,81	21,81	22	23,25	22	1	0,2	23,2
5	2	1,00	20,41	21,41	22	22,85	22	1	0,2	23,2
6	2	1,00	20,01	21,01	22	22,45	22	1	0,2	23,2
7	2	1,00	19,61	20,61	21	22,05	21	1	0,2	22,2
8	2	1,00	19,21	20,21	21	21,65	21	1	0,2	22,2
9	2	1,00	18,81	19,81	20	21,25	20	1	0,2	21,2
10	2	1,00	18,41	19,41	20	20,85	20	1	0,2	21,2
11	2	1,00	18,01	19,01	20	20,45	20	1	0,2	21,2
12	2	1,00	17,61	18,61	19	20,05	19	1	0,2	20,2
13	2	1,00	17,21	18,21	19	19,65	19	1	0,2	20,2
14	2	1,00	16,81	17,81	18	19,25	18	1	0,2	19,2
15	2	1,00	16,41	17,41	18	18,85	18	1	0,2	19,2
16	2	1,00	16,01	17,01	18	18,45	18	1	0,2	19,2

H_{final} = 9 m, Bidang Longsor 1

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	25,71	26,71	27	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	25,31	26,31	27	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	24,91	25,91	26	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	24,51	25,51	26	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	24,11	25,11	26	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	23,71	24,71	25	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	23,31	24,31	25	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	22,91	23,91	24	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	22,51	23,51	24	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	22,11	23,11	24	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	21,71	22,71	23	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	21,31	22,31	23	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	20,91	21,91	22	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	20,51	21,51	22	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	20,11	21,11	22	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	19,71	20,71	21	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	19,31	20,31	21	18,05	18,05	1	0,2	19,25
18	2	1,00	18,91	19,91	20	17,65	17,65	1	0,2	18,85
19	2	1,00	18,51	19,51	20	17,25	17,25	1	0,2	18,45
20	2	1,00	18,11	19,11	20	16,85	16,85	1	0,2	18,05
21	2	1,00	17,71	18,71	19	16,45	16,45	1	0,2	17,65
22	2	1,00	17,31	18,31	19	16,05	16,05	1	0,2	17,25
23	2	1,00	16,91	17,91	18	15,65	15,65	1	0,2	16,85
24	2	1,00	16,51	17,51	18	15,25	15,25	1	0,2	16,45
25	2	1,00	16,11	17,11	18	14,85	14,85	1	0,2	16,05
26	2	1,00	15,71	16,71	17	14,45	14,45	1	0,2	15,65
27	2	1,00	15,31	16,31	17	14,05	14,05	1	0,2	15,25

H_{final} = 9 m, Bidang Longsor 2

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	23,91	24,91	25	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	23,51	24,51	25	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	23,11	24,11	25	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	22,71	23,71	24	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	22,31	23,31	24	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	21,91	22,91	23	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	21,51	22,51	23	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	21,11	22,11	23	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	20,71	21,71	22	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	20,31	21,31	22	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	19,91	20,91	21	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	19,51	20,51	21	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	19,11	20,11	21	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	18,71	19,71	20	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	18,31	19,31	20	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	17,91	18,91	19	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	17,51	18,51	19	18,05	18,05	1	0,2	19,25
18	2	1,00	17,11	18,11	19	17,65	17,65	1	0,2	18,85
19	2	1,00	16,71	17,71	18	17,25	17,25	1	0,2	18,45
20	2	1,00	16,31	17,31	18	16,85	16,85	1	0,2	18,05
21	2	1,00	15,91	16,91	17	16,45	16,45	1	0,2	17,65
22	2	1,00	15,51	16,51	17	16,05	16,05	1	0,2	17,25
23	2	1,00	15,11	16,11	17	15,65	15,65	1	0,2	16,85
24	2	1,00	14,71	15,71	16	15,25	15,25	1	0,2	16,45
25	2	1,00	14,31	15,31	16	14,85	14,85	1	0,2	16,05
26	2	1,00	13,91	14,91	15	14,45	14,45	1	0,2	15,65
27	2	1,00	13,51	14,51	15	14,05	14,05	1	0,2	15,25
28	2	1,00	13,11	14,11	15	13,65	13,65	1	0,2	14,85
29	2	1,00	12,71	13,71	14	13,25	13,25	1	0,2	14,45
30	2	1,00	12,31	13,31	14	12,85	12,85	1	0,2	14,05
31	2	1,00	11,91	12,91	13	12,45	12,45	1	0,2	13,65
32	2	1,00	11,51	12,51	13	12,05	12,05	1	0,2	13,25
33	2	1,00	11,11	12,11	13	11,65	11,65	1	0,2	12,85
34	2	1,00	10,71	11,71	12	11,25	11,25	1	0,2	12,45
35	2	1,00	10,31	11,31	12	10,85	10,85	1	0,2	12,05
36	2	1,00	9,91	10,91	11	10,45	10,45	1	0,2	11,65
37	2	1,00	9,51	10,51	11	10,05	10,05	1	0,2	11,25

H_{final} = 9 m, Bidang Longsor 3

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	Geotextile Satu Sisi				1/2 Lebar Timbunan	$L_{total\ pakai}$ Satu Sisi	Lo	Sv	L pakai
		Le	L_D	L_{total}	$L_{total\ pakai}$					
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1,00	26,78	27,78	28	24,45	24,45	1	0,2	25,65
2	2	1,00	26,38	27,38	28	24,05	24,05	1	0,2	25,25
3	2	1,00	25,98	26,98	27	23,65	23,65	1	0,2	24,85
4	2	1,00	25,58	26,58	27	23,25	23,25	1	0,2	24,45
5	2	1,00	25,18	26,18	27	22,85	22,85	1	0,2	24,05
6	2	1,00	24,78	25,78	26	22,45	22,45	1	0,2	23,65
7	2	1,00	24,38	25,38	26	22,05	22,05	1	0,2	23,25
8	2	1,00	23,98	24,98	25	21,65	21,65	1	0,2	22,85
9	2	1,00	23,58	24,58	25	21,25	21,25	1	0,2	22,45
10	2	1,00	23,18	24,18	25	20,85	20,85	1	0,2	22,05
11	2	1,00	22,78	23,78	24	20,45	20,45	1	0,2	21,65
12	2	1,00	22,38	23,38	24	20,05	20,05	1	0,2	21,25
13	2	1,00	21,98	22,98	23	19,65	19,65	1	0,2	20,85
14	2	1,00	21,58	22,58	23	19,25	19,25	1	0,2	20,45
15	2	1,00	21,18	22,18	23	18,85	18,85	1	0,2	20,05
16	2	1,00	20,78	21,78	22	18,45	18,45	1	0,2	19,65
17	2	1,00	20,38	21,38	22	18,05	18,05	1	0,2	19,25
18	2	1,00	19,98	20,98	21	17,65	17,65	1	0,2	18,85
19	2	1,00	19,58	20,58	21	17,25	17,25	1	0,2	18,45
20	2	1,00	19,18	20,18	21	16,85	16,85	1	0,2	18,05
21	2	1,00	18,78	19,78	20	16,45	16,45	1	0,2	17,65
22	2	1,00	18,38	19,38	20	16,05	16,05	1	0,2	17,25
23	2	1,00	17,98	18,98	19	15,65	15,65	1	0,2	16,85
24	2	1,00	17,58	18,58	19	15,25	15,25	1	0,2	16,45
25	2	1,00	17,18	18,18	19	14,85	14,85	1	0,2	16,05
26	2	1,00	16,78	17,78	18	14,45	14,45	1	0,2	15,65
27	2	1,00	16,38	17,38	18	14,05	14,05	1	0,2	15,25
28	2	1,00	15,98	16,98	17	13,65	13,65	1	0,2	14,85
29	2	1,00	15,58	16,58	17	13,25	13,25	1	0,2	14,45
30	2	1,00	15,18	16,18	17	12,85	12,85	1	0,2	14,05
31	2	1,00	14,78	15,78	16	12,45	12,45	1	0,2	13,65
32	2	1,00	14,38	15,38	16	12,05	12,05	1	0,2	13,25
33	2	1,00	13,98	14,98	15	11,65	11,65	1	0,2	12,85

H_{final} = 9 m, Bidang Longsor 4

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	H_i	T_i	τ_1	τ_2	$M_{geotextile}$	$\Sigma M_{geotextile}$	Le	Le
		(m)	(m)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kNm)	(kNm)	(m)	(m)
1	2	9,5	11,55	104,437	104,437	347,57	347,57	0,12	1,00
2	2	9,3	11,35	102,243	102,243	341,55	689,12	0,12	1,00
3	2	9,1	11,15	100,049	100,049	335,53	1024,65	0,13	1,00
4	2	8,9	10,95	97,855	97,855	329,51	1354,17	0,13	1,00
5	2	8,7	10,75	95,661	95,661	323,50	1677,66	0,13	1,00
6	2	8,5	10,55	93,467	93,467	317,48	1995,14	0,14	1,00
7	2	8,3	10,35	91,273	91,273	311,46	2306,60	0,14	1,00
8	2	8,1	10,15	89,079	89,079	305,44	2612,04	0,14	1,00
9	2	7,9	9,95	86,885	86,885	299,42	2911,46	0,15	1,00
10	2	7,7	9,75	84,691	84,691	293,40	3204,86	0,15	1,00
11	2	7,5	9,55	82,497	82,497	287,38	3492,25	0,15	1,00
12	2	7,3	9,35	80,303	80,303	281,37	3773,61	0,16	1,00
13	2	7,1	9,15	78,109	78,109	275,35	4048,96	0,16	1,00
14	2	6,9	8,95	75,915	75,915	269,33	4318,29	0,17	1,00
15	2	6,7	8,75	73,722	73,722	263,31	4581,60	0,17	1,00
16	2	6,5	8,55	71,528	71,528	257,29	4838,89	0,18	1,00
17	2	6,3	8,35	69,334	69,334	251,27	5090,16	0,18	1,00
18	2	6,1	8,15	67,140	67,140	245,25	5335,42	0,19	1,00
19	2	5,9	7,95	64,946	64,946	239,24	5574,65	0,19	1,00
20	2	5,7	7,75	62,752	62,752	233,22	5807,87	0,20	1,00
21	2	5,5	7,55	60,558	60,558	227,20	6035,07	0,21	1,00
22	2	5,3	7,35	58,364	58,364	221,18	6256,25	0,21	1,00
23	2	5,1	7,15	56,170	56,170	215,16	6471,41	0,22	1,00
24	2	4,9	6,95	53,976	53,976	209,14	6680,56	0,23	1,00
25	2	4,7	6,75	51,782	51,782	203,13	6883,68	0,24	1,00
26	2	4,5	6,55	49,588	49,588	197,11	7080,79	0,25	1,00
27	2	4,3	6,35	47,394	47,394	191,09	7271,88	0,26	1,00
28	2	4,1	6,15	45,200	45,200	185,07	7456,94	0,28	1,00
29	2	3,9	5,95	43,007	43,007	179,05	7636,00	0,29	1,00
30	2	3,7	5,75	40,813	40,813	173,03	7809,03	0,30	1,00
31	2	3,5	5,55	38,619	38,619	167,01	7976,04	0,32	1,00

H_{final} = 9 m, Bidang Longsor 5

Lapisan Geotextile	Jumlah Layer	H_i	T_i	τ_1	τ_2	$M_{geotextile}$	$\Sigma M_{geotextile}$	Le	Le
		(m)	(m)	(kN/m^2)	(kN/m^2)	(kNm)	(kNm)	(m)	(m)
1	2	9,5	11,58	104,437	104,437	348,47	348,47	0,12	1,00
2	2	9,3	11,38	102,243	102,243	342,45	690,93	0,12	1,00
3	2	9,1	11,18	100,049	100,049	336,44	1027,36	0,13	1,00
4	2	8,9	10,98	97,855	97,855	330,42	1357,78	0,13	1,00
5	2	8,7	10,78	95,661	95,661	324,40	1682,18	0,13	1,00
6	2	8,5	10,58	93,467	93,467	318,38	2000,56	0,14	1,00
7	2	8,3	10,38	91,273	91,273	312,36	2312,92	0,14	1,00
8	2	8,1	10,18	89,079	89,079	306,34	2619,26	0,14	1,00
9	2	7,9	9,98	86,885	86,885	300,32	2919,58	0,15	1,00
10	2	7,7	9,78	84,691	84,691	294,31	3213,89	0,15	1,00
11	2	7,5	9,58	82,497	82,497	288,29	3502,18	0,15	1,00
12	2	7,3	9,38	80,303	80,303	282,27	3784,44	0,16	1,00
13	2	7,1	9,18	78,109	78,109	276,25	4060,69	0,16	1,00
14	2	6,9	8,98	75,915	75,915	270,23	4330,93	0,17	1,00
15	2	6,7	8,78	73,722	73,722	264,21	4595,14	0,17	1,00
16	2	6,5	8,58	71,528	71,528	258,19	4853,33	0,18	1,00
17	2	6,3	8,38	69,334	69,334	252,18	5105,51	0,18	1,00
18	2	6,1	8,18	67,140	67,140	246,16	5351,67	0,19	1,00
19	2	5,9	7,98	64,946	64,946	240,14	5591,81	0,19	1,00
20	2	5,7	7,78	62,752	62,752	234,12	5825,93	0,20	1,00
21	2	5,5	7,58	60,558	60,558	228,10	6054,03	0,21	1,00
22	2	5,3	7,38	58,364	58,364	222,08	6276,11	0,21	1,00

Hasil Perhitungan Kebutuhan *Geotextlile* Setiap STA

STA	H_{final}	Panjang Geotextile	Jumlah Layer	Jumlah Geotextile Setiap Layer
	(m)	(m)	(layer)	(buah)
STA 9+550	5,1	19	12	2
STA 9+575	7,1	23	26	2
STA 9+600	7,4	24	28	2
STA 9+625	7,8	26	31	2
STA 9+650	7,9	26	32	2
STA 9+675	8,2	26	33	2
STA 9+700	8,2	26	33	2
STA 9+725	7,9	26	32	2
STA 9+750	8,0	26	32	2
STA 9+775	8,0	26	32	2
STA 9+800	7,8	26	31	2
STA 9+825	6,6	24	21	2
STA 9+850	5,9	27	15	2

Perencanaan *Micropile*

Koordinat Bidang Longsor $SF_{rencana}$ = 1,2 Hasil Analisis XSTABL

H_{final} = 5 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_d	y_d
				m			kNm		
1	1,206	40,09	35,73	15,14	29,11	54,53	11230	54,53	20,59

H_{final} = 6 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_c	y_c
				m			kNm		
1	1,210	41,15	36,45	16,02	29,56	56,53	13850	56,53	20,43

H_{final} = 7 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_c	y_c
				m			kNm		
1	1,202	41,95	37,27	17,03	29,64	58,32	16540	58,32	20,24

H_{final} = 8 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_c	y_c
				m			kNm		
1	1,266	41,69	43,16	21,11	29,98	60,50	24140	60,50	22,05

H_{final} = 9 m

No.	SF	x_o	y_o	R	x_A	x_B	M_{res}	x_c	y_c
				m			kNm		
1	1,243	42,01	42,62	20,81	29,90	60,90	24710	60,90	21,81

Rekapitulasi Kebutuhan *Micropile*

H_{final} = 5 m

Percobaan	Panjang (m)	Jumlah (buah)
1	6,0	12
2	6,0	6
3	6,0	8
4	6,0	8
5	6,0	8

H_{final} = 6 m

Percobaan	Panjang (m)	Jumlah (buah)
1	6,0	12
2	6,0	22
3	6,0	14
4	6,0	26
5	6,0	30

H_{final} = 7 m

Percobaan	Panjang (m)	Jumlah (buah)
1	6,0	16
2	6,0	26
3	6,0	16
4	6,0	22
5	6,0	22

H_{final} = 8 m

Percobaan	Panjang (m)	Jumlah (buah)
1	5,0	26
2	5,0	28
3	6,0	28
4	6,0	20
5	5,0	18

H_{final} = 9 m

Percobaan	Panjang (m)	Jumlah (buah)
1	6,0	32
2	6,0	32
3	6,0	28
4	6,0	26
5	6,0	20

Hasil Perhitungan Kebutuhan *Micropile* untuk Setiap STA

STA	H_{final} (m)	Panjang *Micropile* (m)	Jumlah *Micropile* (buah)
STA 9+550	5,1	6	14
STA 9+575	7,1	6	27
STA 9+600	7,4	6	27
STA 9+625	7,8	6	28
STA 9+650	7,9	6	28
STA 9+675	8,2	6	29
STA 9+700	8,2	6	29
STA 9+725	7,9	6	28
STA 9+750	8,0	6	28
STA 9+775	8,0	6	28
STA 9+800	7,8	6	28
STA 9+825	6,6	6	30
STA 9+850	5,9	6	29

LAMPIRAN 7
PERENCANAAN TIMBUNAN EPS *GEOFOAM*

Pemampatan Akibat Perkerasan

TIMBUNAN 1

H_{timb} = 4,3 m
x = 14,5 m
y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	4,8	3,0	∞	0,248	1,339	0,260	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	5,5	2,6	∞	0,247	1,334	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	6,0	2,4	∞	0,245	1,323	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	6,8	2,1	∞	0,245	1,323	1,484	2,984	0,007
3	-	4	1	7,8	1,9	∞	0,241	1,301	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	8,8	1,6	∞	0,238	1,285	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	9,8	1,5	∞	0,232	1,253	3,479	4,979	0,004
6	-	7	1	10,8	1,3	∞	0,226	1,220	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	11,8	1,2	∞	0,224	1,210	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	12,5	1,2	∞	0,218	1,177	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	13,3	1,1	∞	0,218	1,177	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	14,3	1,0	∞	0,211	1,139	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	15,3	0,9	∞	0,205	1,107	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	16,3	0,9	∞	0,197	1,064	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	17,3	0,8	∞	0,197	1,064	7,689	9,189	0,002
13,5	-	14,5	1	18,3	0,8	∞	0,185	0,999	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	19,3	0,7	∞	0,185	0,999	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	20,3	0,7	∞	0,172	0,929	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	21,3	0,7	∞	0,172	0,929	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	22,3	0,6	∞	0,172	0,929	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	23,3	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	24,0	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	24,8	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	25,8	0,6	∞	0,157	0,848	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	26,8	0,5	∞	0,157	0,848	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,078**

TIMBUNAN 2

H_{timb} = 5,0 m
x = 14,5 m
y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	5,5	2,6	∞	0,247	1,334	0,260	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	6,2	2,3	∞	0,245	1,323	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	6,7	2,1	∞	0,245	1,323	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	7,5	1,9	∞	0,242	1,307	1,484	2,984	0,007
3	-	4	1	8,5	1,7	∞	0,239	1,291	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	9,5	1,5	∞	0,235	1,269	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	10,5	1,4	∞	0,230	1,242	3,479	4,979	0,003
6	-	7	1	11,5	1,3	∞	0,226	1,220	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	12,5	1,2	∞	0,218	1,177	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	13,2	1,1	∞	0,218	1,177	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	14,0	1,0	∞	0,211	1,139	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	15,0	1,0	∞	0,205	1,107	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	16,0	0,9	∞	0,205	1,107	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	17,0	0,9	∞	0,197	1,064	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	18,0	0,8	∞	0,185	0,999	7,689	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	19,0	0,8	∞	0,185	0,999	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	20,0	0,7	∞	0,185	0,999	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	21,0	0,7	∞	0,172	0,929	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	22,0	0,7	∞	0,172	0,929	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	23,0	0,6	∞	0,172	0,929	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	24,0	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	24,7	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	25,5	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	26,5	0,5	∞	0,157	0,848	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	27,5	0,5	∞	0,157	0,848	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,077**

TIMBUNAN 3

H_{timb} = 5,7 m
x = 14,5 m
y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	6,2	2,3	∞	0,245	1,323	0,260	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	6,9	2,1	∞	0,245	1,323	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	7,4	1,9	∞	0,242	1,307	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	8,2	1,8	∞	0,240	1,296	1,484	2,984	0,007
3	-	4	1	9,2	1,6	∞	0,235	1,269	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	10,2	1,4	∞	0,230	1,242	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	11,2	1,3	∞	0,226	1,220	3,479	4,979	0,003
6	-	7	1	12,2	1,2	∞	0,222	1,199	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	13,2	1,1	∞	0,218	1,177	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	13,9	1,0	∞	0,211	1,139	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	14,7	1,0	∞	0,205	1,107	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	15,7	0,9	∞	0,205	1,107	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	16,7	0,9	∞	0,197	1,064	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	17,7	0,8	∞	0,197	1,064	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	18,7	0,8	∞	0,185	0,999	7,689	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	19,7	0,7	∞	0,185	0,999	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	20,7	0,7	∞	0,172	0,929	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	21,7	0,7	∞	0,172	0,929	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	22,7	0,6	∞	0,172	0,929	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	23,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	24,7	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	25,4	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	26,2	0,6	∞	0,157	0,848	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	27,2	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	28,2	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,076**

TIMBUNAN 4

H_{timb} = 6,4 m
x = 14,5 m
y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	6,9	2,1	∞	0,245	1,323	0,260	1,760	0,022
1	-	1,5	0,5	7,6	1,9	∞	0,241	1,301	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	8,1	1,8	∞	0,240	1,296	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	8,9	1,6	∞	0,238	1,285	1,484	2,984	0,007
3	-	4	1	9,9	1,5	∞	0,233	1,258	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	10,9	1,3	∞	0,226	1,220	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	11,9	1,2	∞	0,222	1,199	3,479	4,979	0,003
6	-	7	1	12,9	1,1	∞	0,218	1,177	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	13,9	1,0	∞	0,211	1,139	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	14,6	1,0	∞	0,205	1,107	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	15,4	0,9	∞	0,205	1,107	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	16,4	0,9	∞	0,197	1,064	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	17,4	0,8	∞	0,197	1,064	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	18,4	0,8	∞	0,185	0,999	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	19,4	0,7	∞	0,185	0,999	7,689	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	20,4	0,7	∞	0,172	0,929	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	21,4	0,7	∞	0,172	0,929	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	22,4	0,6	∞	0,172	0,929	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	23,4	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	24,4	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	25,4	0,6	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	26,1	0,6	∞	0,157	0,848	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	26,9	0,5	∞	0,157	0,848	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	27,9	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	28,9	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,076**

TIMBUNAN 6

H_{timb} = 7,8 m

x = 14,5 m

y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	8,3	1,8	∞	0,239	1,291	0,260	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	9,0	1,6	∞	0,238	1,285	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	9,5	1,5	∞	0,235	1,269	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	10,3	1,4	∞	0,230	1,242	1,484	2,984	0,006
3	-	4	1	11,3	1,3	∞	0,226	1,220	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	12,3	1,2	∞	0,222	1,199	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	13,3	1,1	∞	0,218	1,177	3,479	4,979	0,003
6	-	7	1	14,3	1,0	∞	0,211	1,139	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	15,3	0,9	∞	0,205	1,107	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	16,0	0,9	∞	0,205	1,107	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	16,8	0,9	∞	0,197	1,064	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	17,8	0,8	∞	0,197	1,064	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	18,8	0,8	∞	0,185	0,999	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	19,8	0,7	∞	0,185	0,999	7,169	8,669	0,002
12,5	-	13,5	1	20,8	0,7	∞	0,172	0,929	7,689	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	21,8	0,7	∞	0,172	0,929	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	22,8	0,6	∞	0,172	0,929	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	23,8	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	24,8	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	25,8	0,6	∞	0,157	0,848	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	26,8	0,5	∞	0,157	0,848	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	27,5	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	28,3	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	29,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	30,3	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,074**

TIMBUNAN 7

H_{timb} = 8,4 m

x = 14,5 m

y = ∞

Kedalaman			H	Akibat Beban Perkerasan Jalan				Δp	p'o	p'c	Sc
				z	m	n	I				
m			m	m	x/z	y/z	grafik	t/m²	t/m²	t/m²	m
0	-	1	1	8,9	1,6	∞	0,238	1,285	0,260	1,760	0,021
1	-	1,5	0,5	9,7	1,5	∞	0,232	1,253	0,667	2,167	0,007
1,5	-	2	0,5	10,2	1,4	∞	0,230	1,242	0,981	2,481	0,004
2	-	3	1	10,9	1,3	∞	0,226	1,220	1,484	2,984	0,006
3	-	4	1	11,9	1,2	∞	0,222	1,199	2,154	3,654	0,005
4	-	5	1	12,9	1,1	∞	0,218	1,177	2,819	4,319	0,004
5	-	6	1	13,9	1,0	∞	0,211	1,139	3,479	4,979	0,003
6	-	7	1	14,9	1,0	∞	0,205	1,107	4,139	5,639	0,003
7	-	8	1	15,9	0,9	∞	0,205	1,107	4,762	6,262	0,003
8	-	8,5	0,5	16,7	0,9	∞	0,197	1,064	5,202	6,702	0,001
8,5	-	9,5	1	17,4	0,8	∞	0,197	1,064	5,609	7,109	0,002
9,5	-	10,5	1	18,4	0,8	∞	0,185	0,999	6,129	7,629	0,002
10,5	-	11,5	1	19,4	0,7	∞	0,185	0,999	6,649	8,149	0,002
11,5	-	12,5	1	20,4	0,7	∞	0,172	0,929	7,169	8,669	0,001
12,5	-	13,5	1	21,4	0,7	∞	0,172	0,929	7,689	9,189	0,001
13,5	-	14,5	1	22,4	0,6	∞	0,172	0,929	8,209	9,709	0,001
14,5	-	15,5	1	23,4	0,6	∞	0,157	0,848	8,729	10,229	0,001
15,5	-	16,5	1	24,4	0,6	∞	0,157	0,848	9,249	10,749	0,001
16,5	-	17,5	1	25,4	0,6	∞	0,157	0,848	9,769	11,269	0,001
17,5	-	18,5	1	26,4	0,5	∞	0,157	0,848	10,289	11,789	0,001
18,5	-	19,5	1	27,4	0,5	∞	0,139	0,751	10,809	12,309	0,001
19,5	-	20	0,5	28,2	0,5	∞	0,139	0,751	11,220	12,720	0,000
21	-	22	1	28,9	0,5	∞	0,139	0,751	11,671	13,171	0,001
22	-	23	1	29,9	0,5	∞	0,139	0,751	12,273	13,773	0,001
23	-	24	1	30,9	0,5	∞	0,139	0,751	12,875	14,375	0,001
Sc Total											**0,073**

Pemampatan Akibat *Soil Cover* 0,5 m

$H_{timbunan}$ = 4,3 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	4,78	0,260	1,760	0,938	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	5,53	0,667	2,167	0,933	0,069	0,344	1,409	0,005	0,024
1,5	-	2	0,5	6,03	0,981	2,481	0,928	0,058	0,288	1,376	0,004	0,027
2	-	3	1	6,78	1,484	2,984	0,920	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	7,78	2,154	3,654	0,907	0,058	0,288	1,376	0,004	0,036
4	-	5	1	8,78	2,819	4,319	0,893	0,064	0,320	1,438	0,003	0,039
5	-	6	1	9,78	3,479	4,979	0,877	0,064	0,320	1,438	0,003	0,042
6	-	7	1	10,78	4,139	5,639	0,859	0,064	0,320	1,438	0,002	0,044
7	-	8	1	11,78	4,762	6,262	0,840	0,069	0,344	1,409	0,002	0,046
8	-	8,5	0,5	12,53	5,202	6,702	0,826	0,069	0,344	1,409	0,001	0,047
8,5	-	9,5	1	13,28	5,609	7,109	0,811	0,070	0,350	1,540	0,002	0,048
9,5	-	10,5	1	14,28	6,129	7,629	0,791	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
10,5	-	11,5	1	15,28	6,649	8,149	0,771	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
11,5	-	12,5	1	16,28	7,169	8,669	0,750	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
12,5	-	13,5	1	17,28	7,689	9,189	0,731	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
13,5	-	14,5	1	18,28	8,209	9,709	0,711	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
14,5	-	15,5	1	19,28	8,729	10,229	0,692	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
15,5	-	16,5	1	20,28	9,249	10,749	0,673	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
16,5	-	17,5	1	21,28	9,769	11,269	0,655	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
17,5	-	18,5	1	22,28	10,289	11,789	0,637	0,070	0,350	1,540	0,001	0,058
18,5	-	19,5	1	23,28	10,809	12,309	0,620	0,070	0,350	1,540	0,001	0,058
19,5	-	20	0,5	24,03	11,220	12,720	0,608	0,062	0,308	1,411	0,000	0,059
21	-	22	1	24,78	11,671	13,171	0,596	0,062	0,308	1,411	0,001	0,059
22	-	23	1	25,78	12,273	13,773	0,580	0,062	0,308	1,411	0,001	0,060
23	-	24	1	26,78	12,875	14,375	0,565	0,062	0,308	1,411	0,000	0,060

$H_{timbunan}$ = 5,0 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	5,47	0,260	1,760	0,933	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	6,22	0,667	2,167	0,926	0,069	0,344	1,409	0,005	0,024
1,5	-	2	0,5	6,72	0,981	2,481	0,921	0,058	0,288	1,376	0,003	0,027
2	-	3	1	7,47	1,484	2,984	0,911	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	8,47	2,154	3,654	0,898	0,058	0,288	1,376	0,004	0,036
4	-	5	1	9,47	2,819	4,319	0,882	0,064	0,320	1,438	0,003	0,039
5	-	6	1	10,47	3,479	4,979	0,865	0,064	0,320	1,438	0,003	0,041
6	-	7	1	11,47	4,139	5,639	0,846	0,064	0,320	1,438	0,002	0,044
7	-	8	1	12,47	4,762	6,262	0,827	0,069	0,344	1,409	0,002	0,046
8	-	8,5	0,5	13,22	5,202	6,702	0,812	0,069	0,344	1,409	0,001	0,046
8,5	-	9,5	1	13,97	5,609	7,109	0,797	0,070	0,350	1,540	0,002	0,048
9,5	-	10,5	1	14,97	6,129	7,629	0,777	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
10,5	-	11,5	1	15,97	6,649	8,149	0,757	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
11,5	-	12,5	1	16,97	7,169	8,669	0,737	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
12,5	-	13,5	1	17,97	7,689	9,189	0,717	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
13,5	-	14,5	1	18,97	8,209	9,709	0,698	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
14,5	-	15,5	1	19,97	8,729	10,229	0,679	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
15,5	-	16,5	1	20,97	9,249	10,749	0,660	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
16,5	-	17,5	1	21,97	9,769	11,269	0,643	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
17,5	-	18,5	1	22,97	10,289	11,789	0,625	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
18,5	-	19,5	1	23,97	10,809	12,309	0,609	0,070	0,350	1,540	0,001	0,058
19,5	-	20	0,5	24,72	11,220	12,720	0,597	0,062	0,308	1,411	0,000	0,058
21	-	22	1	25,47	11,671	13,171	0,585	0,062	0,308	1,411	0,001	0,059
22	-	23	1	26,47	12,273	13,773	0,570	0,062	0,308	1,411	0,001	0,059
23	-	24	1	27,47	12,875	14,375	0,555	0,062	0,308	1,411	0,000	0,060

$H_{timbunan}$ = 5,7 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	6,17	0,260	1,760	0,927	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	6,92	0,667	2,167	0,918	0,069	0,344	1,409	0,005	0,024
1,5	-	2	0,5	7,42	0,981	2,481	0,912	0,058	0,288	1,376	0,003	0,027
2	-	3	1	8,17	1,484	2,984	0,902	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	9,17	2,154	3,654	0,887	0,058	0,288	1,376	0,004	0,036
4	-	5	1	10,17	2,819	4,319	0,870	0,064	0,320	1,438	0,003	0,039
5	-	6	1	11,17	3,479	4,979	0,852	0,064	0,320	1,438	0,002	0,041
6	-	7	1	12,17	4,139	5,639	0,833	0,064	0,320	1,438	0,002	0,043
7	-	8	1	13,17	4,762	6,262	0,813	0,069	0,344	1,409	0,002	0,045
8	-	8,5	0,5	13,92	5,202	6,702	0,798	0,069	0,344	1,409	0,001	0,046
8,5	-	9,5	1	14,67	5,609	7,109	0,783	0,070	0,350	1,540	0,002	0,048
9,5	-	10,5	1	15,67	6,129	7,629	0,763	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
10,5	-	11,5	1	16,67	6,649	8,149	0,743	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
11,5	-	12,5	1	17,67	7,169	8,669	0,723	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
12,5	-	13,5	1	18,67	7,689	9,189	0,703	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
13,5	-	14,5	1	19,67	8,209	9,709	0,684	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
14,5	-	15,5	1	20,67	8,729	10,229	0,666	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
15,5	-	16,5	1	21,67	9,249	10,749	0,648	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
16,5	-	17,5	1	22,67	9,769	11,269	0,631	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
17,5	-	18,5	1	23,67	10,289	11,789	0,614	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
18,5	-	19,5	1	24,67	10,809	12,309	0,598	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
19,5	-	20	0,5	25,42	11,220	12,720	0,586	0,062	0,308	1,411	0,000	0,058
21	-	22	1	26,17	11,671	13,171	0,574	0,062	0,308	1,411	0,001	0,058
22	-	23	1	27,17	12,273	13,773	0,560	0,062	0,308	1,411	0,000	0,059
23	-	24	1	28,17	12,875	14,375	0,545	0,062	0,308	1,411	0,000	0,059

$H_{timbunan}$ = 6,4 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	6,86	0,260	1,760	0,919	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	7,61	0,667	2,167	0,910	0,069	0,344	1,409	0,005	0,023
1,5	-	2	0,5	8,11	0,981	2,481	0,903	0,058	0,288	1,376	0,003	0,027
2	-	3	1	8,86	1,484	2,984	0,892	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	9,86	2,154	3,654	0,875	0,058	0,288	1,376	0,004	0,035
4	-	5	1	10,86	2,819	4,319	0,858	0,064	0,320	1,438	0,003	0,038
5	-	6	1	11,86	3,479	4,979	0,839	0,064	0,320	1,438	0,002	0,041
6	-	7	1	12,86	4,139	5,639	0,819	0,064	0,320	1,438	0,002	0,043
7	-	8	1	13,86	4,762	6,262	0,799	0,069	0,344	1,409	0,002	0,045
8	-	8,5	0,5	14,61	5,202	6,702	0,784	0,069	0,344	1,409	0,001	0,046
8,5	-	9,5	1	15,36	5,609	7,109	0,769	0,070	0,350	1,540	0,002	0,047
9,5	-	10,5	1	16,36	6,129	7,629	0,749	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
10,5	-	11,5	1	17,36	6,649	8,149	0,729	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
11,5	-	12,5	1	18,36	7,169	8,669	0,709	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
12,5	-	13,5	1	19,36	7,689	9,189	0,690	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
13,5	-	14,5	1	20,36	8,209	9,709	0,671	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
14,5	-	15,5	1	21,36	8,729	10,229	0,653	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
15,5	-	16,5	1	22,36	9,249	10,749	0,636	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
16,5	-	17,5	1	23,36	9,769	11,269	0,619	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
17,5	-	18,5	1	24,36	10,289	11,789	0,602	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
18,5	-	19,5	1	25,36	10,809	12,309	0,587	0,070	0,350	1,540	0,001	0,057
19,5	-	20	0,5	26,11	11,220	12,720	0,575	0,062	0,308	1,411	0,000	0,057
21	-	22	1	26,86	11,671	13,171	0,564	0,062	0,308	1,411	0,001	0,058
22	-	23	1	27,86	12,273	13,773	0,550	0,062	0,308	1,411	0,000	0,058
23	-	24	1	28,86	12,875	14,375	0,536	0,062	0,308	1,411	0,000	0,058

$H_{timbunan}$ = 7,1 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	7,56	0,260	1,760	0,910	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	8,31	0,667	2,167	0,900	0,069	0,344	1,409	0,005	0,023
1,5	-	2	0,5	8,81	0,981	2,481	0,892	0,058	0,288	1,376	0,003	0,027
2	-	3	1	9,56	1,484	2,984	0,880	0,058	0,288	1,376	0,005	0,032
3	-	4	1	10,56	2,154	3,654	0,863	0,058	0,288	1,376	0,004	0,035
4	-	5	1	11,56	2,819	4,319	0,845	0,064	0,320	1,438	0,003	0,038
5	-	6	1	12,56	3,479	4,979	0,825	0,064	0,320	1,438	0,002	0,041
6	-	7	1	13,56	4,139	5,639	0,805	0,064	0,320	1,438	0,002	0,043
7	-	8	1	14,56	4,762	6,262	0,785	0,069	0,344	1,409	0,002	0,044
8	-	8,5	0,5	15,31	5,202	6,702	0,770	0,069	0,344	1,409	0,001	0,045
8,5	-	9,5	1	16,06	5,609	7,109	0,755	0,070	0,350	1,540	0,002	0,047
9,5	-	10,5	1	17,06	6,129	7,629	0,735	0,070	0,350	1,540	0,001	0,048
10,5	-	11,5	1	18,06	6,649	8,149	0,715	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
11,5	-	12,5	1	19,06	7,169	8,669	0,696	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
12,5	-	13,5	1	20,06	7,689	9,189	0,677	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
13,5	-	14,5	1	21,06	8,209	9,709	0,659	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
14,5	-	15,5	1	22,06	8,729	10,229	0,641	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
15,5	-	16,5	1	23,06	9,249	10,749	0,624	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
16,5	-	17,5	1	24,06	9,769	11,269	0,607	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
17,5	-	18,5	1	25,06	10,289	11,789	0,591	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
18,5	-	19,5	1	26,06	10,809	12,309	0,576	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
19,5	-	20	0,5	26,81	11,220	12,720	0,565	0,062	0,308	1,411	0,000	0,056
21	-	22	1	27,56	11,671	13,171	0,554	0,062	0,308	1,411	0,001	0,057
22	-	23	1	28,56	12,273	13,773	0,540	0,062	0,308	1,411	0,000	0,057
23	-	24	1	29,56	12,875	14,375	0,527	0,062	0,308	1,411	0,000	0,058

$H_{timbunan}$ = 7,8 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	8,25	0,260	1,760	0,901	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	9,00	0,667	2,167	0,889	0,069	0,344	1,409	0,005	0,023
1,5	-	2	0,5	9,50	0,981	2,481	0,881	0,058	0,288	1,376	0,003	0,027
2	-	3	1	10,25	1,484	2,984	0,868	0,058	0,288	1,376	0,005	0,031
3	-	4	1	11,25	2,154	3,654	0,850	0,058	0,288	1,376	0,004	0,035
4	-	5	1	12,25	2,819	4,319	0,831	0,064	0,320	1,438	0,003	0,038
5	-	6	1	13,25	3,479	4,979	0,812	0,064	0,320	1,438	0,002	0,040
6	-	7	1	14,25	4,139	5,639	0,791	0,064	0,320	1,438	0,002	0,042
7	-	8	1	15,25	4,762	6,262	0,771	0,069	0,344	1,409	0,002	0,044
8	-	8,5	0,5	16,00	5,202	6,702	0,756	0,069	0,344	1,409	0,001	0,045
8,5	-	9,5	1	16,75	5,609	7,109	0,741	0,070	0,350	1,540	0,001	0,046
9,5	-	10,5	1	17,75	6,129	7,629	0,721	0,070	0,350	1,540	0,001	0,048
10,5	-	11,5	1	18,75	6,649	8,149	0,702	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
11,5	-	12,5	1	19,75	7,169	8,669	0,683	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
12,5	-	13,5	1	20,75	7,689	9,189	0,664	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
13,5	-	14,5	1	21,75	8,209	9,709	0,646	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
14,5	-	15,5	1	22,75	8,729	10,229	0,629	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
15,5	-	16,5	1	23,75	9,249	10,749	0,612	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
16,5	-	17,5	1	24,75	9,769	11,269	0,596	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
17,5	-	18,5	1	25,75	10,289	11,789	0,581	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
18,5	-	19,5	1	26,75	10,809	12,309	0,566	0,070	0,350	1,540	0,001	0,056
19,5	-	20	0,5	27,50	11,220	12,720	0,555	0,062	0,308	1,411	0,000	0,056
21	-	22	1	28,25	11,671	13,171	0,544	0,062	0,308	1,411	0,001	0,056
22	-	23	1	29,25	12,273	13,773	0,531	0,062	0,308	1,411	0,000	0,057
23	-	24	1	30,25	12,875	14,375	0,518	0,062	0,308	1,411	0,000	0,057

$H_{timbunan}$ = 8,4 m

Kedalaman			H	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	Sc	Sc Kum.
m			m	m	t/m^2	t/m^2	t/m^2				m	m
0	-	1	1	8,94	0,260	1,760	0,890	0,070	0,350	1,540	0,018	0,018
1	-	1,5	0,5	9,69	0,667	2,167	0,878	0,069	0,344	1,409	0,005	0,023
1,5	-	2	0,5	10,19	0,981	2,481	0,869	0,058	0,288	1,376	0,003	0,026
2	-	3	1	10,94	1,484	2,984	0,856	0,058	0,288	1,376	0,005	0,031
3	-	4	1	11,94	2,154	3,654	0,837	0,058	0,288	1,376	0,003	0,035
4	-	5	1	12,94	2,819	4,319	0,818	0,064	0,320	1,438	0,003	0,038
5	-	6	1	13,94	3,479	4,979	0,798	0,064	0,320	1,438	0,002	0,040
6	-	7	1	14,94	4,139	5,639	0,777	0,064	0,320	1,438	0,002	0,042
7	-	8	1	15,94	4,762	6,262	0,757	0,069	0,344	1,409	0,002	0,044
8	-	8,5	0,5	16,69	5,202	6,702	0,742	0,069	0,344	1,409	0,001	0,044
8,5	-	9,5	1	17,44	5,609	7,109	0,727	0,070	0,350	1,540	0,001	0,046
9,5	-	10,5	1	18,44	6,129	7,629	0,708	0,070	0,350	1,540	0,001	0,047
10,5	-	11,5	1	19,44	6,649	8,149	0,689	0,070	0,350	1,540	0,001	0,048
11,5	-	12,5	1	20,44	7,169	8,669	0,670	0,070	0,350	1,540	0,001	0,049
12,5	-	13,5	1	21,44	7,689	9,189	0,652	0,070	0,350	1,540	0,001	0,050
13,5	-	14,5	1	22,44	8,209	9,709	0,634	0,070	0,350	1,540	0,001	0,051
14,5	-	15,5	1	23,44	8,729	10,229	0,617	0,070	0,350	1,540	0,001	0,052
15,5	-	16,5	1	24,44	9,249	10,749	0,601	0,070	0,350	1,540	0,001	0,053
16,5	-	17,5	1	25,44	9,769	11,269	0,585	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
17,5	-	18,5	1	26,44	10,289	11,789	0,570	0,070	0,350	1,540	0,001	0,054
18,5	-	19,5	1	27,44	10,809	12,309	0,556	0,070	0,350	1,540	0,001	0,055
19,5	-	20	0,5	28,19	11,220	12,720	0,545	0,062	0,308	1,411	0,000	0,055
21	-	22	1	28,94	11,671	13,171	0,535	0,062	0,308	1,411	0,000	0,056
22	-	23	1	29,94	12,273	13,773	0,522	0,062	0,308	1,411	0,000	0,056
23	-	24	1	30,94	12,875	14,375	0,509	0,062	0,308	1,411	0,000	0,057

Pemampatan Akibat Timbunan EPS *Geofoam*

TIMBUNAN 1

H_{EPS}	2,8	m	H_{tanah}	1,5	m
B1	14,45	m	H_{timb}	4,3	m
B2	5,6	m			
q_{EPS}	0,04	t/m^2			

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	2,171	82,120	0,020	0,040	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,002	0,002
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	2,948	79,225	0,020	0,040	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,002
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	3,448	77,324	0,020	0,040	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,002
2	-	3	1	0,5	4	4,166	74,527	0,020	0,040	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
3	-	4	1	0,5	5	5,054	70,913	0,020	0,040	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
4	-	5	1	0,5	6	5,855	67,451	0,020	0,039	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,003
5	-	6	1	0,5	7	6,562	64,153	0,020	0,039	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,003
6	-	7	1	0,5	8	7,174	61,030	0,019	0,039	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,003
7	-	8	1	0,5	9	7,694	58,084	0,019	0,038	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,003
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	8,026	55,991	0,019	0,038	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,003
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	8,311	53,996	0,019	0,037	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,003
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	8,622	51,486	0,018	0,037	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,003
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	8,863	49,138	0,018	0,036	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	9,041	46,947	0,018	0,035	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	9,164	44,901	0,017	0,035	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	9,240	42,992	0,017	0,034	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	9,275	41,210	0,017	0,033	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	9,275	39,547	0,016	0,032	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	9,246	37,993	0,016	0,032	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	9,194	36,539	0,015	0,031	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	9,121	35,179	0,015	0,030	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	9,057	34,216	0,015	0,030	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,004
21	-	22	1	0,5	22	8,984	33,298	0,015	0,029	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,004
22	-	23	1	0,5	23	8,877	32,140	0,014	0,028	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,004
23	-	24	1	0,5	24	8,762	31,051	0,014	0,028	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,004

TIMBUNAN 2

H_{timb}	3,5	m	H_{tanah}	1,5	m
B1	14,45	m	H_{timb}	5,0	m
B2	6,9444	m			
q_o	0,05	t/m^2			

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	2,540	82,120	0,025	0,050	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,002	0,002
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	3,451	79,225	0,025	0,050	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,003
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	4,038	77,324	0,025	0,050	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
2	-	3	1	0,5	4	4,883	74,527	0,025	0,050	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
3	-	4	1	0,5	5	5,932	70,913	0,025	0,050	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
4	-	5	1	0,5	6	6,883	67,451	0,025	0,049	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,004
5	-	6	1	0,5	7	7,729	64,153	0,024	0,049	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,004
6	-	7	1	0,5	8	8,468	61,030	0,024	0,048	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,004
7	-	8	1	0,5	9	9,101	58,084	0,024	0,048	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,004
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	9,509	55,991	0,024	0,047	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,004
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	9,863	53,996	0,023	0,047	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	10,255	51,486	0,023	0,046	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	10,565	49,138	0,023	0,045	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	10,801	46,947	0,022	0,045	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	10,972	44,901	0,022	0,044	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,004
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	11,085	42,992	0,021	0,043	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	11,149	41,210	0,021	0,042	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	11,171	39,547	0,021	0,041	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	11,157	37,993	0,020	0,040	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	11,113	36,539	0,020	0,039	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	11,044	35,179	0,019	0,038	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	10,978	34,216	0,019	0,038	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,005
21	-	22	1	0,5	22	10,903	33,298	0,019	0,037	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,005
22	-	23	1	0,5	23	10,789	32,140	0,018	0,036	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,005
23	-	24	1	0,5	24	10,663	31,051	0,018	0,036	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,005

TIMBUNAN 3

H_{timb} 4,2 m H_{tanah} 1,5 m

B1 14,45 m H_{timb} 5,7 m

B2 8,3333 m

q_o 0,06 t/m^2

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	2,863	82,120	0,030	0,060	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,002	0,002
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	3,893	79,225	0,030	0,060	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,001	0,003
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	4,557	77,324	0,030	0,060	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,003
2	-	3	1	0,5	4	5,515	74,527	0,030	0,060	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,004
3	-	4	1	0,5	5	6,709	70,913	0,030	0,060	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,004
4	-	5	1	0,5	6	7,796	67,451	0,030	0,059	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,004
5	-	6	1	0,5	7	8,768	64,153	0,029	0,059	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,004
6	-	7	1	0,5	8	9,622	61,030	0,029	0,058	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,005
7	-	8	1	0,5	9	10,361	58,084	0,029	0,058	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,005
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	10,841	55,991	0,029	0,057	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,005
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	11,261	53,996	0,028	0,057	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	11,732	51,486	0,028	0,056	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	12,110	49,138	0,027	0,055	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	12,405	46,947	0,027	0,054	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	12,625	44,901	0,026	0,053	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	12,780	42,992	0,026	0,052	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	12,877	41,210	0,025	0,051	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,005
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	12,925	39,547	0,025	0,050	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	12,931	37,993	0,024	0,049	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	12,901	36,539	0,024	0,048	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	12,841	35,179	0,023	0,047	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	12,779	34,216	0,023	0,046	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,006
21	-	22	1	0,5	22	12,704	33,298	0,023	0,045	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,006
22	-	23	1	0,5	23	12,589	32,140	0,022	0,044	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,006
23	-	24	1	0,5	24	12,459	31,051	0,022	0,043	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,006

TIMBUNAN 4

H_{timb} 4,9 m H_{tanah} 1,5 m

B1 14,45 m H_{timb} 6,4 m

B2 9,7222 m

q_o 0,07 t/m^2

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	3,150	82,120	0,035	0,070	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,003	0,003
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	4,285	79,225	0,035	0,070	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,001	0,003
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	5,018	77,324	0,035	0,070	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,004
2	-	3	1	0,5	4	6,077	74,527	0,035	0,070	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,004
3	-	4	1	0,5	5	7,400	70,913	0,035	0,069	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,005
4	-	5	1	0,5	6	8,609	67,451	0,035	0,069	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,005
5	-	6	1	0,5	7	9,696	64,153	0,034	0,069	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,005
6	-	7	1	0,5	8	10,658	61,030	0,034	0,068	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,005
7	-	8	1	0,5	9	11,494	58,084	0,034	0,067	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,006
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	12,042	55,991	0,033	0,067	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,006
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	12,524	53,996	0,033	0,066	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	13,072	51,486	0,033	0,065	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	13,517	49,138	0,032	0,064	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	13,870	46,947	0,032	0,063	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	14,141	44,901	0,031	0,062	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	14,339	42,992	0,031	0,061	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	14,472	41,210	0,030	0,060	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	14,550	39,547	0,029	0,059	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	14,579	37,993	0,029	0,058	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	14,567	36,539	0,028	0,057	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	14,520	35,179	0,028	0,055	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	14,465	34,216	0,027	0,055	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,007
21	-	22	1	0,5	22	14,396	33,298	0,027	0,054	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,007
22	-	23	1	0,5	23	14,284	32,140	0,026	0,053	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,007
23	-	24	1	0,5	24	14,153	31,051	0,026	0,052	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,007

TIMBUNAN 5

H_{timb}	5,6	m	H_{tanah}	1,5	m
B1	14,45	m	H_{timb}	7,1	m
B2	11,111	m			
q_o	0,08	t/m^2			

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	3,406	82,120	0,040	0,080	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,003	0,003
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	4,635	79,225	0,040	0,080	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,001	0,004
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	5,430	77,324	0,040	0,080	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,004
2	-	3	1	0,5	4	6,579	74,527	0,040	0,080	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,001	0,005
3	-	4	1	0,5	5	8,019	70,913	0,040	0,079	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,005
4	-	5	1	0,5	6	9,339	67,451	0,040	0,079	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,006
5	-	6	1	0,5	7	10,532	64,153	0,039	0,079	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,006
6	-	7	1	0,5	8	11,592	61,030	0,039	0,078	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,006
7	-	8	1	0,5	9	12,519	58,084	0,039	0,077	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,006
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	13,130	55,991	0,038	0,077	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,006
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	13,672	53,996	0,038	0,076	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,006
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	14,291	51,486	0,037	0,075	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	14,802	49,138	0,037	0,074	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	15,213	46,947	0,036	0,073	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	15,534	44,901	0,036	0,072	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	15,776	42,992	0,035	0,070	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	15,947	41,210	0,035	0,069	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	16,056	39,547	0,034	0,068	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	16,112	37,993	0,033	0,067	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	16,121	36,539	0,033	0,065	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	16,091	35,179	0,032	0,064	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	16,046	34,216	0,032	0,063	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008
21	-	22	1	0,5	22	15,984	33,298	0,031	0,062	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008
22	-	23	1	0,5	23	15,879	32,140	0,031	0,061	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008
23	-	24	1	0,5	24	15,753	31,051	0,030	0,060	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008

TIMBUNAN 6

H_{timb}	6,3	m	H_{tanah}	1,5	m
B1	14,45	m	H_{timb}	7,8	m
B2	12,5	m			
q_o	0,09	t/m^2			

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	°	°	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	3,636	82,120	0,045	0,090	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,004	0,004
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	4,949	79,225	0,045	0,090	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,001	0,004
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	5,799	77,324	0,045	0,090	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,005
2	-	3	1	0,5	4	7,031	74,527	0,045	0,090	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,001	0,005
3	-	4	1	0,5	5	8,576	70,913	0,045	0,089	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,006
4	-	5	1	0,5	6	9,998	67,451	0,045	0,089	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,006
5	-	6	1	0,5	7	11,287	64,153	0,044	0,088	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,006
6	-	7	1	0,5	8	12,437	61,030	0,044	0,088	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,007
7	-	8	1	0,5	9	13,449	58,084	0,044	0,087	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,007
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	14,120	55,991	0,043	0,086	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,007
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	14,717	53,996	0,043	0,086	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	15,406	51,486	0,042	0,085	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,007
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	15,979	49,138	0,042	0,084	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	16,446	46,947	0,041	0,082	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	16,817	44,901	0,041	0,081	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	17,103	42,992	0,040	0,080	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	17,313	41,210	0,039	0,079	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	17,455	39,547	0,039	0,077	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	17,539	37,993	0,038	0,076	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	17,573	36,539	0,037	0,074	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	17,562	35,179	0,037	0,073	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	17,529	34,216	0,036	0,072	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008
21	-	22	1	0,5	22	17,477	33,298	0,035	0,071	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,008
22	-	23	1	0,5	23	17,382	32,140	0,035	0,070	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,009
23	-	24	1	0,5	24	17,262	31,051	0,034	0,068	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,009

TIMBUNAN 7

H_{timb} 6,9 m H_{tanah} 1,5 m

B1 14,45 m H_{timb} 8,4 m

B2 13,889 m

q_o 0,1 t/m^2

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	α_1	α_2	Δp	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	o	o	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	2	3,843	82,120	0,050	0,100	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,004	0,004
1	-	1,5	0,5	0,25	2,75	5,233	79,225	0,050	0,100	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,001	0,005
1,5	-	2	0,5	0,25	3,25	6,133	77,324	0,050	0,100	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,001	0,005
2	-	3	1	0,5	4	7,439	74,527	0,050	0,100	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,001	0,006
3	-	4	1	0,5	5	9,081	70,913	0,050	0,099	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,000	0,006
4	-	5	1	0,5	6	10,595	67,451	0,049	0,099	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,007
5	-	6	1	0,5	7	11,972	64,153	0,049	0,098	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,007
6	-	7	1	0,5	8	13,206	61,030	0,049	0,098	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,000	0,007
7	-	8	1	0,5	9	14,297	58,084	0,048	0,097	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,008
8	-	8,5	0,5	0,25	9,75	15,023	55,991	0,048	0,096	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,000	0,008
8,5	-	9,5	1	0,5	10,5	15,673	53,996	0,048	0,096	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
9,5	-	10,5	1	0,5	11,5	16,427	51,486	0,047	0,094	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
10,5	-	11,5	1	0,5	12,5	17,060	49,138	0,047	0,093	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
11,5	-	12,5	1	0,5	13,5	17,581	46,947	0,046	0,092	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,008
12,5	-	13,5	1	0,5	14,5	18,002	44,901	0,045	0,091	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
13,5	-	14,5	1	0,5	15,5	18,331	42,992	0,045	0,089	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
14,5	-	15,5	1	0,5	16,5	18,580	41,210	0,044	0,088	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
15,5	-	16,5	1	0,5	17,5	18,757	39,547	0,043	0,086	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
16,5	-	17,5	1	0,5	18,5	18,870	37,993	0,042	0,085	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
17,5	-	18,5	1	0,5	19,5	18,929	36,539	0,042	0,084	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
18,5	-	19,5	1	0,5	20,5	18,939	35,179	0,041	0,082	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,000	0,009
19,5	-	20	0,5	0,25	21,25	18,920	34,216	0,040	0,081	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,009
21	-	22	1	0,5	22	18,880	33,298	0,040	0,080	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,009
22	-	23	1	0,5	23	18,797	32,140	0,039	0,078	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,009
23	-	24	1	0,5	24	18,688	31,051	0,038	0,077	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,000	0,010

Pemampatan Akibat Beban Timbunan Tanah

TIMBUNAN 1

H_{tanah} 1,5 m q_{EPS} 0,04 t/m^2

B1 20,01 m H_{EPS} 2,78 m

B2 3 m H_{timb} 4,28 m

q_{tanah} 2,85 t/m^2 1/2Lb 23,01 m

Kedalaman m			H m	Titik Pusat	z m	p'_o t/m^2	p'_c t/m^2	$2\Delta p$ t/m^2	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc m	Sc Kum. m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,848	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,845	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,839	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,831	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,820	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,805	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,213
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,792	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,220
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,776	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,233
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,753	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,245
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,727	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,255
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,698	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,265
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,666	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,275
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,631	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,283
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,595	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,291
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,557	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,299
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,518	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,306
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,477	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,006	0,312
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,436	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,006	0,318
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,405	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,321
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,373	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,325
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,331	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,330
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,289	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,004	0,334

TIMBUNAN 2

H_{timb} 1,5 m q_{EPS} 0,05 t/m^2

B1 21,39 m H_{EPS} 3,47 m

B2 3 m H_{timb} 4,97 m

q_o 2,85 t/m^2 1/2Lb 24,39 m

Kedalaman m			H m	Titik Pusat	z m	p'_o t/m^2	p'_c t/m^2	$2\Delta p$ t/m^2	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc m	Sc Kum. m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,848	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,846	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,841	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,834	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,825	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,812	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,213
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,801	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,220
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,788	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,233
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,768	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,245
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,745	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,256
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,719	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,266
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,691	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,276
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,661	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,284
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,628	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,292
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,594	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,300
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,558	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,307
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,521	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,314
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,484	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,006	0,320
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,455	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,323
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,425	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,328
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,386	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,332
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,347	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,004	0,337

TIMBUNAN 3

H_{timb} 1,5 m q_{EPS} 0,06 t/m^2

B1 22,78 m H_{EPS} 4,17 m

B2 3 m H_{timb} 5,67 m

q_o 2,85 t/m^2 1/2Lb 25,78 m

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	t/m^2	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,850	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,846	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,843	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,837	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,829	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,818	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,213
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,808	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,221
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,797	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,233
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,780	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,245
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,760	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,256
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,737	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,267
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,712	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,276
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,685	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,285
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,656	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,293
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,626	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,301
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,593	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,308
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,560	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,315
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,525	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,006	0,321
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,498	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,324
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,471	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,330
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,435	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,334
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,398	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,339

TIMBUNAN 4

H_{timb} 1,5 m q_{EPS} 0,07 t/m^2

B1 24,17 m H_{EPS} 4,86 m

B2 3 m H_{timb} 6,36 m

q_o 2,85 t/m^2 1/2Lb 27,17 m

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	t/m^2	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,850	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,847	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,844	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,839	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,832	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,823	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,214
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,814	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,221
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,804	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,234
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,789	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,246
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,772	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,257
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,752	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,267
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,730	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,277
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,706	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,286
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,680	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,294
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,652	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,302
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,623	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,309
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,593	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,316
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,561	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,323
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,536	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,326
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,511	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,331
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,477	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,336
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,443	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,341

TIMBUNAN 5

H_{timb} 1,5 m q_{EPS} 0,08 t/m^2

B1 25,56 m H_{EPS} 5,56 m

B2 3 m H_{timb} 7,06 m

q_o 2,85 t/m^2 1/2Lb 28,56 m

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	t/m^2	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,850	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,847	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,845	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,840	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,834	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,826	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,214
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,819	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,221
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,811	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,234
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,797	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,246
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,782	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,257
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,765	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,267
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,745	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,277
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,724	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,286
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,700	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,295
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,675	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,303
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,649	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,310
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,621	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,317
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,592	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,324
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,569	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,327
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,546	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,006	0,332
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,515	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,338
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,483	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,343

TIMBUNAN 6

H_{timb} 1,5 m q_{EPS} 0,09 t/m^2

B1 26,95 m H_{EPS} 6,25 m

B2 3 m H_{timb} 7,75 m

q_o 2,85 t/m^2 1/2Lb 29,95 m

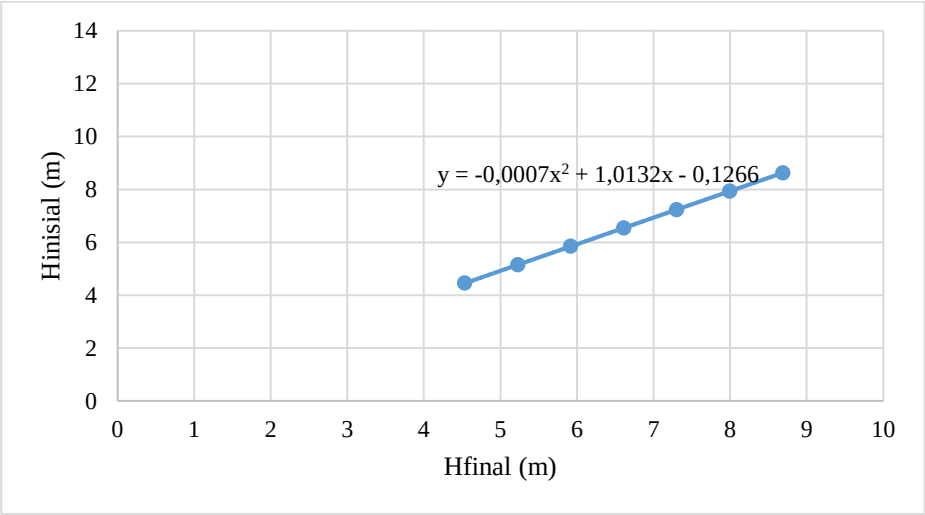
Kedalaman			H	Titik Pusat	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	t/m^2	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,850	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,848	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,845	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,842	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,836	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,829	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,214
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,823	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,221
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,816	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,234
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,804	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,246
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,791	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,257
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,775	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,268
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,758	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,277
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,739	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,287
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,718	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,295
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,695	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,303
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,671	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,311
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,646	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,318
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,619	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,325
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,598	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,328
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,577	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,006	0,334
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,548	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,339
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,518	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,344

TIMBUNAN 7

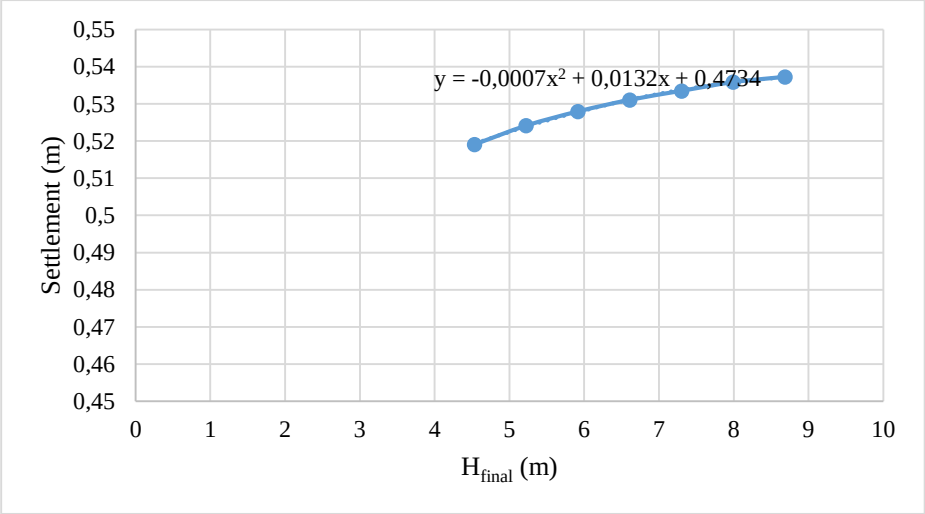
H_{timb}	1,5	m	q_{EPS}	0,1	t/m^2
B1	28,34	m	H_{EPS}	6,94	m
B2	3	m	H_{timb}	8,44	m
q_o	2,85	t/m^2	1/2Lb	31,34	m

Kedalaman			H	Titik Pusat	z	p'_o	p'_c	$2\Delta p$	C_s	C_c	e_o	NC/OC Soil	Sc	Sc Kum.
m			m		m	t/m^2	t/m^2	t/m^2					m	m
0	-	1	1	0,5	0,5	0,260	1,760	2,850	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,057	0,057
1	-	1,5	0,5	0,25	1,25	0,667	2,167	2,850	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,022	0,079
1,5	-	2	0,5	0,25	1,75	0,981	2,481	2,850	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,016	0,096
2	-	3	1	0,5	2,5	1,484	2,984	2,849	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,027	0,123
3	-	4	1	0,5	3,5	2,154	3,654	2,848	0,058	0,288	1,376	OC-Soil	0,022	0,145
4	-	5	1	0,5	4,5	2,819	4,319	2,846	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,020	0,165
5	-	6	1	0,5	5,5	3,479	4,979	2,843	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,018	0,183
6	-	7	1	0,5	6,5	4,139	5,639	2,838	0,064	0,320	1,438	OC-Soil	0,016	0,198
7	-	8	1	0,5	7,5	4,762	6,262	2,832	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,015	0,214
8	-	8,5	0,5	0,25	8,25	5,202	6,702	2,826	0,069	0,344	1,409	OC-Soil	0,007	0,221
8,5	-	9,5	1	0,5	9	5,609	7,109	2,820	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,013	0,234
9,5	-	10,5	1	0,5	10	6,129	7,629	2,810	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,012	0,246
10,5	-	11,5	1	0,5	11	6,649	8,149	2,798	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,257
11,5	-	12,5	1	0,5	12	7,169	8,669	2,784	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,011	0,268
12,5	-	13,5	1	0,5	13	7,689	9,189	2,769	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,010	0,278
13,5	-	14,5	1	0,5	14	8,209	9,709	2,751	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,287
14,5	-	15,5	1	0,5	15	8,729	10,229	2,733	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,009	0,296
15,5	-	16,5	1	0,5	16	9,249	10,749	2,712	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,304
16,5	-	17,5	1	0,5	17	9,769	11,269	2,690	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,008	0,312
17,5	-	18,5	1	0,5	18	10,289	11,789	2,667	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,319
18,5	-	19,5	1	0,5	19	10,809	12,309	2,643	0,070	0,350	1,540	OC-Soil	0,007	0,326
19,5	-	20	0,5	0,25	19,75	11,220	12,720	2,624	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,003	0,329
21	-	22	1	0,5	20,5	11,671	13,171	2,604	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,006	0,335
22	-	23	1	0,5	21,5	12,273	13,773	2,577	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,340
23	-	24	1	0,5	22,5	12,875	14,375	2,549	0,062	0,308	1,411	OC-Soil	0,005	0,345

Kurva Hubungan H_{finial} dan $H_{inisial}$



Kurva Hubungan H_{final} dan *Settlement*



Hasil Perhitungan $H_{inisial}$ dan *Settlement* Tiap STA

STA	Tanah Lunak	H_{final}	$H_{inisial}$	Sc
	m	m	m	m
STA 9+550	24	5,1	5,0	0,527
STA 9+575	24	7,1	7,0	0,535
STA 9+600	24	7,4	7,3	0,536
STA 9+625	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+650	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+675	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+700	24	8,2	8,1	0,539
STA 9+725	24	7,9	7,8	0,538
STA 9+750	24	8	7,9	0,538
STA 9+775	24	8	7,9	0,538
STA 9+800	24	7,8	7,7	0,538
STA 9+825	24	6,6	6,5	0,534
STA 9+850	24	5,9	5,8	0,531

Stabilitas Terhadap Translasi Akibat Angin

H_{final} = 5 m

$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	$W_{cover\ samping}$	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	0,91	1,96	19	26,51	1,2	1,03	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	2,04	1,96	19	26,51	1,2	4,76	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	3,62	1,96	19	26,51	1,2	9,99	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	5,66	1,96	19	26,51	1,2	16,70	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	8,15	1,96	19	26,51	1,2	24,92	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	11,10	1,96	19	26,51	1,2	34,62	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	14,49	1,96	19	26,51	1,2	45,82	86,87	OK
45	26,6	20	52,41	18,34	1,96	19	26,51	1,2	58,51	86,87	OK
50	26,6	20	64,70	22,65	1,96	19	26,51	1,2	72,70	86,87	OK
55	26,6	20	78,29	27,40	1,96	19	26,51	1,2	88,38	86,87	NOT OK

H_{final} = 6 m

$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	W_{cover}	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	1,16	2,65	19	26,51	1,2	1,19	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	2,62	2,65	19	26,51	1,2	5,99	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	4,66	2,65	19	26,51	1,2	12,71	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	7,28	2,65	19	26,51	1,2	21,35	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	10,48	2,65	19	26,51	1,2	31,91	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	14,27	2,65	19	26,51	1,2	44,39	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	18,63	2,65	19	26,51	1,2	58,79	86,87	OK
45	26,6	20	52,41	23,58	2,65	19	26,51	1,2	75,10	86,87	OK
50	26,6	20	64,70	29,12	2,65	19	26,51	1,2	93,34	86,87	NOT OK
55	26,6	20	78,29	35,23	2,65	19	26,51	1,2	113,50	86,87	NOT OK

H_{final} = 7 m

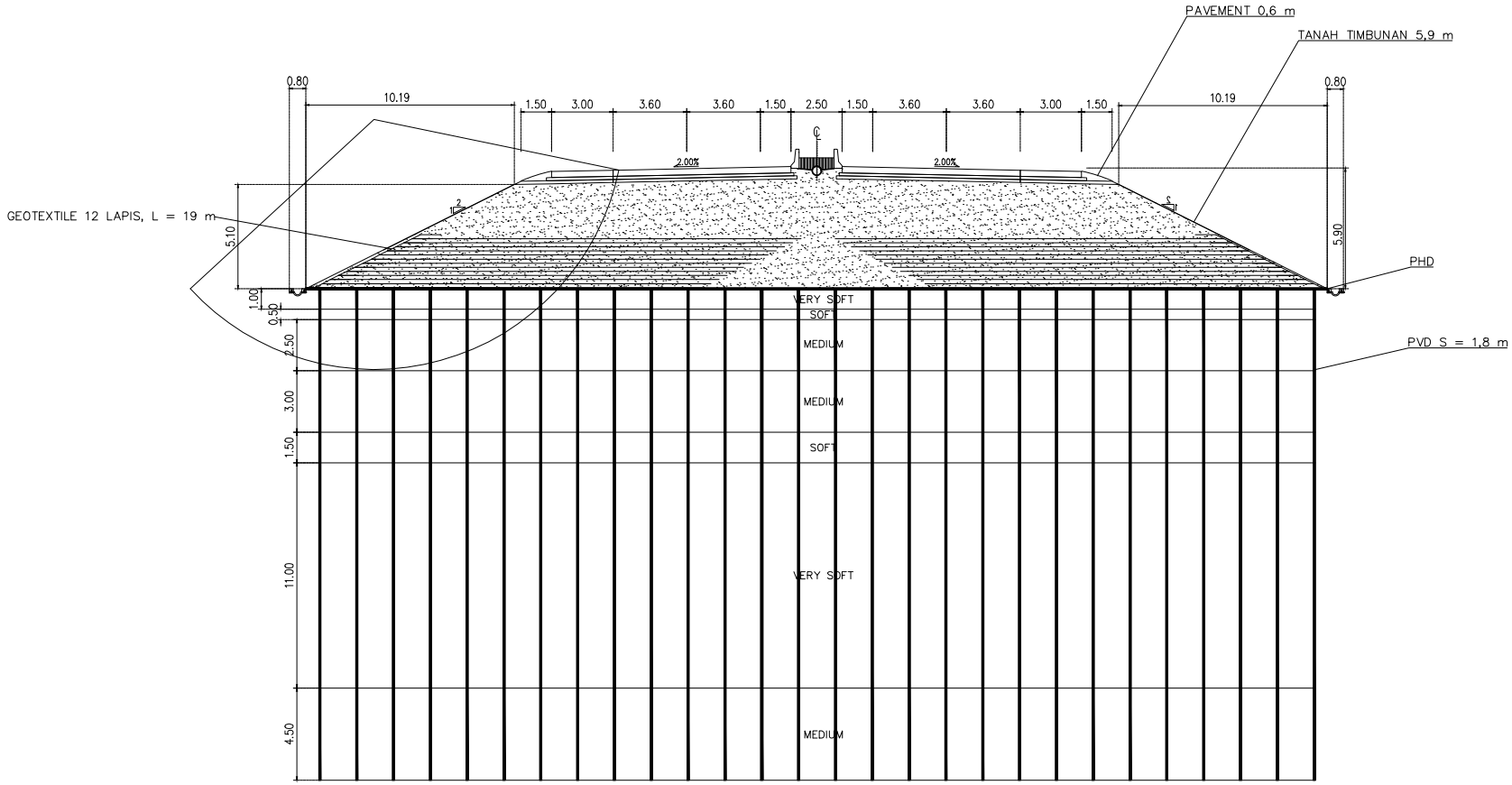
$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	W_{cover}	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	1,42	3,40	19	26,51	1,2	1,30	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	3,20	3,40	19	26,51	1,2	7,16	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	5,69	3,40	19	26,51	1,2	15,37	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	8,90	3,40	19	26,51	1,2	25,93	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	12,81	3,40	19	26,51	1,2	38,84	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	17,44	3,40	19	26,51	1,2	54,09	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	22,77	3,40	19	26,51	1,2	71,69	86,87	OK
45	26,6	20	52,41	28,82	3,40	19	26,51	1,2	91,64	86,87	NOT OK
50	26,6	20	64,70	35,59	3,40	19	26,51	1,2	113,93	86,87	NOT OK
55	26,6	20	78,29	43,06	3,40	19	26,51	1,2	138,57	86,87	NOT OK

H_{final} = 8 m

$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	W_{cover}	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	1,68	4,20	19	26,51	1,2	1,34	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	3,79	4,20	19	26,51	1,2	8,28	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	6,73	4,20	19	26,51	1,2	17,98	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	10,51	4,20	19	26,51	1,2	30,46	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	15,14	4,20	19	26,51	1,2	45,71	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	20,61	4,20	19	26,51	1,2	63,74	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	26,92	4,20	19	26,51	1,2	84,54	86,87	OK
45	26,6	20	52,41	34,07	4,20	19	26,51	1,2	108,11	86,87	NOT OK
50	26,6	20	64,70	42,06	4,20	19	26,51	1,2	134,45	86,87	NOT OK
55	26,6	20	78,29	50,89	4,20	19	26,51	1,2	163,57	86,87	NOT OK

H_{final} = 9 m

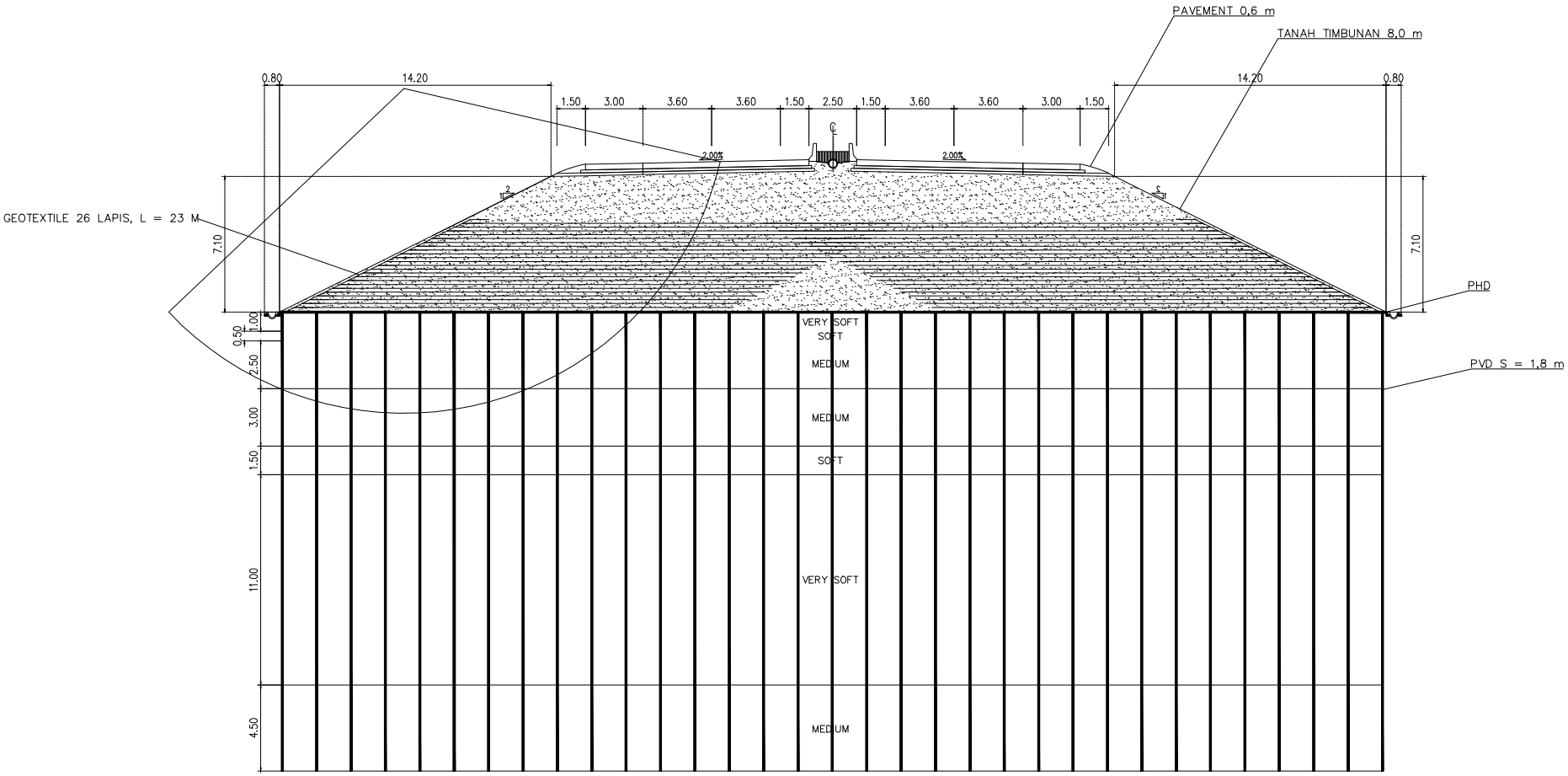
$V_{rencana}$	Θ_u	δ	Pu	Ru	W_{EPS}	W_{cover}	$W_{cover\ atas}$	SF	Q_{REQ}	Q_{ALL}	Ket.
(km/jam)	(°)	(°)	kPa	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)		(t/m)	(t/m)	
10	26,6	20	2,59	1,94	5,07	19	26,51	1,2	1,33	86,87	OK
15	26,6	20	5,82	4,37	5,07	19	26,51	1,2	9,33	86,87	OK
20	26,6	20	10,35	7,76	5,07	19	26,51	1,2	20,53	86,87	OK
25	26,6	20	16,18	12,13	5,07	19	26,51	1,2	34,93	86,87	OK
30	26,6	20	23,29	17,47	5,07	19	26,51	1,2	52,53	86,87	OK
35	26,6	20	31,70	23,78	5,07	19	26,51	1,2	73,33	86,87	OK
40	26,6	20	41,41	31,06	5,07	19	26,51	1,2	97,33	86,87	NOT OK
45	26,6	20	52,41	39,31	5,07	19	26,51	1,2	124,53	86,87	NOT OK
50	26,6	20	64,70	48,53	5,07	19	26,51	1,2	154,92	86,87	NOT OK
55	26,6	20	78,29	58,72	5,07	19	26,51	1,2	188,52	86,87	NOT OK



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+550

SKALA 1:300

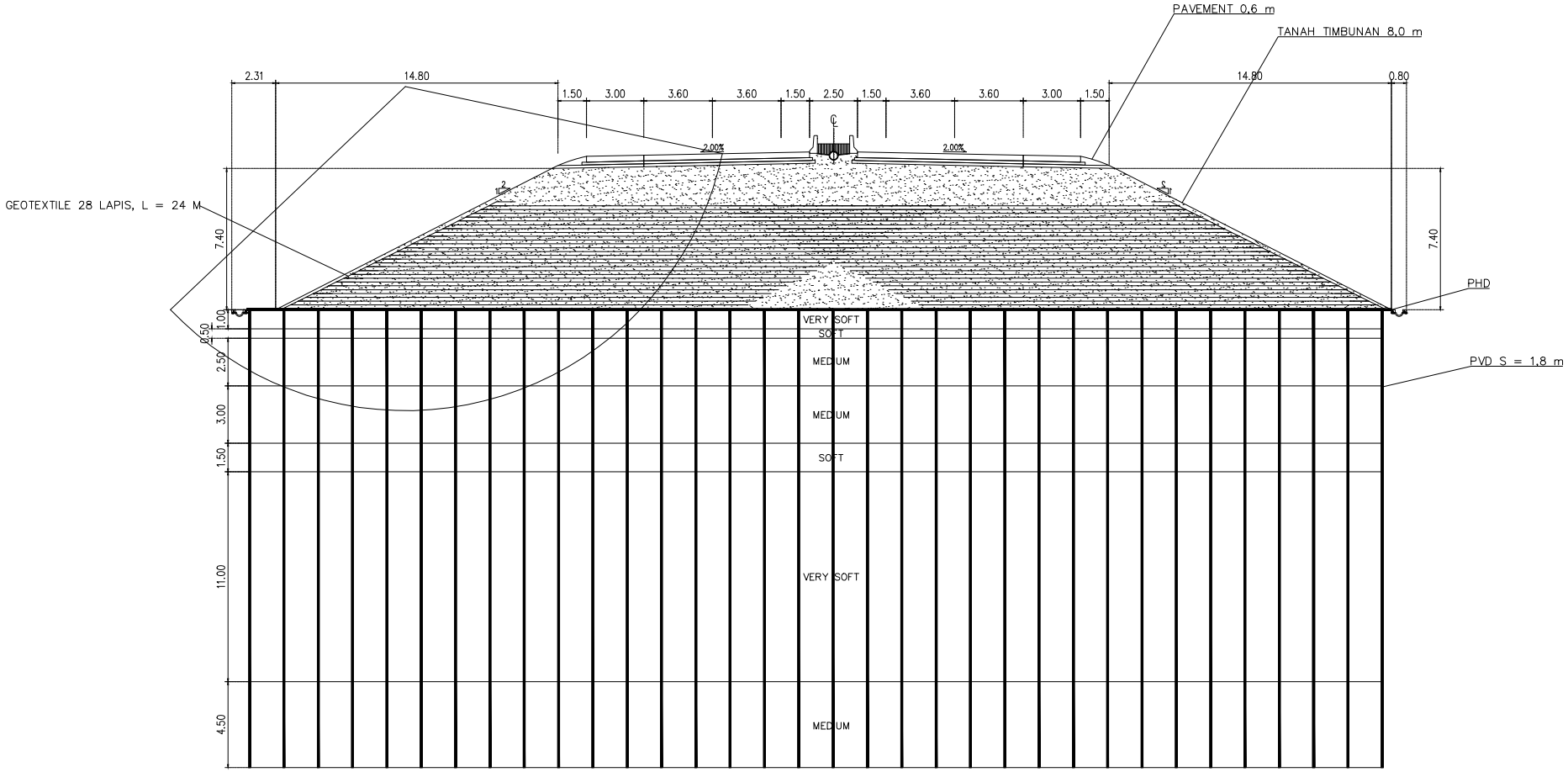
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
	PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+550	1 : 300	1	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+575

SKALA 1:300

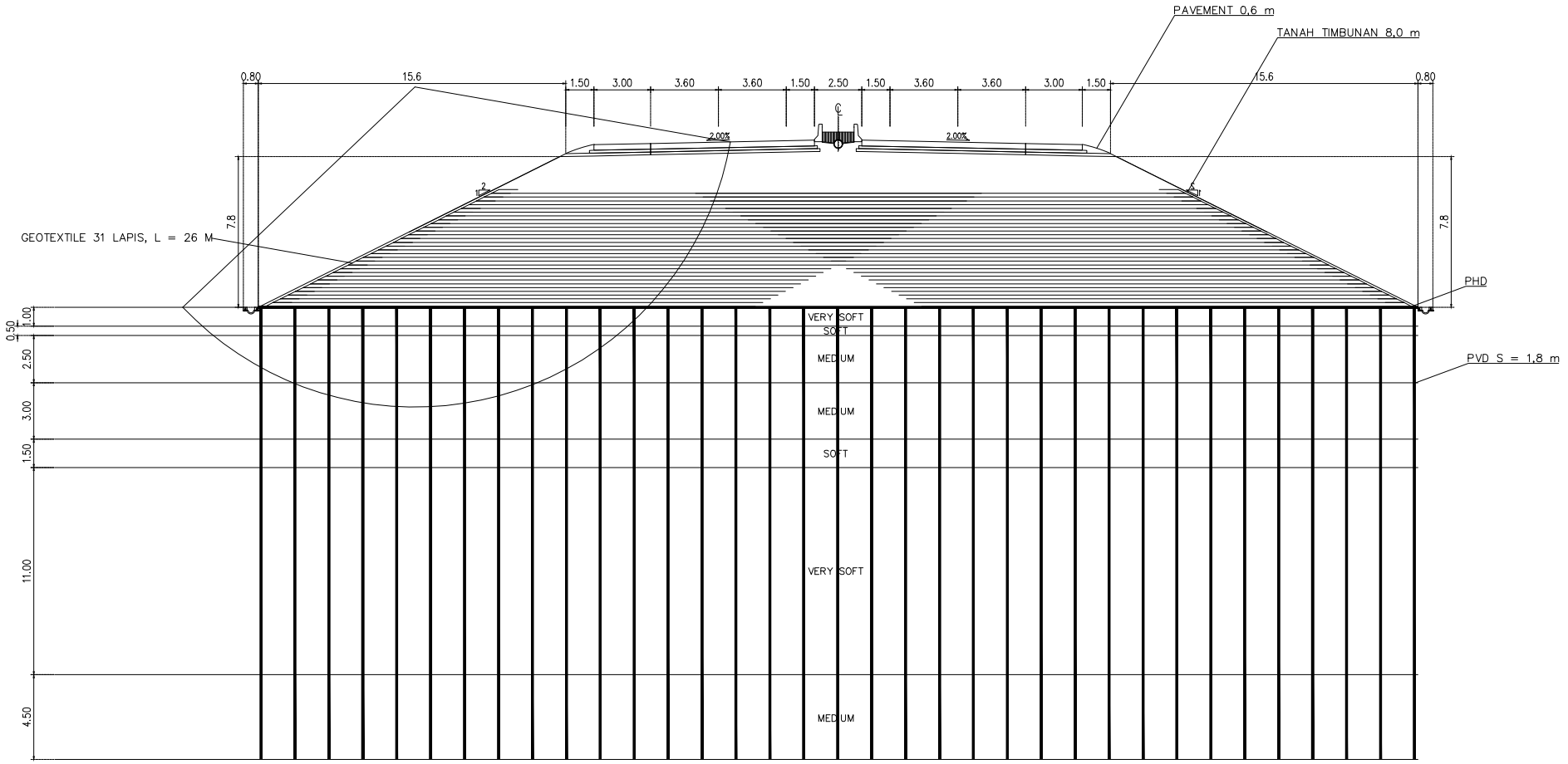
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+575	1 : 300	2	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+600

SKALA 1:300

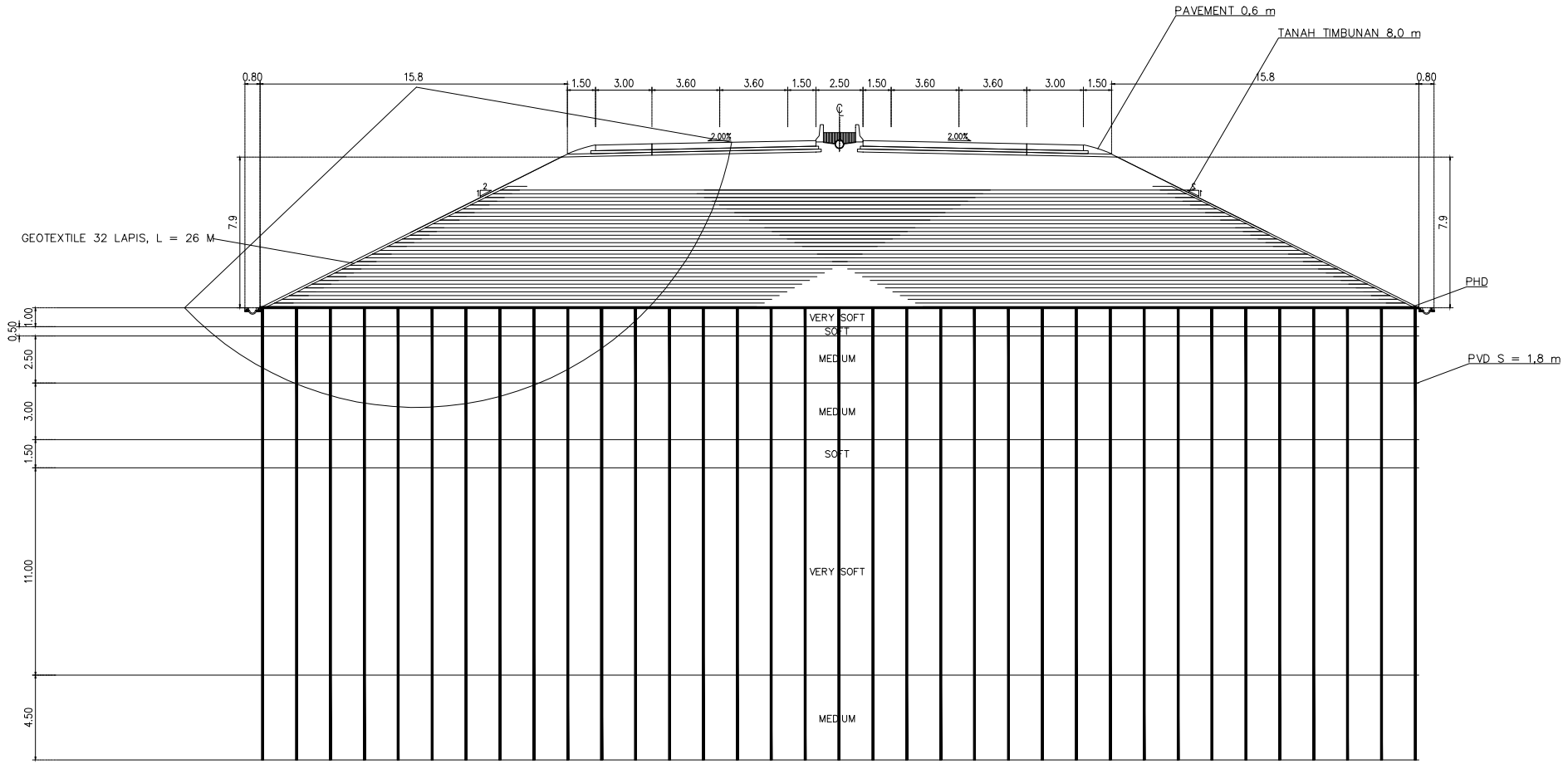
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
	PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+600	1 : 300	3	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+625 DAN STA 9+800

SKALA 1:300

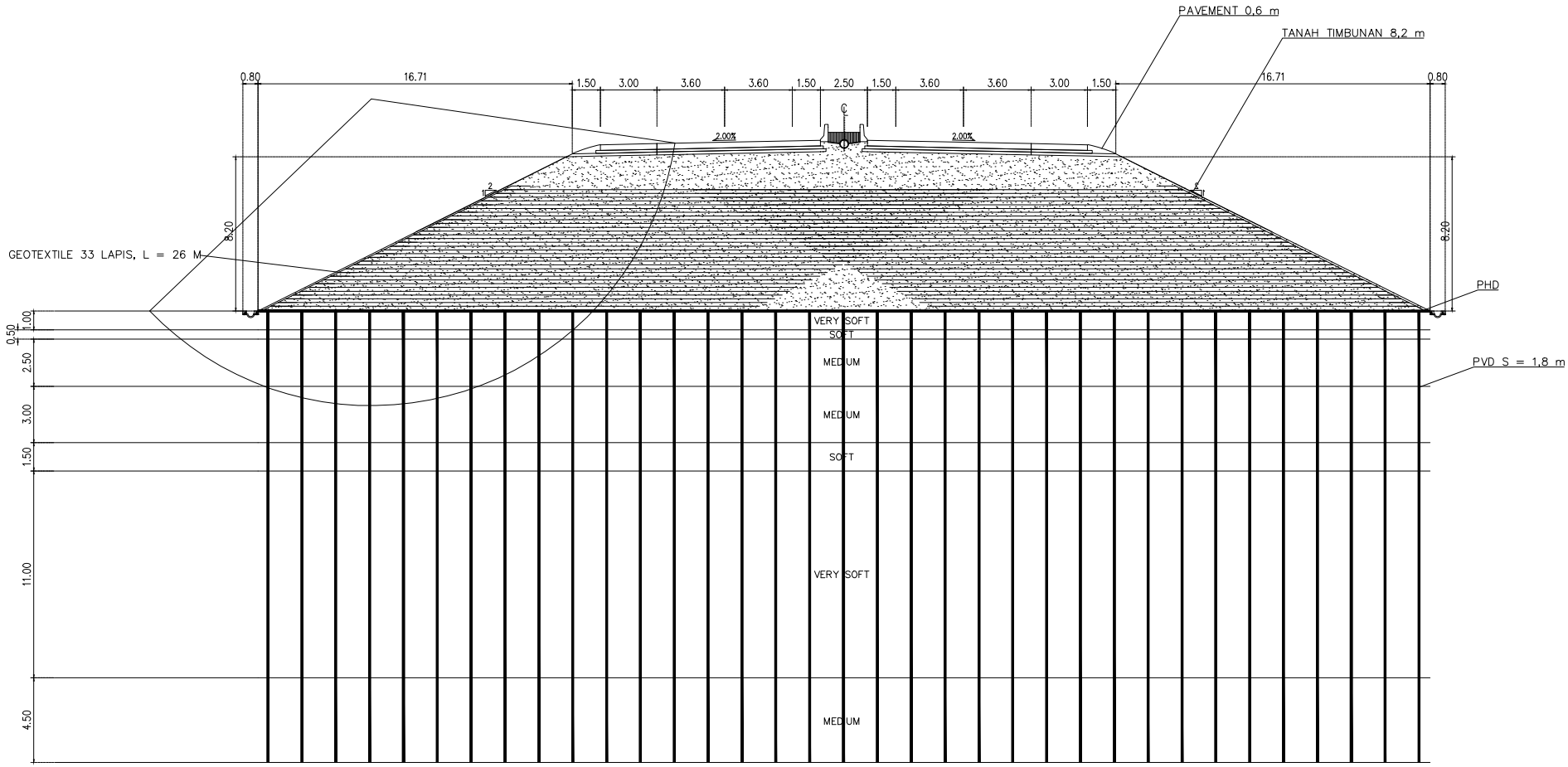
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+625 DAN STA 9+800	1 : 300	4	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+650 DAN STA 9+725

SKALA 1: 300

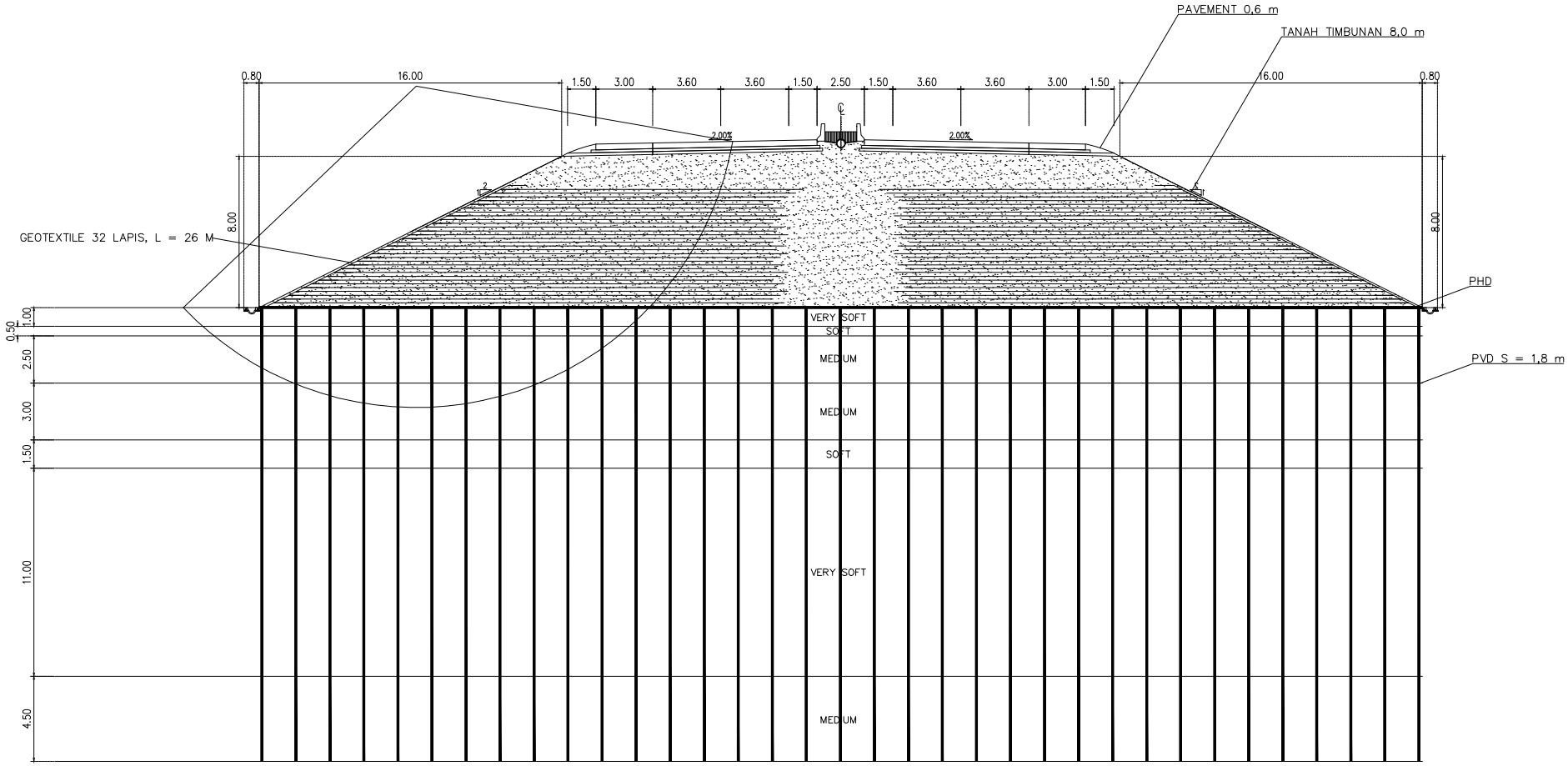
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+650 DAN STA 9+725	1 : 300	5	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+675 DAN STA 9+700

SKALA 1:300

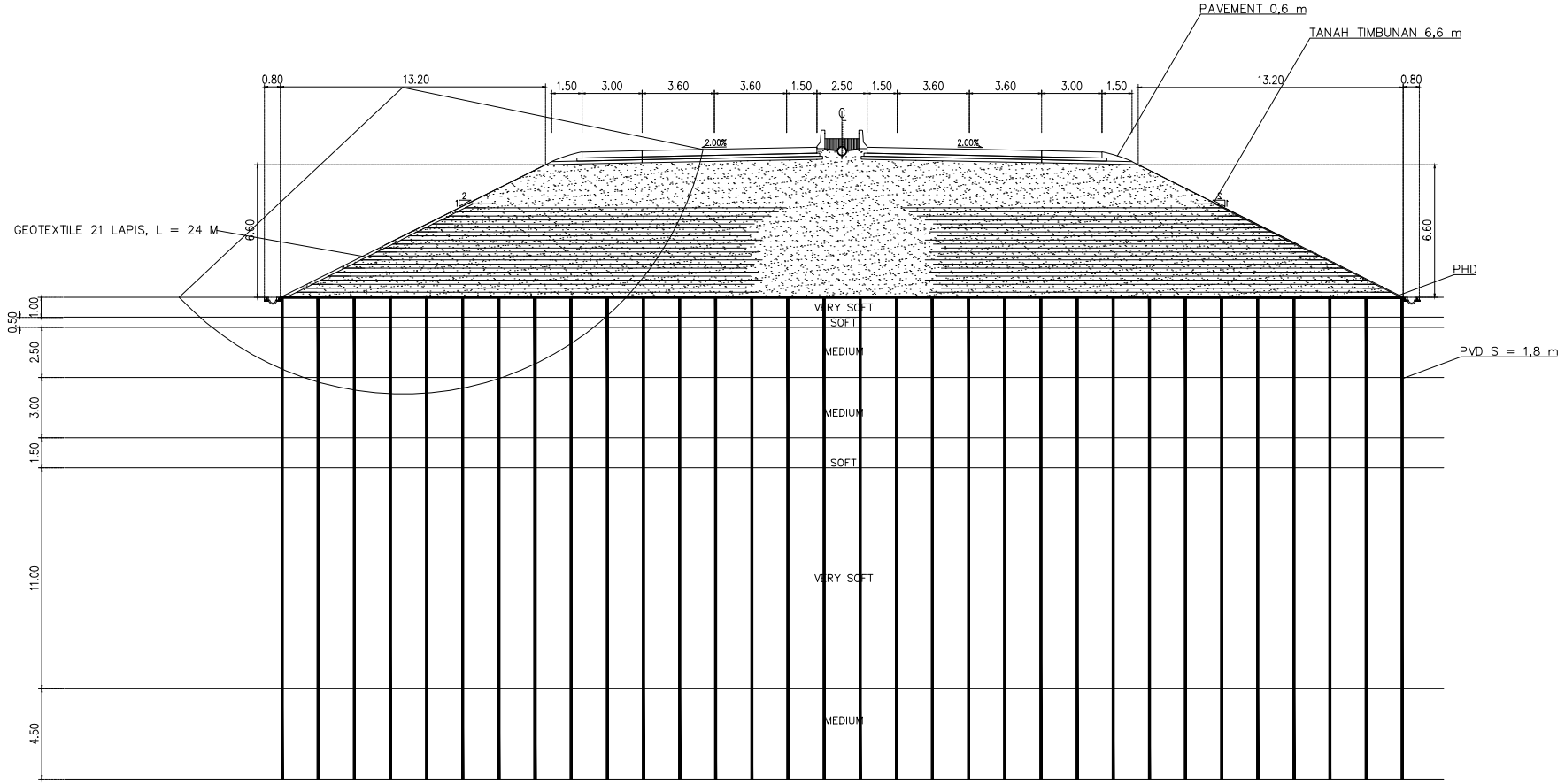
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+675 DAN STA 9+700	1 : 300	6	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+750 DAN STA 9+775

SKALA 1:300

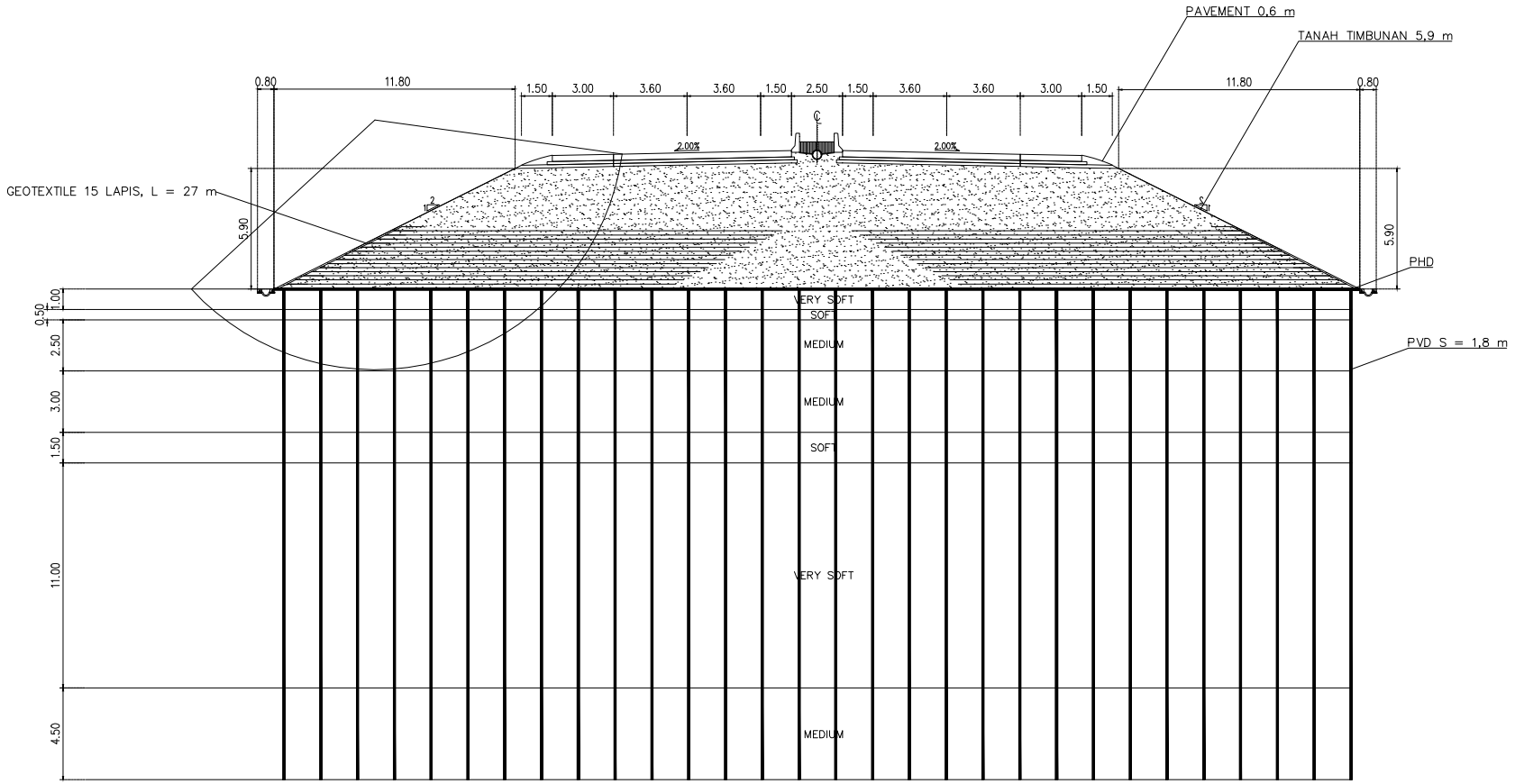
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
	PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+750 DAN STA 9+775	1 : 300	7	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+825

SKALA 1:300

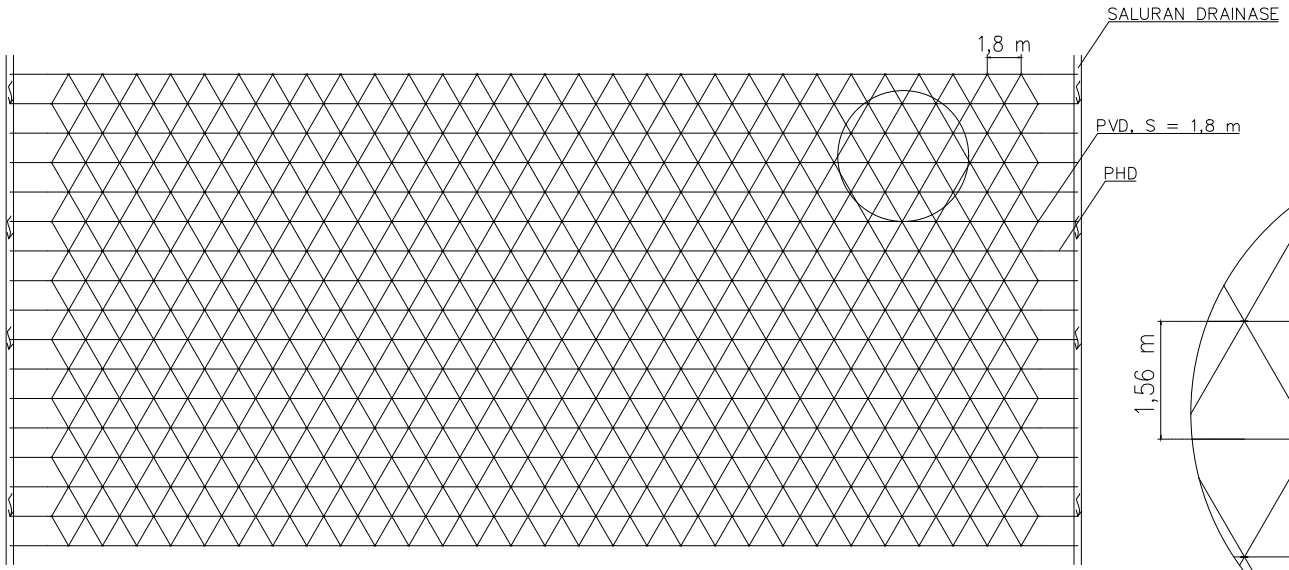
	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+825	1 : 300	8	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



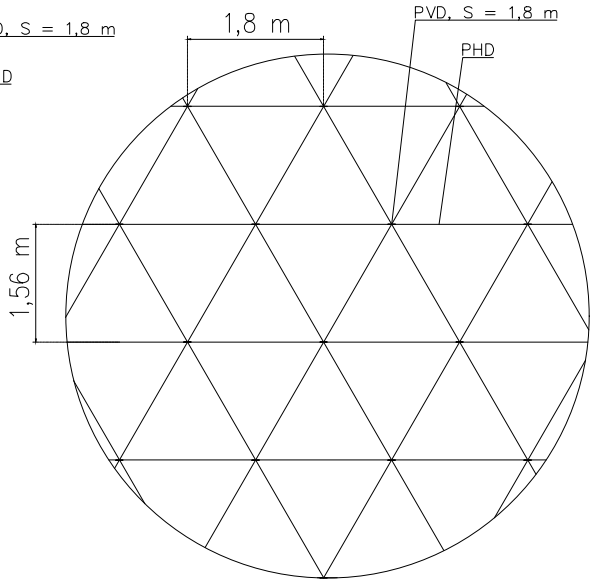
PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+850

SKALA 1:300

	DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
		PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	PERENCANAAN TIMBUNAN PADA STA 9+850	1 : 300	9	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.



SKETSA PEMASANGAN PVD DAN PHD H_{final} = 5,9 m
SKALA 1:250



DETAIL PEMASANGAN PVD DAN PHD H_{final} = 5,9 m
SKALA 1:50

	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA GAMBAR	SKALA	NO. GAMBAR	JML GAMBAR	NAMA/NRP MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA	PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA 9+550 s/d STA 9+850	SKETSA DAN DETAIL PEMASANGAN PVD DAN PHD	1 : 300	10	10	Savira Sanya Kirana Aswanda 03111640000093	Ir. Suwarno Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT.