TUGAS AKHIR – RC 14-1501

PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG

LINDAWATI MARBUN
Nrp. 3115 105 016

Dosen Pembimbing I
Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II
Mustai'in Arif ST, MT

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

TUGAS AKHIR – RC 14-1501

PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG

LINDAWATI MARBUN
NRP. 3115 105 016

Dosen Pembimbing I
Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II
Mustai'in Arif ST, MT

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

FINAL PROJECT – RC 14-1501

THE PLAN OF SOIL IMPROVEMENT AT RECLAMATION AREA THROUGH PRELOADING METHOD USING SURCHARGE METHOD WITH PVD AND WATERTANK WITH PVD AS WELL AS POLDER WALL REINFORCEMENT AT TANJUNG EMAS, SEMARANG

LINDAWATI MARBUN
Nrp. 3115 105 016

Dosen Pembimbing I
Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II
Mustai'in Arif ST, MT

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

PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
LINDAWATI MARBUN
Nrp. 3115 105 016

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi (.....)
2. Mustai'in Arif ST, MT (.....)

SURABAYA
JANUARI, 2018

THE PLAN OF SOIL IMPROVEMENT AT RECLAMATION AREA THROUGH PRELOADING METHOD USING SURCHARGE METHOD WITH PVD AND WATERTANK WITH PVD AS WELL AS POLDER WALL REINFORCEMENT AT TANJUNG EMAS, SEMARANG

Name of Student	**: Lindawati Marbun**
NRP	**: 3115105016**
Department	**: Cross-path of Civil Engineering**
Supervisor 1	**: Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi**
Supervisor 2	**: Mustai'in Arif ST, MT**

Abstract

Tanjung Emas Port develops a special zone of bulk on the western side of the existing port. At the same time, the development is accompanied by the construction of polders. The existing condition of the location, which currently is in the form of waters, the original ground level elevation is about -2.50 mLWS, averagely, so it needs to be reclaimed. Based on the plan, it will be +1.5 mLWS after the reclamation. It should be noted that the original soil condition of the area of waters is in the form of soft clay to a depth of 27 m, and a heap as high as 4.0 meters and a large operational load to work. The problem that arises is the compression on the area and the risk of slumps caused by the construction of a bulk dock on one side of the heap.

In addition to the soil improvement planning at the reclamation area, reinforcement of polder walls and reinforcement the bulk dock sides are going to be planned. Reinforcement of polder walls with a basic elevation of -3.00 mLWS and a water level of +0.6 mLWS in ponds. The bulk dock sides is planned to be dredged till – 12 mLWS.

Therefore, in this task, methods of soil improvement at the reclamation area will be planned including the method

of soil improvement with surcharge preloading and the method of soil improvement with watertank preloading.

The method of soil improvement with surcharge preloading will obtain a height of 10.5 meters of heap with a decrease of 4.24 meters, which requires the installation of rectangular-patterned PVD to a depth of 27 m with a distance of 1.3 m. The planned duration of consolidation is for 24 weeks. There are 3 reinforcement alternatives are, among others, reinforcement using 32 layers of geotextile, reinforcement using 10 pieces of micropiles D500 mm with 20 m deep, and reinforcement using 16 layers geotextile combined with 8 pieces micropiles D300 mm with 14 m deep.

The method of soil improvement with watertank preloading will obtain 11.5 meter-high water filling with a decrease of 3.5 meters, and requires the installation of PVD to a depth of 27 m in a rectangular pattern with a distance of 1.5 m, while the duration of consolidation is planned for 24 weeks. The implementation needs a reinforcement using 9 pieces of micropiles D350 mm as deep as 19 m. After the watertank preloading process is completed, the improved area can be heaped up as high as 7.5 m to reach the final reclamation elevation of +1.50 mLWS with reinforcement using 6 layers of geotextile.

Polder wall reinforcement will use Gabion reinforced by micropiles, while the reclaimed sides is planned to be dredged using with 30-meter-long steel tubes D1219 m, and D1219 m steel tube for anchor.

Key words: Reclamation, Soft Clay, Soil Improvement, Surcharge Preloading, Watertank Preloading, PVD, Retaining Wall, Gabion, and Steel tubes.

PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG

Nama Mahasiswa	**: Lindawati Marbun**
NRP	**: 3115105016**
Jurusan	**: Lintas Jalur Teknik Sipil**
Dosen Pembimbing 1	**: Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi**
Dosen Pembimbing 2	**: Mustai'in Arif ST, MT**

Abstrak

Pelabuhan Tanjung Emas mengembangkan zona khusus curah di sisi wilayah barat pelabuhan eksisting. Pembangunan zona tersebut akan disertai juga dengan pembangunan polder dan dermaga. Kondisi eksisting lokasi, saat ini berupa area perairan dengan elevasi permukaan tanah asli rata-rata -2.50 mLWS, sehingga akan dilakukan reklamasi. Adapun elevasi final setelah reklamasi direncanakan +1.5 mLWS. Mengingat kondisi tanah asli yang merupakan lempung lunak hingga kedalaman 27 m, timbunan yang tinggi serta beban operasional sebesar 4 t/m^2 yang akan bekerja, maka permasalahan yang timbul adalah akan terjadi pemampatan serta resiko kelongsoran dari timbunan akibat pembangunan dermaga curah di salah satu sisi timbunan.

Selain permasalahan diatas, perlu juga direncanakan perkuatan area dinding polder serta perkuatan area reklamasi disisi dermaga. Elevasi dasar polder -3.00 mLWS dengan tinggi muka air pada polder adalah +0.6 mLWS, sedangkan sisi dermaga akan dikeruk -12 mLWS

Oleh sebab itu, dalam tugas ini akan direncanakan metode perbaikan tanah di area reklamasi. Metode perbaikan

tanah akan direncanakan dengan 2 metode yaitu metode perbaikan tanah dengan beban *surcharge preloading*, dan metode perbaikan tanah dengan *watertank preloading.*

Metode perbaikan tanah dengan beban *Surcharge Preloading* diperoleh tinggi Hinisial sebesar 10.5 meter dengan besarnya penurunan yang terjadi sebesar 4.24 meter, Lama konsolidasi direncanakan 24 minggu dengan pemasangan PVD sedalam 27 m berpola segitiga jarak 1.3 m. Terdapat 3 alternatif perkuatan antara lain: perkuatan menggunakan geotextile sebanyak 32 lapis, perkuatan menggunakan micropiles D500 mm sedalam 20 m sebanyak 10 buah dan kombinasi geotextile sebanyak 16 lapis dengan micropile D300 mm sedalam 14 m sebanyak 8 buah

Metode perbaikan tanah dengan *Watertank Preloading* diperoleh Hinisial pengisian air sebesar 11.5 meter dengan besarnya penurunan yang terjadi sebesar 3.5 meter, Lama konsolidasi direncanakan 24 minggu dengan pemasangan PVD sedalam 27 m berpola segiempat jarak 1.5 m. Saat pelaksanaan perlu dilakukan perkuatan menggunakan micropile D350 mm sedalam 19 m sebanyak 9 buah. Setelah proses *Watertank Preloading* selesai, maka area yang telah perbaiki dapat ditimbun setinggi 7.5 m agar mencapai elevasi reklamasi final +1.50 mLWS dengan perkuatan menggunakan geotextile sebanyak 6 lapis.

Perkuatan Dinding Polder menggunakan Gabion dengan diperkuat dengan micropile 20x20., sedangkan sisi reklamasi yang akan dikeruk direncanakan menggunakan turap *steel tube* D1219 mm,dengan panjang 29 m menggunakan angkur *steel tube* D1219 mm miring.

Kata kunci : Reklamasi, Soft Clay, Perbaikan Tanah, Surcharge Preloading, Watertank Preloading, PVD, Dinding Penahan Tanah, Gabion, dan Turap.

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr.Wb

Segala puji kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah serta karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini ijinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya atas bimbingan dan dorongan tiada henti kepada :

1. Ibu yang selalu memberikan dukungan tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Prof Herman Wahyudi dan Bapak Mustai'in Arif ST., M.T sebagai dosen pembimbing yang memberikan banyak masukan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil ITS yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
4. Slurup dan seluruh teman – teman ITS khususnya Teknik Sipil LJ ITS.
5. Rekan-rekan sekalian yang tidak dapat disebutkan satu-persatu serta semua pihak yang telah banyak membantu.

Dengan segenap kerendahan hati, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Sehingga, besar harapan adanya koreksi maupun masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Penulis berdoa semoga apa yang telah dikerjakan dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat dikemudian hari bagi siapapun yang membacanya.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR ISI

Abstrak…… i
Abstract…… iii
Kata Pengantar…… v
Daftar Isi…… vii
Daftar Gambar…… xi
Daftar Tabel…… xiv
Daftar Grafik…… xvii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang…… 1
1.2 Perumusan Masalah……. 2
1.3 Batasan Masalah…….. 2
1.4 Tujuan…… 4
1.5 Manfaat…… 4
1.6 Lokasi Studi…… 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Umum…… 7
2.2 Karakteristik Tanah Dasar…… 7
2.3 Teori *Pre-loading*…… 8
2.3.1 Metode Preloading…… 8
2.3.1.1 Perencanaan Tinggi Timbunan …… 8
2.3.1.2 Pembebanan Bertahap…… 9
2.3.1.3 Penambahan Tegangan Tanah (Δp)……. 9
2.3.1.4 Penambahan Tegangan Tanah Watertank (Δp)… 10
2.3.2 Metode Percepatan Pemampatan ……. 11
2.3.2.1 Menentukan Kedalaman PVD…… 12
2.3.2.2 Menentukan Lamanya Konsolidasi…… 12
2.3.3 Daya Dukung…… 18
2.3.4 Settlement…… 19
2.3.5 Waktu Penurunan Tanah…… 22

2.4 Metode Peningkatan Daya Dukung Tanah…… 24
2.4.1 Perkuatan dasar timbunan *Geotextile*…….. 24
A. Keruntuhan daya dukung…… 25
B. Keruntuhan rotasional…… 27
C. Keruntuhan pergerakan (gelincir) lateral…… 29
2.4.2 Teori Cerucuk Bambu…… 31
2.5 Perencanaan Dinding Penahan…… 35
2.5.1 Dinding Penahan…… 36
2.6 Turap …….. 42
2.6.1 Kontrol Panjang Jepit (Zf)…… 43
2.6.2 Menentukan Profil Turap…… 45
2.6.3 Turap Berangkur dan Blok Angkur…… 45
2.7 Perkuatan Wall menggunakan Geotextil…… 46
BAB III METODOLOGI
3.1 Diagram Alur Metodologi…… 51
3.2 Studi Literatur…… 54
3.3 Pengumpulan dan Analisa data-data pendukung…… 55
3.4 Perencanaan Geoteknik…….. 55
3.5 Perencanaan Dinding Polder…… 55
3.6 Perencanaan Timbunan…… 55
3.7 Perencanaan Turap…….. 56
BAB IV ANALISA PARAMETER TANAH
4.1 Data Tanah Dasar…….. 57
4.2 Data Tanah Timbunan…… 65
4.3 Stabilitas Tanah Dasar Terhadap Keruntuhan…… 66
4.3.1 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Puncture…… 67
4.3.2 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Rotasional…… 68
4.4 Penentuan Kedalaman PVD…….. 71
4.5 Data untuk Desain dan Analisa…… 71
4.5.1 Data Beban…… 71

4.5.2 Data Spesifikasi Bahan…… 73
BAB V PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DAN PERKUATAN
5.1 Umum…… 75
5.2 Metode Perbaikan dengan Beban Surcharge Preloading 75
5.2.1 Perencanaan Tinggi Timbunan Pelaksanaan…… 75
5.2.2 Settlement…… 78
5.2.3 Penentuan Tinggi Timbunan Pelaksanaan…… 80
5.2.4 Perhitungan Lama Waktu Konsolidasi tanpa PVD 81
5.2.5 Perencanaan PVD dan PHD…….. 83
5.2.5.1 Perencanaan PVD…… 83
5.2.5.2 Perencanaan PHD…….. 91
5.2.6 Perencanaan Timbunan Bertahap…… 92
5.2.6.1 Penimbunan Bertahap setinggi Hkritis…… 92
5.2.6.2 Penimbunan Bertahap setinggi H pelaksanaan… 92
5.2.7 Kenaikan Daya Dukung Tanah 95
5.2.7.1 Kenaikan daya dukung tanah setinggi Hkritis… 95
5.2.7.2 Kenaikan daya dukung tanah Hpelaksanaan 101
5.2.8 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung …… 104
5.2.8.1 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung Hkritis 105
5.2.8.2 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung H pelaksanaan …… 105
5.2.9 Perencanaan Perkuatan Lereng Timbunan…… 107
5.2.9.1 Perkuatan Timbunan dengan Geotextile…… 107
5.2.9.2 Perkuatan Timbunan dengan Micropile…… 114
5.2.9.3 Perkuatan Timbunan dengan Geotextile kombinasi Micropile…….. 122
5.3 Metode Perbaikan dengan Beban Watertank Preloading 128
5.3.1 Perencanaan Tinggi Beban Air Pelaksanaan…… 128
5.3.2 Settlement…….. 130
5.3.3 Penentuan Tinggi Beban Pengisian Air saat 132

Pelaksanaan……
5.3.4 Perhitungan Lama Waktu Konsolidasi tanpa PVD 133
5.3.5 Perencanaan PVD dan PHD…… 135
5.3.5.1 Perencanaan PVD…….. 135
5.3.5.2 Perencanaan PHD…….. 143
5.3.6 Perencanaan Pengisian Air Bertahap…… 144
5.3.6.1 Pengisian Air Bertahap setinggi Hkritis…… 144
5.3.6.1.1 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Rotasional… 144
5.3.6.1.2 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Puncture…… 146
5.3.6.2 Penimbunan Bertahap setinggi H pelaksanaan… 146
5.3.7 Kenaikan Daya Dukung Tanah ……. 149
5.3.7.1 Kenaikan daya dukung tanah Hkritis…… 149
5.3.7.2 Kenaikan daya dukung tanah Hpelaksanaan…… 150
5.3.8 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung …… 153
5.3.8.1 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung Hkritis 153
5.3.8.2 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung H pelaksanaan …… 156
5.3.9 Perkuatan Timbunan dengan Micropile…… 156
5.3.10 Perencanaan Perkuatan Lereng Timbunan…… 165
5.4 Perencanaan Perkuatan Dinding Polder…….. 170
5.5 Perencanaan Turap…… 196
BAB VI KESIMPULAN……. 205
Daftar Pustaka……. 209

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Zona khusus Curah……	5
Gambar 1.2	Denah Reklamasi……..	5
Gambar 1.3	Layout Reklamasi…….	6
Gambar 1.4	Potongan memanjang……..	6
Gambar 2.1	Penimbunan Bertahap……..	9
Gambar 2.2	Grafik faktor pengaruh beban trapesium …….	10
Gambar 2.3	Tambahan tegangan beban terbagi rata lajur memanjang. ……	11
Gambar 2.4	Skema Pemasangan Vertical Drain ……	12
Gambar 2.5	Pola susunan bujur sangkar D = 1,13.S……	13
Gambar 2.6	Pola susunan segitiga D = 1,05.S ……	14
Gambar 2.7	Diameter lingkaran ekivalen untuk PVD…….	14
Gambar 2.8	Mode Keruntuhan pada Timbunan……...	25
Gambar 2.9	Simbol Dimensi Timbunan. ……	25
Gambar 2.10	Internal Stabilitas Geotextile……	27
Gambar 2.11	Putusnya Perkuatan dan Tergelincirnya Timbunan ……..	29
Gambar 2.12	Grafiik untuk Mencari Harga f untuk berbagai…	32
Gambar 2.13	*Grafik untuk mencari besarnya FM*……	33
Gambar 2.14	Tegangan pada bidang AB dari dinding gravitasi. ……	36
Gambar 2.15	Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah ……	38
Gambar 3.1	Bagan Alir……	54
Gambar 4.1	Layout titik boring dan SPT lapangan……	57
Gambar 4.2	Sketsa Rencana Reklamasi……...	65

Gambar 4.3	Layout Area Reklamasi……	66
Gambar 4.4	Pemodelan Timbunan……..	68
Gambar 4.5	Gambar rencana pemanfaatan zona curah……	72
Gambar 5.1	Kondisi timbunan sebelum mengalami pemampatan…….	76
Gambar 5.2	Kondisi timbunan setelah mengalami pemampatan……	76
Gambar 5.3	Sketsa Beban Timbunan dan Beban Bangunan…	77
Gambar 5.4	Kurva Penentuan Tinggi Timbunan Pelaksanaan	80
Gambar 5.5	Grafik hubungan waktu dan Settlement……	82
Gambar 5.6	Grafik hubungan waktu dan Derajat konsolidasi	83
Gambar 5.7	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi PVD Pola Segitiga……	84
Gambar 5.8.	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap……	95
Gambar 5.9	Gambar Timbunan……	96
Gambar 5.10	Stabilitas lateral timbunan pada tanah pondasi.	99
Gambar 5.11	Sketsa Bidang Longsor ……	113
Gambar 5.12	Grafik penentuan nilai f……	115
Gambar 5.13	Grafik penentuan nilai FM……	117
Gambar 5.14	Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile	121
Gambar 5.15	Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile	126
Gambar 5.16	Kondisi timbunan sebelum mengalami pemampatan……	128
Gambar 5.17	Kondisi timbunan setelah mengalami pemampatan……	128
Gambar 5.18	Sketsa Beban Timbunan dan Beban Bangunan	130
Gambar 5.19	Kurva Penentuan Tinggi Beban Pengisian Air	132
Gambar 5.20	Grafik hubungan waktu dan Settlement…….	134
Gambar 5.21	Grafik hubungan waktu dan Derajat konsolidasi	135
Gambar 5.22	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi PVD Pola Segiempat…….	136

Gambar 5.23	Grafik penentuan tinggi timbunan kritis…….	145
Gambar 5.24.	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap……	149
Gambar 5.25	Grafik penentuan nilai f……	158
Gambar 5.26	Grafik penentuan nilai FM……	163
Gambar 5.27	Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile	154
Gambar 5.28	Sketsa Bidang Longsor ……	169
Gambar 5.39	Lokasi Dinding Polder……	170
Gambar 5.30	Pemodelan Dinding Penahan……	171
Gambar 5.31	Pemodelan Struktur Dinding Penahan……	172
Gambar 5.32	Pemodelan Struktur Dinding Penahan……	176
Gambar 5.33	Grafik penentuan nilai f……	178
Gambar 5.34	Grafik penentuan nilai FM……	179
Gambar 5.35	Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile	183
Gambar 5.36	Pemodelan Dinding Penahan……	184
Gambar 5.37	Pemodelan Struktur Dinding Penahan……	185
Gambar 5.38	Pemodelan Struktur Dinding Penahan……	188
Gambar 5.39	Grafik penentuan nilai f……	190
Gambar 5.40	Grafik penentuan nilai FM……	191
Gambar 5.41	Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile	195
Gambar 5.42	Sketsa Struktur Turap …….	196
Gambar 5.43	Sketsa Tegangan……	197
Gambar 5.44	Sketsa blok angkur……..	201
Gambar 5.45	Daya Dukung Tiang Pancang…….	202

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi ……..	23
Tabel 2.2	Rentang RFCR Geosintetik Jenis Polimer ……..	31
Tabel 2.3	Koefisien gesek (f) antara pondasi dan tanah dasar pondasi……..	39
Tabel 2.4	Nilai-nilai faktor kapasitas daya dukung Terzaghi	41
Tabel 2.5	Subgrade modulus k_1, Terzaghi……..	44
Tabel 2.6	Besaran nilai n_h……..	44
Tabel 4.1	Korelasi n-SPT dengan Karakteristik Tanah ……	58
Tabel 4.2	Rekap Data Tanah B1……	59
Tabel 4.3	Rekap Data Tanah B2……	60
Tabel 4.4	Rekap Data Tanah (boring test) dan SPT……..	61
Tabel 4.5	Rekap Data Tanah Rata-Rata, ……	64
Tabel 4.6	Rekap Hasil Nilai SF Terhadap Stabilitas Puncture……..	67
Tabel 4.7	Rekap Hasil Nilai SF Kondisi Muka Air Rendah	69
Tabel 5.1	Penentuan Besaran Hr variasi ……..	77
Tabel 5.2	Perhitungan Settlement akibat Hr = 6.72 m……	79
Tabel 5.3	Hasil Rekap Nilai Sc total dan Hr-H dengan variasi Hr……	80
Tabel 5.4	Derajat Konsolidasi dan Settlement …….	82
Tabel 5.5	*Rate of settlement ½ PVD dan 1/3 PVD*	88
Tabel 5.6	Debit air pori berdasarkan waktu pemampatan….	91
Tabel 5.7	Umur Timbunan hingga Tahap Penimbunan ke-21	93
Tabel 5.8	Derajat konsolidasi tiap tahap timbunan……..	94
Tabel 5.9	Penambahan tegangan akibat 21 tahapan penimbunan. (bagian 1)……	102
Tabel 5.10	Penambahan tegangan akibat 21 tahapan penimbunan. (bagian 1)……	103

Tabel 5.11	Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah ……	104
Tabel 5.12	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT rendah ……	102
Tabel 5.13	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT tinggi…….	103
Tabel 5.14	Perhitungan perkuatan geotextile……	106
Tabel 5.15	Jumlah Kebutuhan perkuatan geotextile…….	107
Tabel 5.16	Perhitungan jumlah micropile…….	116
Tabel 5.17	Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5……..	117
Tabel 5.18	Perhitungan geotextile……	119
Tabel 5.19	Perhitungan jumlah micropile……	121
Tabel 5.20	Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5……	122
Tabel 5.21	Penentuan Besaran Hr variasi ……	124
Tabel 5.22	Perhitungan Settlement akibat Hr = 8.50 m……..	126
Tabel 5.23	Hasil Rekap Nilai Sc total dan Hr-H dengan variasi Hr……	127
Tabel 5.24	Derajat Konsolidasi dan Settlement ……..	129
Tabel 5.25	Rekapitulasi hasil ½ PVD dan 1/3 PVD…….	135
Tabel 5.26	*Rate of settlement ½ PVD dan 1/3 PVD*……..	135
Tabel 5.27	Debit air pori berdasarkan waktu pemampatan….	138
Tabel 5.28	Rekap Hasil Nilai SF terhadap keruntuhan rotasional……..	140
Tabel 5.29	Umur Timbunan hingga Tahap Penimbunan ke-23	142
Tabel 5.30	Derajat konsolidasi tiap tahap timbunan	143
Tabel 5.31	Penambahan tegangan akibat 23 tahapan (bagian1)……	149
Tabel 5.32	Penambahan tegangan akibat 23 tahapan (bagian 2). ……	150
Tabel 5.33	Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah ……..	151
Tabel 5.34	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT rendah ……	153
Tabel 5.35	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT	154

	tinggi…….	
Tabel 5.36	Perhitungan jumlah micropile……	160
Tabel 5.37	Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5……..	162
Tabel 5.38	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT tinggi…….	162
Tabel 5.39	Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT normal……	162
Tabel 5.40	Perhitungan perkuatan geotextile……	165
Tabel 5.41	Perhitungan perkuatan geotextile……	166
Tabel 5.42	Gaya Tanah Aktif……	170
Tabel 5.43	Gaya Tanah Pasif……	171
Tabel 5.44	Berat Dinding Penahan……...	172
Tabel 5.45	Perhitungan jumlah micropile…….	180
Tabel 5.46	Gaya Tanah Aktif……	182
Tabel 5.47	Gaya Tanah Pasif……	183
Tabel 5.48	Berat Dinding Penahan ……..	184
Tabel 5.49	Perhitungan jumlah micropile…….	192
Tabel 5.50	Rekap Hasil Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif terhadap A……..	196
Tabel 5.51	Rekap Hasil Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif ……..	198

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Korelasi n-SPT dengan Kedalaman ……	73
Grafik 4.2	Korelasi H VS SF dan Slope Timbunan…...	79
Grafik 5.1	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi ½ PVD Pola Segitiga……..	85
Grafik 5.2	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap ½ PVD ……..	86
Grafik 5.3	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi 1/3 PVD Pola Segitiga…….	87
Grafik 5.4	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 1/3 PVD …….	87
Grafik 5.5	Grafik Rate of settlement ½ PVD……	89
Grafik 5.6	Grafik Rate of settlement ½ PVD…….	89
Grafik 5.7	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 80% PVD ……	90
Grafik 5.8	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi ½ PVD Pola Segiempat ……	132
Grafik 5.9	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap ½ PVD …….	133
Grafik 5.10	Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi 1/3 PVD Pola Segiempat….	134
Grafik 5.11	Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 1/3 PVD ……..	
Grafik 5.12	Grafik Rate of settlement ½ PVD …….	136
Grafik 5.13	Grafik Rate of settlement ½ PVD ……	136

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan utama di propinsi Jawa Tengah. Pada saat ini, pelabuhan Tanjung Emas memiliki peranan sebagai pintu gerbang perekonomian daerah Jawa Tengah dan sekitarnya dengan fungsi sebagai terminal penumpang dan terminal barang. Jumlah kunjungan kapal pada periode 2009-2015 cenderung selalu mengalami peningkatan khusunya kunjungan kapal peti kemas, kapal general cargo dan kapal curah kering/bulk (Tanjung Emas, 2015). Perilaku pengiriman barang berbentuk curah dalam beberapa tahun terakhir pun cenderung ikut meningkat, yakni pada tahun 2009 = 38.42% ; Tahun 2010 = 43.57 %; Tahun 2011 = 65.19% (Tanjung Emas, 2015). Sebagai antisipasi terhadap lonjakan trafik komoditas curah yang mempengaruhi kapasitas tampung pada dermaga eksisting, maka Pelindo III akan melakukan penambahan fasilitas kepelabuhanan yang diperuntukkan khusus untuk melayani trafik komoditas curah. Fasilitas ini meliputi gudang, lapangan penumpukan untuk menampung curah cair serta curah kering, serta dermaga yang dikhususkan untuk melayani kapal bermuatan curah cair dan kering. Zona khusus curah ini pada masa operasinya akan mempergunakan tangki-tangki sebagai tempat penyimpanannya baik curah cair maupun curah kering, seperti pada **Gambar 1.1**.

Sesuai dengan Rencana Induk Pelabuhan Cabang Tanjung Emas Semarang periode pengembangan 2012 hingga 2031, lokasi zona khusus curah direncanakan berada di sisi wilayah barat pelabuhan eksisting dengan luas 16.7 Ha disertai pembangunan polder di salah satu sisinya seluas 6 Ha (**Gambar 1.2**). Pembangunan polder ini dimaksudkan sebagai upaya perlindungan fasilitas pelabuhan terhadap peningkatan muka air laut (*sea level rise*). Perencanaan pembangunan polder ini telah

terintegrasi dengan desain rencana dari sistem pengendalian banjir kota Semarang.

Kondisi eksisting lokasi tersebut, saat ini berupa daratan seluas 4 Ha, dan selebihnya berupa perairan (**Gambar 1.3**). Dengan demikian harus dilakukan reklamasi; hal yang perlu diperhatikan adalah daerah perairan tersebut merupakan daerah dengan kondisi tanah asli berupa lempung lunak sampai kedalaman 27 m. Selain itu, elevasi permukaan tanah asli rata-rata -2.50 mLWS dan elevasi rencana setelah reklamasi menjadi +1.5 mLws, sehingga tinggi timbunan rencana di area reklamasi adalah $\pm$ 4.0 meter; dengan kondisi tanah yang lunak, timbunan setinggi 4.0 meter serta besar beban operasional yang akan bekerja, permasalahan yang timbul adalah terjadi pemampatan pada area tersebut, serta resiko kelongsoran dari timbunan akibat pembangunan dermaga curah di salah satu sisi timbunan.

Selain perencanaan perbaikan tanah di area reklamasi, akan juga direncanakan perkuatan dinding polder dimana elevasi dasarnya -3.00 mLWS dan tinggi muka air pada kolam adalah +0.6 mLWS seperti ditunjukkan **Gambar 1.4**.

Oleh sebab-sebab diatas, dalam tugas akhir ini akan direncanakan metode perbaikan tanah di area reklamasi beserta perencanaan perkuatan timbunan disekelilingnya, dengan kondisi pada salah satu sisinya akan dibangun dermaga curah dan polder. Metode perbaikan tanah pada area reklamasi akan direncanakan dengan 2 metode yaitu metode perbaikan tanah dengan beban *surcharge preloading*, dan metode perbaikan tanah dengan *watertank preloading*. Pada kedua metode tersebut sama-sama menggunakan *Prefabricated Drains* untuk percepatan pemampatan. Perkuatan timbunan area reklamasi akan menggunakan kombinasi geotextile dan cerucuk, sedangkan untuk perkuatan disekeliling polder, akan direncanakan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah berupa gabion yang diletakkan diatas pondasi cerucuk. Dan perkuatan timbunan area reklamasi pada sisi dermaga yang akan dikeruk akan digunakan turap.

1.2 Perumusan Masalah

Mengingat kondisi tanah asli area reklamasi yang merupakan lempung lunak hingga kedalaman 27 m, timbunan rencana yang tinggi, beban operasional sebesar 4 t/m^2 yang akan bekerja, polder di salah satu sisi, serta pengerukan sisi dermaga hingga – 12 mLWS, maka beberapa permasalahan yang dapat timbul adalah sebagai berikut :

- Pemampatan pada area tersebut sangat besar,
- Waktu konsolidasi yang dibutuhkan sangat lama,
- Area tersebut dapat terjadi settlement saat beroperasi.
- Area tersebut dapat terjadi *slidding.*

Untuk mengatasi beberapa poin permasalahan diatas, maka perlu dilakukan perencanaan metode perbaikan tanah untuk memperbaiki daya dukung pada area rencana.

1.3 Batasan Masalah

Adapun lingkup pekerjaan yang akan dilakukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1) Data tanah yang dipakai data sekunder.
2) Masalah oceanografi di area reklamasi tidak dibahas.
3) Evaluasi sedimentasi dan dredging tidak dilakukan.
4) Tidak merencanakan kolam/bak air yang digunakan pada metode *watertank* preloading.
5) Tidak merencanakan metode kerja
6) Perencanaan ini sebatas pada perhitungan pematangan lahan beserta perkuatannya saja.
7) Gambar rencana yang digunakan adalah gambar rencana yang diusulkan oleh PELINDO III

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari dibuatnya tugas akhir ini adalah merencanakan metode perbaikan tanah pada area rencana reklamasi sehingga :

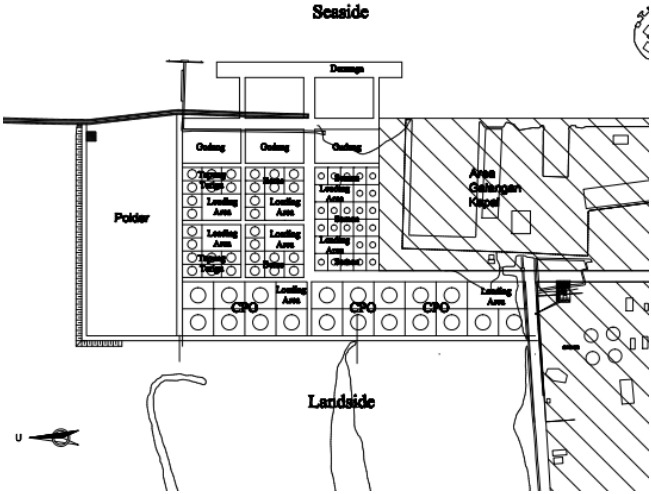
- Pemampatan pada area tersebut menjadi tidak ada,
- Waktu konsolidasi dipercepat,
- Area tersebut tidak terjadi settlement saat beroperasi.
- Area tersebut tidak terjadi *slidding* akibat pengerukan sisi dermaga, keberadaan polder dan tinggi timbunan reklamasi.

1.5 Manfaat

Dengan ditulisnya Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada penulis dan pembaca sebagai salah satu referensi studi pustaka untuk merencanakan perbaikan tanah area reklamasi dengan metode beban surcharge preloading, dan metode perbaikan tanah dengan watertank preloading.

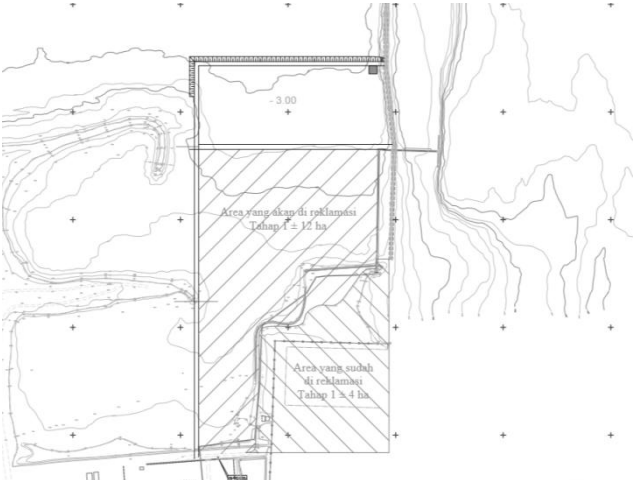
1.6 Lokasi Studi

Lokasi rencana pembangunan Pelabuhan Tanjung Emas di Semarang.

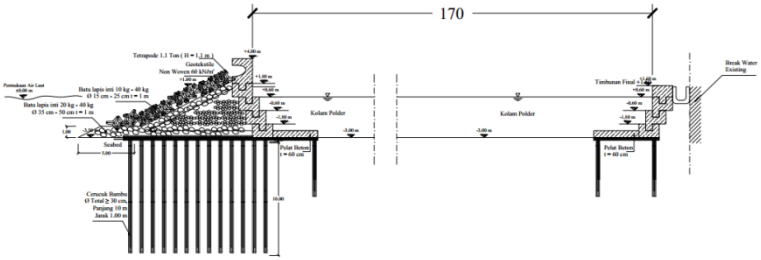


Gambar 1.1 Denah Zona khusus Curah
(sumber : Pelindo 3)

Gambar 1.2 Denah Reklamasi
(sumber : Pelindo 3)



Gambar 1.3 Layout Reklamasi
(sumber : Pelindo 3)



Gambar 1.4 Potongan memanjang
(sumber : Pelindo 3)

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Bab ini akan menjelaskan beberapa teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan perbaikan tanah area reklamasi dengan metode metode perbaikan tanah dengan beban *surcharge preloading*, dan metode perbaikan tanah dengan *watertank preloading* yang mengunakan PVD, serta perkuatan dinding polder di Tanjung Emas, Semarang

2.2 Karakteristik Tanah Dasar

Karakteristik tanah dasar (*sea bed*) sangat berpengaruh terhadap stabilitas beban reklamasi. Tanah dibawah struktur harus mampu menahan berat struktur dan gaya-gaya yang bekerja pada suatu bangunan diatasnya. Sesuai dengan data tanah yang diperoleh, kondisi tanah eksisting dapat dikelompokkan berdasarkan kedalamannya sebagai berikut :

- Kedalaman 0.00 s/d -13.00 m berupa lapisan pasir halus kelempungan sangat lepas dengan nilai N-SPT sebesar 1
- Kedalaman -13.00 s/d -27.00 m berupa lapisan lempung lunak sampai medium berwarna abu-abu dengan variasi nilai N-SPT= 4-8
- Kedalaman -28.00 s/d -40.00 m berupa lapisan lempung kaku dengan variasi nilai N-SPT= 16-18.

Tanah lempung dan mineral lampung adalah tanah yang memiliki partikel–pertikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air” (Grim,1953).

Umumnya lapisan tanah lempung memiliki daya dukung tanah yang rendah. Hal ini disebabkan banyaknya kandungan air yang tertahan didalamnya. Secara sederhana upaya perbaikan tanah yang dapat dilakukan pada lapisan tanah tersebut adalah dengan mengeluarkan air dari pori-pori tanah.

2.3 Teori *Pre-loading*

Pre-loading merupakan salah satu upaya perbaikan daya dukung tanah dengan cara memberikan beban pada tanah dasar, sehingga mempercepat terjadinya pemampatan tanah.

2.3.1 Metode Preloading

Pra Pembebanan (*Preloading*) merupakan suatu metode perbaikan tanah dengan cara menempatkan timbunan pada lokasi yang akan distabilisasi dengan berat sekurang-kurangnya sama dengan berat struktur (beban permanen) di masa mendatang. Akibat dari pembebanan tersebut, lapisan tanah akan mengalami pemampatan. Pemampatan tanah disebabkan oleh peristiwa keluarnya air pori sehingga butiran tanah mendekat satu sama lain, sehingga tanah menjadi padat. Dengan mengecilnya angka pori, naiknya berat volume tanah dan parameter kuat geser tanah maka daya dukung tanah ikut meningkat.

2.3.1.1 Perencanaan Tinggi Timbunan (H inisial dan H akhir

Tinggi timbunan pada saat pelaksanaan umumnya tidak akan sama dengan tinggi timbunan yang direncanakan. Tinggi pada saat pelaksanaan haruslah lebih tinggi dari tinggi rencana, hal ini dimaksudkan untuk menambah tinggi yang hilang akibat adanya penurunan tanah dasar yang disebabkan berat timbunan itu sendiri. Tinggi timbunan pada perencanaan ini akan dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu tinggi timbunan rencana, tinggi tinggi pelaksanaan dan tinggi timbunan kritis.

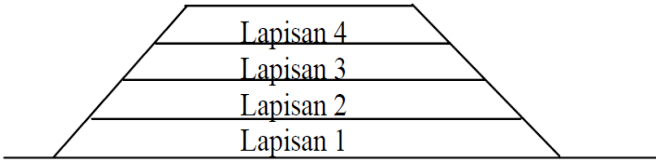
1 . $H_{akhir} = H_{awal} - Sc$ …(2.1)

2. $\mathrm{H_{awal}} = \frac{\mathrm{qi} + \mathrm{Sci}\ (\gamma_{\mathrm{timb}} - \gamma'_{\mathrm{timb}})}{\gamma_{\mathrm{timb}}}$ …(2.2)

Tinggi kritis merupakan tinggi maksimal dari timbunan yang dapat laksanakan berdasarkan dari kemampuan daya dukung tanah dasar menerima beban timbunan setinggi yang dilaksanakan.

2.3.1.2 Pembebanan Bertahap

Pada perencanaan ini akan digunakan *pre-loading* jenis *surcharge* dan *watertank*, Preloading *Surcharge* dimana tanah dasar akan dibebani dengan beban timbunan yaitu dengan menggunakan tanah timbunan itu sendiri. Dan Preloading *watertank*, dimana tanah dasar akan dibebani dengan beban air. Dikarenakan pada saat pelaksanaan penimbunan diperlukan pekerjaan pemadatan, oleh karena itu pekerjaan penimbunan tidak dapat dilakukan secara sekaligus untuk mencapai tinggi pelaksanaan melainkan diperlukanya penimbunan bertahap. Skema penimbunan bertahap data dilihat pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Penimbunan Bertahap
(sumber : Mochtar,2012)

2.3.1.3 Penambahan Tegangan Tanah akibat Timbunan (Δp)

Penambahan tegangan ini biasanya diakibatkan oleh beban yang terjadi di atas permukaan tanah dasar sebesar Δp. Dikarenakan besar pembebanan yang akan diterima tiap lapisan tanah dasar akan berbeda, sehingga diperlukan peninjauan terhadap besarnya pembebanan ini. Besar beban luar yang berupa timbunan dapat ditentukan dengan persamaan beban trapesium. Besarnya Δp pada kedalaman z adalah :

$\Delta p = I_z \times q$ …(2.3)

$q = H \times \gamma_{timbunan}$ …(2.4)

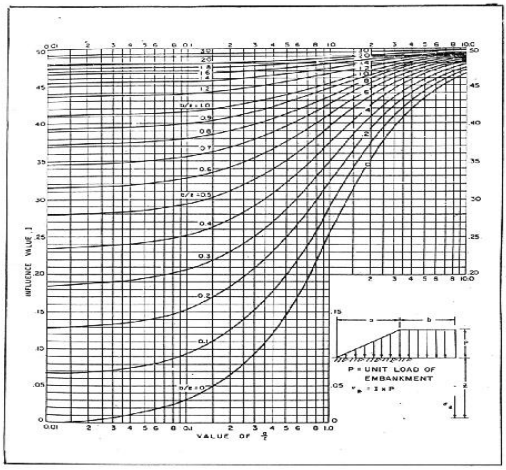
Dimana :

Iz :Faktor pengaruh kedalaman terhadap dasar timbunan, besarnya nilai pengaruh didapatkan dengan menggunakan bantuak grafik osterberg.

q : Beban timbunan

H : tinggi timbunan

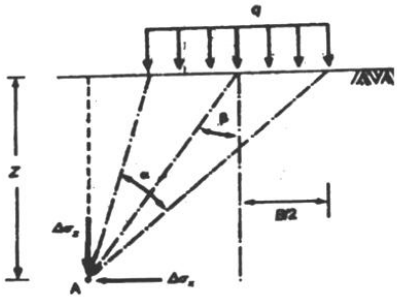
Karena nilai I ditinjau pada tengah-tengah lebar timbunan, maka untuk timbunan yang simetris nilai I yang diperoleh harus dikalikan 2.



Gambar 2.2 Grafik faktor pengaruh beban trapesium *(OSTERBERG)*

2.3.1.4 Penambahan Tegangan Tanah akibat Timbunan *Watertank* (Δp)

Penambahan tegangan ini biasanya diakibatkan oleh beban yang terjadi di atas permukaan tanah dasar sebesar Δp. Dikarenakan besar pembebanan yang akan diterima tiap lapisan tanah dasar akan berbeda, sehingga diperlukan peninjauan terhadap besarnya pembebanan ini. Besar beban luar yang berupa watertank ditentukan dengan persamaan beban lajur.



Gambar 2.3 Tambahan tegangan beban terbagi rata lajur memanjang *(sumber : Herman,2010)*

Tambahan tegangan pada titik A dalam tanah akibat beban terbagi rata q yang berbentuk lajur memanjang dipermukaan tanah dinyatakan oleh

Mencari tambahan tegangan vertikal sumbu z

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}(\alpha + \sin\alpha\cos2\beta) \quad \ldots(2.5)$$

Mencari tambahan tegangan vertikal sumbu x

$$\Delta\sigma_x = \frac{q}{\pi}(\alpha - \sin\alpha\cos2\beta) \quad \ldots(2.6)$$

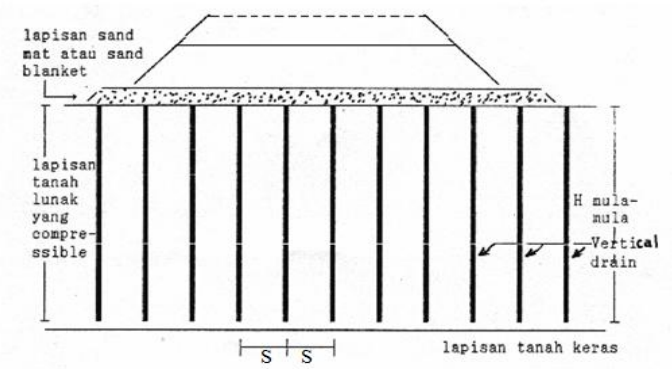
Mencari tambahan tegangan geser

$$\tau_{xz} = \frac{q}{\pi}(\sin\alpha\sin2\beta) \quad \ldots(2.7)$$

dengan α dan β dalam radian yaitu sudut seperti yang ditunjukkan **Gambar 2.3**

2.3.2 Metode Percepatan Pemampatan

Pada tanah lempung dan lanau proses pemampatan tanah terjadi sangat lama, bahkan dapat berlangsung hingga puluhan bahkan ratusan tahun. Hal ini dikarenakan pada jenis tanah ini memiliki derajat kejenuhan yang tinggi dan permeabilitas yang rendah. Sehingga diperlukanya perbaikan tanah untuk dapat mempercepat terjadinya keluarnya air pori dalam tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memperbesar permeabilitas tanah dengan menggunakan *vertical drain.* sketsa pemasangan *vertical drain* dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 Skema Pemasangan *Vertical Drain* (*sumber : Mochtar, 2012*)

2.3.2.1 Menentukan Kedalaman PVD

Besarnya kedalaman PVD (*Prevabricated Vertical Drain*) terpasang yang diperlukan adalah sedalam kedalaman lapisan tanah yang terkonsolidasi *compressible*, biasanya dengan nilai n-spt = 0-10 atau tanah sedang medium stiff.

2.3.2.2 Menentukan Lamanya Konsolidasi

Sistem drainase vertikal telah dijelaskan oleh Baron (1948) berdasarkan teori aliran arah vertikal yang menggunakan asumsi Terzaghi tentang konsolidasi linear sartu dimensi. Teori Barron menjelaskan beberapa anggapan, yaitu:

1. Lempung jenuh air dan homogen.
2. Semua regangan tekan (compressive strain) dalam tanah bekerja arah vertikal.
3. Aliran air pori horizontal, tidak ada aliran arah vertikal.
4. Kebenaran hukum Darcy tentang koefisien permeabilitas (k) pada semua lokasi.
5. Air dan butiran tanah relatif tak termampatkan dibandingkan dengan kemampumampatan struktur susunan partikel tanah lempung.

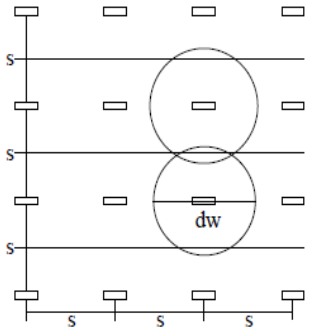
6. Beban tambahan pada mulanya diterima oleh air pori sebagai tegangan air pori (u).
7. Pada *vertical drain* tidak terjadi tegangan pori yang melebihi tegangan hidrostatis.
8. Daerah pengaruh aliran dari setiap drain berbentuk silinder.

Teori ini menetapkan hubungan antara waktu, diameter, jarak antar drain, koefisien konsolidasi dan rata-rata derajat konsolidasi. Pernentuan waktu konsolidasi dari teori ini dapat dibuat persamaan sebagai berikut:

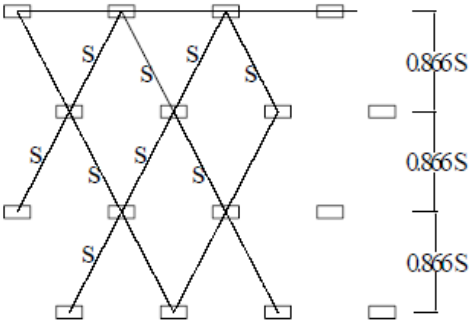
$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times Ch}\right) \times F(n) \times ln\left(\frac{1}{1-\overline{Uh}}\right) \quad \ldots(2.8)$$

Dimana :

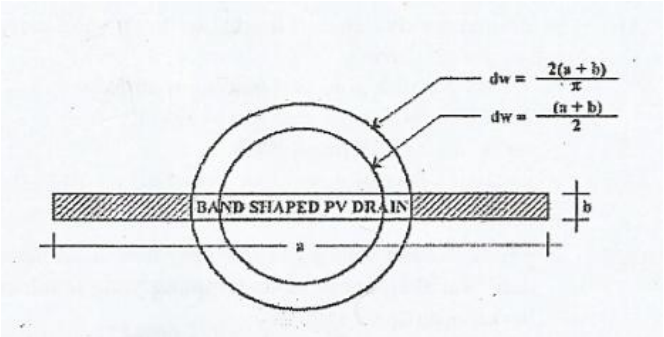
t	:	waktu yang diperlukan untuk mencapai Uh
D	:	diameter ekivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari vertical drain 1.13 x S, untuk pola susunan bujursangkar, dan 1.05 x S, untuk pola segitiga
Ch	:	koefisien konsolidasi tanah untuk drainase horisontal
$\overline{\boldsymbol{Uh}}$	:	derajat konsolidasi tanah rata-rata pada kedalaman z akibat drainase horisontal



Gambar 2.5 Pola susunan bujur sangkar D = 1,13.S
(sumber : Mochtar, 2012)



Gambar 2.6 Pola susunan segitiga D = 1,05.S
(sumber : Mochtar, 2012)



Gambar 2.7 Diameter lingkaran ekivalen untuk PVD
(sumber : Mochtar, 2012)

Fungsi F(n) merupakan fungsi hambatan akibat jarak antar titik pusat PVD, oleh Hansbo (1979) dalam Mochtar (2012) harga F(n) didefinisakan sebagai berikut

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right)\left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2}\right)\right] \quad \ldots(2.9)$$

atau

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right)\left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4n^2}\right)\right] \quad \ldots(2.10)$$

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 $\left(\frac{n^2}{n^2-1}\right) \approx 1$;

Jadi:

F(n) = ln(n) – ¾, atau

F(n) = ln(D/dw) – ¾

Hansbo (1979) dalam Mochtar (2012) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{D^2}{8.Ch}\right).(F(n) + Fs + Fr).\ln\left(\frac{1}{1-\overline{Uh}}\right) \quad \ldots(2.11)$$

Dimana:

t : waktu yang diperlukan untuk mencapai Uh

D : diameter ekivalen dai lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertikal drain*
1.13 x S, untuk pola susunan bujursangkar, dan
1.05 x S, untuk pola segitiga

S : jarak antar titik pusat PVD

Ch : koefisien konsolidasi tanah untuk drainase horisontal (kh/kv). Cv

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

F(n) : faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD

Fr : faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri

Fs : faktor hambatan tanah yang terganggu (*disturbe*)

$\overline{Uh}$: derajat konsolidasi akibat aliran air arah horizontal

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

$$\boldsymbol{Fr = \pi . z . (L - z) . \left(\frac{kh}{qw}\right)} \quad \ldots(2.12)$$

dimana:

z	kedalaman titik yang ditinjau pada PVD terhadap permukaan tanah
L	panjang aliran
Kh	koefisien permeabilitas arah horisontal dalam tanah yang tida terganggu
qw	*discharge capacity* dari drain (tergantung dari jenis PVDnya)

Fs merupakan faktor yang disebabkan oleh ada tidaknya perubahan pada tanah disekitar PVD akibat pemancangan PVD tersebut. Faktor ini memasukan pengaruh "disturbance" (gangguan) terhadap tanah karena pemancangan tersebut. Fs dapat dirumuskan sebagai berikut : (Hansbo, 1979 dalam Mochtar 2012).

$$\boldsymbol{Fs = \left(\frac{kh}{ks} - 1\right) . ln \left(\frac{ds}{dw}\right)} \quad \ldots(2.13)$$

dimana:

ks	koefisien permeabilitas arah horisontal pada tanah sudah terganggu
ds	diameter daerah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*
dw	diameter lingkaran ekivalen untuk PVD

Berdasarkan Mochtar (2012) adanya faktor Fs dan Fr cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Dari penyelidikan diketahui bahwa faktor yang paling penting adalah F(n). Besar faktor (Fs) dapat mendekati atau bahkan sedikit lebih besar dari F(n), tergantung dari besarnya kerusakan pada tanahnya akibat pemancangan PVD. Dari data lapangan didapatkan Fs/F(n) dapat berkisar antara 1 sampai 3. Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa F(n) =

Fs. Pengaruh perlawanan aliran (Fr) umumnya kecil dan tidak begitu penting, maka harga Fr dapat dianggap nol.
Dengan memasukan asumsi-asumsi diatas, persamaan waktu konsolidasi berubah menjadi:

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times Ch}\right).\left(2.F(n)\right).ln\left(\frac{1}{1-\overline{Uh}}\right) \quad \ldots(2.14)$$

dimana:

t : waktu yang diperlukan untuk mencapai Uh
D : diameter ekivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*
Ch : koefisien konsolidasi tanah akibat aliran pori arah horisontal
F(n) : faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
$\overline{Uh}$: derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah horisontal

Dengan memasukan harga t tertentu, dapat dicari $\overline{Uh}$ pada bagian lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran air pori arah horisontal, juga terjadi konsolidasi akibat aliran air pori arah vertikal $\overline{Uv}$. Dalam Das (1988) harga Uv ini dicari dengan rumus:

Untuk $\overline{Uv}$ = 0 sampai 60%, $\overline{Uv} = \left(2\sqrt{\frac{Tv}{\pi}}\right) \times 100\%$

Untuk $\overline{Uv}$ > 60%, $\overline{Uv} = (100 - 10^a)\%$

dimana: $a = \frac{1{,}781 - Tv}{0{,}933}$

Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari:

$$\overline{U} = \left[1 - \left(1 - \overline{Uh}\right).(1 - Uv)\right] \times 100\% \quad \ldots(2.15)$$

Bahan material PVD adalah bahan produksi pabrik yang terdiri dari inti plastik memanjang dengan bentuk penampang tertentu diselimuti dengan lembaran geotextile yang merupakan satu kesatuan komposit menjadi suatu drainase vertikal untuk mempercepat konsolidasi tanah. Sedangkan bahan material PHD juga merupakan suatu komposit yang terdiri dari inti plastik dan

diselimuti geotextile non woven. Inti yang digunakan merupakan lembaran tipis memanjang tanpa terputus yang berguna untuk mengalirkan air secara horizontal drain dan berfungsi meneruskan air dari vertikal drain. Pemilihan PHD yang digunakan harus berdasarkan debit maksimum aliran air horizontal. Debit maksimum aliran air horizontal pad 1 lajur PHD dapat diestimasi dengan persamaan berikut:

$Q = N \times q$ …(2.16)

Dimana :

Q : debit maksimum aliran air horizontal
N : jumlah ujung PVD pada 1 lajur PHD
q : debit setiap 1 titik ujung PVD

2.3.3 Daya Dukung

Konsolidasi merupakan proses pengaliran air tanah keluar serta pengurangan volume tanah, yang terjadi pada lempung dan lanau yang jenuh air akibat proses pembebanan tanah. Akibat terjadinya konsolidasi pada suatu lapisan tanah, maka lapisan tanah yang bersangkutan menjadi lebih padat yang berarti kekuatan tanah juga meningkat sebagai akibat kenaikan harga Cu (*undrained shear strength*)

Besarnya kenaikan daya dukung tanah dapat dihitung dengan menghitung kenaikan kekuatan geser undrained yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan (Ardana dan Mochtar, 1999):

a) Untuk harga PI tanah <120%,
   Cu (kg/cm^2) = 0,0737 + (0,1899 – 0,0016 PI) $\boldsymbol{\sigma_p'}$ …(2.17)
b) Untuk harga PI tanah >120%,
   Cu (kg/cm^2) = 0,0737 + (0,0454 – 0,00004 PI) $\boldsymbol{\sigma_p'}$ …(2.18)

σ_p' : tegangan tanah vertikal efektif (kg/cm^2)

Harga σ_p' dapat dicari dengan :

$$\sigma_p' = \left(\frac{p_o' + \Delta_p}{p_o'}\right)^U . p_o' \quad \text{…(2.19)}$$

Bila
U = 100% = 1 → $\sigma p' = po' + \Delta p'$
U < 100% → $\sigma p' < po' + \Delta p'$
po' : tegangan *overburden*

2.3.4 Settlement

Penurunan tanah (*settlement*) merupakan hasil dari penurunan bahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Dimana pada penurunan ini terjadi tiga tahap pemampatan yaitu pemampatan awal, konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder.
Menurut Das (1988) secara umum, penurunan/settlement pada dasar tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Penurunan Segera (*Immediate Settlement)*
   Merupakan penurunan tanah akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.
2. Penurunan Konsolidasi (*Consolodation Settlement*)
   Merupakan hasil dari penurunan bahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Dimana pada penurunan ini terjadi tiga tahap pemampatan :
   a. *Tahap I*
      Pemampatan awal (*initial compression*), yang pada umumnya disebabkan oleh pembebanan awal (*pre-loading*).
   b. *Tahap II*
      Konsolidasi Primer (*primary consolidation*), yaitu periode selama tekanan air pori secara lambat laun dipindahkan ke dalam tegangan efektif, sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori.

      Suatu tanah di lapangan pada suatu kedalaman tertentu telah mengalami "tekanan efektif maksimum akibat berat tanah di atasnya" (*maximum*

effective overburden pressure) dalam sejarah geologisnya. Tekanan efektif *overburden* ini mungkin sama dengan atau lebih kecil dari tekanan *overburden* yang ada pada saat pengambilan contoh tanah. Sehingga dalam Das (1988) mendefinisikan hal ini menjadi dua jenis tegangan berdasarkan pada sejarahnya:

a) Terkonsolidasi secara normal (normally consolidated), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini adalah merupakan tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah itu. Sehingga untuk (NC Soil) dapat dibuat persamaan menjadi:

$$Sc = \frac{Cc\ .H}{1+e0}\log\left(\frac{po+\Delta p}{po}\right) \quad \ldots(2.20)$$

b) Terlalu terkonsolidasi (overconsolidated), dimana tekanan efektif overburden pada saat ini adalah lebih kecil dari tekanan yang pernah dialami oleh tanah itu sebelumnya. Tekanan efektif overburden maksimum yang pernah dialami sebelumnya dinamakan tekanan prakonsolidasi (preconsolidation pressure).Sehingga untuk (OC Soil) dapat dibuat persamaan menjadi:

Apabila, $po + \Delta p \leq pc$:

$$Sc = \frac{Cs\ .H}{1+e0}\log\left(\frac{po+\Delta p}{po}\right) \quad \ldots(2.21)$$

Sedangkan bila, $po + \Delta p > pc$:

$$Sc = \frac{Cs\ .H}{1+e0}\log\frac{pc}{po} + \frac{Cc\ .H}{1+e0}\log\left(\frac{po+\Delta p}{pc}\right) \quad \ldots(2.22)$$

Dimana :

Sc : pemampatan konsolidasi
H : tebal lapisan tanah (*compressible soil*)
e0 : angka pori awal dari lapisan tanah
Cc : *Compression Index* dari lapisan tanah
Cs : *Swelling Index* dari lapisan tanah
Po tekanan tanah vertikal efektif disuatu titik di tengah-tengah lapisan tanah akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut

Pc effective past overburden pressure, tegangan kosolidasi efektif dimasa lampau yang lebih besar dari po

Catatan :
Tanah lunak di Indonesia umumnya dapat diangggap sebagai tanah agak *over consolidated*, sehingga :
Pc = po + fluktuasi terbesar muka air tanah

Terzaghi dan Peck (1967) dalam Das (1988) menyarankan pemakaian persamaan empiris untuk menghitung indeks pemampatan (Cc) :

a) Untuk lempung yang struktur tanahnya tak terganggu (*undistrubed*)
   Cc = 0,009 (LL – 10) …(2.23)
b) Untuk lempung yang terbentuk kembali (*remolded*)
   Cc = 0,007 (LL – 10) …(2.24)

dimana LL = batas cair dalam persen

Pada umumnya, apabila tidak tersedia data konsolidasi hasil percobaan di laboratorium, persamaan jenis undistrubed sering digunakan untuk menghitung konsolidasi primer yang terjadi di lapangan. Adapula pengembangan lainya untuk harga indeks pemampatan (Cc) dari perumusan-perumusan tersebut, menurut Rendon-Herrero (1980) dalam Das (1988) sebagai berikut: …(2.25)

a) Cc = 0,007 (LL-7) (skemton, *remolded clay*)
b) Cc = 0,01 Wn (lempung chicago)
c) Cc = 1.15 Wn (semua lempung)
d) Cc = 0,3 (e0 – 0,27) (tanah kohesif organik)
e) Cc = 0,0115 Wn (tanah organik)
f) Cc = 0,0046 (LL – 9) (lempung brazil)
g) Cc = 0,75 (e0 – 0,5) (tanah dengan platisitas rendah)
h) Cc = 0,208e0 + 0,0083 (lempung chicago)
i) Cc = 0.156e0 + 0.0107 (semua lempung)

Dimana :

eo angka pori tanah dilapangan

Wn kadar air lapangan

Sedangkan untuk indeks pemuaian (Cs), biasanya dapat ditentukan di laboratorium. Pada umumnya menurut Das (1988):

$$Cs \cong \frac{1}{5} sampai \frac{1}{10} Cc \qquad \ldots(2.26)$$

c. *Tahap III*

Konsolidasi Sekunder (*secondary consolidation*), yang terjadi setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Pemampatan yang terjadi di sini adalah disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

2.3.5 Waktu Penurunan Tanah

a. Lamanya Penurunan Tanah

Dari perumusan-perumusan Terzaghi dalam Das (1988) lama waktu konsolidasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t = \frac{Tv \times Hdr^2}{cv} \qquad \ldots(2.27)$$

Dimana :

t lamanya waktu konsolidasi

Tv Faktor waktu terhadap derajat konsolidasi (tabel 2.1)

Cv koefisien konsolidasi vertikal (cm^2/s)

Hdr panjang aliran air pori dalam tanah. Pada perumusanya hal ini dibedakan menjadi dua jenis,

1/2Hdr dimana arah aliran air pori dua arah (ke atas dan ke bawah)

Hdr dimana arah aliran air posi satu arah (ke atas atau ke bawah)

b. Parameter Tanah untuk Lamanya penurunan Konsolidasi

(1) Faktor Waktu

Merupakan fungsi dari derajat konsolidasi rata-rata (U%) dimana tegangan air pori (Uo) adalah sama untuk seluruh keadaan lapisan yang mengalami konsolidasi. Dalam Das (1988), hal ini dapat dinyatakan dengan suatu hubungan yang sederhana :

Untuk U = 0 sampai 60%,

$$Tv = \frac{\pi}{4}\left(\frac{U\%}{100}\right)^2 \quad \ldots(2.28)$$

Untuk U > 60%,

$$Tv = 1{,}781 - 0{,}933\log(100 - U\%) \quad \ldots(2.29)$$

Dari perumusan tersebut, Das (1988) menyajikanya dalam tabel berupa variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi untuk seluruh kedalaman lapisan

Tabel 2.1 Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi U%	Faktor waktu (Tv)
0	0
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,287
70	0,403
80	0,567
90	0,848
100	□

(Sumber : Das, 1988)

(2) Koefisien konsolidasi vertikal (Cv)

Untuk jenis tanah heterogen, yang memiliki jenis tanah dan nilai Cv yang berbeda antar lapisanya harus diperhitungkan koefisien rata-ratanya. Menurut ABSI (1965) dalam Wahyudi (1997), hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Cv_{rata-rata} = \frac{(\sum hi)^2}{\left(\sum \frac{hi}{\sqrt{Cvi}}\right)^2} \quad \ldots(2.30)$$

Dimana:

hi : tebal lapisan i

Cvi : harga Cv dilapisan i

2.4 Metode Peningkatan Daya Dukung Tanah

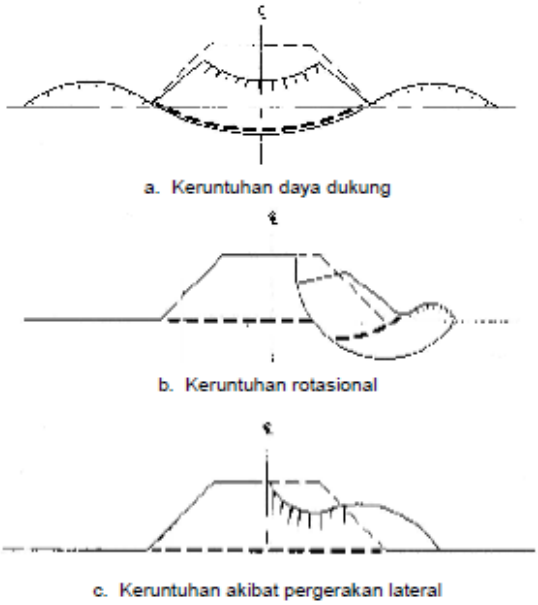
Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dalam memikul tekanan atau melawan penurunan akibat pembebanan. Daya dukung tanah dipengaruhi beberapa faktor antara lain :

- Sifat dasar tanah
- Pengaruh air tanah
- Bentuk pondasi diatasnya

Beberapa metode perbaikan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah bertujuan agar daya dukung tanah pada area reklamasi meningkat.

2.4.1 Perkuatan dasar timbunan menggunakan *Geotextile*

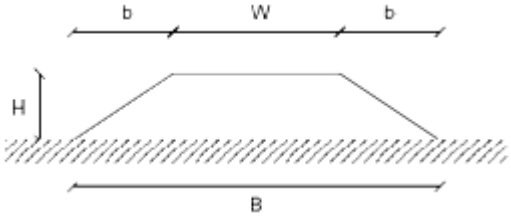
Ada tiga kondisi yang harus ditinjau dalam perencanaan stabilitas *embankment* diatas tanah lunak yang diperkuat dengan bahan *geotextile*, yaitu:



Gambar 2.8 Mode Keruntuhan pada Timbunan
(sumber : Hotlz dkk, 1998)

A. Keruntuhan daya dukung

Kondisi keruntuhan daya dukung tercapai bila terjadi longsor pada timbunan, akibat daya dukung tanah dasar tidak mampu menahan beban timbunan diatasnya.



Gambar 2.9 Simbol Dimensi Timbunan
(sumber : Perkuatan Tanah dengan Geosintetik, PU)

Kekuatan daya dukung tanah dasar terlebih dahulu di cek dengan menggunakan rumus kapasitas daya dukung ultimit :

Qu = Cu Nc ...(2.31)

Dengan pengertian :

Qult = kapasitas daya dukung ultmit (kN/m^2)
Cu = kuat geser tak terdrainase/undrained (kN/m^2)
Nc = faktor daya dukung =5.14 + 0.5 (D/B)
B = lebar dasar timbunan (m)
D = ketebalan rata-rata tanah lunak (m)

Menghitung beban maksimum pada kondisi tanpa geositentik

Pmax = γt H + q ...(2.32)

Dengan pengertian :

Pmax = beban Maksimum (kN/m^2)
γt = berat isi tanah timbunan (kN/m^3)
H = tinggi timbunan
q = beban merata (kN/m^2)
D = ketebalan rata-rata tanah lunak (m)

Menghitung faktor keamanan pada kondisi tanpa geositentik

Fku = $\frac{qu}{Pmax}$ ...(2.33)

Menghitung beban maksimum pada kondisi dengan geositentik

Pag = $\frac{Ag\ \gamma t}{B}$ ...(2.34)

dimana :

Pavg = beban Maksimum (kN/m^2)
γt = berat isi tanah timbunan (kN/m^3)
Ag = luas penampang timbunan (m^2)
q = beban merata (kN/m^2)
D = ketebalan rata-rata tanah lunak (m)

Menghitung faktor keamanan pada kondisi dengan geositentik

Fku = $\frac{qu}{Pavg}$ ...(2.35)

Bila nilai Fku tidak memenuhi, maka pertimbangkanlah menggunakan beberapa alternatif seperti melakukan penimbunan bertahap dan *vertical drain*.

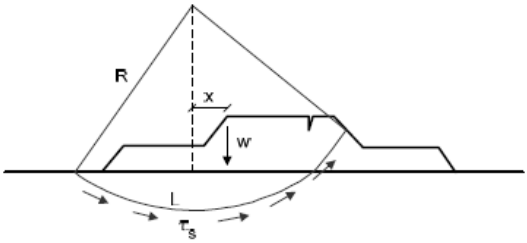
B. Keruntuhan rotasional

Melakukan analisis bidang rotasional pada timbunan yang tidak diperkuat untuk menentukan bidang keruntuhan kritis dan faktor keamanan.

Fku $= \frac{Mr}{Md}$ ...(2.36)

dimana :

Fku = faktor keamanan geser rotasional tanpa perkuatan
Md = Momen Pendorong (kN.m)
Mr = Momen Penahan (kN.m)



Gambar 2.10 Internal Stabilitas Geotextile
(sumber : Hotlz dkk, 1998)

Apabila faktor keamanan lebih kecil daripada nilai minimum yang dibutuhkan, maka hitung kekuatan geosintetik yang dibutuhkan (Tg) untuk memperoleh faktor keamanan yang ditargetkan**.**

Tg $= \frac{FKR.Md - Mr}{R\ cos\ (\theta - \beta)}$ ...(2.37)

dimana :

Tg = kekuatan geosintetik yang dibutuhkan (kN)
R = jari-jari longsor (m)
θ = sudut antara garis tangen busur lingkaran dan

garis horisontal (^{o})

β = sudut orientasi geosintetik dengan garis horisontal (^{o})

Dimana nilai β,

β = 0 untuk tanah pondasi yang getas dan sensitif (contohnya lempung marina yang terlindikan) atau jika suatu lapisan kerak permukaan (*crust*) akan dipertimbangkan dalam analisis untuk meningkatkan daya dukung

β= θ/2 untuk D/B < 0.4 dan tanah dengan kompresibilitas sedang hingga tinggi (contohnya lempung lunak dan gambut)

β= θ untuk D/B ≥ 0.4 dengan tanah yang sangat kompresibel (contohnya lempung lunak dan gambut); dan perkuatan dengan regangan potensial (εrencana ≥ 10%) serta jika deformasi yang besar dapat diijinkan.

β = 0 jika terdapat keraguan !

Kekuatan geosintetik yang dibutuhkan untuk stabilitas geser rotasional (Tg) harus dinaikkan untuk memperhitungkan kerusakan saat pemasangan dan durabilitas.

$$\mathbf{T_{g,ult} = T_g . RF_{ID}} \quad ...(2.38)$$

dimana :

Tg,ult = kekuatan geosintetik ultimit yang dibutuhkan untuk stabilitas geser rotasional (kN)

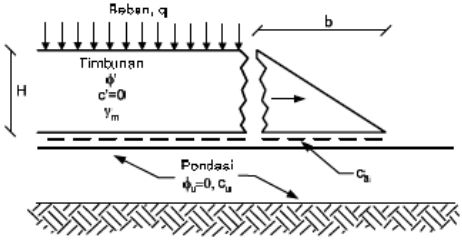
RFID = faktor reduksi kerusakan saat instalasi; Nilainya bervariasi antara 1,05 sampai dengan 3,0, tergantung pada gradasi material timbunan dan berat geosintetik per berat isi. Nilai minimum biasanya diambil 1,1

RFD = faktor reduksi ketahanan terhadap mikroorganisme, senyawa kimia,oksidasi panas dan retak tegangan

(*stress cracking*). Nilainya bervariasi antara 1,1 sampai dengan 2,0. Faktor reduksi minimum adalah 1,1.

C. Keruntuhan pergerakan (gelincir) lateral

Melakukan analisis bidang rotasional pada timbunan yang tidak diperkuat untuk menentukan bidang keruntuhan kritis dan faktor keamanan



Gambar 2.11 Putusnya Perkuatan dan Tergelincirnya Timbunan *(sumber : Hotlz dkk, 1998)*

Apabila faktor keamanan lebih kecil daripada nilai minimum yang dibutuhkan, maka hitung kekuatan geosintetik yang dibutuhkan (Tls) untuk memperoleh faktor keamanan yang ditargetkan**.**

$$FK_R = \frac{b.c_a + T_{ls}}{\frac{1}{2}\gamma_m H^2 K_a + q.H.K_a} \quad \text{atau:}$$

$$T_{ls} = \frac{1}{2}.FK_R.H.Ka.(\gamma_m H + 2.q) - b.c_a \qquad ...(2.39)$$

dimana :

Tls = kekuatan geosintetik yang dibutuhkan untuk stabilitas lateral (kN)

FKR = faktor keamanan pergerakan (gelincir) lateral yang ditargetkan

H = tinggi timbunan (m)

Ka = tan (45- $\frac{\phi}{2}$) = koefisien tekanan tanah aktif
γm = berat isi tanah timbunan (kN/m^3)
q = beban (kN/m^2)
= lebar lereng timbunan (m)
ca = kohesi antara geosintetik-timbunan (kN/m^2); ca sebaiknya diasumsikan 0 untuk tanah pondasi yang sangat lunak dan timbunan rendah.

Kekuatan geosintetik yang dibutuhkan untuk stabilitas gelincir lateral (Tls) harus dinaikkan untuk memperhitungkan kerusakan saat instalasi, rangkak dan durabilitas:

$$T_{ls,ult} = T_{ls}. RF_{IDx}RF_D xRF_{CR} \quad ...(2.40)$$

dimana :

Tls,ult = kekuatan geosintetik ultimit yang dibutuhkan untuk stabilitas lateral (kN)
RF_{ID} = faktor reduksi kerusakan saat instalasi; Nilainya bervariasi antara 1,05 sampai dengan 3,0, tergantung pada gradasi material timbunan dan berat geosintetik per berat isi. Nilai minimum biasanya diambil 1,1
RF_D = faktor reduksi ketahanan terhadap mikroorganisme, senyawa kimia,oksidasi panas dan retak tegangan (*stress cracking*). Nilainya bervariasi antara 1,1 sampai dengan 2,0. Faktor reduksi minimum adalah 1,1.
RF_{CR} = faktor reduksi rangkak, yaitu perbandingan kuat tarik puncak terhadap kuat batas rangkak dari uji rangkak di laboratorium. **Tabel 2.2** memperlihatkan rentang umum nilai RFCR untuk geosintetik berjenis polimer

Tabel 2.2 Rentang RF_{CR} Geosintetik Jenis Polimer

Jenis Polimer	**RF_{CR}**
Poliester	1.6-2.5
Polipropilena	4.0-5.0
Polietilena	2.6-5.0

(Sumber : Holtz dkk,1998)

2.4.2 Teori Cerucuk Bambu

Pemasangan cerucuk bambu berfungsi untuk meningkatkan daya dukung tanah yang sangat lunak. Pemasangan cerucuk kedalam tanah lunak maka cerucuk bambu tersebut akan memotong bidang longsor (*slidding plane*) sehingga kuat geser tanah akan meningkat secara keseluruhan (Prof Roeseno,1998)

Perhitungan analitis kebutuhan cerucuk per-meter telah dikembangkan oleh Mochtar (2000). Pada perhitungan tersebut, terlebih dahulu ditentukan kekuatan 1 (satu) buah cerucuk untuk menahan gaya horizontal, kemudian bedasarkan perbandingan dari besarnya momen penggerak dengan momen penahan yang dibutuhkan ditentukan jumlah tiang/cerucuk yang diperlukan. Sesuai dengan syarat kestabilan lereng, maka dengan pemberian cerucuk harga angka keamanan dari kestabilan lereng harus dibuat minimum 1,10 untuk kondisi dengan beban sementara (kendaraan) dan sekurang-kurangnya 1,50 minimum untuk kondisi beban timbunan *embankment* saja.

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

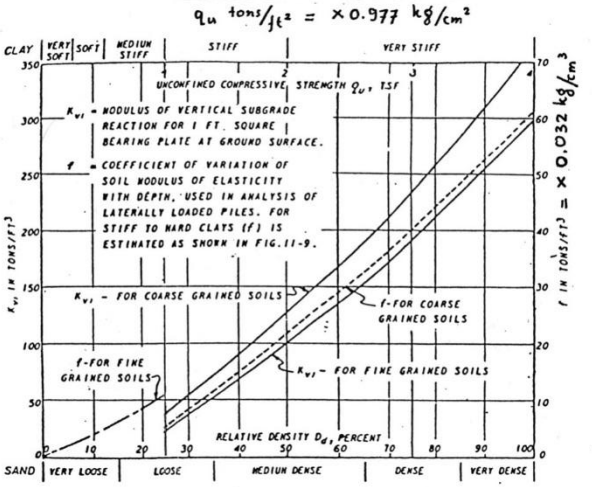
a) Perhitungan kekuatan 1 (satu) buah cerucuk terhadap gaya horizontal.
   - Menghitung faktor kekakuan relatif (T).

$$T = \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \qquad ...(2.41)$$

Dimana:

E	=	modulus elastisitas tiang (cerucuk), kg/cm^2
I	=	momen inersia tiang (cerucuk), cm^4
f	=	koefisien darl variasi modulustanah, kg/cm^3
T	=	dalam cm

Harga f didapat Design Manual, NAVFAC DM-7 1971 yang merupakan grafik hubungan antara f dengan *unconfined compression strength*, (lihat **Gambar 2.12**)



Gambar 2.12 *Grafiik untuk Mencari Harga f untuk berbagai jenis tanah. (NAVFAC DM-7, 1971)*

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

$Mp = F_m(P.T)$ ...(2.41)

Dimana:

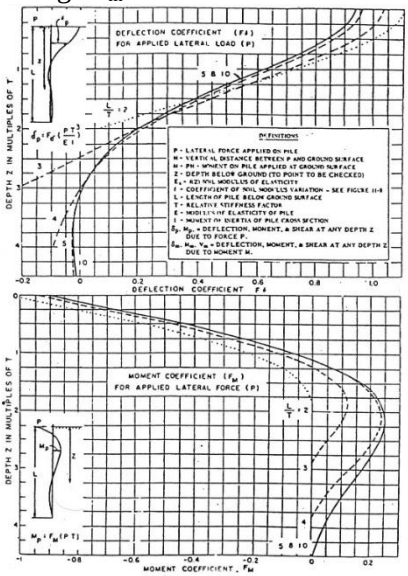
Mp : momen lentur yang bekerja pada cerucuk akibat beban P, kg-cm

F_M : koefisien momen akibat gaya lateral P

P : gaya horisontal yang diterima cerucuk, kg

T : faktor kekakuan relatif, cm

Dengan merencanakan panjang cerucuk yang tertahan di bawah/atas bidang gelincir (L) didapat L/T. Sehingga harga L/T pada kedalaman (Z) dengan bantuan dari Design Manual, NAVFAC DM-7 1971maka didapatkan harga F_m.



Gambar 2.13 *Grafik untuk mencari besarnya FM (NAVFAC DM-7, 1971*

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

$$P = \frac{Mp}{F_M x T} \qquad ...(2.42)$$

Gaya maksimal Pmax yang dapat ditahan oleh satu cerucuk terjadi bila Mp = momen maksimum lentur bahan cerucuk. Bila kekakuan bahan dan dimensi bahan diketahui, maka

$$MP_{\max} 1cerucuk = \frac{\sigma_{max} bahan x In}{C} \qquad ...(2.42)$$

Atau

$$MP_{\max} 1cerucuk = .\sigma_{\max} .w \qquad ...(2.43)$$

Dimana :

σ_{max} : Tegangan tarik/tekan maksimum dari bahan cerucuk.

In : Momen inersia penampang cerucuk terhadap garis yang melewati penampang.

C : $\frac{1}{2}$ D, D = diameter cerucuk.

W : $\frac{In}{C}$

Jadi

Pmax 1 cerucuk = $\frac{Mp_{\max} 1cerucuk}{F_M x T}$ ...(2.44)

c) Menghitung banyaknya tiang/cerucuk per-meter.

Untuk menghitung jumlah kebutuhan cerucuk maka perlu ditentukan gaya horizontal total yang terjadi pada bidang gelincir (Pt). Pt didapat dengan mengetahui besarnya momen penahan yang dibutuhkan (yaitu momen penahan yang telah ditingkatkan).

$$SF_{\min} = \frac{Momen\ penahan(RM)}{Momen\ penggerak(OM)} \quad ...(2.45)$$

Dimana:
SF = Safety Factor
RM = ΣCu.L.R
Cu = tegangan geser undrained tanah dasar
L = panjang bidang gelincir, dan
R = jari-jari putar bidang gelincir
Maka,
OM = RM/SF ...(2.46)
SF yang diinginkan = RM yang diinginkan/OM ...(2.47)
SF yang ada = RM yang ada/OM ...(2.48)
RM = (SF yang diinginkan - SF yang ada) x OM ...(2.49)

Tambahan RM tersebut ditimbulkan oleh adanya cerucuk.
Jumlah cerucuk yang dibutuhkan, n, adalah :
Pt x R = (SF yang diinginkan - SF yang ada) x OM ...(2.50)
n x Pmax I cerucuk x R = (SF yang diinginkan - SF yang ada) x OM ...(2.51)

$$n = \frac{(SF\ yang\ diinginkan - SF\ yang\ ada)xOM}{P_{\max}1cerucuk\,xR} \quad ...(2.52)$$

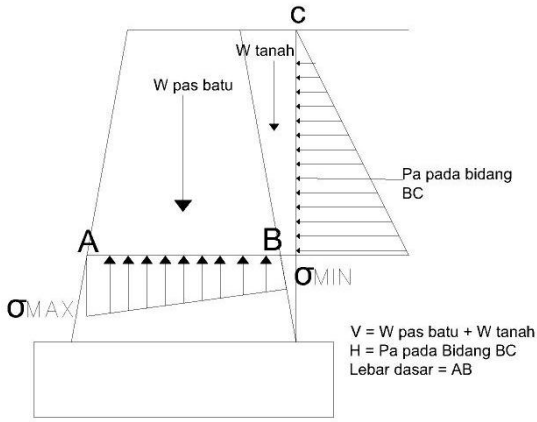
2.5 Perencanaan Dinding Penahan

Dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug. Kestabilan dinding tanah diperoleh terutama dari berat striuktur itu sendiri. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah, sangat bergantung pada gerakan kearah lateral tanah relatif terhadap dinding. Tipe dinding penahan tanah yang akan digunakan adalah dinding penahan tanah tipe dinding gravitasi yang terbuat dari pasangan batu, sedangkan Tipe dinding penahan tanah yang akan digunakan sebagai

Perkuatan Polder adalah Bronjong gabion berisi batu pecah dengan pelapisan *Geomembrane*.

2.5.1 Dinding Penahan

Dimensi dinding penahan harus dibuat sedemikian sehingga tidak terdapat tegangan Tarik pada badan dinding, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :



Gambar 2.14 Tegangan pada bidang AB dari dinding gravitasi (*Hardiyatmo,2010*)

1) Tegangan vertical maksimum (desak) pada badan dinding
$\sigma = \frac{V}{B}(1 + \frac{6e}{B}) \leq$ kuat desak ijin bahan dinding ...(2.53)
2) Tegangan vertical minimum pada badan dinding :
$\sigma = \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{B}}(1 - \frac{\boldsymbol{6e}}{\boldsymbol{B}}) \geq 0$ ...(2.54)
3) Gaya lintang pada badan dinding :
$\tau = \frac{H}{B} \leq$ kuat geser ijin bahan dinding ...(2.55)

Dimana:
V, H = Komponen gaya vertical dan horizontal

B = Lebar bagian potongan yang ditinjau
e = eksentrisitas

- Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Tekanan tanah aktif total (Pa) untuk dinding penahan setinggi H dinyatakan oleh persamaan

$Pa = 0.5\ H^2\ \gamma\ Ka$ ...(2.56)

Dengan arah garis kerja tekanan yang sejajar permukaan tanah urug dan bekerja pada ketinggian H/3 dari dasar dinding penahan tanah.

$$Ka = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{cos^2\beta - cos^2\varphi}}{\cos\beta + \sqrt{cos^2\beta - cos^2\varphi}} \quad ...(2.57)$$

Bila $\beta = 0$ (untuk permukaan tanah horizontal) :

$$Ka = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} \quad ...(2.58)$$

Tekanan tanah pasif untuk permukaan tanah miring ditentukan dengan cara yang sama. Pada kedudukan pasif (Pp) pada kedalaman z dari puncak dinding penahan dinyatakan :

$Pp = Kp\ z\ \gamma$

Dengan nilai Kp

$$Kp = \cos\beta \frac{\cos\beta + \sqrt{cos^2\beta - cos^2\varphi}}{\cos\beta - \sqrt{cos^2\beta - cos^2\varphi}} \quad ...(2.59)$$

Titik tangkap gaya tekanan tanah pasif terletak pada H/3 dari dasar dinding penahan dan arah nya sejajar dengan permukaaan tanah urug.

Bila tanah horizontal $\beta = 0$

$$Kp = \frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi} = tg^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \quad ...(2.60)$$

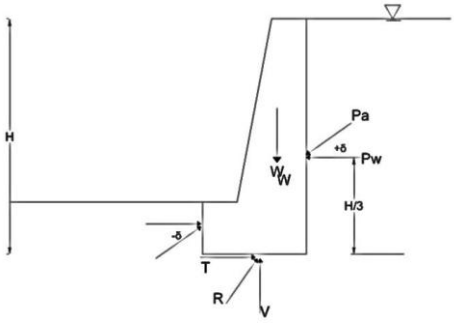
(1) Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan meliputi :

(a) Berat sendiri dinding Penahan (W)
(b) Gaya tekanan tanah aktif total tanah urug (Pa)
(c) Gaya tekanan tanah pasif total didepan dinding (Pp)

(d) Tekanan air pori di dalam tanah (Pw)
(e) Reaksi tanah dasar (R)

Jika dinding pada keadaan seimbang, jumlah vector gaya-gaya akan sama dengan nol.



Gambar 2.15 Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah (*Hardiyatmo,2010*)

Analisis stabilitas dinding penahan tanah ditinjau terhadap hal-hal sebagai berikut :
(a) Faktor aman terhadap pergeseran dan penggulingan harus mencukupi
(b) Tekanan yang terjadi pada dasar pondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas daya dukung tanah ijin
(c) Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat
(d) Penurunan pondasi tak seragam tidak boleh terjadi secara berlebihan.

(2) Stabilitas terhadap Penggeseran
Faktor aman terhadap penggeseran (Fgs) didefinisikan sebagai berikut :

Fgs = $\frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 1.5$ ...(2.61)

Untuk tanah granuler (c = 0)

ΣRh = W f

= W tg δb , dengan δb ≤ φ ...(2.62)

Untuk tanah kohesif (φ = 0)

ΣRh = Ca B ...(2.63)

Untuk tanah c - φ (φ > 0 dan c > 0)

ΣRh = Ca B + W tg δb ...(2.64)

Dimana,

ΣRh tahanan dinding penahan terhadap penggeseran

W Berat total dinding penahan dan tanah diatas pelat pondasi (kN)

δb sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi, biasanya diambil (1/3 – 2/3)φ

Ca a_d x c, adhesi antara tanah dan dasar pondasi (kN/m^2)

C kohesi tanah dasar (kN/m^2)

a_d factor adhesi

B lebar pondasi (m)

ΣPh jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

f tg δb, koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar pondasi

Tabel 2.3 Koefisien gesek (f) antara pondasi dan tanah dasar pondasi

Jenis tanah dasar pondasi	F = tg δb
Tanah granuler kasar tak mengandung lempung atau lanau	0.55
Tanah granuler kasar mengandung lanau	0.45
Tanah lanau tak berkohesi	0.35
Batu keras permukaan kasar	0.60

(sumber :AREA,1958)

Faktor aman terhadap penggeseran dasar pondasi (Fgs) minimum diambil 1.5; Bowles (1997) menyarankan :

Fgs ≥ 1.5 untuk tanah dasar granuler

Fgs ≤ 2 untuk tanah dasar kohesif

(3) Stabilitas terhadap Penggulingan

Faktor aman terhadap penggeseran (Fgl) didefinisikan sebagai berikut :

Fgl $= \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} \geq 1.5$ ...(2.65)

Dimana,

ΣMw : Wb1, momen yang melawan penggulingan (kNm)

ΣMgl : $\Sigma P_{ah}\ h_1 + \Sigma P_{av}\ B$, momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm)

W : berat tanah diatas pondasi + berat sendiri dinding penahan (kN)

B : lebar kaki dinding penahan (m)

ΣP_{ah} : jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

ΣP_{av} : jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

Faktor aman terhadap penggulingan (Fgl) minimum diambil 1.5; Bowles (1997) menyarankan :

Fgs ≥ 1.5 untuk tanah dasar granuler

Fgs ≤ 2 untuk tanah dasar kohesif

(4) Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas daya dukung ultimate (qu) untuk pondasi memanjang dinyatakan oleh persamaan :

$qu = cN_c + Df\ \gamma\ N_q + 0.5\ B\ \gamma\ N_\gamma$ ...(2.66)

Dimana,

c : kohesi tanah (kN/m^2)

Df : kedalaman pondasi

γ : berat volume tanah (kN/m^3)

B : lebar pondasi dinding penahan (m)

N_c, N_q, N_γ : factor-faktor kapasitas dukung Terzaghi (Tabel 2.4

Tabel 2.4 Nilai-nilai faktor kapasitas daya dukung Terzaghi

ϕ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	Nc	Nq	Nγ	Nc'	Nq'	Nγ'
0	5.70	1.00	0.00	5.70	1.00	0.00
5	7.30	1.60	0.50	6.70	1.40	0.20
10	9.60	2.70	1.20	8.00	1.90	0.50
15	12.90	4.40	2.50	9.70	2.70	0.90
20	17.70	7.40	5.00	11.80	3.90	1.70
25	25.10	12.70	9.70	14.80	5.60	3.20
30	37.20	22.50	19.70	19.00	8.30	5.70
34	52.60	36.50	35.00	23.70	11.70	9.00
35	57.80	41.40	42.40	25.20	12.60	10.10
40	95.70	81.30	100.40	34.90	20.50	18.80
45	172.30	173.30	297.50	51.20	35.10	37.70
48	258.30	287.90	780.10	66.80	50.50	30.40
50	347.60	415.10	1,153.20	81.30	65.60	87.10

(*Terzaghi ,1943*)

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai :

F $= \frac{\boldsymbol{qu}}{\boldsymbol{q}} \geq 3$ ...(2.67)

q = tekanan tanah akibat beban struktur.

Tekanan struktur pada dasar pondasi dapat dihitung dari persamaan-persamaan sebagai berikut :

1) Bila dipakai cara lebar efektif fondasi (asumsi Meyerhof)

q $= \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{B'}}$ ...(2.68)

V = beban vertical total

B’ = B-2e

2) Bila distribusi tekanan kontak antara tanah dasar fondasi dianggap linier (digunakan persamaan Terzaghi)

q $= \frac{V}{B}(1 \pm \frac{6e}{B})$ bila e ≤ B/6 ...(2.69)

qmax $= \frac{2V}{3(B-2e)}$ bila e > B/6 ...(2.70)

2.6 Turap

Dilihat dari data tanah hasil pengujian N-SPT, diketahui bahwa tanah dasar area reklamasi berupa lapisan lempung hingga kedalaman ± 27 m, dan akan dibangun dermaga pada salah satu sisinya hingga kedalaman -12 mLWS, Sehingga pada perencanaanya akan digunakan perhitungan dengan turap pada sisi tersebut.

Kelongsoran merupakan pergeseran tanah yang diakibatkan oleh tekanan-tekanan yang terjadi pada tanah. hal ini dapat terjadi apabila kemampuan tanah untuk menahan lebih rendah dari pendorongnya, dimana hal ini dipengaruhi oleh besaran tegangan horizontal pada tanah aktif (Pa) dan pasif (Pp).

Tekanan tanah aktif (Pa) adalah tekanan yang terjadi arah horizontal yang diakibatkan adanya gaya vertikal pada tanah yang disebabkan oleh koefisien keaktifan tanah (Ka). Setiap jenis tanah memiliki besaran Ka yang berbeda-beda, dikarenakan besaran nilai Ka dipengaruhi oleh sudut geser tanah (Ø) itu sendiri. Sedangkan untuk tekanan tanah pasif (Pp) merupakan kebalikan dari Pa, dimana disebabkan oleh koefisien tekanan pasif yaitu Kp. Oleh karena itu tekanan horizontal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Pa = \frac{1}{2} Ka\, \gamma\, H^2} \quad ...(2.71)$$

Dimana,

$$\boldsymbol{Ka = tg^2\left(45° - \frac{\emptyset}{2}\right)} \quad ...(2.72)$$

Namun dikarenakan tanah kohesif memiliki nilai kelekatan tanah (c), sehingga besar tekanan aktif (Pa) harus

dikurangi dengan kelekatan tanah sebesar $\boldsymbol{2c\sqrt{Ka}}$. Sehingga perumusanya menjadi

$$\boldsymbol{Pa = \frac{1}{2} Ka\, \gamma\, H^2 - 2c\sqrt{Ka}} \quad ...(2.73)$$

Sedangkan untuk koefisien tanah pasif Kp menjadi,

$$\boldsymbol{Kp = tg^2\left(45° + \frac{\emptyset}{2}\right)} \quad ...(2.74)$$

$$\boldsymbol{Pp = \frac{1}{2} Kp\, \gamma\, H^2 + 2c\sqrt{Kp}} \quad ...(2.75)$$

Dalam perhitungan kedalaman pemancangan (do) turap tetap perlu dilakukan peningkatan *safety factor* , dimana untuk itu kedalaman pemancangan harus ditambahkan sebesar 1,2 – 1,4 do.

2.6.1Kontrol Panjang Jepit (Zf)

Dikarenakan konsep turap merupakan prinsip kantilever, sehingga diperlukan tumpuan jepit pada salah satu sisinya. Dimana pada turap tumpuan jepit berada pada kedalaman tanah pemancangan. Oleh karena itu diperlukan kontrol terhadap jepit pada kedalaman pemancangan tiang. Ada beberapa perumusan dalam perhitungan kedalaman jepit pada tanah, diantaranya sebagai berikut.

Zf = 1.4 R (Untuk stiff over-consolidated clay)

Zf = 1.8 T (Untuk normally consolidated clay dan granular soil atau yang mempunyai kenaikan linier harga modulus)

Dimana,

R : Stiffness factor (dalam satuan panjang)

$$R = \sqrt[4]{\frac{EI}{KB}}$$

K = k_l / 1.5

k_l : subgrade modulus Terzaghi Tabel 2.5

Tabel 2.5 Subgrade modulus k_l , Terzaghi

Consistency	Stiff	Very Stiff	Hard
Cu			
kN/m^2	100 – 200	200 – 400	>400
Tons/ft^2	1 – 2	2 – 4	>4
Range of k_l			
MN/m^3	18 – 36	36 – 72	>72
Tons/ft^3	50 – 100	100 – 200	>200
Recommended k_l			
MN/m^3	27	54	>108
Tons/ft^3	75	150	>300

T : Stiffness factor (dalam satuan panjang)

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} \qquad ...(2.76)$$

Harga n_h untuk cohesionless soil diperoleh dari (Terzaghi) Tabel 2.6

Tabel 2.6 Besaran nilai n_h

Relative Density	Loose	Medium Dense	Dense
n_h Untuk dry atau moist soil			
MN/m^3			
Tons/ft^3	2.5	7.5	20
	7	21	56
n_h Unruk submerged soil			
MN/m^3			
Tons/ft^3	1.4	5	12
	4	14	34

Untuk soft normally-consolidated clays = 350 s/d 700 kN/m^3 dan soft organic silt = 150 kN/m^3

Dengan,

E = modulus elastisitas YOUNG

I = momen Inersia

2.6.2 Menentukan Profil Turap

Besar profil turap harus mampu menahan momen maksimum yang terjadi pada struktur turap, sehingga tidak terjadi longsor. Dimana perumusanya didasarkan dari tegangan ijin baja $\bar{\sigma}_{ijin}$ sebesar 210 MN/m^2 (ASTM A-572), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut

$$W = \frac{M_{max}}{\sigma_{ijin}} \quad ...(2.76)$$

Dimana,

W : section modulus turap baja (brosur)

2.6.3 Turap Berangkur dan Blok Angkur

Bila didapatkan kedalaman pemancangan yang sangat dalam, pemasangan angkur pada struktur turap dapat menjadikan alternatif yang baik. Dimana dengan menambahkan angkur, struktur turap akan menjadi lebih stabil.

Batang angkur terbuat dari baja tulangan dengan diameter tertentu yang akan disambungkan pada blok angkur yang berfungsi sebgai penahanya. Pada perencanaanya angkur didasarkan pada $\bar{\sigma}_{angkur}$ yaitu sebesar 1000 kg/cm^2, sehingga dapat dirumuskan menjadi

$$\bar{\sigma}_{angkur} = \frac{T}{A} \quad ...(2.77)$$

Dimana,

T : tegangan pada angkur

A : luas penampang angkur = 0.25 π d^2

Sedangkan konsep dalam perhitungan angkur digunakan teori TENG, 1962. Dimana pada dasarnya kondisi tanah yang digunakan dalam perhitungan ini adalah pada kondisi tanah diam *atrest*. Sehingga menggunakan besaran koefisien Ko untuk mendapatkan tegangan horizontal yang terjadi, baik Pa maupun Pp.

Untuk ketinggian blok angkur perlu di cek dengan h $\leq$ H/3, dengan h merupakan tinggi ujung atas blok angkur

terhadap permukaan tanah dan H tinggi ujung bawah blok angkur terhadap permukaan tanah.

Ko = 1 – Sin Ø ...(2.78)

Dengan gaya yang bekerjada pada blok angkur di anggap hingga permukaan tanah

$$\boldsymbol{Pa = \frac{1}{2} H^2 \gamma Ka} \quad ...(2.79)$$

$$\boldsymbol{Pp = \frac{1}{2} H^2 \gamma Kp} \quad ...(2.80)$$

Sehingga panjang blok angkur (L) yang dibutuhkan dapat dirumuskan menjadi,

$$\boldsymbol{T \leq L(Pp - Pa) + \frac{1}{3} Ko\, \gamma \left(\sqrt{Kp} + \sqrt{Ka}\right) H^3 tg\emptyset} \quad ...(2.81)$$

Letak blok angkur harus ditempatkan pada tanah yang stabil. blok angkur akan bekerja penuh bila:

1. Daerah aktif turap yang runtuh tidak memotong bidang longsor blok angkur
2. Blok angkur terletak dibawah garis yang ditarik dari ujung bawah turap (a) yang membuat sudut Ø terhadap horizontal, dimana a = 2/3 do.

2.7 Perkuatan Wall menggunakan *Geotextil*

Ada dua kondisi yang harus ditinjau dalam perencanaan stabilitas *embankment* diatas tanah lunak yang diperkuat dengan bahan *geotextile*, yaitu:

(1) Internal Stability

Stabilitas struktur perkuatan tanah terhadap pengaruh gaya-gaya yang bekerja.

(a) Syarat 1 :

Geotextile harus mampu menahan tegangan-tegangan yang terjadi pada lereng timbunan.

$$Fr = \frac{\boldsymbol{Ta}}{\boldsymbol{\Delta Ph}} \geq 1{,}2 \quad ...(2.82)$$

Dimana :

Fr Faktor aman geotextile terhadap resiko sobek

Ta Kuat Tarik ijin material geotextile (kN/m^2)

ΔPh gaya horizontal yang terjadi (kN/m)

(b) Syarat 2 :

Geotextile harus cukup panjang, sehingga tanah pada zona aktif yang akan longsor dapat ditahan oleh tahanan gesek dari material geotextile yang berada dalam zona pasif.

Gaya lawan maksimum per meter lebar yang dapat dihasilkan dari antara tanah dan geotextile adalah :

$Tmax = 2\ \mu\ \sigma v\ Lp$ ...(2.83)

Dimana :

Lp : panjang geotextile yang berada di zona pasif
σv : tegangan vertical tanah
μ : koefisien gesek antara tanah dan geotextile ($\mu = tg\ \delta$)
δ : sudut gesek antara tanah dan geotextile

maka fakor aman terhadap cabut adalah

$Fr = \frac{TaTmax}{\Delta Ph} \geq 1{,}5$ ...(2.84)

(c) Syarat 3 :

Panjang overlap atau panjang lipatan pada bagian penutup geotextile harus memenuhi :

$Lo = \frac{\sigma hc\ Sv\ F}{2\ \mu\ z\gamma}$ ...(2.85)

Dimana :

Z kedalaman geotextile yang ditekuk masuk kedalam tanah (m)
σhc tekanan horizontal rata-rata pada lipatan (kN/m^2)
F Faktor keamanan
μ koefisien gesek antara tanah dan geotextile ($\mu = tg\ \delta$)
Sv jarak geotextile (vertical)
γ berat volume tanah (kN/m^3)

(2) External Stability

(a) Syarat 1 :

Lebar dasar struktur perkuatan timbunan harus terhindar dari resiko pergeseran pada dasarnya.

Tekanan tanah aktif total

= Pa = Ps + pq

= 0.5 H^2 γ Ka + q H Ka ...(2.86)

Gaya lawan pada dasar struktur perkuatan timbunan

Rh = L H γ_2 Ka tg δ ...(2.87)

Faktor aman terhadap penggeseran

Fgs = $\frac{Rh}{Pa} \geq 1{,}5$ ...(2.88)

Lebar struktur dasar perkuatan timbunan

L = $\frac{1.5\ Ka\ (\ 0.5\ \gamma\ H+q)}{\gamma 1\ tg\ \delta}$ ...(2.89)

Dimana :

L : lebar dasar struktur perkuatan timbunan (m)

Ka : Koefisien tekanan tanah aktif tanah dibelakang struktur perkuatan
tg^2 (45o – φ2/2)

ϕ_2 : sudut gesek untuk tanah dibelakang struktur perkuatan timbunan

q : beban terbagi rata (kN/m^2)

H : tinggi struktur perkuatan timbunan

δ : sudut gesek antara tanah dan geotextile

γ : berat volume tanah pembentuk struktur perkuatan timbunan (kN/m^3)

γ1 : berat volume tanah dibelakang struktur perkuatan timbunan (kN/m^3)

(b) Syarat 2 :

Struktur perkuatan timbunan harus terhindar dari resiko guling.

$\frac{\Sigma Mr}{\Sigma Md} \geq 1.5$ ...(2.90)

Dimana :

$\boldsymbol{\Sigma Mr}$ = Momen penahan (kNm)

$\boldsymbol{\Sigma Md}$ = Momen guling (kNm)

(c) Syarat 3 :

Kapasitas daya dukung tanah dibawah struktur perkuatan timbunan harus cukup sehingga tidak akan terjadi keruntuhan akibat terlampauinya kapasitas daya dukung tanah dasar.

Distribusi tegangan di dasar struktur dapat ditentukan dengan cara Meyerhof, yaitu dengan meperhatikan lebar efektif (L')

L' = L-2e ...(2.91)

Eksentrisitas

e $= \frac{\Sigma Md}{Rv} > L/6$ ...(2.92)

Tegangan vertical pada dasar struktur

σv $= \frac{W}{2e}$ ...(2.93)

sehingga factor aman

F $= \frac{qu}{\sigma v}$ ...(2.94)

Dimana :

L = Lebar dasar struktur

e = eksentrisitas

Rv = Beban vertical total = W

W = Berat struktur per meter

Qu = kapasitas dukung ultimit (kN/m^2)

(d) Syarat 4 :

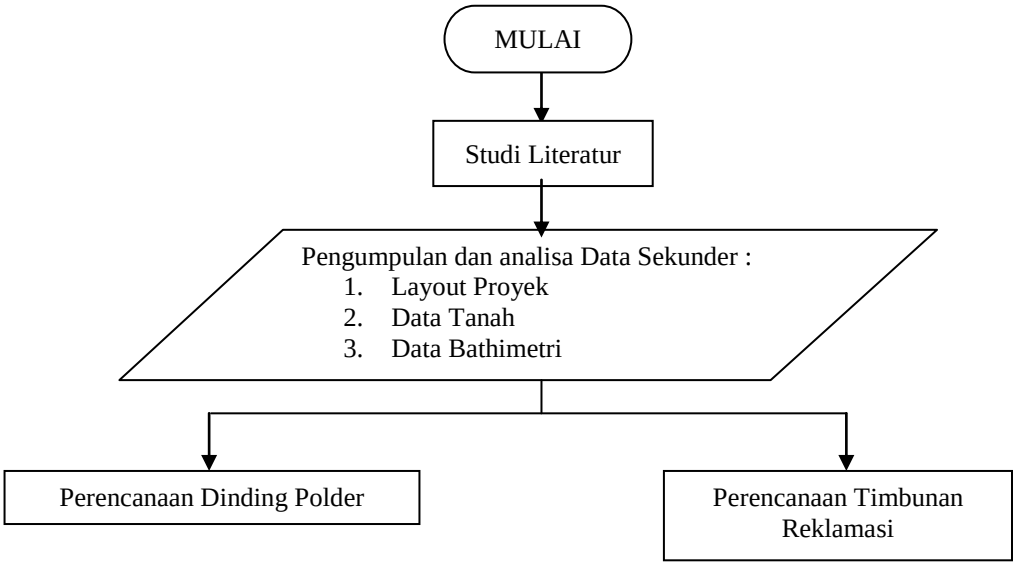
Struktur perkuatan timbunan harus aman terhadap keruntuhan lereng global, analisa keruntuhan lereng global ini dapat menggunakan metode Bishop, dan metode lain sebagainya). Faktor aman terhadap kelongsoran lereng digunakan 1.5.

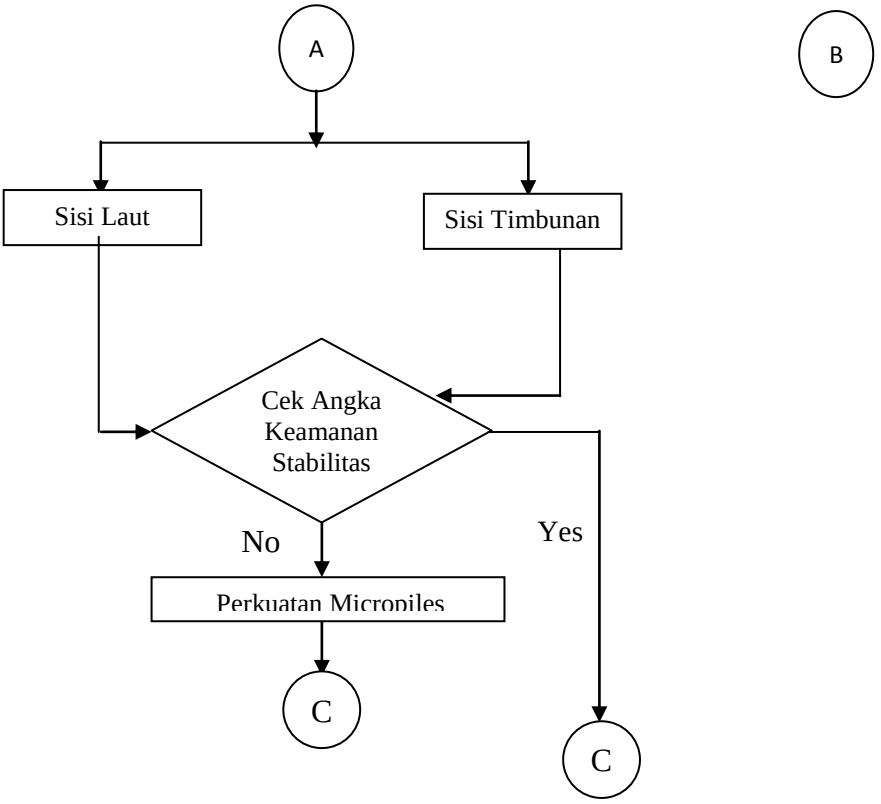
-Halaman ini sengaja dikosongkan-

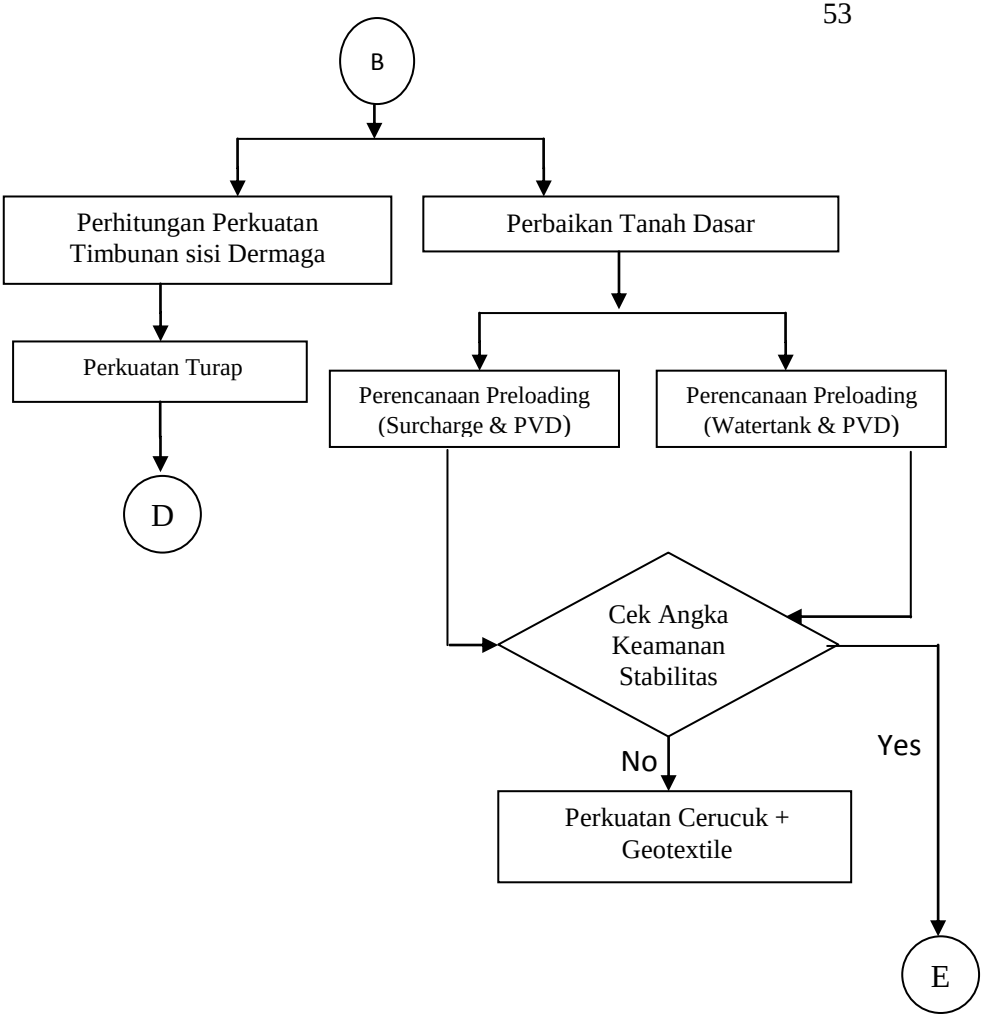
BAB III
METODOLOGI

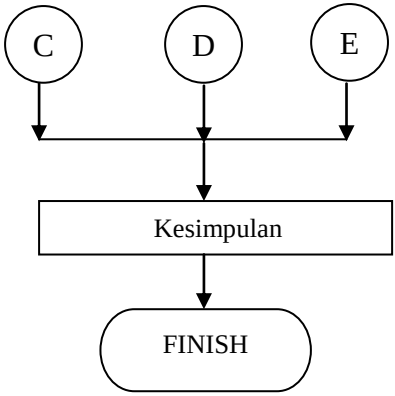
3.1 Diagram Alur Metodologi

Metodologi dalam penyusunan Tugas Akhir ini disajikan dengan bagan alur pada **Gambar 3.1**




A
B
Sisi Laut
Sisi Timbunan
Cek Angka
Keamanan
Stabilitas
No
Yes
Perkuatan Micropiles
C
C


B
Perhitungan Perkuatan Timbunan sisi Dermaga
Perbaikan Tanah Dasar
Perkuatan Turap
Perencanaan Preloading (Surcharge & PVD)
Perencanaan Preloading (Watertank & PVD)
D
Cek Angka Keamanan Stabilitas
No
Yes
Perkuatan Cerucuk + Geotextile
E



Gambar 3.1 Bagan Alir

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang akan digunakan untuk merencanakan Perencanaan dan Perbaikan tanah dasar. Teori-teori yang digunakan dalam perencanaan ini diambil dari berbagai sumber seperti, diktat kuliah, jurnal dan buku. Adapun teori yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan sebagai berikut :

(1) Teori pemampatan
(2) Teori waktu konsolidasi
(3) Teori pre-loading
(4) Teori penentuan Cv gabungan lapangan
(5) Teori perencanaan prefabricated vertical drain
(6) Teori perencanaan prefabricated horizontal drain
(7) Teori perencanaan geotextile
(8) Teori perencanaan micropiles
(9) Teori perencanaan dinding penahan
(10) Teori perencanaan turap

3.3 Pengumpulan dan Analisa data-data pendukung

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang didapat dari instansi terkait. Beberapa data yang diperlukan dalam proses perhitungan ini antara lain:

1. Layout lokasi
2. Data Pengujian tanah Lapangan
3. Data rencana pemanfaatan
4. Peta Bathimetri

.

3.4 Perencanaan Dinding Polder

Perencanaan perkuatan dinding polder dimana elevasi dasarnya -3.00 mLWS dan tinggi muka air yang akan ditampung adalah +0.60. Konstruksi dinding polder direncanakan menggunakan dinding penahan berupa gabion yang diletakkan diatas *micropile*.

3.5 Perencanaan Timbunan

Desain Timbunan reklamasi akan direncanakan rata-rata setinggi 4.0 meter. Metode perbaikan tanah pada area reklamasi akan direncanakan dengan 2 metode yaitu Preloading beban *surcharge* dengan PVD dan Preloading beban *watertank* dengan PVD. Adapun tahapan perencanaan preloading secara umum untuk keduanya adalah sebagai berikut :

- Perhitungan sistem penimbunan bertahap dengan pembebanan awal ($H_{initial}$, H_{awal})
- Perhitungan besar dan lama waktu penurunan/Pemampatan (*settlement*)
- Analisis kelongsoran timbunan (stabilitas terhadap *rotational*)
- Perhitungan angka keamanan
- Perhitungan perkuatan timbunan.

3.6 Perencanaan Turap

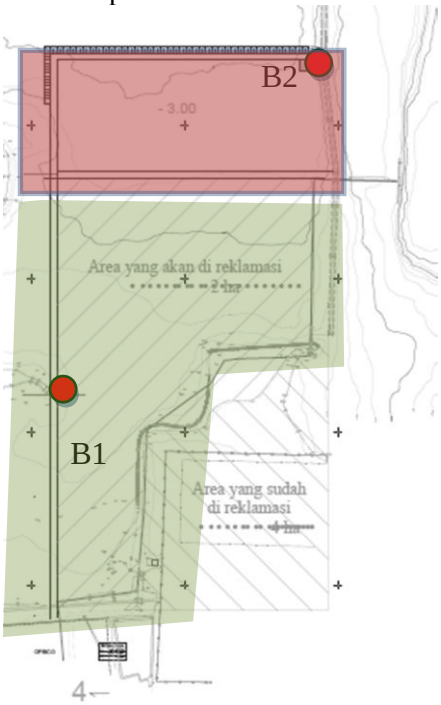
Perencanaan Turap pada sisi timbunan reklamasi sisi dermaga. Adapun tahapan perencanaan turap secara umum adalah sebagai berikut :

- Perhitungan panjang turap yang dibutuhkan.
- Penentuan turap yang digunakan.
- Perhitungan angkur.

BAB IV
ANALISA PARAMETER TANAH

4.1 Data Tanah Dasar

Data tanah yang digunakan merupakan data sekunder hasil pengujian di lapangan. Hasil pengujian tanah didapat dari PELINDO III. Berikut merupakan layout titik boring dan SPT lapangan dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Layout titik boring dan SPT lapangan
(sumber : Laporan soil test TgEmas,PELINDO III)

Seperti dapat dilihat pada **Gambar 4.1** lokasi titik-titik survey pengujian dan pengambilan sample benda uji tanah. Dimana data yang diambil pada perencanaan ini merupakan data tanah perairan sekitar area reklamasi. Data hasil pengujian lapangan *boring* dan *N-SPT* terlampir pada lampiran .
Hasil nilai Nspt dan kuat tekan bebas (qu) dapat dikorelasikan terhadap konsistensi lapisan lempung seperti ditunjukkan pada **Table 4.**1 berikut :

Tabel 4.1 Korelasi n-SPT dengan Karakteristik Tanah Lainya (J.E Bowles, 1984 dalam Wahyudi, 1999)

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

Berikut merupakan rekap data tanah daerah perairan area reklamasi dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3**

Tabel 4.2 Rekap Data Tanah B1

Kedalaman	Soil Description	N-SPT	γsat	Wc	Cu	IP	e	Cc	Cv
			(t/m3)	(%)	(t/m2)	(%)			cm2/det
-									
00.00-3.00	Very Soft Clay	1	1.56	68.97	0.11	39.26	1.77	1.46	1.36E-03
04.00-6.00		1	1.74	59.12	0.11	37.19	1.56	1.60	1.54E-03
07.00-9.00		1	1.50	67.86	0.32	42.24	1.74	1.58	1.38E-03
10.00-12.00		1	1.48	63.16	0.32	40.23	1.62	1.57	1.30E-03
13.00-15.00	soft Clay	4	1.63	61.90	0.53	40.32	1.59	1.55	1.29E-03
16.00-'18.00		4	1.55	62.50	0.53	40.11	1.61	1.52	1.38E-03
19.00-21.00		4	1.58	58.40	0.63	38.52	1.52	1.52	1.26E-03
22.00-24.00		5	1.51	56.20	0.63	40.08	1.47	1.49	1.20E-03
25.00-27.00	Medium Stiff Clay	8	1.70	45.58	0.63	41.68	1.19	1.69	1.60E-03
28.00-30.00		15	1.74	40.38	0.63	41.56	1.05	1.56	1.20E-03
30.00-33.00	Stiff Clay	15	1.35	34.12	0.63	38.73	0.90	1.39	7.60E-04
34.00-36.00		18	1.33	35.33	0.63	35.21	0.93	1.44	7.88E-04
37.00-39.00	Very Stiff Clay	18	1.23	36.09	0.63	32.47	0.96	1.48	8.09E-04
40.00-		16	1.23	35.58	0.63	32.12	0.95	1.46	8.01E-04

(sumber : hasil tes lapangan)

Tabel 4.3 Rekap Data Tanah B2

Kedalaman	Soil Description	N-SPT	γsat	Wc	Cu	IP	e	Cc	Cv
			(t/m3)	(%)	(t/m2)	(%)			cm2/det
-	very Soft								
00.00-3.00		1	1.56	73.45	0.32	42.57	1.88	1.50	1.26E-03
04.00-6.00		1	1.52	66.09	0.32	42.31	1.70	1.60	1.42E-03
07.00-9.00		1	1.48	64.60	0.42	40.28	1.67	1.58	1.30E-03
10.00-12.00		1	1.56	55.56	0.42	41.47	1.43	1.58	1.26E-03
13.00-15.00		1	1.60	55.81	0.32	39.39	1.45	1.55	1.32E-03
16.00-'18.00		1	1.61	48.53	0.53	39.72	1.26	1.52	1.26E-03
19.00-21.00		1	1.66	49.64	0.53	39.00	1.32	1.53	1.20E-03
22.00-24.00		2	1.66	50.36	0.53	38.91	1.33	1.49	8.80E-04
25.00-27.00		2	1.64	49.28	0.53	40.51	1.29	1.69	8.60E-04
28.00-30.00	Soft Clay	5	1.66	48.23	0.53	42.12	1.28	1.56	7.20E-04
30.00-33.00	Medium Stiff Clay	8	1.79	31.58	0.53	37.06	0.83	1.40	6.40E-04
34.00-36.00	Stiff Clay	16	1.78	30.99	0.53	40.32	0.83	1.39	6.35E-04
37.00-39.00	Sand gravel with silt	14	1.89	20.92	0.53		0.57	0.96	4.38E-04
40.00-		10	1.84	30.51	0.53	41.13	0.81	1.36	6.20E-04

(sumber : hasil tes lapangan)

Tabel 4.4 Rekap Data Tanah (boring test) dan SPT

Titik Tinjau	Soil Description	
	B1	B2
0	Very Soft Clay	Very Soft Clay
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14	Soft Clay	
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23	Medium Stiff Clay	
24		
25		
26		
27		
28		
29	Stiff clay	soft Clay
30		
31		Medium Stiff Clay
32		
33		
34		Stiff clay
35		
36		Sand with Gravel and silt
37	Very Stiff Clay	
38		
39		
40		

Titik Tinjau	N-SPT	
	B1	B2
0	0	0
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	1
10	1	1
11	1	1
12	1	1
13	4	1
14	4	1
15	4	1
16	4	1
17	4	1
18	4	1
19	4	1
20	4	1
21	4	2
22	5	2
23	5	2
24	5	2
25	8	2
26	8	2
27	8	2
28	16	3
29	16	3
30	15	8
31	14	6
32	13	7
33	12	8
34	13	9
35	14	15
36	18	16
37	18	17
38	17	15
39	16	10
40	16	10

very soft
soft
medium stiif
stiff
hard stiff
Sand gravel with silt

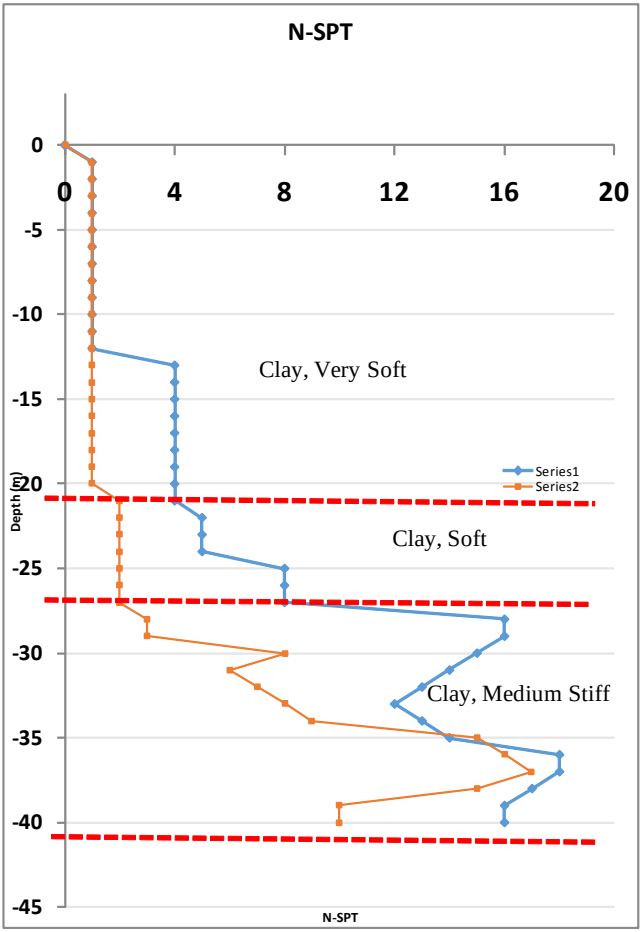
(sumber : hasil tes lapangan)

Dapat dilihat pada tabel diatas merupakan rekap data tanah dan nilai SPT pada titik B1–B2, kemudian dikorelasikan berdasarkan nilai N-SPT untuk mengetahui jenis lapisan tanah

tersebut. Pengelompokan jenis tanah ini didasarkan pada kemiripan antara ragam jenis tanah yang terdapat di lapangan dengan pengamatan secara vertikal. Hal ini bertujuan untuk membagi suatu tanah menjadi lapisan-lapisan tanah tertentu sesuai dengan jenis tanahnya.

Pada **Tabel 4.4** hasil perekapan data tanah hasil boring dan nilai SPT, terlihat bahwa lapisan tanah pada kedalaman hingga 27 m didominasi dengan lapisan lempung jenis very soft hingga soft, sedangkan pada tanah dengan kedalaman >27m didominasi dengan lapisan lempung medium hingga sand with gravel and silt. Tanah yang dianggap mudah memampat adalah tanah lanau/lempung dengan rentang konsistensi dari sangat lunak sampai menengah; atau very soft to medium stiff soil.

Dengan tebalnya lapisan lempung pada area rencana, maka tanah pada area tersebut memiliki bahaya pemampatan jika diberi beban diatasnya. Sedangkan pada lapisan sand with gravel and silt cenderung lebih tidak memampat, karena sifatnya yang noncompresibble. Tidak lepas dari itu antara titik B1 – B2 sebenarnya memiliki nilai SPT yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan pengelompokan data berdasarkan dari keragaman data yang terjadi dilapangan untuk memudahkan perhitungan perencanaan.



Grafik 4.1 Korelasi n-SPT dengan Kedalaman
(sumber : hasil tes lapangan)

Berdasarkan grafik diatas maka diperoleh pengelompokkan data tanah rata-rata B1 dan B2 seperti **Tabel 4.5**

Tabel 4.5 Rekap Data Tanah Rata-Rata

Kedalaman	Soil Description	N-SPT	γsat (t/m3)	Wc (%)	Cu (t/m2)	IP (%)	e	Cc	Cv cm2/det
00.00-21.00	very Soft	2	1.57	61.11	0.38	40.19	1.58	1.55	1.32E-03
21.00-27.00	Soft Clay	4	1.63	50.36	0.58	40.30	1.32	1.59	1.14E-03
27.00-40.00	Medium Stiff Clay	14	1.59	34.37	0.58	37.86	0.91	1.40	7.40E-04

(sumber : hasil tes lapangan)

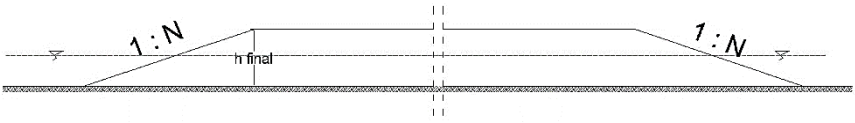
4.2 Data Tanah Timbunan

Pada perencanaan reklamasi dibutuhkan material timbunan dalam pekerjaanya. Tanah timbunan di lapangan didapat dari bukit daerah sekitar proyek, dimana material yang digunakan harus memenuhi persyaratan tentang material reklamasi. Adapun data tanah timbunan yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut

Berat volume timbunan (γ_t) = 1,80 t/m^3
Kohesi (c) = 0
Sudut geser (Ø) = 30°

Dengan persyaratan material reklamasi antara lain sebagai berikut :

- Kandungan silt dan clay maximal 20%
- Kandungan Clay diijinkan IP <10%
- Kandungan sand minimum 50%
- Diameter butiran > 2 cm di*reject*.



Gambar 4.2 Sketsa Rencana Reklamasi
(sumber : hasil pemodelan)

Untuk perencanaan reklamasi ini digunakan skema pemodelan seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4.2** di atas. Berdasarkan data bathimetri wilayah perairan rencana reklamasi, didapatkan elevasi rata-rata pada luasan area reklamasi sebesar -2.5 mLws, dengan kondisi muka air laut sebagai berikut :

LWL (*Lower Water Level*)	: 0	mLWS
HWL (*High Water Level)*	: 0.89	mLWS
HHWL	: 1.39	mLWS

Gambar 4.3 Layout Area Reklamasi
(sumber : General Layout, PELINDO III)

4.3 Stabilitas Tanah Dasar Terhadap Keruntuhan

Pada sisi timbunan reklamasi, timbunan akan dibuat dengan memiliki nilai slope atau kemiringan slope. Hal ini bertujuan untuk menghindari bahaya longsor akibat keruntuhan tanah. Pada dasarnya ada beberapa jenis kelongsoran yaitu jenis *puncture* dan *rotational* sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Dalam aplikasinya perencanaan terhadap bahaya keruntuhan ini akan digunakan sebagai dasar perencanaan kemiringan slope yang akan digunakan.

Dalam penentuanya, akan digunakan program bantu untuk menganalisa keruntuhan rotationalnya dan analisa berdasarkan prinsip pondasi dangkal untuk keruntuhan puncture nya.

4.3.1 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Puncture

Keruntuhan puncture ini merupakan jenis keruntuhan tanah yang diakibatkan oleh ketidak mampuan tanah dasar dalam menahan beban timbunan di atasnya. Pada dasarnya keruntuhan ini dapat di analisa berdasarkan kemampuan daya dukung tanah dasarnya, prinsip yang digunakan yaitu perinsip perhitungan pondasi dangkal. Sehingga safety factor terhadap tinggi timbunan (H) yang dapat di topang oleh tanah dasar kondisi natural adalah

$$SF = \frac{Cu\ x\ Nc}{\gamma\ x\ H}$$

Untuk mendapatkan tinggi timbunan kritis (Hcr), maka diperlukan peninjauan nilai SF terhadap tinggi timbunan variasi (H). Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan besaran nilai SF pada setiap ketinggian timbunan yang ditinjau, yang kemudian dicari besar tinggi timbunan yang menghasilkan nilai SF > 1. Berikut merupakan besaran nilai SF terhadap tinggi timbunan variasi dapat dilihat pada **Tabel 4.6**

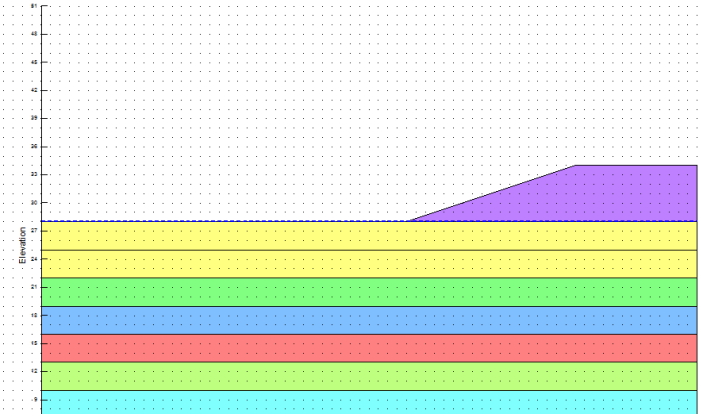
Tabel 4.6 Rekap Hasil Nilai SF Terhadap Stabilitas Puncture

H	SF
0.30	1.00
0.50	0.60
1.50	0.20
2.00	0.15
2.50	0.12

(sumber : hasil analisa

4.3.2 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Rotasional

Dimana dengan bantuan program *Geostudio,* akan terlihat besaran nilai faktor keamanan dari stabilitas lereng yang akan digunakan sebagai dasar pertimbangan terjadinya bahaya longsor. Pada pemodelanya akan digunakan satu kondisi pemodelan, yaitu kondisi muka air rendah dengan variasi nilai tinggi timbunan (H) dan nilai slope (n) yang berbeda-beda untuk mecari angka keamanan yang cukup untuk mencegah terjadinya bahaya longsor. Berikut merupakan hasil analisa pemodelan dengan menggunakan program *Geostudio.*



Gambar 4.4 Pemodelan Timbunan
(sumber : hasil analisa)

Dari hasil analisa model, didapatkan nilai SF untuk setiap nilai variasi slope (n) pada tinggi timbunan seperti pada **Tabel 4.7**

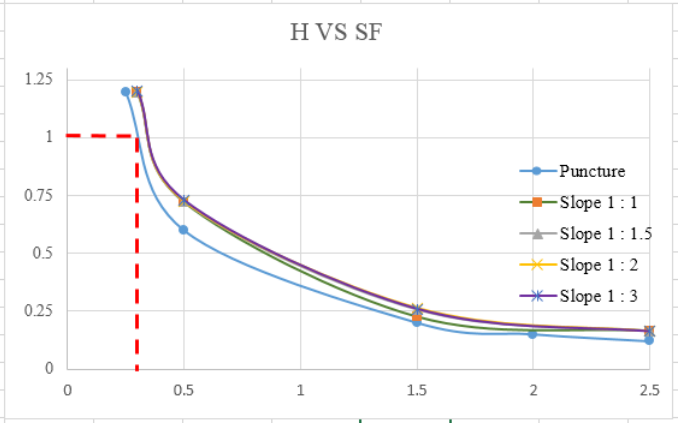
Tabel 4.7 Rekap Hasil Nilai SF Kondisi Muka Air Rendah

H / n	1	1.5	2	3
0.3	1.197	1.198	1.199	1.203
0.5	0.722	0.724	0.725	0.729
1.5	0.225	0.258	0.263	0.259
2.5	0.164	0.166	0.163	0.162
3.5	0.123	0.12	0.118	0.123

(sumber: hasil analisa)

Pada table diatas, terlihat semakin besar nilai slope maka diperoleh nilai SF lebih besar.

Dari kedua hasil analisa tersebut disajikan pada grafik dan dapat dilihat dari besar tinggi timbunan kritis (Hcr), nilai SF = 1 terendah disebabkan oleh tipe keruntuhan jenis puncture.



Grafik 4.2 Korelasi H VS SF dan Slope Timbunan
(sumber : hasil analisa)

Dikarenakan tinggi timbunan yang dibutuhkan dalam pekerjaan reklamasi ini (Hrencana) > tinggi timbunan kritis (Hkritis), sehingga pada perencanaannya akan digunakan kemiringan timbunan dengan nilai slope sebesar 1:3 untuk memberikan nilai keamaanan yang besar pada sisi lerengnya. Sedangkan untuk keruntuhan secara puncture akan dilakukan peningkatan daya dukung tanah dasar dengan menggunakan PVD, dan pada awal penimbunan akan dilakukan terlebih dahulu penghamparan geotextile.

Selain itu penimbunan secara bertahap harus dilakukan dengan monitoring menggunakan soil monitoring instrumen pada pelaksanaan pekerjaan timbunan. Hal ini menjadi suatu

keharusan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya keruntuhan akibat tanah dasar saat pelaksanaan.

4.4 Penentuan Kedalaman PVD

Besarnya kedalaman PVD (*Prevabricated Vertical Drain*) terpasang yang direncanakan sedalam 27 m, dikarenakan sebagai berikut :

1. Kedalaman lapisan tanah *compressible* 27 m, karena pada kedalaman tersebut variasi nilai N-spt < 10.
2. Kemampuan alat pemasangan PVD hanya mampu hingga kedalaman 20-30 m.
3. Pada lapisan tanah area reklamasi lapisan tanah *very soft clay, soft clay* hingga medium adalah sedalam 27 m tanpa keberadaan lapisan tanah.

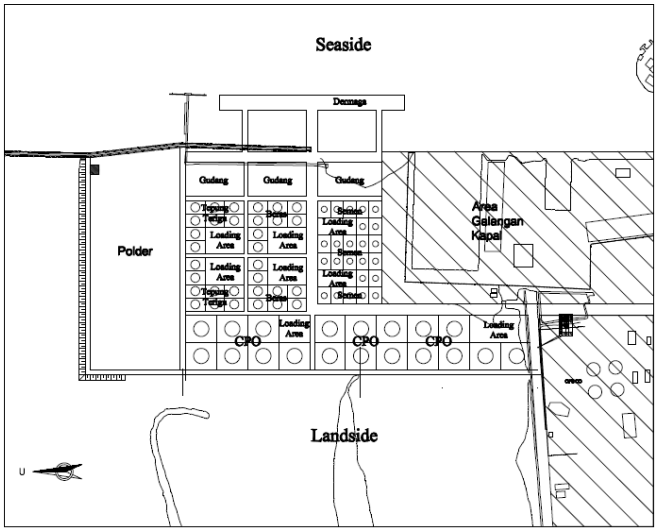
4.5 Data untuk Desain dan Analisa

4.4.1 Data Beban

Reklamasi akan dilakukan pada lahan seluas + 16 Ha dengan kondisi tanah lempuk lunak hingga kedalaman 27 m. Area reklamasi direncanakan sebagai zona khusus curah baik itu curah cair maupun curah kering, seperti pada **Gambar 4.5.** Pada zona tersebut, muatan curah akan disimpan pada tangki-tangki berpondasi tiang pancang, dan pada tugas akhir ini tidak memperhitungkan pondasi tiang pancang tersebut.
Sesuai peruntuukan sebagai terminal dibelakang dermaga untuk lalu lintas kendaraan operasional berat, maka area reklamasi direncanakan:
Beban operasional = $4t/m^2$.

Disamping merencanakan atas fungsi peruntukan lahan tersebut, perlu juga ditinjau terkait pembangunan beberapa fasilitas disekitar reklamasi, antara lain :

a) Pada sisi utara area reklamasi akan direncanakan polder dengan elevasi dasar -3 LWS dan tinggi muka air yang ditampung adalah +0.6 m
b) Pada sisi barat reklamasi akan direncanakan dermaga khusus Curah dengan kapasitas 40.000 DWT.
   Draft Kolam = -12 mLWS
c) Pada sisi timur reklamasi berupa kolam pelabuhan dan daerah landside, tanpa aktivitas dermaga.



Gambar 4.5 Gambar rencana pemanfaatan zona curah
(Sumber: Tanjung Emas)

4.4.2 Data Spesifikasi Bahan

(a) PVD (*Prefabricated Vertical Drain)*

Jenis PVD yang akan digunakan pada perencanaan ini adalah ceTerain CT-D812 produksi PT Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi :

- weight = 80 gr/m
- Thickness (a) = 100 mm
- Width = 5 mm

(b) Cerucuk

Jenis cerucuk yang digunakan pada perencanaan ini adalah cerucuk beton/micropile sebagai berikut :

a. Produksi PT Wika Indonesia,
dengan spesifikasi :
Tipe = D 300, D 350 Dan D 500
Mutu Beton = K-500

b. Produksi PT SCG,
dengan spesifikasi :
Tipe = 200 x 200
Mutu Beton = K-420

(c) Geotekstil

Jenis geotekstil yang digunakan pada perencanaan ini sebagai berikut :

a. Woven *High-Strength Polyester* PET 600/100 produksi Tencate Mirafi dengan tensile Strength 600 kN/m
b. Woven *High-Strength Polyester* PET 40 kN/m produksi Hilon.

(d) Turap

Jenis turap yang digunakan pada perencanaan ini adalah *Steel Pipe Pile* D1219 produksi Arcelormittal Piling Products dengan spesifikasi sebagai berikut

- Section Modulus = 20095 cm^3
- Moment inersia = 1224780 cm^4

(e) Geo Membrane

Jenis geomembran yang digunakan pada perencanaan ini berfungsi sebagai lapisan kedap air adalah memiliki ketebalan 1,5 mm dari bahan HDPE (*High Density Polyethilene*)

BAB V
PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DAN PERKUATAN

5.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan perbaikan tanah dasar. Perencanaan perbaikan tanah dasar akan dilakukan dengan 2 metode yakni metode perbaikan tanah dengan beban surcharge preloading, dan metode perbaikan tanah dengan *watertank* preloading. Pada kedua metode tersebut sama-sama menggunakan *Prefabricated Drains* untuk percepatan pemampatan.

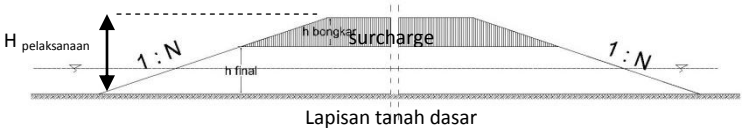
Tahapan perencanaan pada metode pebaikan tanah menggunakan beban surcharge preloading meliputi penentuan tinggi timbunan yang harus dilaksanakan di lapangan, besarnya pemampatan yang terjadi, lamanya waktu pemampatan, perencanaan pola dan jarak PVD, pemilihan PHD, besarnya peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan serta perencanaan *geotextile* dan *micropiles* agar timbunan tanah tidak mengalami kelongsoran.

Tahapan perencanaan pada metode pebaikan tanah menggunakan beban water preloading meliputi penentuan pengisian beban air diatas timbunan yang harus dilaksanakan di lapangan, besarnya pemampatan yang terjadi, lamanya waktu pemampatan, perencanaan pola dan jarak PVD, pemilihan PHD, besarnya peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dan perencanaan *geotextile* dan *micropiles* agar timbunan tanah tidak mengalami kelongsoran.

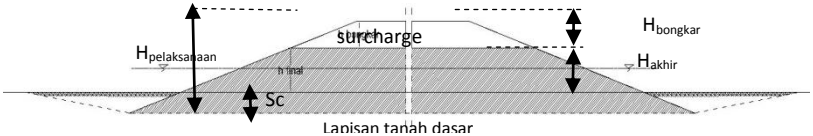
5.2 Metode Perbaikan dengan Beban *Surcharge Preloading*

5.2.1 Perencanaan Tinggi Timbunan Pelaksanaan

Tinggi timbunan pelaksanaan akan lebih tinggi dari tinggi timbunan rencana, Karena mempertimbangkan adanya penurunan tanah asli yang akan terjadi akibat beban timbunan tersebut. Besar penurunan yang terjadi dihitung berdasarkan pemampatan tanah dilakukan sedalam tanah kompresibel yaitu sedalam 27 m.



Gambar 5.1 Kondisi timbunan sebelum mengalami pemampatan
(sumber : Hasil Pemodelan)



Gambar 5.2 Kondisi timbunan setelah mengalami pemampatan
(sumber : Hasil Pemodelan)

Metode yang digunakan adalah dengan cara mengasumsikan beberapa tinggi timbunan pelaksanaan (variable) sehingga didapatkan tinggi timbunan pada saat pelaksanaan phisik dengan cara grafis, yaitu dengan mencari titik potong antara kurva settlement (Sc) versus tinggi pelaksanaan variable (Hr) dengan kurva perbedaan tinggi timbunan (Hr-H) versus tinggi pelaksanaan variable (Hr).

Nilai tinggi timbunan (Hr) adalah tinggi timbunan yang sudah mencakup beban rencana yang diekivalensikan ke beban timbunan. Besarnya tinggi timbunan tersebut didapat dari perhitungan berikut,

Beban rencana,q = 4 t/m^2
ɣ tanah = 1.80 t/m^3
maka, H timbunan yang ekivalen beban rencana adalah

$$H_{ekivalen\ /\ bongkar} = \frac{4\ t/m^2}{1.85\ t/m^3} = 2.22\ meter$$

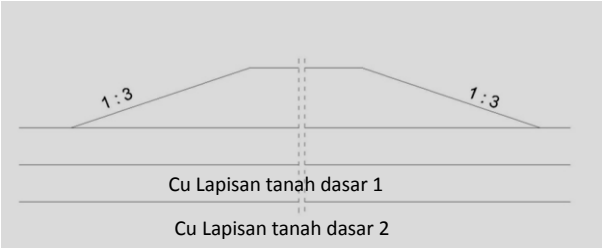
Tinggi timbunan (Hr) dicoba-coba dengan H timbunan interval 0.5 meter ditambah $H_{ekivalen}$ dengan variasi awal (Hr awal) lebih besar dari tinggi timbunan rencana . Besarnya variasi (Hr) dapat dilihat pada **Tabel 5.1**

Tabel 5.1 Penentuan Besaran Hr variasi

No.	H timbunan (m)	H ekivalen beban rencana (m)	Hr variasi (m)
1	4.5	2.22	6.72
2	5.5	2.22	7.72
3	6.5	2.22	8.72
4	7.5	2.22	9.72
5	8.5	2.22	10.72

(sumber : Hasil Analisa)

Besarnya settlement yang diperhitungkan didasarkan dari beban timbunan pelaksanaan dan beban bangunan yang direncanakan berdiri di atasnya. Beban timbunan pelaksanaan ini akan didistribusikan pada kedalaman tanah yang ditinjau (z) sebagai beban trapesium. Sketsa pembebanan dapat dilihat pada **Gambar 5.3**



Gambar 5.3 Sketsa Beban Timbunan dan Beban Bangunan
(sumber : Hasil Pemodelan)

5.2.2 Settlement

Mencari besarnya penurunan tanah asli akibat pembebanan (Sc)

a. Settlement akibat beban timbunan

Hr = 6.72 m

Slope = 1 : 3

ɣ tanah = 1.80 t/m^3

Besar fluktuasi muka air laut di lapangan diperoleh 1.39 t/m^2. Perhitungan settlement dilakukan kembali pada lapisan tanah selanjutnya dengan interval 1 m sampai total kedalaman lapisan kompresibel yaitu 27 m. Perhitungan Sc pada tiap lapisan tanah dengan Hr = 6.72 m dapat dilihat pada **Tabel 5.2**

Tabel 5.2 Perhitungan Settlement akibat Hr = 6.72 m

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	$P_o'+\Delta P$	Sc		$P_o'+2\Delta P$		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	156.333	20.1667	0.02094	89.8168	12.1	6.05	12.1	12.3806	0.2768	0.2768	12.3806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	156.333	20.1667	0.06281	89.4503	12.1	6.05	12.1	12.9419	0.23372	0.5105	12.9419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	156.333	20.1667	0.10467	89.0838	12.1	6.05	12.1	13.5032	0.20665	0.7172	13.5032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	156.333	20.1667	0.1465	88.7175	12.1	6.05	12.1	14.6815	0.15707	0.8742	14.6815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	156.333	20.1667	0.1883	88.3512	12.1	6.05	12.0999	15.4191	0.1419	1.0161	15.4191	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	156.333	20.1667	0.23006	87.9851	12.1	6.05	12.0998	16.1566	0.12971	1.1459	16.1566	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	156.333	20.1667	0.27177	87.6191	12.1	6.05	12.0997	15.3322	0.15373	1.2996	15.3322	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	156.333	20.1667	0.31342	87.2534	12.1	6.05	12.0995	15.8294	0.14441	1.4440	15.8294	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	156.333	20.1667	0.35501	86.8878	12.1	6.05	12.0993	16.3265	0.13627	1.5803	16.3265	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	156.333	20.1667	0.39651	86.5225	12.1	6.05	12.099	16.6732	0.12757	1.7078	16.6732	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	156.333	20.1667	0.43793	86.1575	12.1	6.05	12.0987	17.1544	0.12132	1.8292	17.1544	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	156.333	20.1667	0.47926	85.7929	12.1	6.05	12.0983	17.6355	0.1157	1.9449	17.6355	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	156.333	20.1667	0.52048	85.4285	12.1	6.05	12.0978	19.9163	0.09445	2.0393	19.9163	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	156.333	20.1667	0.56159	85.0645	12.1	6.05	12.0973	20.5412	0.09013	2.1294	20.5412	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	156.333	20.1667	0.60258	84.7009	12.1	6.05	12.0966	21.166	0.0862	2.2156	21.166	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	156.333	20.1667	0.64344	84.3378	12.1	6.05	12.0959	20.6751	0.08938	2.3050	20.6751	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	156.333	20.1667	0.68416	83.9751	12.1	6.05	12.095	21.2278	0.08595	2.3910	21.2278	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	156.333	20.1667	0.72474	83.6129	12.1	6.05	12.0941	21.7803	0.08278	2.4737	21.7803	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	156.333	20.1667	0.76516	83.2512	12.1	6.05	12.093	22.7798	0.07519	2.5489	22.7798	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	156.333	20.1667	0.80542	82.89	12.1	6.05	12.0918	23.3563	0.07259	2.6215	23.3563	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	156.333	20.1667	0.84551	82.5294	12.1	6.05	12.0905	23.9326	0.07017	2.6917	23.9326	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	156.333	20.1667	0.88542	82.1694	12.1	6.04	12.0891	22.9631	0.07304	2.7647	22.9631	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	156.333	20.1667	0.92514	81.81	12.1	6.04	12.0875	23.4673	0.07085	2.8356	23.4673	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	156.333	20.1667	0.96468	81.4513	12.1	6.04	12.0858	23.9713	0.06878	2.9044	23.9713	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	156.333	20.1667	1.004	81.0933	12.1	6.04	12.0839	29.3501	0.04804	2.9524	29.3501	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	156.333	20.1667	1.04313	80.7359	12.1	6.04	12.0819	30.0528	0.04661	2.9990	30.0528	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	156.333	20.1667	1.08203	80.3793	12.1	6.04	12.0797	30.7554	0.04526	3.0443	30.7554	>	20.0657

(sumber : Hasil Analisa)

5.2.3 Penentuan Tinggi Timbunan Pelaksanaan

Perhitungan dilakukan berulang dengan menggunakan semua tinggi timbunan variasi (Hr) agar diperoleh nilai Settlement dan Hr-H. Hasil rekap dari nilai Sc dan Hr-H berdasarkan tinggi timbunan variasi (Hr) dapat dilihat pada

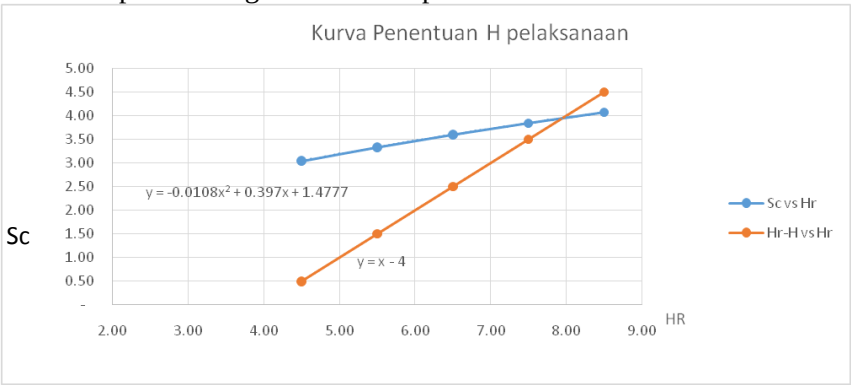
Tabel 5.3 Hasil Rekap Nilai Sc total dan Hr-H dengan variasi Hr

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	2.50	2.76	3.03	3.28	3.50

(sumber : Hasil Analisa)

Setelah direkap, kemudian dibuat grafik hubungan antara H_R-H vs H_R dan Sc vs H_R berdasarkan rekap hasil pada **Tabel 5.3** Berikut dapat dilihat grafik tersebut pada **Gambar 5.4** dibawah ini.



Gambar 5.4 Penentuan Tinggi Timbunan Pelaksanaan
(sumber : Hasil Analisa)

Dari grafik didapatkan H pelaksanaan dengan persamaan :

y +	0.0108 x2	-0.397 x	=	1.4777
y		-1 x	=	-4
	0.0108 x2	0.603 x	=	5.4777

x	=	7.95163	Y (sc)	=	4.24	m
cek			HF	=	4.04	m
5.4777	=	5.477700				

HR	=	7.95163	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	2.222222222	m
Hr total	=	10.174	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		10.500	

Maka Tinggi Pelaksanaan di lapangan adalah sebesar 10.5 m dengan Settlement 4.24 m

5.2.4 Perhitungan Lama Waktu Konsolidasi tanpa PVD

Berdasarkan Tabel 2.1 variasi Faktor waktu terhadap derajat konsolidasi (Braja M.Das 1985) , untuk Derajat konsolidasi 90% nilai Faktor waktu (Tv) adalah 0.848, Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah selama 7523 minggu ≈ 144.67 tahun

$$t = \frac{T90\% \; x \; Hdr^2}{Cv} = \frac{0.848 \; x \; 27^2}{0.082} = 7523 minggu$$

atau,

t = 144.67 tahun

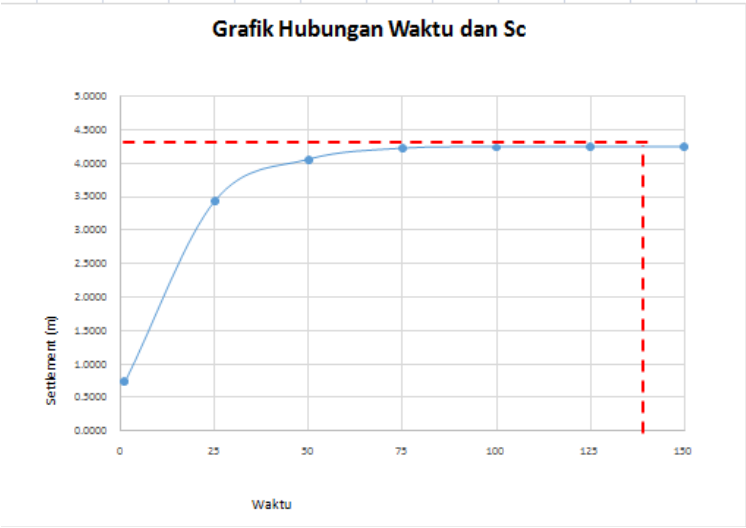
Besarnya derajat konsolidasi dan settlemet berdasarkan waktu dapat dilihat pada **Tabel 5.4**

Tabel 5.4 Derajat Konsolidasi dan Settlement

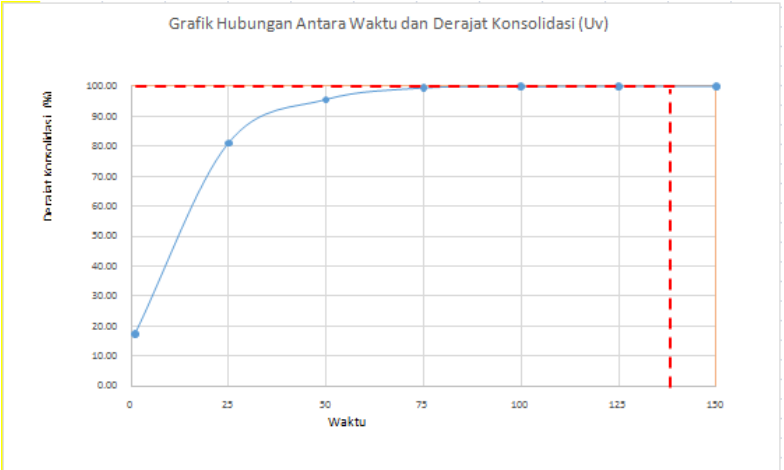
No.	Waktu (t)	Cv gab	F.waktu	Uv	Uv	Sc
	tahun	m^2/tahun	Tv	0 - 60%	> 60%	m
1	1	4.285	0.024	17.30	23.49	0.7339
2	25	4.289	0.588	86.55	81.02	3.4366
3	50	4.289	1.177	122.40	95.56	4.0533
4	75	4.857	1.999	159.52	99.42	4.2170
5	100	4.857	2.665	184.20	99.89	4.2370
6	125	4.857	3.331	205.94	99.98	4.2408
7	150	4.352	3.582	213.56	99.99	4.2413
8	175	4.352	10.541	366.35	100.00	4.2418
9	145	4.352	8.734	333.47	100.00	4.2418

(sumber : Hasil Analisa)

Dari **Tabel 5.4** dapat diplotkan grafik hubungan antara waktu versus settlement pada **Gambar 5.5** dan grafik hubungan waktu versus derajat konsolidasi pada **Gambar 5.6**



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Waktu dan Settlement
(sumber : Hasil Analisa)



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.5 & 5.6** waktu yang dibutuhkan untuk mencapai U 90% adalah t = 144.67 tahun dengan settlement sebesar 4.24 m. Dikarenakan waktu pemampatan yang cukup lama, maka dibutuhkan percepatan pemampatan tanah untuk dengan menggunakan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) dan PHD (*Prefabricated Horizontal Drain*)

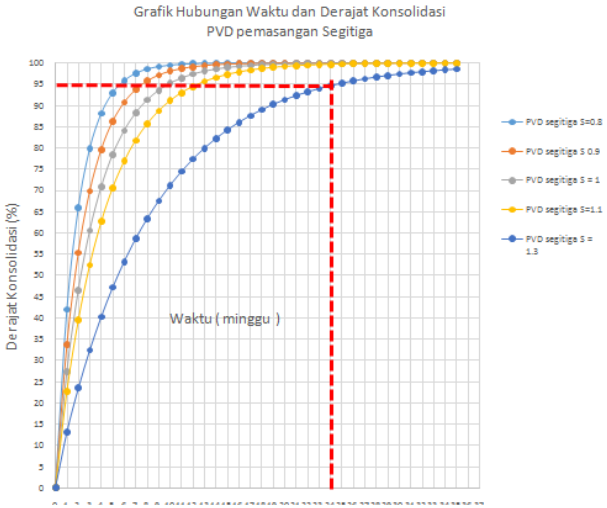
5.2.5 Perencanaan PVD dan PHD

Pemasangan PVD pada proyek ini berfungsi untuk mempercepat waktu pemampatan tanah dengan cara mengeluarkan air dari dalam tanah kemudian disalurkan melalui PHD yang berada di lapisan *sand blanket.*

5.2.5.1 Perencanaan PVD

Perencanaan ini akan menggunakan PVD dengan pola pemasangan segitiga dan dihitung jarak PVD yang dibutuhkan sesuai waktu tunggu yang diijinkan. Pada proyek ini diasumsikan lamanya waktu pemampatan yang diijinkan adalah selama $\pm$ 6 bulan atau 24 minggu. Perencanaan PVD dalam tugas akhir ini

menggunakan PVD CT-D832 dengan lebar 100 mm dan tebal 5 mm dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran. Berdasarkan hasil pada Lampiran 1 maka dapat dibuat grafik hubungan antara waktu konsolidasi dan derajat konsolidasi untuk berbagai variasi jarak pemasangan PVD seperti yang terlihat pada **Gambar 5.7**



Gambar 5.7 Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi PVD Pola Segitiga
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.7**, dipilih jarak pemasangan PVD 1.3 m karena derajat konsolidasi > 90% dapat dicapai dengan waktu ≤ 24 minggu.

Pada perencanaan ini, dilakukan juga tiga simulasi terkait kondisi konsolidasi, antara lain :

(a) PVD dengan kedalaman sebesar ½ tebal lapisan *compressible* (Hdr)
(b) PVD dengan kedalaman sebesar 1/3 tebal lapisan *compressible* (Hdr)
(c) Derajat konsolidasi direncanakan hanya 80%.

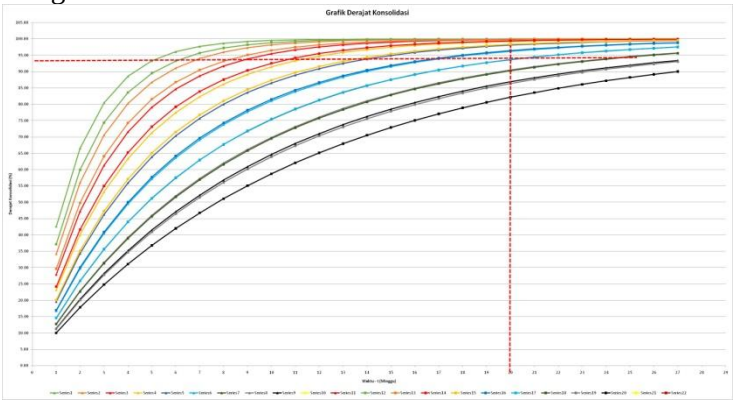
Kondisi 1

PVD dengan kedalaman sebesar ½ tebal lapisan *compressible* (Hdr)

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih dahulu perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

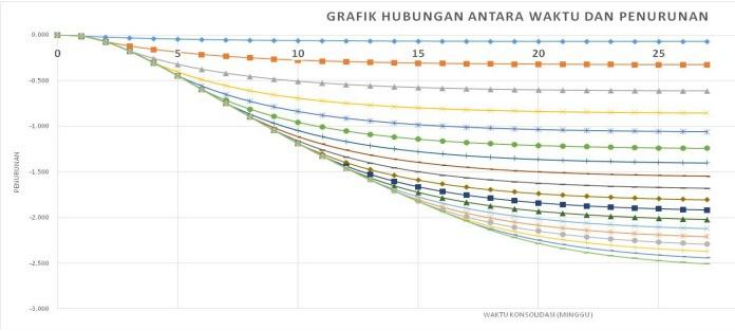
Hinisial = 8.7 m
Hfinal = 4.0 m
Sc rencana = 2.48 m
Lama konsolidasi = 20 minggu
Panjang PVD = 13.50 m
Sisa compressible = 13.50 m
Pola PVD = segitiga, jarak 1.20 m

Perolehan perhitungan jarak dan pola pemasangan PVD, dilakukan sebagaimana **Grafik 5.1**



Grafik 5.1 Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi ½L PVD Pola Segitiga *(sumber : Hasil Analisa)*

Setelah diperoleh derajat konsolidasi, dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 2.283 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan dengan full PVD (sepanjang lapisan *compressible*) diperoleh 4.24 m



Grafik 5.2 Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap ½L PVD *(sumber : Hasil Analisa)*

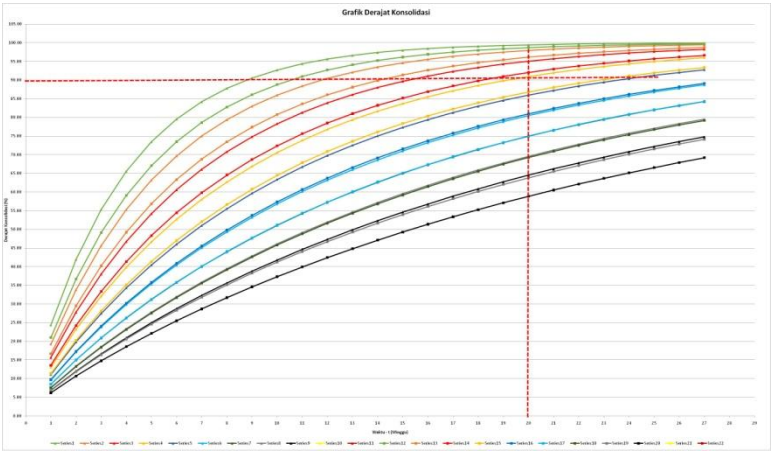
Kondisi 2

PVD dengan kedalaman sebesar 1/3 tebal lapisan *compressible* (Hdr)

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

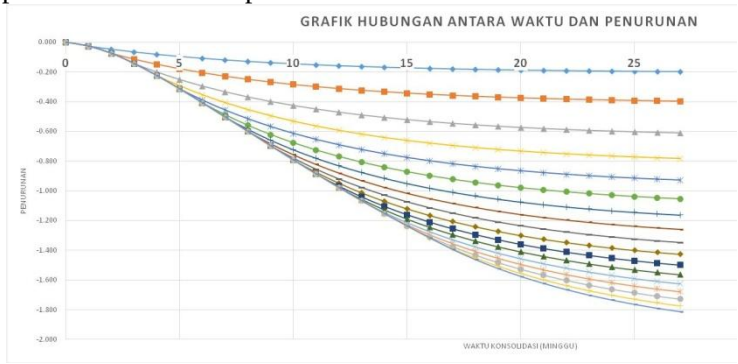
Hinisial	= 8.0 m
Hfinal	= 4.0 m
Sc rencana	= 1.78 m
Lama konsolidasi	= 20 minggu
Panjang PVD	= 9 m
Sisa compressible	= 19 m
Pola PVD	= segitiga,jarak 1.10 m

Perolehan perhitungan jarak dan pola pemasangan PVD, dilakukan sebagaimana **Grafik 5.3**



Grafik 5.3 Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi 1/3 PVD Pola Segitiga
(sumber : Hasil Analisa)

Setelah diperoleh derajat konsolidasi, dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 1.57 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan PVD diperoleh 4.24 m



Grafik 5.4 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 1/3L PVD
(sumber : Hasil Analisa)

Antara ½L PVD dan 1/3L PVD terdapat beda penurunan Sc dengan Full PVD >90%. Dan dilakukan *rate of settlement* antara ½ PVD dan 1/3 PVD sebagai berikut :

PVD	**Panjang PVD**	**Sisa Lapisan**	**Sc**	**Sisa**
Full	27	-	4.24	-
½ L	13.5	13.518	2.283	1.96
1/3 L	9	18	1.57	2.66

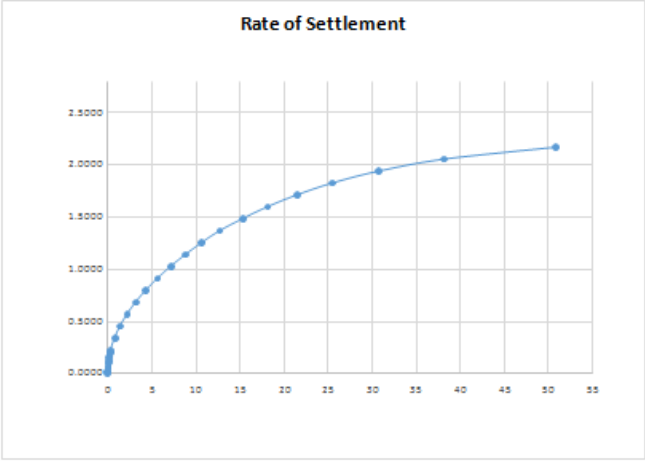
Dengan nilai Cv gab = 4.3579 m^2/tahun diperoleh *rate of settlement* sebagaimana **Tabel 5.5**

Tabel 5.5 *Rate of settlement ½L PVD dan 1/3L PVD*

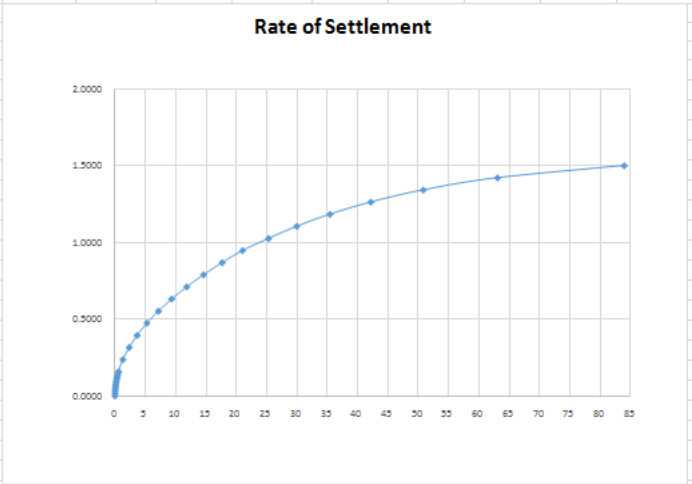
Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0035324	0.0228
2.00	0.00031	0.0141295	0.0457
3.00	0.00071	0.0317914	0.0685
4.00	0.00126	0.056518	0.0913
5.00	0.00196	0.0883093	0.1142
6.00	0.00283	0.1271655	0.1370
7.00	0.00385	0.1730863	0.1598
8.00	0.00503	0.2260719	0.1826
9.00	0.00636	0.2861223	0.2055
10.00	0.00785	0.3532374	0.2283
15.00	0.01767	0.7947841	0.3425
20.00	0.03142	1.4129496	0.4566
25.00	0.04909	2.2077337	0.5708
30.00	0.07069	3.1791365	0.6849
35.00	0.09621	4.327158	0.7991
40.00	0.12566	5.6517983	0.9132
45.00	0.15904	7.1530572	1.0274
50.00	0.19635	8.8309348	1.1415
55.00	0.23758	10.685431	1.2557
60.00	0.28274	12.716546	1.3698
65.00	0.34038	15.308992	1.4840
70.00	0.40285	18.118227	1.5981
75.00	0.47672	21.440848	1.7123
80.00	0.56714	25.507407	1.8264
85.00	0.68371	30.750113	1.9406
90.00	0.84800	38.139293	2.0547
95.00	1.12886	50.771179	2.1689
100.00			2.2830

Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0058392	0.0158
2.00	0.00031	0.0233569	0.0315
3.00	0.00071	0.0525531	0.0473
4.00	0.00126	0.0934277	0.0631
5.00	0.00196	0.1459808	0.0789
6.00	0.00283	0.2102123	0.0946
7.00	0.00385	0.2861223	0.1104
8.00	0.00503	0.3737107	0.1262
9.00	0.00636	0.4729777	0.1420
10.00	0.00785	0.583923	0.1577
15.00	0.01767	1.3138268	0.2366
20.00	0.03142	2.3356921	0.3154
25.00	0.04909	3.649519	0.3943
30.00	0.07069	5.2553073	0.4732
35.00	0.09621	7.1530572	0.5520
40.00	0.12566	9.3427686	0.6309
45.00	0.15904	11.824441	0.7098
50.00	0.19635	14.598076	0.7886
55.00	0.23758	17.663672	0.8675
60.00	0.28274	21.021229	0.9463
65.00	0.34038	25.3067	1.0252
70.00	0.40285	29.950539	1.1041
75.00	0.47672	35.443034	1.1829
80.00	0.56714	42.165305	1.2618
85.00	0.68371	50.83182	1.3407
90.00	0.84800	63.046587	1.4195
95.00	1.12886	83.927868	1.4984
100.00			1.5772

(sumber : Hasil Analisa)



Grafik 5.5 Grafik Rate of settlement ½L PVD
(*sumber : Hasil Analisa)*



Grafik 5.6 Grafik Rate of settlement 1/3 L PVD
(*sumber : Hasil Analisa)*

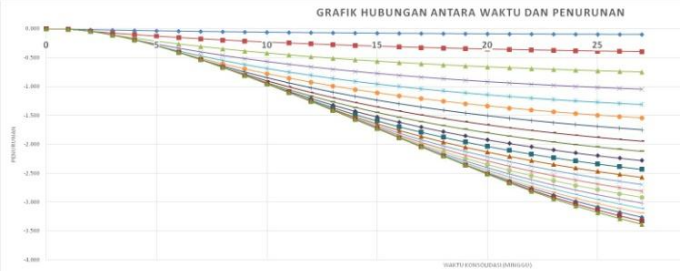
Kondisi 3

PVD dengan kedalaman sebesar setebal lapisan *compressible* (Hdr) namun derajat konsolidasi 80%

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

Hinisial = 10.50 m
Hfinal = 4.0 m
Sc rencana = 3.067 m
Lama konsolidasi = 24 minggu
Panjang PVD = 27 m
Pola PVD = segitiga,jarak 1.30 m

Dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 3.067 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan PVD diperoleh 4.24 m



Grafik 5.7 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 80% PVD *(sumber : Hasil Analisa)*

Antara PVD 80% dan Full PVD >90%, terdapat selisih Sc yaitu 4.24 m – 3.067 m = 1.17 m
Sehingga lama penurunan beda Sc tersebut diperoleh 19.55 Tahun.

Terkait simulasi perhitungan 3 kondisi diatas, tidak dilakukan pembahasan lebih lanjut. Perencanaan mendetail yang dibahas pada sub bab berikutnya akan mengunakan data hasil perhitungan full PVD dengan derajat konsolidasi >90% selama 24 minggu.

5.2.5.2 Perencanaan PHD

PHD berfungsi menerima aliran vertikal air pori dari PVD, oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan estimasi debit air pori yang keluar sebagai dasar pemilihan jenis PHD yang digunakan. Perhitungan debit air pori yang keluar dilakukan berdasarkan besarnya pemampatan pada derajat konsolidasi tertentu saat perkiraan debitnya maksimum.

Penggunaan PVD dengan jarak 1.3 m pada waktu (t) sebesar 24 minggu diperoleh derajat konsolidasi sebesar 95.74 %, sehingga besarnya pemampatan yang terjadi adalah 4.06 m

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

$= \frac{4.24\ m\ x\ 1.5\ m^2}{24\ minggu}$

$= 4.196 \times 10^{-7}\ m^3/s$

Perhitungan debit dilakukan lagi dengan variasi waktu pemampatan yang berbeda. Besaran debit air pori yang keluar berdasarkan waktunya pemampatannya dapat dilihat pada **Tabel 5.6**

Tabel 5.6 Debit air pori berdasarkan waktu pemampatan

Waktu (minggu)	Derajat Konsolidasi (%)	Besarnya Pemampatan (m)	Debit per m2 tanah (m3/s)
24	92.320	4.0608	4.1964E-07
20	84.237	3.8730	2.7494E-07
15	71.222	3.5717	3.3738E-07
10	47.189	3.0198	4.2614E-07

(sumber : Hasil Analisa)

Perkiraan debit air pori maksimal per m^2 tanah sebesar $4.196 \times 10^{-7}\ m^3$/detik. Untuk pemasangan PVD jarak 130 cm dengan pola segitiga, luas layanan 1 titik PVD sebesar 1,4634 m^2. Artinya, setiap 1 titik ujung PVD mengalirkan air pori seluas 1.4634 m^2 sehingga setiap 1 titik ujung PVD mengeluarkan air pori vertikal sebesar,

q $= 1.4634 \times 4.196 \times 10^{-7}\ m^3/s$

$= 0.816 \times 10^{-6}\ m^3/s$

PHD diletakkan pada *sand blanket* setinggi 0.3 m diatas platform dengan lebar timbunan selebar 100 m. Diasumsikan air pori dari PHD menuju ke kanan timbunan saja. Artinya, panjang

maksimum 1 lajur PHD adalah 1 arah dan melayani 55 titik PVD, maka Besarnya debit maksimum 1 lajur PHD adalah:

$Q = N \times q$

$= 55 \times 0.816 \times 10^{-6}\ m^3/s$

$= 4.49 \times 10^{-5}\ m^3/s.$

Berdasarkan debit maksimum yang terjadi pada 1 lajur PHD, maka direncanakan PHD CT-SD100-20 yang memiliki kapasitas pengaliran sebesar $3{,}7 \times 10^{-4}\ m^3$/detik sepanjang 71.5 m per 55 titik PVD.

5.2.6 Perencanaan Timbunan Bertahap

Pada pelaksanaan di lapangan tinggi timbunan tidak ditimbun langsung setinggi tinggi timbunan pelaksanaan, tetapi penimbunan dilakukan secara bertahap dengan kecepatan 0.5 m/minggu.

5.2.6.1 Penimbunan Bertahap setinggi H_{kritis}

Pekerjaan penimbunan bertahap harus memperhatikan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang masih mampu dipikul oleh tanah dasar. Sebelumnya telah diketahui tinggi timbunan kritis adalah sebesar 0.30 m, maka sebelum dilakukan penimbunan perlu dilakukan perkuatan tanah dasar berupa penghamparan geotextile. Sehingga selanjutnya, daya dukung tanah dasar cukup kuat menumpu penimbunan.

5.2.6.2 Penimbunan Bertahap setinggi H pelaksanaan

Kecepatan penimbunan bertahap yang direncanakan adalah setinggi 0.5 m/minggu sehingga untuk mencapai H pelaksanaan 10.50 m jumlah penimbunan yang dilakukan secara bertahap adalah sebanyak 21 tahap. Umur timbunan dari proses penimbunan bertahap sampai tahap ke-21 dapat dilihat pada **Tabel 5.7** dan Derajat konsolidasi pada tiap tahap penimbunan dapat dilihat pada **Tabel 5.8**

Tabel 5.7 Umur Timbunan hingga Tahap Penimbunan ke-21

UMUR TIMBUNAN ke-(i) pada minggu ke-(n)																						
		Tahapan Penimbunan																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
minggu ke-	1	1																				
	2	2	1																			
	3	3	2	1																		
	4	4	3	2	1																	
	5	5	4	3	2	1																
	6	6	5	4	3	2	1															
	7	7	6	5	4	3	2	1														
	8	8	7	6	5	4	3	2	1													
	9	9	8	7	6	5	4	3	2	1												
	10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
	11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1										
	12	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1									
	13	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1								
	14	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
	15	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
	16	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1					
	17	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
	18	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
	19	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	21	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(sumber : Hasil Analisa)

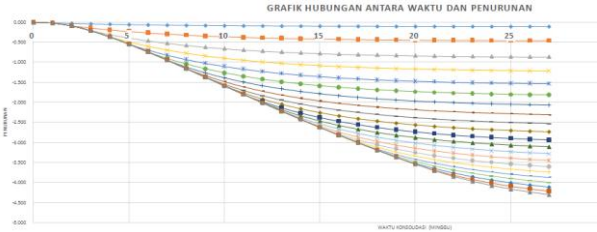
Tabel 5.8 Derajat konsolidasi tiap tahap timbunan

Tahapan Timbunan	Umur timbunan	Derajat Konsolidasi
0.00 - 0.50	21	96.38
0.50 - 1.00	20	95.77
1.00 - 1.50	19	95.05
1.50 - 2.00	18	94.21
2.00 - 2.50	17	93.22
2.50 - 3.00	16	92.07
3.00 - 3.50	15	90.72
3.50 - 4.00	14	89.15
4.00 - 4.50	13	87.30
4.50 - 5.00	12	85.14
5.00 - 5.50	11	82.61
5.50 - 6.00	10	79.65
6.00 - 6.50	9	76.18
6.50 - 7.00	8	72.12
7.00 - 7.50	7	67.36
7.50 - 8.00	6	61.78
8.00 - 8.50	5	55.24
8.50 - 9.00	4	47.57
9.00 - 9.50	3	38.55
9.50 - 10.00	2	27.95
10.00 - 10.50	1	15.41

(sumber : Hasil Analisa)

Akibat dari penimbunan bertahap maka tanah dasar akan mengalami pemampatan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Perhitungan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan dapat dilihat pada **Gambar 5.8.** Karena telah dipasang perkuatan tanah, maka daya dukung tanah dasar tidaklah

menjadi masalah lagi sehingga penimbunandapat dilakukan tanpa adanya penundaan pentahapan. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan consolidation settlement pada penimbunan bertahap tersebut adalah 24 minggu.



Gambar 5.8. Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap *(sumber : Hasil Analisa)*

5.2.7 Kenaikan Daya Dukung Tanah akibat Pemampatan Tanah

Pemampatan yang terjadi pada lapisan tanah kompresibel mengakibatkan kepadatan tanah tersebut meningkat. Hal ini berarti daya dukung tanah juga meningkat karena adanya kenaikan nilai Cu (*Undrained shear strength*). Peningkatan daya dukung tanah ini akan terjadi secara bertahap sesuai dengan derajat konsolidasi akibat pengaruh PVD.

5.2.7.1 Kenaikan daya dukung tanah setinggi H_{kritis}

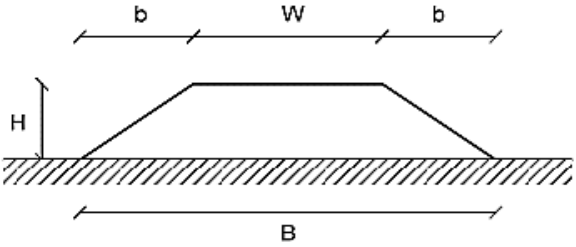
Daya dukung tanah yang meningkat akibat beban timbunan setinggi Hkritis dihitung untuk dianalisis terhadap kelongsorannya. Kenaikan nilai Cu (*Undrained shear strength*) dihitung berdasarkan derajat konsolidasi yang terjadi sesuai dengan umur timbunannya. Umur timbunan setinggi H kritis terjadi pada awal pelaksanaan, sehingga dilakukan perkuatan dasar timbunan menggunakan geotextile.

Pada tahapan perkuatan dasar timbunan ini, diasumsikan geotextile hanya mampu menahan timbunan sampai 1.00 m saja, dikarenakan perbaikan tanah dasar yang sesungguhnya adalah direncanakan menggunakan PVD.

Perhitungan perkuatan dasar dengan Geotextile, direncanakan menurut Departemen PU Direktorat Bina Marga "*Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geoteknik*, 2009 "

Dimensi Timbunan

Hinisial	=	1.00	m
B	=	353	m
W	=	332	m
b	=	3	
b/H	=	3	
Qmerata	=	4	T
H lunak	=	27	m
γ	=	18	kN/m^3
θ	=	30	



Gambar 5.9 Gambar Timbunan

(sumber : Perkuatan Tanah dengan Geosintetik, PU)

Parameter Tanah

Cu	=	0.11	t/m^2
	=	1.05	kN/m^2
Nc	=	5.14 + 0.5 B/D	
	=	5.14 + 6.537	

= 11.677037

Cek Kapasitas Daya Dukung

Qult = Qu = Cu Nc

= 1.05 11.67704

= 12.27 kN/m^2

Beban Maksimum Timbunan, Tanpa Geositentik

Pmax = γ Hinisial

= 3.5 x 18

= 63 kN/m^2

Faktor Keamanan Daya Dukung, Tanpa Geositentik

$$Fku = \frac{Qult}{Pmax}$$

$$= \frac{12.27}{18}$$

= 0.68

Beban Maksimum Timbunan, dengan Geositentik

$$Pag = \frac{Ag\,\gamma}{B}$$

$$= \frac{3123}{353}$$

= 8.87 kN/m^2

Faktor Keamanan Daya Dukung, Tanpa Geositentik

$$Fku = \frac{Qult}{Pmax}$$

$$= \frac{12.27}{8.87}$$

= 1.38

Stabilitas Rotational

Fku = Faktor Keamanan Tanpa perkuatan

= 0.8155

Md = 387.43 kNm

Mr = 315.96 kNm

R = 13.199 m

x = 9.8

y = 36.2

θ = 45

$FK_{rencana}$ = 1.5

β = 0 (bila terjadi Keraguan)

Tg = Kekuatan Geositentik yang dibutuhkan

$$Tg = \frac{FKr \times Md - Mr}{R \cos(\theta - \beta)}$$

$$= \frac{1.5 \times 387.43 - 315.96}{13.199 (\cos 45 - 0)}$$

$$= \frac{107.205}{9.33}$$

= 11.49 kN

Rfid = 1.1

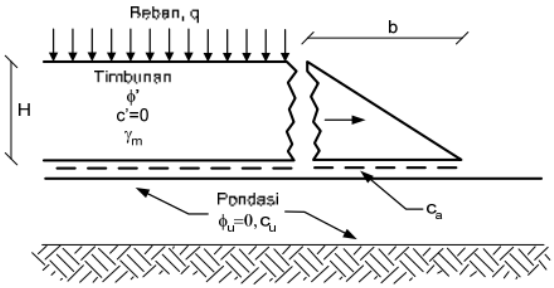
Rfd = 2

Tgult = Tg x Rfid

Tgult = 11.49 x Tg x Rfid

= 12.70 kN

Stabilitas Lateral



(Sumber: Hotlz dkk, 1998)

Gambar 5.10 Stabilitas lateral timbunan pada tanah pondasi.

Tls	=	Kekuatan yang dibutuhkan geosintetik untuk stabilitas lateral
FKr	=	Faktor Keamanan Rencana
	=	1.5
Ka	=	$\tan^2 (45 - \theta/2)$
	=	0.334
b	=	lebar lereng timbunan
ca	=	0
b ca	=	0
FKr	=	$\frac{b.ca + Tls}{0.5\ \Upsilon\ H^2\ Ka}$
Tls	=	0.5 FKr H Ka (ϒ H) - b ca
	=	0.5 x 1.5 x 3.5 x 0.334 x 18 - 0
	=	4.51 kN

Kekuatan stabilitas geosintetik untuk stabilitas gelincir lateral

Tls ul	=	Tls x RFcr x Rfid x Rfd
Rfcr	=	1.75

Rfid = 1.1

Rfd = 1.1

Tls ul = Tls x RFcr x Rfid x Rfd

= 4.51 x 1.75 x 1.1 x 1.1

= 9.55 kN

Maka Kekuatan geotextile yang digunakan

T_{geotex} = 12.64 kN

= 80 kN

Cek T geotextile

$\Delta M_r = SF_{rencana} \; x \; M_d - M_{res}$

= 1.50 x 387.43 - 315.96

= 265.185 KNm

Kekuatan geotextile yang tersedia (T_{allow}) adalah :

$$T_{allow} = \frac{T}{FS_{ID} \; x \; FS_{CR} \; x FS_{CD}}$$

$$= \frac{80}{1.1 \; x \; 1.75 \; x 1.1} = 37.78 \text{ KN/m}$$

Pemasangan geotextile dilakukan tepat di atas dasar tanah , sehingga jarak vertikal antara pemasangan geotextile dan pusat kelongsoran adalah :

$T_1 = yo - yz =$ 36.2– 27.0 = 9.20

$M_{geotextile} = T_{allow} \; x \; T_1$= 37.78 x 9.20 = 347.579 KNm > ΔM_r

Kenaikan nilai Cu dipengaruhi oleh perubahan tegangan tiap lapisan tanah akibat beban timbunan.
Setelah didapatkan nilai penambahan tegangan (ΔP1) tiap lapisan, penambahan nilai Cu pada tiap kedalaman tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

a. Untuk harga PI tanah < 120%
   Cu (kg/m^2) = 0.0737 + (0.1899 – 0.0016 PI) σp'
b. Untuk harga PI tanah > 120%
   Cu (kg/m^2) = 0.0737 + (0.0454 – 0.00004 PI) σp'

Pada minggu ke-2, setelah dilakukan penimbunan 1 meter, dilakukan pengecekan daya dukung tanah dasar akibat peningkatan daya dukung tanah secara bertahap sesuai dengan derajat konsolidasi akibat pengaruh PVD.
Setelah daya dukung tanah meningkat, dilakukan pengecekan daya dukungnya terhadap kelongsoran pincture dan rotasional dengan program bantu Geostudio Slope/W. Apabila safety faktor telah memenuhi SF = 1 maka penimbunan selanjutnya dapat dilakukan.

5.2.7.2 Kenaikan daya dukung tanah setinggi $H_{pelaksanaan}$

Analisa stabilitas timbunan yang dilakukan adalah saat timbunan sudah mencapai total tinggi timbunan pelaksanaan maka kenaikan nilai daya dukung tanah dihitung akibat beban setinggi H pelaksanaan. Perhitungan kenaikan nilai Cu dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan sebelumnya. Penambahan tegangan akibat beban setinggi H pelaksanaan dapat dilihat pada **Tabel 5.9** dan **Tabel 5.10**, penambahan tegangan per lapisan tanah. Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.11**

Tabel 5.9 Penambahan tegangan akibat 21 tahapan penimbunan. (bagian 1)

			Po' (t/m2)	ΔP1' (t/m2)	ΔP2' (t/m2)	ΔP3' (t/m2)	ΔP4' (t/m2)	ΔP5' (t/m2)	ΔP6' (t/m2)	ΔP7' (t/m2)	ΔP8' (t/m2)	ΔP9' (t/m2)	ΔP10' (t/m2)	ΔP11' (t/m2)
	Htimb.		H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H = 4.5 m	H = 5 m	H = 5.5 m
	Umur Timb.		-	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	U (%)			92.32	91.34	90.24	89.00	87.60	86.02	84.24	82.23	79.95	77.39	74.49
Kedalaman (m)	1.00	2.00	0.28	0.78	0.80	0.80	0.79	0.78	0.76	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	2.00	3.00	0.84	0.81	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	3.00	4.00	1.40	0.81	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	4.00	5.00	2.58	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	5.00	6.00	3.32	0.82	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	6.00	7.00	4.06	0.82	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.75	0.73	0.71	0.69	0.66
	7.00	8.00	3.23	0.82	0.81	0.81	0.79	0.78	0.77	0.74	0.73	0.71	0.69	0.66
	8.00	9.00	3.73	0.82	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.73	0.71	0.69	0.66
	9.00	10.00	4.74	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.73	0.71	0.69	0.66
	10.00	11.00	5.21	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.71	0.69	0.67
	11.00	12.00	5.69	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.71	0.69	0.67
	12.00	13.00	6.18	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.71	0.69	0.67
	13.00	14.00	6.79	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72	0.69	0.67
	14.00	15.00	7.42	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72	0.69	0.67
	15.00	16.00	8.04	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72	0.69	0.67
	16.00	17.00	6.76	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72	0.69	0.67
	17.00	18.00	7.31	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	18.00	19.00	7.86	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	19.00	20.00	4.78	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.73	0.71	0.69	0.66
	20.00	21.00	5.36	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.71	0.69	0.67
	21.00	22.00	11.71	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	22.00	23.00	11.32	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	23.00	24.00	6.73	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.71	0.69	0.67
	24.00	25.00	7.24	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	25.00	26.00	8.24	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.73	0.74	0.72	0.69	0.67
	26.00	27.00	6.83	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.77	0.72	0.74	0.71	0.69	0.67

(sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.10 Penambahan tegangan akibat 21 tahapan penimbunan. (bagian 2)

			ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	ΔP12' (t/m2)	Total	
	H timb.		H = 6 m	H = 6.5 m	H = 7 m	H =7.5 m	H =8 m	H = 8.5 m	H = 9 m	H = 9.5 m	H = 10 m	H = 10.5 m		
	Umur Timb.		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	t/m2	kg/cm2
	U (%)		71.22	67.52	63.34	58.61	53.26	47.19	40.30	32.46	23.50	13.14		
Kedalaman (m)	1.00	2.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	12.70	1.27
	2.00	3.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	13.31	1.33
	3.00	4.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	13.89	1.39
	4.00	5.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	15.09	1.51
	5.00	6.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	15.84	1.58
	6.00	7.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	16.59	1.66
	7.00	8.00	0.63	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	15.75	1.57
	8.00	9.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	16.25	1.63
	9.00	10.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	17.27	1.73
	10.00	11.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.21	0.12	17.75	1.77
	11.00	12.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	18.23	1.82
	12.00	13.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	18.71	1.87
	13.00	14.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.33	1.93
	14.00	15.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.96	2.00
	15.00	16.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	20.59	2.06
	16.00	17.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.29	1.93
	17.00	18.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.85	1.98
	18.00	19.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	20.40	2.04
	19.00	20.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	17.29	1.73
	20.00	21.00	0.64	0.60	0.56	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	17.88	1.79
	21.00	22.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.48	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	24.26	2.43
	22.00	23.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.48	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	23.86	2.39
	23.00	24.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.26	1.93
	24.00	25.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.76	1.98
	25.00	26.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	20.77	2.08
	26.00	27.00	0.64	0.60	0.57	0.52	0.47	0.42	0.36	0.29	0.20	0.12	19.35	1.94

(sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.11 Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah .

Kedalaman			PI	Cu lama		Cu baru			Cu transisi		
						per lapisan	rata2	rata2	per lapisan	rata2	rata2
				t/m^2	kg/cm^2	Kg/cm^2		kpa	Kg/cm^2		kpa
0	-	1	39.26	0.105	0.010708	0.2351			0.1229		
1	-	2	39.26	0.105	0.010708	0.2428			0.1268		
2	-	3	39.26	0.105	0.010708	0.2502			0.1305		
3	-	4	37.19	0.105	0.010708	0.2705			0.1406		
4	-	5	37.19	0.105	0.010708	0.2802			0.1455		
5	-	6	37.19	0.105	0.010708	0.2900			0.1503		
6	-	7	42.24	0.315	0.032123	0.2663	**0.278**	**27.278**	0.1492	0.151	14.811
7	-	8	42.24	0.315	0.032123	0.2725			0.1523		
8	-	9	42.24	0.315	0.032123	0.2849			0.1585		
9	-	10	40.23	0.315	0.032123	0.2965			0.1643		
10	-	11	40.23	0.315	0.032123	0.3025			0.1673		
11	-	12	40.23	0.315	0.032123	0.3086			0.1704		
12	-	13	40.32	0.526	0.053641	0.3161			0.185		
13	-	14	40.32	0.526	0.053641	0.3240			0.1888		
14	-	15	40.32	0.526	0.053641	0.3318			0.1927		
15	-	16	40.11	0.631	0.064348	0.3162			0.1903		
16	-	17	40.11	0.631	0.064348	0.3232	**0.331**	**32.499**	0.1938		
17	-	18	40.11	0.631	0.064348	0.3302			0.1973	0.197	19.288
18	-	19	38.52	0.631	0.064348	0.2955			0.1799		
19	-	20	38.52	0.631	0.064348	0.3030			0.1837		
20	-	21	38.52	0.631	0.064348	0.3849			0.2246		
21	-	22	40.08	0.631	0.064348	0.3739			0.2191		
22	-	23	40.08	0.631	0.064348	0.3159			0.1901		
23	-	24	40.08	0.631	0.064348	0.3223			0.1933		
24	-	25	41.66	0.631	0.064348	0.3297	**0.271**	**26.549**	0.1970	0.168	16.430
25	-	26	41.66	0.631	0.064348	0.3122			0.1883		
26	-	27	41.66	0.631	0.064348	0.0737			0.0690		

(sumber : Hasil Analisa)

5.2.8 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung

Kenaikan daya dukung tanah akan menyebabkan stabilitas tanah dasar terhadap timbunan mengalami perubahan, maka perlu dilakukan Analisa stabilitas terhadap bahaya longsor.

5.2.8.1 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung setinggi H_{kritis}

Pada perhitungan sebelumnya telah didapatkan tinggi Hkritis adalah sebesar 0.3 m yaitu pada awal pelaksanaan, Sehingga pada tahapan awal reklamasi akan dilakukan perkuatan dasar timbunan menggunakan penghamparan geotextile.

5.2.8.2 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung setinggi H pelaksanaan

Dalam tugas akhir ini, analisis stabilitas lereng dilakukan dengan kondisi muka air tanah rendah dan muka air tanah tinggi. Maksud dari muka air tanah tinggi adalah keadaan bila timbunan tanah dalam kondisi jenuh akibat naiknya muka air tanah atau karena air hujan yang masuk memenuhi timbunan. Analisis stabilitas lereng dibantu dengan menggunakan program Analisa Geoteknik dengan melakukan 10 percobaan sehingga didapatkan 10 hasil analisa yang mempunyai selisih momen penahan (ΔMr) dan nilai safety factor yang bervariasi. Selisih momen penahan (ΔMr) ini dipakai untuk merencanakan kebutuhan perkuatan geotextile yang dibutuhkan.

Perencanaan yang digunakan adalah analisa yang menghasilkan kebutuhan geotexile yang paling banyak diantara 10 kondisi safety factor tersebut.

Output dari program Analisa Geoteknik pada kondisi muka air tanah rendah dapat dilihat pada **Tabel 5.12** dan pada kondisi muka air tinggi dapat dilihat pada **Tabel 5.13**

Tabel 5.12 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT rendah

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	0.3768	19630	52099	23.40	48.60	31.65
2	0.4039	13414	33208	23.40	44.60	25.52
3	0.395	21150	53486	25.50	49.00	31.92
4	0.407	14075	34576	24.50	44.50	25.67
5	0.341	19006	55693	29.75	41.00	29.27
6	0.312	12521	40136	25.20	37.25	24.64
7	0.31	16222	52294	25.30	33.70	22.32
8	0.413	18046	43688	22.75	45.50	27.44
9	0.3093	12209	39473	24.68	37.39	24.53
10	0.31	12853	41526	24.56	38.16	25.26

(sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.13 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT tinggi

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	0.369	10385	28108	21.96	38.44	22.99
2	0.366	10508	28728	22.20	37.30	22.84
3	0.439	23940	54506	23.73	49.50	32.59
4	0.452	17390	38431	21.65	45.63	27.35
5	0.373	12878	34546	22.88	40.48	25.19
6	0.366	10964	29986	21.85	38.61	23.61
7	0.376	9857.8	26187	21.33	38.25	22.55
8	0.366	9878.2	27021	21.76	37.53	0.00
9	0.457	17636	38860	20.72	46.08	27.91
10	0.369	12151	32940	22.16	40.04	24.77

(sumber : Hasil Analisa)

5.2.9 Perencanaan Perkuatan Lereng Timbunan

Perkuatan lereng timbunan direncanakan untuk menjaga stabilitas timbunan diatas tanah lunak agar tidak mengalami kelongsoran. Perkuatan lereng ini juga dilakukan agar proses penimbunan bertahap dapat dilakukan secara terus menerus/ tidak dilakukan penundaan.

Perencanaan perkuatan lereng timbunan dilakukan berdasarkan Analisa stabilitas lereng saat tinggi timbunan setinggi tinggi timbunan pelaksanaan.

5.2.9.1 Perkuatan Timbunan dengan Geotextile

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan perkuatan dengan Geotextile Woven Mirafi PP Geosinindo dengan kuat tarik 600KN/m. Berikut adalah contoh perhitungan mencari kebutuhan jumlah geotextile:

Data Geotextile
- Jenis Geotextile : Mirafi PP
- Tegangan ultimate (Tult) : 600 KN/m

Faktor Keamanan Perencanaan
- SF Rencana : 1.5
- Faktor kemanaan instalasi : 1.1
- Faktor keamanan rangkak : 2
- Faktor kemanan kimiawi : 1.1
- Faktor keamanan biologi : 1.1

Jarak vertikal pemasangan geotextile (Sv) : 0.5

Data geometrik timbunan
- Tinggi timbunan (Hi) : 10.50
- Kemiringan slope : 1 : 3
- Koordinat sb.Y dasar timbunan (yz) : 27.00
- Koordinat sb.Y pemasangan geotextile ke-1 : 27.50
- Berat volume tanah ($\gamma_{timbunan}$) : 18.0 KN/m^3
- Sudut geser dalam (ϕ) : 30 °
- Kohesi tanah (C) : 0

1. Kebutuhan jumlah geotextile

Dengan nilai safety factor 1.5 , maka besarnya selisih momen penahan (ΔMr) yang terjadi adalah :

$M_{res\ 2} = SF_{rencana}\ x\ M_d$
= 1.50 x 52 099
= 78 148.50 KNm

$\Delta M_r = M_{res\ 2} - M_{res}$
= 78 148.50 – 19 630
= 58 518.50 KNm

Kekuatan geotextile yang tersedia (T_{allow}) adalah :

$$T_{allow} = \frac{T}{FS_{ID}\ x\ FS_{CR}\ xFS_{CD}\ x\ FS_{BD}}$$
$$= \frac{600}{1.1\ x\ 2\ x1.1\ x\ 1.1}$$
= 225.39 KN/m

Pemasangan geotextile lapis pertama dilakukan tepat di atas sand blanket , sehingga jarak vertikal antara pemasangan geotextile dan pusat kelongsoran adalah :

$T_1 = yo - yz$

$= 48.60 - 27.00$

$= 21.60$

$M_{geotextile\ 1} = T_{allow}\ x\ T_1$

$= 225.39 \text{ x } 21.60$

$= 4\ 868.52$ KNm

Nilai momen geotextile terpasang pada lapis pertama masih belum memenuhi kebutuhan dari selisih momen penahan (ΔMr), sehingga perlu dilakukan pemasangan geotextile lapis kedua. Lapisan geotextile diletakan di atas lapis sebelumnya dengan jarak vertical (Sv) = 0.50 m.

Besaran momen pada geotextile lapis kedua adalah:

$T_2 = T_1 - Sv$

$= 21.60 - 0.50$

$= 21.10$

$M_{geotextile\ 2} = T_{allow}\ x\ T_2$

$= 225.39 \text{ x } 21.10$

$= 4\ 755.82$ KNm

Dengan dipasang geotextile lapis kedua , maka jumlah momen yang bekerja pada geotextile adalah:

$\sum M_{geotextile} = M_{geotextile\ 1} + M_{geotextile\ 2}$

$= 4\ 868.52 + 4\ 755.82$

$= 9\ 624.34$ KNm

$\sum M_{geotextile} = 9\ 624.34 < \Delta M_R$

$= 9\ 624.34$ KNm < 58 518.50 KNm

Karena Jumlah momen yang bekerja masih belum memenuhi kebutuhan dari selisih momen penahan (ΔMr), maka dilakukan pemasangan geotextile lapis berikutnya sampai selisih momen penahan (ΔMr) terpenuhi. Pemasangan geotextile bisa dilakukan dengan cara dirangkap bila tinggi timbunan terbatas. Perhitungan kebutuhan lapisan geotextile dapat dilihat pada **Tabel 5.14**

Tabel 5.14 Perhitungan perkuatan geotextile

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif	Keterangan
1	225.39	21.60	8.00	4,868.52	4,868.52	Tidak Memenuhi
2	225.39	21.10	7.50	4,755.82	9,624.34	Tidak Memenuhi
3	225.39	20.60	7.00	4,643.13	14,267.47	Tidak Memenuhi
4	225.39	20.10	6.50	4,530.43	18,797.90	Tidak Memenuhi
5	225.39	19.60	6.00	4,417.73	23,215.63	Tidak Memenuhi
6	225.39	19.10	5.50	4,305.03	27,520.66	Tidak Memenuhi
7	225.39	18.60	5.00	4,192.34	31,713.00	Tidak Memenuhi
8	225.39	18.10	4.50	4,079.64	35,792.64	Tidak Memenuhi
9	225.39	17.60	4.00	3,966.94	39,759.58	Tidak Memenuhi
10	225.39	17.10	3.50	3,854.24	43,613.82	Tidak Memenuhi
11	225.39	16.60	3.00	3,741.55	47,355.37	Tidak Memenuhi
12	225.39	16.10	2.50	3,628.85	50,984.22	Tidak Memenuhi
13	225.39	15.60	2.00	3,516.15	54,500.38	Tidak Memenuhi
14	225.39	15.10	1.50	3,403.46	57,903.83	Tidak Memenuhi
15	225.39	14.60	1.00	3,290.76	61,194.59	Memenuhi
16	225.39	14.10	0.50	3,178.06	64,372.65	Memenuhi

(sumber : Hasil Analisa)

Dari tabel di atas didapatkan jumlah kebutuhan geotextile yang dibutuhkan untuk menahan longsor dengan SF rencana 1.50 adalah sebanyak 16 lapis dengan jarak pemasangan (Sv) = 0.50 m.

Perhitungan jumlah kebutuhan geotextile dilakukan dengan cara yang sama untuk kondisi yang lainnya. Hasil perhitungan kebutuhan geotextile untuk setiap kondisi dapat dilihat pada **Tabel 5.15**

Tabel 5.15 Jumlah Kebutuhan perkuatan geotextile

No.	Kondisi	SF	ΔMr (KNm)	Jumlah perkuatan geotextile
1	MAT rendah	0.377	19630.00	16
2		0.404	13414.00	16
3		0.395	21150.00	16
4		0.407	14075.00	16
5		0.341	19006.00	16
6		0.312	12521.00	16
7		0.31	16222.00	16
8		0.413	18046.00	16
9		0.309	12209.00	16
10		0.31	12853.00	16
1	MAT tinggi	0.369	10385	32
2		0.366	10508	32
3		0.439	23940	32
4		0.452	17390	16
5		0.373	12878	32
6		0.366	10964	32
7		0.376	9857.8	32
8		0.366	9878.2	32
9		0.457	17636	16
10		0.369	12151	32

(sumber : Hasil Analisa)

2. Kebutuhan panjang geotextile

Berikut adalah contoh perhitungan panjang geotextile pada lapisan pertama :

- Panjang geotextile di belakang bidang longsor (Le)

  Tegangan vertikal (σ_v)

  $\sigma_v = \gamma_{timbunan}$ x Hi

  = 1.80 x 8.00

  = 14.4 t/m^2

  Tegangan geser antara tanah timbunan dan *geotextile* (τ_1)

  $\tau_1 = Cu_1 + \sigma_v \, tan \, \phi$

  $= 0 + 14.40 \tan(30)$

  = 8.309 t/m^2

  Tegangan geser antara tanah dasar dan *geotextile* (τ_2)

  $\tau_2 = Cu_2 + \sigma_v \, tan \, \delta_2$

  $= 1.56 + 14.4 \tan(0)$

  = 9.87 t/m^2

  Maka kebutuhan panjang geotextile di belakang bidang longsor adalah

  $$L_e = \frac{T_{allow} \; x \; SF}{(\tau_1 + \tau_2) \; x \; E}$$

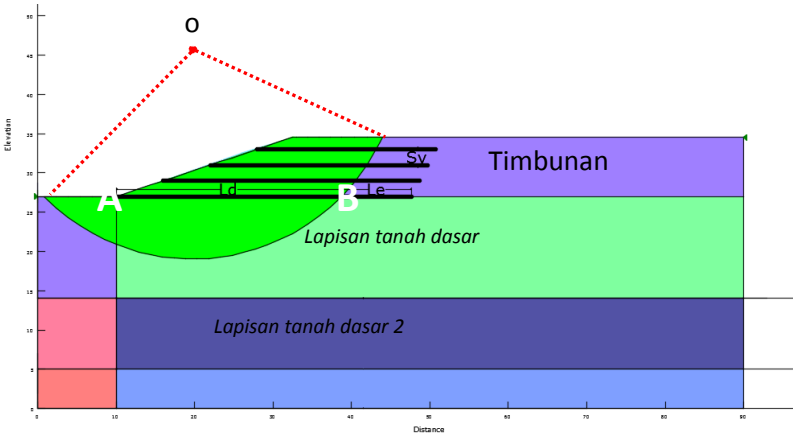
  $$= \frac{22.539 \; x \; 1.5}{(\; 8.309 \; + \; 9.87 \;) \; x \; 0.8}$$

  = 2.325 ≈ 2.5 m

  Kebutuhan panjang geotextile di belakang bidang longsor (Le) pada lapis pertama adalah 2.5 m.

- Panjang geotextile di belakang depan longsor (L_d)

  Perhitungan kebutuhan panjang geotextile di depan bidang longsor memerlukan data berupa koordinat bidang kelongsoran dan koordinat tepi timbunan yang diperoleh dari program bantu gambar gambar. Sketsa bidang longsor pada lereng timbunan dapat dilihat pada **Gambar 5.11**



Gambar 5.11 Sketsa Bidang Longsor
(sumber : Hasil Pemodelan)

Dari gambar tersebut didapatkan koordinat titik A (tepi lereng timbunan) dan titik B (bidang kelongsoran) sebagai berikut.

Ld = panjang A-B
= 36.40 m

Kebutuhan panjang geotextile di depan bidang longsor (Ld) pada lapis pertama adalah 36.50 m.

- Panjang lipatan geotextile (L_o)
  Lo = ½ Le = 1.25 m
  maka panjang Lo yang digunakan yaitu sepanjang $Lo_{minimum}$ = 1.25 m

Maka total kebutuhan panjang geotextile untuk lapis pertama adalah

L_{total} = Le + Ld + Lo + Sv
= 2.50 + 36.50 + 1.25 + 0.50
= 40.75 m

5.2.9.2 Perkuatan Timbunan dengan Micropile

Data spesifikasi *micropile*

Jenis micropile		=	Circle Spun Pile	
Type micopile		=	D-500. Kelas C	
Produksi		=	PT. Wika Beton	
Diameter	(D)	=	500	mm
Radius	(r)	=	150	mm
Mutu beton	(fc')	=	52	Mpa
Selimut beton (Cover)	(t)	=	90	mm
Momen Crack	(Mcr)	=	17	ton-m
Momen *ultimate*	(Mu)	=	34	ton-m
Panjang tiang	(L)	=	20	m

Data perencanaan				
Safety factor rencana	(SF)	=	1.50	
Jarak spasi *micropile*	(S)	=	3.0.D	
		=	1.5	m
Data Geometri				
Ordinat tanah dasar	(Yz)	=	27.00	

Hasil bacaaan program				
Safety factor	(SF)	=	0.376	
Ordinat titik pusat	(Xo)	=	22.16	
	(Yo)	=	40.04	
Radius bidang longsor	(Ro)	=	24.77	m

Diameter dalam *micropile* (d1)

d1 = D – (2 x t)

= 500 – (2 x 90)

= 320 mm

Radius dalam micropile (Rd_1)

$Rd_1 = \frac{d1}{2}$

= 320/2

= 160 mm

Inersia penampang (I)

$I = \frac{\pi\,(D^4 - d1^4)}{64}$

$= \frac{\pi\,(50^4 - 32^4)}{64}$

= 255324.30 cm^4

Modulus Elastisitas beton (E)

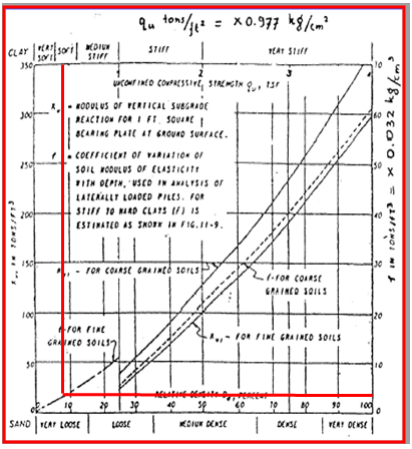
E = 4700 x $\sqrt{f'c}$

= 4700 x $\sqrt{52\ mpa}$

= 338921.8 kg/cm^2

Faktor kekuatan relatif (T)

Faktor kekuatan relatif (T) dihitung berdasarkan harga f yang didapat dengan menggunakan grafik pada **Gambar 5.12**



Gambar 5.12 Grafik penentuan nilai f
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Pada kasus ini konsistensi tanah dimana tiang ditanam yaitu pada tanah lempung soft, sehingga didapatkan nilai f = 2 tons/ft^3 atau 0.06 kg/cm^3. Maka besarnya faktor kekuatan relatif (T) adalah :

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

$$= \left(\frac{338921.8\ x\ 255324.30}{0.06}\right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 266.81\ cm$$

Kebutuhan panjang *micropile* Panjang *micropile* di atas bidang longsor (La)

$$La = Yz - (Yo - Ro)$$

$$= 27 - (40.04 - 24.77)$$

= 11.73 m

Panjang micropile di bawah bidang longsor (Lb)

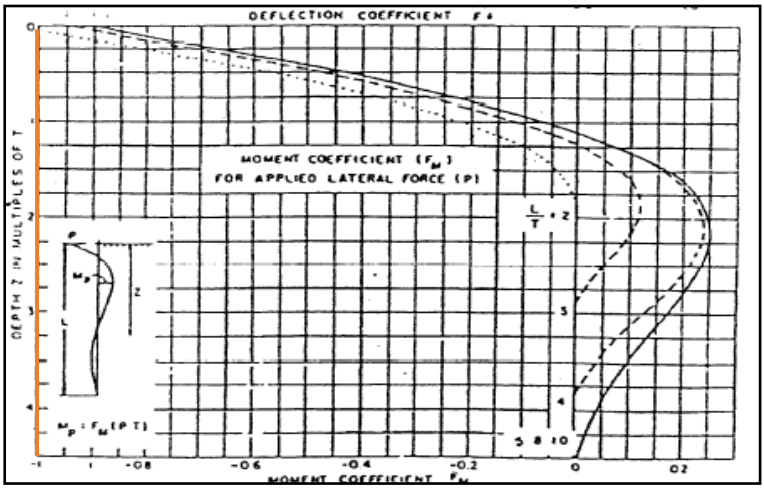
$$Lb = L - La$$

$$= 20 - 11.73$$

= 8.27 m

Koefisien momen akibat gaya lateral P (F_M)

Harga FM ditentukan dengan menggunakan **Gambar 5.13** (dari Design Manual , NAVFAC DM-7 1971) berdasarkan perbandingan antara panjang cerucuk yang tertahan di bawah bidang longsor (Lb) dan faktor kekakuan rekatif (T) pada kedalaman gaya lateral yang bekerja (z). Tiang/micropile yang direncanakan bersifat kaku maka gaya lateral yang bekerja diasumsikan berada pada bagian teratas tiang sehingga nilai z = 0.



Gambar 5.13 Grafik penentuan nilai FM
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Berdasarkan **Gambar 5.13** maka didapatkan harga koefisien momen akibat gaya lateral (Fm) adalah sebesar 1.0

Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (P_{max})

Besarnya gaya maksimum yang mampu ditahan 1 micropile ditentukan oleh besarnya momen lentur yang bekerja (Mp) dan faktor koreksi gabungan (Fkg) seperti koreksi ratio tancap (Yt), koreksi ratio spasi (Ys), koreksi ratio diameter (Yd) dan koreksi ratio jumlah micropile (Yn.) Berikut adalah faktor koreksi yang menentukan :

a. Koreksi ratio tancap (Yt)

$$Xt = \frac{Lb}{D} = \frac{8.27}{0.5} = 16.54$$

Karena 5 < Xt < 20 , maka

Yt = 0.1 (Xt) – 0.35

= 0.1 (16.54)-0.35

= 1.30

b. Koreksi ratio spasi (Ys)

Spasi pemasangan micropile yang digunakan adalah sebesar 3D = 3.00 (0.5) = 1.50 m

$$Xs = \frac{S}{D} = \frac{1.5}{0.5} = 3$$

Maka faktor koreksi ratio spasi (Ys) adalah

$$Ys = -0.057\ (Xs)^2 + 0.614(Xs) - 0.658$$

$$= -0.057\ (3.0)^2 + 0.614(3.0) - 0.658$$

$$= 0.67$$

c. Koreksi ratio diameter (Yd)

$$Xd = \frac{D}{T} = \frac{0.5}{2.66} = 0.19$$

Karena Xd > 0.12 , maka nilai faktor koreksi ratio diameter (Yd) yang digunakan adalah 2

d. Koreksi ratio jumlah micropile (Yn)

Koreksi *ratio* jumlah *micropile* (Yn) ditentukan oleh Jumlah *miropile* (Xn). Nilai Xn didapat melalui asumsi awal jumlah *micropile* yang dibutuhkan sehingga dengan asumsi awal dapat ditentukan kebutuhan *micropile* hasil perhitungan. Nilai koreksi (Yn) didapatkan dengan ketentuan, yaitu :

Jika Xn = 1, maka Yn = 1

Jika 1 < Xn, maka Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

Berikut contoh perhitungan koreksi ratio micropile (Yn) untuk asumsi 2 buah cerucuk.

Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

= 1.051 – 0.047 (2)
= 0.96

maka nilai koreksi faktor gabungan (Fkg) dengan asumsi awal (Xn) sebanyak 2 buah adalah

Fkg = 2.30 x Yt x Ys x Yd x Yn
= 2.30 x 1.10 x 0.67 x 2 x 0.96
= 3.85

Kemudian untuk gaya maksimum yang dapat ditahan satu buah micropile adalah :

$$P = \left(\frac{Mp}{Fm\ x\ T}\right) Fkg$$
$$= \left(\frac{17}{1\ x\ 2.66}\right) x\ 3.85$$
$$= 24.55\ ton$$

Jumlah kebutuhan micropile hitung (n)

Jumlah kebutuhan micropile hitung untuk asumsi awal 2 buah micropile adalah

$$n = \frac{\Delta Mr}{P_{maks}\ xR}$$
$$= \frac{3725.90}{24.55\ x\ 24.77} = 6.13\ buah$$

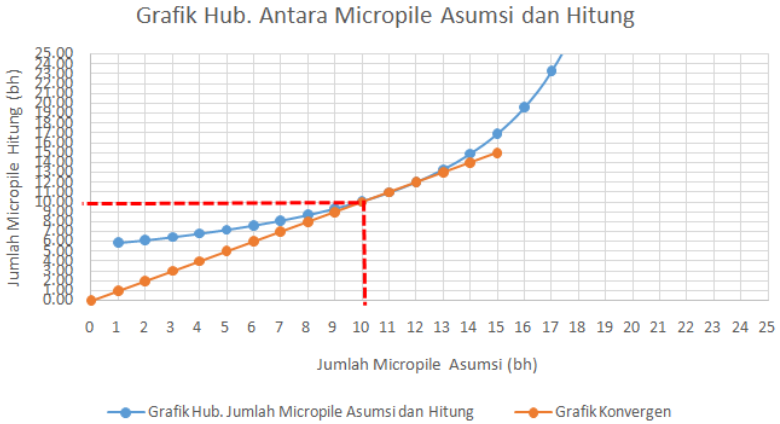
Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dengan asumsi awal micropile (Xn) 1, 2, 3, 4, 5 dst. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dapat diliat pada **Tabel 5.16**

Tabel 5.16 Perhitungan jumlah micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung
				ΔMr/(Pmax*Ro)
buah			ton	buah
1	1.00	4.03	25.65	5.86
2	0.96	3.85	24.55	6.13
3	0.91	3.66	23.34	6.44
4	0.86	3.47	22.14	6.80
5	0.82	3.29	20.93	7.19
6	0.77	3.10	19.73	7.63
7	0.72	2.91	18.52	8.12
8	0.68	2.72	17.32	8.69
9	0.63	2.53	16.11	9.34
10	0.58	2.34	14.90	10.09
11	0.53	2.15	13.70	10.98
12	0.49	1.96	12.49	12.04
13	0.44	1.77	11.29	13.33
14	0.39	1.58	10.08	14.92
15	0.35	1.39	8.88	16.95
16	0.30	1.20	7.67	19.61
17	0.25	1.01	6.46	23.27
18	0.21	0.83	5.26	28.61
19	0.16	0.64	4.05	37.11
20	0.11	0.45	2.85	52.83

(sumber : Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan kebutuhan micropile, dibuat grafik hubungan antara asumsi jumlah micropile (Xn) dan jumlah kebutuhan micropile hitung (n). Kemudian plotkan juga grafik konvergen dari kebutuhan micropile sehingga membentuk garis perpotongan dengan kurva Xn vs n untuk mencari kebutuhan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) Grafik penentuan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) dapat dilihat pada **Gambar 5.14**



Gambar 5.14 Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.14** maka didapatkan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) = 10 buah dan diameter 500 mm.

Pada perhitungan micropile, juga dilakukan secara berulang, pada variasi kondisi variasi Sf = 1.1 sampai 1.5 dan diperoleh rekapitulasi sebagaimana **Tabel 5.17**

Tabel 5.17 Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5

sf	D	L	n
1.1	500	17.75	10
1.2	500	18.25	10
1.3	500	18.75	11
1.4	500	19.5	10
1.5	500	20	10

(sumber : Hasil Analisa)

5.2.9.3 Perkuatan Timbunan dengan Geotextile kombinasi Micropile

Alternatif lain yang direncanakan adalah dilakukan kombinasi perkuatan geotextile dan micropile. Bahan Geotextile yang digunakan adalah jenis Woven Xstable dari Geosinindo dengan kuat tarik 600 KN/m dan Micropile tipe Spun Pile dari Wika Beton diameter 300 mm.

Perhitungan dilakukan berdasarkan hasil output Geoslope telah didapatkan yaitu :

$M_{res\ 2} = SF_{rencana}\ x\ M_d$
= 1.50 x 32 940
= 49 410 KNm

$\Delta M_r = M_{res\ 2} - M_{res}$
= 49 410 – 12 151
= 37 259 KNm

Nilai ΔM_r yang digunakan untuk merencanakan geotextile adalah sebesar momen yang dihasilkan dari pemasangan lapisan geotextile setinggi timbunan dengan jarak pemasangan (Sv) = 0.5 m dengan cara tidak dirangkap, sehingga akan menyisakan nilai ΔM_r yang akan digunakan untuk merencanakan geotextile. Perhitungan kebutuhan geotextile dapat dilihat pada **Tabel 5.18**

Tabel 5.18 Perhitungan geotextile

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif
1	225.39	13.04	10.50	2939.1435	2939.1435
2	225.39	12.54	10.00	2826.4463	5765.5898
3	225.39	12.04	9.50	2713.7491	8479.3388
4	225.39	11.54	9.00	2601.0518	11080.3907
5	225.39	11.04	8.50	2488.3546	13568.7453
6	225.39	10.54	8.00	2375.6574	15944.4027
7	225.39	10.04	7.50	2262.9602	18207.3629
8	225.39	9.54	7.00	2150.2630	20357.6258
9	225.39	9.04	6.50	2037.5657	22395.1916
10	225.39	8.54	6.00	1924.8685	24320.0601
11	225.39	8.04	5.50	1812.1713	26132.2314
12	225.39	7.54	5.00	1699.4741	27831.7055
13	225.39	7.04	4.50	1586.7769	29418.4823
14	225.39	6.54	4.00	1474.0796	30892.5620
15	225.39	6.04	3.50	1361.3824	32253.9444
16	225.39	5.54	3.00	1248.6852	33502.6296

(sumber : Hasil Analisa)

$$\Delta M_r sisa = \Delta M_r - Mres\ kumulatif\ geotextile$$
$$= 37\,259 - 33\,502.63$$
$$= 3\,756.37 \text{ KNm}$$

Berdasarkan analisa perhitungan pada Tabel 5.20 didapatkan sisa ΔM_r sebesar 3 756.37 KNm. Maka perhitungan kebutuhan jumlah micropile dihitung dengan data sebagai berikut:

Diameter dalam *micropile* (d1) : 300 mm
Radius dalam micropile (Rd_1) : 150 mm
Inersia penampang (I) : 34607.78 cm^4
Modulus Elastisitas beton (E) : 338921.8 kg/cm^2
Faktor kekuatan relatif (T) :178.90 cm

Kebutuhan panjang *micropile* Panjang *micropile* di atas bidang longsor (La)

$$La = Yz - (Yo - Ro)$$
$$= 27.00 - (40.04 - 24.77)$$

= 11.73 m

Panjang micropile di bawah bidang longsor (Lb)

$Lb = L - La$

$= 14 - 11.73$

$= 2.27$ m

Koefisien momen akibat gaya lateral P (F_M) :1.0

Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (P_{max})

Koreksi ratio tancap (Yt)

$$Xt = \frac{Lb}{D} = \frac{2.27}{0.3} = 7.57$$

Karena 5 < Xt < 20 , maka

Yt = 0.1 (Xt) – 0.35

= 0.1 (7.57)-0.35

= 0.41

Koreksi ratio spasi (Ys)

Spasi pemasanga micropile yang digunakan adalah sebesar 3D = 3.0 (0.3) = 0.9 m

$$Xs = \frac{S}{D} = \frac{1}{0.3} = 3.00$$

Maka faktor koreksi ratio spasi (Ys) adalah

$Ys = -0.057\ (Xs)^2 + 0.614(Xs) - 0.658$

$= -0.057\ (3.0)^2 + 0.614(3.0) - 0.658$

$= 0.67$

Koreksi ratio diameter (Yd)

$$Xd = \frac{D}{T} = \frac{0.3}{178.90} = 0.17$$

Karena Xd > 0.12 , maka nilai faktor koreksi ratio diameter (Yd) yang digunakan adalah 2

Koreksi ratio jumlah micropile (Yn)

Asumsi jumlah micropile = 1

maka Xn = 1 dan Yn = 1

maka nilai koreksi faktor gabungan (Fkg) dengan asumsi awal (Xn) sebanyak 1 buah adalah

Fkg = 2.30 x Yt x Ys x Yd x Yn

= 2.30 x 0.41 x 0.76 x 2 x 1

= 1.26

Kemudian untuk gaya maksimum yang dapat ditahan satu buah micropile adalah :

$$P = \left(\frac{Mp}{Fm\ x\ T}\right) Fkg$$

$$= \left(\frac{4}{1\ x\ 1.78}\right) x\ 1.26$$

$$= 2.81\ ton$$

Jumlah kebutuhan micropile hitung (n)

$$n = \frac{\Delta Mr}{P_{maks}\ xR}$$

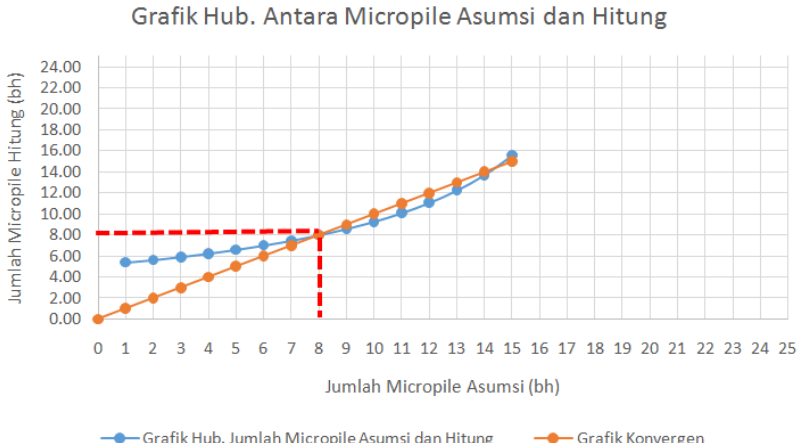
$$= \frac{375.64}{2.81x\ 24.77} = 5.44\ buah$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dengan asumsi awal micropile (Xn) 1, 2, 3, 4, 5 dst. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dapat diliat pada **Tabel 5.19**

Tabel 5.19 Perhitungan jumlah micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung
				ΔMr/(Pmax*Ro)
buah			ton	buah
1	1.00	1.26	2.81	5.40
2	0.96	1.20	2.69	5.64
3	0.91	1.14	2.56	5.93
4	0.86	1.09	2.43	6.25
5	0.82	1.03	2.29	6.61
6	0.77	0.97	2.16	7.02
7	0.72	0.91	2.03	7.47
8	0.68	0.85	1.90	7.99
9	0.63	0.79	1.77	8.59
10	0.58	0.73	1.63	9.29
11	0.53	0.67	1.50	10.10
12	0.49	0.61	1.37	11.08
13	0.44	0.55	1.24	12.26
14	0.39	0.49	1.10	13.73
15	0.35	0.44	0.97	15.59

(sumber : Hasil Analisa)



Gambar 5.15 Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.15** maka didapatkan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) = 8 buah dan diameter 300 mm.

Pada perhitungan micropile, dilakukan secara berulang, pada variasi kondisi variasi Sf = 1.1 sampai 1.5 dan diperoleh rekapitulasi sebagaimana **Tabel 5.20**

Tabel 5.20 Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5

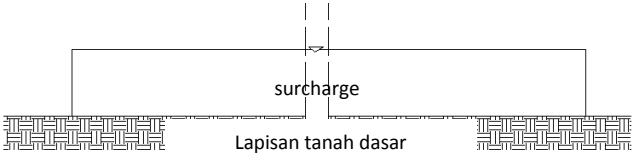
sf	**D**	**L**	**n**
1.1	300	14	5
1.2	300	14	6
1.3	300	14	6
1.4	300	14	7
1.5	300	14	9

(sumber : Hasil Analisa)

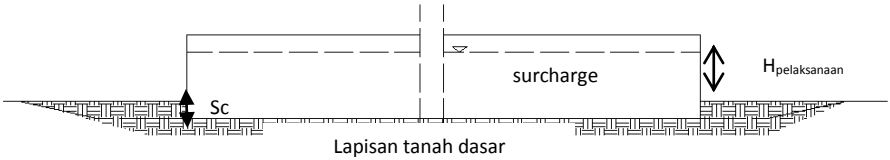
5.3 Metode Perbaikan dengan Beban *Watertank Preloading*

5.3.1 Perencanaan Tinggi Beban Air Pelaksanaan

Tinggi pengisian beban air pada pelaksanaan akan lebih tinggi dari beban operasional yang dibutuhkan. Beban tersebut akan mengakibatkan penurunan tanah asli. Besar penurunan yang terjadi dihitung berdasarkan pemampatan tanah dilakukan sedalam tanah kompresibel yaitu sedalam 27 m.



Gambar 5.16 Kondisi timbunan sebelum mengalami pemampatan
(sumber : Hasil Pemodelan)



Gambar 5.17 Kondisi timbunan setelah mengalami pemampatan
(sumber : Hasil Pemodelan)

Metode yang digunakan adalah dengan cara mengasumsikan beberapa tinggi pengisian beban air pelaksanaan (variable) sehingga didapatkan tinggi pengisian beban air pada saat pelaksanaan phisik dengan cara grafis, yaitu dengan mencari titik potong antara kurva settlement (Sc) versus tinggi pelaksanaan variable (Hr) dengan kurva perbedaan tinggi pengisian beban air (Hr-H) versus tinggi pelaksanaan variable (Hr).

Nilai tinggi pengisian beban air (Hr) adalah tinggi pengisian beban air yang sudah mencakup beban rencana yang diekivalensikan ke beban pengisian. Besarnya tinggi pengisian beban air tersebut didapat dari perhitungan berikut,

Beban rencana,q = 4 t/m^2

ɣ air = 1.00 t/m^3

maka, H pengisian air yang ekivalen beban rencana adalah

$H_{ekivalen\ /\ bongkar} = \frac{4\ t/m^2}{1.00\ t/m^3} = 4.00\ meter$

Tinggi pengisian beban air (Hr) dicoba-coba dengan H pengisian beban air interval 0.5 meter ditambah $H_{ekivalen}$ dengan variasi awal (Hr awal) lebih besar dari tinggi pengisian beban air rencana . Besarnya variasi (Hr) dapat dilihat pada **Tabel 5.21**

Tabel 5.21 Penentuan Besaran Hr variasi

No.	H timbunan (m)	H ekivalen beban rencana (m)	Hr variasi (m)
1	4.5	4.00	8.50
2	5.5	4.00	9.50
3	6.5	4.00	10.50
4	7.5	4.00	11.50
5	8.5	4.00	12.50

(sumber : Hasil Analisa)

Besarnya settlement yang diperhitungkan didasarkan dari beban timbunan pelaksanaan dan beban bangunan yang direncanakan berdiri di atasnya. Beban timbunan pelaksanaan ini akan didistribusikan pada kedalaman tanah yang ditinjau (z) sebagai beban merata. Sketsa pembebanan dapat dilihat pada **Gambar 5.22**

Gambar 5.18 Sketsa Beban Timbunan dan Beban Bangunan *(sumber : Hasil Pemodelan)*

5.3.2 Settlement

Mencari besarnya penurunan tanah asli akibat pembebanan (Sc)

b. Settlement akibat beban timbunan

Hr	= 8.50 m
Slope	= 1 : 3
ɣ air	= 1.00 t/m^3
Fluktuasi muka air tanah	= 1.39 m

Perhitungan settlement dilakukan kembali pada lapisan tanah selanjutnya dengan interval 1 m sampai total kedalaman lapisan kompresibel yaitu 27 m. Perhitungan Sc pada tiap lapisan tanah dengan Hr = 8.50 m dapat dilihat pada **Tabel 5.22**

Tabel 5.22 Perhitungan Settlement akibat Hr = 8.50 m

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	$P_o'+\Delta P$	Sc	$P_o'+2\Delta P$		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	8.5	8.48	8.48	8.76	0.23385	0.26674	8.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	8.5	8.45	8.45	9.30	0.19257	0.4922	9.29597	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	8.5	8.42	8.42	9.83	0.16713	0.69223	9.82709	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	8.5	8.39	8.39	10.98	0.1235	0.84861	10.9751	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	8.5	8.36	8.36	11.68	0.10988	0.99138	11.682	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	8.5	8.33	8.33	12.39	0.09907	1.12333	12.3886	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	8.5	8.30	8.30	11.53	0.11854	1.27476	11.5332	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	8.5	8.27	8.27	12.00	0.11017	1.41782	11.9994	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.738918	1.39	6.12892	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	8.5	8.24	8.24	12.98	0.0967	1.54741	12.9777	>	6.12892
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.2125016	1.39	6.6025	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	8.5	8.21	8.21	13.42	0.08883	1.66913	13.4208	>	6.6025
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.6939944	1.39	7.08399	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	8.5	8.18	8.18	13.87	0.08407	1.78609	13.8721	>	7.08399
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	6.1754872	1.39	7.56549	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	8.5	8.15	8.15	14.32	0.07979	1.89876	14.3236	>	7.56549
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	6.7922452	1.39	8.18225	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	8.5	8.12	8.12	14.91	0.07435	2.006	14.9103	>	8.18225
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.4177212	1.39	8.80772	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	8.5	8.09	8.09	15.51	0.07002	2.10891	15.5055	>	8.80772
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.0431972	1.39	9.4332	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	8.5	8.06	8.06	16.10	0.06614	2.20793	16.1003	>	9.4332
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	6.7562572	1.39	8.14626	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	8.5	8.03	8.03	14.78	0.07398	2.3148	14.7825	>	8.14626
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	7.3097572	1.39	8.69976	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	8.5	8.00	8.00	15.31	0.07008	2.41777	15.3051	>	8.69976
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	7.8632572	1.39	9.25326	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	8.5	7.96	7.96	15.83	0.06656	2.51722	15.8278	>	9.25326
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	4.7790944	1.39	6.16909	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	8.5	7.93	7.93	12.71	0.08735	2.63746	12.7131	>	6.16909
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	5.3567584	1.39	6.74676	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	8.5	7.90	7.90	13.26	0.08152	2.75186	13.2607	>	6.74676
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.7110624	1.39	13.1011	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	8.5	7.87	7.87	19.59	0.04814	2.83289	19.5852	>	13.1011
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3181304	1.39	12.7081	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	8.5	7.84	7.84	19.16	0.04836	2.91414	19.1625	>	12.7081
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	6.7323912	1.39	8.12239	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	8.5	7.81	7.81	14.55	0.06895	3.01597	14.547	>	8.12239
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	7.2381592	1.39	8.62816	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	8.5	7.78	7.78	15.02	0.06556	3.11443	15.0227	>	8.62816
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	8.2413617	1.39	9.63136	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	8.5	7.75	7.75	16.00	0.05468	3.202	15.9956	>	9.63136
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	6.8318781	1.39	8.22188	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	8.5	7.72	7.72	14.56	0.06169	3.29658	14.5556	>	8.22188
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	7.5366199	1.39	8.92662	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	8.5	7.69	7.69	15.23	0.05765	3.38712	15.2298	>	8.92662

(sumber ; hasil analisa)

5.3.3 Penentuan Tinggi Beban Pengisian Air saat Pelaksanaan

Perhitungan dilakukan berulang dengan menggunakan semua tinggi beban pengisian air variasi (Hr) agar diperoleh nilai Settlement dan Hr-H. Hasil rekap dari nilai Sc dan Hr-H berdasarkan tinggi timbunan variasi (Hr) dapat dilihat pada **Tabel 5.23**

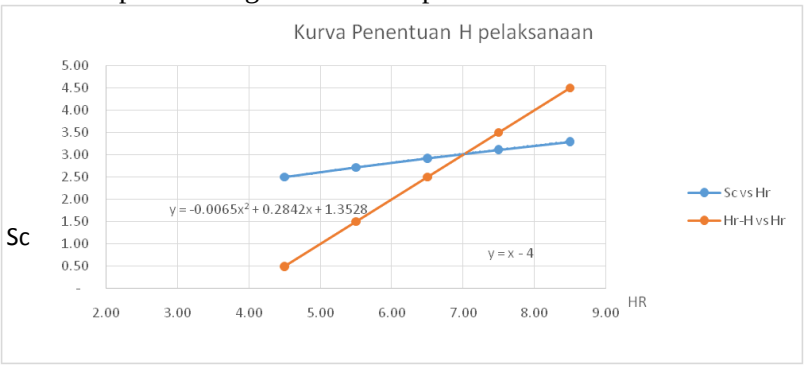
Tabel 5.23 Hasil Rekap Nilai Sc total dan Hr-H dengan variasi Hr

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	2.50	2.72	2.92	3.12	3.30

(sumber : Hasil Analisa)

Setelah direkap, kemudian dibuat grafik hubungan antara H_R-H vs H_R dan Sc vs H_R berdasarkan rekap hasil pada **Tabel 5.23** Berikut dapat dilihat grafik tersebut pada **Gambar 5.19** dibawah ini.



Gambar 5.19 Kurva Penentuan Tinggi Beban Pengisian Air Pelaksanaan *(sumber : Hasil Analisa)*

Dari grafik didapatkan H pelaksanaan dengan persamaan :

y +	0.0065 x2	-0.2842 x	=	1.3528
y		-1 x	=	-4
	0.0065 x2	0.7158 x	=	5.3528

x	=	7.029368
cek		
5.3528	=	5.352800

Y (sc) = 3.03

HF = 4.00 m

H	=	7.029368	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	4	m
Hr total	=	11.029	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		11.5	

Maka Tinggi Pelaksanaan di lapangan adalah sebesar 11.50 m dengan Settlement 3.5 m

5.3.4 Perhitungan Lama Waktu Konsolidasi tanpa PVD

Berdasarkan **Tabel 2.1** variasi Faktor waktu terhadap derajat konsolidasi (Braja M.Das 1985) , untuk Derajat konsolidasi 90% nilai Faktor waktu (Tv) adalah 0.848, Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah selama 7523 minggu ≈ 144.67 tahun

$$t = \frac{T90\% \; x \; Hdr^2}{Cv} = \frac{0.848 \; x \; 27^2}{0.082} = 7523 minggu$$

atau,

t = 144.67 tahun

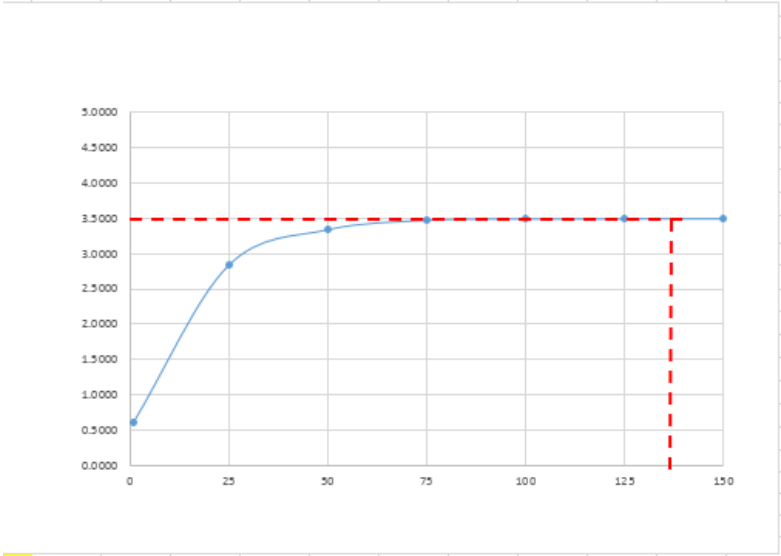
Besarnya derajat konsolidasi dan settlemet berdasarkan waktu dapat dilihat pada **Tabel 5.21**

Tabel 5.24 Derajat Konsolidasi dan Settlement

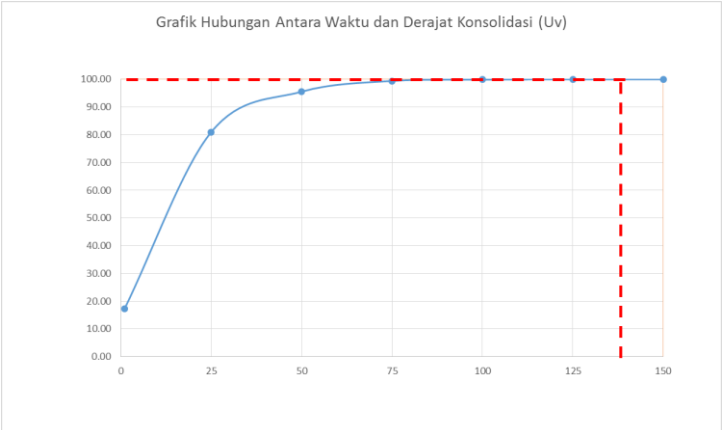
No.	Waktu (t)	Cv gab	F.waktu	Uv	Uv	Sc
	tahun	m^2/tahun	Tv	0 - 60%	> 60%	m
1	1	4.285	0.024	17.30	23.49	0.6056
2	25	4.289	0.588	86.55	81.02	2.8357
3	50	4.289	1.177	122.40	95.56	3.3445
4	75	4.857	1.999	159.52	99.42	3.4795
5	100	4.857	2.665	184.20	99.89	3.4960
6	125	4.857	3.331	205.94	99.98	3.4992
7	150	4.352	3.582	213.56	99.99	3.4996
8	175	4.352	10.541	366.35	100.00	3.5000

(sumber : Hasil Analisa)

Dari **Tabel 5.24** dapat diplotkan grafik hubungan antara waktu versus settlement pada **Gambar 5.20** dan grafik hubungan waktu versus derajat konsolidasi pada **Gambar 5.21**



Gambar 5.20 Grafik hubungan waktu dan Settlement
(sumber : Hasil Analisa)



Gambar 5.21 Grafik hubungan waktu dan Derajat konsolidasi
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.20 & 5.21**, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai U 90% adalah t = 144.67 tahun dengan settlement sebesar 3.5 m. Dikarenakan waktu pemampatan yang cukup lama, maka dibutuhkan percepatan pemampatan tanah untuk dengan menggunakan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) dan PHD (*Prefabricated Horizontal Drain*)

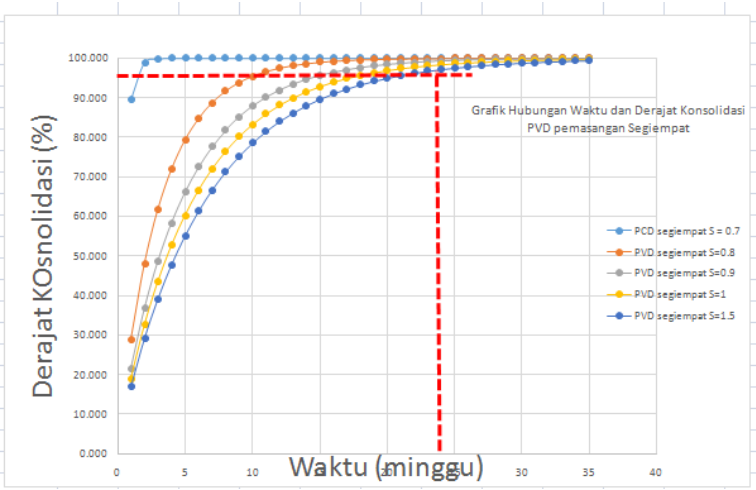
5.3.5 Perencanaan PVD dan PHD

Pemasangan PVD pada proyek ini berfungsi untuk mempercepat waktu pemampatan tanah dengan cara mengeluarkan air dari dalam tanah kemudian disalurkan melalui PHD yang berada di lapisan *sand blanket.*

5.3.5.1 Perencanaan PVD

Perencanaan ini akan menggunakan PVD dengan pola pemasangan segiempat dan dihitung jarak PVD yang dibutuhkan sesuai waktu tunggu yang diijinkan. Pada proyek ini diasumsikan lamanya waktu pemampatan yang diijinkan adalah selama $\pm$ 5 bulan atau 24 minggu. Perencanaan PVD dalam tugas akhir ini menggunakan PVD CT-D832 dengan lebar 100 mm dan tebal 5 mm

dan hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Berdasarkan hasil pada Lampiran 1 maka dapat dibuat grafik hubungan antara waktu konsolidasi dan derajat konsolidasi untuk berbagai variasi jarak pemasangan PVD seperti yang terlihat pada **Gambar 5.22**



Gambar 5.22 Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi PVD Pola Segiempat
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.22**, dipilih jarak pemasangan PVD 1.5 m karena derajat konsolidasi > 90% dapat dicapai dengan waktu ≤ 24 minggu.

Pada perencanaan ini, dilakukan juga tiga simulasi terkait kondisi konsolidasi, antara lain :

(d) PVD dengan kedalaman sebesar ½ tebal lapisan *compressible* (Hdr)
(e) PVD dengan kedalaman sebesar 1/3 tebal lapisan *compressible* (Hdr)
(f) Derajat konsolidasi direncanakan hanya 80%.

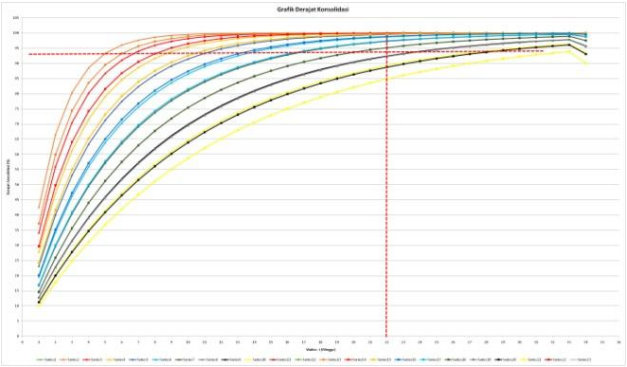
Kondisi 1

PVD dengan kedalaman sebesar 0.5 tebal lapisan *compressible* (Hdr)

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

Hinisial	= 10 m
Hfinal	= 4.0 m
Sc rencana	= 2.00 m
Lama konsolidasi	= 22 minggu
Panjang PVD	= 13.50 m
Sisa compressible	= 13.50 m
Pola PVD	= segiempat, jarak 1.40 m

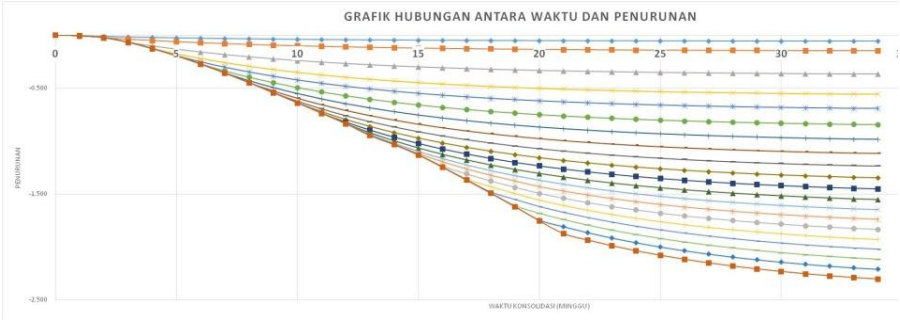
Perolehan perhitungan jarak dan pola pemasangan PVD, dilakukan sebagaimana **Grafik 5.8**



Grafik 5.8 Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi ½ L PVD Pola Segiempat

(sumber : Hasil Analisa)

Setelah diperoleh derajat konsolidasi, dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 1.937 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan dengan full PVD (sepanjang lapisan *compressible*) diperoleh 3.50 m



Grafik 5.9 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap ½L PVD *(sumber : Hasil Analisa)*

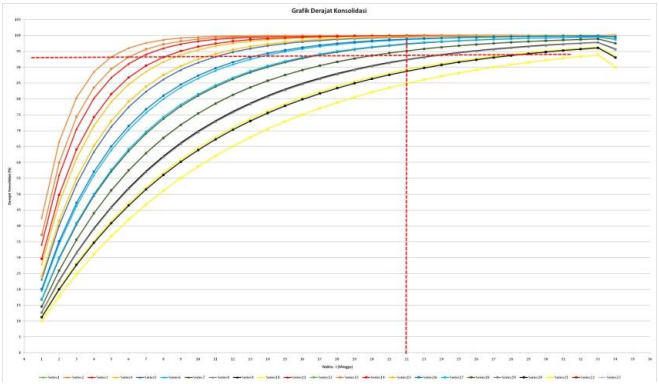
Kondisi 2

PVD dengan kedalaman sebesar 1/3 tebal lapisan *compressible* (Hdr)

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

Hinisial	= 9.5 m
Hfinal	= 4.0 m
Sc rencana	= 1.50 m
Lama konsolidasi	= 22 minggu
Panjang PVD	= 13.50 m
Sisa compressible	= 13.50 m
Pola PVD	= segiempat,jarak 1.40 m

Perolehan perhitungan jarak dan pola pemasangan PVD, dilakukan sebagaimana **Grafik 5.10**



Grafik 5.10 Grafik Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi 1/3L PVD Pola Segiempat *(sumber : Hasil Analisa)*

Setelah diperoleh derajat konsolidasi, dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 1.409 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan dengan full PVD (sepanjang lapisan *compressible*) diperoleh 3.50 m

Grafik 5.11 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 1/3L PVD *(sumber : Hasil Analisa)*

Antara ½ PVD dan 1/3 PVD terdapat beda penurunan Sc dengan Full PVD >90%. Dan dilakukan *rate of settlement* antara ½ PVD dan 1/3 PVD sebagai berikut :

Tabel 5.25 Rekapitulasi hasil ½ PVD dan 1/3 PVD

PVD	**Panjang PVD**	**Sisa Lapisan**	**Sc**	**Sisa**
Full	27	-	3.5	-
½ L	13.5	13.5	1.937	1.56
1/3 L	9	18	1.57	1.93

(sumber : Hasil Analisa)

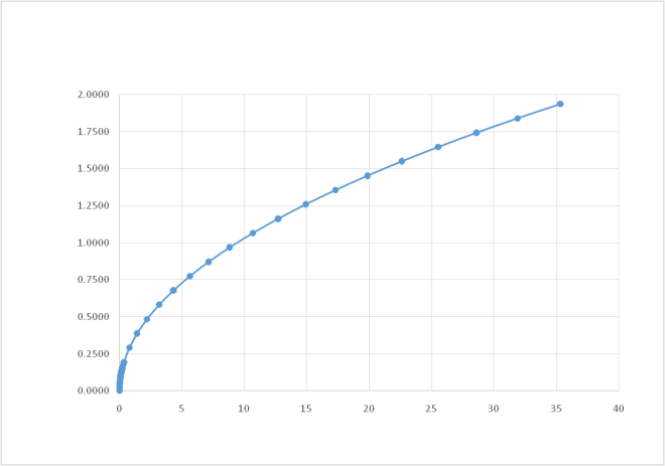
Dengan nilai Cv gab = 4.3579 m^2/tahun diperoleh *rate of settlement* sebagaimana **Tabel 5.26**

Tabel 5.26 *Rate of settlement ½ L PVD dan 1/3 L PVD*

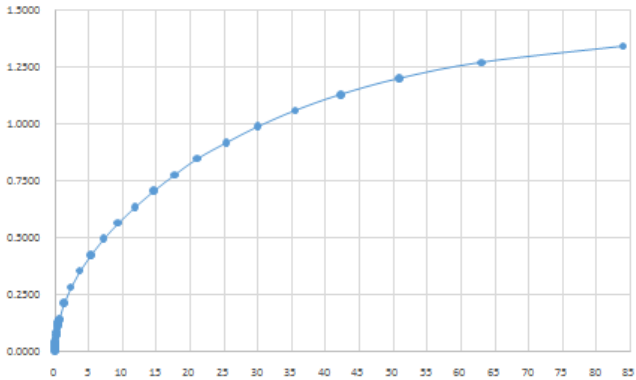
Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0035324	0.0194
2.00	0.00031	0.0141295	0.0387
3.00	0.00071	0.0317914	0.0581
4.00	0.00126	0.056518	0.0775
5.00	0.00196	0.0883093	0.0968
6.00	0.00283	0.1271655	0.1162
7.00	0.00385	0.1730863	0.1356
8.00	0.00503	0.2260719	0.1549
9.00	0.00636	0.2861223	0.1743
10.00	0.00785	0.3532374	0.1937
15.00	0.01767	0.7947841	0.2905
20.00	0.03142	1.4129496	0.3873
25.00	0.04909	2.2077337	0.4842
30.00	0.07069	3.1791365	0.5810
35.00	0.09621	4.327158	0.6778
40.00	0.12566	5.6517983	0.7747
45.00	0.15904	7.1530572	0.8715
50.00	0.19635	8.8309348	0.9683
55.00	0.23758	10.685431	1.0652
60.00	0.28274	12.716546	1.1620
65.00	0.34038	15.308992	1.2588
70.00	0.40285	18.118227	1.3557
75.00	0.47672	21.440848	1.4525
80.00	0.56714	25.507407	1.5494
85.00	0.68371	30.750113	1.6462
90.00	0.84800	38.139293	1.7430
95.00	1.12886	50.771179	1.8399
100.00			1.9367

Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0058392	0.0141
2.00	0.00031	0.0233569	0.0282
3.00	0.00071	0.0525531	0.0423
4.00	0.00126	0.0934277	0.0564
5.00	0.00196	0.1459808	0.0704
6.00	0.00283	0.2102123	0.0845
7.00	0.00385	0.2861223	0.0986
8.00	0.00503	0.3737107	0.1127
9.00	0.00636	0.4729777	0.1268
10.00	0.00785	0.583923	0.1409
15.00	0.01767	1.3138268	0.2113
20.00	0.03142	2.3356921	0.2818
25.00	0.04909	3.649519	0.3522
30.00	0.07069	5.2553073	0.4226
35.00	0.09621	7.1530572	0.4931
40.00	0.12566	9.3427686	0.5635
45.00	0.15904	11.824441	0.6340
50.00	0.19635	14.598076	0.7044
55.00	0.23758	17.663672	0.7748
60.00	0.28274	21.021229	0.8453
65.00	0.34038	25.3067	0.9157
70.00	0.40285	29.950539	0.9862
75.00	0.47672	35.443034	1.0566
80.00	0.56714	42.165305	1.1271
85.00	0.68371	50.83182	1.1975
90.00	0.84800	63.046587	1.2679
95.00	1.12886	83.927868	1.3384
100.00			1.4088

(sumber : Hasil Analisa)



Grafik 5.12 Grafik Rate of settlement ½L PVD
(*sumber : Hasil Analisa)*



Grafik 5.13 Grafik Rate of settlement 1/3 L PVD
(*sumber : Hasil Analisa)*

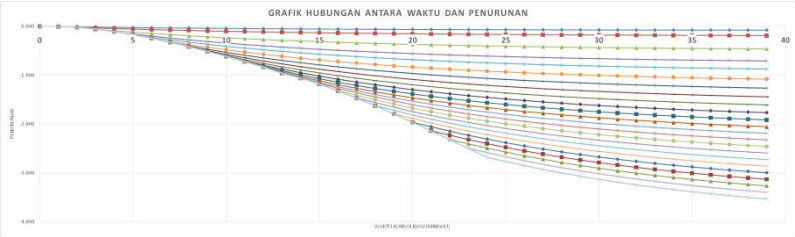
Kondisi 3

PVD dengan kedalaman sebesar setebal lapisan *compressible* (Hdr) namun derajat konsolidasi 80%

Pada perhitungan ini, dilakukan terlebih perhitungan Hinisial dan Sc rencana, dan diperoleh :

Hinisial = 11.50 m
Hfinal = 4.0 m
Sc rencana = 2.675 m
Lama konsolidasi = 24 minggu
Panjang PVD = 27 m
Pola PVD = segiempat, jarak 1.50 m

Dilakukan perhitungan Sc yang terjadi dan didapat Sc sebesar 2.675 m, Sedangkan total Sc pada perencanaan full PVD >90% diperoleh 3.50 m



Grafik 5.14 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap 80% PVD *(sumber : Hasil Analisa)*

Antara Full PVD 80% dan Full PVD >90%, terdapat selisih Sc yaitu 3.50 m – 2.675 m = 0.82 m
Sehingga lama penurunan beda Sc tersebut, diperoleh 12.7 Tahun.

Terkait simulasi perhitungan 3 kondisi diatas, tidak dilakukan pembahasan lebih lanjut. Perencanaan mendetail yang dibahas pada sub bab berikutnya mengunakan data hasil perhitungan full PVD dengan derajat konsolidasi >90% selama 24 minggu.

5.3.5.2 Perencanaan PHD

PHD berfungsi menerima aliran vertikal air pori dari PVD, oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan estimasi debit air pori yang keluar sebagai dasar pemilihan jenis PHD yang digunakan. Perhitungan debit air pori yang keluar dilakukan berdasarkan besarnya pemampatan pada derajat konsolidasi tertentu saat perkiraan debitnya maksimum.

Penggunaan PVD dengan jarak 1.5 m pada waktu (t) sebesar 24 minggu diperoleh derajat konsolidasi sebesar 96.6 %, sehingga besarnya pemampatan yang terjadi adalah 3.38 m

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

$= \frac{3.38m\ x\ 1.5\ m^2}{24\ minggu}$

$= 1.6766 \times 10^{-5}\ m^3/s$

Perhitungan debit dilakukan lagi dengan variasi waktu pemampatan yang berbeda. Besaran debit air pori yang keluar berdasarkan waktunya pemampatannya dapat dilihat pada **Tabel 5.27**

Tabel 5.27 Debit air pori berdasarkan waktu pemampatan

Waktu (minggu)	Derajat Konsolidasi (%)	Besarnya Pemampatan (m)	Debit per m2 tanah (m3/s)
24	96.572	3.3800	1.6766E-05
17	90.903	3.1339	2.6146E-07
13	84.096	2.9434	3.2040E-07
9	72.166	2.3792	3.7255E-07

(sumber : Hasil Analisa)

Perkiraan debit air pori maksimal per m^2 tanah sebesar $4.996 \times 10^{-7}\ m^3$/detik. Untuk pemasangan PVD jarak 150 cm dengan pola segiempat, luas layanan 1 titik PVD sebesar 1,948 m^2. Artinya, setiap 1 titik ujung PVD mengalirkan air pori seluas 1.948 m^2 sehingga setiap 1 titik ujung PVD mengeluarkan air pori vertikal sebesar,

q $= 1.948 \times 4.996 \times 10^{-7}\ m^3/s$

$= 9.7 \times 10^{-7}\ m^3/s$

PHD diletakkan pada *sand blanket* setinggi 0.3 m diatas platform dengan lebar timbunan selebar 100 m. Diasumsikan air pori dari PHD menuju ke kanan timbunan saja. Artinya, panjang maksimum 1 lajur PHD adalah 1 arah dan melayani 60 titik PVD, maka Besarnya debit maksimum 1 lajur PHD adalah:

Q = N x q

= 60 x 9.7 x 10^{-7} m^3/s

= 5.84 x 10^{-5} m^3/s.

Berdasarkan debit maksimum yang terjadi pada 1 lajur PHD, maka direncanakan PHD CT-SD100-20 yang memiliki kapasitas pengaliran sebesar 3,7 x 10^{-4} m^3/detik sepanjang 100 m per 60 titik PVD.

5.3.6 Perencanaan Pengisian Air Bertahap

Pada pelaksanaan di lapangan tinggi Pengisian air tidak disi langsung setinggi tinggi pelaksanaan, tetapi pengisian dilakukan secara bertahap dengan kecepatan 0.5 m/minggu.

5.3.6.1 Pengisian Air Bertahap setinggi H_{kritis}

Pekerjaan pengisian air bertahap harus memperhatikan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang masih mampu dipikul oleh tanah dasar.

5.3.6.1.1 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Rotasional

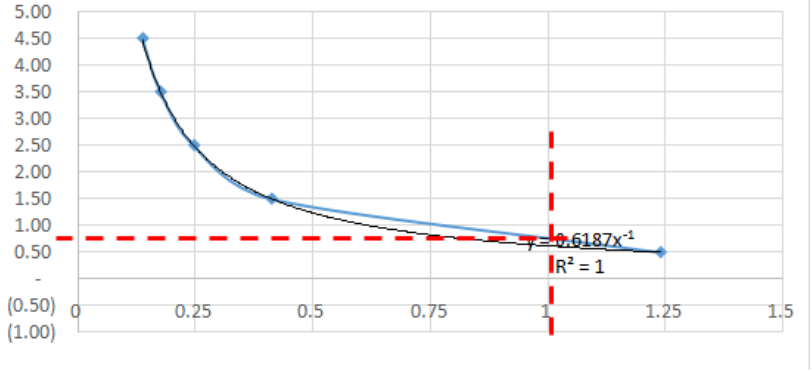
Penentuan H kritis dilakukan menggunakan program Geoteknik dengan memodelkan tinggi timbunan air di atas tanah dasarnya sehingga bisa terlihat besaran nilai factor keamanan dari variasi nilai tinggi timbunan (H). **Tabel 5.28** merupakan hasil rekap analisa pemodelan tinggi timbunan dan factor keamanan dengan program bantu.

Tabel 5.28 Rekap Hasil Nilai SF terhadap keruntuhan rotasional

H	SF
0.50	1.239
1.50	0.412
2.50	0.247
3.50	0.176
4.50	0.138

(sumber : Hasil Analisa)

Dari analisa tersebut kemudian diplotkan data tinggi pengisian air vs faktor keamanan pada grafik seperti berikut.



Gambar 5.23 Grafik penentuan tinggi timbunan kritis
(sumber : Hasil Analisa)

Tinggi pengisian air kritis dapat ditentukan dengan cara menarik garis vertikal dari nilai faktor keamanan sebesar 1 memotong kurva H vs SF. Dari grafik tersebut didapatkan nilai tinggi pengisian air kritis sebesar 0.6 m

5.3.6.1.2 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Puncture

Penentuan Tinggi pengisian air kritis juga ditentukan terhadap keruntuhan puncture atau kemampuan tanah dasar dalam menahan beban di atasnya agar tidak terjadi amblas. Keruntuhan ini dianalisa berdasarkan kemampuan daya dukung tanah dasarnya. Besaran factor keamanan (SF) tersebut dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$SF = \frac{Cu\ x\ Nc}{\gamma\ x\ H}$$

Direncanakan SF : 1
Cu tanah dasar : 0.105 t/m^2
Nc : 5.14
$\gamma\ air$: 1.00 t/m^3

$$H\ kritis = \frac{0.105\ x\ 5.14}{1.00\ x\ 1}$$

= 0.60 m

Berdasarkan kedua hasil Analisa stabilitas keruntuhan dapat dilihat faktor penentu besarnya tinggi pengisian air kritis (Hcr) adalah akibat keruntuhan *Puncture,* karena dengan SF sebesar 1 diperoleh tinggi pengisian air yang lebih rendah, maka tinggi pengisian air kritis yang digunakan adalah sebesar 0.60 m.

5.3.6.2 Penimbunan Bertahap setinggi H pelaksanaan

Kecepatan penimbunan bertahap yang direncanakan adalah setinggi 0.5 m/minggu sehingga untuk mencapai H pelaksanaan 11.50 m jumlah penimbunan yang dilakukan secara bertahap adalah sebanyak 23 tahap. Umur timbunan dari proses penimbunan bertahap sampai tahap ke-23 dapat dilihat pada **Tabel 5.29** dan Derajat konsolidasi pada tiap tahap penimbunan dapat dilihat pada **Tabel 5.30**

Tabel 5.29 Umur Timbunan hingga Tahap Penimbunan ke-23

UMUR TIMBUNAN ke-(I) pada minggu ke-(23)																							
		Tahapan Penimbunan																					
minggu ke-		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1	1																						
	2	2	1																					
	3	3	2	1																				
	4	4	3	2	1																			
	5	5	4	3	2	1																		
	6	6	5	4	3	2	1																	
	7	7	6	5	4	3	2	1																
	8	8	7	6	5	4	3	2	1															
	9	9	8	7	6	5	4	3	2	1														
	10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1													
	11	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1												
	12	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0										
	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0									
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0								
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0							
	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0						
	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0					
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(sumber : Hasil Analisa)

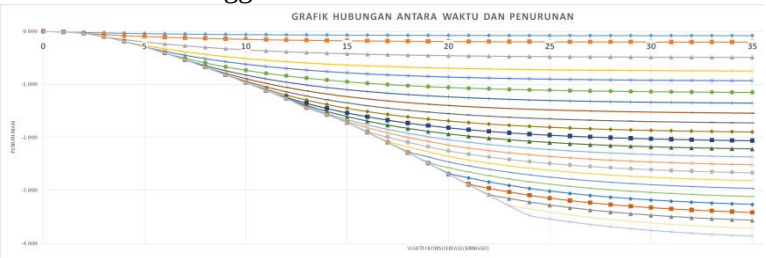
Tabel 5.30 Derajat konsolidasi tiap tahap timbunan

Tahapan Timbunan	Umur timbunan	Derajat Konsolid
0.0 - 0.5	1	13.94
0.5 - 1.00	2	25.41
1.00 - 1.50	3	35.28
1.50 - 2.00	4	43.81
2.00 - 2.5	5	51.19
2.50 - 3.00	6	57.60
3.00 - 3.50	7	63.15
3.50 - 4.00	8	67.98
4.00 - 4.50	9	72.17
4.50 - 5.00	10	75.80
5.00 - 5.50	11	78.96
5.50 - 6.00	12	81.71
6.00-6.50	13	84.10
6.50-7.00	14	86.17
7.00-7.50	15	87.97
7.5-8.0	16	89.54
8.00-8.50	17	90.90
8.50-9.00	18	92.09
9.00-9.50	19	93.12
9.50-10.00	20	94.01
10.00-10.50	21	94.79
10.50-11.00	22	95.47
11.00-11.50	23	96.06

(sumber : Hasil Analisa)

Akibat dari penimbunan bertahap maka tanah dasar akan mengalami pemampatan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Perhitungan besaran pemampatan tanah pada tiap

tahap penimbunan dapat dilihat pada **Gambar 5.24** Karena telah dipasang perkuatan tanah, maka daya dukung tanah dasar tidaklah menjadi masalah lagi sehingga penimbunan dapat dilakukan tanpa adanya penundaan pentahapan. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan consolidation settlement pada penimbunan bertahap tersebut adalah 24 minggu.



Gambar 5.24 Grafik Pemampatan Tanah akibat Penimbunan Bertahap
(sumber : Hasil Analisa)

5.3.7 Kenaikan Daya Dukung Tanah akibat Pemampatan Tanah

Pemampatan yang terjadi pada lapisan tanah kompresibel mengakibatkan kepadatan tanah tersebut meningkat. Hal ini berarti daya dukung tanah juga meningkat karena adanya kenaikan nilai Cu (*Undrained shear strength*). Peningkatan daya dukung tanah ini akan terjadi secara bertahap sesuai dengan derajat konsolidasi akibat pengaruh PVD.

5.3.7.1 Kenaikan daya dukung tanah setinggi H_{kritis}

Daya dukung tanah yang meningkat akibat beban timbunan setinggi Hkritis dihitung untuk dianalisis terhadap kelongsorannya. Kenaikan nilai Cu (*Undrained shear strength*) dihitung berdasarkan derajat konsolidasi yang terjadi sesuai dengan umur timbunannya. Umur timbunan setinggi H kritis terjadi pada awal pelaksanaan, yaitu pada tahap 2

Sehingga setelah tahap 1,dilakukan penungguan 1 minggu agar nilai Cu tanah meningkat.

Kenaikan nilai Cu dipengaruhi oleh perubahan tegangan tiap lapisan tanah akibat beban timbunan.

Setelah didapatkan nilai penambahan tegangan (ΔP1) tiap lapisan, penambahan nilai Cu pada tiap kedalaman tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

a. Untuk harga PI tanah < 120%
   Cu (kg/m^2) = 0.0737 + (0.1899 – 0.0016 PI) σp'
b. Untuk harga PI tanah > 120%
   Cu (kg/m^2) = 0.0737 + (0.0454 – 0.00004 PI) σp'

Setelah daya dukung tanah meningkat, dilakukan pengecekan daya dukungnya terhadap kelongsoran pincture dan rotasional dengan program bantu anlalisa geoteknik. Apabila safety faktor telah memenuhi SF = 1.0 maka penimbunan selanjutnya dapat dilakukan.

5.3.7.2 Kenaikan daya dukung tanah setinggi $H_{pelaksanaan}$

Analisa stabilitas timbunan yang dilakukan adalah saat timbunan sudah mencapai total tinggi timbunan pelaksanaan maka kenaikan nilai daya dukung tanah dihitung akibat beban setinggi H pelaksanaan. Perhitungan kenaikan nilai Cu dilakukan dengan cara yang sama seperti perhitungan sebelumnya. Penambahan tegangan akibat beban setinggi H pelaksanaan dapat dilihat pada **Tabel 5.31** dan **Tabel 5.32**, penambahan tegangan per lapisan tanah. Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.33**

Tabel 5.31 Penambahan tegangan akibat 23 tahapan (bagian1).

Kedalaman (m)				Po'	Δσ1'	Δσ2'	Δσ3'	Δσ4'	Δσ5'	Δσ6'	Δσ7'	Δσ8'	Δσ9'	Δσ10'	Δσ11'	Δσ12'
				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)
	H timb.			H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H = 4.5 m	H = 5 m	H = 5.5 m	H = 6 m
	Umur Timb.			-	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	U (%)				96.060	95.471	94.793	94.014	93.118	92.088	90.903	89.540	87.973	86.170	84.096	81.710
-	-	1.000		0.281	0.468	0.471	0.469	0.466	0.461	0.457	0.451	0.444	0.436	0.427	0.417	0.405
1.000	-	2.000		0.842	0.473	0.471	0.468	0.465	0.460	0.455	0.450	0.443	0.435	0.426	0.415	0.403
2.000	-	3.000		1.403	0.473	0.471	0.467	0.464	0.459	0.454	0.448	0.441	0.434	0.425	0.414	0.402
3.000	-	4.000		2.582	0.473	0.470	0.466	0.463	0.458	0.453	0.447	0.440	0.432	0.423	0.413	0.401
4.000	-	5.000		3.319	0.471	0.468	0.465	0.461	0.457	0.452	0.446	0.439	0.431	0.422	0.412	0.400
5.000	-	6.000		4.057	0.470	0.467	0.463	0.460	0.455	0.450	0.444	0.437	0.430	0.421	0.410	0.399
6.000	-	7.000		3.233	0.468	0.465	0.462	0.458	0.453	0.448	0.442	0.436	0.428	0.419	0.409	0.397
7.000	-	8.000		3.730	0.466	0.463	0.460	0.456	0.452	0.447	0.441	0.434	0.426	0.417	0.407	0.396
8.000	-	9.000		4.739	0.465	0.462	0.458	0.455	0.450	0.445	0.439	0.433	0.425	0.416	0.406	0.394
9.000	-	10.000		5.213	0.463	0.460	0.457	0.453	0.449	0.444	0.438	0.431	0.423	0.415	0.405	0.393
10.000	-	11.000		5.694	0.461	0.458	0.455	0.451	0.447	0.442	0.436	0.430	0.422	0.413	0.403	0.392
11.000	-	12.000		6.175	0.460	0.457	0.454	0.450	0.445	0.440	0.435	0.428	0.420	0.412	0.402	0.390
12.000	-	13.000		6.792	0.458	0.455	0.452	0.448	0.444	0.439	0.433	0.427	0.419	0.410	0.400	0.389
13.000	-	14.000		7.418	0.456	0.454	0.450	0.447	0.442	0.437	0.432	0.425	0.417	0.409	0.399	0.387
14.000	-	15.000		8.043	0.455	0.452	0.449	0.445	0.441	0.436	0.430	0.423	0.416	0.407	0.397	0.386
15.000	-	16.000		6.756	0.453	0.450	0.447	0.443	0.439	0.434	0.428	0.422	0.414	0.406	0.396	0.384
16.000	-	17.000		7.310	0.451	0.448	0.445	0.441	0.437	0.432	0.427	0.420	0.413	0.404	0.394	0.383
17.000	-	18.000		7.863	0.450	0.447	0.444	0.440	0.436	0.431	0.425	0.419	0.411	0.403	0.393	0.382
18.000	-	19.000		4.779	0.447	0.445	0.441	0.438	0.434	0.429	0.423	0.417	0.409	0.401	0.391	0.380
19.000	-	20.000		5.357	0.446	0.443	0.440	0.436	0.432	0.427	0.422	0.415	0.408	0.399	0.390	0.378
20.000	-	21.000		11.711	0.445	0.442	0.439	0.435	0.431	0.426	0.420	0.414	0.407	0.398	0.389	0.378
21.000	-	22.000		11.318	0.443	0.440	0.437	0.433	0.429	0.424	0.419	0.412	0.405	0.397	0.387	0.376
22.000	-	23.000		6.732	0.441	0.438	0.435	0.431	0.427	0.422	0.417	0.411	0.403	0.395	0.385	0.374
23.000	-	24.000		7.238	0.439	0.437	0.433	0.430	0.426	0.421	0.415	0.409	0.402	0.394	0.384	0.373
24.000	-	25.000		8.241	0.438	0.435	0.432	0.428	0.424	0.419	0.414	0.408	0.400	0.392	0.383	0.372
25.000	-	26.000		6.832	0.436	0.433	0.430	0.426	0.422	0.418	0.412	0.406	0.399	0.390	0.381	0.370
26.000	-	27.000		7.537	0.434	0.432	0.428	0.425	0.421	0.416	0.411	0.404	0.397	0.389	0.379	0.369

(sumber : hasil analisa)

Tabel 5.32 Penambahan tegangan akibat 23 tahapan (bagian 2).

Kedalaman (m)				Δσ13'	Δσ14'	Δσ15'	Δσ16'	Δσ17'	Δσ18'	Δσ19'	Δσ20'	Δσ21'	Δσ22'	Δσ23'	Total	
				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	t/m^2	kg/cm^2
	H timb.			H = 6.5 m	H = 7 m	H = 7.5 m	H = 8 m	H = 8.5 m	H = 9.0 m	H = 9.5 m	H = 10 m	H = 10.5 m	H = 11 m	H = 11.5 m		
	Umur Timb.			11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
	U (%)			78.964	75.804	72.166	67.978	63.155	57.599	51.194	43.808	35.278	25.409	13.937		
	-	-	1.000	0.391	0.375	0.357	0.336	0.312	0.284	0.252	0.216	0.173	0.125	0.068	8.540	0.866
	1.000	-	2.000	0.390	0.374	0.356	0.335	0.311	0.283	0.252	0.215	0.173	0.124	0.068	9.087	0.922
	2.000	-	3.000	0.389	0.373	0.355	0.334	0.310	0.282	0.251	0.214	0.172	0.124	0.068	9.627	0.976
	3.000	-	4.000	0.388	0.372	0.354	0.333	0.309	0.282	0.250	0.214	0.172	0.124	0.068	10.786	1.094
	4.000	-	5.000	0.386	0.371	0.353	0.332	0.308	0.281	0.249	0.213	0.171	0.123	0.068	11.498	1.166
	5.000	-	6.000	0.385	0.369	0.352	0.331	0.307	0.280	0.249	0.213	0.171	0.123	0.067	12.209	1.238
	6.000	-	7.000	0.383	0.368	0.350	0.330	0.306	0.279	0.248	0.212	0.170	0.122	0.067	11.350	1.151
	7.000	-	8.000	0.382	0.367	0.349	0.328	0.305	0.278	0.247	0.211	0.170	0.122	0.067	11.820	1.199
	8.000	-	9.000	0.381	0.365	0.348	0.327	0.304	0.277	0.246	0.210	0.169	0.122	0.067	12.803	1.298
	9.000	-	10.000	0.380	0.364	0.347	0.326	0.303	0.276	0.245	0.210	0.169	0.121	0.066	13.248	1.344
	10.000	-	11.000	0.378	0.363	0.345	0.325	0.302	0.275	0.244	0.209	0.168	0.121	0.066	13.702	1.390
	11.000	-	12.000	0.377	0.362	0.344	0.324	0.301	0.274	0.243	0.208	0.167	0.120	0.066	14.155	1.436
	12.000	-	13.000	0.376	0.360	0.343	0.323	0.300	0.273	0.243	0.207	0.167	0.120	0.066	14.744	1.495
	13.000	-	14.000	0.374	0.359	0.342	0.322	0.299	0.272	0.242	0.207	0.166	0.120	0.066	15.341	1.556
	14.000	-	15.000	0.373	0.358	0.341	0.321	0.298	0.271	0.241	0.206	0.166	0.119	0.065	15.938	1.616
	15.000	-	16.000	0.371	0.356	0.339	0.319	0.296	0.270	0.240	0.205	0.165	0.119	0.065	14.618	1.483
	16.000	-	17.000	0.370	0.355	0.338	0.318	0.295	0.269	0.239	0.204	0.164	0.118	0.065	15.143	1.536
	17.000	-	18.000	0.369	0.354	0.337	0.317	0.294	0.268	0.238	0.204	0.164	0.118	0.065	15.667	1.589
	18.000	-	19.000	0.367	0.352	0.335	0.315	0.293	0.267	0.237	0.203	0.163	0.117	0.064	12.545	1.272
	19.000	-	20.000	0.366	0.351	0.334	0.314	0.292	0.266	0.236	0.202	0.162	0.117	0.064	13.096	1.328
	20.000	-	21.000	0.365	0.350	0.333	0.314	0.291	0.265	0.236	0.202	0.162	0.117	0.064	19.432	1.971
	21.000	-	22.000	0.363	0.349	0.332	0.312	0.290	0.264	0.235	0.201	0.162	0.116	0.064	19.010	1.928
	22.000	-	23.000	0.362	0.347	0.330	0.311	0.289	0.263	0.234	0.200	0.161	0.116	0.063	14.387	1.459
	23.000	-	24.000	0.360	0.346	0.329	0.310	0.288	0.262	0.233	0.199	0.160	0.115	0.063	14.865	1.508
	24.000	-	25.000	0.359	0.344	0.328	0.309	0.287	0.261	0.232	0.198	0.160	0.115	0.063	15.840	1.607
	25.000	-	26.000	0.357	0.343	0.326	0.307	0.285	0.260	0.231	0.197	0.159	0.114	0.063	14.398	1.460
	26.000	-	27.000	0.356	0.342	0.325	0.306	0.284	0.259	0.230	0.197	0.158	0.114	0.062	15.075	1.529

(sumber : hasil analisa)

Tabel 5.33 Nilai Daya dukung pada tiap lapisan tanah .

Kedalaman			PI	Cu lama		Cu baru		
						per lapisan	rata2	rata2
				t/m^2	kg/cm^2	Kg/cm^2		kpa
0	-	1	39.260	0.105	0.0107	0.1838		
1	-	2	39.260	0.105	0.0107	0.1908		
2	-	3	39.260	0.105	0.0107	0.1978		
3	-	4	37.190	0.105	0.0107	0.2163		
4	-	5	37.190	0.105	0.0107	0.2258		
5	-	6	37.190	0.105	0.0107	0.2352		
6	-	7	42.240	0.315	0.0321	0.2145	0.225	22.045
7	-	8	42.240	0.315	0.0321	0.2203		
8	-	9	42.240	0.315	0.0321	0.2325		
9	-	10	40.230	0.315	0.0321	0.2424		
10	-	11	40.230	0.315	0.0321	0.2481		
11	-	12	40.230	0.315	0.0321	0.2539		
12	-	13	40.320	0.526	0.0536	0.2612		
13	-	14	40.320	0.526	0.0536	0.2688		
14	-	15	40.320	0.526	0.0536	0.2764		
15	-	16	40.110	0.631	0.0643	0.2601		
16	-	17	40.110	0.631	0.0643	0.2668		
17	-	18	40.110	0.631	0.0643	0.2735	0.274	26.903
18	-	19	38.520	0.631	0.0643	0.2369		
19	-	20	38.520	0.631	0.0643	0.2441		
20	-	21	38.520	0.631	0.0643	0.3265		
21	-	22	40.080	0.631	0.0643	0.3162		
22	-	23	40.080	0.631	0.0643	0.2572		
23	-	24	40.080	0.631	0.0643	0.2633		
24	-	25	41.660	0.631	0.0643	0.2717	0.262	25.653
25	-	26	41.660	0.631	0.0643	0.2537		
26	-	27	41.660	0.631	0.0643	0.2621		

(sumber : Hasil Analisa)

5.3.8 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung

Kenaikan daya dukung tanah akan menyebabkan stabilitas tanah dasar terhadap timbunan mengalami perubahan, maka perlu dilakukan Analisa stabilitas terhadap bahaya longsor.

5.3.8.1 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung setinggi H_{kritis}

Pada perhitungan sebelumnya telah didapatkan tinggi Hkritis adalah sebesar 0.6 m yaitu pada awal pelaksanaan, Sehingga pada tahapan awal reklamasi akan dilakukan perkuatan dasar timbunan dengan penghamparan geotextile.

5.3.8.2 Stabilitas akibat Kenaikan Daya Dukung setinggi H pelaksanaan

Dalam tugas akhir ini, analisis stabilitas lereng dilakukan dengan kondisi muka air tanah rendah dan muka air tanah tinggi. Maksud dari muka air tanah tinggi adalah keadaan bila timbunan tanah dalam kondisi jenuh akibat naiknya muka air tanah atau karena air hujan yang masuk memenuhi timbunan. Analisis stabilitas lereng dibantu dengan menggunakan program Analisa Geoteknik dengan melakukan 10 percobaan sehingga didapatkan 10 hasil analisa yang mempunyai selisih momen penahan (ΔMr) dan nilai safety factor yang bervariasi. Selisih momen penahan (ΔMr) ini dipakai untuk merencanakan kebutuhan perkuatan geotextile yang dibutuhkan.

Perencanaan yang digunakan adalah analisa yang menghasilkan kebutuhan geotexile yang paling banyak diantara 10 kondisi safety factor tersebut.

Output dari program Analisa Geoteknik pada kondisi muka air tanah rendah dapat dilihat pada **Tabel 5.34** dan pada kondisi muka air tinggi dapat dilihat pada **Tabel 5.35**

Tabel 5.34 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT rendah

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	0.2818	4876.4	17303	30.25	48.50	29.89
2	0.2827	3652.9	12920	32.16	45.64	25.63
3	0.311	1644.9	5282	30.40	42.70	20.60
4	0.2895	1377.6	4758.4	33.75	40.00	16.96
5	0.287	4474.1	16772	33.10	41.65	24.53
6	0.32	4090.3	12770	40.00	42.00	21.83
7	0.327	1595.7	4873.5	28.40	41.00	20.24
8	0.282	3366.5	11950	31.80	45.00	24.88
9	0.282	3198.5	11356	31.88	44.60	24.31
10	0.332	4876.4	14692	30.25	48.50	29.89

(sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.35 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT tinggi

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	0.333	3652.9	10970	32.16	45.64	25.63
2	0.367	1644.9	4484.9	30.40	42.70	20.60
3	0.341	1377.6	4040.4	33.75	40.00	16.69
4	0.338	1802.1	5339.2	35.80	40.00	17.32
5	0.314	4474.1	14240	33.10	41.65	24.53
6	0.377	4090.3	10843	40.00	42.00	21.83
7	0.386	1595.7	4138.2	28.40	41.00	20.24
8	0.332	3366.5	10147	31.80	45.00	24.88
9	0.332	4876.4	14692	30.25	48.45	29.89
10	0.332	3198.5	9642.1	31.80	44.60	24.31

(sumber : Hasil Analisa)

5.3.9 Perkuatan Timbunan dengan Micropile

Data spesifikasi *micropile*

Data Perencanaan

Safety Factor Rencana	Sfren	= 1.50	
Diameter Micropile	D	= 350.00	mm
Radius	r	= 175.00	mm
Panjang Tiang	L	= 19.00	m

Spesifikasi Micropile

Jenis Micropile	***Circle Spun Pile***
Tipe Micropile	**D-350**
Produksi	**PT. Wika Beton**

Mutu beton	Fc'	= 52.00	Mpa
Selimut beton (Cover)	t	= 65.00	mm
Momen Crack	Mcr	= 6.00	ton-m
Momen Ultimate	Mu	= 12.00	ton-m

Data Geometri

Elevasi Tanah Dasar	Yz	= + 27.00	

Hasil Analisa Program Slope

Safety Factor	SF	= 0.282	
Momen Resistance	Mr	= 487.64	ton-m
Momen Dorong	Md	= 1730.30	ton-m
Koordinat Titik Pusat	Xo	= 30.25	m
	Yo	= 48.50	m
Radius Bidang Longsor	Ro	= 29.89	m

Diameter dalam *micropile* (d1)

d1 = D – (2 x t)

= 350 – (2 x 65)

= 220 mm

Radius dalam micropile (Rd_1)

$Rd_1 = \frac{d1}{2}$

= 220/2

= 110 mm

Inersia penampang (I)

$$I = \frac{\pi\,(D^4 - d1^4)}{64}$$

$$= \frac{\pi\,(35^4 - 22^4)}{64}$$

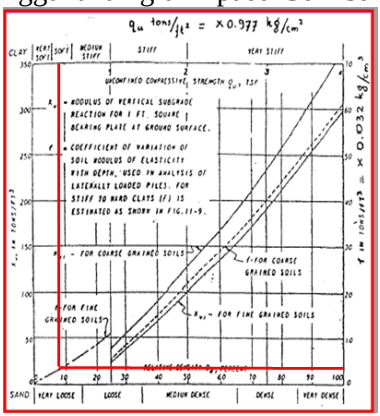
= 62162.74 cm^4

Modulus Elastisitas beton (E)

E = 4700 x $\sqrt{f'c}$
= 4700 x $\sqrt{52\ mpa}$
= 338921.8 kg/cm^2

Faktor kekuatan relatif (T)

Faktor kekuatan relatif (T) dihitung berdasarkan harga f yang didapat dengan menggunakan grafik pada **Gambar 5.25**



Gambar 5.25 Grafik penentuan nilai f
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Pada kasus ini konsistensi tanah dimana tiang ditanam yaitu pada tanah lempung soft, sehingga didapatkan nilai f = 2 tons/ft^3 atau 0.06 kg/cm^3. Maka besarnya faktor kekuatan relatif (T) adalah :

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

$$= \left(\frac{338921.8\ x\ 62162.74}{0.06}\right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 201.14\ cm$$

Kebutuhan panjang *micropile* Panjang *micropile* di atas bidang longsor (La)

$$La = Yz - (Yo - Ro)$$
$$= 27 - (48.50 - 29.89)$$
= 8.39 m

Panjang micropile di bawah bidang longsor (Lb)

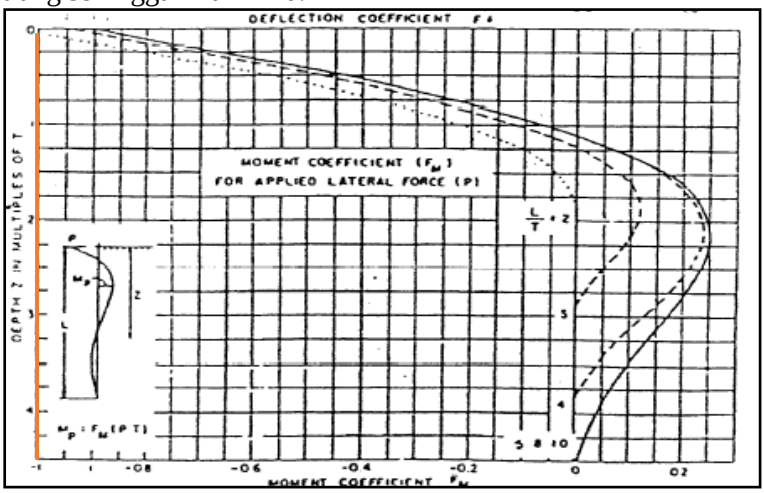
$Lb = L - La$

$= 19 - 8.39$

$= 10.61$ m

Koefisien momen akibat gaya lateral P (F_M)

Harga FM ditentukan dengan menggunakan **Gambar 5.27** (dari Design Manual , NAVFAC DM-7 1971) berdasarkan perbandingan antara panjang cerucuk yang tertahan di bawah bidang longsor (Lb) dan faktor kekakuan rekatif (T) pada kedalaman gaya lateral yang bekerja (z). Tiang/micropile yang direncanakan bersifat kaku maka gaya lateral yang bekerja diasumsikan berada pada bagian teratas tiang sehingga nilai z = 0.



Gambar 5.26 Grafik penentuan nilai FM
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Berdasarkan **Gambar 5.26** maka didapatkan harga koefisien momen akibat gaya lateral (Fm) adalah sebesar 1.0

Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (P_{max})

Besarnya gaya maksimum yang mampu ditahan 1 micropile ditentukan oleh besarnya momen lentur yang bekerja (Mp) dan faktor koreksi gabungan (Fkg) seperti koreksi ratio tancap (Yt), koreksi ratio spasi (Ys), koreksi ratio diameter (Yd) dan koreksi ratio jumlah micropile (Yn.) Berikut adalah faktor koreksi yang menentukan

Koreksi ratio tancap (Yt)

$$Xt = \frac{Lb}{D} = \frac{10.61}{0.35} = 30.30$$

Karena Xt > 20 , maka

Yt = 1.45

Koreksi ratio spasi (Ys)

Spasi pemasangan micropile yang digunakan adalah sebesar 3D = 3.00 (0.35) = 1.05 m

$$Xs = \frac{S}{D} = \frac{1.05}{0.35} = 3.00$$

Maka faktor koreksi ratio spasi (Ys) adalah

$$Ys = -0.057\,(Xs)^2 + 0.614(Xs) - 0.658$$
$$= -0.057\,(3.00)^2 + 0.614(3.00) - 0.658$$
$$= 0.76$$

Koreksi ratio diameter (Yd)

$$Xd = \frac{D}{T} = \frac{0.35}{2.0114} = 0.17$$

Karena Xd > 0.12 , maka nilai faktor koreksi ratio diameter (Yd) yang digunakan adalah 2

Koreksi ratio jumlah micropile (Yn)

Koreksi *ratio* jumlah *micropile* (Yn) ditentukan oleh Jumlah *miropile* (Xn). Nilai Xn didapat melalui asumsi awal jumlah *micropile* yang dibutuhkan sehingga dengan asumsi awal dapat ditentukan kebutuhan *micropile* hasil perhitungan. Nilai koreksi (Yn) didapatkan dengan ketentuan, yaitu :

Jika Xn = 1, maka Yn = 1

Jika 1 < Xn, maka Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

Berikut contoh perhitungan koreksi ratio micropile (Yn) untuk asumsi 1 buah cerucuk.

Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

= 1.051 – 0.047 (1)

= 1.00

maka nilai koreksi faktor gabungan (Fkg) dengan asumsi awal (Xn) sebanyak 2 buah adalah

Fkg = 2.30 x Yt x Ys x Yd x Yn

= 2.30 x 1.45 x 0.67 x 2 x 1

= 4.28

Kemudian untuk gaya maksimum yang dapat ditahan satu buah micropile adalah :

$$P = \left(\frac{Mp}{Fm\ x\ T}\right) Fkg$$

$$= \left(\frac{6}{1\ x\ 2.0114}\right) x\ 4.28$$

$$= 12.78 ton$$

Jumlah kebutuhan micropile hitung (n)

Jumlah kebutuhan micropile hitung untuk asumsi awal 2 buah micropile adalah

$$n = \frac{\Delta Mr}{P_{maks}\ xR}$$

$$= \frac{2107.81}{12.78\ x\ 29.89} = 5.52 buah$$

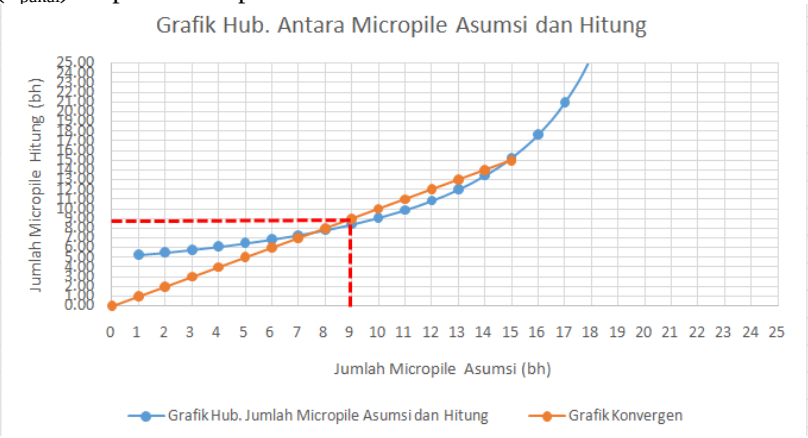
Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dengan asumsi awal micropile (Xn) 1, 2, 3, 4, 5 dst. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dapat diliat pada **Tabel 5.36**

Tabel 5.36 Perhitungan jumlah micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung
				ΔMr/(Pmax*Ro)
buah			ton	buah
1	1.00	4.48	13.35	5.28
2	0.96	4.28	12.78	5.52
3	0.91	4.07	12.15	5.80
4	0.86	3.86	11.52	6.12
5	0.82	3.65	10.89	6.47
6	0.77	3.44	10.27	6.87
7	0.72	3.23	9.64	7.32
8	0.68	3.02	9.01	7.82
9	0.63	2.81	8.38	8.41
10	0.58	2.60	7.76	9.09
11	0.53	2.39	7.13	9.89
12	0.49	2.18	6.50	10.84
13	0.44	1.97	5.87	12.00
14	0.39	1.76	5.25	13.44
15	0.35	1.55	4.62	15.26
16	0.30	1.34	3.99	17.66
17	0.25	1.13	3.36	20.96
18	0.21	0.92	2.74	25.76
19	0.16	0.71	2.11	33.43
20	0.11	0.50	1.48	47.58

(sumber : Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan kebutuhan micropile, dibuat grafik hubungan antara asumsi jumlah micropile (Xn) dan jumlah kebutuhan micropile hitung (n). Kemudian plotkan juga grafik konvergen dari kebutuhan micropile sehingga membentuk garis perpotongan dengan kurva Xn vs n untuk mencari kebutuhan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) Grafik penentuan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) dapat dilihat pada **Gambar 5.27**



Gambar 5.27 Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.28** maka didapatkan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) = 9 buah dan diameter 350 mm.

Pada perhitungan micropile, dilakukan secara berulang, pada variasi kondisi variasi Sf = 1.1 sampai 1.5 dan diperoleh rekapitulasi sebagaimana **Tabel 5.37**

Tabel 5.37 Perhitungan cerucuk variasi SF 1.1-1.5

SF	D	L	n
1.5	350	19	9
1.4	350	15	7
1.3	350	15	6
1.2	350	15	5
1.1	350	15	4

(sumber : Hasil Analisa)

Pada area yang telah dibebani watertank selama 24 minggu, maka dilakukan pengosongan dan pembongkaran watertank, selanjutnya dilakukan penimbunan pada area tersebut hingga diperoleh elevasi final +1.50 mLWS.

Terhadap penimbunan tanah pada area tersebut, telah dilakukan pemodelan 3 buah per kondisi MAT normal dan MAT tinggi, dan diperoleh SF per masing-masing kondisi sebagai berikut :

Tabel 5.38 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT tinggi

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	1.004	39423	39282	24.00	51.00	33.84
2	1.082	25009	23109	19.76	45.67	26.62
3	1.083	24395	22522	19.76	45.13	26.15

Tabel 5.39 Output program Analisa Geoteknik kondisi MAT normal

Metode : Bishop						
Parameter	SF	Mr (kNm)	Md (kNm)	X	Y	R (m)
1	1.011	24797	24523	19.76	45.13	26.15
2	0.933	39959	42823	24.00	51.00	33.84
3	1.011	25431	25164	19.76	45.67	26.62

5.3.10 Perencanaan Perkuatan Lereng Timbunan

Perencanaan perkuatan lereng timbunan dilakukan berdasarkan Analisa stabilitas lereng saat tinggi timbunan final, agar diperoleh SF = 1.5

Perkuatan Timbunan dengan Geotextile

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan perkuatan dengan Geotextile Woven Mirafi PP Geosinindo dengan kuat tarik 600KN/m. Berikut adalah contoh perhitungan mencari kebutuhan jumlah geotextile:

Data Geotextile

- Jenis Geotextile : Mirafi PP
- Tegangan ultimate (Tult) : 600 KN/m

Faktor Keamanan Perencanaan

- SF Rencana : 1.5
- Faktor kemanaan instalasi : 1.1
- Faktor keamanan rangkak : 2
- Faktor kemanan kimiawi : 1.1
- Faktor keamanan biologi : 1.1

Jarak vertikal pemasangan geotextile (Sv) : 0.5

Data geometrik timbunan

- Tinggi timbunan (Hi) : 7.50
- Kemiringan slope : 1 : 3
- Koordinat sb.Y dasar timbunan (yz) : 27.00
- Koordinat sb.Y pemasangan geotextile ke-1 : 27.00
- Berat volume tanah ($\gamma_{timbunan}$) : 18.0 KN/m^3
- Sudut geser dalam (ϕ) : 30 °
- Kohesi tanah (C) : 0

3. Kebutuhan jumlah geotextile

Dengan nilai safety factor 1.5 , maka besarnya selisih momen penahan (ΔMr) yang terjadi adalah :

$M_{res\ 2} = SF_{rencana}\ x\ M_d$
= 1.50 x 42 823
= 64 234.50 KNm
$\Delta M_r = M_{res\ 2} - M_{res}$
= 64 235.50 – 39 959
= 24 275.50 KNm

Kekuatan geotextile yang tersedia (T_{allow}) adalah :

$$T_{allow} = \frac{T}{FS_{ID}\ x\ FS_{CR}\ xFS_{CD}\ x\ FS_{BD}}$$
$$= \frac{600}{1.1\ x\ 2\ x1.1\ x\ 1.1}$$
= 225.39 KN/m

Pemasangan geotextile lapis pertama dilakukan tepat di atas sand blanket , sehingga jarak vertikal antara pemasangan geotextile dan pusat kelongsoran adalah :

$T_1 = yo - yz$
= 51.00 – 27.00
= 24

$M_{geotextile\ 1} = T_{allow}\ x\ T_1$
= 225.39 x 24
= 5 409.47 KNm

Nilai momen geotextile terpasang pada lapis pertama masih belum memenuhi kebutuhan dari selisih momen penahan (ΔMr), sehingga perlu dilakukan pemasangan geotextile lapis kedua. Lapisan geotextile diletakan di atas lapis sebelumnya dengan jarak vertical (Sv) = 1.00 m.

Besaran momen pada geotextile lapis kedua adalah:

$T_2 = T_1 - Sv$
= 24 – 1.00
= 23

$M_{geotextile\ 2} = T_{allow}\ x\ T_2$
= 225.39 x 23
= 5 184.07 KNm

Dengan dipasang geotextile lapis kedua , maka jumlah momen yang bekerja pada geotextile adalah:

$\sum M_{geotextile} = M_{geotextile\ 1} + M_{geotextile\ 2}$
= 5 409.47 + 5 184.07
= 10 593.54 KNm
$\sum M_{geotextile} = 10\ 593.54 < \Delta M_R$
= 10 593.54 KNm < 24 275.50 KNm

Karena Jumlah momen yang bekerja masih belum memenuhi kebutuhan dari selisih momen penahan (ΔMr), maka dilakukan pemasangan geotextile lapis berikutnya sampai selisih momen penahan (ΔMr) terpenuhi. Perhitungan kebutuhan lapisan geotextile dapat dilihat pada **Tabel 5.40**

Tabel 5.40 Perhitungan perkuatan geotextile

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif	Keterangan
1	225.39	24.00	6.50	5,409.47	5,409.47	Tidak Memenuhi
2	225.39	23.00	5.50	5,184.07	10,593.54	Tidak Memenuhi
3	225.39	22.00	4.50	4,958.68	15,552.22	Tidak Memenuhi
4	225.39	21.00	3.50	4,733.28	20,285.50	Tidak Memenuhi
5	225.39	20.00	2.50	4,507.89	24,793.39	Memenuhi
6	225.39	19.00	1.50	4,282.49	29,075.88	Memenuhi

(sumber : Hasil Analisa)

Dari tabel di atas didapatkan jumlah kebutuhan geotextile yang dibutuhkan untuk menahan longsor dengan SF rencana 1.50 adalah sebanyak 6 lapis dengan jarak pemasangan (Sv) = 1.00 m.

Perhitungan jumlah kebutuhan geotextile dilakukan dengan cara yang sama untuk kondisi yang lainnya. Hasil perhitungan kebutuhan geotextile untuk setiap kondisi dapat dilihat pada **Tabel 5.41**

Tabel 5.41 Perhitungan perkuatan geotextile

No	Kondisi	ΔMr KNm	Jumlah Perkuatan
1	MAT Tinggi	19,609.32	4
2		11,269.95	3
3		10,908.87	3
1	MAT Normal	3,072.80	4
2		29,075.88	6
3		14,801.20	4

(sumber : Hasil Analisa)

Kebutuhan panjang geotextile

Berikut adalah contoh perhitungan panjang geotextile pada lapisan pertama :

- Panjang geotextile di belakang bidang longsor (Le)

  Tegangan vertikal (σ_v)

  $\sigma_v = \gamma_{timbunan}$ x Hi

  = 1.80 x 6.50

  = 11.70 t/m^2

  Tegangan geser antara tanah timbunan dan *geotextile* (τ_1)

  $\tau_1 = Cu_1 + \sigma_v \tan \phi$

  $= 0 + 11.70 \tan(30)$

  = 6.755 t/m^2

  Tegangan geser antara tanah dasar dan *geotextile* (τ_2)

  $\tau_2 = Cu_2 + \sigma_v \tan \delta_2$

  $= 2.20 + 11.70 \tan(0)$

  = 8.96 t/m^2

  Maka kebutuhan panjang geotextile di belakang bidang longsor adalah

  $$L_e = \frac{T_{allow} \; x \; SF}{(\tau_1 + \tau_2) \; x \; E}$$

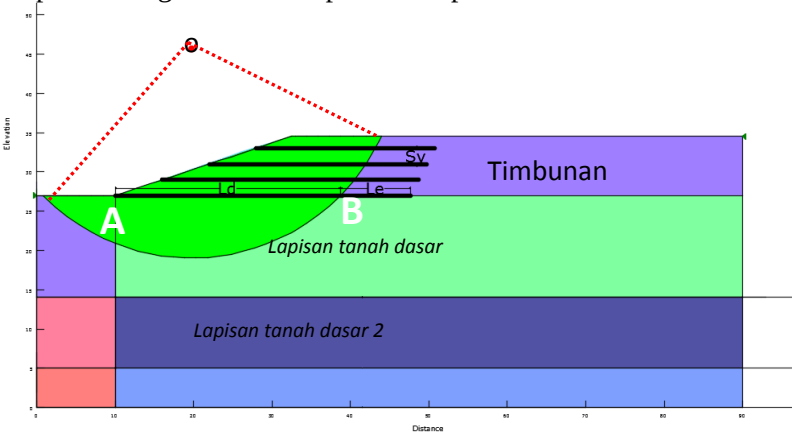
  $$= \frac{22.539 \; x \; 1.5}{(\; 6.755 \; + 8.96 \;) \; x \; 0.8}$$

$= 2.6891 \approx 3.0$ m

Kebutuhan panjang geotextile di belakang bidang longsor (Le) pada lapis pertama adalah 3.0 m.

- Panjang geotextile di belakang depan longsor (L_d)

  Perhitungan kebutuhan panjang geotextile di depan bidang longsor memerlukan data berupa koordinat bidang kelongsoran dan koordinat tepi timbunan yang diperoleh dari program bantu gambar gambar. Sketsa bidang longsor pada lereng timbunan dapat dilihat pada **Gambar 5.28**



Gambar 5.28 Sketsa Bidang Longsor
(sumber : Hasil Pemodelan)

Dari gambar tersebut didapatkan koordinat titik A (tepi lereng timbunan) dan titik B (bidang kelongsoran) sebagai berikut.

Ld = panjang A-B
= 49.20 m

Kebutuhan panjang geotextile di depan bidang longsor (Ld) pada lapis pertama adalah 48.50 m.

- Panjang lipatan geotextile (L_o)

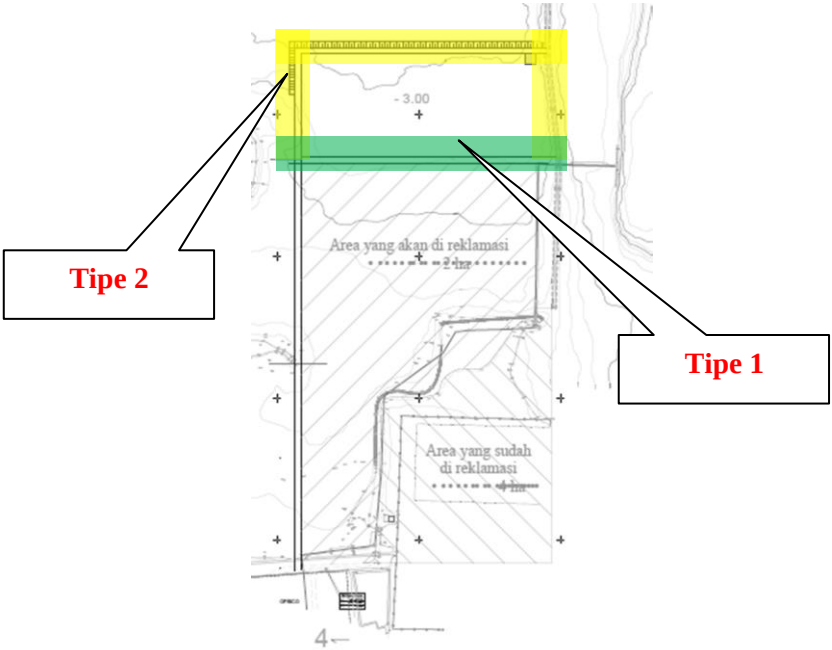
  Lo = ½ Le = 1.50 m

maka panjang Lo yang digunakan yaitu sepanjang $Lo_{minimum}$ = 1.50 m

Maka total kebutuhan panjang geotextile untuk lapis pertama adalah

L_{total} = Le + Ld + Lo + Sv
= 3.00 + 49.20 + 1.50 + 1.25
= 55.50 m ≈ 56.0 m

5.4 Perencanaan Perkuatan Dinding Polder

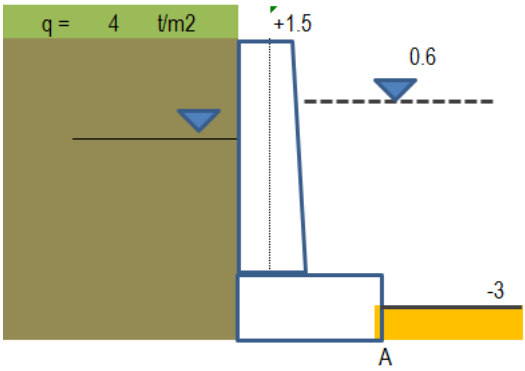


Gambar 5.29 Lokasi Dinding Polder

Pada salah satu sisi dermaga akan dibangun polder dengan dasar polder -3.00. Sehingga perlu dilakukan perencanaan terhadap dinding tersebur. Terdapat 2 tipe dinding polder yang

akan direncanakan yaitu dinding polder tipe 1, yaitu dinding yang berada pada sisi reklamasi dan tipe 2,yaitu sisi polder selain sisi reklamasi, sebagaimana **Gambar 5.29**
Pada perencanaan ini dinding ini, akan menggunakan gabion berukuran 2.00 x 1.00 x 0.50 m.

a. Dinding Tipe 1
Pemodelan dinding tipe 1 sebagai berikut:



Gambar 5.30 Pemodelan Dinding Penahan

Adapun parameter tanah yang digunakan :
a) Tanah Timbunan
   γ = 1.8 t/m^3
   Ø = 30°
   C = 0
b) Beban merata yang bekerja diatas timbunan = 4 t/m^2
c) Tanah Area Polder
   γ = 1.57 t/m^3
   Ø = 0°
   C = 0.21 t/m^2

Adapun Tekanan tanah Aktif dan Pasif yang bekerja pada struktur dinding tersebut, sebagaimana **Tabel 5.42** dan **Tabel 5.43**
Untuk beban tanah non kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Ka
Untuk beban tanah kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Ka – 2c$\sqrt{Ka}$
Untuk beban merata
Pa = (q x h) Ka
Dan diperoleh Gaya Tanah aktif sebagai berikut :

Tabel 5.42 Gaya Tanah Aktif

Area	**P**	**Jarak Momen**	**Momen**
A1	6.80	2.50	17.00
A2	0.69	4.50	3.10
A3	3.21	1.75	5.62
A4	1.67	1.17	1.94
A5	6.13	1.17	7.15
	18.49		34.81

(hasil analisa)

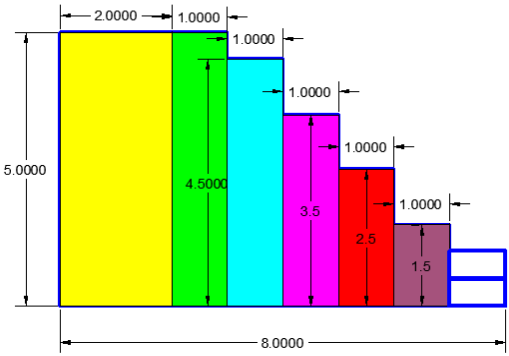
Perhitungan Tekanan Tanah Pasif yang bekerja adalah :
Untuk beban tanah non kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Kp
Untuk beban tanah kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Kp + 2 C$\sqrt{Kp}$
Dan diperoleh Gaya tanah Pasif sebagai berikut :

Tabel 5.43 Gaya Tanah Pasif

Area	P	Jarak Momen	Momen
P1	4.81	0.97	4.65
P2	0.18	0.17	0.03
	4.99		4.68

(hasil analisa)

Perhitungan Berat Dinding Penahan Tanah :
γ gabion = 1.9 t/m^3



Gambar 5.31 Pemodelan Struktur Dinding Penahan

Tabel 5.44 Berat Dinding Penahan

No	Luas	Berat	Jarak ke A	Momen
Berat Konstruksi gabion				
1	10	19	2.50	47.50
2	5	9.5	2.50	23.75
3	4.5	8.55	2.25	19.24
4	3.5	6.65	1.75	11.64
5	2.5	4.75	1.25	5.94
6	1.5	2.85	0.75	2.14
7	1	1.9	0.50	0.95
	28	**53.2**		**111.15**
Berat Air Pada Dinding				
	2.6	2.6	0.5	1.30
	2.1	2.1	0.75	1.58
	1.1	1.1	1.25	1.38
	0.1	0.1	1.75	
	5.9	**5.9**		**4.25**
Total DPT				
	33.9	59.1		115.40

(hasil analisa)

Stabilitas struktur terhadap pengguling

Fgl $= \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} \geq 2$

ΣMw = Berat konstruksi x b

b $= \frac{111.15}{28} = 3.97$ m

sehingga momen penahan

ΣMw = 53.2 x 3.97

= 211.19 tm

Perhitungan Faktor Keamanan guling, Fgl

Fgl $= \frac{211.19}{34.81} \geq 2$

$= 6.07 \geq 2$ (ok)

Syarat Fgl :

Fgl ≥ 1.5, untuk tanah granular

Fgl ≥ 2, untuk tanah kohesi

Stabilitas struktur terhadap geser

Fgs $= \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph}$ ≥ 2

Fgs $= \frac{39.59}{18.49}$ ≥ 2

= 2.14 ≥ 2 (ok)

Syarat Fgl :

Fgl ≥ 1.5, untuk tanah granular

Fgl ≥ 2, untuk tanah kohesi

Stabilitas Daya dukung

Menggunakan persamaan Hansen,

xe $= \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma W}$

= 3.32

e = B/2 – xe

= 0.68 ≤ B/6

Lebar efektif

B' = 6.63 m

A = 28 m^2

Sehingga besar gaya yang bekerja :

H = 18.49 T

Va = 59.1 T

q $= \frac{V}{B}$ x $(1 + \frac{6e}{B})$

= 11.18 t/m^2

Kemampuan daya dukung tanah

qu = cNc + Df γ Nq + 0.5BNγ

= 2.58 t/m^2

Cek factor keamanan terhadap daya dukung tanah dasar

SF $= \frac{qu}{q}$ ≥ 3

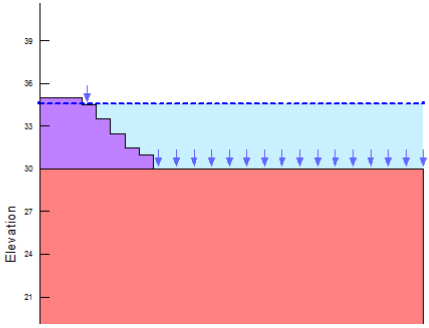
SF $= \frac{2.58}{11.18}$ ≥ 3

SF = 0.23 ≤ 3

Karena daya dukung tanah dasar tidak mampu menahan beban dinding penahan tanah, maka perlu dilakukan perkuatan.
Untuk membantu perhitung gaya yang terjadi maka dilakukan permodelan pada program geoteknik sebagaimana **Gambar 5.32**, dan diperoleh data sebagai berikut :

Hasil Analisa Program Slope

Safety Factor	SF	= 0.100	
Momen Resistance	Mr	= 49.09	ton-m
Momen Dorong	Md	= 490.50	ton-m
Koordinat Titik Pusat	Xo	= 10	m
	Yo	= 38.50	m
Radius Bidang Longsor	Ro	= 8.27	m



Gambar 5.32 Pemodelan Struktur Dinding Penahan

Perkuatan direncanakan akan dilakukan menggunakan micropile,dengan perhitungan sebagai berikut :

Data spesifikasi *micropile*

Data Perencanaan

Safety Factor Rencana	Sfren	= 3.00	
Dimensi Micropile	B	= 200.00	mm
Panjang Tiang	L	= 11.00	m

Spesifikasi Micropile

Jenis Micropile	***Square Pile***		
Tipe Micropile	**200 x 200**		
Produksi	**PT. SCG**		
Mutu beton	Fc'	= 42.00	Mpa
Selimut beton (Cover)	t	= 50.00	mm
Momen Crack	Mcr	= 1.1	ton-m
Momen Ultimate	Mu	= 1.8	ton-m

Data Geometri

Elevasi Tanah Dasar Yz = + 30.00

Inersia penampang (I)

$I = \frac{1}{12}\, b\, h^3$

$= \frac{1}{12}\, 20\, x\, 20^3$

= 13333.33cm^4

Modulus Elastisitas beton (E)

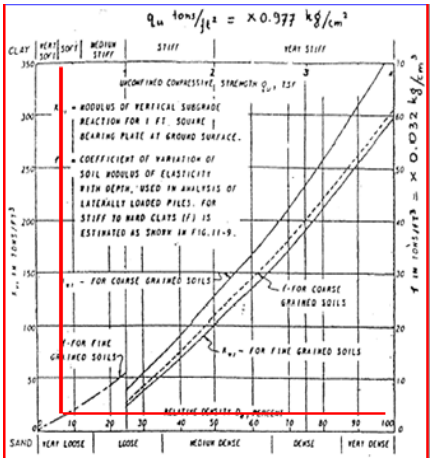
E = 4700 x $\sqrt{f'c}$

= 4700 x $\sqrt{42\ mpa}$

= 304594.8 kg/cm^2

Faktor kekuatan relatif (T)

Faktor kekuatan relatif (T) dihitung berdasarkan harga f yang didapat dengan menggunakan grafik pada **Gambar 5.33**



Gambar 5.33 Grafik penentuan nilai f
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Pada kasus ini konsistensi tanah dimana tiang ditanam yaitu pada tanah lempung medium, sehingga didapatkan nilai f = 2 tons/ft^3 atau 0.06 kg/cm^3. Maka besarnya faktor kekuatan relatif (T) adalah :

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

$$= \left(\frac{338921.8\,x\;\;13333.33}{0.06}\right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 144.71\;cm$$

Kebutuhan panjang *micropile* Panjang *micropile* di atas bidang longsor (La)

$$La = Yz - (Yo - Ro)$$

$$= 30 - (38.50 - 8.27)$$

= -0.23 m

Panjang micropile di bawah bidang longsor (Lb)

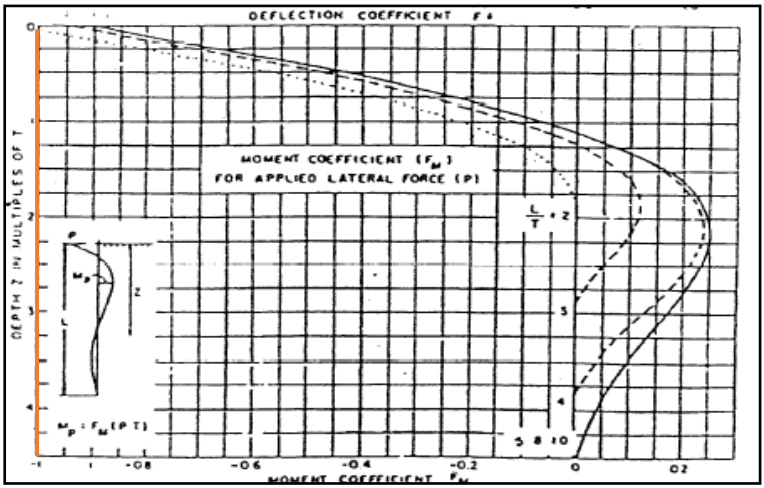
$$Lb = L - La$$

$$= 11 - (0.23)$$

$$= 11.00 \text{ m}$$

Koefisien momen akibat gaya lateral P (F_M)

Harga FM ditentukan dengan menggunakan **Gambar 5.34** (dari Design Manual , NAVFAC DM-7 1971) berdasarkan perbandingan antara panjang cerucuk yang tertahan di bawah bidang longsor (Lb) dan faktor kekakuan rekatif (T) pada kedalaman gaya lateral yang bekerja (z). Tiang/micropile yang direncanakan bersifat kaku maka gaya lateral yang bekerja diasumsikan berada pada bagian teratas tiang sehingga nilai z = 0.



Gambar 5.34 Grafik penentuan nilai FM
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Berdasarkan **Gambar 5.34** maka didapatkan harga koefisien momen akibat gaya lateral (Fm) adalah sebesar 1.0

Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (P_{max})

Besarnya gaya maksimum yang mampu ditahan 1 micropile ditentukan oleh besarnya momen lentur yang bekerja (Mp) dan faktor koreksi gabungan (Fkg) seperti koreksi ratio tancap (Yt), koreksi ratio spasi (Ys), koreksi ratio diameter (Yd) dan koreksi ratio jumlah micropile (Yn.) Berikut adalah faktor koreksi yang menentukan :

Koreksi ratio tancap (Yt)

$$Xt = \frac{Lb}{D} = \frac{11.24}{0.20} = 56.18$$

Karena Xt > 20 , maka

Yt = 1.45

Koreksi ratio spasi (Ys)

Spasi pemasangan micropile yang digunakan adalah sebesar 3D = 3.00 (0.20) = 0.60 m

$$Xs = \frac{S}{D} = \frac{0.6}{0.2} = 3$$

Maka faktor koreksi ratio spasi (Ys) adalah

$$Ys = -0.057\ (Xs)^2 + 0.614(Xs) - 0.658$$
$$= -0.057\ (3.0)^2 + 0.614(3.0) - 0.658$$
$$= 0.67$$

Koreksi ratio diameter (Yd)

$$Xd = \frac{D}{T} = \frac{0.2}{1.44} = 0.14$$

Karena Xd > 0.12 , maka nilai faktor koreksi ratio diameter (Yd) yang digunakan adalah 2

Koreksi ratio jumlah micropile (Yn)

Koreksi *ratio* jumlah *micropile* (Yn) ditentukan oleh Jumlah *miropile* (Xn). Nilai Xn didapat melalui asumsi awal jumlah *micropile* yang dibutuhkan sehingga dengan asumsi awal dapat ditentukan kebutuhan *micropile* hasil perhitungan. Nilai koreksi (Yn) didapatkan dengan ketentuan, yaitu :

Jika Xn = 1, maka Yn = 1

Jika 1 < Xn, maka Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

Berikut contoh perhitungan koreksi ratio micropile (Yn) untuk asumsi 2 buah cerucuk.

Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)
= 1.051 – 0.047 (2)
= 0.96

maka nilai koreksi faktor gabungan (Fkg) dengan asumsi awal (Xn) sebanyak 2 buah adalah

Fkg = 2.30 x Yt x Ys x Yd x Yn
= 2.30 x 1.45 x 0.67 x 2 x 0.96
= 4.28

Kemudian untuk gaya maksimum yang dapat ditahan satu buah micropile adalah :

$$P = \left(\frac{Mp}{Fm\ x\ T}\right) Fkg$$
$$= \left(\frac{1.10}{1\ x\ 1.447}\right) x\ 4.28$$
$$= 3.40\ ton$$

Jumlah kebutuhan micropile hitung (n)

Jumlah kebutuhan micropile hitung untuk asumsi awal 2 buah micropile adalah

$$n = \frac{\Delta Mr}{P_{maks}\ xR}$$
$$= \frac{93.19}{3.4\ x\ 8.27} = 3.26\ buah$$

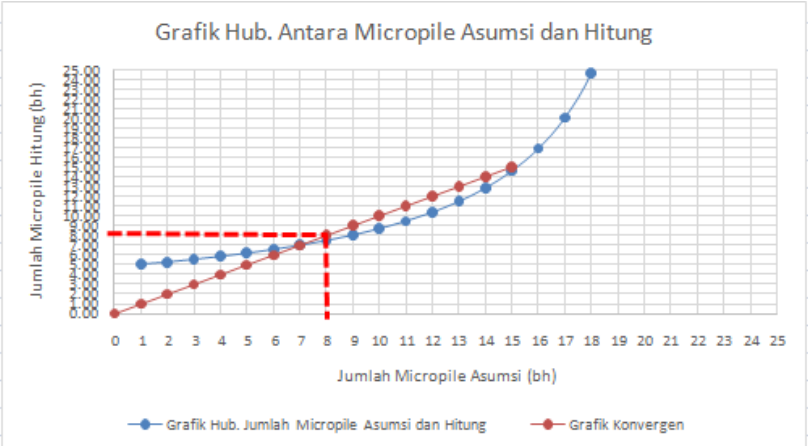
Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dengan asumsi awal micropile (Xn) 1, 2, 3, 4, 5 dst. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dapat diliat pada **Tabel 5.45**

Tabel 5.45 Perhitungan jumlah micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung
				ΔMr/(Pmax*R
buah			ton	buah
1	1.00	4.48	3.40	5.06
2	0.96	4.28	3.26	5.29
3	0.91	4.07	3.10	5.56
4	0.86	3.86	2.94	5.86
5	0.82	3.65	2.78	6.20
6	0.77	3.44	2.62	6.58
7	0.72	3.23	2.46	7.01
8	0.68	3.02	2.30	7.49
9	0.63	2.81	2.14	8.06
10	0.58	2.60	1.98	8.71
11	0.53	2.39	1.82	9.47
12	0.49	2.18	1.66	10.39
13	0.44	1.97	1.50	11.50
14	0.39	1.76	1.34	12.87
15	0.35	1.55	1.18	14.62
16	0.30	1.34	1.02	16.92
17	0.25	1.13	0.86	20.07
18	0.21	0.92	0.70	24.68
19	0.16	0.71	0.54	32.02
20	0.11	0.50	0.38	45.57

(sumber : Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan kebutuhan micropile, dibuat grafik hubungan antara asumsi jumlah micropile (Xn) dan jumlah kebutuhan micropile hitung (n). Kemudian plotkan juga grafik konvergen dari kebutuhan micropile sehingga membentuk garis perpotongan dengan kurva Xn vs n untuk mencari kebutuhan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) Grafik penentuan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) dapat dilihat pada **Gambar 5.35**

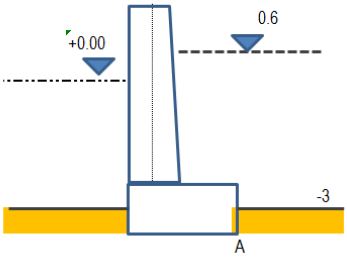


Gambar 5.35 Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.35** maka didapatkan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) = 8 buah dan berdimensi 200 x 200 mm.

b. Dinding Tipe 2

Pemodelan dinding penahan sisi sekeliling polder sebagai berikut



Gambar 5.36 Pemodelan Dinding Penahan

Adapun parameter tanah yang digunakan :

Tanah Area Polder

γ = 1.57 t/m^3

Ø = 0°

C = 0.21 t/m^2

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif yang bekerja adalah :

Untuk beban tanah non kohesi

Pa = (0.5 x γ x h^2) Ka

Untuk beban tanah kohesi

Pa = (0.5 x γ x h^2) Ka – 2c$\sqrt{Ka}$

Dan diperoleh Gaya Tanah aktif sebagai berikut

Tabel 5.46 Gaya Tanah Aktif

Area	P	Jarak Momen	Momen
A1	3.74	0.97	3.62
A2	0.18	0.17	0.03
	3.92		3.65

(hasil analisa)

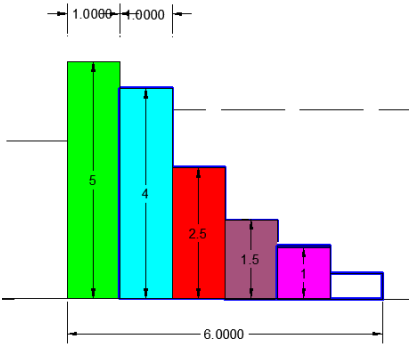
Perhitungan Tekanan Tanah Pasif yang bekerja adalah :
Untuk beban tanah non kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Kp
Untuk beban tanah kohesi
Pa = (0.5 x γ x h^2) Kp + 2 C$\sqrt{Kp}$
Dan diperoleh Gaya tanah Pasif sebagai berikut

Tabel 5.47 Gaya Tanah Pasif

Area	P	Jarak Momen	Momen
P1	4.81	0.97	4.65
P2	0.18	0.17	0.03
	4.99		4.68

(hasil analisa)

Perhitungan Berat Dinding Penahan Tanah :
γ gabion = 1.9 t/m^3



Gambar 5.37 Pemodelan Struktur Dinding Penahan

Tabel 5.48 Berat Dinding Penahan

No	Luas	Berat		Jarak ke A	Momen
1	5	9.5	t/m	2.00	19.00
2	4	7.6	t/m	2.25	17.10
3	2.5	4.75		1.50	7.13
4	1.5	2.85		1.00	2.85
5	1	1.9		0.50	0.95
6	0.5	0.95		0.50	0.48
	14.5	**27.55**			**47.50**
Beban Air					
1	3.1	3.1		4.75	14.73
2	2.6	2.6		4	10.40
3	2.1	2.1		3	6.30
4	1.1	1.1		3	3.30
	8.9	**8.9**			**34.73**
Total DPT					
	23.4	36.45			82.23

(hasil analisa)

Stabilitas struktur terhadap pengguling

Fgl $= \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} \geq 2$

ΣMw = Berat konstruksi x b

b $= \frac{47.50}{14.5} = 3.28$ m

sehingga momen penahan

ΣMw = 27.55 x 3.28

= 90.25 tm

Perhitungan Faktor Keamanan guling, Fgl

Fgl $= \frac{86.64}{3.65} \geq 2$

$= 24.76 \geq 2$ (ok)

Syarat Fgl :

Fgl $\geq$ 1.5, untuk tanah granular

Fgl $\geq$ 2, untuk tanah kohesi

Stabilitas struktur terhadap geser

Fgs $= \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 2$

Fgs $= \frac{26.29}{3.92} \geq 2$

$= 6.74 \geq 2$ (ok)

Syarat Fgl :

Fgl $\geq$ 1.5, untuk tanah granular

Fgl $\geq$ 2, untuk tanah kohesi

Stabilitas Daya dukung

Menggunakan persamaan Hansen,

xe $= \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma W}$

$= 2.38$

e $= B/2 - xe$

$= 0.62 \leq B/6$

Lebar efektif

B' $= 4.75$ m

A $= 14.5$ m^2

Sehingga besar gaya yang bekerja :

H $= 3.92$ T

Va $= 36.45$ T

q $= \frac{V}{B} \text{ x } (1 + \frac{6e}{B})$

$= 9.87$ t/m^2

Kemampuan daya dukung tanah

qu $= cNc + Df\,\gamma\,Nq + 0.5BN\gamma$

$= 2.58$ t/m^2

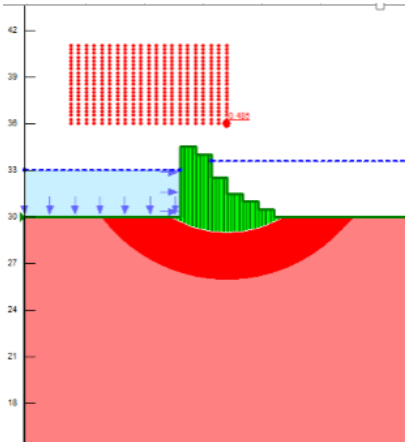
Cek factor keamanan terhadap daya dukung tanah dasar

SF $= \frac{qu}{q}$ $\geq$ 3

SF $= \frac{2.58}{11.18}$ $\leq$ 3

SF $= 0.26$ $\leq$ 3

Sehingga perlu dilakukan perkuatan.
Dengan dilakukan permodelan pada program geoteknik, diperoleh data sebagai berikut :



Gambar 5.38 Pemodelan Struktur Dinding Penahan

Direncanakan akan dilakukan perkuatan menggunakan micropile.

Data spesifikasi *micropile*

Data Perencanaan

Safety Factor Rencana	Sfren	= 3.00	
Dimensi Micropile	B	= 200.00	mm
Panjang Tiang	L	= 12.00	m

Spesifikasi Micropile

Jenis Micropile	***Square Spun Pile***
Tipe Micropile	**200x200**

Produksi	**PT. SCG**		
Mutu beton	Fc'	= 42.00	Mpa
Selimut beton (Cover)	t	= 5000	mm
Momen Crack	Mcr	= 1.1	ton-m
Momen Ultimate	Mu	= 1.8	ton-m

Data Geometri

Elevasi Tanah Dasar	Yz	= + 30.00

Hasil Analisa Program Slope

Safety Factor	SF	= 0.485	
Momen Resistance	Mr	= 164.98	ton-m
Momen Dorong	Md	= 340.42	ton-m
Koordinat Titik Pusat	Xo	= 13	m
	Yo	= 36	m
Radius Bidang Longsor	Ro	= 6.98	m

Inersia penampang (I)

$$I = \frac{1}{12}\, b\, h^3$$

$$= \frac{1}{12}\, 20\, x\, 20^3$$

= 13333.33cm^4

Modulus Elastisitas beton (E)

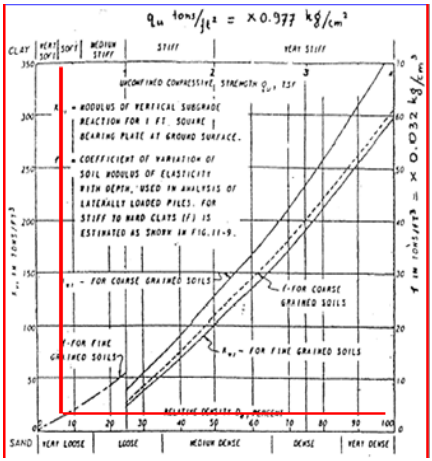
E = 4700 x $\sqrt{f'c}$

= 4700 x $\sqrt{42\ mpa}$

= 304594.8 kg/cm^2

Faktor kekuatan relatif (T)

Faktor kekuatan relatif (T) dihitung berdasarkan harga f yang didapat dengan menggunakan grafik pada **Gambar 5.39**



Gambar 5.39 Grafik penentuan nilai f
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Pada kasus ini konsistensi tanah dimana tiang ditanam yaitu pada tanah lempung medium, sehingga didapatkan nilai f = 2 tons/ft^3 atau 0.06 kg/cm^3. Maka besarnya faktor kekuatan relatif (T) adalah :

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

$$= \left(\frac{304594.8\ x\ 13333.33}{0.06}\right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 144.71\ cm$$

Kebutuhan panjang *micropile* Panjang *micropile* di atas bidang longsor (La)

$$La = Yz - (Yo - Ro)$$

$$= 30 - (36 - 6.98)$$

$$= 0.98 \text{ m}$$

Panjang micropile di bawah bidang longsor (Lb)

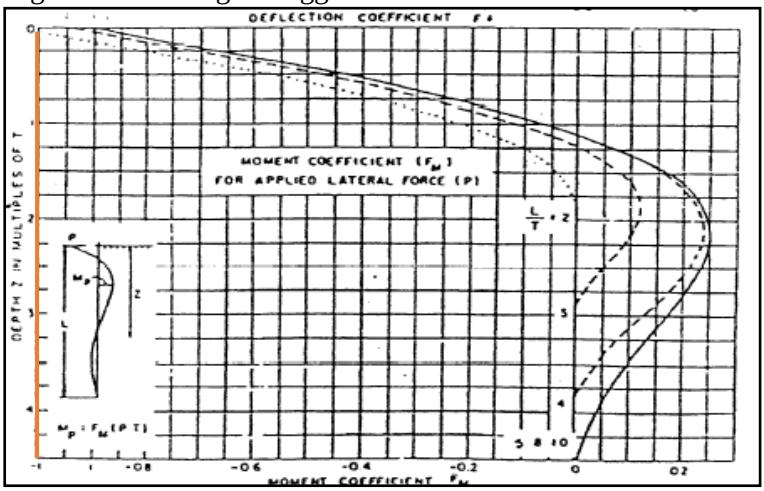
$$Lb = L - La$$

$$= 12 - 0.98$$

$$= 10.02 \text{ m}$$

Koefisien momen akibat gaya lateral P (F_M)

Harga FM ditentukan dengan menggunakan **Gambar 5.40** (dari Design Manual , NAVFAC DM-7 1971) berdasarkan perbandingan antara panjang cerucuk yang tertahan di bawah bidang longsor (Lb) dan faktor kekakuan rekatif (T) pada kedalaman gaya lateral yang bekerja (z). Tiang/micropile yang direncanakan bersifat kaku maka gaya lateral yang bekerja diasumsikan berada pada bagian teratas tiang sehingga nilai z = 0.



Gambar 5.40 Grafik penentuan nilai FM
(sumber : NAVFAC DM-7 1971*)*

Berdasarkan **Gambar 5.40** maka didapatkan harga koefisien momen akibat gaya lateral (Fm) adalah sebesar 1.0

Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (P_{max})

Besarnya gaya maksimum yang mampu ditahan 1 micropile ditentukan oleh besarnya momen lentur yang bekerja (Mp) dan faktor koreksi gabungan (Fkg) seperti koreksi ratio tancap (Yt), koreksi ratio spasi (Ys), koreksi ratio diameter (Yd) dan koreksi ratio jumlah micropile (Yn.) Berikut adalah faktor koreksi yang menentukan :

Koreksi ratio tancap (Yt)

$$Xt = \frac{Lb}{D} = \frac{10.02}{0.20} = 50.09$$

Karena Xt >20 , maka

Yt = 1.45

Koreksi ratio spasi (Ys)

Spasi pemasangan micropile yang digunakan adalah sebesar 3D = 3.00 (0.2) = 0.60 m

$$Xs = \frac{S}{D} = \frac{0.60}{0.2} = 3$$

Maka faktor koreksi ratio spasi (Ys) adalah

$$Ys = -0.057\ (Xs)^2 + 0.614(Xs) - 0.658$$
$$= -0.057\ (3.0)^2 + 0.614(3.0) - 0.658$$
$$= 0.67$$

Koreksi ratio diameter (Yd)

$$Xd = \frac{B}{T} = \frac{0.2}{1.44} = 0.14$$

Karena Xd > 0.12 , maka nilai faktor koreksi ratio diameter (Yd) yang digunakan adalah 2

Koreksi ratio jumlah micropile (Yn)

Koreksi *ratio* jumlah *micropile* (Yn) ditentukan oleh Jumlah *miropile* (Xn). Nilai Xn didapat melalui asumsi awal jumlah *micropile* yang dibutuhkan sehingga dengan asumsi awal dapat ditentukan kebutuhan *micropile* hasil perhitungan. Nilai koreksi (Yn) didapatkan dengan ketentuan, yaitu :

Jika Xn = 1, maka Yn = 1

Jika 1 < Xn, maka Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)

Berikut contoh perhitungan koreksi ratio micropile (Yn) untuk asumsi 2 buah cerucuk.

Yn = 1.051 – 0.047 (Xn)
= 1.051 – 0.047 (2)
= 0.96

maka nilai koreksi faktor gabungan (Fkg) dengan asumsi awal (Xn) sebanyak 2 buah adalah

Fkg = 2.30 x Yt x Ys x Yd x Yn
= 2.30 x 1.45 x 0.67 x 2 x 1
= 4.28

Kemudian untuk gaya maksimum yang dapat ditahan satu buah micropile adalah :

$$P = \left(\frac{Mp}{Fm\ x\ T}\right) Fkg$$
$$= \left(\frac{1.1}{1\ x\ 1.44}\right) x\ 4.28$$
$$= 3.26\ ton$$

Jumlah kebutuhan micropile hitung (n)

Jumlah kebutuhan micropile hitung untuk asumsi awal 4 buah micropile adalah

$$n = \frac{\Delta Mr}{P_{maks}\ xR}$$
$$= \frac{51.59}{3.26\ x\ 6.98} = 2.17\ buah$$

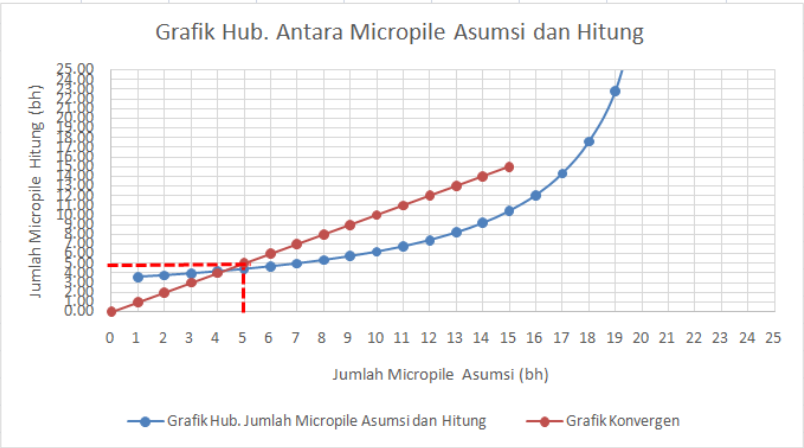
Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dengan asumsi awal micropile (Xn) 1, 2, 3, 4, 5 dst. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan micropile hitung dapat diliat pada **Tabel 5.49**

Tabel 5.49 Perhitungan jumlah micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung
				ΔMr/(Pmax*Ro)
buah			ton	buah
1	1.00	4.48	3.40	3.60
2	0.96	4.28	3.26	3.77
3	0.91	4.07	3.10	3.96
4	0.86	3.86	2.94	4.18
5	0.82	3.65	2.78	4.42
6	0.77	3.44	2.62	4.69
7	0.72	3.23	2.46	4.99
8	0.68	3.02	2.30	5.34
9	0.63	2.81	2.14	5.74
10	0.58	2.60	1.98	6.20
11	0.53	2.39	1.82	6.75
12	0.49	2.18	1.66	7.40
13	0.44	1.97	1.50	8.19
14	0.39	1.76	1.34	9.17
15	0.35	1.55	1.18	10.42
16	0.30	1.34	1.02	12.05
17	0.25	1.13	0.86	14.30
18	0.21	0.92	0.70	17.58
19	0.16	0.71	0.54	22.81
20	0.11	0.50	0.38	32.47

(sumber : Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan kebutuhan micropile, dibuat grafik hubungan antara asumsi jumlah micropile (Xn) dan jumlah kebutuhan micropile hitung (n). Kemudian plotkan juga grafik konvergen dari kebutuhan micropile sehingga membentuk garis perpotongan dengan kurva Xn vs n untuk mencari kebutuhan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) Grafik penentuan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) dapat dilihat pada **Gambar 5.41**

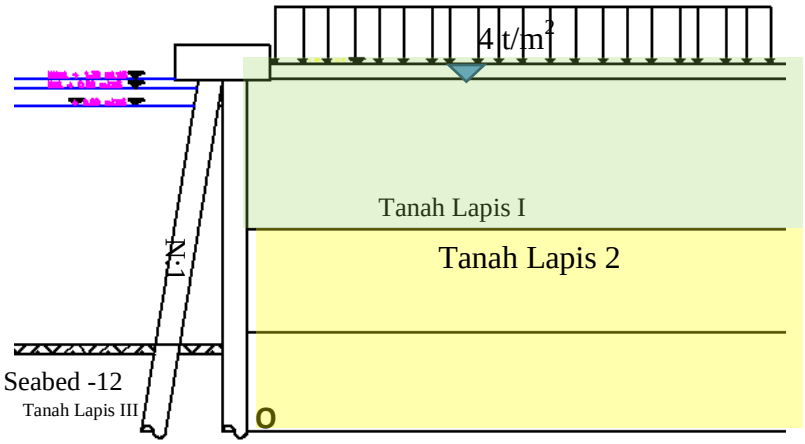


Gambar 5.41 Grafik penentuan jumlah kebutuhan micropile
(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan **Gambar 5.41** maka didapatkan jumlah micropile yang dipakai (n_{pakai}) = 5 buah dan dimensi 200 x 200 mm.

5.5 Perencanaan Turap

Pemodelan turap pada area reklamasi sisi belakang dermaga :



Gambar 5.42 Sketsa Struktur Turap
(sumber : Hasil Analisa)

Dari **Gambar 5.42** dapat dilihat sketsa perencanaan struktur turap, dimana pada area tersebut terdapat timbunan dengan elevasi +1.50 mLWS. Untuk data tanah yang digunakan ada tiga jenis data tanah yaitu Tanah Lapis I, dan Tanah Lapis II. Hal ini didasarkan pada kondisi tanah dasar timbunan setelah mengalami pemampatan.

Turap direncanakan menggunakan steel tube diameter 1219 mm, Angkur direncanakan menggunakan profil yang sama.

Berikut adalah parameter tanahnya:

Lapisan I (material timbunan) :

γ_{timb} = 1.80 t/m^3
γ' = 0.80 t/m^3
C = 0 t/m^3
Ø = 30°
Ka = 0.33

Lapisan II:

γ = 1.57 t/m^3
γ' = 0.92 t/m^3

Cu = 2.72 t/m^3
Kp,Ka = 1.00

Lapisan III :

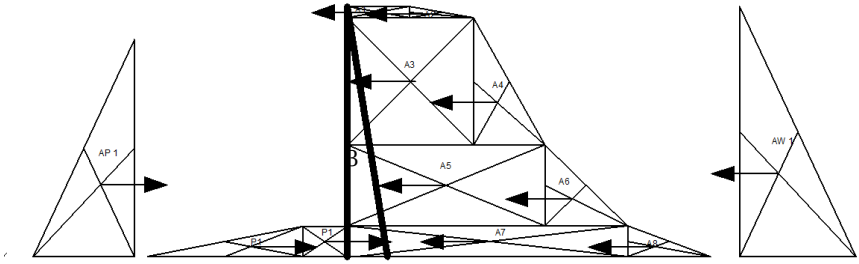
ɣ’ = 1.01 t/m^3
Cu = 0.79 t/m^3
Kp,Ka = 1.00

Dimana,

h1 = 0.11 m
h2 = 8.19m
h3 = 5.22 m
h4 = do m

Data-data tersebut kemudian dihitung tegangan yang terjadi di setiap titik tinjau, baik tegangan vertikal dan horizintalnya akibat pengaruh Ka dan Kp. Kemudian digambarkan diagram tegangan tanah tiap titiknya. Berikut merupakan sketsa diagram tegangan tanah akibat tekanan tanah aktif dan pasif tiap titik dapat dilihat pada **Gambar 5.43**

Setelah digambarkan diagram teganganya, kemudian kalikan tegangan dengan luasan bidang teganganya tiap tanah untuk mendapatkan gaya aktif (Ea) dan pasif (Ep). Untuk mendapatkan momen pada titik tinjau A, kalikan gaya-gaya yang ada dari titik berat bidang diagramnya masing-masing terhadap titik A (lengan momen A). Berikut merupakan hasil rekap perhitungan gaya dan momen akibat tekanan tanah aktif dan pasif terhadap titik A dapat dilihat pada **Tabel 5.44**



Gambar 5.43 Sketsa tegangan
(Sumber: Hasil analisa)

Tabel 5.50 Rekap Hasil Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif terhadap O

No	Ea (kN)	Lengan Terhadap O (m)	Momen (kNm)
1	1.47	13.45 + d	19.72 + 1.47 d
2	0.04	13.43 + d	0.49 + 0.04 d
3	114.61	9.30 + d	1065.26 + 114.61 d
4	89.43	7.93 + d	709.22 + 89.43 d
5	369.86	2.60 + d	961.63 + 369.86 d
6	29.81	1.73 + d	51.68 + 29.81 d
7	118.97 d	0.5d	59.48 d^2
8	4.60 d^2 - 18.19 d	0.33d	1.52 d^3 -6.002 d^2
A	66.95 d + 5.00 d^2	4.46 + 0.33d	1.65 d^3 44.41 d^2 298.82 d

No	Ep (kN)	Lengan Terhadap O (m)	Momen (kNm)
1	15.80 d	0.5d	7.9 d^2
2	5.05 d^2 + 7.90 d	0.33d	1.6665 d^3 2.607 d^2
A	60.00 d + 5.00 d^2	4.00 + 0.33d	1.65 d^3 39.80 d^2 + 240.00 d

(Sumber: Hasil analisa)

Dari rekap hasil perhitungan gaya dan momen pada **Tabel 5.50** didapat total momen yang terjadi adalah

$\sum M_{aktif} = 3.17d^3+97.89d^2-904.04\ d+2807.99$

$\sum M_{pasif} = -(3.32d^3+50.31d^2+240d)$ (berlawanan arah)

Jadi,

$\sum Mtot = \sum M_{aktif} + \sum M_{pasif}$

$-0.15d^3+47.85d^2+664.04d+2807.99= 0$

Dilakukan *trial and error* pada persamaan tersebut, dan diperoleh nilai do = 16.638 m, Sehingga panjang sheet pile yang digunakan adalah 0.11+8.19+5.22 + (1.5 x 16.638) = 33.47 m, total panjang yang digunakan adalah 34 m.

Menentukan Profil Turap

Penentuan profil didasarkan oleh momen maksimum yang terjadi pada penampang turap.

$\sum$Mtot = -0.15d^3+47.85d^2+664.04d+2807.99= 0

Letak momen maksimum dapat diperoleh dari difrensial persamaan diatas :

$\frac{d\Sigma Mtot}{dx} = 0$ atau

-0.45x^2-95.17x+664.04=0

Nilai x diperoleh dengan menggunakan persamaaan abc

Diperoleh :

x1 = -220.39

x2 = 6.76 (memenuhi)

nilai x tersebut dimasukkan kedalam persamaan $\sum$Mtot,sehingga diperoleh Mmax = 5076 kNm

$$W = \frac{Mmax}{\vartheta} = \frac{5076}{210000} = 0.024\ m^3 = 24174\ cm^3$$

Digunakan Steel tubes dengan nilai W = 24565 cm^3

I = 1746590 cm^4

d (mm)	t (mm)
1422	16

(Sumber: Brosur Archelomittal)

Menentukan Dimensi Angkur

Dengan nilai do yang telah diperoleh pada persamaan sebelumnya, disubsitusikan terhadap persamaan d pada **Tabel 5.50** untuk mendapatkan kuat tarik angker. Berikut merupakan hasil rekap besaran gaya Ea dan Ep dapat dilihat pada **Tabel 5.51**

Tabel 5.51 Rekap Hasil Akibat Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

No	Ea (kN)
1	1.47
2	0.04
3	114.61
4	89.43
5	369.86
6	29.81
7	1979.33
8	970.70
A	2497.95

No	Ep (kN)
1	262.88
2	1529.34
A	2382.32

(Sumber: Hasil analisa)

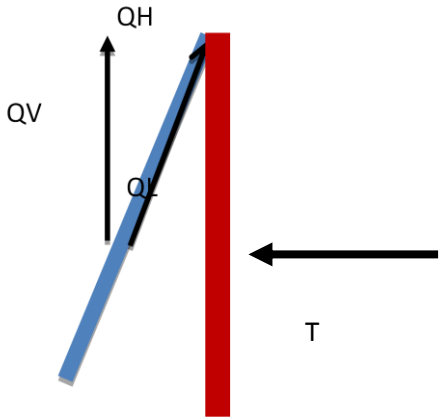
$\sum H = 0$

$\sum H = \sum A - \sum P = 6053.19 \text{ kN} - 4174.53 \text{ kN}$

$= 1878.65 \text{ kN}$

$T = 187.86 \text{ T}$

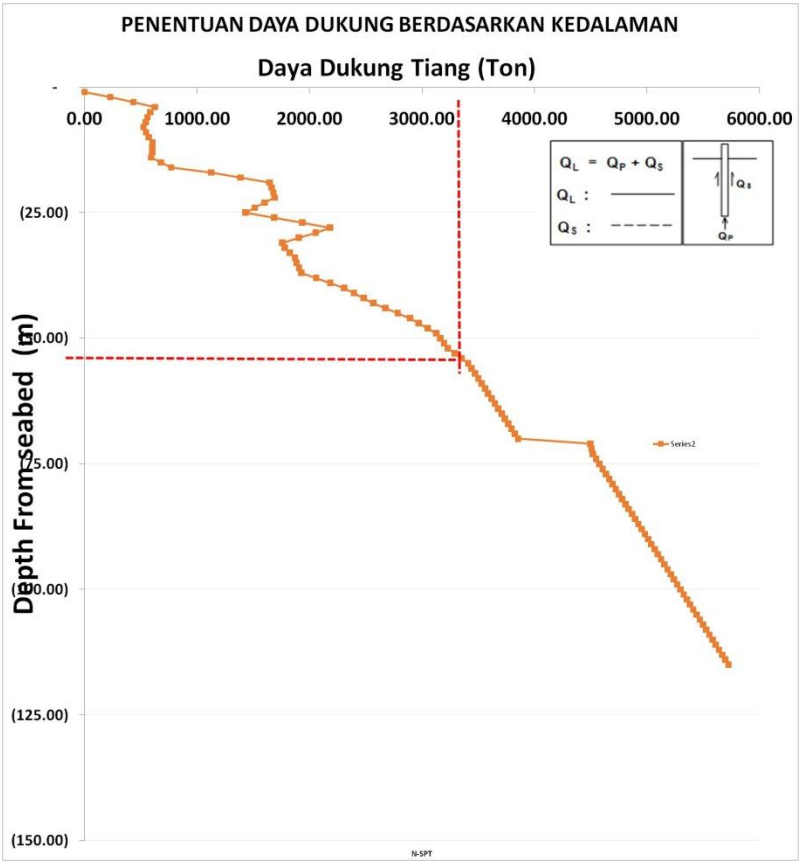
Kemiringan anchor belum diketahui, sehingga dilakukan perhitungan kemiringan angkur menggunakan beberapa perbandingan yaitu 6:1, 5:1, 8:1, dan 10:1



Gambar 5.44 Sketsa Gaya Pada Angkur
(Sumber: Hasil analisa)

Dilakukan perhitungan, dengan rasio kemiringan tiang pancang adalah 6:1, sehingga
$\alpha = 9.46$
$\sin \alpha = 0.15$
$\cos \alpha = 0.987$
T = 187.86 T
Direncanakan jarak anchor per 3 meter-an
Sehingga T = 563.59 T
QV = 3428.23 T
QL = 3381.58 T
Gaya yang diterima angkur 3428.23 T

Dengan diperoleh hasil perhitungan tersebut dilakukan kedalam angkur yang perlu dipasang agar daya dukung anchor sesuai dengan beban T yang dapat ditahan oleh angkur.



Gambar 5.45 Daya Dukung Tiang Pancang
(Sumber: Hasil analisa)

sehingga angkur dipasang hingga kedalaman 55 m dari seabed dengan qijin = 3441.27 T

Hasil perhitungan lainnya terhadap variasi rasio kemiringan sesuai pada **Tabel 5.52**

Tabel 5.52 Rekapitulasi Gaya Angkur miring terhadap variasi n

No	Rasio	QV (T)	QL (T)	Q TP perlu (T)	Depth perlu (m)
1	5 :1	2,873.79	2,817.99	2,893.99	46.00
2	6:1	3,428.23	3,381.58	3,411.61	55.00
3	8:1	4,543.87	4,508.78	4,664.40	78.00
4	10:1	5,664.08	5,635.97	5,697.41	114.00

(Sumber: Hasil analisa)

Sesuai data rekapitulasi tersebut, agar panjang Angkur lebih efisien, maka digunakan kemiringan angkur adalah 5:1, dengan panjang pemancangan angkur 46 m dari seabed.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB VI
KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi lapisan tanah pada area reklamasi ialah kedalaman hingga 27 m didominasi dengan lapisan lempung jenis *very soft* hingga *soft*, sedangkan pada tanah dengan kedalaman > 27m didominasi dengan lapisan lempung medium hingga sand with gravel and silt.
2. Pada area reklamasi direncanakan harus mampu bekerja beban operasional 4 t/m^2.
3. Berdasarkan hasil analisa menggunakan metode perbaikan tanah dengan beban *Surcharge Preloading* diperoleh :
   a. tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 10.5 meter dengan besarnya penurunan yang terjadi sebesar 4.24 meter.
   b. Besarnya lama waktu pemampatan yang terjadi tanpa penggunaan PVD adalah selama 7523 minggu atau 144.67 tahun.
   c. Untuk mencapai waktu pemampatan rencana (24 minggu) maka diperlukan pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak 1.3 meter sedalam 27 m
   d. Berdasarkan analisa stabilitas keruntuhan rotasional dengan program bantu geoslope, timbunan pelaksanaan mengalami *sliding* dengan nilai safety factor (SF) < 1, sehingga akan dilakukan perkuatan agara SF Rencana = 1.5. Disamping itu perlu dilakukan penghamparan *Geotextile Nonwooven* 40

kN/m *(double)* sebelum dilakukan penimbunan bertahap, serta pemasangan perkuatan. Terdapat 3 alternatif perkuatan antara lain: perkuatan menggunakan *geotextile* Tipe Wooven 600 kN/m sebanyak 32 lapis, perkuatan menggunakan micropiles D500 mm sedalam 20 m sebanyak 10 buah dan kombinasi geotextile Tipe Wooven 600 kN/m 16 lapis dengan micropile D300 mm sedalam 14 m sebanyak 8 buah.

4. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode perbaikan tanah dengan beban *Surcharge Preloading* diperoleh :
   a. tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 11.5 meter dengan besarnya penurunan yang terjadi sebesar 3.50 meter.
   b. Besarnya lama waktu pemampatan yang terjadi tanpa penggunaan PVD adalah selama 7523 minggu atau 144.67 tahun.
   c. Untuk mencapai waktu pemampatan rencana (24 minggu) maka diperlukan pemasangan PVD pola persegi dengan jarak 1.5 meter sedalam 27 m.
   d. Berdasarakan analisa stabilitas keruntuhan rotasional dengan program bantu geoslope, timbunan pelaksanaan mengalami sliding dengan nilai *safety factor* (SF) < 1, sehingga akan dilakukan perkuatan agar SF Rencana = 1.5. Sebagai perkuatan, digunakan micropile D350 mm sedalam 19 m sebanyak 9 buah
   e. Saat proses *Preloading Watertank* selesai, maka area yang telah perbaiki dapat ditimbun setinggi 7.5 m agar mencapai elevasi reklamasi final +1.50 mLWS dengan perkuatan menggunakan *geotextile geotextile* Tipe Wooven 600 kN/m sebanyak 6 lapis.

5. Perkuatan pada dinding polder terdiri 2 tipe, yaitu pekuatan polder sisi reklamasi dan perkuatan polder sisi selain sisi reklamasi. Kedua perkuatan tersebut menggunakan struktur dinding penahan tanah dengan gabion, dengan diperkuat oleh micropile 200 x 200 mm.
6. Perkuatan timbunan area reklamasi pada sisi dermaga yang akan dikeruk menjadi -12 mLWS, direncanakan menggunakan turap *Steel Pipe Pile*, dengan panjang 34 m menggunakan *Steel Pipe Pile* diameter D1422 mm dengan angkur *Steel Pipe Pile* D1422 mm dipancang miring (5:1), hingga kedalaman 46 m dari seabed.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Departemen Pekerjaan Umum. **Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan dengan Geosintetik**. Jakarta, 2009.

Hardiyanto, Hary C. 2015. **Analisis dan Perancangan Pondasi 1**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Herman.2010.**Bahan Ajar-Mekanika Tanah II**, <URL :https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36664179/Distribusi_teg.pdf>

Mochtar, Noor Endah. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam.** Surabaya: ITS Press.

Wesley, Laurence D. 2010. **Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu.** Yogyakarta : Penerbit ANDI.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Lindawati Marbun, dilahirkan di Surabaya, 17 September 1989, merupakan anak kedua dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK KH Dewantara Surabaya, SDN Menur Pumpungan V/510 Surabaya, SMPN 3 Surabaya, dan SMAN 6 Surabaya,, Penulis mengikuti kuliah di Jurusan Diploma Teknik Sipil, Program Studi Konstruksi Gedung pada tahun 2009.Penulis menempuh pendidikan selama 3 tahun, lulus pada September tahun 2012. Tahun 2015 Penulis melanjutkan pendidikannya untuk mengambil Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis terdaftar di Jurusan Teknik Sipil Program Sarjana Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP. 3115105016. Apabila ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat berkomunikasi via email (*lindawmarbun@gmail.com*).

DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Departemen Pekerjaan Umum. **Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan dengan Geosintetik**. Jakarta, 2009.

Hardiyanto, Hary C. 2015. **Analisis dan Perancangan Pondasi 1**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Herman.2010.**Bahan Ajar-Mekanika Tanah II**, <URL :https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36664179/Distribusi_teg.pdf>

Mochtar, Noor Endah. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam.** Surabaya: ITS Press.

Wesley, Laurence D. 2010. **Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu.** Yogyakarta : Penerbit ANDI.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

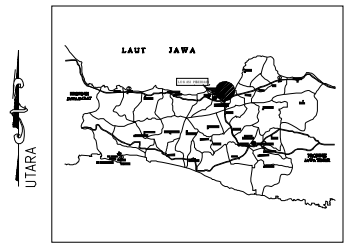
211

TAHAP II

TAHAP I

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN KELAS I TANJUNG EMAS

PETA LOKASI



KETERANGAN

GAMBAR PERENCANAAN

MENYETUJUI

Tri Suhardi
General Manager

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Edward N.
Manajer Teknik

PEKERJAAN

PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN DED (REKLAMASI, TURAP, JALAN DAN PENGERUKAN) SELUAS 331 HA DI PELABUHAN TANHUNG MAS (Nomor Kontrak : HK.0502/24/TMS-2013)

LOKASI

PELABUHAN TANJUNG EMAS
SEMARANG – JAWA TENGAH
TAHUN ANGGARAN 2013

KONSULTAN PELAKSANA

PT. WASTUWIDYAWAN
Jalan Semeru No.9C Semarang

Penanggung Jawab Perencana

Dr. Ir. Sri Tudjono, MS.
Team Leader

JUDUL GAMBAR :

MASTERPLAN REKLAMASI

SKALA	1 : 1500
NOMOR GAMBAR	1
JUMLAH LEMBAR	14

212

U

- 3.00

Area yang akan di reklamasi
Tahap 1 ± 12 ha

Area yang sudah
di reklamasi
Tahap 1 ± 4 ha

OPSICO

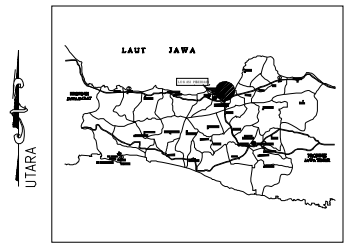
4

KETERANGAN :

RUMAH POMPA

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN KELAS I TANJUNG EMAS

PETA LOKASI



KETERANGAN

GAMBAR PERENCANAAN

MENYETUJUI

Tri Suhardi
General Manager

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Edward N.
Manajer Teknik

PEKERJAAN

PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN DED (REKLAMASI, TURAP, JALAN DAN PENGERUKAN) SELUAS 331 HA DI PELABUHAN TANHUNG MAS (Nomor Kontrak : HK.0502/24/TMS-2013)

LOKASI

PELABUHAN TANJUNG EMAS
SEMARANG – JAWA TENGAH
TAHUN ANGGARAN 2013

KONSULTAN PELAKSANA

PT. WASTUWIDYAWAN
Jalan Semeru No.9C Semarang

Penanggung Jawab Perencana

Dr. Ir. Sri Tudjono, MS.
Team Leader

JUDUL GAMBAR :

MASTERPLAN REKLAMASI

SKALA	1 : 400
NOMOR GAMBAR	2
JUMLAH LEMBAR	14

213

U

353.49

4

5

1

1

- 3.00

Breakwater
Existing

2

2

Geotextile
&
Matras

727.78

+ 1.50

5

3

3

Geotextile

GALANGAN KAPAL

OPSICO

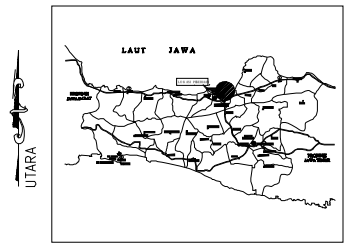
4

KETERANGAN :

RUMAH POMPA

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN KELAS I TANJUNG EMAS

PETA LOKASI



KETERANGAN

GAMBAR PERENCANAAN

MENYETUJUI

Tri Suhardi
General Manager

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Edward N.
Manajer Teknik

PEKERJAAN

PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN DED (REKLAMASI, TURAP, JALAN DAN PENGERUKAN) SELUAS 331 HA DI PELABUHAN TANHUNG MAS (Nomor Kontrak : HK.0502/24/TMS-2013)

LOKASI

PELABUHAN TANJUNG EMAS
SEMARANG – JAWA TENGAH
TAHUN ANGGARAN 2013

KONSULTAN PELAKSANA

PT. WASTUWIDYAWAN
Jalan Semeru No.9C Semarang

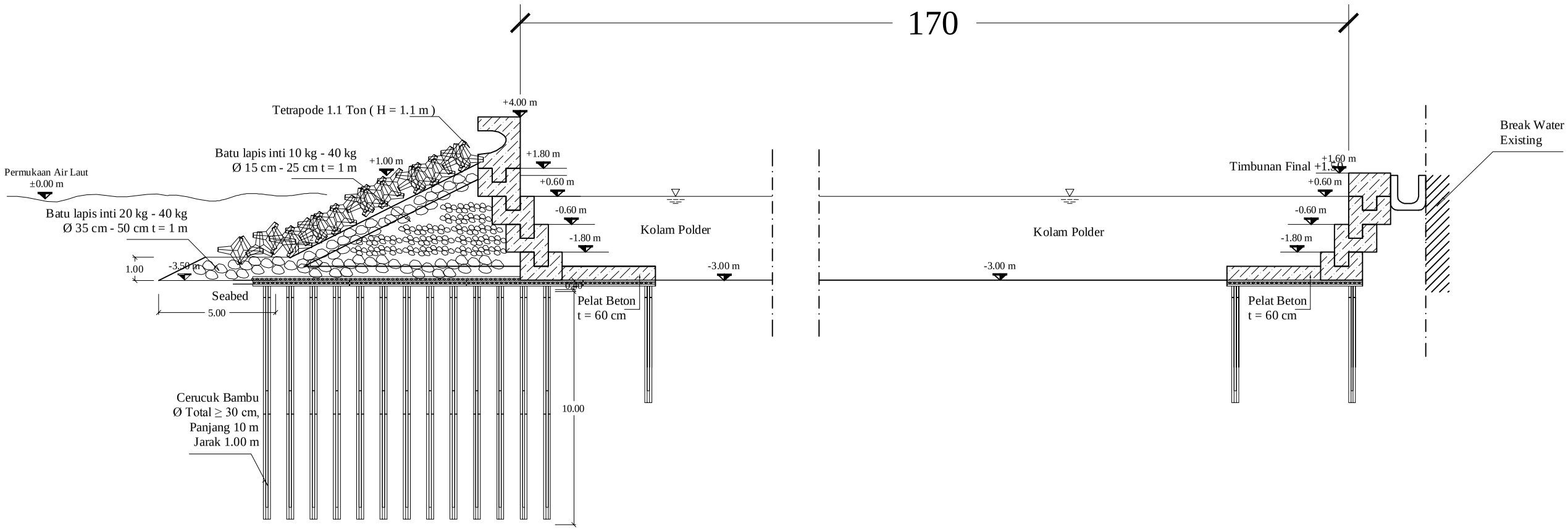
Penanggung Jawab Perencana

Dr. Ir. Sri Tudjono, MS.
Team Leader

JUDUL GAMBAR :

DENAH REKLAMASI

SKALA	1 : 400
NOMOR GAMBAR	3
JUMLAH LEMBAR	14

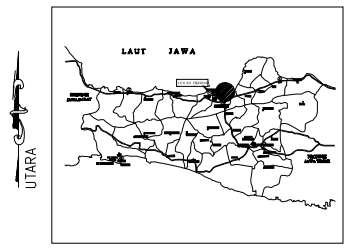


POTONGAN 1 - 1

Skala 1:200

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN KELAS I TANJUNG EMAS

PETA LOKASI



KETERANGAN

GAMBAR PERENCANAAN

MENYETUJUI

Tri Suhardi
General Manager

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Edward N.
Manajer Teknik

PEKERJAAN

PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN DED (REKLAMASI, TURAP, JALAN DAN PENGERUKAN) SELUAS 331 HA DI PELABUHAN TANHUNG MAS
(Nomor Kontrak : HK.0502/24/TMS-2013)

LOKASI

PELABUHAN TANJUNG EMAS
SEMARANG – JAWA TENGAH
TAHUN ANGGARAN 2013

KONSULTAN PELAKSANA

PT. WASTUWIDYAWAN
Jalan Semeru No.9C Semarang

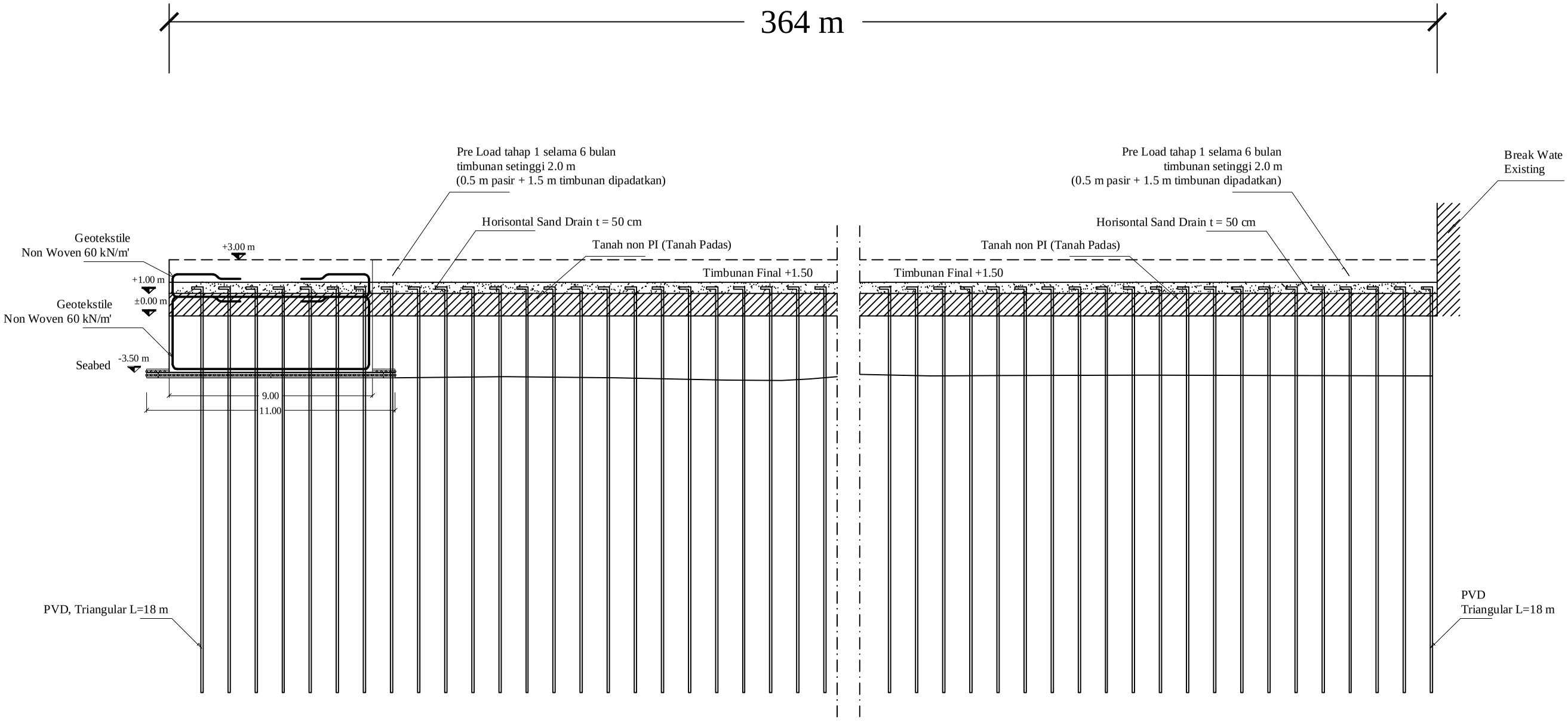
Penanggung Jawab Perencana

Dr. Ir. Sri Tudjono, MS.
Team Leader

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN 1 - 1

SKALA	1 : 200
NOMOR GAMBAR	4
JUMLAH LEMBAR	14



POTONGAN 2 - 2

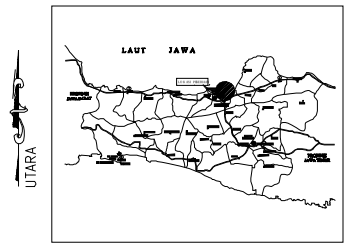
Skala 1:200

METODE PELAKSANAAN :

1. Membuat tanggul sisi barat daerah reklamasi (3 sistim konstruksi)
2. Membuat tanggul sebelah utara / ujung laut reklamasi
3. Menimbun tanah daerah reklamasi dari daratan ke arah laut
4. Sebagai penahan tanah reklamasi bagian utara menggunakan konstruksi breakwater existing (konstruksi breakwater sistim urugan/masif)
5. Agar tidak terjadi lumpur terjebak dalam area reklamasi perlu mengelola lumpur yang ada
6. Untuk memperkecil penurunan pasca konstruksi perlu dilakukan perbaikan tanah dasar dengan pre loading (sistim vertical drain atau sistim vacum)

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT
KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS
PELABUHAN KELAS I TANJUNG EMAS

PETA LOKASI



KETERANGAN

GAMBAR PERENCANAAN

MENYETUJUI

Tri Suhardi
General Manager

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Edward N.
Manajer Teknik

PEKERJAAN

PEKERJAAN JASA KONSULTASI PENYUSUNAN DED (REKLAMASI, TURAP, JALAN DAN PENGERUKAN) SELUAS 331 HA DI PELABUHAN TANHUNG MAS
(Nomor Kontrak : HK.0502/24/TMS-2013)

LOKASI

PELABUHAN TANJUNG EMAS
SEMARANG – JAWA TENGAH
TAHUN ANGGARAN 2013

KONSULTAN PELAKSANA

PT. WASTUWIDYAWAN
Jalan Semeru No.9C Semarang

Penanggung Jawab Perencana

Dr. Ir. Sri Tudjono, MS.
Team Leader

JUDUL GAMBAR :

POTONGAN 2 - 2

SKALA	1 : 200
NOMOR GAMBAR	5
JUMLAH LEMBAR	14

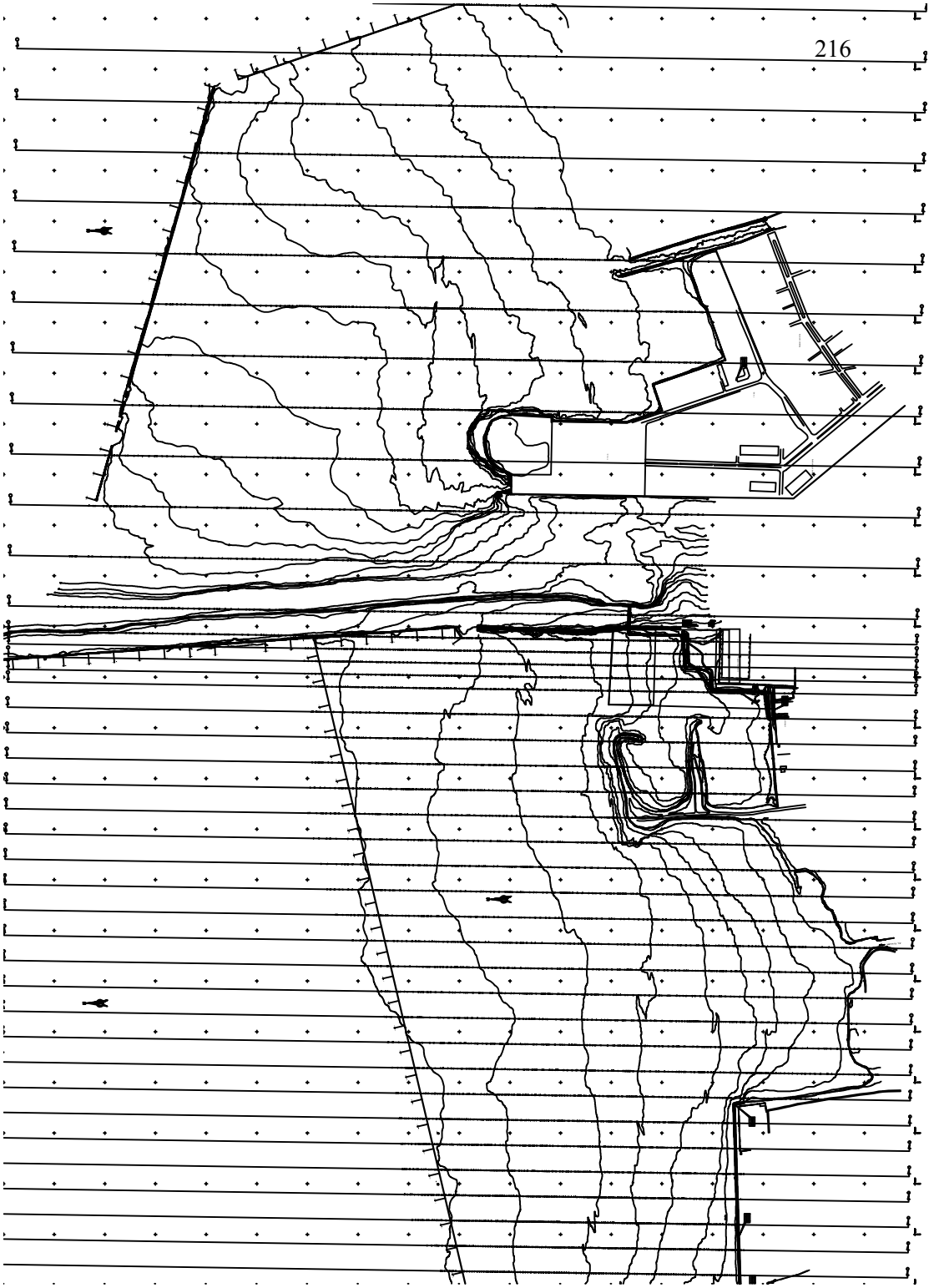


Table 3.2 : Bor and SPT point B - 1

Bore No. : B - 1
Project : Reklamasi Terminal Semarang
Location : Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
Elevation : -2.500 m L.W.S.
Sea Bed

Coordinates of GPS X = 0436427
Y = 9233222
Diameter of Bore : 73 mm
Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

Elevation (m LWS)	DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	Vane Shear Test Cu (ton/m^2)		DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties					Mechanical Properties				
									Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Specific Gravity GS	Dry Density (γd) (gr/cm^3)	Porosity n	Void Ratio e	Atterberg Test LL %	PL %	IP %	Consolidation Test Cc	Cv cm2/detik
-3.150	0		0 10 20 30 40	0 1 2 3																		
-4.150	1		1	0.11	0.105			0 + 1 + 0 = 1	0.29	4.62	48.60	46.49	68.97	2.566	0.924	0.639	1.770	73.58	34.33	39.26	1.46	1.36E-03
-5.150	2							1.00 - 1.50 m														
-6.150	3								0.00	14.19	45.05	40.76	59.12	2.638	1.092	0.609	1.559	70.45	33.26	37.19	1.60	1.54E-03
-7.150	4		1	0.11	0.105			0 + 1 + 0 = 1														
-8.150	5							4.00 - 4.50 m														
-9.150	6								0.13	1.50	51.05	47.31	67.86	2.567	0.892	0.635	1.742	78.39	36.16	42.24	1.58	1.38E-03
-10.150	7		1	0.24	0.315			0 + 1 + 0 = 1														
-11.150	8							7.00 - 7.50 m														
-12.150	9								1.18	1.14	52.02	45.66	63.16	2.571	0.908	0.619	1.624	75.41	35.19	40.23	1.57	1.30E-03
-13.150	10		1	0.24	0.315			0 + 1 + 0 = 1														
-14.150	11							10.00 - 10.50 m														
-15.150	12						Grey		0.60	1.44	51.20	46.76	61.90	2.572	1.004	0.614	1.592	73.76	33.44	40.32	1.55	1.28E-03
-16.150	13		4	0.53	0.526			1 + 2 + 2 = 4														
-17.150	14							13.00 - 13.50 m														
-18.150	15								1.13	1.75	50.70	46.42	62.50	2.581	0.956	0.617	1.613	73.58	33.47	40.11	1.52	1.38E-03
-19.150	16		4	0.53	0.526	Clayey Silt		1 + 2 + 2 = 4														
-20.150	17							16.00 - 16.50 m														
-21.150	18								1.74	1.94	50.56	45.76	58.40	2.604	0.996	0.603	1.521	73.76	35.24	38.52	1.52	1.26E-03
-22.150	19		4	0.63	0.631			1 + 2 + 2 = 4														
-23.150	20							19.00 - 19.50 m														
-24.150	21								0.00	1.21	52.28	46.51	56.20	2.611	0.964	0.595	1.468	73.40	33.31	40.08	1.49	1.20E-03
-25.150	22		5					2 + 2 + 3 = 5														
-26.150	23							22.00 - 22.50 m														
-27.150	24								0.00	1.02	52.21	46.77	45.58	2.618	1.171	0.544	1.193	75.85	34.19	41.66	1.69	1.60E-03
-28.150	25		8					3 + 4 + 4 = 8														
-29.150	26							25.00 - 25.50 m														
-30.150	27								0.00	1.05	52.40	46.55	40.38	2.605	1.243	0.513	1.052	78.22	36.66	41.56	1.56	1.20E-03
-31.150	28		16				Blackish Grey	5 + 7 + 9 = 16														
-32.150	29							28.00 - 28.50 m														
-33.150	30								9.16	1.88	49.80	39.15	34.12	2.628	1.354	0.473	0.897	68.58	29.85	38.73	1.39	7.60E-04
-34.150	31		15					4 + 6 + 9 = 15														
								31.00 - 31.50 m														

Table 3.2 : Bor and SPT point B - 1 (Continued)

Bore No. : B - 1 Continued
Project : Reklamasi Terminal Semarang
Location : Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
Elevation : -2.500 m L.W.S.
Sea Bed

Coordinates of GPS X = 0436427
Y = 9233222
Diameter of Bore : 73 mm
Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

Elevation (m LWS)	DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%) Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Physical Properties Water Content (%)	Specific Gravity GS	Dry Density (γd) (gr/cm³)	Porosity n	Void Ratio e	Mechanical Properties Atterberg Test LL %	PL %	IP %
-33.150	30		0 10 20 30 40															
-34.150	31					4 + 6 + 9 = 15												
-35.150	32					31.00 - 31.50 m												
-36.150	33						0.00	0.98	50.86	48.17	35.33	2.633	1.331	0.482	0.930	77.67	35.21	42.45
-37.150	34					3 + 5 + 7 = 12												
-38.150	35					34.00 - 34.50 m												
-39.150	36						1.18	1.86	50.94	46.02	36.09	2.645	1.347	0.488	0.955	71.73	32.47	39.26
-40.150	37					5 + 8 + 10 = 18												
-41.150	38					37.00 - 37.50 m												
-42.150	39						0.27	1.80	52.12	45.80	35.58	2.657	1.299	0.486	0.945	72.71	32.12	40.59
-43.150	40					4 + 6 + 8 = 14												
-44.150	41					40.00 - 40.50 m												
-45.150	42						0.00	1.58	51.95	46.47	38.96	2.621	1.227	0.505	1.021	75.63	34.55	41.08
-46.150	43				Blackish Grey	5 + 6 + 9 = 15												
-47.150	44					43.00 - 43.50 m												
-48.150	45						0.49	18.16	47.63	33.73	40.26	2.665	1.227	0.518	1.073	70.82	32.38	38.45
-49.150	46			Clayey Silt		5 + 7 + 8 = 15												
-50.150	47					46.00 - 46.50 m												
-51.150	48						0.34	2.34	51.04	46.28	37.50	2.659	1.275	0.499	0.997	70.97	31.76	39.22
-52.150	49					5 + 7 + 11 = 18												
-53.150	50					49.00 - 49.50 m												
-54.150	51						0.13	2.61	52.72	44.54	38.55	2.653	1.323	0.506	1.023	73.36	34.15	39.21
-55.150	52					6 + 8 + 12 = 20												
-56.150	53					52.00 - 52.50 m												
-57.150	54						0.00	1.07	53.69	45.24	38.27	2.652	1.291	0.504	1.015	74.75	33.52	41.23
-58.150	55					6 + 9 + 14 = 23												
-59.150	56					55.00 - 55.50 m												
-60.150	57						0.16	1.02	53.12	45.70	37.84	2.653	1.179	0.501	1.004	75.30	34.56	40.74
-61.150	58				Yellowish Grey	6 + 10 + 15 = 25												
-62.150	59					58.00 - 58.50 m												
-63.150	60																	
						7 + 11 + 13 = 24												
						60.00 - 60.50 m												

Table 3.3 : Bor and SPT point B - 2

Bore No. : B - 2
Project : Reklamasi Terminal Semarang
Location : Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
Elevation : -3.000 m L.W.S.
Sea Bed

Coordinates of GPS X = 0436375
Y = 9233300
Diameter of Bore : 73 mm
Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

Elevation (m LWS)	DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	Vane Shear Test Cu (ton/m²)		DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties					Mechanical Properties				
									Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Specific Gravity GS	Dry Density (γd) (gr/cm³)	Porosity n	Void Ratio e	Atterberg Test LL %	PL %	IP %	Consolidation Test Cc	Cv cm2/detik
-3.000	0		0 10 20 30 40	0 1 2 3																		
-4.000	1		1	0.322	0.315	Clayey Silt	Grey	0 + 1 + 0 = 1 1.00 - 1.50 m	0.00	2.54	51.28	46.18	73.45	2.555	0.900	0.652	1.876	77.78	35.21	42.57	1.50	1.26E-03
-5.000	2																					
-6.000	3																					
-7.000	4		1	0.322	0.315			0 + 1 + 0 = 1 4.00 - 4.50 m	0.19	2.05	52.77	44.99	66.09	2.566	0.916	0.629	1.696	76.60	34.28	42.31	1.60	1.42E-03
-8.000	5																					
-9.000	6																					
-10.000	7		1	0.342	0.421			0 + 1 + 0 = 1 7.00 - 7.50 m	0.28	2.64	50.42	46.66	64.60	2.578	0.900	0.625	1.666	73.72	33.44	40.28	1.58	1.30E-03
-11.000	8																					
-12.000	9																					
-13.000	10		1	0.342	0.421			0 + 1 + 0 = 1 10.00 - 10.50 m	0.57	1.42	51.36	46.65	55.56	2.568	1.004	0.588	1.427	73.86	32.39	41.47	1.58	1.26E-03
-14.000	11																					
-15.000	12																					
-16.000	13		1	0.322	0.315			0 + 1 + 0 = 1 13.00 - 13.50 m	2.26	2.29	49.99	45.47	55.81	2.590	1.028	0.591	1.446	71.60	32.20	39.39	1.55	1.32E-03
-17.000	14																					
-18.000	15																					
-19.000	16		1	0.553	0.526			0 + 1 + 0 = 1 16.00 - 16.50 m	0.33	2.73	50.18	46.76	48.53	2.591	1.084	0.557	1.257	70.31	30.58	39.72	1.52	1.26E-03
-20.000	17																					
-21.000	18																					
-22.000	19		1	0.814	0.841			0 + 1 + 0 = 1 19.00 - 19.50 m	0.98	2.39	50.33	46.30	49.64	2.656	1.107	0.569	1.319	70.75	31.76	39.00	1.53	1.20E-03
-23.000	20																					
-24.000	21																					
-25.000	22		2					1 + 1 + 1 = 2 22.00 - 22.50 m	1.20	1.96	51.87	44.97	50.36	2.631	1.107	0.570	1.325	71.38	32.47	38.91	1.49	8.80E-04
-26.000	23																					
-27.000	24																					
-28.000	25		2					1 + 1 + 1 = 2 25.00 - 25.50 m	0.38	1.22	51.40	47.01	49.28	2.624	1.100	0.564	1.293	76.59	36.08	40.51	1.69	8.60E-04
-29.000	26																					
-30.000	27																					
-31.000	28		3				Blackish Grey	1 + 1 + 2 = 3 28.00 - 28.50 m	0.00	0.78	52.71	46.51	48.23	2.651	1.123	0.561	1.279	78.28	36.16	42.12	1.56	7.20E-04
-32.000	29																					
-33.000	30																					
-34.000	31		6					2 + 2 + 4 = 6 31.00 - 31.50 m	9.44	1.32	47.39	41.85	31.58	2.634	1.362	0.454	0.832	70.53	33.47	37.06	1.40	6.40E-04

Table 3.3 : Bor and SPT point B - 2 (Continued)

Bore No. : B - 2 Continued
Project : Reklamasi Terminal Semarang
Location : Pelabuhan Tanjung Emas Semarang
Elevation : -3.000 m L.W.S.
Sea Bed

Coordinates of GPS X = 0436375
Y = 9233300
Diameter of Bore : 73 mm
Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

Elevation (m LWS)	DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%) Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Physical Properties Water Content (%)	Specific Gravity GS	Dry Density (γd) (gr/cm³)	Porosity n	Void Ratio e	Mechanical Properties Atterberg Test LL %	PL %	IP %
-33.000	30		0 10 20 30 40															
-34.000	31		6	Clayey Silt	Blackish Grey	2 + 2 + 4 = 6 31.00 - 31.50 m	0.00	2.06	52.58	45.36	30.99	2.663	1.362	0.452	0.825	75.50	35.19	40.32
-35.000	32																	
-36.1000	33		8			2 + 3 + 5 = 8 34.00 - 34.50 m	14.13	79.76	6.11	0.00	20.92	2.722	1.562	0.363	0.569	NON PLASTIS		
-37.000	34																	
-38.000	35			Sand with Gravel and Silt	Black	4 + 8 + 10 = 18 37.00 - 37.50 m	0.00	1.15	52.66	46.19	30.51	2.641	1.410	0.446	0.806	77.79	36.66	41.13
-39.000	36		18															
-40.000	37																	
-41.000	38																	
-42.000	39		10	Clayey Silt	Grey	2 + 4 + 6 = 10 40.00 - 40.50 m	0.00	1.33	50.39	48.28	37.67	2.614	1.249	0.496	0.985	76.11	34.19	41.92
-43.000	40																	
-44.000	41																	
-45.000	42		13			3 + 5 + 8 = 13 43.00 - 43.50 m	0.14	2.14	52.41	45.31	43.17	2.634	1.189	0.532	1.137	74.11	33.44	40.67
-46.000	43																	
-47.000	44																	
-48.000	45		12			2 + 5 + 7 = 12 46.00 - 46.50 m	0.54	2.08	51.12	46.26	42.03	2.653	1.180	0.527	1.115	75.53	34.56	40.97
-49.000	46																	
-50.000	47																	
-51.000	48		13			3 + 5 + 8 = 13 49.00 - 49.50 m	2.06	1.79	47.79	48.36	34.69	2.641	1.257	0.478	0.916	73.79	32.39	41.40
-52.000	49																	
-53.000	50																	
-54.000	51		11			3 + 4 + 7 = 11 52.00 - 52.50 m	4.33	57.97	33.95	3.75	41.26	2.637	1.223	0.521	1.088	66.62	32.77	33.85
-55.000	52																	
-56.000	53																	
-57.000	54		15	Silty Sand	Brown	4 + 6 + 9 = 15 55.00 - 55.50 m	0.12	4.84	48.67	46.36	34.64	2.661	1.308	0.480	0.922	75.49	35.25	40.23
-58.000	55																	
-59.000	56																	
-60.000	57		17			4 + 7 + 10 = 17 58.00 - 58.50 m	0.83	1.54	50.45	47.18	32.47	2.663	1.317	0.464	0.865	73.58	33.09	40.49
-61.000	58			Clayey Silt	Yellowish Grey													
-62.000	59																	
-63.000	60		20			4 + 8 + 12 = 20 60.00 - 60.50 m												

MIRAFI® PET

Mirafi® PET Geotextiles have been engineered for long term reinforced soil applications. They are manufactured using high tenacity polyester filaments for high tensile strength at low working extensions with minimal creep over the entire design life up to 120 years. The inclusion of Mirafi® PET Geotextiles in soil improves the shear resistance of soil thereby improving its structural capability. Mirafi® PET Geotextiles are used as integral components in reinforced soil structures such as embankments, slopes, and walls. The primary function is reinforcement, with separation as a secondary function in many instances. The tensile strength range from 100 kN/m to 1000 kN/m.

Geotekstil Mirafi® PET dirancang untuk aplikasi perkuatan jangka panjang. Produk ini dibuat dari serat polyester berkekuatan tinggi untuk bekerja pada kuat tarik tinggi dengan tingkat kemuluran rendah dan perilaku rangkak yang minimal untuk umur perancangan sampai 120 tahun. Penggunaan Mirafi® PET di dalam tanah akan meningkatkan kekuatan tanah sehingga meningkatkan kemampuan strukturnya. Geotekstil Mirafi® PET diaplikasikan sebagai komponen terintegrasi dalam struktur perkuatan tanah seperti timbunan, lereng, dan dinding. Fungsi utama dari material ini sebagai perkuatan, dengan fungsi separasi sebagai fungsi sekunder. Rentang kuat tarik material ini dari 100 kN/m sampai 1000 kN/m.

Product Types:

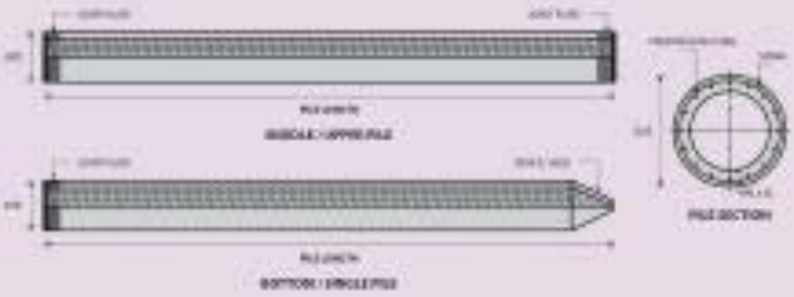
- Mirafi® PET 100
- Mirafi® PET 200
- Mirafi® PET 300
- Mirafi® PET 400
- Mirafi® PET 600
- Mirafi® PET 800
- Mirafi® PET 1000

Applications:

- *Road Constructions* / Konstruksi Jalan
- *Basal Reinforcements* / Perkuatan Dasar Timbunan
- *Slope and Wall Reinforcements* / Perkuatan Lereng dan Dinding Penahan
- *Piled Embankments* / Timbunan di Atas Tiang
- *Embankment Over Voids* / Timbunan di Atas Rongga
- *Railway and Airfield Constructions* / Konstruksi Jalan Rel dan Bandar Udara

Micropile

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES **SPECIFICATION**

Concrete Compression Strength 6" = 32 MPa (Cube 800 kg/cm²)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm²)	Section Inertia (cm⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment Crack * (tonm)	Bending Moment Ultimate (tonm)	Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
300	60	452.39	34,687.76	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.71	6 - 12
					A3	3.00	4.50	79.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.86	6 - 14
					C	4.00	6.80	65.40	49.66	6 - 15
350	65	587.88	62,182.74	145	A1	3.50	5.25	95.10	30.74	6 - 13
					A2	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.80	86.40	49.83	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,468.95	181	A2	5.50	9.25	121.10	30.62	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	166,570.80	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	143.00	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	138.10	70.84	6 - 17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.20	259,525.80	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	66.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	80.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.15	6 - 18
					C	17.00	34.00	168.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	576,508.81	395	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	248.00	77.89	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	23.00	45.00	238.30	141.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	160.67	6 - 20
800	120	2,363.54	1,327,980.60	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	398.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	110.00	368.17	290.62	6 - 24
1000 ***	140	3,782.46	3,538,371.20	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	158.00	575.33	311.36	6 - 24
					C	130.00	248.00	555.23	385.70	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.80	1,237	A1	120.00	198.00	802.80	231.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	796.50	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	408.00	721.50	522.30	6 - 24

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5333-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)
**) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in console position
***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamiro Shoe

PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILE

SPECIFICATION MATERIAL :
- SNI 15-2049-2004 Portland Cement
- SNI 03-2847-2002 Indonesia Concrete Code
- JIS G 3536 - 1999 Uncoated Stress Relieved Steel Wire and Strand For Prestressed Concrete
- JIS G 3137 - 1994 Small Size Deformed Steel Bars for Prestressed Concrete

SIZE	WEIGTH	AREA	LENGTH	BENDING MOMENT		AXIAL LOAD
				MOMENT DESIGN	MOMENT ULTIMATE	
(cm)	(kg/m)	(cm²)	(m)	(TM)	(TM)	(TON)
20X20	100	400	6-12	1.1	1.8	49
			13-15	1.2	2.5	48
25x25	157	625	6-12	1.9	3.2	78
			13-15	2.2	5.3	77
30x30	225	900	6-12	3.1	6.3	115
			13-15	3.6	8.4	111
35x35	306	1225	6-12	5.0	9.0	155
			13-15	5.5	10.7	152
			16-18	5.8	10.8	151
40X40	400	1600	6-12	6.0	12.5	205
			13-15	7.5	13.5	203
			16-18	7.9	16.0	200

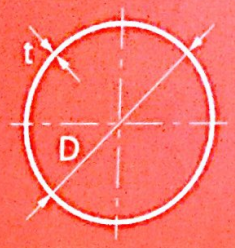
SIZE	WEIGTH	AREA	LENGTH	BENDING MOMENT		AXIAL LOAD
				MOMENT DESIGN	MOMENT ULTIMATE	
cm	kg/m	cm²	m	TM	TM	TON
45x45	506	2025	6-12	8.1	15.1	266.0
			13-15	12.9	21.0	248.0
			16-18	13.4	27.0	246.0
50x50	625	2500	6-12	16.0	27.0	318.0
			13-15	16.5	28.5	312.0
			16-18	17.5	30.0	307.0

Note : - Concrete Compressive Strength fc'= 42.5 Mpa (Cube 500 kg/cm²)
- Joint system : Welded all steel joint plate
- Type of shoe : Pencil (Standard Product)

SMARTINDO CAHAYA GEMILANG
JUAL TIANG PANCANG PONDASI BETON

Kami Melayani Jasa Jual Tiang Pancang Pondasi Beton Kotak
Minimal Pemesanan 500 Batang Dikirim dari Pabrik
Informasi Lebih Lanjut Dapat Menghubungi Call / WhatsApp / Telegram :
Telkomsel 0812 5336 6948 - 0852 4726 4359 XL 0819 3387 0888
Indosat 0857 5284 7999 Tri 0896 4872 6999 Axis 0831 5341 7388

Steel tubes for foundations



ArcelorMittal manufactures spirally welded tubular foundation piles in its mill located
Dintelmond, The Netherlands, and can produce tubes with diameters up to 3 000 mm
thicknesses up to 25 mm, and lengths up to 53 m (without butt-welding). Additionall
located on the waterfront and owns a deep-water quay wall.
Tubular piles are available in numerous European and US steel grades thanks to Arcelor
worldwide network of coil producers. Tubes can be coated on the premises on request
table below gives an overview of steel tubes used in foundations (bearing piles, combi
walls, etc). Other dimensions on request.

Steel tubes can also be provided with C9 connectors welded on the tube to form combined wall systems. Tubular piles are the main retaining elements of the combined wall, carrying horizontal loads from soil and water pressures, and vertical loads from the anchors and superstructure. The intermediary sheet piles (preferably AZ sheet piles) transfer horizontal loads to the tubu piles. Please refer to our brochure "**AZ® sheet piles combined walls**" for more information on the infill s piles.
Please refer to our brochure "**Spirally welded steel pi** for further details.

Diameter D mm	Thickness t mm	Moment of inertia I cm⁴	Elastic section modulus W cm³	Sectional area A cm²	Mass G kg/m
864	10.0	244620	5665	268.3	210.6
864	12.0	291510	6750	321.2	252.1
864	14.0	337720	7820	373.8	293.5
914	10.0	290150	6350	284.0	222.9
914	12.0	345890	7570	340.0	266.9
914	14.0	400890	8770	395.8	310.7
1016	12.0	476980	9390	378.5	297.1
1016	14.0	553190	10890	440.7	346.0
1016	16.0	628480	12370	502.7	394.6
1219	14.0	962070	15785	530.0	416.0
1219	16.0	1094090	17950	604.7	474.7
1219	18.0	1224780	20095	679.1	533.1
1422	16.0	1746590	24565	706.7	554.8
1422	18.0	1956610	27520	793.9	623.2
1422	20.0	2164820	30450	880.9	691.5
1524	16.0	2154930	28280	758.0	595.0
1524	18.0	2414730	31690	851.6	668.5
1524	20.0	2672450	35070	945.0	741.8
1626	18.0	2939310	36155	909.3	713.8
1626	20.0	3253820	40020	1009.1	792.1
1626	22.0	3565970	43860	1108.6	870.3
1829	18.0	4198850	45915	1024.1	803.9
1829	20.0	4650060	50850	1136.6	892.3
1829	22.0	5098250	55750	1248.9	980.4
2032	20.0	6397590	62970	1264.2	992.4
2032	22.0	7016540	69060	1389.2	1090.5
2032	24.0	7631750	75115	1514.0	1188.5
2540	21.0	13182380	103800	1661.9	1304.6
2540	23.0	14403690	113415	1818.7	1427.7
2540	25.0	15619130	122985	1975.3	1550.6
2997	21.0	21737000	145060	1963.4	1541.2
2997	23.0	23759460	158555	2148.9	1686.9
2997	25.0	25773720	171995	2334.2	1832.3

Scanned by CamScanner

DATA TIMBUNAN					
GEOMETRI			PARAMETER		
B1	:	156.3 m	γ	:	1.8 t/m3
B2	:	20.17 m	ϕ	:	30
H	:	6.722 m			
slope (m)	:	3 m			

Q Timbuna	=	8.1 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tanah:		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP'		P'c
Tinjau	(m)											t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	156.333	20.1667	0.02094	89.8168	12.1	6.05	12.1	12.3806	0.2768	0.2768	12.3806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	156.333	20.1667	0.06281	89.4503	12.1	6.05	12.1	12.9419	0.23372	0.5105	12.9419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	156.333	20.1667	0.10467	89.0838	12.1	6.05	12.1	13.5032	0.20665	0.7172	13.5032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	156.333	20.1667	0.1465	88.7175	12.1	6.05	12.1	14.6815	0.15707	0.8742	14.6815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	156.333	20.1667	0.1883	88.3512	12.1	6.05	12.0999	15.4191	0.1419	1.0161	15.4191	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	156.333	20.1667	0.23006	87.9851	12.1	6.05	12.0998	16.1566	0.12971	1.1459	16.1566	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	156.333	20.1667	0.27177	87.6191	12.1	6.05	12.0997	15.3322	0.15373	1.2996	15.3322	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	156.333	20.1667	0.31342	87.2534	12.1	6.05	12.0995	15.8294	0.14441	1.4440	15.8294	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	156.333	20.1667	0.35501	86.8878	12.1	6.05	12.0993	16.3265	0.13627	1.5803	16.3265	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	156.333	20.1667	0.39651	86.5225	12.1	6.05	12.099	16.6732	0.12757	1.7078	16.6732	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	156.333	20.1667	0.43793	86.1575	12.1	6.05	12.0987	17.1544	0.12132	1.8292	17.1544	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	156.333	20.1667	0.47926	85.7929	12.1	6.05	12.0983	17.6355	0.1157	1.9449	17.6355	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	156.333	20.1667	0.52048	85.4285	12.1	6.05	12.0978	19.9163	0.09445	2.0393	19.9163	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	156.333	20.1667	0.56159	85.0645	12.1	6.05	12.0973	20.5412	0.09013	2.1294	20.5412	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	156.333	20.1667	0.60258	84.7009	12.1	6.05	12.0966	21.166	0.0862	2.2156	21.166	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	156.333	20.1667	0.64344	84.3378	12.1	6.05	12.0959	20.6751	0.08938	2.3050	20.6751	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	156.333	20.1667	0.68416	83.9751	12.1	6.05	12.095	21.2278	0.08595	2.3910	21.2278	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	156.333	20.1667	0.72474	83.6129	12.1	6.05	12.0941	21.7803	0.08278	2.4737	21.7803	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	156.333	20.1667	0.76516	83.2512	12.1	6.05	12.093	22.7798	0.07519	2.5489	22.7798	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	156.333	20.1667	0.80542	82.89	12.1	6.05	12.0918	23.3563	0.07259	2.6215	23.3563	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	156.333	20.1667	0.84551	82.5294	12.1	6.05	12.0905	23.9326	0.07017	2.6917	23.9326	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	156.333	20.1667	0.88542	82.1694	12.1	6.04	12.0891	22.9631	0.07304	2.7647	22.9631	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	156.333	20.1667	0.92514	81.81	12.1	6.04	12.0875	23.4673	0.07085	2.8356	23.4673	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	156.333	20.1667	0.96468	81.4513	12.1	6.04	12.0858	23.9713	0.06878	2.9044	23.9713	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	156.333	20.1667	1.004	81.0933	12.1	6.04	12.0839	29.3501	0.04804	2.9524	29.3501	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	156.333	20.1667	1.04313	80.7359	12.1	6.04	12.0819	30.0528	0.04661	2.9990	30.0528	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	156.333	20.1667	1.08203	80.3793	12.1	6.04	12.0797	30.7554	0.04526	3.0443	30.7554	>	20.0657

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1	: 153.3 m	γ	: 1.8 t/m3
B2	: 23.17 m	ϕ	: 30
H	: 7.722 m		
slope (1:	3 m		

Q Timbunan	=	9.9 t/m2
H	=	5.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tan	:	1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik	Hi	P usat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	Δp	Po'+2ΔP	Sc	Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2													
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	153.333	23.1667	0.02452	89.8132	13.9	6.95	13.9	14.1806	0.29368	0.29368	14.1806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	153.333	23.1667	0.07356	89.4395	13.9	6.95	13.9	14.7419	0.24992	0.5436	14.7419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	153.333	23.1667	0.12259	89.0659	13.9	6.95	13.9	15.3032	0.22221	0.76581	15.3032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	153.333	23.1667	0.17158	88.6924	13.9	6.95	13.8999	16.4815	0.17041	0.93623	16.4815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	153.333	23.1667	0.22054	88.319	13.9	6.95	13.8999	17.219	0.15464	1.09087	17.219	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	153.333	23.1667	0.26945	87.9457	13.9	6.95	13.8998	17.9565	0.1419	1.23276	17.9565	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	153.333	23.1667	0.3183	87.5726	13.9	6.95	13.8996	17.1322	0.16745	1.40021	17.1322	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	153.333	23.1667	0.36708	87.1997	13.9	6.95	13.8994	17.6293	0.15772	1.55793	17.6293	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	153.333	23.1667	0.41577	86.8271	13.9	6.95	13.8992	18.1263	0.1492	1.70713	18.1263	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	153.333	23.1667	0.46438	86.4547	13.9	6.95	13.8989	18.473	0.1399	1.84703	18.473	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	153.333	23.1667	0.51288	86.0826	13.9	6.95	13.8985	18.9541	0.13332	1.98034	18.9541	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	153.333	23.1667	0.56127	85.7108	13.9	6.95	13.898	19.4352	0.12738	2.10773	19.4352	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	153.333	23.1667	0.60953	85.3395	13.9	6.95	13.8974	21.7159	0.10477	2.21249	21.7159	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	153.333	23.1667	0.65767	84.9685	13.9	6.95	13.8968	22.3407	0.10014	2.31263	22.3407	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	153.333	23.1667	0.70565	84.5979	13.9	6.95	13.896	22.9654	0.09593	2.40857	22.9654	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	153.333	23.1667	0.75348	84.2278	13.9	6.95	13.8951	22.4744	0.09935	2.50791	22.4744	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	153.333	23.1667	0.80115	83.8581	13.9	6.95	13.8941	23.0269	0.09567	2.60358	23.0269	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	153.333	23.1667	0.84864	83.489	13.9	6.95	13.893	23.5792	0.09226	2.69584	23.5792	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	153.333	23.1667	0.89595	83.1204	13.9	6.95	13.8917	24.5785	0.08398	2.77982	24.5785	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	153.333	23.1667	0.94306	82.7524	13.9	6.95	13.8903	25.1548	0.08117	2.861	25.1548	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	153.333	23.1667	0.98997	82.385	13.9	6.94	13.8888	25.7309	0.07855	2.93954	25.7309	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	153.333	23.1667	1.03667	82.0182	13.9	6.94	13.8871	24.7611	0.08162	3.02116	24.7611	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	153.333	23.1667	1.08315	81.652	13.9	6.94	13.8852	25.265	0.07924	3.1004	25.265	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	153.333	23.1667	1.12939	81.2866	13.9	6.94	13.8832	25.7687	0.077	3.1774	25.7687	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	153.333	23.1667	1.17539	80.9219	13.9	6.94	13.881	31.1472	0.05421	3.23161	31.1472	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	153.333	23.1667	1.22115	80.5579	13.9	6.94	13.8786	31.8495	0.05264	3.28425	31.8495	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	153.333	23.1667	1.26664	80.1947	13.9	6.94	13.876	32.5517	0.05115	3.3354	32.5517	>	20.0657

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	150.3 m	γ :	1.8 t/m3
B2	:	26.17 m	ϕ :	30
H	:	8.722 m		
slope (i:		3 m		

Q Timbunai=		11.7 t/m2
H	=	6.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL σc

Titik	Hi	Pusat	z	CC			γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)				Cs	Eo						t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	150.333	26.1667	0.02825	89.8094	15.7	7.85	15.7	15.9806	0.30854	0.30854	15.9806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	150.333	26.1667	0.08475	89.4283	15.7	7.85	15.7	16.5419	0.26424	0.57279	16.5419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	150.333	26.1667	0.14122	89.0473	15.7	7.85	15.7	17.1032	0.23604	0.80883	17.1032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	150.333	26.1667	0.19767	88.6663	15.7	7.85	15.6999	18.2815	0.18237	0.9912	18.2815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	150.333	26.1667	0.25407	88.2854	15.7	7.85	15.6999	19.019	0.16611	1.15731	19.019	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	150.333	26.1667	0.31041	87.9047	15.7	7.85	15.6997	19.7565	0.15292	1.31023	19.7565	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	150.333	26.1667	0.36668	87.5242	15.7	7.85	15.6996	18.9321	0.1798	1.49003	18.9321	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	150.333	26.1667	0.42287	87.1439	15.7	7.85	15.6993	19.4292	0.16974	1.65976	19.4292	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	150.333	26.1667	0.47896	86.7639	15.7	7.85	15.6991	19.9262	0.1609	1.82066	19.9262	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	150.333	26.1667	0.53494	86.3841	15.7	7.85	15.6987	20.2729	0.15107	1.97174	20.2729	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	150.333	26.1667	0.5908	86.0047	15.7	7.85	15.6982	20.7539	0.14422	2.11596	20.7539	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	150.333	26.1667	0.64653	85.6256	15.7	7.85	15.6977	21.2348	0.13803	2.25399	21.2348	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	150.333	26.1667	0.70212	85.2469	15.7	7.85	15.697	23.5155	0.11426	2.36825	23.5155	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	150.333	26.1667	0.75754	84.8686	15.7	7.85	15.6962	24.1402	0.10938	2.47763	24.1402	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	150.333	26.1667	0.8128	84.4907	15.7	7.85	15.6953	24.7647	0.10493	2.58256	24.7647	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	150.333	26.1667	0.86787	84.1134	15.7	7.85	15.6943	24.2736	0.10855	2.69111	24.2736	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	150.333	26.1667	0.92275	83.7365	15.7	7.85	15.6931	24.8259	0.10465	2.79576	24.8259	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	150.333	26.1667	0.97742	83.3602	15.7	7.85	15.6918	25.3781	0.10104	2.89681	25.3781	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	150.333	26.1667	1.03188	82.9845	15.7	7.85	15.6904	26.3771	0.09215	2.98896	26.3771	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	150.333	26.1667	1.08611	82.6093	15.7	7.84	15.6887	26.9532	0.08916	3.07812	26.9532	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	150.333	26.1667	1.1401	82.2348	15.7	7.84	15.6869	27.529	0.08636	3.16448	27.529	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	150.333	26.1667	1.19384	81.861	15.7	7.84	15.6849	26.559	0.08959	3.25407	26.559	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	150.333	26.1667	1.24732	81.4879	15.7	7.84	15.6828	27.0626	0.08706	3.34113	27.0626	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	150.333	26.1667	1.30052	81.1155	15.7	7.84	15.6804	27.566	0.08467	3.4258	27.566	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	150.333	26.1667	1.35345	80.7438	15.7	7.84	15.6779	32.944	0.06003	3.48583	32.944	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	150.333	26.1667	1.40608	80.3729	15.7	7.84	15.6751	33.646	0.05833	3.54416	33.646	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	150.333	26.1667	1.45841	80.0029	15.7	7.84	15.6721	34.3478	0.05673	3.60089	34.3478	>	20.0657

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	147.3 m	γ :	1.8 t/m3
B2 :	29.17 m	ϕ :	30
H :	9.722 m		
slope (i:	3 m		

Q Timbuna =		13.5 t/m2
H	=	7.5 m

Q industri =		4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL σc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	σc	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc	Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	147.333	29.1667	0.03213	89.8056	17.5	8.75	17.5	17.7806	0.32182	0.32182	17.7806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	147.333	29.1667	0.09639	89.4167	17.5	8.75	17.5	18.3419	0.27709	0.5989	18.3419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	147.333	29.1667	0.16062	89.0279	17.5	8.75	17.5	18.9032	0.24848	0.84739	18.9032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	147.333	29.1667	0.22481	88.6392	17.5	8.75	17.4999	20.0815	0.19321	1.0406	20.0815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	147.333	29.1667	0.28896	88.2506	17.5	8.75	17.4998	20.819	0.17655	1.21714	20.819	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	147.333	29.1667	0.35303	87.8621	17.5	8.75	17.4997	21.5565	0.16298	1.38012	21.5565	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	147.333	29.1667	0.41703	87.4739	17.5	8.75	17.4995	20.732	0.19102	1.57114	20.732	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	147.333	29.1667	0.48092	87.0859	17.5	8.75	17.4993	21.2291	0.18069	1.75183	21.2291	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	147.333	29.1667	0.54471	86.6981	17.5	8.75	17.4989	21.7261	0.17159	1.92342	21.7261	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	147.333	29.1667	0.60837	86.3107	17.5	8.75	17.4985	22.0727	0.1613	2.08472	22.0727	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	147.333	29.1667	0.67189	85.9236	17.5	8.75	17.498	22.5536	0.15422	2.23894	22.5536	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	147.333	29.1667	0.73525	85.5369	17.5	8.75	17.4973	23.0345	0.14781	2.38675	23.0345	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	147.333	29.1667	0.79844	85.1505	17.5	8.75	17.4966	25.315	0.12306	2.5098	25.315	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	147.333	29.1667	0.86145	84.7647	17.5	8.75	17.4957	25.9396	0.11796	2.62776	25.9396	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	147.333	29.1667	0.92427	84.3793	17.5	8.75	17.4946	26.564	0.11329	2.74105	26.564	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	147.333	29.1667	0.98687	83.9944	17.5	8.75	17.4935	26.0727	0.11709	2.85814	26.0727	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	147.333	29.1667	1.04924	83.61	17.5	8.75	17.4921	26.6249	0.11301	2.97115	26.6249	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	147.333	29.1667	1.11138	83.2262	17.5	8.75	17.4906	27.1769	0.10923	3.08038	27.1769	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	147.333	29.1667	1.17327	82.8431	17.5	8.74	17.4889	28.1757	0.09978	3.18016	28.1757	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	147.333	29.1667	1.23489	82.4606	17.5	8.74	17.487	28.7515	0.09663	3.2768	28.7515	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	147.333	29.1667	1.29623	82.0787	17.5	8.74	17.485	29.3271	0.09368	3.37048	29.3271	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	147.333	29.1667	1.35728	81.6976	17.5	8.74	17.4827	28.3567	0.09704	3.46752	28.3567	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	147.333	29.1667	1.41803	81.3172	17.5	8.74	17.4802	28.86	0.09437	3.56189	28.86	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	147.333	29.1667	1.47846	80.9375	17.5	8.74	17.4775	29.3631	0.09185	3.65374	29.3631	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	147.333	29.1667	1.53856	80.5587	17.5	8.74	17.4746	34.7407	0.06554	3.71929	34.7407	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	147.333	29.1667	1.59832	80.1807	17.5	8.74	17.4714	35.4423	0.06373	3.78302	35.4423	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	147.333	29.1667	1.65774	79.8036	17.5	8.73	17.468	36.1436	0.06202	3.84504	36.1436	>	20.0657

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI		PARAMETER		
B1	: 144.3 m	γ	:	1.8 t/m3
B2	: 32.17 m	ϕ	:	30
H	: 10.72 m			
slope (i:	3 m			

Q Timbuna	=	15.3 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

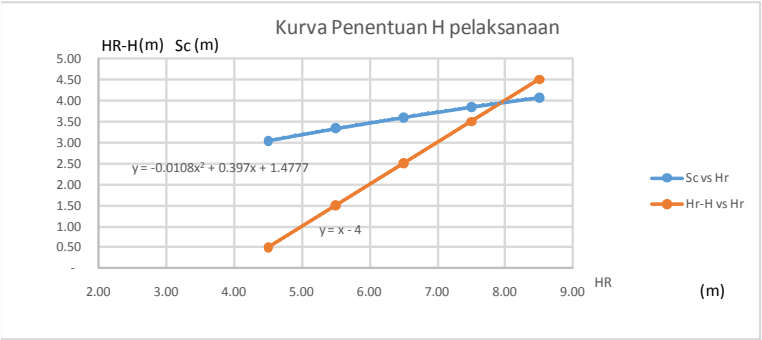
Fluktuasi muka air tar	:	1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL σc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc			Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2															
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	144.333	32.1667	0.03617	89.8015	19.3	9.65	19.3	19.5806	0.33381	0.33381	19.5806	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	144.333	32.1667	0.10851	89.4046	19.3	9.65	19.3	20.1419	0.28873	0.62254	20.1419	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	144.333	32.1667	0.18082	89.0077	19.3	9.65	19.3	20.7032	0.2598	0.88233	20.7032	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	144.333	32.1667	0.25309	88.6109	19.3	9.65	19.2999	21.8815	0.20311	1.08545	21.8815	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	144.333	32.1667	0.3253	88.2142	19.3	9.65	19.2998	22.619	0.18612	1.27156	22.619	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	144.333	32.1667	0.39743	87.8177	19.3	9.65	19.2997	23.3564	0.17223	1.44379	23.3564	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	144.333	32.1667	0.46946	87.4214	19.3	9.65	19.2994	22.532	0.20131	1.64511	22.532	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	144.333	32.1667	0.54139	87.0254	19.3	9.65	19.2991	23.029	0.19075	1.83585	23.029	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	144.333	32.1667	0.61318	86.6297	19.3	9.65	19.2988	23.5259	0.18143	2.01728	23.5259	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	144.333	32.1667	0.68483	86.2342	19.3	9.65	19.2983	23.8725	0.17072	2.188	23.8725	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	144.333	32.1667	0.75632	85.8392	19.3	9.65	19.2977	24.3533	0.16345	2.35145	24.3533	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	144.333	32.1667	0.82763	85.4445	19.3	9.65	19.2969	24.8341	0.15685	2.5083	24.8341	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	144.333	32.1667	0.89874	85.0502	19.3	9.65	19.2961	27.1145	0.13125	2.63955	27.1145	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	144.333	32.1667	0.96965	84.6565	19.3	9.65	19.2951	27.739	0.12596	2.7655	27.739	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.0694	1.39	10.4594	1.15326	144.333	32.1667	1.04032	84.2632	19.3	9.65	19.2939	28.3633	0.12111	2.88661	28.3633	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	1.16202	144.333	32.1667	1.11075	83.8705	19.3	9.65	19.2925	27.8718	0.12506	3.01167	27.8718	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	1.1522	144.333	32.1667	1.18093	83.4783	19.3	9.65	19.291	28.4238	0.12082	3.1325	28.4238	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	1.1435	144.333	32.1667	1.25083	83.0868	19.3	9.64	19.2893	28.9756	0.11688	3.24938	28.9756	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.6868	1.39	12.0768	1.13007	144.333	32.1667	1.32043	82.6959	19.3	9.64	19.2874	29.9742	0.10694	3.35632	29.9742	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.2644	1.39	12.6544	1.1234	144.333	32.1667	1.38974	82.3057	19.3	9.64	19.2853	30.5497	0.10365	3.45997	30.5497	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.8421	1.39	13.2321	1.11738	144.333	32.1667	1.45872	81.9162	19.3	9.64	19.2829	31.125	0.10057	3.56054	31.125	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874	1.39	12.264	1.12783	144.333	32.1667	1.52737	81.5275	19.3	9.64	19.2803	30.1543	0.10403	3.66457	30.1543	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.3798	1.39	12.7698	1.12215	144.333	32.1667	1.59566	81.1395	19.3	9.64	19.2775	30.6573	0.10124	3.76581	30.6573	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.8855	1.39	13.2755	1.11695	144.333	32.1667	1.6636	80.7524	19.3	9.64	19.2744	31.16	0.09861	3.86442	31.16	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2662	1.39	18.6562	1.0805	144.333	32.1667	1.73116	80.3661	19.3	9.64	19.2711	36.5372	0.07078	3.93519	36.5372	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709	1.39	19.3609	1.07735	144.333	32.1667	1.79833	79.9807	19.3	9.63	19.2674	37.2384	0.06886	4.00406	37.2384	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6757	1.39	20.0657	1.07443	144.333	32.1667	1.86509	79.5962	19.3	9.63	19.2636	37.9392	0.06705	4.07111	37.9392	>	20.0657

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	3.04	3.34	3.60	3.85	4.07



y +	0.0108 x2	-0.397 x	=	1.4777
y		-1 x	=	-4
	0.0108 x2	0.603 x	=	5.4777

x	=	7.95163
cek		
5.4777	=	5.477700

Y (sc) = 4.24 m
HF = 4.04 m

HR	=	7.95163	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	2.222222222	m
Hr total	=	10.174	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		10.500	

Data Perencanaan PVD			
S	:	0.8	m
D	:	0.84	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	1.79	
Cv	:	0.0822	m2/minggu
Ch	:	0.16435	m2/minggu
Tanah Kompresibel	:	27	m

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
0	0	0.000	0.000	0.000
1	0.000451	0.024	0.406	41.988
2	0.000902	0.034	0.647	65.871
3	0.001353	0.042	0.790	79.875
4	0.001804	0.048	0.875	88.119
5	0.002254	0.054	0.926	92.980
6	0.002705	0.059	0.956	95.850
7	0.003156	0.063	0.974	97.546
8	0.003607	0.068	0.984	98.548
9	0.004058	0.072	0.991	99.141
10	0.004509	0.076	0.994	99.492
11	0.00496	0.079	0.997	99.699
12	0.005411	0.083	0.998	99.822
13	0.005862	0.086	0.999	99.894
14	0.006312	0.090	0.999	99.937
15	0.006763	0.093	1.000	99.963
16	0.007214	0.096	1.000	99.978
17	0.007665	0.099	1.000	99.987
18	0.008116	0.102	1.000	99.992
19	0.008567	0.104	1.000	99.995
20	0.009018	0.107	1.000	99.997
21	0.009469	0.110	1.000	99.998
22	0.00992	0.112	1.000	99.999
23	0.010371	0.115	1.000	99.999
24	0.010821	0.117	1.000	100.000
25	0.011272	0.120	1.000	100.000
26	0.011723	0.122	1.000	100.000
27	0.012174	0.125	1.000	100.000
28	0.012625	0.127	1.000	100.000
29	0.013076	0.129	1.000	100.000
30	0.013527	0.131	1.000	100.000
31	0.013978	0.133	1.000	100.000
32	0.014429	0.136	1.000	100.000
33	0.014879	0.138	1.000	100.000
34	0.01533	0.140	1.000	100.000
35	0.015781	0.142	1.000	100.000

Data Perencanaan PVD			
S	:	0.9	m
D	:	0.945	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	1.91	
Cv	:	0.0821752	m2/minggu
Ch	:	0.1643503	m2/minggu
Tanah Kompresibel	:	27	m

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
0	0	0.000	0.000	0.000
1	0.000451	0.024	0.320	33.652
2	0.000902	0.034	0.538	55.357
3	0.001353	0.042	0.686	69.893
4	0.001804	0.048	0.786	79.671
5	0.002254	0.054	0.855	86.263
6	0.002705	0.059	0.901	90.713
7	0.003156	0.063	0.933	93.718
8	0.003607	0.068	0.954	95.750
9	0.004058	0.072	0.969	97.124
10	0.004509	0.076	0.979	98.053
11	0.00496	0.079	0.986	98.682
12	0.005411	0.083	0.990	99.107
13	0.005862	0.086	0.993	99.395
14	0.006312	0.090	0.996	99.591
15	0.006763	0.093	0.997	99.723
16	0.007214	0.096	0.998	99.812
17	0.007665	0.099	0.999	99.873
18	0.008116	0.102	0.999	99.914
19	0.008567	0.104	0.999	99.942
20	0.009018	0.107	1.000	99.960
21	0.009469	0.110	1.000	99.973
22	0.00992	0.112	1.000	99.982
23	0.010371	0.115	1.000	99.988
24	0.010821	0.117	1.000	99.992
25	0.011272	0.120	1.000	99.994
26	0.011723	0.122	1.000	99.996
27	0.012174	0.125	1.000	99.997
28	0.012625	0.127	1.000	99.998
29	0.013076	0.129	1.000	99.999
30	0.013527	0.131	1.000	99.999
31	0.013978	0.133	1.000	99.999
32	0.014429	0.136	1.000	100.000
33	0.014879	0.138	1.000	100.000
34	0.01533	0.140	1.000	100.000
35	0.015781	0.142	1.000	100.000

Data Perencanaan PVD			
S	:	1	m
D	:	1.05	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.01	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.16435	m2/minggu
Tanah Kompresibel	:	27	m

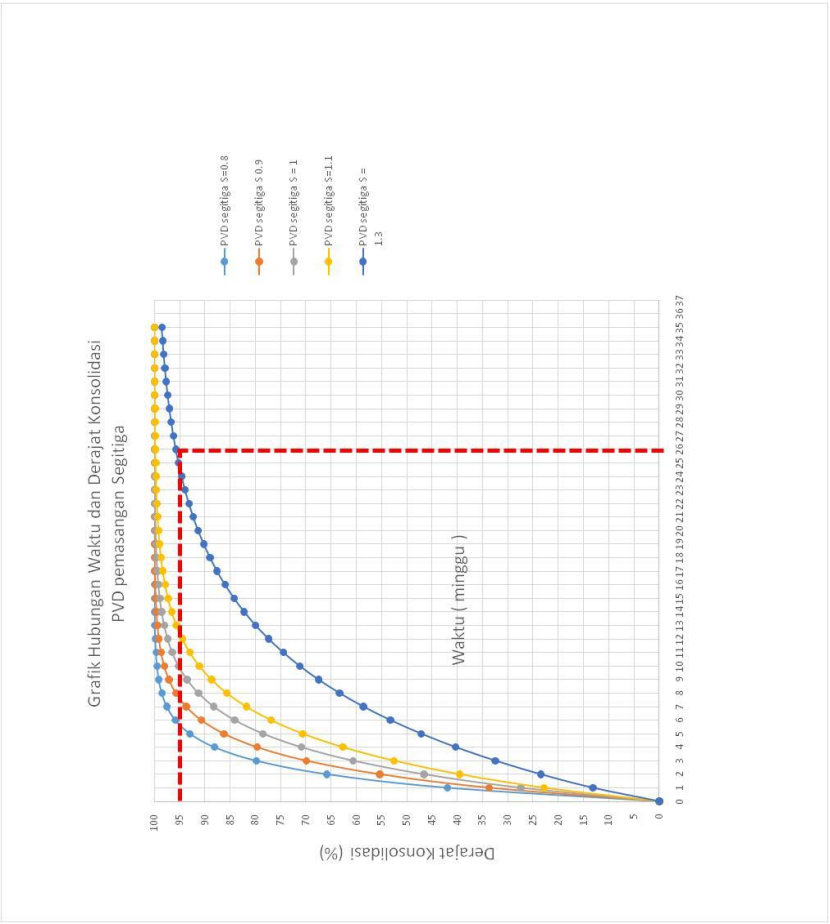
t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
0	0	0.000	0.000	0.000
1	0.000451	0.024	0.257	27.437
2	0.000902	0.034	0.447	46.602
3	0.001353	0.042	0.589	60.615
4	0.001804	0.048	0.695	70.916
5	0.002254	0.054	0.773	78.506
6	0.002705	0.059	0.831	84.107
7	0.003156	0.063	0.874	88.243
8	0.003607	0.068	0.907	91.300
9	0.004058	0.072	0.931	93.561
10	0.004509	0.076	0.948	95.233
11	0.00496	0.079	0.962	96.470
12	0.005411	0.083	0.971	97.386
13	0.005862	0.086	0.979	98.064
14	0.006312	0.090	0.984	98.566
15	0.006763	0.093	0.988	98.937
16	0.007214	0.096	0.991	99.213
17	0.007665	0.099	0.994	99.417
18	0.008116	0.102	0.995	99.568
19	0.008567	0.104	0.996	99.680
20	0.009018	0.107	0.997	99.762
21	0.009469	0.110	0.998	99.824
22	0.00992	0.112	0.999	99.869
23	0.010371	0.115	0.999	99.903
24	0.010821	0.117	0.999	99.928
25	0.011272	0.120	0.999	99.947
26	0.011723	0.122	1.000	99.961
27	0.012174	0.125	1.000	99.971
28	0.012625	0.127	1.000	99.978
29	0.013076	0.129	1.000	99.984
30	0.013527	0.131	1.000	99.988
31	0.013978	0.133	1.000	99.991
32	0.014429	0.136	1.000	99.993
33	0.014879	0.138	1.000	99.995
34	0.01533	0.140	1.000	99.996
35	0.015781	0.142	1.000	99.997

Data Perencanaan PVD			
S	:	1.1	m
D	:	1.155	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.11	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.16435	m2/minggu
Tanah Kompresibel	:	27	m

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
0	0	0.000	0.000	0.000
1	0.000451	0.024	0.209	22.762
2	0.000902	0.034	0.374	39.500
3	0.001353	0.042	0.504	52.502
4	0.001804	0.048	0.608	62.665
5	0.002254	0.054	0.690	70.631
6	0.002705	0.059	0.754	76.884
7	0.003156	0.063	0.806	81.799
8	0.003607	0.068	0.846	85.664
9	0.004058	0.072	0.878	88.706
10	0.004509	0.076	0.904	91.100
11	0.00496	0.079	0.924	92.985
12	0.005411	0.083	0.940	94.470
13	0.005862	0.086	0.952	95.640
14	0.006312	0.090	0.962	96.562
15	0.006763	0.093	0.970	97.289
16	0.007214	0.096	0.976	97.862
17	0.007665	0.099	0.981	98.314
18	0.008116	0.102	0.985	98.670
19	0.008567	0.104	0.988	98.951
20	0.009018	0.107	0.991	99.172
21	0.009469	0.110	0.993	99.347
22	0.00992	0.112	0.994	99.485
23	0.010371	0.115	0.995	99.593
24	0.010821	0.117	0.996	99.679
25	0.011272	0.120	0.997	99.747
26	0.011723	0.122	0.998	99.800
27	0.012174	0.125	0.998	99.842
28	0.012625	0.127	0.999	99.875
29	0.013076	0.129	0.999	99.902
30	0.013527	0.131	0.999	99.922
31	0.013978	0.133	0.999	99.939
32	0.014429	0.136	0.999	99.952
33	0.014879	0.138	1.000	99.962
34	0.01533	0.140	1.000	99.970
35	0.015781	0.142	1.000	99.976

Data Perencanaan PVD			
S	:	1.3	m
D	:	1.575	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.27	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.16435	m2/minggu
Tanah Kompresibel	:	27	m

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
0	0	0.000	0.000	0.000
1	0.000451	0.024	0.110	13.145
2	0.000902	0.034	0.208	23.496
3	0.001353	0.042	0.295	32.457
4	0.001804	0.048	0.373	40.298
5	0.002254	0.054	0.442	47.189
6	0.002705	0.059	0.503	53.258
7	0.003156	0.063	0.558	58.614
8	0.003607	0.068	0.607	63.344
9	0.004058	0.072	0.650	67.524
10	0.004509	0.076	0.689	71.222
11	0.00496	0.079	0.723	74.493
12	0.005411	0.083	0.753	77.389
13	0.005862	0.086	0.781	79.954
14	0.006312	0.090	0.805	82.225
15	0.006763	0.093	0.826	84.237
16	0.007214	0.096	0.845	86.020
17	0.007665	0.099	0.862	87.600
18	0.008116	0.102	0.878	89.001
19	0.008567	0.104	0.891	90.243
20	0.009018	0.107	0.903	91.343
21	0.009469	0.110	0.914	92.320
22	0.00992	0.112	0.923	93.185
23	0.010371	0.115	0.932	93.953
24	0.010821	0.117	0.939	94.634
25	0.011272	0.120	0.946	95.238
26	0.011723	0.122	0.952	95.774
27	0.012174	0.125	0.957	96.249
28	0.012625	0.127	0.962	96.671
29	0.013076	0.129	0.966	97.045
30	0.013527	0.131	0.970	97.377
31	0.013978	0.133	0.973	97.672
32	0.014429	0.136	0.976	97.933
33	0.014879	0.138	0.979	98.165
34	0.01533	0.140	0.981	98.371
35	0.015781	0.142	0.983	98.554


Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi
PVD pemasangan Segitiga
PVD segitiga S=0.8
PVD segitiga S 0.9
PVD segitiga S = 1
PVD segitiga S=1.1
PVD segitiga S = 1.3
Derajat Konsolidasi (%)
Waktu (minggu)

t	U	Penurunan Yang Terjadi Pada Tahap (m)																			
		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	tahap 17	tahap 18	tahap 19	tahap 20	tahap 21
minggu	%	**-0.115**	**-0.351**	**-0.416**	**-0.361**	**-0.322**	**-0.293**	**-0.262**	**-0.251**	**-0.234**	**-0.221**	**-0.209**	**-0.198**	**-0.189**	**-0.181**	**-0.173**	**-0.167**	**-0.161**	**-0.155**	**-0.150**	**-0.141**	**-0.141**
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	15.413	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018
2	27.947	-0.032	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086
3	38.552	-0.044	-0.142	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.206
4	47.565	-0.055	-0.190	-0.306	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362	-0.362
5	55.239	-0.063	-0.231	-0.391	-0.492	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541	-0.541
6	61.780	-0.071	-0.265	-0.463	-0.602	-0.692	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737	-0.737
7	67.358	-0.077	-0.294	-0.524	-0.696	-0.820	-0.902	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942	-0.942
8	72.117	-0.083	-0.319	-0.576	-0.776	-0.929	-1.042	-1.115	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153	-1.153
9	76.180	-0.087	-0.341	-0.621	-0.844	-1.022	-1.161	-1.262	-1.332	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368	-1.368
10	79.648	-0.091	-0.359	-0.659	-0.902	-1.101	-1.263	-1.387	-1.484	-1.549	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583	-1.583
11	82.610	-0.095	-0.375	-0.691	-0.952	-1.169	-1.349	-1.494	-1.613	-1.704	-1.765	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797	-1.797
12	85.139	-0.098	-0.388	-0.719	-0.994	-1.226	-1.424	-1.585	-1.724	-1.835	-1.920	-1.978	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009	-2.009
13	87.300	-0.100	-0.399	-0.743	-1.030	-1.276	-1.487	-1.663	-1.818	-1.947	-2.052	-2.133	-2.188	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217	-2.217
14	89.145	-0.102	-0.409	-0.763	-1.061	-1.318	-1.541	-1.729	-1.898	-2.043	-2.165	-2.264	-2.341	-2.393	-2.421	-2.421	-2.421	-2.421	-2.421	-2.421	-2.421	-2.421
15	90.722	-0.104	-0.417	-0.780	-1.087	-1.354	-1.587	-1.786	-1.967	-2.125	-2.261	-2.376	-2.471	-2.543	-2.594	-2.621	-2.621	-2.621	-2.621	-2.621	-2.621	-2.621
16	92.070	-0.106	-0.424	-0.795	-1.110	-1.384	-1.626	-1.835	-2.026	-2.195	-2.343	-2.472	-2.582	-2.671	-2.741	-2.790	-2.815	-2.815	-2.815	-2.815	-2.815	-2.815
17	93.221	-0.107	-0.430	-0.807	-1.129	-1.411	-1.660	-1.876	-2.076	-2.254	-2.413	-2.554	-2.676	-2.781	-2.867	-2.933	-2.980	-3.005	-3.005	-3.005	-3.005	-3.005
18	94.205	-0.108	-0.436	-0.818	-1.146	-1.433	-1.689	-1.911	-2.118	-2.305	-2.473	-2.624	-2.757	-2.874	-2.974	-3.056	-3.120	-3.165	-3.189	-3.189	-3.189	-3.189
19	95.046	-0.109	-0.440	-0.827	-1.160	-1.452	-1.713	-1.942	-2.155	-2.349	-2.524	-2.683	-2.826	-2.953	-3.065	-3.161	-3.240	-3.302	-3.345	-3.368	-3.368	-3.368
20	95.765	-0.110	-0.444	-0.835	-1.172	-1.469	-1.734	-1.967	-2.186	-2.386	-2.568	-2.734	-2.885	-3.021	-3.143	-3.250	-3.342	-3.419	-3.478	-3.520	-3.542	-3.542
21	96.379	-0.111	-0.447	-0.842	-1.182	-1.483	-1.752	-1.989	-2.213	-2.417	-2.605	-2.778	-2.936	-3.079	-3.210	-3.327	-3.430	-3.518	-3.592	-3.650	-3.689	-3.711
22	96.905	-0.111	-0.450	-0.848	-1.191	-1.494	-1.767	-2.008	-2.236	-2.445	-2.637	-2.815	-2.979	-3.129	-3.267	-3.392	-3.504	-3.603	-3.689	-3.760	-3.814	-3.854
23	97.353	-0.112	-0.452	-0.853	-1.198	-1.505	-1.780	-2.024	-2.255	-2.468	-2.664	-2.847	-3.015	-3.171	-3.315	-3.447	-3.568	-3.676	-3.772	-3.854	-3.921	-3.976
24	97.737	-0.112	-0.454	-0.857	-1.205	-1.513	-1.792	-2.038	-2.272	-2.488	-2.688	-2.874	-3.047	-3.208	-3.357	-3.495	-3.622	-3.738	-3.842	-3.935	-4.013	-4.080
25	98.065	-0.113	-0.456	-0.861	-1.210	-1.521	-1.801	-2.050	-2.286	-2.505	-2.708	-2.897	-3.074	-3.239	-3.392	-3.536	-3.668	-3.791	-3.902	-4.003	-4.091	-4.168
26	98.346	-0.113	-0.457	-0.864	-1.215	-1.527	-1.809	-2.060	-2.298	-2.519	-2.725	-2.917	-3.097	-3.265	-3.423	-3.570	-3.708	-3.836	-3.954	-4.062	-4.157	-4.244
27	98.585	-0.113	-0.459	-0.866	-1.219	-1.533	-1.816	-2.069	-2.309	-2.531	-2.739	-2.934	-3.116	-3.288	-3.449	-3.600	-3.742	-3.875	-3.998	-4.112	-4.214	-4.309

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
PENURUNAN
0
5
10
15
20
25
0.000
-0.200
-1.000
-1.200
-2.000
-2.200
-3.000
-3.200
-4.000
-4.200
-5.000

Kedalaman			Po'	σ1'	σ2'	σ3'	σ4'	σ5'	σ6'	σ7'	σ8'	σ9'	σ10'	σ11'	σ12'	σ13'	σ14'	σ15'	σ16'	σ17'	σ18'	σ19'	σ20'	σ21'
			(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)
			H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H = 4.5 m	H = 5 m	H =5.5 m	H = 6 m	H = 6.5 m	H = 7 m	H =7.5 m	H =8 m	H = 8.5 m	H = 9 m	H =9.5 m	H = 10 m	H = 10.5 m
1.0	-	2.0	0.28	1.18	2.08	2.98	3.88	4.78	5.68	6.58	7.48	8.38	9.28	10.18	11.08	11.98	12.88	13.78	14.68	15.58	16.48	17.38	18.28	19.18
2.0	-	3.0	0.84	1.74	2.64	3.54	4.44	5.34	6.24	7.14	8.04	8.94	9.84	10.74	11.64	12.54	13.44	14.34	15.24	16.14	17.04	17.94	18.83	19.73
3.0	-	4.0	1.40	2.30	3.20	4.10	5.00	5.90	6.80	7.70	8.60	9.50	10.40	11.30	12.20	13.10	14.00	14.90	15.80	16.70	17.60	18.50	19.39	20.29
4.0	-	5.0	2.38	3.48	4.38	5.28	6.18	7.08	7.98	8.87	9.77	10.67	11.57	12.47	13.37	14.27	15.17	16.07	16.97	17.87	18.77	19.67	20.56	21.46
5.0	-	6.0	3.32	4.22	5.12	6.02	6.92	7.82	8.72	9.61	10.51	11.41	12.31	13.21	14.11	15.01	15.91	16.81	17.71	18.61	19.51	20.41	21.29	22.19
6.0	-	7.0	4.06	4.96	5.86	6.76	7.66	8.56	9.46	10.34	11.24	12.14	13.04	13.94	14.84	15.74	16.64	17.54	18.44	19.34	20.24	21.14	22.02	22.92
7.0	-	8.0	3.23	4.13	5.03	5.93	6.83	7.73	8.63	9.51	10.41	11.31	12.21	13.11	14.01	14.91	15.81	16.71	17.61	18.51	19.41	20.31	21.19	22.09
8.0	-	9.0	3.73	4.63	5.53	6.43	7.33	8.23	9.13	10.01	10.91	11.81	12.71	13.61	14.51	15.41	16.31	17.21	18.11	19.01	19.91	20.81	21.69	22.59
9.0	-	10.0	4.23	5.13	6.03	6.93	7.83	8.73	9.63	10.50	11.40	12.30	13.20	14.10	15.00	15.90	16.80	17.70	18.60	19.50	20.40	21.30	22.18	23.08
10.0	-	11.0	4.57	5.47	6.37	7.27	8.17	9.07	9.97	10.85	11.75	12.65	13.55	14.45	15.35	16.25	17.15	18.05	18.95	19.85	20.75	21.65	22.52	23.42
11.0	-	12.0	5.06	5.96	6.86	7.76	8.66	9.56	10.46	11.33	12.22	13.12	14.02	14.92	15.82	16.72	17.62	18.52	19.42	20.32	21.22	22.12	22.99	23.89
12.0	-	13.0	5.54	6.44	7.34	8.24	9.14	10.04	10.94	11.80	12.70	13.60	14.50	15.40	16.30	17.20	18.10	19.00	19.90	20.80	21.70	22.60	23.47	24.37
13.0	-	14.0	7.82	8.72	9.62	10.52	11.42	12.32	13.22	14.08	14.98	15.88	16.78	17.68	18.58	19.48	20.38	21.28	22.18	23.08	23.98	24.88	25.74	26.64
14.0	-	15.0	8.44	9.34	10.24	11.14	12.04	12.94	13.84	14.70	15.60	16.50	17.40	18.30	19.20	20.10	21.00	21.90	22.80	23.70	24.60	25.50	26.36	27.26
15.0	-	16.0	9.07	9.97	10.87	11.77	12.67	13.57	14.47	15.33	16.23	17.13	18.03	18.93	19.83	20.73	21.62	22.52	23.42	24.32	25.22	26.12	26.98	27.88
16.0	-	17.0	8.58	9.48	10.38	11.28	12.18	13.08	13.98	14.83	15.73	16.63	17.53	18.43	19.33	20.23	21.13	22.03	22.93	23.83	24.73	25.63	26.49	27.39
17.0	-	18.0	9.13	10.03	10.93	11.83	12.73	13.63	14.53	15.38	16.28	17.18	18.08	18.98	19.88	20.78	21.68	22.58	23.48	24.38	25.28	26.18	27.03	27.93
18.0	-	19.0	9.69	10.59	11.49	12.39	13.28	14.18	15.08	15.93	16.83	17.73	18.63	19.53	20.43	21.33	22.23	23.13	24.03	24.93	25.83	26.73	27.58	28.48
19.0	-	20.0	10.69	11.59	12.49	13.39	14.28	15.18	16.08	16.93	17.83	18.73	19.63	20.53	21.43	22.33	23.23	24.13	25.03	25.93	26.83	27.72	28.57	29.47
20.0	-	21.0	11.26	12.16	13.06	13.96	14.86	15.76	16.66	17.51	18.40	19.30	20.20	21.10	22.00	22.90	23.80	24.70	25.60	26.50	27.40	28.30	29.14	30.04
21.0	-	22.0	11.84	12.74	13.64	14.54	15.44	16.34	17.24	18.08	18.98	19.88	20.78	21.68	22.58	23.48	24.37	25.27	26.17	27.07	27.97	28.87	29.71	30.61
22.0	-	23.0	10.87	11.77	12.67	13.57	14.47	15.37	16.27	17.11	18.01	18.91	19.81	20.70	21.60	22.50	23.40	24.30	25.20	26.10	27.00	27.90	28.74	29.64
23.0	-	24.0	11.38	12.28	13.18	14.08	14.98	15.88	16.77	17.61	18.51	19.41	20.31	21.21	22.11	23.00	23.90	24.80	25.70	26.60	27.50	28.40	29.24	30.13
24.0	-	25.0	11.89	12.78	13.68	14.58	15.48	16.38	17.28	18.11	19.01	19.91	20.81	21.71	22.61	23.51	24.41	25.30	26.20	27.10	28.00	28.90	29.73	30.63
25.0	-	26.0	17.27	18.17	19.06	19.96	20.86	21.76	22.66	23.49	24.39	25.29	26.19	27.09	27.98	28.88	29.78	30.68	31.58	32.48	33.38	34.28	35.11	36.00
26.0	-	27.0	17.97	18.87	19.77	20.67	21.57	22.46	23.36	24.19	25.09	25.99	26.89	27.79	28.68	29.58	30.48	31.38	32.28	33.18	34.08	34.98	35.80	36.70

				Po' (t/m2)	?P1' (t/m2)	?P2' (t/m2)	?P3' (t/m2)	?P4' (t/m2)	?P5' (t/m2)	?P6' (t/m2)	?P7' (t/m2)	?P8' (t/m2)	?P9' (t/m2)	?P10' (t/m2)	?P11' (t/m2)
	Htimb.			H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H = 4.5 m	H = 5 m	H = 5.5 m
	Umur Timb.			-	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	U (%)				96.38	95.77	95.05	94.21	93.22	92.07	90.72	89.15	87.30	85.14	82.61
Kedalaman (m)	1.00	-	2.00	0.28	0.84	0.85	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74
	2.00	-	3.00	0.84	0.85	0.85	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74
	3.00	-	4.00	1.40	0.86	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74
	4.00	-	5.00	2.58	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.82	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
	5.00	-	6.00	3.32	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.82	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
	6.00	-	7.00	4.06	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
	7.00	-	8.00	3.23	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.82	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74
	8.00	-	9.00	3.73	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.79	0.80	0.78	0.76	0.74
	9.00	-	10.00	4.23	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.79	0.80	0.78	0.76	0.74
	10.00	-	11.00	4.57	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.79	0.80	0.78	0.76	0.74
	11.00	-	12.00	5.06	0.86	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.79	0.80	0.78	0.76	0.74
	12.00	-	13.00	5.54	0.86	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.78	0.80	0.78	0.76	0.74
	13.00	-	14.00	7.82	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.78	0.80	0.78	0.76	0.74
	14.00	-	15.00	8.44	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.78	0.80	0.78	0.76	0.74
	15.00	-	16.00	9.07	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.78	0.80	0.78	0.76	0.74
	16.00	-	17.00	8.58	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.77	0.80	0.78	0.76	0.74
	17.00	-	18.00	9.13	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.77	0.80	0.78	0.76	0.74
	18.00	-	19.00	9.69	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.77	0.80	0.78	0.76	0.74
	19.00	-	20.00	10.69	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.77	0.80	0.78	0.76	0.74
	20.00	-	21.00	11.26	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.76	0.80	0.78	0.76	0.74
	21.00	-	22.00	11.84	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.76	0.80	0.78	0.76	0.74
	22.00	-	23.00	10.87	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.76	0.80	0.78	0.76	0.74
	23.00	-	24.00	11.38	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.76	0.80	0.78	0.76	0.74
	24.00	-	25.00	11.89	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.75	0.80	0.78	0.76	0.74
	25.00	-	26.00	17.27	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.75	0.80	0.78	0.76	0.74
	26.00	-	27.00	17.97	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.75	0.80	0.78	0.76	0.74

Kedalaman			PI	Cu lama		Cu baru			Cu transisi		
						per lapisan	rata2	rata2	per lapisan	rata2	rata2
				t/m^2	kg/cm^2	Kg/cm^2		kpa	Kg/cm^2		kpa
0	-	1	39.26	0.105	0.010708	0.2518			0.1313		
1	-	2	39.26	0.105	0.010708	0.2592			0.1350		
2	-	3	39.26	0.105	0.010708	0.2665			0.1386		
3	-	4	37.19	0.105	0.010708	0.2871			0.1489		
4	-	5	37.19	0.105	0.010708	0.2967			0.1537		
5	-	6	37.19	0.105	0.010708	0.3064	**0.293**	**28.710**	0.1585		
6	-	7	42.24	0.315	0.032123	0.2818			0.1569	0.158	15.526
7	-	8	42.24	0.315	0.032123	0.2878			0.1600		
8	-	9	42.24	0.315	0.032123	0.2939			0.1630		
9	-	10	40.23	0.315	0.032123	0.3041			0.1681		
10	-	11	40.23	0.315	0.032123	0.3101			0.1711		
11	-	12	40.23	0.315	0.032123	0.3161			0.1741		
12	-	13	40.32	0.526	0.053641	0.3445			0.199		
13	-	14	40.32	0.526	0.053641	0.3524			0.2030		
14	-	15	40.32	0.526	0.053641	0.3602			0.2069		
15	-	16	40.11	0.631	0.064348	0.3547			0.2095		
16	-	17	40.11	0.631	0.064348	0.3616	**0.374**	**36.664**	0.2130		
17	-	18	40.11	0.631	0.064348	0.3686			0.2165	0.218	21.370
18	-	19	38.52	0.631	0.064348	0.3873			0.2258		
19	-	20	38.52	0.631	0.064348	0.3947			0.2295		
20	-	21	38.52	0.631	0.064348	0.4021			0.2332		
21	-	22	40.08	0.631	0.064348	0.3834			0.2239		
22	-	23	40.08	0.631	0.064348	0.3897			0.2270		
23	-	24	40.08	0.631	0.064348	0.3961			0.2302		
24	-	25	41.66	0.631	0.064348	0.4560	**0.356**	**34.910**	0.2602	0.210	20.610
25	-	26	41.66	0.631	0.064348	0.4646			0.2645		
26	-	27	41.66	0.631	0.064348	0.0737			0.0690		

Desain Geotextile

T Ultimite	=	600	KN/m'
SFID	=	1.1	(1.1-1.5)
SFCR	=	2	(1.5-2.0)
SFCD	=	1.1	(1.0-1.5)
SFBD	=	1.1	(1.0-1.3)
T All	=	225.39	KN/m'

Perhitungan Geotextile

SF	=	0.31	
X koord	=	24.56	meter
Y koord	=	38.16	meter
R	=	25.26	meter
Mres	=	12853.00	KNm
H Timbunan	=	10.20	meter
M Dorong	=	41526.00	KNm
SF Rencana	=	1.50	
MRes2	=	62289.00	KNm
DMr	=	49436.00	KNm
Koord Dasar Timbunan		27.00	
koord pemasangan geotext a		27.00	
Jarak pemasangan geotextile		0.5	**meter**

Tabel 2.12 Harga FS Menurut Kegunaan

Kegunaan	FS_{ID}	FS_{CR}	FS_{CD}	FS_{BD}
Dinding Penahan	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Timbunan	1,1 - 2,0	2,0 - 3,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Daya Dukung	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Overlay Pav.	1,1 - 1,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,1
Stabilitas Talud	1,1 - 1,5	1,5 - 3,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2
Stabilitas Pondasi	1,1 - 2,0	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2
Pemisah	1,1 - 2,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2

Asumsi Pemadatan tanah 50 cm/minggu

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif	Keterangan	Lapisan geotextile	Momen penahan yang dihasilkan geotextile ganda	Total Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Keterangan
1	225.39	11.16	10.20	2515.4020	2515.4020	Tidak Memenuhi	1	2515.4020	29238.1668	Tidak Memenuhi
2	225.39	10.66	9.70	2402.7047	4918.1067	Tidak Memenuhi	2	2402.7047	31640.8715	Tidak Memenuhi
3	225.39	10.16	9.20	2290.0075	7208.1142	Tidak Memenuhi	3	2290.0075	33930.8790	Tidak Memenuhi
4	225.39	9.66	8.70	2177.3103	9385.4245	Tidak Memenuhi	4	2177.3103	36108.1893	Tidak Memenuhi
5	225.39	9.16	8.20	2064.6131	11450.0376	Tidak Memenuhi	5	2064.6131	38172.8024	Tidak Memenuhi
6	225.39	8.66	7.70	1951.9159	13401.9534	Tidak Memenuhi	6	1951.9159	40124.7183	Tidak Memenuhi
7	225.39	8.16	7.20	1839.2186	15241.1721	Tidak Memenuhi	7	1839.2186	41963.9369	Tidak Memenuhi
8	225.39	7.66	6.70	1726.5214	16967.6935	Tidak Memenuhi	8	1726.5214	43690.4583	Tidak Memenuhi
9	225.39	7.16	6.20	1613.8242	18581.5177	Tidak Memenuhi	9	1613.8242	45304.2825	Tidak Memenuhi
10	225.39	6.66	5.70	1501.1270	20082.6446	Tidak Memenuhi	10	1501.1270	46805.4095	Tidak Memenuhi
11	225.39	6.16	5.20	1388.4298	21471.0744	Tidak Memenuhi	11	1388.4298	48193.8392	Tidak Memenuhi
12	225.39	5.66	4.70	1275.7325	22746.8069	Tidak Memenuhi	12	1275.7325	49469.5718	Memenuhi
13	225.39	5.16	4.20	1163.0353	23909.8422	Tidak Memenuhi	12	1163.0353	50632.6071	Memenuhi
14	225.39	4.66	3.70	1050.3381	24960.1803	Tidak Memenuhi	12	1050.3381	51682.9452	Memenuhi
15	225.39	4.16	3.20	937.6409	25897.8212	Tidak Memenuhi	12	937.6409	52620.5860	Memenuhi
16	225.39	3.66	2.70	824.9437	26722.7648	Tidak Memenuhi	12	824.9437	53445.5297	Memenuhi

SF rencana	1.50		**Tanah Dasar**	
γtimbunan	18	kN/m^3	**θ1**	0.00
θ1	30.00			45.00
	30.00			1.00
	0.58		**Cu**	1.62 t/m^2
slope	3		**Sv**	0.5 m
Cu	0			

Lapisan geotextile	Kuat tarik all geotextile	Ti (m)	Hi	σv	τ1	τ2	Le		Le pakai	Ld	Lo	Sv	Ltot	Ltot pakai'
			m	t/m2										m'
1		11.16	10.200	18.360	10.594	12.218	1.853	2.000	2.000	37.1864	1.00	0.50	40.69	41
2		10.66	9.700	17.460	10.074	10.074	2.097	2.000	2.000	35.858	1.00	0.50	39.36	40
3		10.16	9.200	16.560	9.555	9.555	2.211	2.000	2.000	34.5719	1.00	0.50	38.07	39
4		9.66	8.700	15.660	9.036	9.036	2.339	2.000	2.000	33.209	1.00	0.50	36.71	37
5		9.16	8.200	14.760	8.517	8.517	2.481	2.000	2.000	31.8728	1.00	0.50	35.37	36
6		8.66	7.700	13.860	7.997	7.997	2.642	3.000	3.000	30.4692	1.50	0.50	35.47	36
7		8.16	7.200	12.960	7.478	7.478	2.826	3.000	3.000	28.9875	1.50	0.50	33.99	34
8	225.39	7.66	6.700	12.060	6.959	6.959	3.037	3.000	3.000	27.5449	1.50	0.50	32.54	33
9		7.16	6.200	11.160	6.439	6.439	3.282	3.000	3.000	26.1022	1.50	0.50	31.10	32
10		6.66	5.700	10.260	5.920	5.920	3.569	4.000	4.000	24.6596	2.00	0.50	31.16	32
11		6.16	5.200	9.360	5.401	5.401	3.913	4.000	4.000	23.217	2.00	0.50	29.72	30
12		5.66	4.700	8.460	4.881	4.881	4.329	4.000	4.000	21.7743	2.00	0.50	28.27	29
13		5.16	4.200	7.560	4.362	4.362	4.844	5.000	5.000	20.3317	2.50	0.50	28.33	29
14		4.66	3.700	6.660	3.843	3.843	5.499	5.000	5.000	18.889	2.50	0.50	26.89	27
15		4.16	3.200	5.760	3.324	3.324	6.358	6.000	6.000	17.4464	3.00	0.50	26.95	27
16		3.66	2.700	4.860	2.804	2.804	7.535	8.000	8.000	16.0037	4.00	0.50	28.50	29

Unpaved Road	1,1 - 2,0	1,0 - 1,5	1,2 - 2,5	1,(
Pemisah	1,1 - 2,5	1,0 - 1,2	1,(

Perhitungan Geotextile

SF	=	0.369			
X koord	=	21.96	meter		
Y koord	=	38.44	meter		
R	=	22.99	meter		
Mres	=	10385.00	KNm		
H Timbunan	=	10.20	meter		
M Dorong	=	28108.00	KNm		
SF Rencana	=	1.50			
MRes2	=	42162.00	KNm		
DMr	=	31777.00	KNm		
Koord Dasar Timbunan		27.00			
koord pemasangan geotext a		27.00			
Jarak pemasangan geotextile			0.25	**meter**	Asumsi Pemadatan tanah 50 cm/mingg

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif	Keterangan
1	225.39	11.44	10.20	2578.5124	2578.5124	Tidak Memenuhi
2	225.39	11.19	9.95	2522.1638	5100.6762	Tidak Memenuhi
3	225.39	10.94	9.70	2465.8152	7566.4914	Tidak Memenuhi
4	225.39	10.69	9.45	2409.4666	9975.9579	Tidak Memenuhi
5	225.39	10.44	9.20	2353.1180	12329.0759	Tidak Memenuhi
6	225.39	10.19	8.95	2296.7693	14625.8452	Tidak Memenuhi
7	225.39	9.94	8.70	2240.4207	16866.2660	Tidak Memenuhi
8	225.39	9.69	8.45	2184.0721	19050.3381	Tidak Memenuhi
9	225.39	9.44	8.20	2127.7235	21178.0616	Tidak Memenuhi
10	225.39	9.19	7.95	2071.3749	23249.4365	Tidak Memenuhi
11	225.39	8.94	7.70	2015.0263	25264.4628	Tidak Memenuhi
12	225.39	8.69	7.45	1958.6777	27223.1405	Tidak Memenuhi
13	225.39	8.44	7.20	1902.3291	29125.4696	Tidak Memenuhi
14	225.39	8.19	6.95	1845.9805	30971.4500	Tidak Memenuhi
15	225.39	7.94	6.70	1789.6319	32761.0819	Memenuhi
16	225.39	7.69	6.45	1733.2832	34494.3651	Memenuhi
17	225.39	7.44	6.20	1676.9346	36171.2998	Memenuhi
18	225.39	7.19	5.95	1620.5860	37791.8858	Memenuhi
19	225.39	6.94	5.70	1564.2374	39356.1232	Memenuhi
20	225.39	6.69	5.45	1507.8888	40864.0120	Memenuhi
21	225.39	6.44	5.20	1451.5402	42315.5522	Memenuhi
22	225.39	6.19	4.95	1395.1916	43710.7438	Memenuhi
23	225.39	5.94	4.70	1338.8430	45049.5868	Memenuhi
24	225.39	5.69	4.45	1282.4944	46332.0811	Memenuhi
25	225.39	5.44	4.20	1226.1458	47558.2269	Memenuhi
26	225.39	5.19	3.95	1169.7971	48728.0240	Memenuhi
27	225.39	4.94	3.70	1113.4485	49841.4726	Memenuhi
28	225.39	4.69	3.45	1057.0999	50898.5725	Memenuhi
29	225.39	4.44	3.20	1000.7513	51899.3238	Memenuhi
30	225.39	4.19	2.95	944.4027	52843.7265	Memenuhi
31	225.39	3.94	2.70	888.0541	53731.7806	Memenuhi
32	225.39	3.69	2.45	831.7055	54563.4861	Memenuhi

SF rencana	1.50		**Tanah Dasar**		
γtimbunan	18	kN/m^3	**θ1**	0.00	
θ1	30.00			45.00	
	30.00			1.00	
	0.58		**Cu**	1.62	t/m^2
slope	3		**Sv**	0.25	m
Cu	0				

Lapisan geotextile	Kuat tarik all geotextile	Ti (m)	Hi	σv	τ1	τ2	Le		Le pakai	Ld	Lo	Sv	Ltot	Ltot pakai'
			m	t/m2										m'
1		11.44	10.200	18.360	10.594	12.218	1.853	2.000	2.000	31.905	1.00	0.25	35.16	36
2		11.19	9.950	17.910	10.334	10.334	2.045	2.000	2.000	31.905	1.00	0.25	35.16	36
3		10.94	9.700	17.460	10.074	10.074	2.097	2.000	2.000	30.5607	1.00	0.25	33.81	34
4		10.69	9.450	17.010	9.815	9.815	2.153	2.000	2.000	30.5607	1.00	0.25	33.81	34
5		10.44	9.200	16.560	9.555	9.555	2.211	2.000	2.000	29.2473	1.00	0.25	32.50	33
6		10.19	8.950	16.110	9.295	9.295	2.273	2.000	2.000	29.2473	1.00	0.25	32.50	33
7		9.94	8.700	15.660	9.036	9.036	2.339	2.000	2.000	27.9339	1.00	0.25	31.18	32
8		9.69	8.450	15.210	8.776	8.776	2.408	2.000	2.000	27.9339	1.00	0.25	31.18	32
9		9.44	8.200	14.760	8.517	8.517	2.481	2.000	2.000	26.6205	1.00	0.25	29.87	30
10		9.19	7.950	14.310	8.257	8.257	2.559	3.000	3.000	26.6205	1.50	0.25	31.37	32
11		8.94	7.700	13.860	7.997	7.997	2.642	3.000	3.000	25.3071	1.50	0.25	30.06	31
12		8.69	7.450	13.410	7.738	7.738	2.731	3.000	3.000	25.3071	1.50	0.25	30.06	31
13		8.44	7.200	12.960	7.478	7.478	2.826	3.000	3.000	23.9937	1.50	0.25	28.74	29
14		8.19	6.950	12.510	7.218	7.218	2.927	3.000	3.000	23.9937	1.50	0.25	28.74	29
15		7.94	6.700	12.060	6.959	6.959	3.037	3.000	3.000	22.6521	1.50	0.25	27.40	28
16	225.39	7.69	6.450	11.610	6.699	6.699	3.154	3.000	3.000	22.6521	1.50	0.25	27.40	28
17		7.44	6.200	11.160	6.439	6.439	3.282	3.000	3.000	21.2103	1.50	0.25	25.96	26
18		7.19	5.950	10.710	6.180	6.180	3.419	3.000	3.000	21.2103	1.50	0.25	25.96	26
19		6.94	5.700	10.260	5.920	5.920	3.569	4.000	4.000	19.7685	2.00	0.25	26.02	27
20		6.69	5.450	9.810	5.660	5.660	3.733	4.000	4.000	19.7685	2.00	0.25	26.02	27
21		6.44	5.200	9.360	5.401	5.401	3.913	4.000	4.000	18.3267	2.00	0.25	24.58	25
22		6.19	4.950	8.910	5.141	5.141	4.110	4.000	4.000	18.3267	2.00	0.25	24.58	25
23		5.94	4.700	8.460	4.881	4.881	4.329	4.000	4.000	16.8849	2.00	0.25	23.13	24
24		5.69	4.450	8.010	4.622	4.622	4.572	5.000	5.000	16.8849	2.50	0.25	24.63	25
25		5.44	4.200	7.560	4.362	4.362	4.844	5.000	5.000	15.4431	2.50	0.25	23.19	24
26		5.19	3.950	7.110	4.102	4.102	5.151	5.000	5.000	15.4431	2.50	0.25	23.19	24
27		4.94	3.700	6.660	3.843	3.843	5.499	5.000	5.000	14.003	2.50	0.25	21.75	22
28		4.69	3.450	6.210	3.583	3.583	5.897	6.000	6.000	14.003	3.00	0.25	23.25	24
29		4.44	3.200	5.760	3.324	3.324	6.358	6.000	6.000	12.5595	3.00	0.25	21.81	22
30		4.19	2.950	5.310	3.064	3.064	6.897	7.000	7.000	12.5595	3.50	0.25	23.31	24
31		3.94	2.700	4.860	2.804	2.804	7.535	8.000	8.000	11.1177	4.00	0.25	23.37	24
32		3.69	2.450	4.410	2.545	2.545	8.304	8.000	8.000	11.1177	4.00	0.25	23.37	24

No.	Kondisi	SF	∆Mr (KNm)	Jumlah perkuatan geotextile
1	MAT rendah	0.377	19630.00	16
2		0.404	13414.00	16
3		0.395	21150.00	16
4		0.407	14075.00	16
5		0.341	19006.00	16
6		0.312	12521.00	16
7		0.31	16222.00	16
8		0.413	18046.00	16
9		0.309	12209.00	16
10		0.31	12853.00	16
1	MAT tinggi	0.369	10385	32
2		0.366	10508	32
3		0.439	23940	32
4		0.452	17390	16
5		0.373	12878	32
6		0.366	10964	32
7		0.376	9857.8	32
8		0.366	9878.2	32
9		0.457	17636	16
10		0.369	12151	32

Data Perencanaan			
Safety Factor Rencana	Sfren	= 1.20	
Diameter Micropile	D	= 500.00	mm
Radius	r	= 250.00	mm
Panjang Tiang	L	= 18.25	m

Spesifikasi Micropile			
Jenis Micropile	***Circle Spun Pile***		
Tipe Micropile	**D-500 Kelas B**		
Produksi	**PT. Wika Beton**		
Mutu beton	Fc'	= 52.00	Mpa
Selimut beton (Cover)	t	= 90.00	mm
Momen Crack	Mcr	= 17.00	ton-m
Momen Ultimate	Mu	= 34.00	ton-m

Data Geometri			
Elevasi Tanah Dasar	Yz	= + 27.00	

Hasil Analisa Program Slope			
Safety Factor	SF	= 0.376	
Momen Resistance	Mr	= 1215.100	ton-m
Momen Dorong	Md	= 3294.000	ton-m
Koordinat Titik Pusat	Xo	= 22.160	m
	Yo	= 40.040	m
Radius Bidang Longsor	Ro	= 24.768	m
Panjang Bidang Longsor	Bs		m

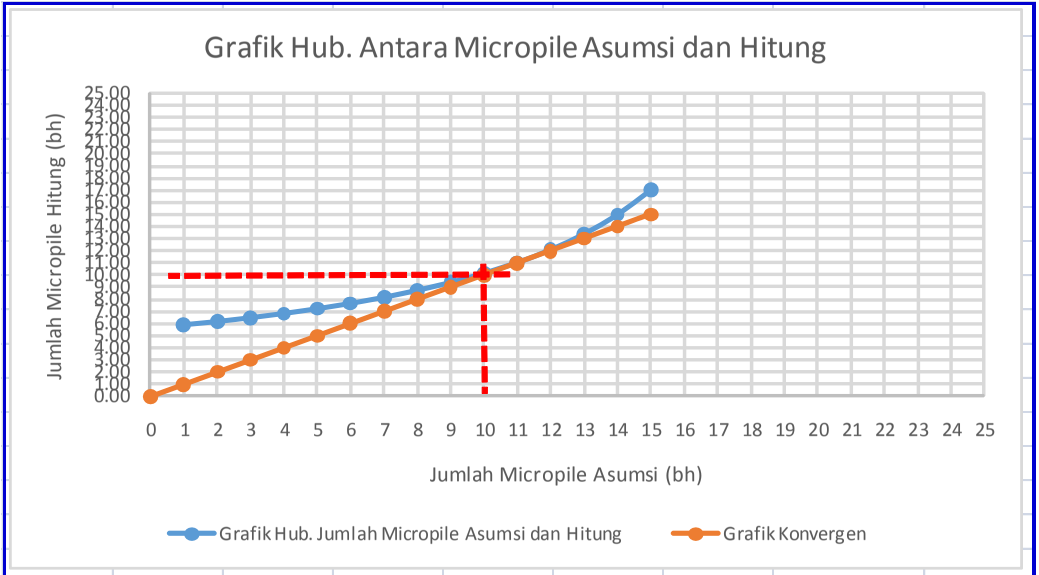
Analisa dan Perhitungan			
Diameter dalam	d1	= 320.00	mm
Radius dalam	Rd1	= 160.00	mm
Inersia Penampang	I	= 255324.30	cm^4
Modulus Elastisitas	E	= 338921.8	kg/cm^2

Faktor Kekauan Relatif (T), (grafik NAVFAC DM-7, 1971)			
N-SPT, pada Lapisan Micropile tertanam	N-SPT	= 1.00	
Koefisien dari variasi modulus tanah	f	= 2.00	$tons/ft^3$
		= 0.06	kg/cm^3
Faktor kekakuan relatif	T	= 266.81	cm

Kebutuhan Panjang Micropile			
Panjang micropile diatas bidang longsor	La	= 11.73	m
Panjang micropile dibawah bid. longsor	Lb	= 6.52	m
Koef. Momen akibat gaya lateral P (F_M), (grafik NAVFAC DM-7, 1971)			
	Lb/T	= 2.44	
Kedalaman	z	= 0.00	m
Koef. Momen akibat gaya lateral P	F_M	= 1.00	
Gaya maksimum yang dapat ditahan 1 micropile (Pmax)			
P max = Mcr/(F_MxT)	Pmax	= 6.37	ton
Tambahan momen penahan (ΔMr)			
ΔMr = (Md x Sfren)-Mr	ΔMr	= 2737.70	ton-m
Faktor Koreksi			
Koreksi rasio tancap			
xt = Lb/D , (5 < Xt < 20)	xt	= 13.04	**OK**
	yt	= 0.95	
Koreksi rasio spasi			
Jarak Spasi (3 s.d 5 D)	Sren	= 3.00 *D	
		= 1.50	m
xs = s/D	xs	= 3.00	
	ys	= 0.67	
Koreksi rasio diameter			
xd = D/T , (xd > 0.12)	xd	= 0.19	**OK**
	yd	= 2.00	

Koreksi Jumlah Micropile

Xn asumsi	Yn	Fkg = 2.30 yt. Ys. Yd. Yn	Pmax*Fkg	n hitung ΔMr/(Pmax*Ro)
buah			ton	buah
1	1.00	2.95	18.77	5.89
2	0.96	2.82	17.96	6.15
3	0.91	2.68	17.08	6.47
4	0.86	2.54	16.20	6.82
5	0.82	2.40	15.32	7.22
6	0.77	2.27	14.43	7.66
7	0.72	2.13	13.55	8.16
8	0.68	1.99	12.67	8.72
9	0.63	1.85	11.79	9.38
10	0.58	1.71	10.91	10.14
11	0.53	1.57	10.02	11.03
12	0.49	1.43	9.14	12.09
13	0.44	1.30	8.26	13.38
14	0.39	1.16	7.38	14.98
15	0.35	1.02	6.49	17.02
16	0.30	0.88	5.61	19.70
17	0.25	0.74	4.73	23.37
18	0.21	0.60	3.85	28.73
19	0.16	0.47	2.97	37.27
20	0.11	0.33	2.08	53.05



Berdasarkan grafik diatas, Jumlah micropile yang dibutuhkan adalah	= 10.0 buah
	= 10.0 buah

DATA TIMBUNAN					
GEOMETRI			PARAMETER		
B1	:	156.3 m	γ	:	1.8 t/m3
B2	:	20.17 m	ϕ	:	30
H	:	6.722 m			
slope (m)	:	3 m			

Q Timbunan=		8.1 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tanah:		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	156.333	20.1667	0.02094	89.8168	12.1	6.05	12.1	12.3806	0.2768	0.2768	12.38064126	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	156.333	20.1667	0.06281	89.4503	12.1	6.05	12.1	12.9419	0.23372	0.5105	12.94192041	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	156.333	20.1667	0.10467	89.0838	12.1	6.05	12.1	13.5032	0.20665	0.7172	13.50318947	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	156.333	20.1667	0.1465	88.7175	12.1	6.05	12.1	14.6815	0.15707	0.8742	14.6815183	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	156.333	20.1667	0.1883	88.3512	12.1	6.05	12.0999	15.4191	0.1419	1.0161	15.4190546	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	156.333	20.1667	0.23006	87.9851	12.1	6.05	12.0998	16.1566	0.12971	1.1459	16.15656069	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	156.333	20.1667	0.27177	87.6191	12.1	6.05	12.0997	15.3322	0.15373	1.2996	15.33221511	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	156.333	20.1667	0.31342	87.2534	12.1	6.05	12.0995	15.8294	0.14441	1.4440	15.82936162	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	156.333	20.1667	0.35501	86.8878	12.1	6.05	12.0993	16.3265	0.13627	1.5803	16.32645803	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	156.333	20.1667	0.39651	86.5225	12.1	6.05	12.099	16.6732	0.12757	1.7078	16.67322301	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	156.333	20.1667	0.43793	86.1575	12.1	6.05	12.0987	17.1544	0.12132	1.8292	17.15438124	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	156.333	20.1667	0.47926	85.7929	12.1	6.05	12.0983	17.6355	0.1157	1.9449	17.63546989	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	156.333	20.1667	0.52048	85.4285	12.1	6.05	12.0978	19.9163	0.09445	2.0393	19.91627257	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	156.333	20.1667	0.56159	85.0645	12.1	6.05	12.0973	20.5412	0.09013	2.1294	20.54118617	>	9.83393

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	144.3 m	γ :	1.8 t/m3
B2	:	32.17 m	ϕ :	30
H	:	10.72 m		
slope (i:		3 m		

Q Timbuna	=	15.3 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

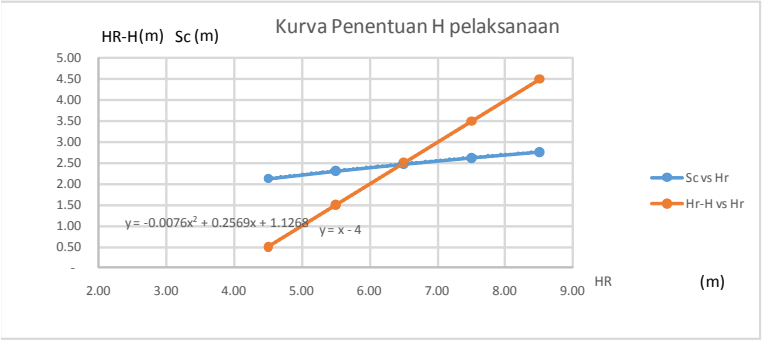
Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	144.333	32.1667	0.03617	89.8015	19.3	9.65	19.3	19.5806	0.33381	0.33381	19.58064115	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	144.333	32.1667	0.10851	89.4046	19.3	9.65	19.3	20.1419	0.28873	0.62254	20.14191737	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	144.333	32.1667	0.18082	89.0077	19.3	9.65	19.3	20.7032	0.2598	0.88233	20.70317537	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	144.333	32.1667	0.25309	88.6109	19.3	9.65	19.2999	21.8815	0.20311	1.08545	21.88147964	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	144.333	32.1667	0.3253	88.2142	19.3	9.65	19.2998	22.619	0.18612	1.27156	22.61897247	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	144.333	32.1667	0.39743	87.8177	19.3	9.65	19.2997	23.3564	0.17223	1.44379	23.35641082	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	144.333	32.1667	0.46946	87.4214	19.3	9.65	19.2994	22.532	0.20131	1.64511	22.53196788	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	144.333	32.1667	0.54139	87.0254	19.3	9.65	19.2991	23.029	0.19075	1.83585	23.02898211	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	144.333	32.1667	0.61318	86.6297	19.3	9.65	19.2988	23.5259	0.18143	2.01728	23.52590605	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.57418	1.39	5.96418	1.30388	144.333	32.1667	0.68483	86.2342	19.3	9.65	19.2983	23.8725	0.17072	2.188	23.87245312	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.05567	1.39	6.44567	1.27494	144.333	32.1667	0.75632	85.8392	19.3	9.65	19.2977	24.3533	0.16345	2.35145	24.35334285	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.53717	1.39	6.92717	1.25103	144.333	32.1667	0.82763	85.4445	19.3	9.65	19.2969	24.8341	0.15685	2.5083	24.83410726	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	1.17778	144.333	32.1667	0.89874	85.0502	19.3	9.65	19.2961	27.1145	0.13125	2.63955	27.11452489	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.44393	1.39	9.83393	1.16462	144.333	32.1667	0.96965	84.6565	19.3	9.65	19.2951	27.739	0.12596	2.7655	27.73898763	>	9.83393

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	2.13	2.31	2.48	2.63	2.77

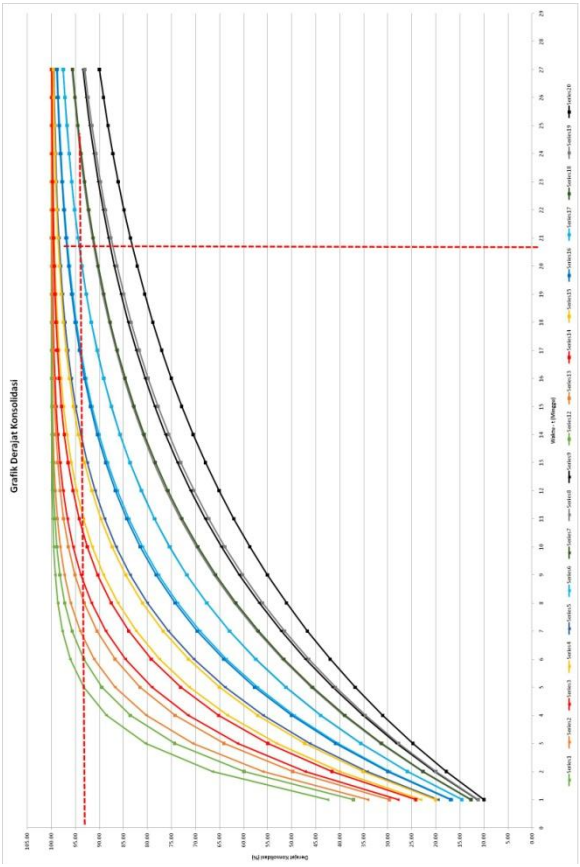


y +	0.0076 x2	-0.2569 x	=	1.1268
y		-1 x	=	-4
	0.0076 x2	0.7431 x	=	5.1268

x	=	6.470951	Y (sc)	=	2.48 m
cek			HF	=	4.00 m
5.1268	=	5.1268			

HR	=	6.470951	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	2.222222222 m	
Hr total	=	8.693	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		8.700	

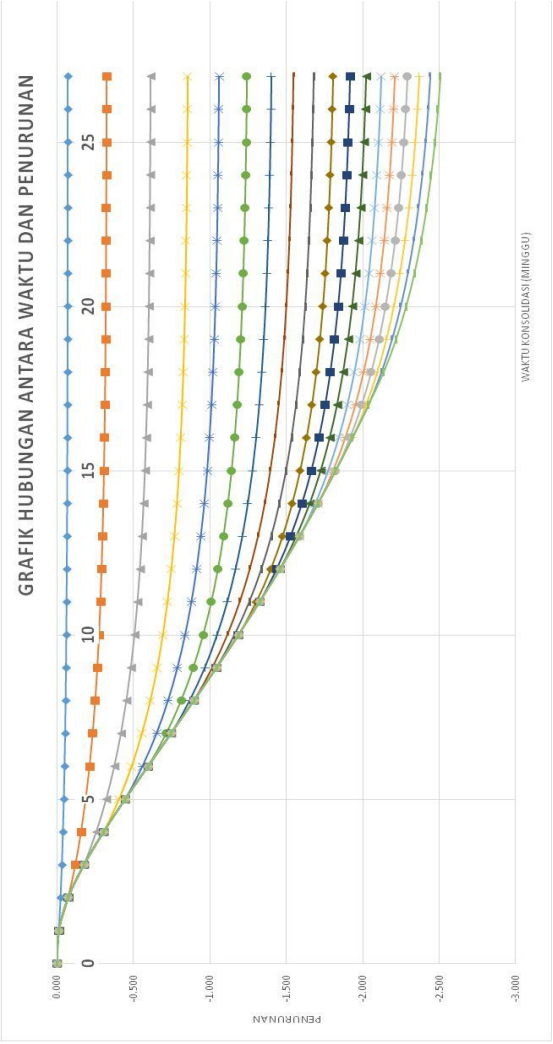
Ugabungan																				
t	U	POLA SEGITIGA									POLA SEGIEMPAT									Uv
	S	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	
	D	0.84	0.95	1.05	1.16	1.26	1.37	1.47	1.58	1.68	0.90	1.02	1.13	1.24	1.36	1.47	1.58	1.70	1.81	
	F(n)	1.79	1.91	2.01	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41	2.48	1.86	1.98	2.08	2.18	2.26	2.34	2.42	2.49	2.55	
1		42.57	34.16	27.89	23.16	19.55	16.76	14.56	12.81	11.40	37.16	29.67	24.17	20.07	16.97	14.58	12.71	11.22	10.02	2.5093
2		66.53	56.01	47.23	40.08	34.32	29.68	25.92	22.86	20.34	59.92	49.80	41.65	35.17	30.04	25.95	22.67	20.01	17.84	3.5487
3		80.44	70.54	61.29	53.16	46.25	40.45	35.61	31.58	28.20	74.38	64.09	54.99	47.29	40.91	35.66	31.33	27.76	24.80	4.3462
4		88.56	80.25	71.57	63.34	55.96	49.51	43.97	39.24	35.20	83.60	74.27	65.23	57.09	50.03	44.02	38.95	34.68	31.08	5.0186
5		93.30	86.74	79.10	71.29	63.88	57.16	51.20	46.00	41.48	89.49	81.56	73.13	65.04	57.71	51.26	45.68	40.89	36.79	5.6110
6		96.08	91.10	84.63	77.50	70.37	63.63	57.48	51.98	47.12	93.27	86.77	79.22	71.50	64.18	57.53	51.63	46.47	41.99	6.1465
7		97.70	94.02	88.69	82.36	75.67	69.11	62.93	57.28	52.19	95.68	90.51	83.92	76.76	69.66	62.99	56.92	51.51	46.74	6.6390
8		98.65	95.98	91.67	86.16	80.02	73.75	67.67	61.98	56.76	97.23	93.18	87.55	81.04	74.28	67.73	61.62	56.06	51.09	7.0974
9		99.21	97.30	93.87	89.14	83.59	77.69	71.80	66.15	60.89	98.22	95.11	90.36	84.53	78.20	71.85	65.79	60.17	55.07	7.5279
10		99.54	98.18	95.49	91.48	86.52	81.03	75.39	69.86	64.61	98.86	96.48	92.54	87.37	81.52	75.45	69.50	63.89	58.71	7.9351
11		99.73	98.78	96.67	93.31	88.92	83.87	78.53	73.16	67.97	99.27	97.47	94.22	89.69	84.32	78.58	72.81	67.25	62.05	8.3224
12		99.84	99.18	97.55	94.75	90.90	86.29	81.26	76.09	71.01	99.53	98.19	95.52	91.58	86.70	81.31	75.75	70.30	65.12	8.6925
13		99.91	99.45	98.19	95.88	92.52	88.34	83.64	78.70	73.76	99.70	98.70	96.53	93.12	88.72	83.68	78.37	73.06	67.93	9.0474
14		99.95	99.63	98.67	96.76	93.85	90.08	85.71	81.03	76.24	99.81	99.06	97.31	94.38	90.43	85.76	80.71	75.56	70.51	9.3890
15		99.97	99.75	99.02	97.46	94.94	91.56	87.53	83.09	78.48	99.88	99.33	97.92	95.41	91.88	87.57	82.79	77.82	72.88	9.7185
16		99.98	99.83	99.28	98.00	95.84	92.82	89.11	84.93	80.52	99.92	99.52	98.39	96.25	93.11	89.14	84.64	79.88	75.06	10.0372
17		99.99	99.89	99.47	98.43	96.58	93.89	90.49	86.57	82.35	99.95	99.65	98.75	96.94	94.15	90.52	86.30	81.74	77.06	10.3461
18		99.99	99.92	99.61	98.77	97.19	94.80	91.69	88.03	84.02	99.97	99.75	99.03	97.50	95.03	91.72	87.77	83.42	78.90	10.6461
19		100.00	99.95	99.71	99.03	97.69	95.57	92.74	89.33	85.52	99.98	99.82	99.25	97.96	95.78	92.77	89.09	84.95	80.59	10.9378
20		100.00	99.97	99.79	99.24	98.10	96.23	93.66	90.49	86.88	99.99	99.87	99.42	98.33	96.42	93.69	90.26	86.34	82.14	11.2220
21		100.00	99.98	99.84	99.40	98.43	96.79	94.46	91.52	88.12	99.99	99.91	99.55	98.63	96.96	94.48	91.30	87.60	83.57	11.4991
22		100.00	99.98	99.88	99.53	98.71	97.27	95.16	92.44	89.23	99.99	99.93	99.65	98.88	97.42	95.18	92.24	88.74	84.88	11.7697
23		100.00	99.99	99.91	99.63	98.94	97.68	95.77	93.26	90.24	100.00	99.95	99.73	99.09	97.81	95.79	93.07	89.78	86.09	12.0342
24		100.00	99.99	99.94	99.71	99.13	98.02	96.30	93.99	91.16	100.00	99.97	99.79	99.25	98.14	96.32	93.81	90.72	87.20	12.2930
25		100.00	100.00	99.95	99.77	99.28	98.32	96.77	94.64	91.99	100.00	99.98	99.84	99.39	98.42	96.79	94.48	91.57	88.22	12.5465
26		100.00	100.00	99.97	99.82	99.41	98.57	97.18	95.22	92.74	100.00	99.98	99.87	99.50	98.66	97.19	95.07	92.35	89.16	12.7950
27		100.00	100.00	99.97	99.86	99.51	98.78	97.53	95.74	93.42	100.00	99.99	99.90	99.59	98.86	97.55	95.60	93.05	90.02	13.0387


Grafik Derajat Konsolidasi
Waktu - t (Minggu)
Derajat Konsolidasi (%)

minggu	%	-0.073	-0.255	-0.290	-0.242	-0.209	-0.184	-0.162	-0.150	-0.137	-0.126	-0.117	-0.109	-0.103	-0.095	-0.090	-0.085	-0.081	-0.077
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	19.551	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
2	34.321	-0.025	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075
3	46.250	-0.034	-0.121	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178
4	55.958	-0.041	-0.159	-0.258	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306	-0.306
5	63.883	-0.046	-0.189	-0.324	-0.407	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447
6	70.366	-0.051	-0.214	-0.377	-0.488	-0.560	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596	-0.596
7	75.674	-0.055	-0.235	-0.420	-0.555	-0.652	-0.715	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747	-0.747
8	80.025	-0.058	-0.251	-0.456	-0.610	-0.727	-0.812	-0.867	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897	-0.897
9	83.593	-0.061	-0.265	-0.485	-0.655	-0.788	-0.891	-0.966	-1.017	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044	-1.044
10	86.521	-0.063	-0.276	-0.509	-0.692	-0.838	-0.956	-1.046	-1.115	-1.162	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187	-1.187
11	88.924	-0.065	-0.286	-0.528	-0.722	-0.879	-1.009	-1.112	-1.196	-1.259	-1.303	-1.325	-1.325	-1.325	-1.325	-1.325	-1.325	-1.325	-1.325
12	90.897	-0.066	-0.293	-0.544	-0.746	-0.913	-1.052	-1.166	-1.262	-1.338	-1.397	-1.437	-1.458	-1.458	-1.458	-1.458	-1.458	-1.458	-1.458
13	92.517	-0.067	-0.299	-0.557	-0.767	-0.941	-1.088	-1.210	-1.316	-1.403	-1.474	-1.528	-1.566	-1.586	-1.586	-1.586	-1.586	-1.586	-1.586
14	93.848	-0.068	-0.304	-0.568	-0.783	-0.964	-1.117	-1.247	-1.360	-1.456	-1.537	-1.603	-1.653	-1.689	-1.707	-1.707	-1.707	-1.707	-1.707
15	94.942	-0.069	-0.309	-0.577	-0.797	-0.982	-1.141	-1.277	-1.396	-1.500	-1.589	-1.664	-1.725	-1.773	-1.805	-1.823	-1.823	-1.823	-1.823
16	95.841	-0.070	-0.312	-0.584	-0.808	-0.998	-1.161	-1.301	-1.426	-1.536	-1.631	-1.714	-1.784	-1.841	-1.885	-1.916	-1.932	-1.932	-1.932
17	96.580	-0.070	-0.315	-0.590	-0.817	-1.010	-1.177	-1.321	-1.451	-1.565	-1.666	-1.755	-1.832	-1.898	-1.951	-1.992	-2.021	-2.037	-2.037
18	97.187	-0.071	-0.317	-0.595	-0.825	-1.021	-1.191	-1.338	-1.471	-1.589	-1.695	-1.789	-1.872	-1.944	-2.004	-2.054	-2.094	-2.122	-2.137
19	97.686	-0.071	-0.319	-0.599	-0.831	-1.029	-1.202	-1.351	-1.487	-1.609	-1.718	-1.816	-1.904	-1.982	-2.048	-2.106	-2.153	-2.191	-2.217
20	98.097	-0.071	-0.321	-0.603	-0.836	-1.036	-1.211	-1.362	-1.501	-1.625	-1.738	-1.839	-1.931	-2.013	-2.085	-2.148	-2.202	-2.247	-2.283
21	98.434	-0.072	-0.322	-0.606	-0.840	-1.042	-1.218	-1.372	-1.512	-1.639	-1.754	-1.858	-1.953	-2.038	-2.114	-2.182	-2.242	-2.294	-2.337
22	98.712	-0.072	-0.323	-0.608	-0.844	-1.047	-1.224	-1.379	-1.521	-1.650	-1.767	-1.873	-1.971	-2.059	-2.139	-2.210	-2.275	-2.332	-2.381
23	98.940	-0.072	-0.324	-0.610	-0.847	-1.050	-1.229	-1.385	-1.529	-1.659	-1.777	-1.886	-1.985	-2.077	-2.159	-2.233	-2.302	-2.363	-2.417
24	99.128	-0.072	-0.325	-0.611	-0.849	-1.054	-1.233	-1.390	-1.535	-1.666	-1.786	-1.896	-1.998	-2.091	-2.175	-2.253	-2.324	-2.389	-2.447
25	99.283	-0.072	-0.325	-0.612	-0.851	-1.056	-1.237	-1.395	-1.540	-1.672	-1.793	-1.905	-2.008	-2.103	-2.189	-2.268	-2.342	-2.410	-2.471
26	99.410	-0.072	-0.326	-0.613	-0.853	-1.058	-1.239	-1.398	-1.544	-1.677	-1.799	-1.912	-2.016	-2.112	-2.200	-2.281	-2.357	-2.427	-2.491
27	99.514	-0.072	-0.326	-0.614	-0.854	-1.060	-1.242	-1.401	-1.548	-1.682	-1.804	-1.918	-2.023	-2.120	-2.209	-2.292	-2.369	-2.441	-2.508

252

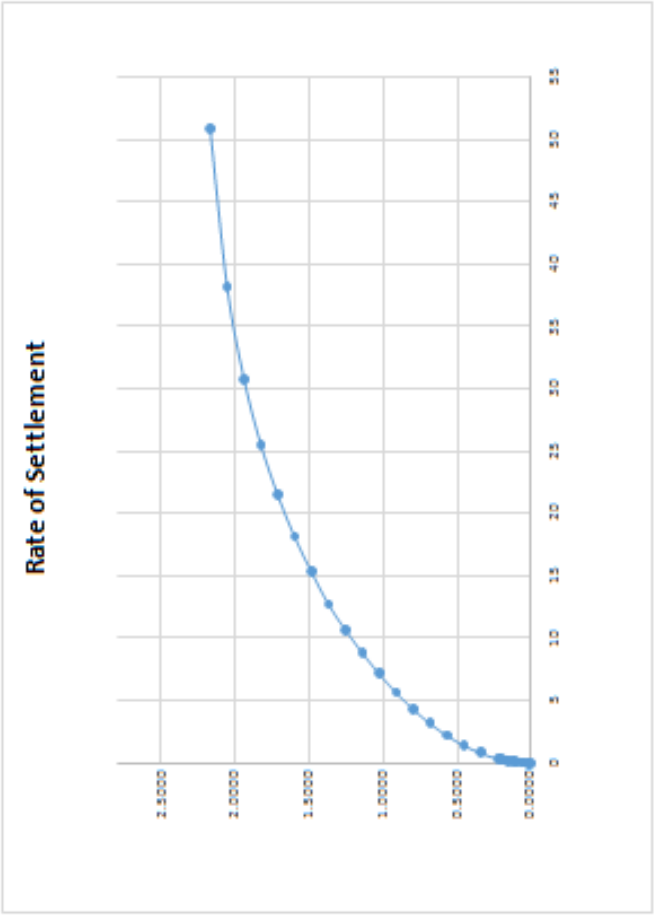
3


GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
0
5
10
15
20
25
0.000
-0.500
-1.000
-1.500
-2.000
-2.500
-3.000
PENURUNAN
WAKTU KONSOLIDASI (MINGGU)

Rate Of Settlement

Kedalaman PVd	13		
Tebal Lapisan yang perlu dimampatka	27		
Sisa lapisan	14		
Sc Total	4.24		
Sc PVD Variasi 1	2.283	228.300609	cm
Sisa	1.96		
Cv Gab	4.357920301	m2/th	

Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0035324	0.0228
2.00	0.00031	0.0141295	0.0457
3.00	0.00071	0.0317914	0.0685
4.00	0.00126	0.056518	0.0913
5.00	0.00196	0.0883093	0.1142
6.00	0.00283	0.1271655	0.1370
7.00	0.00385	0.1730863	0.1598
8.00	0.00503	0.2260719	0.1826
9.00	0.00636	0.2861223	0.2055
10.00	0.00785	0.3532374	0.2283
15.00	0.01767	0.7947841	0.3425
20.00	0.03142	1.4129496	0.4566
25.00	0.04909	2.2077337	0.5708
30.00	0.07069	3.1791365	0.6849
35.00	0.09621	4.327158	0.7991
40.00	0.12566	5.6517983	0.9132
45.00	0.15904	7.1530572	1.0274
50.00	0.19635	8.8309348	1.1415
55.00	0.23758	10.685431	1.2557
60.00	0.28274	12.716546	1.3698
65.00	0.34038	15.308992	1.4840
70.00	0.40285	18.118227	1.5981
75.00	0.47672	21.440848	1.7123
80.00	0.56714	25.507407	1.8264
85.00	0.68371	30.750113	1.9406
90.00	0.84800	38.139293	2.0547
95.00	1.12886	50.771179	2.1689
100.00			2.2830


Rate of Settlement
2.5000
2.0000
1.5000
1.0000
0.5000
0.0000
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	156.3 m	γ :	1.8 t/m3
B2	:	20.17 m	ϕ :	30
H	:	6.722 m		
slope (m)	:	3 m		

Q Timbuna	=	8.1 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tanah:		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	156.333	20.1667	0.02094	89.8168	12.1	6.05	12.1	12.3806	0.2768	0.2768	12.38064126	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	156.333	20.1667	0.06281	89.4503	12.1	6.05	12.1	12.9419	0.23372	0.5105	12.94192041	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	156.333	20.1667	0.10467	89.0838	12.1	6.05	12.1	13.5032	0.20665	0.7172	13.50318947	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	156.333	20.1667	0.1465	88.7175	12.1	6.05	12.1	14.6815	0.15707	0.8742	14.6815183	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	156.333	20.1667	0.1883	88.3512	12.1	6.05	12.0999	15.4191	0.1419	1.0161	15.4190546	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	156.333	20.1667	0.23006	87.9851	12.1	6.05	12.0998	16.1566	0.12971	1.1459	16.15656069	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	156.333	20.1667	0.27177	87.6191	12.1	6.05	12.0997	15.3322	0.15373	1.2996	15.33221511	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	156.333	20.1667	0.31342	87.2534	12.1	6.05	12.0995	15.8294	0.14441	1.4440	15.82936162	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	156.333	20.1667	0.35501	86.8878	12.1	6.05	12.0993	16.3265	0.13627	1.5803	16.32645803	>	5.61715

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	144.3 m	ɣ :	1.8 t/m3
B2	:	32.17 m	ϕ :	30
H	:	10.72 m		
slope (ı:		3 m		

Q Timbuna =		15.3 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	2.22222

Fluktuasi muka air tar:		1.39 m
ɣw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	ɣ sat	ɣw	ɣ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	OCR	B1	B2	α1	α2	qo	Δp	2Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.28064	1.39	1.67064	5.95294	144.333	32.1667	0.03617	89.8015	19.3	9.65	19.3	19.5806	0.33381	0.33381	19.58064115	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.84192	1.39	2.23192	2.65098	144.333	32.1667	0.10851	89.4046	19.3	9.65	19.3	20.1419	0.28873	0.62254	20.14191737	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.40321	1.39	2.79321	1.99059	144.333	32.1667	0.18082	89.0077	19.3	9.65	19.3	20.7032	0.2598	0.88233	20.70317537	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.58157	1.39	3.97157	1.53843	144.333	32.1667	0.25309	88.6109	19.3	9.65	19.2999	21.8815	0.20311	1.08545	21.88147964	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.31916	1.39	4.70916	1.41878	144.333	32.1667	0.3253	88.2142	19.3	9.65	19.2998	22.619	0.18612	1.27156	22.61897247	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.05675	1.39	5.44675	1.34264	144.333	32.1667	0.39743	87.8177	19.3	9.65	19.2997	23.3564	0.17223	1.44379	23.35641082	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.23252	1.39	4.62252	1.43	144.333	32.1667	0.46946	87.4214	19.3	9.65	19.2994	22.532	0.20131	1.64511	22.53196788	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.72983	1.39	5.11983	1.37267	144.333	32.1667	0.54139	87.0254	19.3	9.65	19.2991	23.029	0.19075	1.83585	23.02898211	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.22715	1.39	5.61715	1.32883	144.333	32.1667	0.61318	86.6297	19.3	9.65	19.2988	23.5259	0.18143	2.01728	23.52590605	>	5.61715

H = 4.00 m

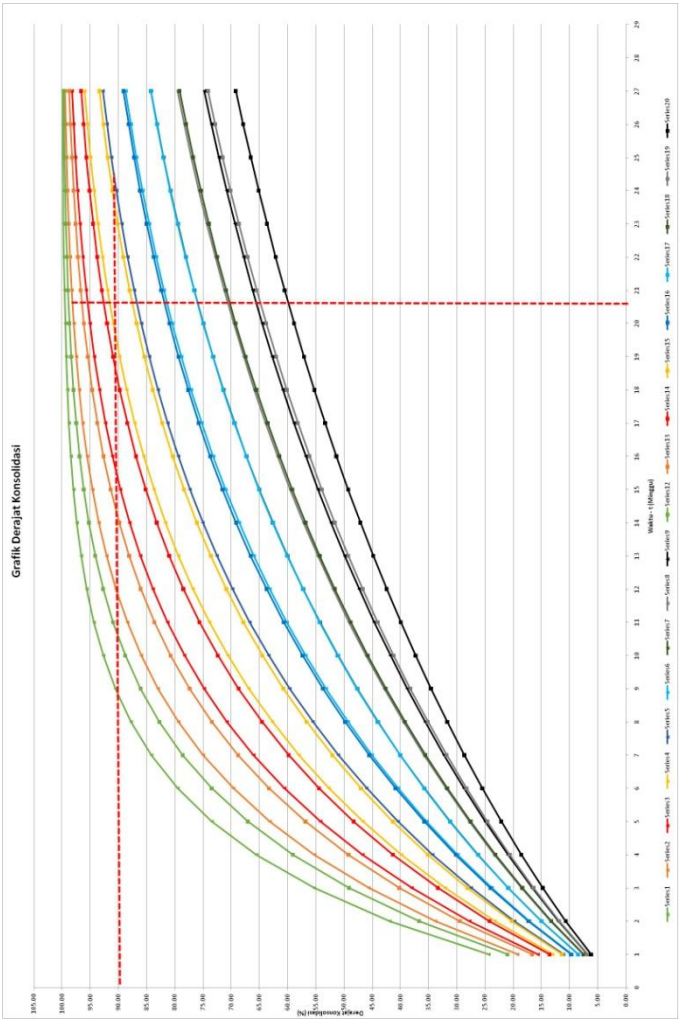
Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	1.58	1.71	1.82	1.92	2.02

y +	0.0055 x2	-0.1803 x	=	0.8803
y		-1 x	=	-4
	0.0055 x2	0.8197 x	=	4.8803

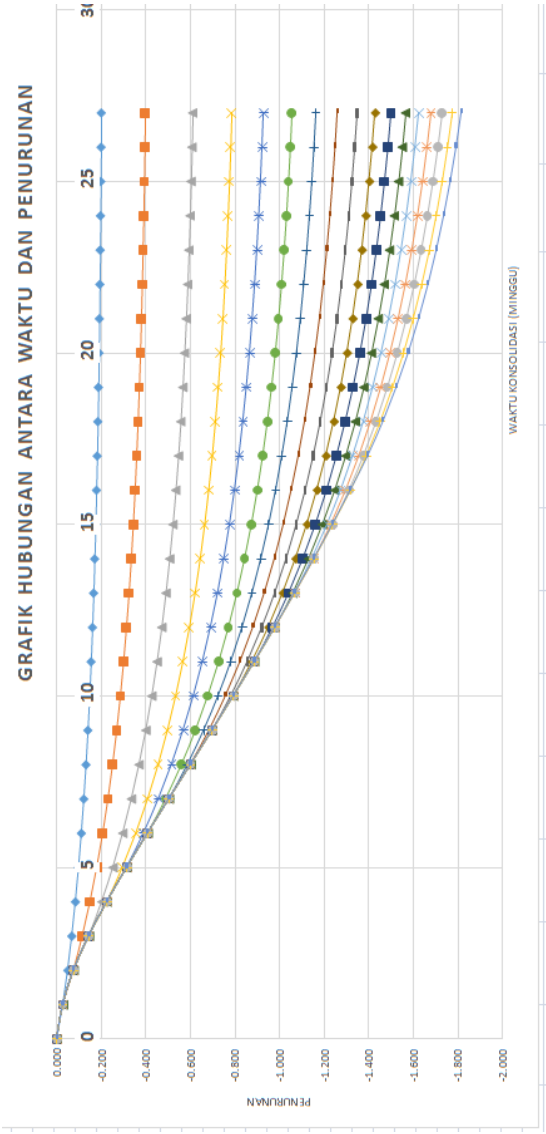
x	=	5.733215	Y (sc)	=	1.78 m
cek			HF	=	4.00 m
4.8803	=	4.8803			

HR	=	5.733215	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	2.222222222	m
Hr total	=	7.955	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		8.000	

t	U	U gabungan																		Uv
		POLA SEGITIGA									POLA SEGIEMPAT									
	S	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	
	D	0.84	0.95	1.05	1.16	1.26	1.37	1.47	1.58	1.68	0.90	1.02	1.13	1.24	1.36	1.47	1.58	1.70	1.81	
	F(n)	1.79	1.91	2.01	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41	2.48	1.86	1.98	2.08	2.18	2.26	2.34	2.42	2.49	2.55	
1		24.35	19.23	15.63	13.02	11.09	9.62	8.48	7.59	6.88	21.01	16.63	13.57	11.36	9.73	8.49	7.54	6.79	6.19	2.5093
2		41.92	33.80	27.76	23.23	19.77	17.10	15.01	13.34	12.00	36.68	29.47	24.19	20.27	17.31	15.03	13.24	11.83	10.68	3.5487
3		55.30	45.61	38.00	32.07	27.44	23.78	20.88	18.54	16.63	49.13	40.19	33.35	28.11	24.06	20.90	18.40	16.39	14.76	4.3462
4		65.56	55.25	46.72	39.82	34.28	29.84	26.25	23.32	20.93	59.07	49.21	41.33	35.10	30.18	26.28	23.15	20.62	18.55	5.0186
5		73.44	63.16	54.17	46.64	40.44	35.36	31.20	27.77	24.94	67.04	56.84	48.31	41.36	35.76	31.23	27.57	24.58	22.11	5.6110
6		79.51	69.65	60.57	52.67	45.99	40.41	35.78	31.93	28.71	73.45	63.30	54.43	46.99	40.85	35.82	31.69	28.29	25.48	6.1465
7		84.18	74.99	66.05	57.99	51.00	45.05	40.03	35.81	32.26	78.60	68.78	59.81	52.06	45.52	40.08	35.56	31.80	28.66	6.6390
8		87.79	79.38	70.76	62.70	55.53	49.31	43.98	39.46	35.61	82.75	73.44	64.55	56.63	49.80	44.03	39.18	35.11	31.69	7.0974
9		90.57	83.00	74.81	66.88	59.63	53.22	47.66	42.88	38.78	86.09	77.39	68.72	60.75	53.74	47.71	42.59	38.24	34.57	7.5279
10		92.71	85.97	78.30	70.58	63.34	56.82	51.09	46.09	41.78	88.78	80.75	72.39	64.47	57.35	51.14	45.79	41.21	37.31	7.9351
11		94.37	88.43	81.30	73.86	66.71	60.14	54.28	49.12	44.62	90.95	83.61	75.62	67.83	60.68	54.33	48.80	44.03	39.93	8.3224
12		95.65	90.45	83.88	76.77	69.76	63.20	57.25	51.97	47.32	92.69	86.04	78.48	70.87	63.74	57.30	51.64	46.70	42.43	8.6925
13		96.64	92.12	86.10	79.36	72.53	66.01	60.03	54.65	49.87	94.10	88.11	80.99	73.62	66.55	60.08	54.31	49.24	44.81	9.0474
14		97.40	93.50	88.02	81.65	75.04	68.61	62.62	57.17	52.30	95.24	89.87	83.21	76.11	69.15	62.67	56.83	51.65	47.09	9.3890
15		97.99	94.63	89.67	83.69	77.32	71.01	65.04	59.55	54.60	96.16	91.37	85.17	78.35	71.54	65.09	59.20	53.93	49.27	9.7185
16		98.44	95.57	91.09	85.50	79.39	73.21	67.29	61.79	56.78	96.90	92.65	86.90	80.39	73.74	67.35	61.44	56.11	51.36	10.0372
17		98.80	96.34	92.32	87.11	81.26	75.25	69.40	63.91	58.86	97.50	93.73	88.43	82.23	75.77	69.46	63.56	58.18	53.35	10.3461
18		99.07	96.98	93.37	88.54	82.97	77.13	71.38	65.91	60.84	97.98	94.66	89.77	83.90	77.64	71.43	65.55	60.15	55.26	10.6461
19		99.28	97.51	94.28	89.81	84.52	78.87	73.22	67.79	62.71	98.37	95.45	90.96	85.41	79.36	73.27	67.44	62.02	57.09	10.9378
20		99.44	97.94	95.07	90.93	85.93	80.47	74.94	69.56	64.50	98.68	96.12	92.01	86.78	80.95	74.99	69.22	63.80	58.84	11.2220
21		99.57	98.30	95.74	91.94	87.20	81.96	76.55	71.24	66.19	98.93	96.69	92.94	88.02	82.42	76.60	70.89	65.50	60.52	11.4991
22		99.67	98.59	96.33	92.83	88.36	83.32	78.05	72.82	67.81	99.14	97.18	93.76	89.14	83.77	78.10	72.48	67.11	62.12	11.7697
23		99.74	98.84	96.83	93.62	89.42	84.58	79.46	74.32	69.34	99.30	97.60	94.49	90.15	85.02	79.51	73.98	68.65	63.66	12.0342
24		99.80	99.04	97.27	94.33	90.38	85.75	80.78	75.73	70.80	99.44	97.95	95.13	91.07	86.17	80.82	75.39	70.11	65.13	12.2930
25		99.85	99.21	97.64	94.95	91.25	86.83	82.01	77.06	72.19	99.55	98.25	95.69	91.91	87.23	82.05	76.73	71.51	66.54	12.5465
26		99.88	99.35	97.96	95.51	92.04	87.82	83.16	78.32	73.51	99.63	98.51	96.19	92.66	88.21	83.20	77.99	72.83	67.90	12.7950
27		99.91	99.46	98.24	96.00	92.76	88.74	84.23	79.50	74.77	99.70	98.73	96.63	93.35	89.11	84.28	79.19	74.10	69.19	13.0387

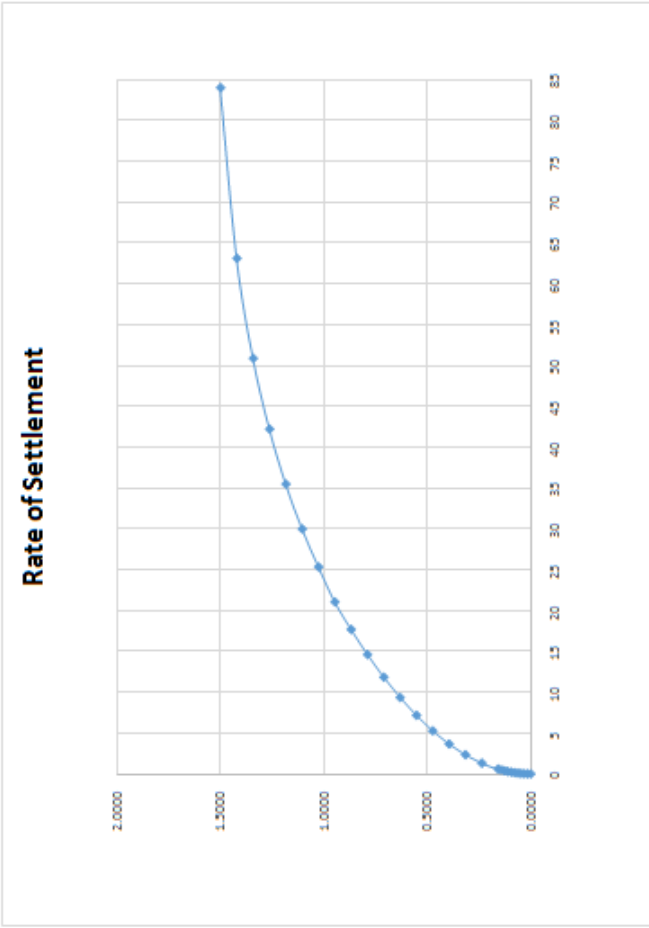

Grafik Derajat Konsolidasi
Derajat Konsolidasi (%)
Waktu - t (Minggu)
Series1
Series2
Series3
Series4
Series5
Series6
Series7
Series8
Series9
Series12
Series13
Series14
Series15
Series16
Series17
Series18
Series19
Series20

t	U	Penurunan Yang Terjadi Pada Tahap (m)																
		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	tahap 17
minggu	%	-0.207	-0.207	-0.225	-0.183	-0.155	-0.135	-0.118	-0.108	-0.098	-0.090	-0.083	-0.077	-0.072	-0.066	-0.062	-0.059	-0.056
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	13.020	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
2	23.225	-0.048	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075
3	32.069	-0.066	-0.115	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144	-0.144
4	39.819	-0.083	-0.149	-0.201	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225	-0.225
5	46.642	-0.097	-0.179	-0.251	-0.294	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314	-0.314
6	52.665	-0.109	-0.206	-0.295	-0.354	-0.390	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408
7	57.990	-0.120	-0.229	-0.334	-0.407	-0.457	-0.488	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504	-0.504
8	62.703	-0.130	-0.250	-0.369	-0.454	-0.516	-0.559	-0.586	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600
9	66.879	-0.139	-0.269	-0.399	-0.495	-0.568	-0.621	-0.659	-0.684	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697
10	70.580	-0.146	-0.285	-0.426	-0.532	-0.614	-0.677	-0.724	-0.758	-0.781	-0.793	-0.793	-0.793	-0.793	-0.793	-0.793	-0.793	-0.793
11	73.862	-0.153	-0.299	-0.450	-0.565	-0.655	-0.726	-0.781	-0.823	-0.855	-0.876	-0.886	-0.886	-0.886	-0.886	-0.886	-0.886	-0.886
12	76.774	-0.159	-0.312	-0.471	-0.593	-0.691	-0.769	-0.831	-0.881	-0.920	-0.949	-0.968	-0.978	-0.978	-0.978	-0.978	-0.978	-0.978
13	79.359	-0.164	-0.324	-0.490	-0.619	-0.723	-0.807	-0.876	-0.932	-0.978	-1.014	-1.040	-1.058	-1.067	-1.067	-1.067	-1.067	-1.067
14	81.653	-0.169	-0.334	-0.506	-0.642	-0.751	-0.841	-0.915	-0.978	-1.029	-1.071	-1.104	-1.128	-1.145	-1.154	-1.154	-1.154	-1.154
15	83.691	-0.173	-0.343	-0.521	-0.662	-0.776	-0.872	-0.950	-1.018	-1.075	-1.122	-1.160	-1.191	-1.214	-1.229	-1.237	-1.237	-1.237
16	85.501	-0.177	-0.351	-0.534	-0.680	-0.799	-0.898	-0.982	-1.054	-1.115	-1.167	-1.210	-1.246	-1.275	-1.296	-1.310	-1.318	-1.318
17	87.108	-0.181	-0.358	-0.546	-0.695	-0.819	-0.922	-1.009	-1.085	-1.151	-1.207	-1.255	-1.295	-1.328	-1.355	-1.375	-1.389	-1.396
18	88.537	-0.184	-0.364	-0.556	-0.710	-0.836	-0.943	-1.034	-1.113	-1.182	-1.242	-1.294	-1.338	-1.376	-1.407	-1.432	-1.451	-1.464
19	89.806	-0.186	-0.370	-0.566	-0.722	-0.852	-0.962	-1.056	-1.138	-1.210	-1.274	-1.329	-1.377	-1.419	-1.453	-1.483	-1.506	-1.524
20	90.934	-0.188	-0.375	-0.574	-0.733	-0.866	-0.979	-1.075	-1.161	-1.235	-1.302	-1.360	-1.411	-1.456	-1.495	-1.527	-1.555	-1.577
21	91.937	-0.191	-0.379	-0.581	-0.743	-0.878	-0.994	-1.092	-1.180	-1.258	-1.326	-1.387	-1.442	-1.489	-1.531	-1.567	-1.598	-1.624
22	92.828	-0.192	-0.383	-0.587	-0.752	-0.889	-1.007	-1.108	-1.198	-1.277	-1.348	-1.412	-1.469	-1.519	-1.563	-1.603	-1.637	-1.666
23	93.621	-0.194	-0.386	-0.593	-0.760	-0.899	-1.018	-1.121	-1.213	-1.295	-1.368	-1.434	-1.493	-1.545	-1.592	-1.634	-1.671	-1.703
24	94.325	-0.196	-0.390	-0.598	-0.767	-0.908	-1.029	-1.133	-1.227	-1.311	-1.385	-1.453	-1.514	-1.569	-1.618	-1.662	-1.701	-1.736
25	94.952	-0.197	-0.392	-0.603	-0.773	-0.915	-1.038	-1.144	-1.239	-1.324	-1.401	-1.470	-1.533	-1.590	-1.640	-1.687	-1.728	-1.766
26	95.509	-0.198	-0.395	-0.607	-0.778	-0.922	-1.046	-1.154	-1.250	-1.337	-1.415	-1.485	-1.550	-1.608	-1.661	-1.708	-1.752	-1.792
27	96.004	-0.199	-0.397	-0.610	-0.783	-0.928	-1.054	-1.162	-1.260	-1.348	-1.427	-1.499	-1.564	-1.624	-1.678	-1.728	-1.773	-1.815


GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
PENURUNAN
WAKTU KONSOLIDASI (MINGGU)
0.000
-0.200
-0.400
-0.600
-0.800
-1.000
-1.200
-1.400
-1.600
-1.800
-2.000
0
5
10
15
20
25

Rate Of Settlement		
Kedalaman PVd	9	
Tebal Lapisan yang perlu dimamp	27	
Sisa lapisan	18	
Sc Total	4.24	
Sc PVD Variasi 1	1.577	157.72416 cm
Sisa	2.66	
Cv Gab	4.3579203	m2/th

Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0058392	0.0158
2.00	0.00031	0.0233569	0.0315
3.00	0.00071	0.0525531	0.0473
4.00	0.00126	0.0934277	0.0631
5.00	0.00196	0.1459808	0.0789
6.00	0.00283	0.2102123	0.0946
7.00	0.00385	0.2861223	0.1104
8.00	0.00503	0.3737107	0.1262
9.00	0.00636	0.4729777	0.1420
10.00	0.00785	0.583923	0.1577
15.00	0.01767	1.3138268	0.2366
20.00	0.03142	2.3356921	0.3154
25.00	0.04909	3.649519	0.3943
30.00	0.07069	5.2553073	0.4732
35.00	0.09621	7.1530572	0.5520
40.00	0.12566	9.3427686	0.6309
45.00	0.15904	11.824441	0.7098
50.00	0.19635	14.598076	0.7886
55.00	0.23758	17.663672	0.8675
60.00	0.28274	21.021229	0.9463
65.00	0.34038	25.3067	1.0252
70.00	0.40285	29.950539	1.1041
75.00	0.47672	35.443034	1.1829
80.00	0.56714	42.165305	1.2618
85.00	0.68371	50.83182	1.3407
90.00	0.84800	63.046587	1.4195
95.00	1.12886	83.927868	1.4984
100.00			1.5772


Rate of Settlement
2.0000
1.5000
1.0000
0.5000
0.0000
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	8.5 m		

Q Watertank	=	4.5 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	$P_o'+\Delta P$	Sc		$P_o'+2\Delta P$		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	8.5	8.48	8.48	8.76	0.23385	0.233853	8.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	8.5	8.45	8.45	9.30	0.19257	0.43730	9.29597	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	8.5	8.42	8.42	9.83	0.16713	0.61531	9.82709	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	8.5	8.39	8.39	10.98	0.1235	0.74968	10.9751	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	8.5	8.36	8.36	11.68	0.10988	0.87043	11.682	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	8.5	8.33	8.33	12.39	0.09907	0.98037	12.3886	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	8.5	8.30	8.30	11.53	0.11854	1.10977	11.5332	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	8.5	8.27	8.27	12.00	0.11017	1.23082	11.9994	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	8.5	8.24	8.24	12.47	0.10293	1.34462	12.4659	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	8.5	8.21	8.21	12.78	0.09563	1.45112	12.7825	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	8.5	8.18	8.18	13.23	0.09013	1.55212	13.2338	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	8.5	8.15	8.15	13.69	0.08522	1.64821	13.6853	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	8.5	8.12	8.12	15.94	0.06786	1.72694	15.9365	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	8.5	8.09	8.09	16.53	0.06423	1.80204	16.5317	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.069402	1.39	10.4594	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	8.5	8.06	8.06	17.13	0.06094	1.87386	17.1265	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	8.5	8.03	8.03	16.61	0.06319	1.94792	16.6055	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	8.5	8.00	8.00	17.13	0.06031	2.01911	17.1281	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	8.5	7.96	7.96	17.65	0.05767	2.08765	17.6508	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.686784	1.39	12.0768	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	8.5	7.93	7.93	18.62	0.05186	2.15039	18.6208	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.264448	1.39	12.6544	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	8.5	7.90	7.90	19.17	0.04973	2.21099	19.1684	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.842112	1.39	13.2321	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	8.5	7.87	7.87	19.72	0.04774	2.26961	19.7162	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874012	1.39	12.264	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	8.5	7.84	7.84	18.72	0.0498	2.33028	18.7184	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.37978	1.39	12.7698	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	8.5	7.81	7.81	19.19	0.04799	2.38914	19.1944	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.885548	1.39	13.2755	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	8.5	7.78	7.78	19.67	0.04629	2.44630	19.6701	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2661741	1.39	18.6562	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	8.5	7.75	7.75	25.02	0.03147	2.48865	25.0204	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709159	1.39	19.3609	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	8.5	7.72	7.72	25.69	0.03035	2.52987	25.6947	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6756577	1.39	20.0657	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	8.5	7.69	7.69	26.37	0.02929	2.57003	26.3689	>	20.0657

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	176.5 m	γ :	1 t/m3
H	:	9.5 m		

Q Watertank	=	5.5 t/m2
H	=	5.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	9.5	9.48	9.48	9.76	0.24726	0.24726	9.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	9.5	9.45	9.45	10.29	0.20521	0.46209	10.2906	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	9.5	9.41	9.41	10.82	0.17908	0.65078	10.8181	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	9.5	9.38	9.38	11.96	0.13344	0.79383	11.9625	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	9.5	9.35	9.35	12.67	0.11921	0.92265	12.6658	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	9.5	9.31	9.31	13.37	0.10785	1.04012	13.3688	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	9.5	9.28	9.28	12.51	0.12858	1.17831	12.5098	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	9.5	9.24	9.24	12.97	0.11981	1.30773	12.9723	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	9.5	9.21	9.21	13.44	0.11218	1.42952	13.4352	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	9.5	9.17	9.17	13.75	0.10438	1.54351	13.7482	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	9.5	9.14	9.14	14.20	0.09857	1.65169	14.1959	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	9.5	9.11	9.11	14.64	0.09336	1.75466	14.6439	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	9.5	9.07	9.07	16.89	0.0748	1.83907	16.8916	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	9.5	9.04	9.04	17.48	0.0709	1.91958	17.4832	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.069402	1.39	10.4594	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	9.5	9.01	9.01	18.07	0.06737	1.99656	18.0744	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	9.5	8.97	8.97	17.55	0.0698	2.07598	17.5498	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	9.5	8.94	8.94	18.07	0.0667	2.15229	18.0687	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	9.5	8.90	8.90	18.59	0.06385	2.22575	18.5878	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.686784	1.39	12.0768	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	9.5	8.87	8.87	19.55	0.05752	2.29288	19.5543	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.264448	1.39	12.6544	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	9.5	8.83	8.83	20.10	0.05521	2.3577	20.0983	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.842112	1.39	13.2321	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	9.5	8.80	8.80	20.64	0.05306	2.42037	20.6426	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874012	1.39	12.264	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	9.5	8.77	8.77	19.64	0.05527	2.48525	19.6413	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.37978	1.39	12.7698	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	9.5	8.73	8.73	20.11	0.05331	2.54817	20.1137	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.885548	1.39	13.2755	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	9.5	8.70	8.70	20.59	0.05146	2.60925	20.5859	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2661741	1.39	18.6562	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	9.5	8.67	8.67	25.93	0.03519	2.65405	25.9327	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709159	1.39	19.3609	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	9.5	8.63	8.63	26.60	0.03395	2.69761	26.6033	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6756577	1.39	20.0657	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	9.5	8.60	8.60	27.27	0.03279	2.740	27.274	>	20.0657

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	176.5 m	γ :	1 t/m3
H	:	10.5 m		

Q Watertank	=	6.5 t/m2
H	=	6.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL σc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc	Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	10.5	10.48	10.48	10.76	0.25937	0.25937	10.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	10.5	10.44	10.44	11.29	0.21669	0.48607	11.2852	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	10.5	10.41	10.41	11.81	0.18998	0.68606	11.8092	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	10.5	10.37	10.37	12.95	0.14259	0.83866	12.95	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	10.5	10.33	10.33	13.65	0.12784	0.97651	13.6497	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	10.5	10.29	10.29	14.35	0.11602	1.10254	14.349	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	10.5	10.25	10.25	13.49	0.13787	1.25043	13.4863	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	10.5	10.22	10.22	13.95	0.12875	1.38918	13.9452	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	10.5	10.18	10.18	14.40	0.12079	1.51999	14.4045	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	10.5	10.14	10.14	14.71	0.11254	1.64254	14.7139	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	10.5	10.10	10.10	15.16	0.10645	1.759	15.1581	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	10.5	10.07	10.07	15.60	0.10098	1.86999	15.6025	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	10.5	10.03	10.03	17.85	0.08136	1.96136	17.8466	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	10.5	9.99	9.99	18.43	0.07722	2.0486	18.4347	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.069402	1.39	10.4594	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	10.5	9.95	9.95	19.02	0.07346	2.13207	19.0223	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	10.5	9.91	9.91	18.49	0.07606	2.21815	18.494	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	10.5	9.88	9.88	19.01	0.07276	2.30092	19.0093	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	10.5	9.84	9.84	19.52	0.06972	2.38065	19.5248	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.686784	1.39	12.0768	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	10.5	9.80	9.80	20.49	0.06292	2.45358	20.4877	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.264448	1.39	12.6544	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	10.5	9.76	9.76	21.03	0.06044	2.52404	21.0281	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.842112	1.39	13.2321	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	10.5	9.73	9.73	21.57	0.05814	2.59218	21.5689	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874012	1.39	12.264	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	10.5	9.69	9.69	20.56	0.06049	2.66269	20.5641	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.37978	1.39	12.7698	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	10.5	9.65	9.65	21.03	0.05839	2.73109	21.0331	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.885548	1.39	13.2755	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	10.5	9.62	9.62	21.50	0.05641	2.79752	21.5018	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2661741	1.39	18.6562	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	10.5	9.58	9.58	26.84	0.03878	2.84631	26.8449	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709159	1.39	19.3609	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	10.5	9.54	9.54	27.51	0.03744	2.89376	27.512	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6756577	1.39	20.0657	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	10.5	9.50	9.50	28.18	0.03618	2.9400	28.179	>	20.0657

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	11.5 m		

Q Watertank	=	7.5 t/m2
H	=	7.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'		P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561		0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	11.5	11.48	11.48	11.76	0.2704	0.270	11.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561		0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	11.5	11.44	11.44	12.28	0.22719	0.507	12.2798	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561		1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	11.5	11.40	11.40	12.80	0.2	0.717	12.8002	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738		2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	11.5	11.36	11.36	13.94	0.15107	0.878	13.9375	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738		3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	11.5	11.31	11.31	14.63	0.13587	1.023	14.6336	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738		4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	11.5	11.27	11.27	15.33	0.12364	1.157	15.3292	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497		3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	11.5	11.23	11.23	14.46	0.14651	1.313	14.4629	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497		3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	11.5	11.19	11.19	14.92	0.13708	1.460	14.9181	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497		4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	11.5	11.15	11.15	15.37	0.12884	1.598	15.3737	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481		4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	11.5	11.11	11.11	15.68	0.12019	1.728	15.6795	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481		5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	11.5	11.06	11.06	16.12	0.11385	1.852	16.1202	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481		5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	11.5	11.02	11.02	16.56	0.10815	1.969	16.5611	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625		7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	11.5	10.98	10.98	18.80	0.08758	2.067	18.8017	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625		8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	11.5	10.94	10.94	19.39	0.08322	2.160	19.3862	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625		9.069402	1.39	10.4594	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	11.5	10.90	10.90	19.97	0.07926	2.249	19.9702	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554		8.57925	1.39	9.96925	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	11.5	10.86	10.86	19.44	0.08201	2.340	19.4383	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554		9.13275	1.39	10.5228	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	11.5	10.82	10.82	19.95	0.07853	2.428	19.95	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554		9.68625	1.39	11.0763	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	11.5	10.78	10.78	20.46	0.07532	2.513	20.4618	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578		10.686784	1.39	12.0768	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	11.5	10.73	10.73	21.42	0.06807	2.591	21.4211	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578		11.264448	1.39	12.6544	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	11.5	10.69	10.69	21.96	0.06545	2.666	21.958	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578		11.842112	1.39	13.2321	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	11.5	10.65	10.65	22.50	0.063	2.739	22.4953	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506		10.874012	1.39	12.264	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	11.5	10.61	10.61	21.49	0.06549	2.814	21.487	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506		11.37978	1.39	12.7698	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	11.5	10.57	10.57	21.95	0.06326	2.887	21.9525	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506		11.885548	1.39	13.2755	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	11.5	10.53	10.53	22.42	0.06116	2.958	22.4176	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705		17.2661741	1.39	18.6562	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	11.5	10.49	10.49	27.76	0.04225	3.010	27.7572	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705		17.9709159	1.39	19.3609	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	11.5	10.45	10.45	28.42	0.04081	3.061	28.4207	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705		18.6756577	1.39	20.0657	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	11.5	10.41	10.41	29.08	0.03946	3.110	29.0841	>	20.0657

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	12.5 m		

QWatertank	=	8.5 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar:		1.39 m
γw	:	1 t/m3

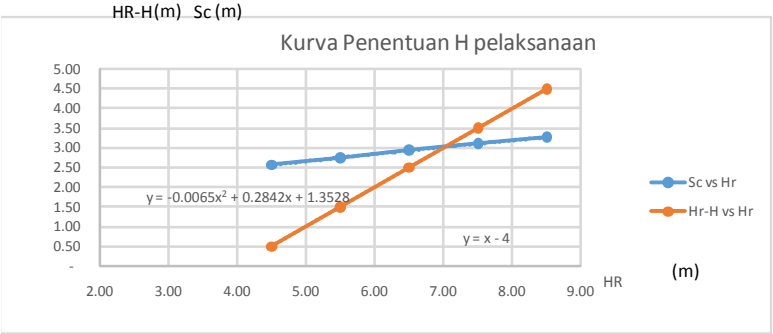
KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	12.5	12.48	12.48	12.76	0.28053	0.281	12.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	12.5	12.43	12.43	13.27	0.23688	0.527	13.2744	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	12.5	12.39	12.39	13.79	0.20928	0.745	13.7913	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	12.5	12.34	12.34	14.92	0.15897	0.914	14.925	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	12.5	12.30	12.30	15.62	0.14338	1.067	15.6174	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	12.5	12.25	12.25	16.31	0.13079	1.207	16.3094	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	12.5	12.21	12.21	15.44	0.15459	1.371	15.4394	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	12.5	12.16	12.16	15.89	0.14489	1.525	15.891	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	12.5	12.12	12.12	16.34	0.1364	1.671	16.343	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	12.5	12.07	12.07	16.65	0.12737	1.808	16.6452	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	12.5	12.03	12.03	17.08	0.12082	1.938	17.0823	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	12.5	11.98	11.98	17.52	0.11491	2.062	17.5197	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	12.5	11.94	11.94	19.76	0.09349	2.165	19.7568	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	12.5	11.89	11.89	20.34	0.08894	2.263	20.3377	>	9.83393
o	1	0.5	14.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	9.069402	1.39	10.4594	176.5	12.1724	85.3035	170.607	0.94782	12.5	11.85	11.85	20.92	0.08479	2.357	20.9181	>	10.4594
p	1	0.5	15.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	8.57925	1.39	9.96925	176.5	11.3871	84.9812	169.962	0.94424	12.5	11.80	11.80	20.38	0.08768	2.454	20.3826	>	9.96925
q	1	0.5	16.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.13275	1.39	10.5228	176.5	10.697	84.6593	169.319	0.94066	12.5	11.76	11.76	20.89	0.08404	2.548	20.8906	>	10.5228
r	1	0.5	17.5	0.72	0.09	1.613	1.55	1	0.554	9.68625	1.39	11.0763	176.5	10.0857	84.3376	168.675	0.93708	12.5	11.71	11.71	21.40	0.08067	2.638	21.3988	>	11.0763
s	1	0.5	18.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	10.686784	1.39	12.0768	176.5	9.54054	84.0163	168.033	0.93351	12.5	11.67	11.67	22.35	0.07301	2.720	22.3545	>	12.0768
t	1	0.5	19.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.264448	1.39	12.6544	176.5	9.05128	83.6954	167.391	0.92995	12.5	11.62	11.62	22.89	0.07024	2.800	22.8879	>	12.6544
u	1	0.5	20.5	0.67	0.084	1.521	1.58	1	0.578	11.842112	1.39	13.2321	176.5	8.60976	83.3749	166.75	0.92639	12.5	11.58	11.58	23.42	0.06767	2.877	23.4217	>	13.2321
v	1	0.5	21.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	10.874012	1.39	12.264	176.5	8.2093	83.0548	166.11	0.92283	12.5	11.54	11.54	22.41	0.07027	2.957	22.4099	>	12.264
w	1	0.5	22.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.37978	1.39	12.7698	176.5	7.84444	82.7352	165.47	0.91928	12.5	11.49	11.49	22.87	0.06792	3.034	22.8718	>	12.7698
x	1	0.5	23.5	0.65	0.081	1.468	1.51	1	0.506	11.885548	1.39	13.2755	176.5	7.51064	82.416	164.832	0.91573	12.5	11.45	11.45	23.33	0.06571	3.109	23.3334	>	13.2755
y	1	0.5	24.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.2661741	1.39	18.6562	176.5	7.20408	82.0973	164.195	0.91219	12.5	11.40	11.40	28.67	0.04561	3.164	28.6695	>	18.6562
z	1	0.5	25.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	17.9709159	1.39	19.3609	176.5	6.92157	81.779	163.558	0.90866	12.5	11.36	11.36	29.33	0.04408	3.218	29.3293	>	19.3609
za	1	0.5	26.5	0.52	0.066	1.193	1.70	1	0.705	18.6756577	1.39	20.0657	176.5	6.66038	81.4613	162.923	0.90513	12.5	11.31	11.31	29.99	0.04264	3.270	29.9892	>	20.0657

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	2.57	2.74	2.94	3.11	3.27

HR-H(m) Sc (m)



y +	0.0065 x2	-0.2842 x	=	1.3528
y		-1 x	=	-4
	0.0065 x2	0.7158 x	=	5.3528

x	=	7.029368
	cek	
5.3528	=	5.352800

Y (sc) = 3.50
HF = 8.00 m

H	=	7.029368	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	4	m
Hr total	=	11.029	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		11.5	

Data Perencanaan PVD			
S	:	0.8	m
D	:	0.904	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	1.86	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.246525	m2/minggu

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
1	0.000451	0.024	0.477	48.924
2	0.000902	0.034	0.726	73.544
3	0.001353	0.042	0.857	86.265
4	0.001804	0.048	0.925	92.860
5	0.002254	0.054	0.961	96.286
6	0.002705	0.059	0.979	98.067
7	0.003156	0.063	0.989	98.994
8	0.003607	0.068	0.994	99.476
9	0.004058	0.072	0.997	99.727
10	0.004509	0.076	0.998	99.858
11	0.00496	0.079	0.999	99.926
12	0.005411	0.083	1.000	99.961
13	0.005862	0.086	1.000	99.980
14	0.006312	0.090	1.000	99.989
15	0.006763	0.093	1.000	99.995
16	0.007214	0.096	1.000	99.997
17	0.007665	0.099	1.000	99.999
18	0.008116	0.102	1.000	99.999
19	0.008567	0.104	1.000	100.000
20	0.009018	0.107	1.000	100.000
21	0.009469	0.110	1.000	100.000
22	0.00992	0.112	1.000	100.000
23	0.010371	0.115	1.000	100.000
24	0.010821	0.117	1.000	100.000
25	0.011272	0.120	1.000	100.000
26	0.011723	0.122	1.000	100.000
27	0.012174	0.125	1.000	100.000
28	0.012625	0.127	1.000	100.000
29	0.013076	0.129	1.000	100.000
30	0.013527	0.131	1.000	100.000
31	0.013978	0.133	1.000	100.000
32	0.014429	0.136	1.000	100.000
33	0.014879	0.138	1.000	100.000
34	0.01533	0.140	1.000	100.000
35	0.015781	0.142	1.000	100.000

Data Perencanaan PVD			
S	:	1	m
D	:	1.13	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.08	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.246525	m2/minggu

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
1	0.000451	0.024	0.310	32.620
2	0.000902	0.034	0.523	53.957
3	0.001353	0.042	0.671	68.465
4	0.001804	0.048	0.773	78.376
5	0.002254	0.054	0.843	85.161
6	0.002705	0.059	0.892	89.811
7	0.003156	0.063	0.925	93.001
8	0.003607	0.068	0.948	95.191
9	0.004058	0.072	0.964	96.695
10	0.004509	0.076	0.975	97.728
11	0.00496	0.079	0.983	98.438
12	0.005411	0.083	0.988	98.926
13	0.005862	0.086	0.992	99.261
14	0.006312	0.090	0.994	99.492
15	0.006763	0.093	0.996	99.650
16	0.007214	0.096	0.997	99.759
17	0.007665	0.099	0.998	99.834
18	0.008116	0.102	0.999	99.886
19	0.008567	0.104	0.999	99.922
20	0.009018	0.107	0.999	99.946
21	0.009469	0.110	1.000	99.963
22	0.00992	0.112	1.000	99.974
23	0.010371	0.115	1.000	99.982
24	0.010821	0.117	1.000	99.988
25	0.011272	0.120	1.000	99.992
26	0.011723	0.122	1.000	99.994
27	0.012174	0.125	1.000	99.996
28	0.012625	0.127	1.000	99.997
29	0.013076	0.129	1.000	99.998
30	0.013527	0.131	1.000	99.999
31	0.013978	0.133	1.000	99.999
32	0.014429	0.136	1.000	99.999
33	0.014879	0.138	1.000	100.000
34	0.01533	0.140	1.000	100.000
35	0.015781	0.142	1.000	100.000

Data Perencanaan PVD			
S	:	1.1	m
D	:	1.243	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.18	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.246525	m2/minggu

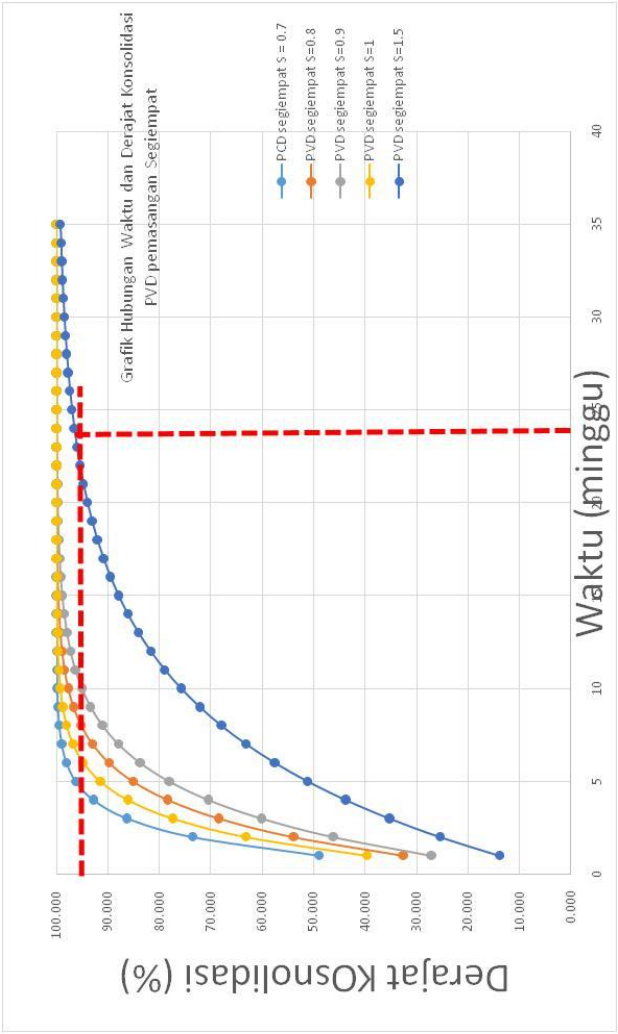
t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
1	0.000451	0.024	0.254	27.183
2	0.000902	0.034	0.443	46.228
3	0.001353	0.042	0.585	60.200
4	0.001804	0.048	0.690	70.506
5	0.002254	0.054	0.769	78.127
6	0.002705	0.059	0.828	83.770
7	0.003156	0.063	0.871	87.952
8	0.003607	0.068	0.904	91.054
9	0.004058	0.072	0.928	93.365
10	0.004509	0.076	0.947	95.063
11	0.00496	0.079	0.960	96.332
12	0.005411	0.083	0.970	97.274
13	0.005862	0.086	0.978	97.974
14	0.006312	0.090	0.983	98.494
15	0.006763	0.093	0.988	98.880
16	0.007214	0.096	0.991	99.167
17	0.007665	0.099	0.993	99.381
18	0.008116	0.102	0.995	99.540
19	0.008567	0.104	0.996	99.658
20	0.009018	0.107	0.997	99.745
21	0.009469	0.110	0.998	99.811
22	0.00992	0.112	0.998	99.859
23	0.010371	0.115	0.999	99.895
24	0.010821	0.117	0.999	99.922
25	0.011272	0.120	0.999	99.942
26	0.011723	0.122	1.000	99.957
27	0.012174	0.125	1.000	99.968
28	0.012625	0.127	1.000	99.976
29	0.013076	0.129	1.000	99.982
30	0.013527	0.131	1.000	99.987
31	0.013978	0.133	1.000	99.990
32	0.014429	0.136	1.000	99.993
33	0.014879	0.138	1.000	99.995
34	0.01533	0.140	1.000	99.996
35	0.015781	0.142	1.000	99.997

Data Perencanaan PVD			
S	:	0.9	m
D	:	1.017	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	1.98	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.246525	m2/minggu

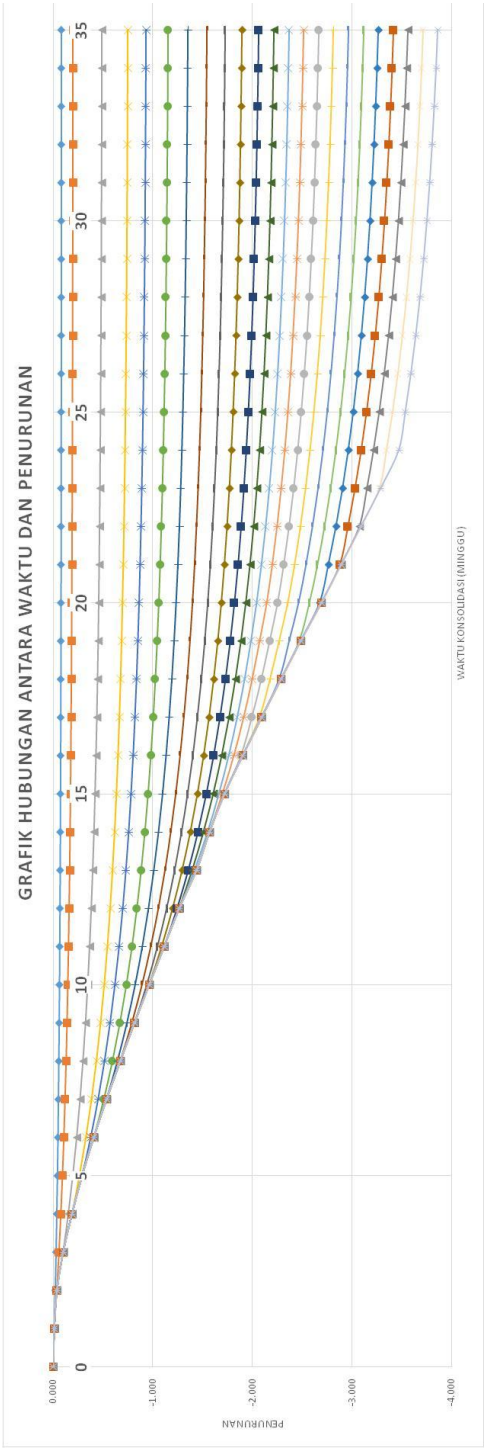
t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
1	0.000451	0.024	0.382	39.700
2	0.000902	0.034	0.618	63.126
3	0.001353	0.042	0.764	77.399
4	0.001804	0.048	0.854	86.130
5	0.002254	0.054	0.910	91.482
6	0.002705	0.059	0.944	94.766
7	0.003156	0.063	0.966	96.783
8	0.003607	0.068	0.979	98.022
9	0.004058	0.072	0.987	98.783
10	0.004509	0.076	0.992	99.251
11	0.00496	0.079	0.995	99.539
12	0.005411	0.083	0.997	99.717
13	0.005862	0.086	0.998	99.826
14	0.006312	0.090	0.999	99.893
15	0.006763	0.093	0.999	99.934
16	0.007214	0.096	1.000	99.959
17	0.007665	0.099	1.000	99.975
18	0.008116	0.102	1.000	99.985
19	0.008567	0.104	1.000	99.990
20	0.009018	0.107	1.000	99.994
21	0.009469	0.110	1.000	99.996
22	0.00992	0.112	1.000	99.998
23	0.010371	0.115	1.000	99.999
24	0.010821	0.117	1.000	99.999
25	0.011272	0.120	1.000	99.999
26	0.011723	0.122	1.000	100.000
27	0.012174	0.125	1.000	100.000
28	0.012625	0.127	1.000	100.000
29	0.013076	0.129	1.000	100.000
30	0.013527	0.131	1.000	100.000
31	0.013978	0.133	1.000	100.000
32	0.014429	0.136	1.000	100.000
33	0.014879	0.138	1.000	100.000
34	0.01533	0.140	1.000	100.000
35	0.015781	0.142	1.000	100.000

Data Perencanaan PVD			
S	:	1.5	m
D	:	1.695	m
t	:	1 minggu	
F(n)	:	2.49	
Cv	:	0.082175	m2/minggu
Ch	:	0.246525	m2/minggu

t	Tv	Uv	Uh	Utotal
minggu		%	%	%
1	0.000113	0.012	0.129	13.937
2	0.000225	0.017	0.241	25.409
3	0.000338	0.021	0.339	35.278
4	0.000451	0.024	0.424	43.808
5	0.000564	0.027	0.499	51.194
6	0.000676	0.029	0.563	57.599
7	0.000789	0.032	0.619	63.155
8	0.000902	0.034	0.669	67.978
9	0.001015	0.036	0.711	72.166
10	0.001127	0.038	0.749	75.804
11	0.00124	0.040	0.781	78.964
12	0.001353	0.042	0.809	81.710
13	0.001465	0.043	0.834	84.096
14	0.001578	0.045	0.855	86.170
15	0.001691	0.046	0.874	87.973
16	0.001804	0.048	0.890	89.540
17	0.001916	0.049	0.904	90.903
18	0.002029	0.051	0.917	92.088
19	0.002142	0.052	0.927	93.118
20	0.002254	0.054	0.937	94.014
21	0.002367	0.055	0.945	94.793
22	0.00248	0.056	0.952	95.471
23	0.002593	0.057	0.958	96.060
24	0.002705	0.059	0.964	96.572
25	0.002818	0.060	0.968	97.018
26	0.002931	0.061	0.972	97.406
27	0.003044	0.062	0.976	97.743
28	0.003156	0.063	0.979	98.037
29	0.003269	0.065	0.982	98.292
30	0.003382	0.066	0.984	98.514
31	0.003494	0.067	0.986	98.707
32	0.003607	0.068	0.988	98.875
33	0.00372	0.069	0.989	99.021
34	0.003833	0.070	0.991	99.148
35	0.003945	0.071	0.992	99.259


Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi
PVD pemasangan Segiempat
PCD segiempat S = 0.7
PVD segiempat S=0.8
PVD segiempat S=0.9
PVD segiempat S=1
PVD segiempat S=1.5
Derajat Konsolidasi (%)
Waktu (minggu)
100.000
90.000
80.000
70.000
60.000
50.000
40.000
30.000
20.000
10.000
0.000
0
5
10
15
30
35
40

t	U	Penurunan Yang Terjadi Pada Tahap (m)																			
		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	tahap 17	tahap 18	tahap 19	tahap 20	tahap 21
minggu	%	-0.082	-0.121	-0.293	-0.262	-0.184	-0.221	-0.207	-0.195	-0.185	-0.176	-0.169	-0.162	-0.156	-0.150	-0.145	-0.141	-0.136	-0.132	-0.129	-0.126	-0.123
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	13.937	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011	-0.011
2	25.409	-0.021	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038	-0.038
3	35.278	-0.029	-0.060	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101
4	43.808	-0.036	-0.079	-0.153	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190	-0.190
5	51.194	-0.042	-0.095	-0.199	-0.265	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291	-0.291
6	57.599	-0.047	-0.110	-0.238	-0.330	-0.377	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408
7	63.155	-0.052	-0.122	-0.272	-0.387	-0.452	-0.508	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537	-0.537
8	67.978	-0.056	-0.133	-0.302	-0.436	-0.516	-0.594	-0.647	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674	-0.674
9	72.166	-0.059	-0.142	-0.327	-0.478	-0.572	-0.669	-0.742	-0.792	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817	-0.817
10	75.804	-0.062	-0.150	-0.349	-0.515	-0.620	-0.734	-0.824	-0.893	-0.940	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965	-0.965
11	78.964	-0.065	-0.157	-0.369	-0.547	-0.663	-0.790	-0.896	-0.982	-1.047	-1.092	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115	-1.115
12	81.710	-0.067	-0.163	-0.385	-0.574	-0.699	-0.839	-0.958	-1.058	-1.139	-1.201	-1.244	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267	-1.267
13	84.096	-0.069	-0.168	-0.400	-0.598	-0.731	-0.881	-1.012	-1.125	-1.219	-1.296	-1.356	-1.397	-1.419	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440	-1.440
14	86.170	-0.071	-0.173	-0.413	-0.619	-0.759	-0.918	-1.059	-1.182	-1.289	-1.379	-1.453	-1.510	-1.549	-1.570	-1.570	-1.570	-1.570	-1.570	-1.570	-1.570	-1.570
15	87.973	-0.072	-0.177	-0.424	-0.638	-0.783	-0.950	-1.100	-1.232	-1.349	-1.451	-1.537	-1.608	-1.663	-1.701	-1.721	-1.721	-1.721	-1.721	-1.721	-1.721	-1.721
16	89.540	-0.074	-0.181	-0.433	-0.653	-0.803	-0.978	-1.135	-1.276	-1.402	-1.513	-1.610	-1.693	-1.761	-1.816	-1.884	-1.904	-1.904	-1.904	-1.904	-1.904	-1.904
17	90.903	-0.075	-0.184	-0.442	-0.667	-0.822	-1.002	-1.166	-1.314	-1.447	-1.567	-1.673	-1.767	-1.846	-1.914	-1.994	-2.074	-2.093	-2.093	-2.093	-2.093	-2.093
18	92.088	-0.076	-0.186	-0.449	-0.679	-0.837	-1.023	-1.193	-1.347	-1.487	-1.614	-1.729	-1.831	-1.920	-2.000	-2.090	-2.179	-2.269	-2.287	-2.287	-2.287	-2.287
19	93.118	-0.077	-0.188	-0.455	-0.690	-0.851	-1.042	-1.216	-1.375	-1.521	-1.655	-1.776	-1.886	-1.985	-2.074	-2.173	-2.271	-2.369	-2.467	-2.485	-2.485	-2.485
20	94.014	-0.077	-0.190	-0.461	-0.699	-0.863	-1.058	-1.236	-1.400	-1.551	-1.690	-1.818	-1.935	-2.041	-2.146	-2.252	-2.358	-2.464	-2.569	-2.675	-2.693	-2.693
21	94.793	-0.078	-0.192	-0.465	-0.706	-0.873	-1.071	-1.254	-1.422	-1.577	-1.721	-1.854	-1.977	-2.089	-2.201	-2.314	-2.426	-2.538	-2.651	-2.763	-2.875	-2.892
22	95.471	-0.079	-0.194	-0.469	-0.713	-0.882	-1.083	-1.269	-1.440	-1.600	-1.748	-1.886	-2.013	-2.131	-2.249	-2.367	-2.485	-2.603	-2.721	-2.839	-2.957	-3.075
23	96.060	-0.079	-0.195	-0.473	-0.719	-0.890	-1.094	-1.282	-1.457	-1.620	-1.771	-1.913	-2.045	-2.168	-2.291	-2.414	-2.537	-2.660	-2.782	-2.905	-3.028	-3.151
24	96.572	-0.079	-0.196	-0.476	-0.724	-0.897	-1.103	-1.294	-1.471	-1.637	-1.792	-1.937	-2.073	-2.200	-2.327	-2.454	-2.581	-2.709	-2.836	-2.963	-3.090	-3.217
25	97.018	-0.080	-0.197	-0.479	-0.729	-0.903	-1.111	-1.304	-1.483	-1.651	-1.809	-1.958	-2.097	-2.228	-2.359	-2.489	-2.620	-2.751	-2.882	-3.013	-3.144	-3.274
26	97.406	-0.080	-0.198	-0.481	-0.733	-0.908	-1.118	-1.312	-1.494	-1.664	-1.825	-1.976	-2.118	-2.252	-2.386	-2.520	-2.654	-2.788	-2.922	-3.056	-3.190	-3.324
27	97.743	-0.080	-0.199	-0.483	-0.736	-0.912	-1.124	-1.320	-1.503	-1.676	-1.838	-1.991	-2.136	-2.273	-2.410	-2.547	-2.683	-2.820	-2.957	-3.094	-3.231	-3.368
28	98.037	-0.081	-0.199	-0.485	-0.739	-0.916	-1.129	-1.327	-1.512	-1.685	-1.850	-2.005	-2.152	-2.291	-2.430	-2.570	-2.709	-2.848	-2.988	-3.127	-3.266	-3.406
29	98.292	-0.081	-0.200	-0.487	-0.742	-0.920	-1.133	-1.332	-1.519	-1.694	-1.860	-2.017	-2.165	-2.307	-2.448	-2.590	-2.731	-2.873	-3.014	-3.156	-3.297	-3.438
30	98.514	-0.081	-0.200	-0.488	-0.744	-0.923	-1.137	-1.337	-1.525	-1.701	-1.868	-2.027	-2.177	-2.321	-2.464	-2.607	-2.751	-2.894	-3.037	-3.180	-3.324	-3.467
31	98.707	-0.081	-0.201	-0.489	-0.746	-0.925	-1.141	-1.342	-1.530	-1.708	-1.876	-2.036	-2.188	-2.333	-2.478	-2.622	-2.767	-2.912	-3.057	-3.202	-3.347	-3.492
32	98.875	-0.081	-0.201	-0.490	-0.748	-0.927	-1.144	-1.345	-1.535	-1.713	-1.883	-2.044	-2.197	-2.343	-2.489	-2.636	-2.782	-2.928	-3.074	-3.221	-3.367	-3.513
33	99.021	-0.081	-0.202	-0.491	-0.749	-0.929	-1.146	-1.349	-1.539	-1.718	-1.888	-2.050	-2.205	-2.352	-2.500	-2.647	-2.795	-2.942	-3.090	-3.237	-3.385	-3.532
34	99.148	-0.082	-0.202	-0.492	-0.750	-0.931	-1.149	-1.352	-1.542	-1.722	-1.893	-2.056	-2.212	-2.360	-2.509	-2.657	-2.806	-2.954	-3.103	-3.251	-3.400	-3.548
35	99.259	-0.082	-0.202	-0.493	-0.751	-0.933	-1.151	-1.354	-1.545	-1.726	-1.898	-2.061	-2.217	-2.367	-2.516	-2.666	-2.815	-2.965	-3.114	-3.264	-3.413	-3.563


GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
PENURUNAN
0.000
-1.000
-2.000
-3.000
-4.000
WAKTU KONSOLIDASI (MINGGU)
0
5
10
15
20
25
30
35

Derajat Konsolidasi U 100%

Kedalaman			Po'	σ1'	σ2'	σ3'	σ4'	σ5'	σ6'	σ7'	σ8'	σ9'	σ10'	σ11'	σ12'	σ13'	σ14'	σ15'	σ16'	σ17'	σ18'	σ19'	σ20'	σ21'	σ22'	σ23'
			(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)
			H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H = 4.5 m	H = 5 m	H = 5.5 m	H = 6 m	H = 6.5 m	H = 7 m	H = 7.5 m	H = 8 m	H = 8.5 m	H = 9.0 m	H = 9.5 m	H = 10 m	H = 10.5 m	H = 11 m	H = 11.5 m
-	-	1.00	0.28	0.78	1.28	1.78	2.28	2.78	3.28	3.77	4.27	4.77	5.27	5.77	6.27	6.77	7.27	7.77	8.27	8.76	9.26	9.76	10.26	10.76	11.26	11.76
1.00	-	2.00	0.84	1.34	1.84	2.33	2.83	3.33	3.83	4.32	4.82	5.32	5.81	6.31	6.81	7.31	7.80	8.30	8.80	9.30	9.79	10.29	10.79	11.29	11.78	12.28
2.00	-	3.00	1.40	1.90	2.39	2.89	3.39	3.88	4.38	4.87	5.37	5.86	6.36	6.85	7.35	7.85	8.34	8.84	9.33	9.83	10.32	10.82	11.31	11.81	12.30	12.80
3.00	-	4.00	2.58	3.08	3.57	4.06	4.56	5.05	5.54	6.04	6.53	7.03	7.52	8.01	8.51	9.00	9.49	9.99	10.48	10.98	11.47	11.96	12.46	12.95	13.44	13.94
4.00	-	5.00	3.32	3.81	4.30	4.79	5.29	5.78	6.27	6.76	7.25	7.75	8.24	8.73	9.22	9.71	10.21	10.70	11.19	11.68	12.17	12.67	13.16	13.65	14.14	14.63
5.00	-	6.00	4.06	4.55	5.04	5.53	6.02	6.51	7.00	7.49	7.98	8.47	8.96	9.45	9.94	10.43	10.92	11.41	11.90	12.39	12.88	13.37	13.86	14.35	14.84	15.33
6.00	-	7.00	3.23	3.72	4.21	4.70	5.19	5.67	6.16	6.65	7.14	7.63	8.12	8.60	9.09	9.58	10.07	10.56	11.04	11.53	12.02	12.51	13.00	13.49	13.97	14.46
7.00	-	8.00	3.73	4.22	4.70	5.19	5.68	6.16	6.65	7.13	7.62	8.11	8.59	9.08	9.57	10.05	10.54	11.03	11.51	12.00	12.49	12.97	13.46	13.95	14.43	14.92
8.00	-	9.00	4.23	4.71	5.20	5.68	6.17	6.65	7.13	7.62	8.10	8.59	9.07	9.56	10.04	10.53	11.01	11.50	11.98	12.47	12.95	13.44	13.92	14.40	14.89	15.37
9.00	-	10.00	4.57	5.06	5.54	6.02	6.51	6.99	7.47	7.95	8.44	8.92	9.40	9.89	10.37	10.85	11.33	11.82	12.30	12.78	13.27	13.75	14.23	14.71	15.20	15.68
10.00	-	11.00	5.06	5.54	6.02	6.50	6.98	7.46	7.94	8.42	8.90	9.39	9.87	10.35	10.83	11.31	11.79	12.27	12.75	13.23	13.71	14.20	14.68	15.16	15.64	16.12
11.00	-	12.00	5.54	6.02	6.50	6.98	7.45	7.93	8.41	8.89	9.37	9.85	10.33	10.81	11.29	11.77	12.25	12.73	13.21	13.69	14.16	14.64	15.12	15.60	16.08	16.56
12.00	-	13.00	7.82	8.30	8.77	9.25	9.73	10.21	10.68	11.16	11.64	12.12	12.59	13.07	13.55	14.03	14.50	14.98	15.46	15.94	16.41	16.89	17.37	17.85	18.32	18.80
13.00	-	14.00	8.44	8.92	9.40	9.87	10.35	10.82	11.30	11.77	12.25	12.73	13.20	13.68	14.15	14.63	15.10	15.58	16.06	16.53	17.01	17.48	17.96	18.43	18.91	19.39
14.00	-	15.00	9.07	9.54	10.02	10.49	10.97	11.44	11.91	12.39	12.86	13.33	13.81	14.28	14.76	15.23	15.70	16.18	16.65	17.13	17.60	18.07	18.55	19.02	19.50	19.97
15.00	-	16.00	8.58	9.05	9.52	10.00	10.47	10.94	11.41	11.88	12.36	12.83	13.30	13.77	14.24	14.72	15.19	15.66	16.13	16.61	17.08	17.55	18.02	18.49	18.97	19.44
16.00	-	17.00	9.13	9.60	10.07	10.54	11.01	11.48	11.95	12.42	12.90	13.37	13.84	14.31	14.78	15.25	15.72	16.19	16.66	17.13	17.60	18.07	18.54	19.01	19.48	19.95
17.00	-	18.00	9.69	10.15	10.62	11.09	11.56	12.03	12.50	12.97	13.43	13.90	14.37	14.84	15.31	15.78	16.25	16.71	17.18	17.65	18.12	18.59	19.06	19.52	19.99	20.46
18.00	-	19.00	10.69	11.15	11.62	12.09	12.55	13.02	13.49	13.95	14.42	14.89	15.35	15.82	16.29	16.75	17.22	17.69	18.15	18.62	19.09	19.55	20.02	20.49	20.95	21.42
19.00	-	20.00	11.26	11.73	12.19	12.66	13.12	13.59	14.05	14.52	14.98	15.45	15.91	16.38	16.84	17.31	17.77	18.24	18.70	19.17	19.63	20.10	20.56	21.03	21.49	21.96
20.00	-	21.00	11.84	12.31	12.77	13.23	13.69	14.16	14.62	15.08	15.55	16.01	16.47	16.94	17.40	17.86	18.33	18.79	19.25	19.72	20.18	20.64	21.11	21.57	22.03	22.50
21.00	-	22.00	10.87	11.34	11.80	12.26	12.72	13.18	13.64	14.10	14.57	15.03	15.49	15.95	16.41	16.87	17.33	17.80	18.26	18.72	19.18	19.64	20.10	20.56	21.03	21.49
22.00	-	23.00	11.38	11.84	12.30	12.76	13.22	13.68	14.14	14.60	15.06	15.52	15.98	16.44	16.90	17.36	17.82	18.28	18.73	19.19	19.65	20.11	20.57	21.03	21.49	21.95
23.00	-	24.00	11.89	12.34	12.80	13.26	13.72	14.18	14.63	15.09	15.55	16.01	16.46	16.92	17.38	17.84	18.30	18.75	19.21	19.67	20.13	20.59	21.04	21.50	21.96	22.42
24.00	-	25.00	17.27	17.72	18.18	18.63	19.09	19.55	20.00	20.46	20.92	21.37	21.83	22.28	22.74	23.20	23.65	24.11	24.56	25.02	25.48	25.93	26.39	26.84	27.30	27.76
25.00	-	26.00	17.97	18.43	18.88	19.33	19.79	20.24	20.70	21.15	21.61	22.06	22.51	22.97	23.42	23.88	24.33	24.79	25.24	25.69	26.15	26.60	27.06	27.51	27.97	28.42
26.00	-	27.00	18.68	19.13	19.58	20.03	20.49	20.94	21.39	21.84	22.30	22.75	23.20	23.65	24.11	24.56	25.01	25.46	25.92	26.37	26.82	27.27	27.73	28.18	28.63	29.08

Kedalaman (m)			Po'	Δσ1'	Δσ2'	Δσ3'	Δσ4'	Δσ5'	Δσ6'	Δσ7'	Δσ8'	Δσ9'	Δσ10'	Δσ11'	Δσ12'	Δσ13'	Δσ14'	Δσ15'	Δσ16'	Δσ17'	Δσ18'	Δσ19'	Δσ20'	Δσ21'	Δσ22'	Δσ23'	Total	
			(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	t/m^2	kg/cm^2
H timb.			H = 0 m	H = 0.5 m	H = 1 m	H = 1.5 m	H = 2 m	H = 2.5 m	H = 3 m	H = 3.5 m	H = 4 m	H= 4.5 m	H = 5 m	H = 5.5 m	H = 6 m	H = 6.5 m	H = 7 m	H = 7.5 m	H = 8 m	H = 8.5 m	H = 9.0 m	H = 9.5 m	H = 10 m	H = 10.5 m	H = 11 m	H = 11.5 m		
Umur Timb.			-	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
U (%)				96.060	95.471	94.793	94.014	93.118	92.088	90.903	89.540	87.973	86.170	84.096	81.710	78.964	75.804	72.166	67.978	63.155	57.599	51.194	43.808	35.278	25.409	13.937		
-	-	1.000	0.281	0.468	0.471	0.469	0.466	0.461	0.457	0.451	0.444	0.436	0.427	0.417	0.405	0.391	0.375	0.357	0.336	0.312	0.284	0.252	0.216	0.173	0.125	0.068	8.540	0.866
1.000	-	2.000	0.842	0.473	0.471	0.468	0.465	0.460	0.455	0.450	0.443	0.435	0.426	0.415	0.403	0.390	0.374	0.356	0.335	0.311	0.283	0.252	0.215	0.173	0.124	0.068	9.087	0.922
2.000	-	3.000	1.403	0.473	0.471	0.467	0.464	0.459	0.454	0.448	0.441	0.434	0.425	0.414	0.402	0.389	0.373	0.355	0.334	0.310	0.282	0.251	0.214	0.172	0.124	0.068	9.627	0.976
3.000	-	4.000	2.582	0.473	0.470	0.466	0.463	0.458	0.453	0.447	0.440	0.432	0.423	0.413	0.401	0.388	0.372	0.354	0.333	0.309	0.282	0.250	0.214	0.172	0.124	0.068	10.786	1.094
4.000	-	5.000	3.319	0.471	0.468	0.465	0.461	0.457	0.452	0.446	0.439	0.431	0.422	0.412	0.400	0.386	0.371	0.353	0.332	0.308	0.281	0.249	0.213	0.171	0.123	0.068	11.498	1.166
5.000	-	6.000	4.057	0.470	0.467	0.463	0.460	0.455	0.450	0.444	0.437	0.430	0.421	0.410	0.399	0.385	0.369	0.352	0.331	0.307	0.280	0.249	0.213	0.171	0.123	0.067	12.209	1.238
6.000	-	7.000	3.233	0.468	0.465	0.462	0.458	0.453	0.448	0.442	0.436	0.428	0.419	0.409	0.397	0.383	0.368	0.350	0.330	0.306	0.279	0.248	0.212	0.170	0.122	0.067	11.350	1.151
7.000	-	8.000	3.730	0.466	0.463	0.460	0.456	0.452	0.447	0.441	0.434	0.426	0.417	0.407	0.396	0.382	0.367	0.349	0.328	0.305	0.278	0.247	0.211	0.170	0.122	0.067	11.820	1.199
8.000	-	9.000	4.227	0.465	0.462	0.458	0.454	0.450	0.445	0.439	0.433	0.425	0.416	0.406	0.394	0.381	0.365	0.348	0.327	0.304	0.277	0.246	0.210	0.169	0.122	0.067	12.289	1.246
9.000	-	10.000	4.574	0.463	0.460	0.457	0.453	0.448	0.443	0.438	0.431	0.423	0.415	0.404	0.393	0.379	0.364	0.346	0.326	0.303	0.276	0.245	0.209	0.169	0.121	0.066	12.608	1.279
10.000	-	11.000	5.056	0.461	0.458	0.455	0.451	0.447	0.442	0.436	0.429	0.422	0.413	0.403	0.391	0.378	0.363	0.345	0.325	0.302	0.275	0.244	0.209	0.168	0.121	0.066	13.061	1.325
11.000	-	12.000	5.537	0.460	0.457	0.453	0.450	0.445	0.440	0.435	0.428	0.420	0.412	0.402	0.390	0.377	0.362	0.344	0.324	0.301	0.274	0.243	0.208	0.167	0.120	0.066	13.515	1.371
12.000	-	13.000	7.818	0.458	0.455	0.452	0.448	0.444	0.439	0.433	0.427	0.419	0.410	0.400	0.389	0.376	0.361	0.343	0.323	0.300	0.273	0.243	0.208	0.167	0.120	0.066	15.773	1.600
13.000	-	14.000	8.444	0.457	0.454	0.450	0.447	0.442	0.437	0.432	0.425	0.418	0.409	0.399	0.388	0.374	0.359	0.342	0.322	0.299	0.272	0.242	0.207	0.166	0.120	0.066	16.370	1.660
14.000	-	15.000	9.069	0.455	0.452	0.449	0.445	0.441	0.436	0.430	0.424	0.416	0.407	0.397	0.386	0.373	0.358	0.341	0.321	0.298	0.271	0.241	0.206	0.166	0.119	0.065	16.966	1.721
15.000	-	16.000	8.579	0.453	0.450	0.447	0.443	0.439	0.434	0.428	0.422	0.414	0.406	0.396	0.385	0.372	0.357	0.339	0.319	0.297	0.270	0.240	0.205	0.165	0.119	0.065	16.445	1.668
16.000	-	17.000	9.133	0.451	0.449	0.445	0.442	0.437	0.432	0.427	0.420	0.413	0.404	0.394	0.383	0.370	0.355	0.338	0.318	0.296	0.269	0.239	0.205	0.165	0.118	0.065	16.969	1.721
17.000	-	18.000	9.686	0.450	0.447	0.444	0.440	0.436	0.431	0.425	0.419	0.411	0.403	0.393	0.382	0.369	0.354	0.337	0.317	0.294	0.268	0.238	0.204	0.164	0.118	0.065	17.493	1.774
18.000	-	19.000	10.687	0.448	0.445	0.442	0.438	0.434	0.429	0.424	0.417	0.410	0.401	0.392	0.380	0.367	0.353	0.336	0.316	0.293	0.267	0.238	0.203	0.163	0.118	0.064	18.465	1.873
19.000	-	20.000	11.264	0.446	0.443	0.440	0.437	0.432	0.428	0.422	0.416	0.408	0.400	0.390	0.379	0.366	0.351	0.334	0.315	0.292	0.266	0.237	0.202	0.163	0.117	0.064	19.014	1.928
20.000	-	21.000	11.842	0.445	0.442	0.439	0.435	0.431	0.426	0.420	0.414	0.407	0.398	0.389	0.378	0.365	0.350	0.333	0.314	0.291	0.265	0.235	0.202	0.162	0.117	0.064	19.563	1.984
21.000	-	22.000	10.874	0.443	0.440	0.437	0.433	0.429	0.424	0.419	0.412	0.405	0.397	0.387	0.376	0.363	0.349	0.332	0.312	0.290	0.264	0.235	0.201	0.162	0.116	0.064	18.565	1.883
22.000	-	23.000	11.380	0.441	0.438	0.435	0.432	0.428	0.423	0.417	0.411	0.404	0.395	0.386	0.375	0.362	0.347	0.331	0.311	0.289	0.263	0.234	0.200	0.161	0.116	0.063	19.042	1.931
23.000	-	24.000	11.886	0.440	0.437	0.434	0.430	0.426	0.421	0.416	0.409	0.402	0.394	0.384	0.373	0.361	0.346	0.329	0.310	0.288	0.262	0.233	0.199	0.160	0.115	0.063	19.519	1.980
24.000	-	25.000	17.266	0.438	0.435	0.432	0.429	0.424	0.420	0.414	0.408	0.401	0.392	0.383	0.372	0.359	0.345	0.328	0.309	0.287	0.262	0.233	0.199	0.160	0.115	0.063	24.875	2.523
25.000	-	26.000	17.971	0.436	0.434	0.430	0.427	0.423	0.418	0.413	0.406	0.399	0.391	0.381	0.371	0.358	0.344	0.327	0.308	0.286	0.261	0.232	0.198	0.159	0.115	0.063	25.550	2.591
26.000	-	27.000	18.676	0.435	0.432	0.429	0.425	0.421	0.416	0.411	0.405	0.398	0.389	0.380	0.369	0.357	0.342	0.326	0.307	0.285	0.260	0.231	0.197	0.159	0.114	0.063	26.225	2.660

Kedalaman			PI	Cu lama		Cu baru		
						per lapisan	rata2	rata2
				t/m^2	kg/cm^2	Kg/cm^2		kpa
0	-	1	39.260	0.105	0.0107	0.1838		
1	-	2	39.260	0.105	0.0107	0.1908		
2	-	3	39.260	0.105	0.0107	0.1978		
3	-	4	37.190	0.105	0.0107	0.2163		
4	-	5	37.190	0.105	0.0107	0.2258		
5	-	6	37.190	0.105	0.0107	0.2352	0.223	21.912
6	-	7	42.240	0.315	0.0321	0.2145		
7	-	8	42.240	0.315	0.0321	0.2203		
8	-	9	42.240	0.315	0.0321	0.2261		
9	-	10	40.230	0.315	0.0321	0.2342		
10	-	11	40.230	0.315	0.0321	0.2400		
11	-	12	40.230	0.315	0.0321	0.2458		
12	-	13	40.320	0.526	0.0536	0.2743		
13	-	14	40.320	0.526	0.0536	0.2819		
14	-	15	40.320	0.526	0.0536	0.2895		
15	-	16	40.110	0.631	0.0643	0.2834		
16	-	17	40.110	0.631	0.0643	0.2901	0.302	29.584
17	-	18	40.110	0.631	0.0643	0.2968		
18	-	19	38.520	0.631	0.0643	0.3139		
19	-	20	38.520	0.631	0.0643	0.3211		
20	-	21	38.520	0.631	0.0643	0.3282		
21	-	22	40.080	0.631	0.0643	0.3105		
22	-	23	40.080	0.631	0.0643	0.3166		
23	-	24	40.080	0.631	0.0643	0.3227		
24	-	25	41.660	0.631	0.0643	0.3846	0.364	35.664
25	-	26	41.660	0.631	0.0643	0.3931		
26	-	27	41.660	0.631	0.0643	0.4015		

Desain Geotextile

T Ultimite	=	600	KN/m'
SFID	=	1.1	(1.1-1.5)
SFCR	=	2	(1.5-2.0)
SFCD	=	1.1	(1.0-1.5)
SFBD	=	1.1	(1.0-1.3)
T All	=	225.39	KN/m'

Tabel 2.12 Harga FS Menurut Kegunaan

Kegunaan	FS_{ID}	FS_{CR}	FS_{CD}	FS_{BD}
Dinding Penahan	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Timbunan	1,1 - 2,0	2,0 - 3,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Daya Dukung	1,1 - 2,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Overlay Pav.	1,1 - 1,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,1
Stabilitas Talud	1,1 - 1,5	1,5 - 2,0	1,0 - 1,5	1,0 - 1,3
Unpaved Road	1,1 - 2,0	1,5 - 2,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2
Pemisah	1,1 - 2,5	1,0 - 1,2	1,0 - 1,5	1,0 - 1,2

Perhitungan Geotextile

SF	=	0.93	
X koord	=	24.00	meter
Y koord	=	51.00	meter
R	=	33.84	meter
Mres	=	39,959.00	KNm
H Timbunan	=	7.50	meter
M Dorong	=	42,823.00	KNm
SF Rencana	=	1.50	
MRes2	=	64,234.50	KNm
DMr	=	24,275.50	KNm
Koord Dasar Timbunan		27.00	
koored pemasangan geotext awal		27.00	
Jarak pemasangan geotextile		1	**meter**

Lapisan geotextile	kuat tarik all geotextile (KNm')	Jarak Titik pusat longsor dengan geotextile	Sisa timbunan	Momen penahan yang dihasilkan geotextile	Mres kumulatif	Keterangan
1	225.39	24.00	6.50	5,409.47	5,409.47	Tidak Memenuhi
2	225.39	23.00	5.50	5,184.07	10,593.54	Tidak Memenuhi
3	225.39	22.00	4.50	4,958.68	15,552.22	Tidak Memenuhi
4	225.39	21.00	3.50	4,733.28	20,285.50	Tidak Memenuhi
5	225.39	20.00	2.50	4,507.89	24,793.39	Memenuhi
6	225.39	19.00	1.50	4,282.49	29,075.88	Memenuhi

Lapisan geotextile	Kuat tarik all geotextile	Ti (m)	M Geotextile (KNm)	n	Mres kumulatif (KNm)	Keterangan	Hi	σv	τ1	τ2	Le		Le pakai	Ld	Lo	Sv	Ltot	Ltot pakai'
							m	t/m2										
1	225.39	24.00	5,409.47	1	5,409.47	Tidak Memenuhi	6.500	11.700	6.755	8.960	2.689	3.000	3.000	50	1.50	1	55.50	56.00
2		23.00	5,184.07	1	10,593.54	Tidak Memenuhi	5.500	9.900	5.716	5.716	3.697	4.000	4.000	47	2.00	1	54.00	54.00
3		22.00	4,958.68	1	15,552.22	Tidak Memenuhi	4.500	8.100	4.677	4.677	4.518	5.000	5.000	45	2.50	1	53.50	54.00
4		21.00	4,733.28	1	20,285.50	Tidak Memenuhi	3.500	6.300	3.637	3.637	5.809	6.000	6.000	42	3.00	1	52.00	52.00
5		20.00	4,507.89	1	24,793.39	Memenuhi	2.500	4.500	2.598	2.598	8.133	9.000	9.000	40	4.50	1	54.50	55.00
6		19.00	4,282.49	1	29,075.88	Memenuhi	1.500	2.700	1.559	1.559	13.555	14.000	14.000	0	7.00	1	22.00	22.00

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	8.5 m		

Q Watertank	=	4.5 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	8.5	8.48	8.48	8.76	0.23385	0.233853	8.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	8.5	8.45	8.45	9.30	0.19257	0.43730	9.29597	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	8.5	8.42	8.42	9.83	0.16713	0.61531	9.82709	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	8.5	8.39	8.39	10.98	0.1235	0.74968	10.9751	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	8.5	8.36	8.36	11.68	0.10988	0.87043	11.682	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	8.5	8.33	8.33	12.39	0.09907	0.98037	12.3886	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	8.5	8.30	8.30	11.53	0.11854	1.10977	11.5332	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	8.5	8.27	8.27	12.00	0.11017	1.23082	11.9994	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	8.5	8.24	8.24	12.47	0.10293	1.34462	12.4659	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	8.5	8.21	8.21	12.78	0.09563	1.45112	12.7825	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	8.5	8.18	8.18	13.23	0.09013	1.55212	13.2338	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	8.5	8.15	8.15	13.69	0.08522	1.64821	13.6853	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	8.5	8.12	8.12	15.94	0.06786	1.72694	15.9365	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	8.5	8.09	8.09	16.53	0.06423	1.80204	16.5317	>	9.83393

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	ɣ :	1 t/m3
H :	9.5 m		

Q Watertank	=	5.5 t/m2
H	=	5.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m
ɣw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	ɣ sat	ɣw	ɣ'	P'o	ΔPf	P'c	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	9.5	9.48	9.48	9.76	0.24726	0.24726	9.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	9.5	9.45	9.45	10.29	0.20521	0.46209	10.2906	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	9.5	9.41	9.41	10.82	0.17908	0.65078	10.8181	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	9.5	9.38	9.38	11.96	0.13344	0.79383	11.9625	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	9.5	9.35	9.35	12.67	0.11921	0.92265	12.6658	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	9.5	9.31	9.31	13.37	0.10785	1.04012	13.3688	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	9.5	9.28	9.28	12.51	0.12858	1.17831	12.5098	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	9.5	9.24	9.24	12.97	0.11981	1.30773	12.9723	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	9.5	9.21	9.21	13.44	0.11218	1.42952	13.4352	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	9.5	9.17	9.17	13.75	0.10438	1.54351	13.7482	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	9.5	9.14	9.14	14.20	0.09857	1.65169	14.1959	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	9.5	9.11	9.11	14.64	0.09336	1.75466	14.6439	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	9.5	9.07	9.07	16.89	0.0748	1.83907	16.8916	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	9.5	9.04	9.04	17.48	0.0709	1.91958	17.4832	>	9.83393

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	10.5 m		

Q Watertank	=	6.5 t/m2
H	=	6.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m
γw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	$P_o'+\Delta P$	Sc		$P_o'+2\Delta P$		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	10.5	10.48	10.48	10.76	0.25937	0.25937	10.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	10.5	10.44	10.44	11.29	0.21669	0.48607	11.2852	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	10.5	10.41	10.41	11.81	0.18998	0.68606	11.8092	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	10.5	10.37	10.37	12.95	0.14259	0.83866	12.95	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	10.5	10.33	10.33	13.65	0.12784	0.97651	13.6497	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	10.5	10.29	10.29	14.35	0.11602	1.10254	14.349	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	10.5	10.25	10.25	13.49	0.13787	1.25043	13.4863	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	10.5	10.22	10.22	13.95	0.12875	1.38918	13.9452	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	10.5	10.18	10.18	14.40	0.12079	1.51999	14.4045	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	10.5	10.14	10.14	14.71	0.11254	1.64254	14.7139	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	10.5	10.10	10.10	15.16	0.10645	1.759	15.1581	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	10.5	10.07	10.07	15.60	0.10098	1.86999	15.6025	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	10.5	10.03	10.03	17.85	0.08136	1.96136	17.8466	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	10.5	9.99	9.99	18.43	0.07722	2.0486	18.4347	>	9.83393

DATA TIMBUNAN				
GEOMETRI			PARAMETER	
B1	:	176.5 m	γ :	1 t/m3
H	:	11.5 m		

Q Watertank	=	7.5 t/m2
H	=	7.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tan :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc			Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	11.5	11.48	11.48	11.76	0.2704	0.270	11.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	11.5	11.44	11.44	12.28	0.22719	0.507	12.2798	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	11.5	11.40	11.40	12.80	0.2	0.717	12.8002	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	11.5	11.36	11.36	13.94	0.15107	0.878	13.9375	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	11.5	11.31	11.31	14.63	0.13587	1.023	14.6336	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	11.5	11.27	11.27	15.33	0.12364	1.157	15.3292	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	11.5	11.23	11.23	14.46	0.14651	1.313	14.4629	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	11.5	11.19	11.19	14.92	0.13708	1.460	14.9181	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	11.5	11.15	11.15	15.37	0.12884	1.598	15.3737	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	11.5	11.11	11.11	15.68	0.12019	1.728	15.6795	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	11.5	11.06	11.06	16.12	0.11385	1.852	16.1202	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	11.5	11.02	11.02	16.56	0.10815	1.969	16.5611	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	11.5	10.98	10.98	18.80	0.08758	2.067	18.8017	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	11.5	10.94	10.94	19.39	0.08322	2.160	19.3862	>	9.83393

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	12.5 m		

Q Watertank	=	8.5 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m
γw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	12.5	12.48	12.48	12.76	0.28053	0.281	12.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	12.5	12.43	12.43	13.27	0.23688	0.527	13.2744	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	12.5	12.39	12.39	13.79	0.20928	0.745	13.7913	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	12.5	12.34	12.34	14.92	0.15897	0.914	14.925	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	12.5	12.30	12.30	15.62	0.14338	1.067	15.6174	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	12.5	12.25	12.25	16.31	0.13079	1.207	16.3094	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	12.5	12.21	12.21	15.44	0.15459	1.371	15.4394	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	12.5	12.16	12.16	15.89	0.14489	1.525	15.891	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	12.5	12.12	12.12	16.34	0.1364	1.671	16.343	>	5.61715
j	1	0.5	9.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	4.5741816	1.39	5.96418	176.5	18.5789	86.9191	173.838	0.96577	12.5	12.07	12.07	16.65	0.12737	1.808	16.6452	>	5.96418
k	1	0.5	10.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.0556744	1.39	6.44567	176.5	16.8095	86.5955	173.191	0.96217	12.5	12.03	12.03	17.08	0.12082	1.938	17.0823	>	6.44567
l	1	0.5	11.5	0.73	0.091	1.624	1.48	1	0.481	5.5371672	1.39	6.92717	176.5	15.3478	86.2721	172.544	0.95858	12.5	11.98	11.98	17.52	0.11491	2.062	17.5197	>	6.92717
m	1	0.5	12.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	7.81845	1.39	9.20845	176.5	14.12	85.949	171.898	0.95499	12.5	11.94	11.94	19.76	0.09349	2.165	19.7568	>	9.20845
n	1	0.5	13.5	0.71	0.089	1.592	1.63	1	0.625	8.443926	1.39	9.83393	176.5	13.0741	85.6261	171.252	0.9514	12.5	11.89	11.89	20.34	0.08894	2.263	20.3377	>	9.83393

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	1.80	1.92	2.05	2.16	2.26

y +	0.0033 x2	-0.1588 x	=	1.1513
y		-1 x	=	-4
	0.0033 x2	0.8412 x	=	5.1513

x	=	5.98331
cek		
5.1513	=	5.151300

Y (sc) = 2.00
HF = 4.00 m

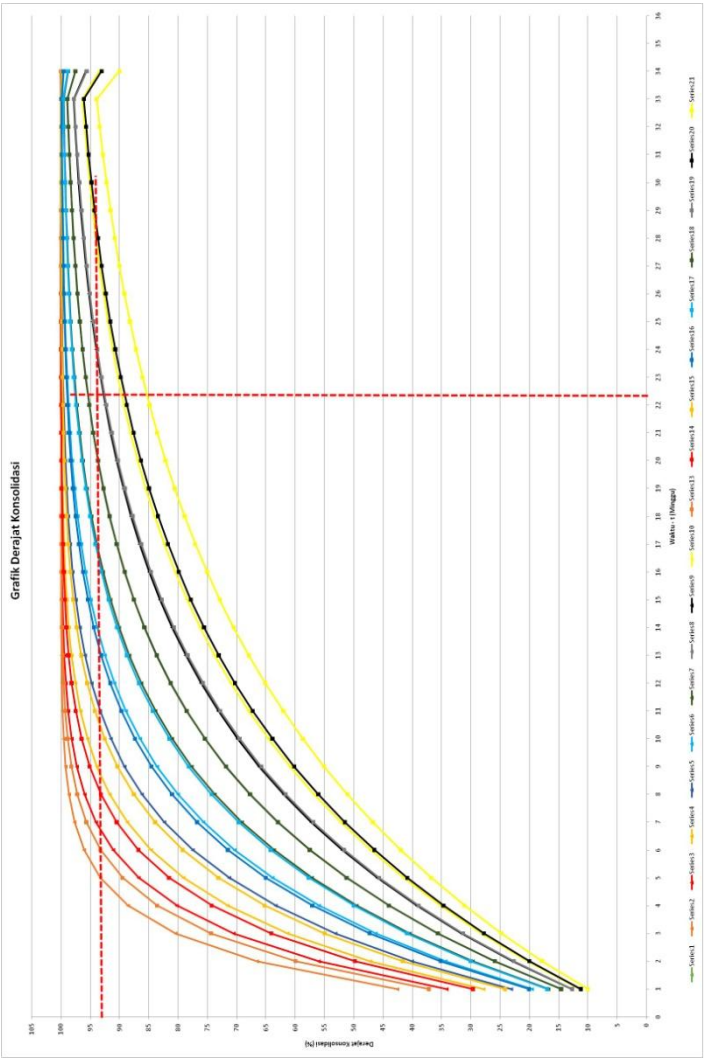
H	=	5.98331	(dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	4	m
Hr total	=	9.983	(dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		10	

Total Penurunan yang terjadi = 2.00 m

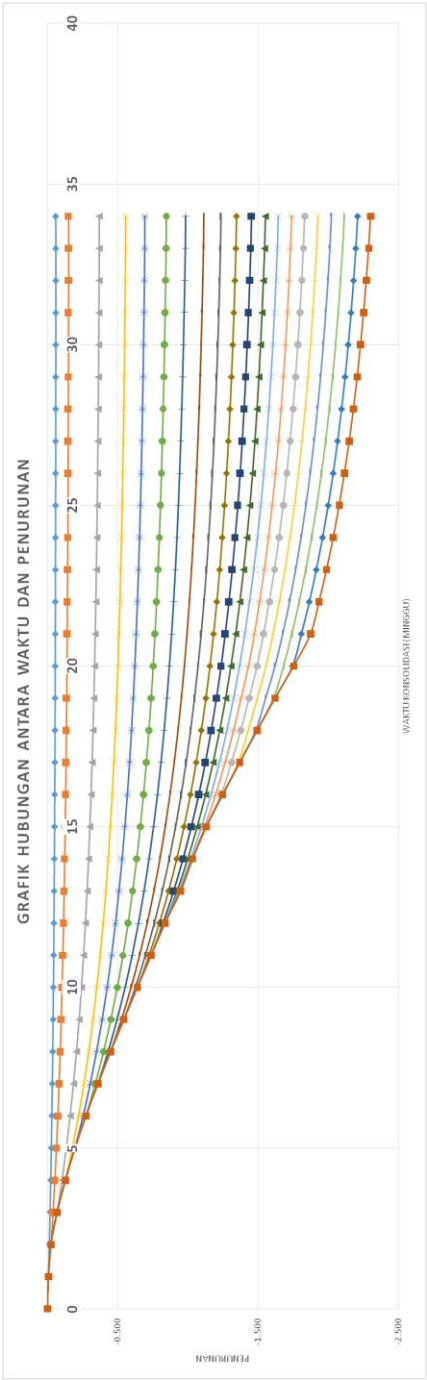
Sc (90%) = 1.8 m

No.	Waktu (t)	Cv gab	F.waktu	Uv	Uv	Sc
	tahun	m^2/tahun	Tv	0 - 60%	> 60%	m
1	1	4.358	0.024	17.45	23.57	0.3490
2	25	4.289	0.588	86.55	81.02	1.6204
3	50	4.289	1.177	122.40	95.56	1.9111
4	75	4.857	1.999	159.52	99.42	1.9883
5	100	4.857	2.665	184.20	99.89	1.9977
6	125	4.857	3.331	205.94	99.98	1.9996
7	150	4.352	3.582	213.56	99.99	1.9998
8	175	4.352	10.541	366.35	100.00	2.0000

t	U	U gabungan																		Uv
	U	POLA SEGITIGA									POLA SEGIEMPAT									
	S	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	
	D	0.84	0.95	1.05	1.16	1.26	1.37	1.47	1.58	1.68	0.90	1.02	1.13	1.24	1.36	1.47	1.58	1.70	1.81	
	F(n)	1.79	1.91	2.01	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41	2.48	1.86	1.98	2.08	2.18	2.26	2.34	2.42	2.49	2.55	
1		42.57	34.16	27.89	23.16	19.55	16.76	14.56	12.81	11.40	37.16	29.67	24.17	20.07	16.97	14.58	12.71	11.22	10.02	2.5093
2		66.53	56.01	47.23	40.08	34.32	29.68	25.92	22.86	20.34	59.92	49.80	41.65	35.17	30.04	25.95	22.67	20.01	17.84	3.5487
3		80.44	70.54	61.29	53.16	46.25	40.45	35.61	31.58	28.20	74.38	64.09	54.99	47.29	40.91	35.66	31.33	27.76	24.80	4.3462
4		88.56	80.25	71.57	63.34	55.96	49.51	43.97	39.24	35.20	83.60	74.27	65.23	57.09	50.03	44.02	38.95	34.68	31.08	5.0186
5		93.30	86.74	79.10	71.29	63.88	57.16	51.20	46.00	41.48	89.49	81.56	73.13	65.04	57.71	51.26	45.68	40.89	36.79	5.6110
6		96.08	91.10	84.63	77.50	70.37	63.63	57.48	51.98	47.12	93.27	86.77	79.22	71.50	64.18	57.53	51.63	46.47	41.99	6.1465
7		97.70	94.02	88.69	82.36	75.67	69.11	62.93	57.28	52.19	95.68	90.51	83.92	76.76	69.66	62.99	56.92	51.51	46.74	6.6390
8		98.65	95.98	91.67	86.16	80.02	73.75	67.67	61.98	56.76	97.23	93.18	87.55	81.04	74.28	67.73	61.62	56.06	51.09	7.0974
9		99.21	97.30	93.87	89.14	83.59	77.69	71.80	66.15	60.89	98.22	95.11	90.36	84.53	78.20	71.85	65.79	60.17	55.07	7.5279
10		99.54	98.18	95.49	91.48	86.52	81.03	75.39	69.86	64.61	98.86	96.48	92.54	87.37	81.52	75.45	69.50	63.89	58.71	7.9351
11		99.73	98.78	96.67	93.31	88.92	83.87	78.53	73.16	67.97	99.27	97.47	94.22	89.69	84.32	78.58	72.81	67.25	62.05	8.3224
12		99.84	99.18	97.55	94.75	90.90	86.29	81.26	76.09	71.01	99.53	98.19	95.52	91.58	86.70	81.31	75.75	70.30	65.12	8.6925
13		99.91	99.45	98.19	95.88	92.52	88.34	83.64	78.70	73.76	99.70	98.70	96.53	93.12	88.72	83.68	78.37	73.06	67.93	9.0474
14		99.95	99.63	98.67	96.76	93.85	90.08	85.71	81.03	76.24	99.81	99.06	97.31	94.38	90.43	85.76	80.71	75.56	70.51	9.3890
15		99.97	99.75	99.02	97.46	94.94	91.56	87.53	83.09	78.48	99.88	99.33	97.92	95.41	91.88	87.57	82.79	77.82	72.88	9.7185
16		99.98	99.83	99.28	98.00	95.84	92.82	89.11	84.93	80.52	99.92	99.52	98.39	96.25	93.11	89.14	84.64	79.88	75.06	10.0372
17		99.99	99.89	99.47	98.43	96.58	93.89	90.49	86.57	82.35	99.95	99.65	98.75	96.94	94.15	90.52	86.30	81.74	77.06	10.3461
18		99.99	99.92	99.61	98.77	97.19	94.80	91.69	88.03	84.02	99.97	99.75	99.03	97.50	95.03	91.72	87.77	83.42	78.90	10.6461
19		100.00	99.95	99.71	99.03	97.69	95.57	92.74	89.33	85.52	99.98	99.82	99.25	97.96	95.78	92.77	89.09	84.95	80.59	10.9378
20		100.00	99.97	99.79	99.24	98.10	96.23	93.66	90.49	86.88	99.99	99.87	99.42	98.33	96.42	93.69	90.26	86.34	82.14	11.2220
21		100.00	99.98	99.84	99.40	98.43	96.79	94.46	91.52	88.12	99.99	99.91	99.55	98.63	96.96	94.48	91.30	87.60	83.57	11.4991
22		100.00	99.98	99.88	99.53	98.71	97.27	95.16	92.44	89.23	99.99	99.93	99.65	98.88	97.42	95.18	92.24	88.74	84.88	11.7697
23		100.00	99.99	99.91	99.63	98.94	97.68	95.77	93.26	90.24	100.00	99.95	99.73	99.09	97.81	95.79	93.07	89.78	86.09	12.0342
24		100.00	99.99	99.94	99.71	99.13	98.02	96.30	93.99	91.16	100.00	99.97	99.79	99.25	98.14	96.32	93.81	90.72	87.20	12.2930
25		100.00	100.00	99.95	99.77	99.28	98.32	96.77	94.64	91.99	100.00	99.98	99.84	99.39	98.42	96.79	94.48	91.57	88.22	12.5465
26		100.00	100.00	99.97	99.82	99.41	98.57	97.18	95.22	92.74	100.00	99.98	99.87	99.50	98.66	97.19	95.07	92.35	89.16	12.7950
27		100.00	100.00	99.97	99.86	99.51	98.78	97.53	95.74	93.42	100.00	99.99	99.90	99.59	98.86	97.55	95.60	93.05	90.02	13.0387

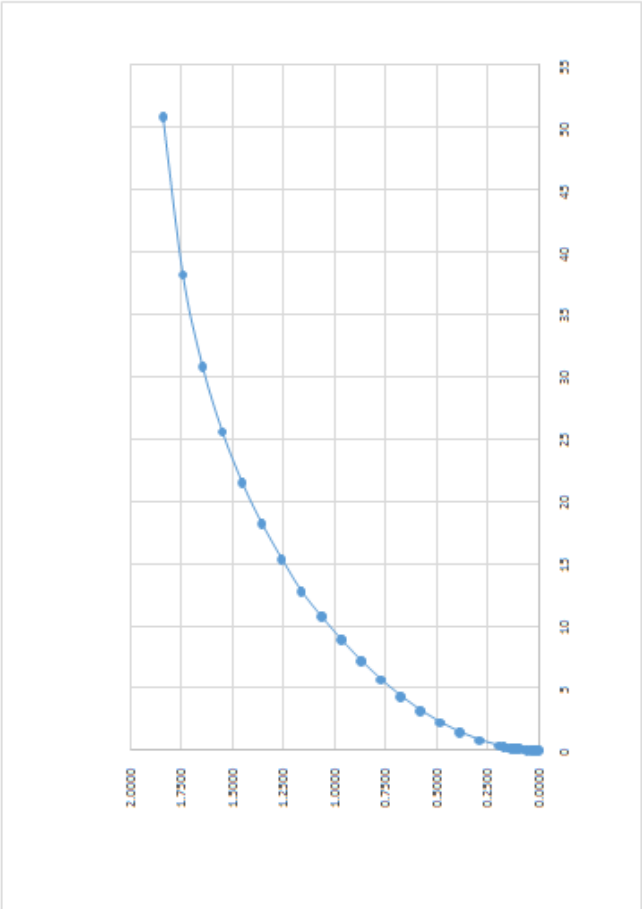

Grafik Derajat Konsolidasi
Derajat Konsolidasi (%)
Waktu - t (Menggit)
Series1
Series2
Series3
Series4
Series5
Series6
Series7
Series8
Series9
Series10
Series11
Series12
Series13
Series14
Series15
Series16
Series17
Series18
Series19
Series20
Series21

t	U	Penurunan Yang Terjadi Pada Tahap (m)																			
		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	tahap 17	tahap 18	tahap 19	tahap 20
minggu	**%**	**-0.061**	**-0.093**	**-0.224**	**-0.195**	**-0.141**	**-0.158**	**-0.145**	**-0.135**	**-0.126**	**-0.119**	**-0.112**	**-0.107**	**-0.102**	**-0.097**	**-0.093**	**-0.090**	**-0.087**	**-0.084**	**-0.081**	**-0.078**
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	12.707	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
2	22.672	-0.014	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
3	31.333	-0.019	-0.040	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069
4	38.948	-0.024	-0.053	-0.104	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128	-0.128
5	45.675	-0.028	-0.064	-0.134	-0.178	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196
6	51.634	-0.031	-0.074	-0.161	-0.222	-0.254	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274	-0.274
7	56.920	-0.035	-0.082	-0.185	-0.261	-0.305	-0.341	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359	-0.359
8	61.616	-0.037	-0.090	-0.206	-0.295	-0.350	-0.400	-0.433	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450	-0.450
9	65.790	-0.040	-0.097	-0.225	-0.325	-0.390	-0.452	-0.497	-0.528	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544
10	69.504	-0.042	-0.103	-0.241	-0.352	-0.425	-0.498	-0.554	-0.597	-0.625	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640	-0.640
11	72.808	-0.044	-0.109	-0.256	-0.376	-0.457	-0.538	-0.605	-0.657	-0.697	-0.724	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738	-0.738
12	75.751	-0.046	-0.114	-0.269	-0.398	-0.485	-0.575	-0.650	-0.712	-0.761	-0.798	-0.823	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837	-0.837
13	78.372	-0.048	-0.118	-0.281	-0.417	-0.510	-0.607	-0.690	-0.760	-0.817	-0.864	-0.899	-0.923	-0.936	-0.949	-0.949	-0.949	-0.949	-0.949	-0.949	-0.949
14	80.707	-0.049	-0.122	-0.292	-0.434	-0.532	-0.636	-0.725	-0.802	-0.868	-0.922	-0.966	-0.999	-1.022	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035	-1.035
15	82.788	-0.050	-0.125	-0.301	-0.449	-0.552	-0.661	-0.757	-0.840	-0.912	-0.974	-1.025	-1.067	-1.098	-1.121	-1.132	-1.132	-1.132	-1.132	-1.132	-1.132
16	84.643	-0.051	-0.128	-0.309	-0.462	-0.569	-0.684	-0.785	-0.874	-0.952	-1.020	-1.078	-1.126	-1.166	-1.198	-1.238	-1.249	-1.249	-1.249	-1.249	-1.249
17	86.296	-0.052	-0.131	-0.317	-0.474	-0.585	-0.704	-0.810	-0.904	-0.987	-1.061	-1.125	-1.180	-1.226	-1.266	-1.313	-1.359	-1.370	-1.370	-1.370	-1.370
18	87.771	-0.053	-0.133	-0.323	-0.485	-0.599	-0.723	-0.833	-0.931	-1.019	-1.097	-1.166	-1.227	-1.280	-1.326	-1.379	-1.431	-1.484	-1.495	-1.495	-1.495
19	89.086	-0.054	-0.136	-0.329	-0.494	-0.611	-0.739	-0.853	-0.955	-1.047	-1.130	-1.204	-1.269	-1.327	-1.380	-1.438	-1.496	-1.554	-1.612	-1.622	-1.622
20	90.259	-0.055	-0.137	-0.334	-0.503	-0.622	-0.753	-0.870	-0.976	-1.072	-1.159	-1.237	-1.307	-1.370	-1.433	-1.495	-1.558	-1.621	-1.684	-1.746	-1.756
21	91.305	-0.055	-0.139	-0.339	-0.510	-0.632	-0.766	-0.886	-0.995	-1.094	-1.184	-1.266	-1.340	-1.408	-1.475	-1.542	-1.609	-1.676	-1.743	-1.810	-1.877
22	92.238	-0.056	-0.141	-0.343	-0.517	-0.641	-0.777	-0.900	-1.012	-1.114	-1.207	-1.293	-1.370	-1.441	-1.512	-1.583	-1.654	-1.724	-1.795	-1.866	-1.937
23	93.071	-0.057	-0.142	-0.347	-0.523	-0.649	-0.788	-0.913	-1.027	-1.132	-1.228	-1.316	-1.397	-1.471	-1.545	-1.619	-1.694	-1.768	-1.842	-1.916	-1.990
24	93.814	-0.057	-0.143	-0.350	-0.528	-0.656	-0.797	-0.924	-1.041	-1.148	-1.246	-1.337	-1.421	-1.498	-1.575	-1.652	-1.729	-1.806	-1.884	-1.961	-2.038
25	94.477	-0.057	-0.144	-0.353	-0.533	-0.662	-0.805	-0.934	-1.053	-1.162	-1.262	-1.356	-1.442	-1.522	-1.601	-1.681	-1.761	-1.841	-1.921	-2.001	-2.080
26	95.069	-0.058	-0.145	-0.356	-0.537	-0.668	-0.812	-0.943	-1.063	-1.174	-1.277	-1.372	-1.461	-1.543	-1.625	-1.707	-1.789	-1.872	-1.954	-2.036	-2.118
27	95.597	-0.058	-0.146	-0.358	-0.541	-0.673	-0.818	-0.951	-1.073	-1.186	-1.290	-1.387	-1.477	-1.562	-1.646	-1.730	-1.815	-1.899	-1.983	-2.068	-2.152


GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
0
5
10
15
20
25
30
35
40
-0.500
-1.500
-2.500
PENURUNAN
WAKTU KONSOLIDASI (MINGGU)

Rate Of Settlement		
Kedalaman PVd	13	
Tebal Lapisan yang perlu dimamp	27	
Sisa lapisan	14	
Sc Total	3.50	
Sc PVD Variasi 1	1.937	
Sisa	1.56	
Cv Gab	4.3579203	m2/th

Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0035324	0.0194
2.00	0.00031	0.0141295	0.0387
3.00	0.00071	0.0317914	0.0581
4.00	0.00126	0.056518	0.0775
5.00	0.00196	0.0883093	0.0968
6.00	0.00283	0.1271655	0.1162
7.00	0.00385	0.1730863	0.1356
8.00	0.00503	0.2260719	0.1549
9.00	0.00636	0.2861223	0.1743
10.00	0.00785	0.3532374	0.1937
15.00	0.01767	0.7947841	0.2905
20.00	0.03142	1.4129496	0.3873
25.00	0.04909	2.2077337	0.4842
30.00	0.07069	3.1791365	0.5810
35.00	0.09621	4.327158	0.6778
40.00	0.12566	5.6517983	0.7747
45.00	0.15904	7.1530572	0.8715
50.00	0.19635	8.8309348	0.9683
55.00	0.23758	10.685431	1.0652
60.00	0.28274	12.716546	1.1620
65.00	0.34038	15.308992	1.2588
70.00	0.40285	18.118227	1.3557
75.00	0.47672	21.440848	1.4525
80.00	0.56714	25.507407	1.5494
85.00	0.68371	30.750113	1.6462
90.00	0.84800	38.139293	1.7430
95.00	1.12886	50.771179	1.8399
100.00			1.9367


55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
2.0000
1.7500
1.5000
1.2500
1.0000
0.7500
0.5000
0.2500
0.0000

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	8.5 m		

Q Watertank	=	4.5 t/m2
H	=	4.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m
γw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	$P_o'+\Delta P$	Sc		$P_o'+2\Delta P$		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	8.5	8.48	8.48	8.76	0.23385	0.233853	8.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	8.5	8.45	8.45	9.30	0.19257	0.43730	9.29597	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	8.5	8.42	8.42	9.83	0.16713	0.61531	9.82709	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	8.5	8.39	8.39	10.98	0.1235	0.74968	10.9751	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	8.5	8.36	8.36	11.68	0.10988	0.87043	11.682	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	8.5	8.33	8.33	12.39	0.09907	0.98037	12.3886	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	8.5	8.30	8.30	11.53	0.11854	1.10977	11.5332	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	8.5	8.27	8.27	12.00	0.11017	1.23082	11.9994	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	8.5	8.24	8.24	12.47	0.10293	1.34462	12.4659	>	5.61715

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	9.5 m		

Q Watertank	=	5.5 t/m2
H	=	5.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :		1.39 m
γw	:	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+2ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	9.5	9.48	9.48	9.76	0.24726	0.24726	9.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	9.5	9.45	9.45	10.29	0.20521	0.46209	10.2906	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	9.5	9.41	9.41	10.82	0.17908	0.65078	10.8181	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	9.5	9.38	9.38	11.96	0.13344	0.79383	11.9625	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	9.5	9.35	9.35	12.67	0.11921	0.92265	12.6658	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	9.5	9.31	9.31	13.37	0.10785	1.04012	13.3688	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	9.5	9.28	9.28	12.51	0.12858	1.17831	12.5098	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	9.5	9.24	9.24	12.97	0.11981	1.30773	12.9723	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	9.5	9.21	9.21	13.44	0.11218	1.42952	13.4352	>	5.61715

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	10.5 m		

Q Watertank	=	6.5 t/m2
H	=	6.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m	
γw :	1 t/m3	

KONTROL oc

Titik	Hi	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
Tinjau	(m)											t/m2														
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	10.5	10.48	10.48	10.76	0.25937	0.25937	10.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	10.5	10.44	10.44	11.29	0.21669	0.48607	11.2852	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	10.5	10.41	10.41	11.81	0.18998	0.68606	11.8092	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	10.5	10.37	10.37	12.95	0.14259	0.83866	12.95	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	10.5	10.33	10.33	13.65	0.12784	0.97651	13.6497	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	10.5	10.29	10.29	14.35	0.11602	1.10254	14.349	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	10.5	10.25	10.25	13.49	0.13787	1.25043	13.4863	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	10.5	10.22	10.22	13.95	0.12875	1.38918	13.9452	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	10.5	10.18	10.18	14.40	0.12079	1.51999	14.4045	>	5.61715

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	γ :	1 t/m3
H :	11.5 m		

Q Watertank	=	7.5 t/m2
H	=	7.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar:	1.39 m
γw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	γ sat	γw	γ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+2ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	11.5	11.48	11.48	11.76	0.2704	0.270	11.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	11.5	11.44	11.44	12.28	0.22719	0.507	12.2798	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	11.5	11.40	11.40	12.80	0.2	0.717	12.8002	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	11.5	11.36	11.36	13.94	0.15107	0.878	13.9375	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	11.5	11.31	11.31	14.63	0.13587	1.023	14.6336	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	11.5	11.27	11.27	15.33	0.12364	1.157	15.3292	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	11.5	11.23	11.23	14.46	0.14651	1.313	14.4629	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	11.5	11.19	11.19	14.92	0.13708	1.460	14.9181	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	11.5	11.15	11.15	15.37	0.12884	1.598	15.3737	>	5.61715

DATA TIMBUNAN			
GEOMETRI		PARAMETER	
B1 :	176.5 m	ɣ :	1 t/m3
H :	12.5 m		

QWatertank	=	8.5 t/m2
H	=	8.5 m

Q industri	=	4 t/m2
H	=	4

Fluktuasi muka air tar :	1.39 m
ɣw :	1 t/m3

KONTROL oc

Titik Tinjau	Hi (m)	Pusat	z	CC	Cs	Eo	ɣ sat	ɣw	ɣ'	P'o	ΔPf	P'c t/m2	B	TAN 0.5α	0.5α	α	?pi	qo	Δz	Δp	Po'+ΔP	Sc		Po'+ΔP		P'c
a	1	0.5	0.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.2806414	1.39	1.67064	176.5	353	89.8377	179.675	0.9982	12.5	12.48	12.48	12.76	0.28053	0.281	12.76	>	1.67064
b	1	0.5	1.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	0.8419242	1.39	2.23192	176.5	117.667	89.5131	179.026	0.99459	12.5	12.43	12.43	13.27	0.23688	0.527	13.2744	>	2.23192
c	1	0.5	2.5	0.79	0.099	1.77	1.56	1	0.561	1.403207	1.39	2.79321	176.5	70.6	89.1885	178.377	0.99098	12.5	12.39	12.39	13.79	0.20928	0.745	13.7913	>	2.79321
d	1	0.5	3.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	2.5815664	1.39	3.97157	176.5	50.4286	88.864	177.728	0.98738	12.5	12.34	12.34	14.92	0.15897	0.914	14.925	>	3.97157
e	1	0.5	4.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	3.3191568	1.39	4.70916	176.5	39.2222	88.5395	177.079	0.98377	12.5	12.30	12.30	15.62	0.14338	1.067	15.6174	>	4.70916
f	1	0.5	5.5	0.68	0.085	1.559	1.74	1	0.738	4.0567472	1.39	5.44675	176.5	32.0909	88.2152	176.43	0.98017	12.5	12.25	12.25	16.31	0.13079	1.207	16.3094	>	5.44675
g	1	0.5	6.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.2325228	1.39	4.62252	176.5	27.1538	87.8909	175.782	0.97657	12.5	12.21	12.21	15.44	0.15459	1.371	15.4394	>	4.62252
h	1	0.5	7.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	3.729834	1.39	5.11983	176.5	23.5333	87.5668	175.134	0.97296	12.5	12.16	12.16	15.89	0.14489	1.525	15.891	>	5.11983
i	1	0.5	8.5	0.78	0.098	1.742	1.50	1	0.497	4.2271452	1.39	5.61715	176.5	20.7647	87.2428	174.486	0.96936	12.5	12.12	12.12	16.34	0.1364	1.671	16.343	>	5.61715

H = 4.00 m

Hr	4.50	5.50	6.50	7.50	8.50
Hr-H	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
Sc (m)	1.34	1.43	1.52	1.60	1.67

y +	0.0026 x2	-0.1163 x	=	0.873
y		-1 x	=	-4
	0.0026 x2	0.8837 x	=	4.873

x	=	5.42764
cek		
4.873	=	4.873000

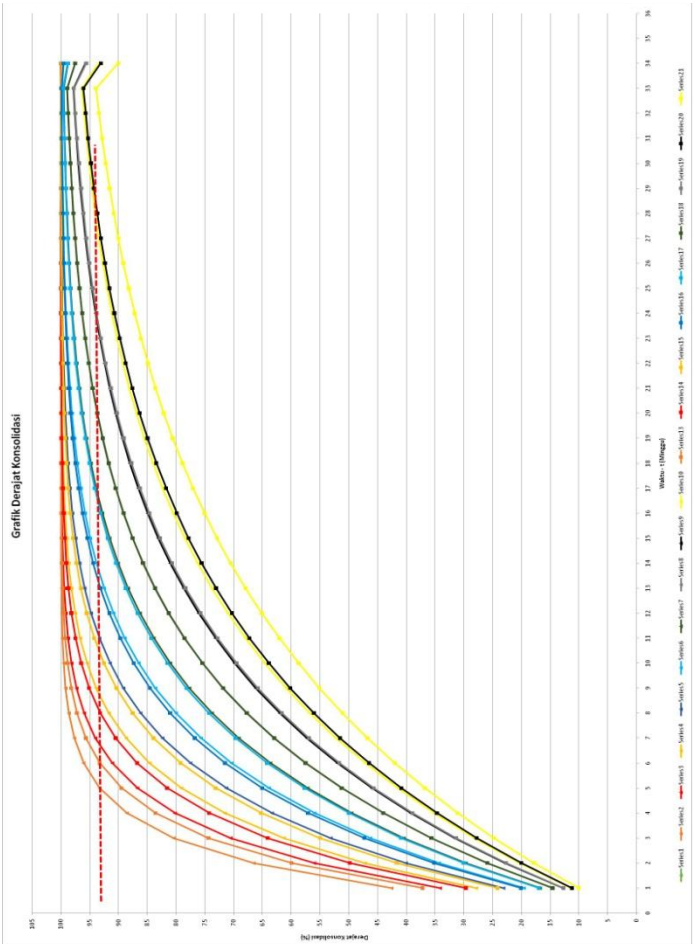
Y (sc) = 1.50
HF = 4.00 m

H	=	5.42764 (dengan asumsi beban surcharge beban merata)
H industri	=	4 m
Hr total	=	9.428 (dengan asumsi beban surcharge = Timbunan)
		9.5

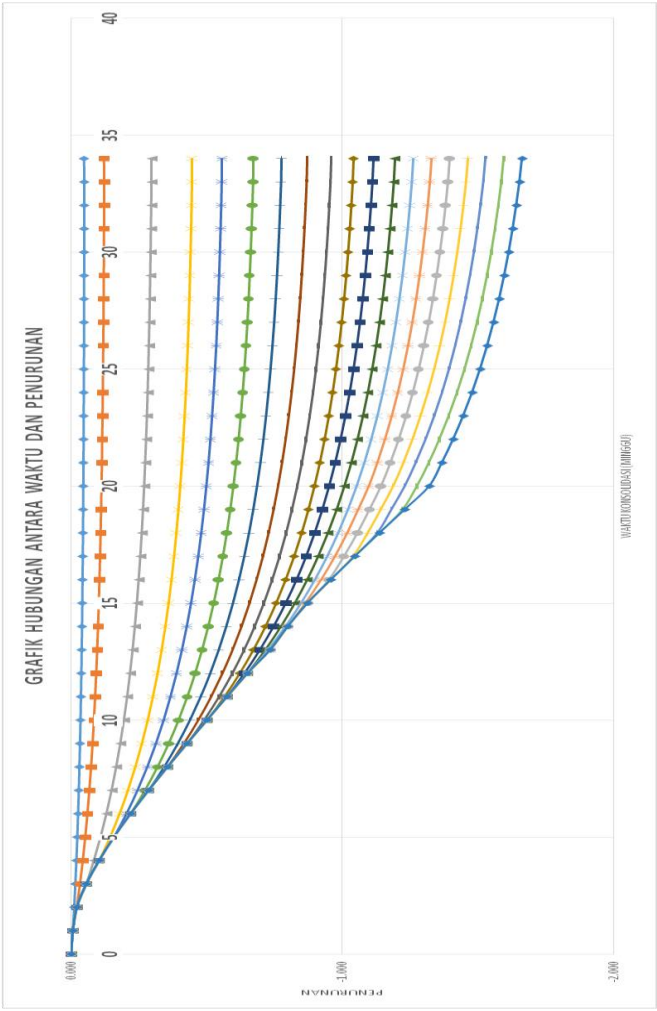
Total Penurunan yang terjadi =				1.50	m	
Sc (90%)		=		1.35	m	

No.	Waktu (t)	Cv gab	F.waktu	Uv	Uv	Sc
	tahun	m^2/tahun	Tv	0 - 60%	> 60%	m
1	1	4.358	0.024	17.45	23.57	0.2617
2	25	4.289	0.588	86.55	81.02	1.2153
3	50	4.289	1.177	122.40	95.56	1.4333
4	75	4.857	1.999	159.52	99.42	1.4912
5	100	4.857	2.665	184.20	99.89	1.4983
6	125	4.857	3.331	205.94	99.98	1.4997
7	150	4.352	3.582	213.56	99.99	1.4998
8	175	4.352	10.541	366.35	100.00	1.5000

U gabungan																				
t	U	POLA SEGITIGA									POLA SEGIEMPAT									Uv
	S	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	
	D	0.84	0.95	1.05	1.16	1.26	1.37	1.47	1.58	1.68	0.90	1.02	1.13	1.24	1.36	1.47	1.58	1.70	1.81	
	F(n)	1.79	1.91	2.01	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41	2.48	1.86	1.98	2.08	2.18	2.26	2.34	2.42	2.49	2.55	
1		42.57	34.16	27.89	23.16	19.55	16.76	14.56	12.81	11.40	37.16	29.67	24.17	20.07	16.97	14.58	12.71	11.22	10.02	2.5093
2		66.53	56.01	47.23	40.08	34.32	29.68	25.92	22.86	20.34	59.92	49.80	41.65	35.17	30.04	25.95	22.67	20.01	17.84	3.5487
3		80.44	70.54	61.29	53.16	46.25	40.45	35.61	31.58	28.20	74.38	64.09	54.99	47.29	40.91	35.66	31.33	27.76	24.80	4.3462
4		88.56	80.25	71.57	63.34	55.96	49.51	43.97	39.24	35.20	83.60	74.27	65.23	57.09	50.03	44.02	38.95	34.68	31.08	5.0186
5		93.30	86.74	79.10	71.29	63.88	57.16	51.20	46.00	41.48	89.49	81.56	73.13	65.04	57.71	51.26	45.68	40.89	36.79	5.6110
6		96.08	91.10	84.63	77.50	70.37	63.63	57.48	51.98	47.12	93.27	86.77	79.22	71.50	64.18	57.53	51.63	46.47	41.99	6.1465
7		97.70	94.02	88.69	82.36	75.67	69.11	62.93	57.28	52.19	95.68	90.51	83.92	76.76	69.66	62.99	56.92	51.51	46.74	6.6390
8		98.65	95.98	91.67	86.16	80.02	73.75	67.67	61.98	56.76	97.23	93.18	87.55	81.04	74.28	67.73	61.62	56.06	51.09	7.0974
9		99.21	97.30	93.87	89.14	83.59	77.69	71.80	66.15	60.89	98.22	95.11	90.36	84.53	78.20	71.85	65.79	60.17	55.07	7.5279
10		99.54	98.18	95.49	91.48	86.52	81.03	75.39	69.86	64.61	98.86	96.48	92.54	87.37	81.52	75.45	69.50	63.89	58.71	7.9351
11		99.73	98.78	96.67	93.31	88.92	83.87	78.53	73.16	67.97	99.27	97.47	94.22	89.69	84.32	78.58	72.81	67.25	62.05	8.3224
12		99.84	99.18	97.55	94.75	90.90	86.29	81.26	76.09	71.01	99.53	98.19	95.52	91.58	86.70	81.31	75.75	70.30	65.12	8.6925
13		99.91	99.45	98.19	95.88	92.52	88.34	83.64	78.70	73.76	99.70	98.70	96.53	93.12	88.72	83.68	78.37	73.06	67.93	9.0474
14		99.95	99.63	98.67	96.76	93.85	90.08	85.71	81.03	76.24	99.81	99.06	97.31	94.38	90.43	85.76	80.71	75.56	70.51	9.3890
15		99.97	99.75	99.02	97.46	94.94	91.56	87.53	83.09	78.48	99.88	99.33	97.92	95.41	91.88	87.57	82.79	77.82	72.88	9.7185
16		99.98	99.83	99.28	98.00	95.84	92.82	89.11	84.93	80.52	99.92	99.52	98.39	96.25	93.11	89.14	84.64	79.88	75.06	10.0372
17		99.99	99.89	99.47	98.43	96.58	93.89	90.49	86.57	82.35	99.95	99.65	98.75	96.94	94.15	90.52	86.30	81.74	77.06	10.3461
18		99.99	99.92	99.61	98.77	97.19	94.80	91.69	88.03	84.02	99.97	99.75	99.03	97.50	95.03	91.72	87.77	83.42	78.90	10.6461
19		100.00	99.95	99.71	99.03	97.69	95.57	92.74	89.33	85.52	99.98	99.82	99.25	97.96	95.78	92.77	89.09	84.95	80.59	10.9378
20		100.00	99.97	99.79	99.24	98.10	96.23	93.66	90.49	86.88	99.99	99.87	99.42	98.33	96.42	93.69	90.26	86.34	82.14	11.2220
21		100.00	99.98	99.84	99.40	98.43	96.79	94.46	91.52	88.12	99.99	99.91	99.55	98.63	96.96	94.48	91.30	87.60	83.57	11.4991
22		100.00	99.98	99.88	99.53	98.71	97.27	95.16	92.44	89.23	99.99	99.93	99.65	98.88	97.42	95.18	92.24	88.74	84.88	11.7697
23		100.00	99.99	99.91	99.63	98.94	97.68	95.77	93.26	90.24	100.00	99.95	99.73	99.09	97.81	95.79	93.07	89.78	86.09	12.0342
24		100.00	99.99	99.94	99.71	99.13	98.02	96.30	93.99	91.16	100.00	99.97	99.79	99.25	98.14	96.32	93.81	90.72	87.20	12.2930
25		100.00	100.00	99.95	99.77	99.28	98.32	96.77	94.64	91.99	100.00	99.98	99.84	99.39	98.42	96.79	94.48	91.57	88.22	12.5465
26		100.00	100.00	99.97	99.82	99.41	98.57	97.18	95.22	92.74	100.00	99.98	99.87	99.50	98.66	97.19	95.07	92.35	89.16	12.7950
27		100.00	100.00	99.97	99.86	99.51	98.78	97.53	95.74	93.42	100.00	99.99	99.90	99.59	98.86	97.55	95.60	93.05	90.02	13.0387
28		100.00	100.00	99.98	99.89	99.60	98.96	97.84	96.20	94.04	100.00	99.99	99.92	99.67	99.03	97.86	96.07	93.69	90.82	13.2780
29		100.00	100.00	99.99	99.91	99.67	99.11	98.12	96.61	94.60	100.00	99.99	99.94	99.73	99.18	98.13	96.49	94.27	91.55	13.5130
30		100.00	100.00	99.99	99.93	99.73	99.25	98.35	96.97	95.10	100.00	100.00	99.95	99.78	99.30	98.36	96.86	94.80	92.22	13.7440
31		100.00	100.00	99.99	99.95	99.78	99.36	98.56	97.30	95.56	100.00	100.00	99.96	99.82	99.41	98.57	97.20	95.27	92.84	13.9712
32		100.00	100.00	99.99	99.96	99.82	99.45	98.74	97.59	95.97	100.00	100.00	99.97	99.85	99.50	98.75	97.50	95.71	93.41	14.1948
33		100.00	100.00	100.00	99.97	99.85	99.53	98.90	97.85	96.35	100.00	100.00	99.98	99.88	99.57	98.91	97.77	96.10	93.93	14.4149
34		100.00	100.00	99.97	99.86	99.51	98.78	97.53	95.74	93.42	100.00	99.99	99.90	99.59	98.86	97.55	95.60	93.05	90.02	13.0387


Grafik Derajat Konsolidasi
Derajat Konsolidasi (%)
Waktu - t (Minggu)
Series1
Series2
Series3
Series4
Series5
Series6
Series7
Series8
Series9
Series10
Series11
Series12
Series13
Series14
Series15
Series16
Series17
Series18
Series19
Series20
Series21

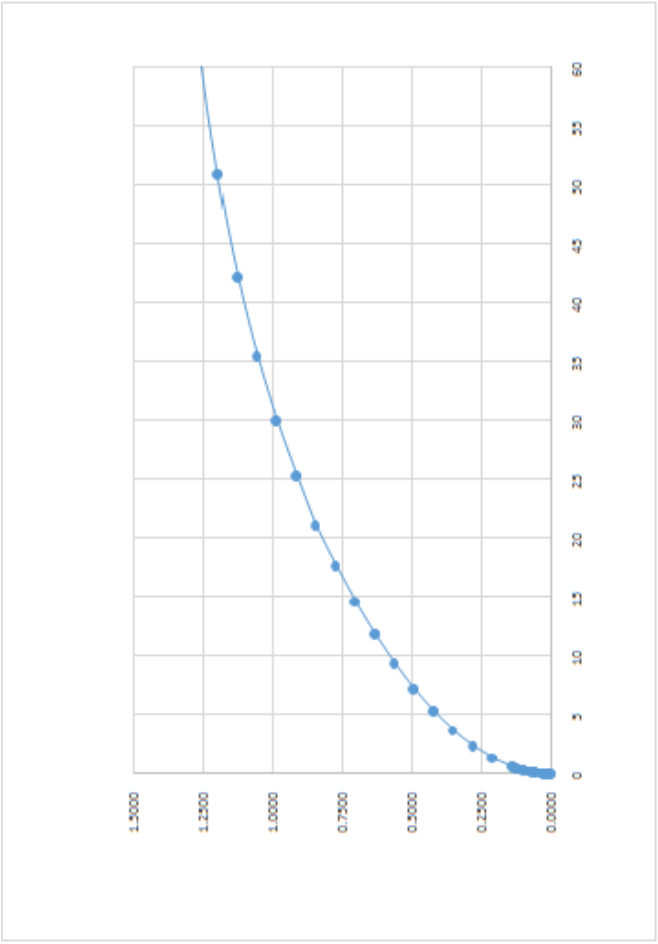
t	U	Penurunan Yang Terjadi Pada Tahap (m)																		
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Tahap 6	Tahap 7	Tahap 8	Tahap 9	Tahap 10	Tahap 11	Tahap 12	tahap 13	tahap 14	tahap 15	tahap 16	tahap 17	tahap 18	tahap 19
minggu	%	-0.049	-0.076	-0.179	-0.152	-0.115	-0.119	-0.109	-0.100	-0.093	-0.086	-0.081	-0.083	-0.073	-0.069	-0.066	-0.063	-0.061	-0.058	-0.056
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	12.707	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
2	22.672	-0.011	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
3	31.333	-0.016	-0.033	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055
4	38.948	-0.019	-0.043	-0.084	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103	-0.103
5	45.675	-0.023	-0.052	-0.108	-0.143	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157	-0.157
6	51.634	-0.026	-0.060	-0.130	-0.178	-0.204	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219	-0.219
7	56.920	-0.028	-0.067	-0.149	-0.208	-0.244	-0.271	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285	-0.285
8	61.616	-0.030	-0.074	-0.166	-0.236	-0.280	-0.318	-0.342	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355	-0.355
9	65.790	-0.033	-0.079	-0.181	-0.260	-0.312	-0.359	-0.393	-0.415	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427	-0.427
10	69.504	-0.034	-0.084	-0.195	-0.281	-0.341	-0.395	-0.437	-0.469	-0.490	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501	-0.501
11	72.808	-0.036	-0.089	-0.207	-0.300	-0.366	-0.427	-0.477	-0.516	-0.545	-0.565	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575	-0.575
12	75.751	-0.037	-0.093	-0.217	-0.317	-0.388	-0.456	-0.512	-0.558	-0.594	-0.621	-0.639	-0.650	-0.650	-0.650	-0.650	-0.650	-0.650	-0.650	-0.650
13	78.372	-0.039	-0.096	-0.227	-0.332	-0.408	-0.482	-0.543	-0.595	-0.637	-0.671	-0.696	-0.715	-0.724	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734	-0.734
14	80.707	-0.040	-0.100	-0.235	-0.346	-0.426	-0.504	-0.571	-0.628	-0.676	-0.715	-0.747	-0.773	-0.790	-0.798	-0.798	-0.798	-0.798	-0.798	-0.798
15	82.788	-0.041	-0.102	-0.243	-0.358	-0.441	-0.525	-0.596	-0.657	-0.710	-0.755	-0.792	-0.824	-0.847	-0.863	-0.871	-0.871	-0.871	-0.871	-0.871
16	84.643	-0.042	-0.105	-0.249	-0.368	-0.456	-0.543	-0.618	-0.684	-0.741	-0.790	-0.832	-0.870	-0.898	-0.921	-0.949	-0.957	-0.957	-0.957	-0.957
17	86.296	-0.043	-0.107	-0.255	-0.378	-0.468	-0.559	-0.638	-0.707	-0.768	-0.821	-0.867	-0.910	-0.944	-0.972	-1.005	-1.038	-1.046	-1.046	-1.046
18	87.771	-0.043	-0.109	-0.261	-0.386	-0.479	-0.573	-0.655	-0.728	-0.792	-0.849	-0.899	-0.946	-0.984	-1.017	-1.055	-1.092	-1.130	-1.137	-1.137
19	89.086	-0.044	-0.111	-0.265	-0.394	-0.489	-0.586	-0.671	-0.746	-0.814	-0.874	-0.927	-0.979	-1.020	-1.057	-1.099	-1.140	-1.182	-1.223	-1.230
20	90.259	-0.045	-0.113	-0.269	-0.401	-0.498	-0.597	-0.685	-0.763	-0.833	-0.896	-0.952	-1.007	-1.052	-1.097	-1.141	-1.186	-1.231	-1.276	-1.321
21	91.305	-0.045	-0.114	-0.273	-0.407	-0.506	-0.607	-0.697	-0.777	-0.850	-0.916	-0.975	-1.033	-1.080	-1.128	-1.176	-1.224	-1.272	-1.319	-1.367
22	92.238	-0.046	-0.115	-0.277	-0.412	-0.513	-0.616	-0.708	-0.791	-0.865	-0.933	-0.995	-1.055	-1.106	-1.156	-1.207	-1.257	-1.308	-1.358	-1.409
23	93.071	-0.046	-0.116	-0.280	-0.417	-0.519	-0.624	-0.718	-0.802	-0.879	-0.949	-1.012	-1.076	-1.128	-1.181	-1.234	-1.287	-1.340	-1.393	-1.446
24	93.814	-0.046	-0.117	-0.282	-0.421	-0.525	-0.631	-0.727	-0.813	-0.891	-0.963	-1.028	-1.094	-1.149	-1.204	-1.259	-1.314	-1.369	-1.424	-1.479
25	94.477	-0.047	-0.118	-0.285	-0.425	-0.530	-0.638	-0.734	-0.822	-0.902	-0.975	-1.042	-1.110	-1.167	-1.224	-1.280	-1.337	-1.394	-1.451	-1.508
26	95.069	-0.047	-0.119	-0.287	-0.428	-0.534	-0.643	-0.741	-0.830	-0.912	-0.986	-1.055	-1.124	-1.183	-1.241	-1.300	-1.359	-1.417	-1.476	-1.534
27	95.597	-0.047	-0.120	-0.289	-0.431	-0.538	-0.649	-0.748	-0.838	-0.920	-0.996	-1.066	-1.137	-1.197	-1.257	-1.317	-1.377	-1.438	-1.498	-1.558


GRAFIK HUBUNGAN ANTARA WAKTU DAN PENURUNAN
PENURUNAN
WAKTU KONSOLIDASI(MINGGU)
0,000
-1,000
-2,000
0
5
10
15
20
25
30
35
40

Rate Of Settlement

Kedalaman PVd	9	
Tebal Lapisan yang perlu dimamp	27	
Sisa lapisan	18	
Sc Total	3.50	
Sc PVD Variasi 1	1.409	140.881532 cm
Sisa	2.09	
Cv Gab	4.3579203	m2/th

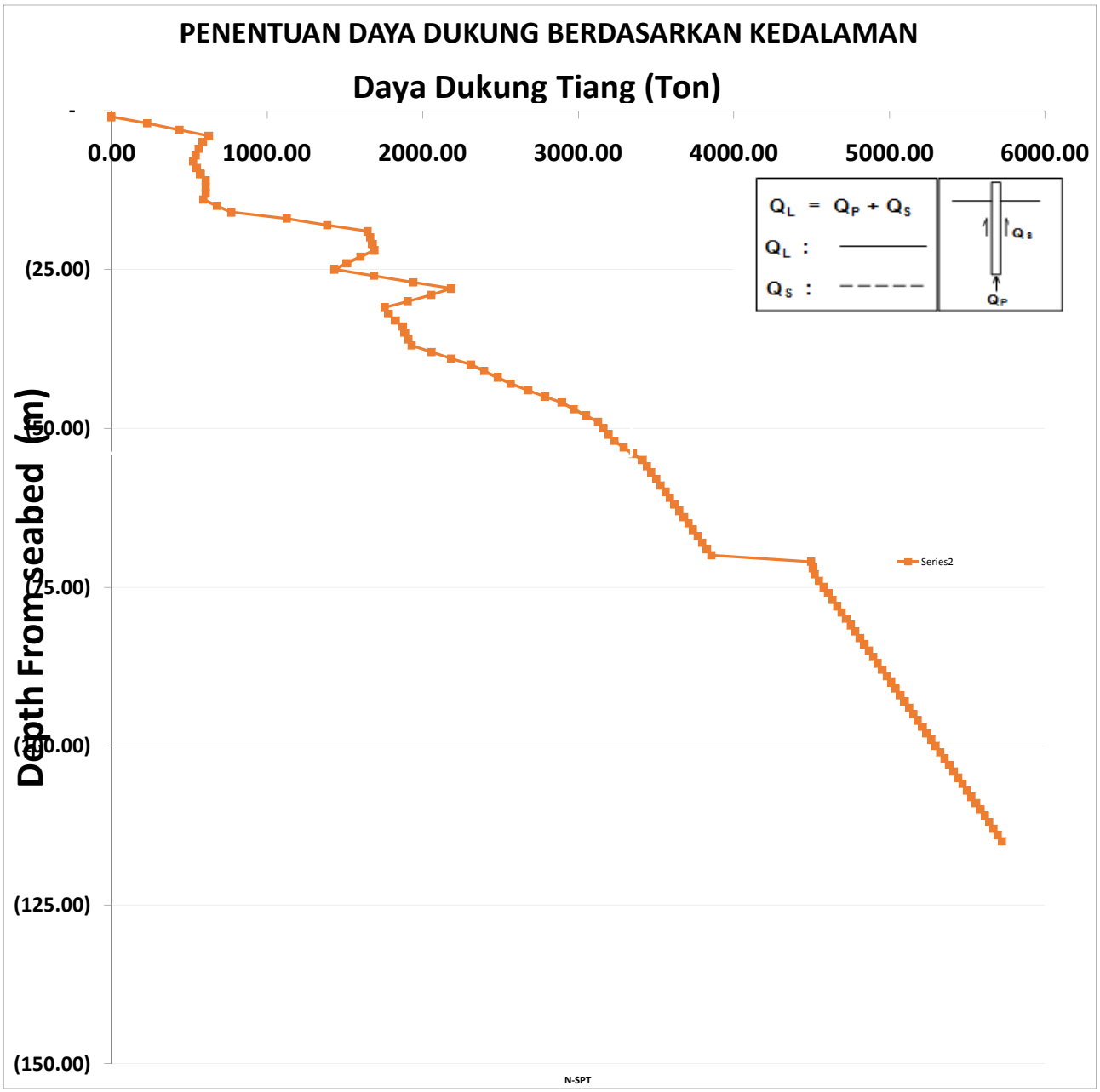
Uv (%)	Tv	Tahun	Sc (m)
-	-	0	0.0000
1.00	0.00008	0.0058392	0.0141
2.00	0.00031	0.0233569	0.0282
3.00	0.00071	0.0525531	0.0423
4.00	0.00126	0.0934277	0.0564
5.00	0.00196	0.1459808	0.0704
6.00	0.00283	0.2102123	0.0845
7.00	0.00385	0.2861223	0.0986
8.00	0.00503	0.3737107	0.1127
9.00	0.00636	0.4729777	0.1268
10.00	0.00785	0.583923	0.1409
15.00	0.01767	1.3138268	0.2113
20.00	0.03142	2.3356921	0.2818
25.00	0.04909	3.649519	0.3522
30.00	0.07069	5.2553073	0.4226
35.00	0.09621	7.1530572	0.4931
40.00	0.12566	9.3427686	0.5635
45.00	0.15904	11.824441	0.6340
50.00	0.19635	14.598076	0.7044
55.00	0.23758	17.663672	0.7748
60.00	0.28274	21.021229	0.8453
65.00	0.34038	25.3067	0.9157
70.00	0.40285	29.950539	0.9862
75.00	0.47672	35.443034	1.0566
80.00	0.56714	42.165305	1.1271
85.00	0.68371	50.83182	1.1975
90.00	0.84800	63.046587	1.2679
95.00	1.12886	83.927868	1.3384
100.00			1.4088

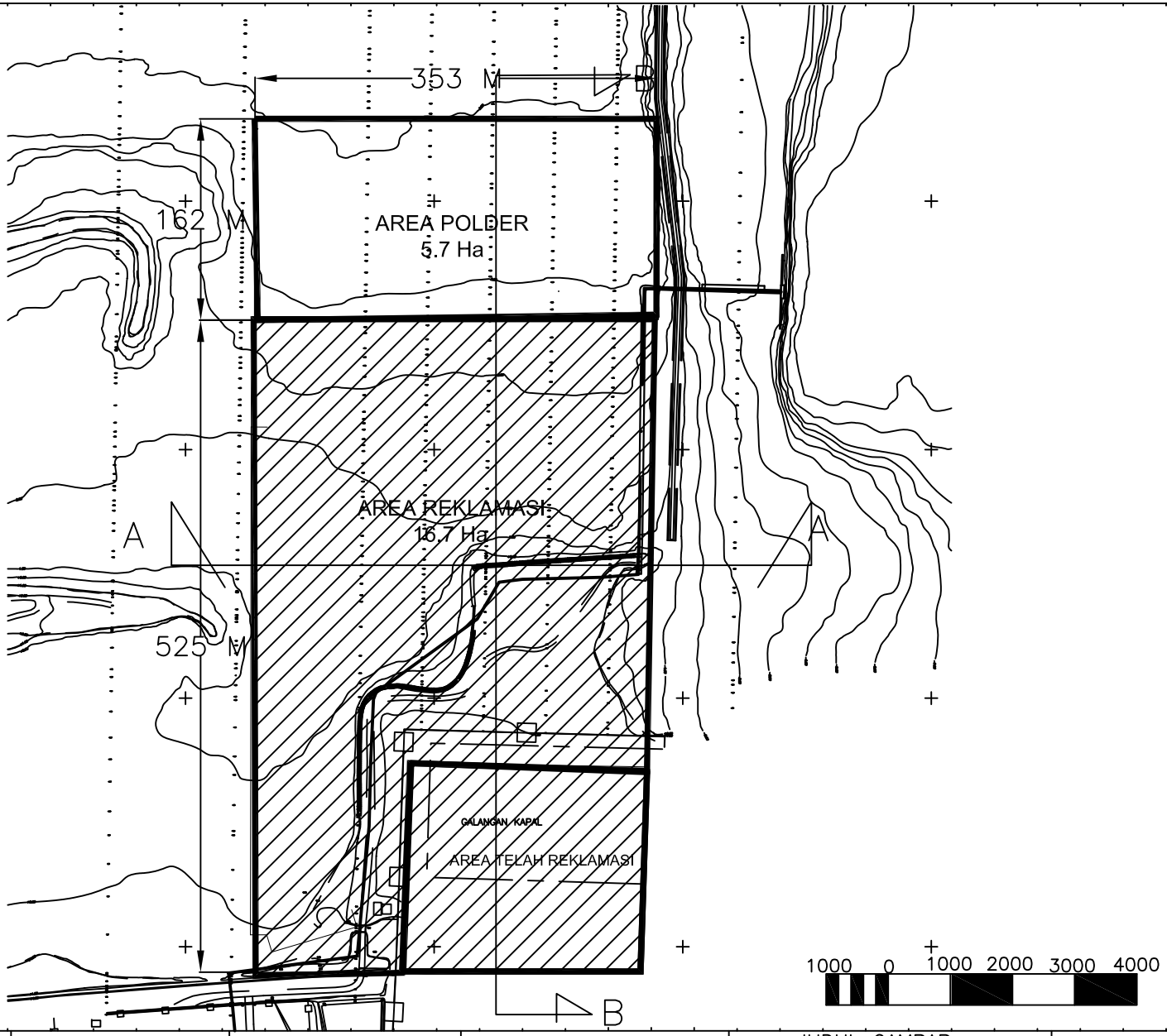

60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1.5000
1.2500
1.0000
0.7500
0.5000
0.2500
0.0000

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI

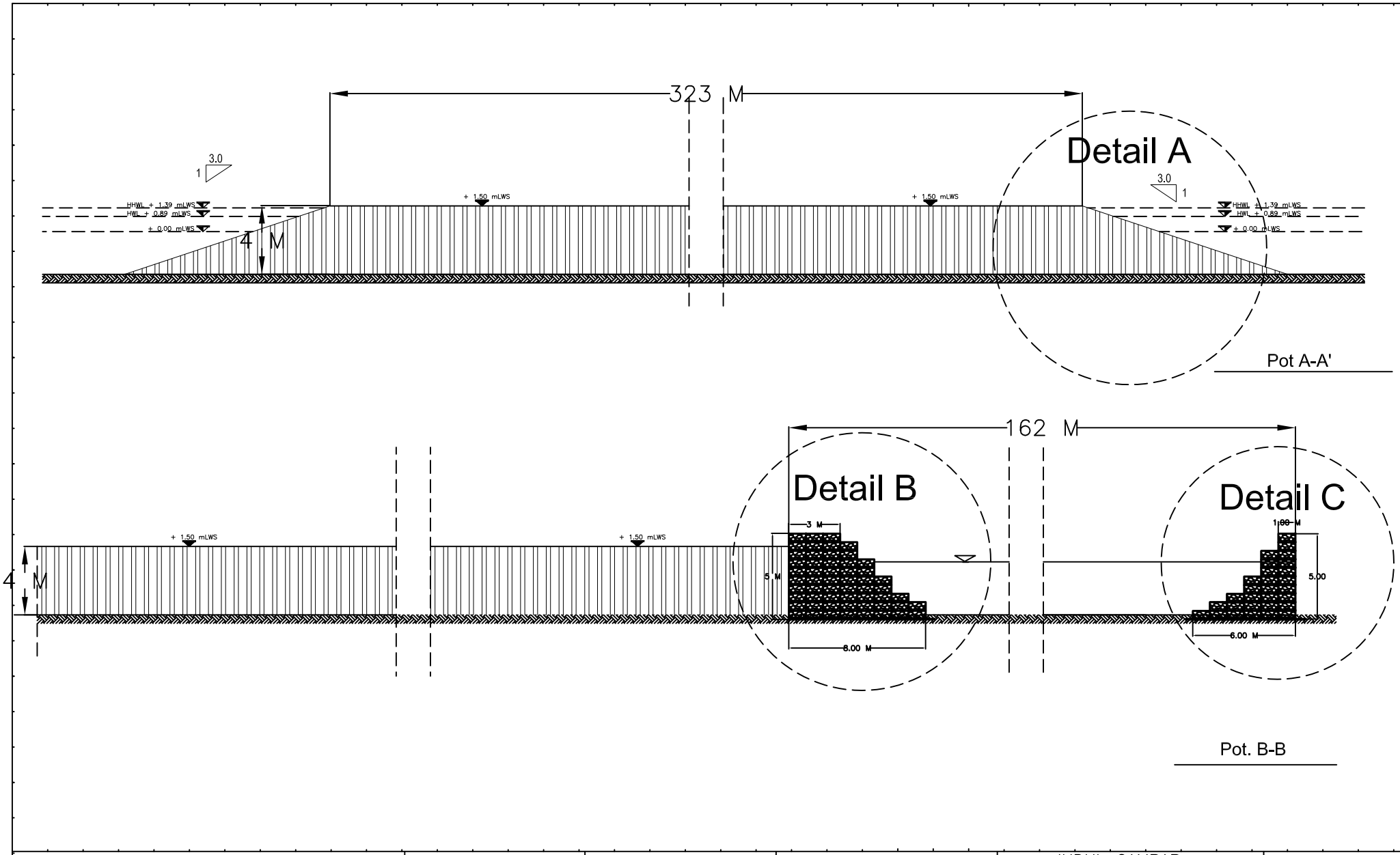
Elevasi muka tanah : + 2.50 mLWS
Pondasi Steel Pile
Diameter tiang 1.422 m
Tebal 16 mm

No	Kedalaman thd. Muka tanah (m)	Lapisan tanah	N (koreksi)	Au (m2)	Cn_{ujung} 40*N (ton/m2)	Cn 40*N*Au (ton)	$Cl_{lekatan}$ N/5 (ton/m2)	Cli*hi*Oi (ton)	Σ Cli Am (ton)	$P_{ultimate}$ (ton)	P_{ijin} (ton)
1	12.00	Lanau berpasir halus	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	13.00	Lanau berlempung dan berpasir	10.40	1.59	138.65	220.09	2.08	9.29	9.29	229.38	229.38
3	14.00	Lempung	9.33	1.59	263.08	417.60	1.87	8.33	17.62	435.22	435.22
4	15.00	Lempung	8.57	1.59	377.35	598.97	1.71	7.65	25.27	624.25	624.25
5	16.00	Lempung	8.24	1.59	348.59	553.34	1.65	7.36	32.63	585.97	585.97
6	17.00	Lempung	7.80	1.59	328.13	520.85	1.56	6.96	39.60	560.44	560.44
7	18.00	Lempung	7.44	1.59	313.01	496.84	1.49	6.64	46.24	543.08	543.08
8	19.00	Lempung	7.06	1.59	297.19	471.74	1.41	6.30	52.54	524.28	524.28
9	20.00	Lempung	8.51	1.59	306.70	486.84	1.70	7.60	60.14	546.98	546.98
10	21.00	Lempung	8.25	1.59	317.52	504.01	1.65	7.36	67.50	571.52	571.52
11	22.00	Lempung	8.31	1.59	334.21	530.50	1.66	7.42	74.92	605.42	605.42
12	23.00	Lempung	8.10	1.59	328.74	521.82	1.62	7.23	82.16	603.98	603.98
13	24.00	Lempung	7.92	1.59	324.34	514.84	1.58	7.07	89.23	604.07	604.07
14	25.00	Lempung	7.40	1.59	312.24	495.63	1.48	6.61	95.84	591.47	591.47
15	26.00	Lempung	11.78	1.59	361.26	573.44	2.36	10.52	106.35	679.79	679.79
16	27.00	Lempung	11.71	1.59	411.89	653.81	2.34	10.46	116.81	770.62	770.62
17	28.00	medium stiif	23.20	1.59	622.61	988.29	4.64	20.72	137.54	1125.82	1125.82
18	29.00	medium stiif	23.09	1.59	773.39	1227.63	4.62	20.62	158.15	1385.78	1385.78
19	30.00	medium stiif	22.97	1.59	923.46	1465.85	4.59	20.51	178.66	1644.51	1644.51
20	31.00	medium stiif	23.13	1.59	922.47	1464.26	4.63	20.65	199.32	1663.58	1663.58
21	32.00	medium stiif	22.83	1.59	919.05	1458.83	4.57	20.39	219.70	1678.54	1678.54
22	33.00	medium stiif	22.55	1.59	913.44	1449.93	4.51	20.14	239.84	1689.78	1689.78
23	34.00	medium stiif	18.13	1.59	846.83	1344.21	3.63	16.19	256.04	1600.24	1600.24
24	35.00	medium stiif	17.98	1.59	782.22	1241.65	3.60	16.06	272.10	1513.74	1513.74
25	36.00	medium stiif	17.93	1.59	720.68	1143.96	3.59	16.02	288.11	1432.07	1432.07
26	37.00	hard stiff	28.94	1.59	864.79	1372.72	5.79	25.85	313.96	1686.67	1686.67
27	38.00	hard stiff	28.65	1.59	1006.96	1598.39	5.73	25.58	339.54	1937.93	1937.93
28	39.00	hard stiff	28.37	1.59	1146.04	1819.15	5.67	25.33	364.87	2184.02	2184.02
29	40.00	stiff	21.90	1.59	1052.20	1670.20	4.38	19.56	384.43	2054.63	2054.63
30	41.00	stiff	20.65	1.59	945.60	1500.99	4.13	18.44	402.87	1903.86	1903.86
31	42.00	stiff	20.60	1.59	842.06	1336.63	4.12	18.40	421.27	1757.89	1757.89
32	43.00	stiff	22.02	1.59	843.54	1338.99	4.40	19.66	440.93	1779.91	1779.91
33	44.00	stiff	21.88	1.59	859.93	1365.00	4.38	19.54	460.47	1825.47	1825.47
34	45.00	stiff	21.83	1.59	876.29	1390.96	4.37	19.49	479.96	1870.92	1870.92
35	46.00	stiff	21.77	1.59	873.04	1385.81	4.35	19.44	499.40	1885.21	1885.21
36	47.00	stiff	21.98	1.59	874.41	1387.98	4.40	19.63	519.03	1907.01	1907.01
37	48.00	stiff	21.93	1.59	875.85	1390.27	4.39	19.59	538.62	1928.89	1928.89
38	49.00	hard stiff	26.80	1.59	942.92	1496.73	5.36	23.93	562.55	2059.28	2059.28
39	50.00	stiff	26.75	1.59	1006.53	1597.71	5.35	23.89	586.44	2184.15	2184.15
40	51.00	stiff	26.71	1.59	1070.15	1698.69	5.34	23.85	610.29	2308.98	2308.98
41	52.00	stiff	29.62	1.59	1107.72	1758.33	5.92	26.45	636.74	2395.07	2395.07
42	53.00	stiff	29.57	1.59	1145.24	1817.89	5.91	26.40	663.15	2481.04	2481.04
43	54.00	stiff	29.52	1.59	1182.72	1877.37	5.90	26.36	689.51	2566.88	2566.88
44	55.00	stiff	33.38	1.59	1232.82	1956.91	6.68	29.81	719.31	2676.22	2676.22
45	56.00	stiff	33.31	1.59	1282.77	2036.19	6.66	29.75	749.06	2785.25	2785.25
46	57.00	stiff	33.25	1.59	1332.57	2115.23	6.65	29.69	778.76	2893.99	2893.99
47	58.00	stiff	35.56	1.59	1361.63	2161.37	7.11	31.75	810.51	2971.88	2971.88
48	59.00	hard stiff	35.49	1.59	1390.60	2207.35	7.10	31.69	842.20	3049.55	3049.55
49	60.00	stiff	35.42	1.59	1419.47	2253.17	7.08	31.63	873.83	3127.00	3127.00
50	61.00	stiff	35.69	1.59	1421.27	2256.03	7.14	31.87	905.70	3161.74	3161.74
51	62.00	stiff	35.63	1.59	1423.15	2259.01	7.13	31.82	937.52	3196.53	3196.53
52	63.00	stiff	35.56	1.59	1425.09	2262.10	7.11	31.76	969.27	3231.37	3231.37
53	64.00	stiff	36.96	1.59	1441.97	2288.90	7.39	33.01	1002.28	3291.18	3291.18
54	65.00	stiff	36.91	1.59	1459.06	2316.02	7.38	32.96	1035.24	3351.26	3351.26
55	66.00	stiff	36.86	1.59	1476.34	2343.45	7.37	32.91	1068.15	3411.61	3411.61
56	67.00	stiff	36.81	1.59	1474.32	2340.24	7.36	32.87	1101.02	3441.27	3441.27
57	68.00	stiff	36.76	1.59	1472.32	2337.06	7.35	32.83	1133.85	3470.91	3470.91
58	69.00	hard stiff	36.71	1.59	1470.33	2333.90	7.34	32.78	1166.63	3500.54	3500.54
59	70.00	stiff	36.66	1.59	1468.36	2330.78	7.33	32.74	1199.37	3530.14	3530.14
60	71.00	stiff	36.61	1.59	1466.40	2327.67	7.32	32.69	1232.06	3559.74	3559.74
61	72.00	stiff	36.56	1.59	1464.46	2324.59	7.31	32.65	1264.72	3589.31	3589.31
62	73.00	stiff	36.52	1.59	1462.54	2321.54	7.30	32.61	1297.32	3618.87	3618.87
63	74.00	stiff	36.47	1.59	1460.63	2318.52	7.29	32.57	1329.89	3648.41	3648.41
64	75.00	stiff	36.42	1.59	1458.74	2315.51	7.28	32.53	1362.42	3677.93	3677.93
65	76.00	stiff	36.38	1.59	1456.87	2312.54	7.28	32.48	1394.90	3707.44	3707.44
66	77.00	stiff	36.33	1.59	1455.01	2309.58	7.27	32.44	1427.34	3736.92	3736.92
67	78.00	stiff	36.28	1.59	1453.16	2306.65	7.26	32.40	1459.74	3766.40	3766.40
68	79.00	hard stiff	36.24	1.59	1451.33	2303.75	7.25	32.36	1492.10	3795.85	3795.85
69	80.00	stiff	36.19	1.59	1449.51	2300.87	7.24	32.32	1524.42	3825.29	3825.29
70	81.00	stiff	36.15	1.59	1447.71	2298.01	7.23	32.28	1556.71	3854.71	3854.71
71	102.00	stiff	35.29	1.59	1435.02	2277.86	7.06	661.73	2218.43	4496.30	4496.30
72	103.00	stiff	35.25	1.59	1422.43	2257.87	7.05	31.48	2249.91	4507.79	4507.79
73	104.00	stiff	35.21	1.59	1409.93	2238.04	7.04	31.44	2281.36	4519.39	4519.39
74	105.00	stiff	35.17	1.59	1408.43	2235.66	7.03	31.41	2312.77	4548.42	4548.42
75	106.00	stiff	35.14	1.59	1406.95	2233.30	7.03	31.38	2344.14	4577.44	4577.44
76	107.00	stiff	35.10	1.59	1405.47	2230.95	7.02	31.34	2375.49	4606.44	4606.44
77	108.00	stiff	35.06	1.59	1404.00	2228.62	7.01	31.31	2406.80	4635.43	4635.43
78	109.00	hard stiff	35.03	1.59	1402.55	2226.31	7.01	31.28	2438.08	4664.40	4664.40
79	110.00	stiff	34.99	1.59	1401.10	2224.02	7.00	31.25	2469.33	4693.35	4693.35
80	111.00	stiff	34.96	1.59	1399.67	2221.74	6.99	31.22	2500.55	4722.29	4722.29
81	112.00	stiff	34.92	1.59	1398.24	2219.48	6.98	31.18	2531.73	4751.21	4751.21
82	113.00	stiff	34.89	1.59	1396.83	2217.24	6.98	31.15	2562.88	4780.12	4780.12
83	114.00	stiff	34.85	1.59	1395.42	2215.01	6.97	31.12	2594.01	4809.01	4809.01
84	115.00	stiff	34.82	1.59	1394.03	2212.79	6.96	31.09	2625.10	4837.89	4837.89
85	116.00	stiff	34.78	1.59	1392.65	2210.60	6.96	31.06	2656.16	4866.75	4866.75
86	117.00	stiff	34.75	1.59	1391.27	2208.41	6.95	31.03	2687.19	4895.60	4895.60
87	118.00	stiff	34.71	1.59	1389.90	2206.25	6.94	31.00	2718.19	4924.43	4924.43
88	119.00	hard stiff	34.68	1.59	1388.55	2204.09	6.94	30.97	2749.16	4953.25	4953.25
89	120.00	stiff	34.65	1.59	1387.20	2201.96	6.93	30.94	2780.10	4982.05	4982.05
90	121.00	stiff	34.61	1.59	1385.87	2199.83	6.92	30.91	2811.01	5010.84	5010.84
91	122.00	stiff	34.58	1.59	1384.54	2197.73	6.92	30.88	2841.89	5039.61	5039.61
92	123.00	stiff	34.55	1.59	1383.22	2195.63	6.91	30.85	2872.74	5068.37	5068.37
93	124.00	stiff	34.52	1.59	1381.91	2193.55	6.90	30.82	2903.56	5097.12	5097.12
94	125.00	stiff	34.48	1.59	1380.61	2191.49	6.90	30.79	2934.36	5125.84	5125.84
95	126.00	stiff	34.45	1.59	1379.32	2189.44	6.89	30.77	2965.12	5154.56	5154.56
96	127.00	stiff	34.42	1.59	1378.03	2187.40	6.88	30.74	2995.86	5183.26	5183.26
97	128.00	stiff	34.39	1.59	1376.76	2185.38	6.88	30.71	3026.57	5211.94	5211.94
98	129.00	hard stiff	34.36	1.59	1375.49	2183.37	6.87	30.68	3057.25	5240.61	5240.61
99	130.00	stiff	34.32	1.59	1374.23	2181.37	6.86	30.65	3087.90	5269.27	5269.27
100	131.00	stiff	34.29	1.59	1372.98	2179.39	6.86	30.62	3118.52	5297.91	5297.91
101	132.00	stiff	34.26	1.59	1371.74	2177.42	6.85	30.60	3149.12	5326.54	5326.54
102	133.00	stiff	34.23	1.59	1370.51	2175.46	6.85	30.57	3179.69	5355.15	5355.15
103	134.00	stiff	34.20	1.59	1369.29	2173.52	6.84	30.54	3210.23	5383.75	5383.75
104	135.00	stiff	34.17	1.59	1368.07	2171.59	6.83	30.52	3240.75	5412.33	5412.33
105	136.00	stiff	34.14	1.59	1366.86	2169.67	6.83	30.49	3271.24	5440.90	5440.90
106	137.00	stiff	34.11	1.59	1365.66	2167.76	6.82	30.46	3301.70	5469.46	5469.46
107	138.00	stiff	34.08	1.59	1364.47	2165.87	6.82	30.44	3332.14	5498.00	5498.00
108	139.00	hard stiff	34.05	1.59	1363.28	2163.99	6.81	30.41	3362.55	5526.53	5526.53
109	140.00	stiff	34.02	1.59	1362.10	2162.12	6.80	30.38	3392.93	5555.05	5555.05
110	141.00	stiff	33.99	1.59	1360.94	2160.26	6.80	30.36	3423.29	5583.55	5583.55
111	142.00	stiff	33.97	1.59	1359.77	2158.42	6.79	30.33	3453.62	5612.03	5612.03
112	143.00	stiff	33.94	1.59	1358.62	2156.58	6.79	30.31	3483.92	5640.51	5640.51
113	144.00	stiff	33.91	1.59	1357.47	2154.76	6.78	30.28	3514.20	5668.97	5668.97
114	145.00	stiff	33.88	1.59	1356.33	2152.95	6.78	30.26	3544.46	5697.41	5697.41
115	146.00	stiff	33.85	1.59	1355.20	2151.15	6.77	30.23	3574.69	5725.84	5725.84

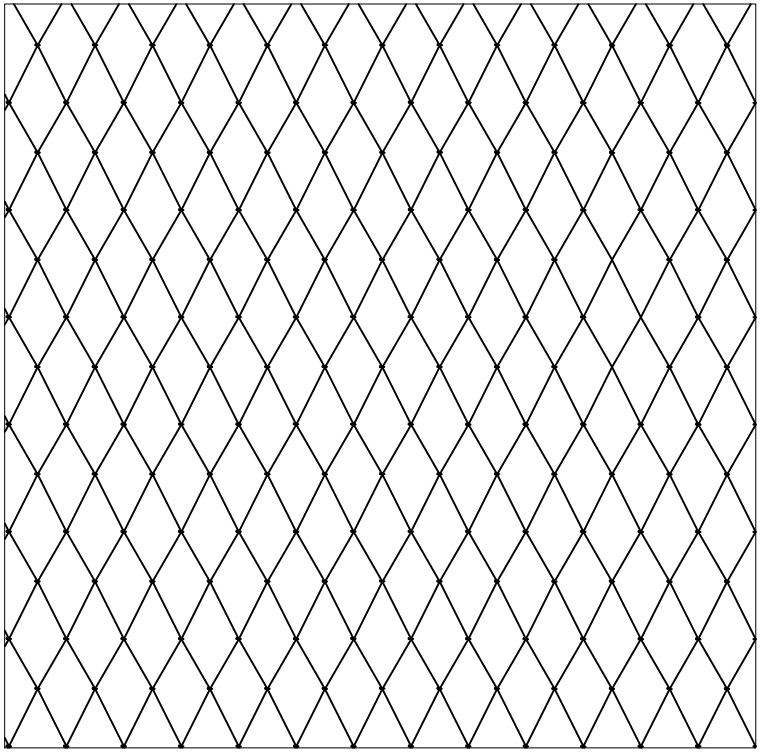

PENENTUAN DAYA DUKUNG BERDASARKAN KEDALAMAN
Daya Dukung Tiang (Ton)
0.00
1000.00
2000.00
3000.00
4000.00
5000.00
6000.00
(25.00)
(50.00)
(75.00)
(100.00)
(125.00)
(150.00)
Depth From seabed (m)
N-SPT
Series2
QL = QP + QS
QL :
QS :
QS
QP



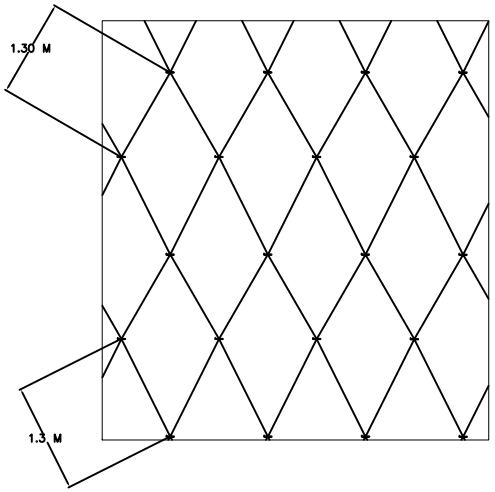
	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Layout 1:5000	1



	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Pot. Memanjang & Melintang 1:300	2



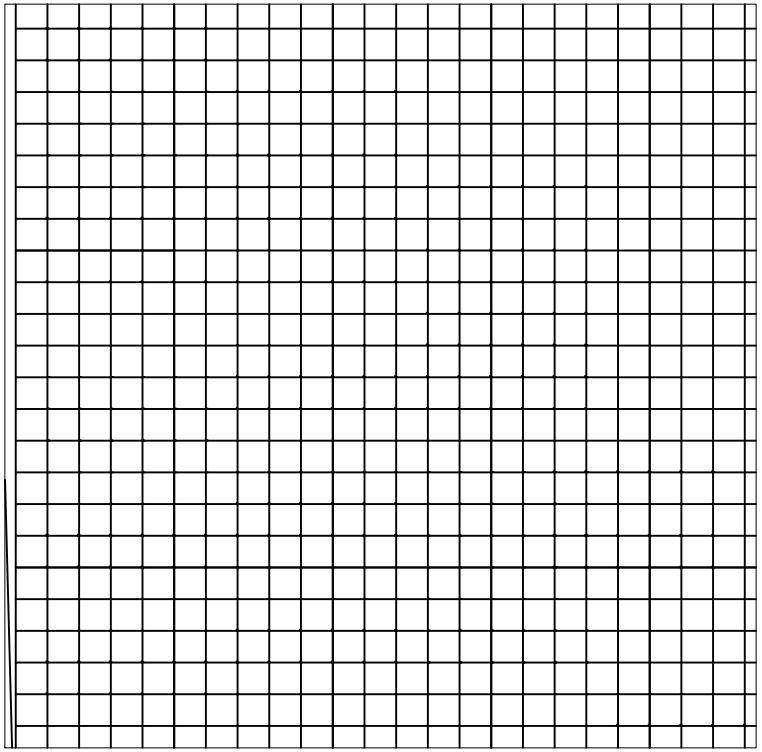
PEMASANGAN PVD POLA SEGITIGA



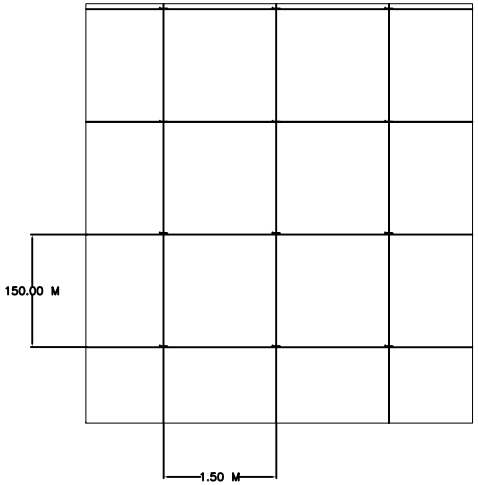
JARAK PEMASANGAN PVD POLA SEGITIGA

Dimensi PVD yang digunakan adalah
lebar = 100 m
a = 5 mm
Lama konsolidasi 24 minggu

	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Pemasangan PVD (akbat Surcharge Preload) 1:500	3



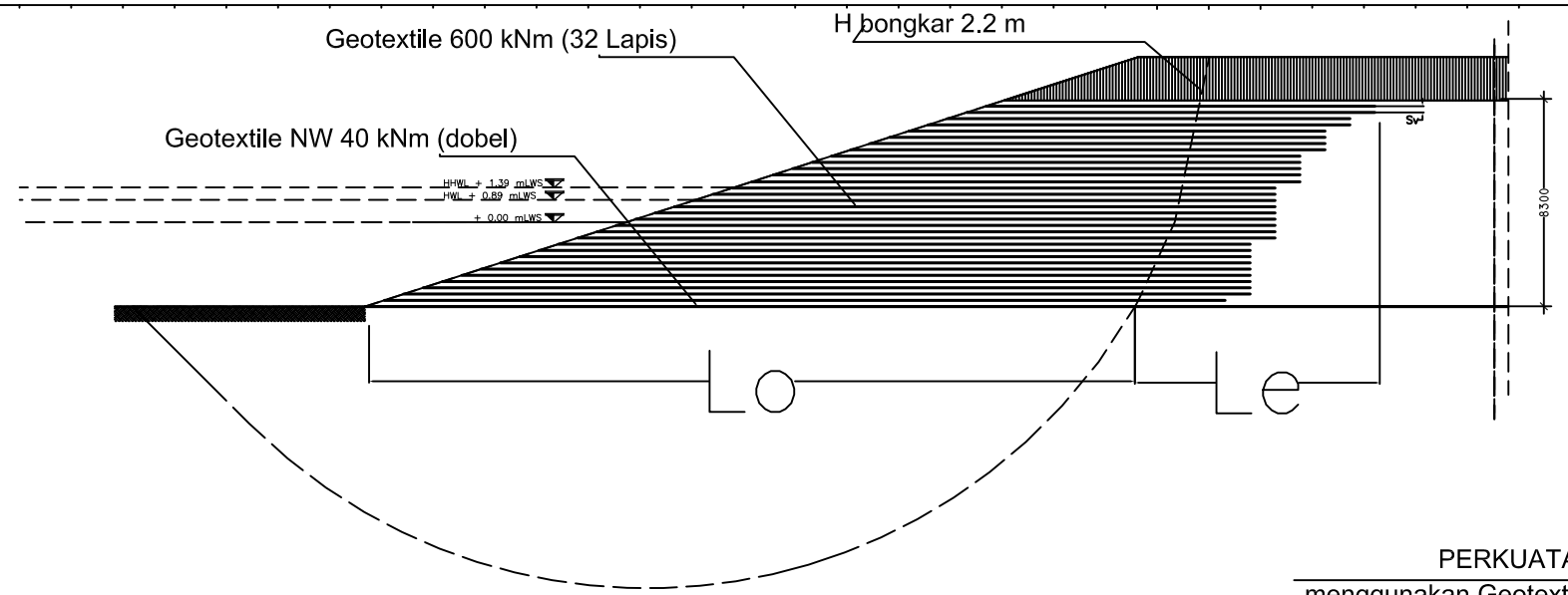
PEMASANGAN PVD POLA SEGIEMPAT



JARAK PEMASANGAN PVD POLA SEGITIGA

Dimensi PVD yang digunakan adalah
lebar = 100 m
a = 5 mm
Lama konsolidasi 24 minggu

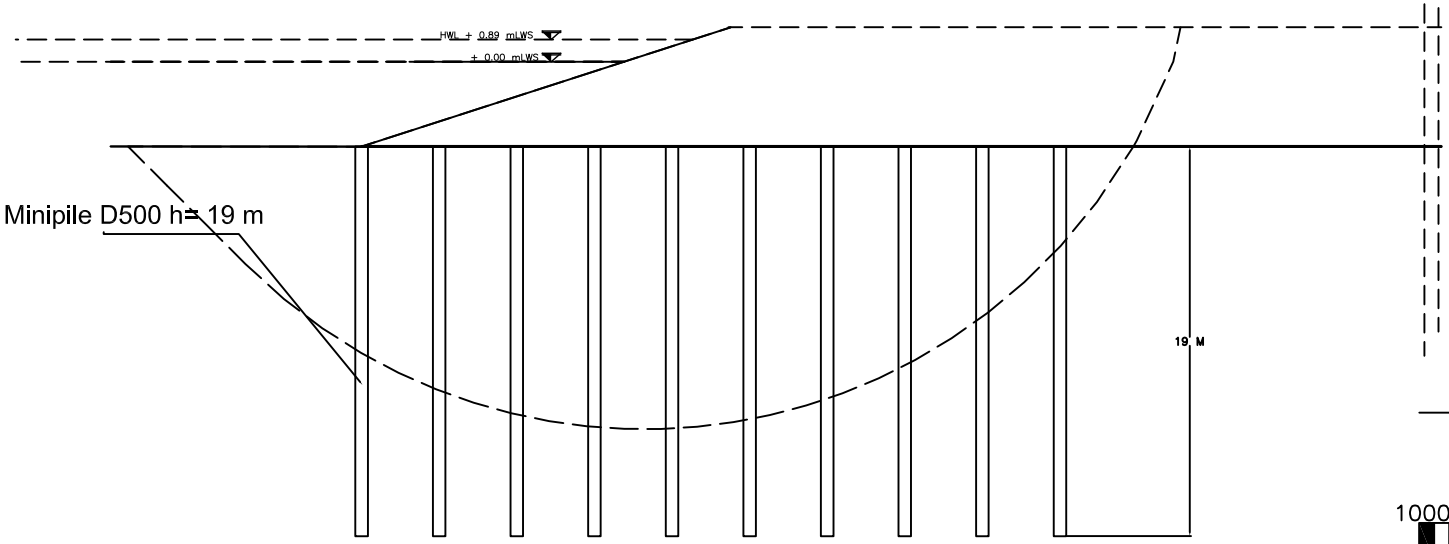
	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	DetailPemasangan PVD (akbat Watertank Preload) 1:500	4



Lap-	Ld	Le	Lo	Sv	Lap-	Ld	Le	Lo	Sv
1	33.2	1.0	0.5	0.3	17	22.7	3.0	1.5	0.3
2	33.2	2.0	1.0	0.3	18	22.7	3.0	1.5	0.3
3	31.9	2.0	1.0	0.3	19	21.3	4.0	2.0	0.3
4	31.9	2.0	1.0	0.3	20	21.3	4.0	2.0	0.3
5	30.6	2.0	1.0	0.3	21	19.9	4.0	2.0	0.3
6	30.6	2.0	1.0	0.3	22	19.9	4.0	2.0	0.3
7	29.3	2.0	1.0	0.3	23	18.5	4.0	2.0	0.3
8	29.3	2.0	1.0	0.3	24	18.5	5.0	2.5	0.3
9	28.0	2.0	1.0	0.3	25	17.1	5.0	2.5	0.3
10	28.0	3.0	1.5	0.3	26	17.1	5.0	2.5	0.3
11	26.7	3.0	1.5	0.3	27	15.6	5.0	2.5	0.3
12	26.7	3.0	1.5	0.3	28	15.6	6.0	3.0	0.3
13	25.4	3.0	1.5	0.3	29	14.2	6.0	3.0	0.3
14	25.4	3.0	1.5	0.3	30	14.2	7.0	3.5	0.3
15	24.1	3.0	1.5	0.3	31	12.8	8.0	4.0	0.3
16	24.1	3.0	1.5	0.3	32	12.8	8.0	4.0	0.3

PERKUATAN TIPE 1

menggunakan Geotextile 32 layer

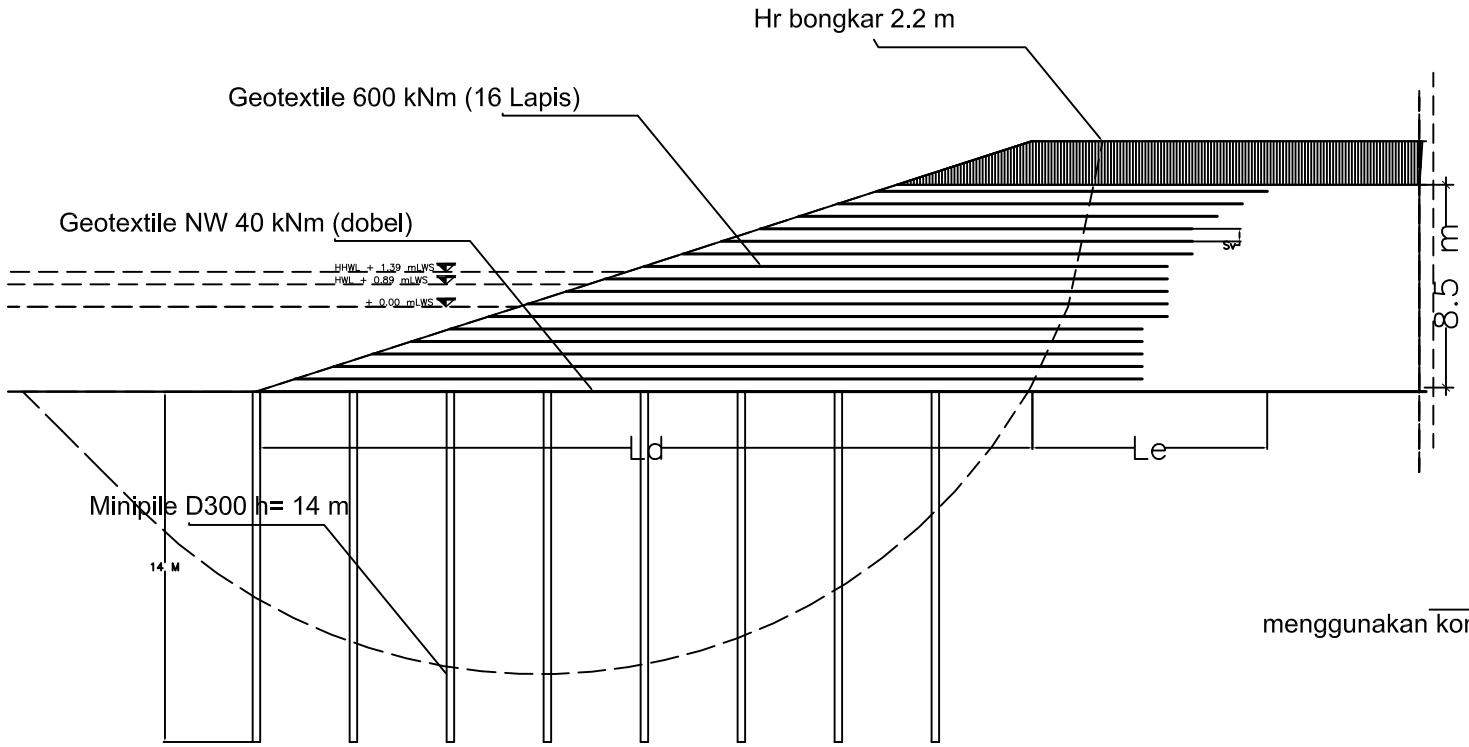


PERKUATAN TIPE 2

menggunakan Minipile

	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Perkuatan A (akbat Surcharge Preload) 1:300	5

Lapis	Ld	Le	Lo	Sv
1	31.08	1.4	0.70	0.50
2	31.08	2.1	1.05	0.50
3	30.03	2.3	1.15	0.50
4	30.03	2.4	1.20	0.50
5	28.98	2.5	1.25	0.50
6	28.98	2.7	1.35	0.50
7	27.94	2.9	1.45	0.50
8	27.94	3.1	1.55	0.50
9	26.89	3.3	1.65	0.50
10	26.89	3.6	1.80	0.50
11	25.72	4	2.00	0.50
12	25.72	4.4	2.20	0.50
13	24.79	4.9	2.45	0.50
14	24.79	5.5	2.75	0.50
15	23.74	6.4	3.20	0.50
16	23.74	7.6	3.80	0.50

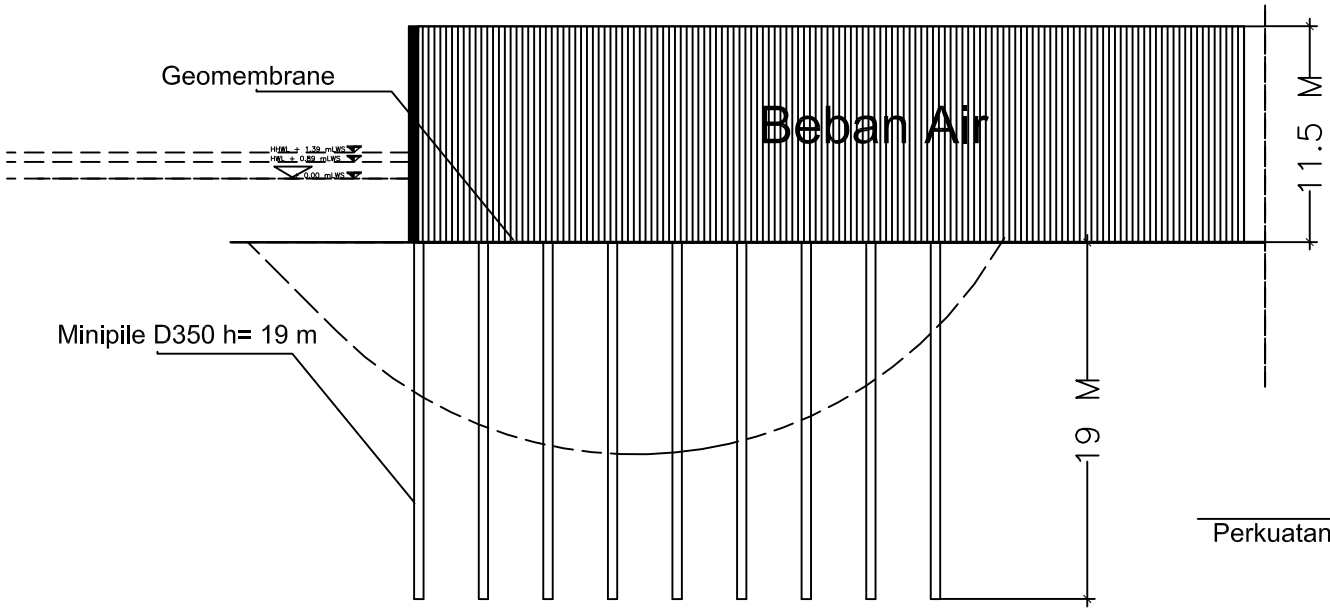


PERKUATAN TIPE 3

menggunakan kombinasi Geotextile dan Minipile

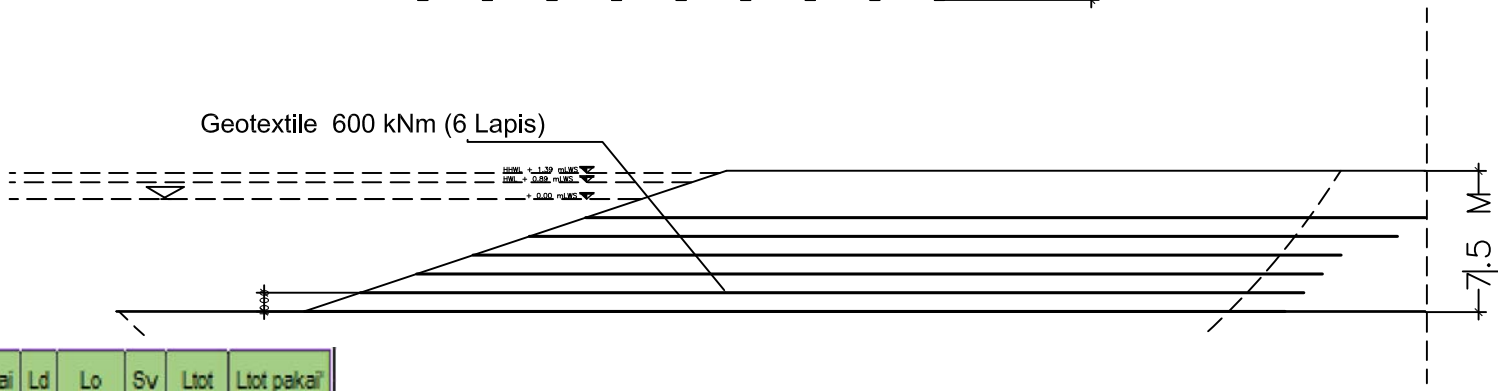
1000 0 1000 2000 3000 4000

	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Perkuatan A (akbat Surcharge Preload) 1:300	6



PERKUATAN TIPE 4

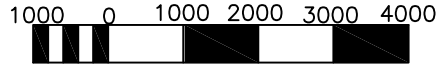
Perkuatan menggunakan Minipile



PERKUATAN TIPE 5

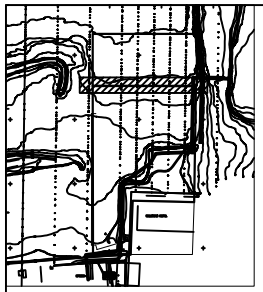
Perkuatan selesai watertank

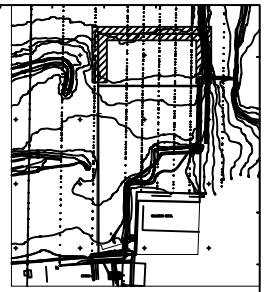
Lap-	Le pakai	Ld	Lo	Sv	Ltot	Ltot pakai
1	3.000	50	1.50	1	55.50	56.00
2	4.000	47	2.00	1	54.00	54.00
3	5.000	45	2.50	1	53.50	54.00
4	6.000	42	3.00	1	52.00	52.00
5	9.000	40	4.50	1	54.50	55.00
6	14.000	40	7.00	1	62.00	62.00

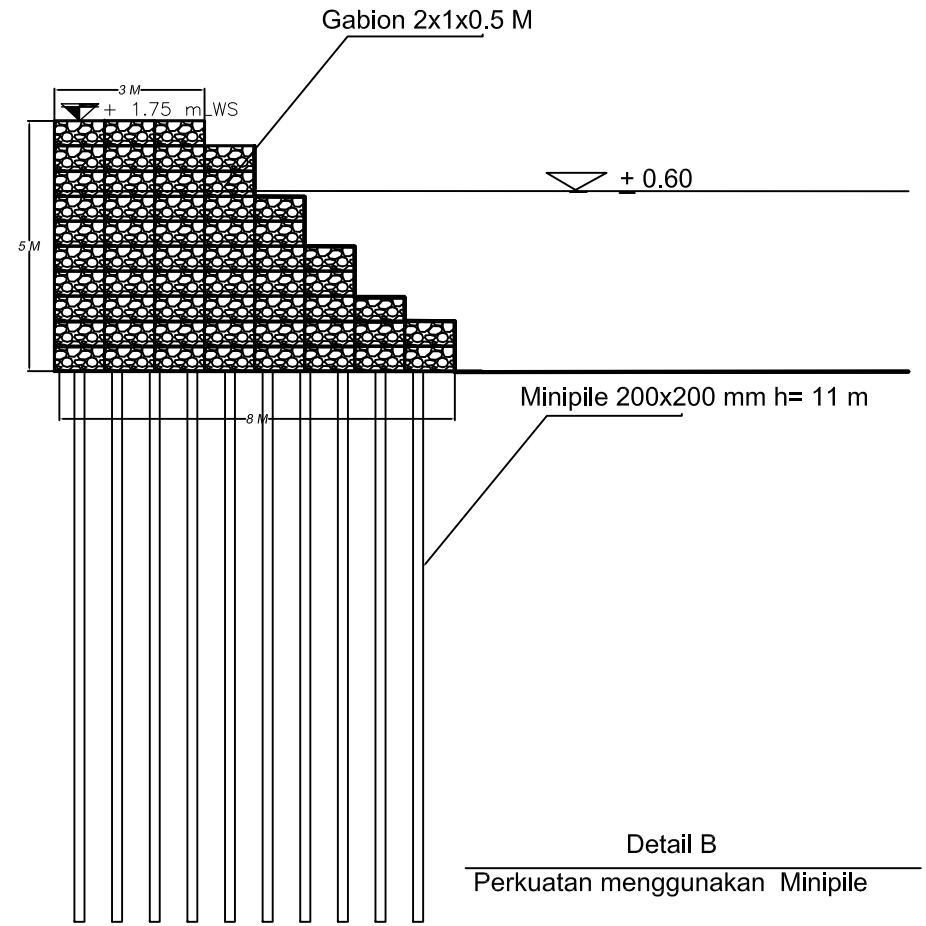


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN
PROGRAM STUDI
S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL
2018

TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Perkuatan A (akbat Watertank Preload) 1:400	7

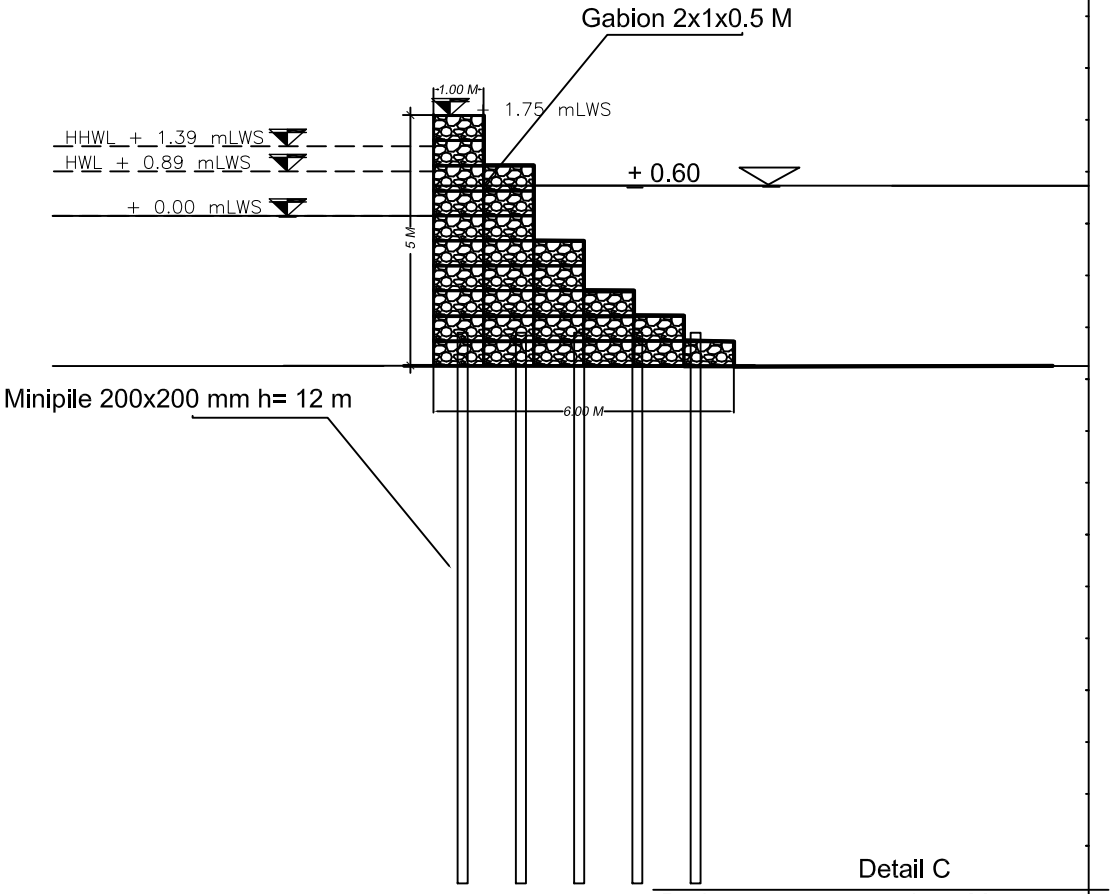






Detail B

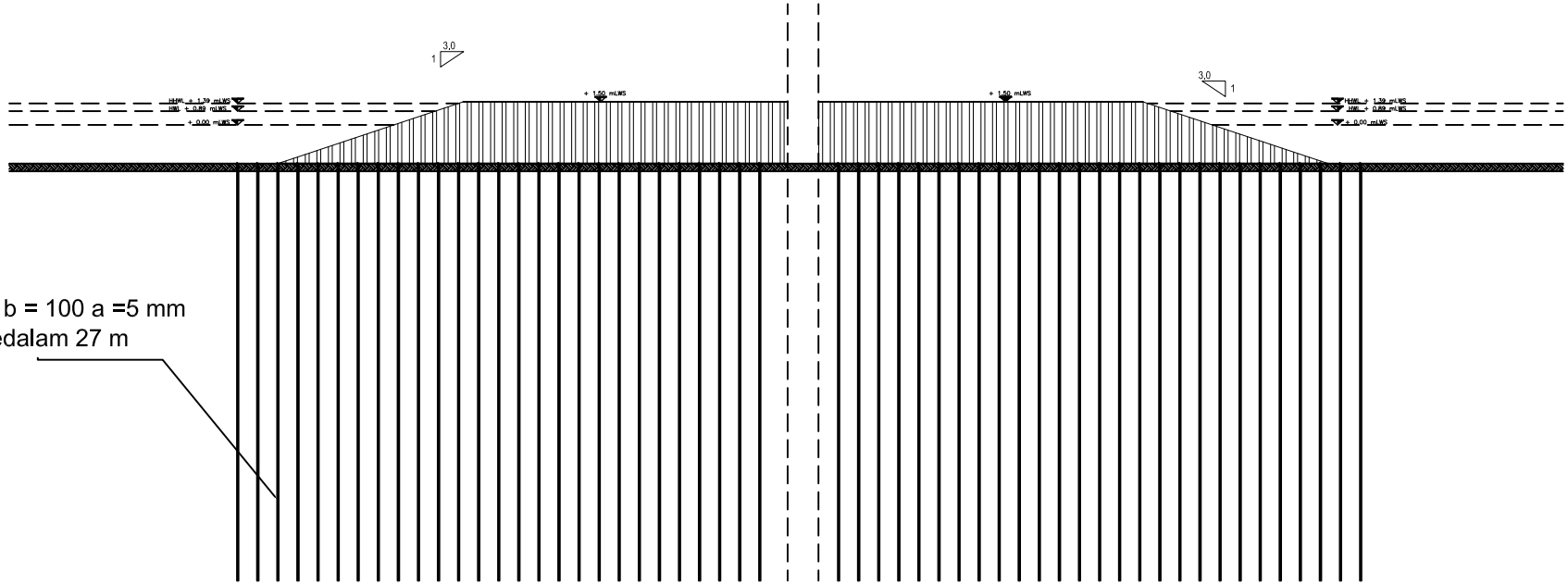
Perkuatan menggunakan Minipile



Detail C

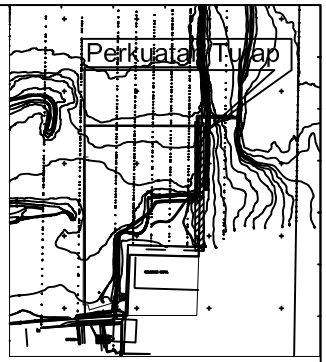
Perkuatan menggunakan Minipile

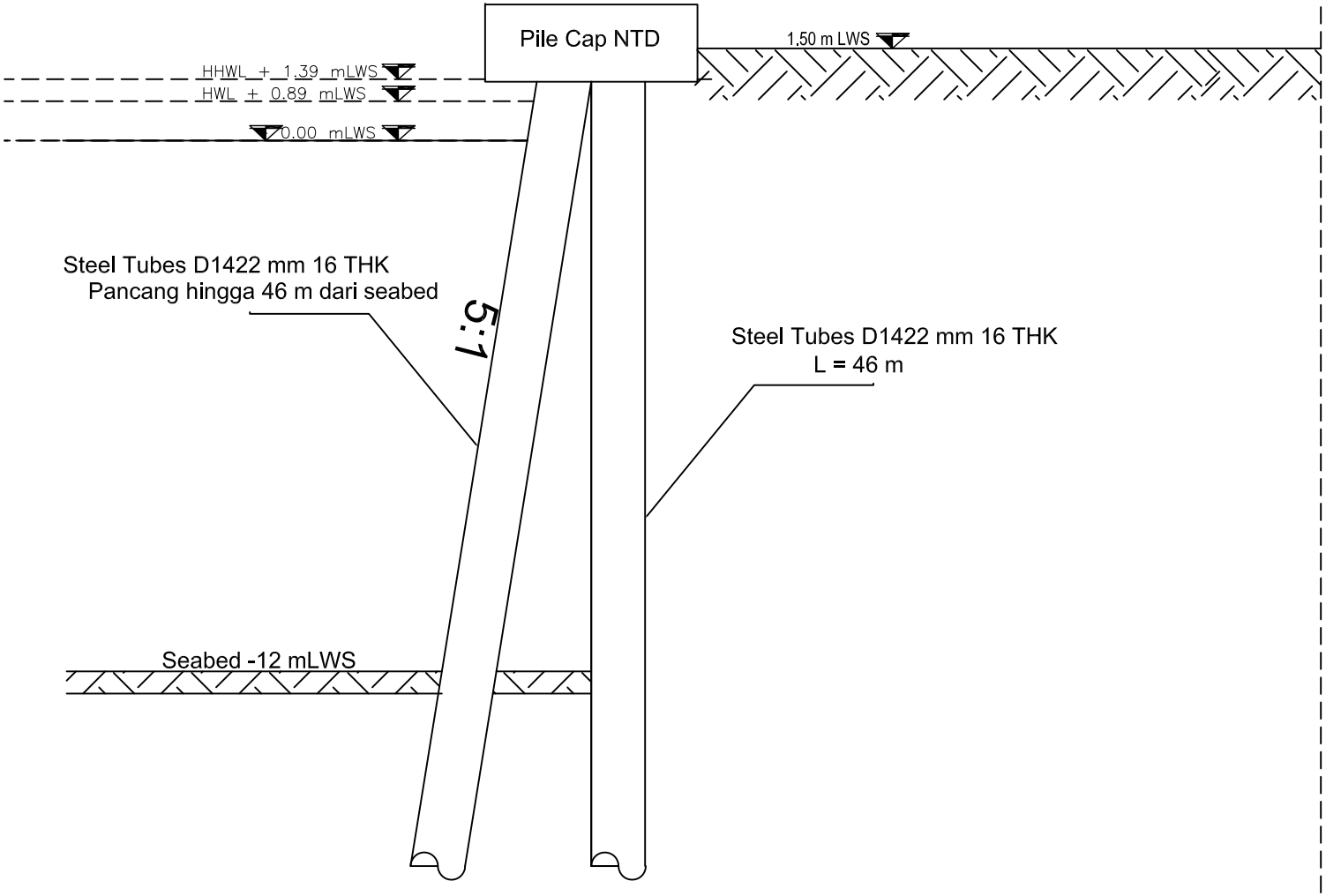
	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Perkuatan Polder 1:300	8



Pola Pemasangan PVD :
Surcharge Preload menggunakan pola segitiga jarak 1300 mm
Watertank Preload menggunakan segi empat jarak 1500 mm

	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Detail Pemasangan PVD 1:400	9





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL 2018	TUGAS AKHIR	NAMA DOSEN	MAHASISWA / NRP	JUDUL GAMBAR SKALA	NO HAL
	PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH AREA REKLAMASI DENGAN METODE PRELOADING DENGAN SISTEM SURCHARGE DENGAN PVD DAN WATERTANK DENGAN PVD SERTA PERKUATAN DINDING POLDER DI TANJUNG EMAS, SEMARANG	Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi Mustai'in Arif ST, MT	Lindawati Marbun 3115105016	Typical Detail Turap 1:200	10

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Lindawati Marbun, dilahirkan di Surabaya, 17 September 1989, merupakan anak kedua dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK KH Dewantara Surabaya, SDN Menur Pumpungan V/510 Surabaya, SMPN 3 Surabaya, dan SMAN 6 Surabaya,, Penulis mengikuti kuliah di Jurusan Diploma Teknik Sipil, Program Studi Konstruksi Gedung pada tahun 2009.Penulis menempuh pendidikan selama 3 tahun, lulus pada September tahun 2012. Tahun 2015 Penulis melanjutkan pendidikannya untuk mengambil Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis terdaftar di Jurusan Teknik Sipil Program Sarjana Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP. 3115105016. Apabila ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat berkomunikasi via email (*lindawmarbun@gmail.com*).

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Lindawati Marbun, dilahirkan di Surabaya, 17 September 1989, merupakan anak kedua dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK KH Dewantara Surabaya, SDN Menur Pumpungan V/510 Surabaya, SMPN 3 Surabaya, dan SMAN 6 Surabaya,, Penulis mengikuti kuliah di Jurusan Diploma Teknik Sipil, Program Studi Konstruksi Gedung pada tahun 2009.Penulis menempuh pendidikan selama 3 tahun, lulus pada September tahun 2012. Tahun 2015 Penulis melanjutkan pendidikannya untuk mengambil Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS).

Penulis terdaftar di Jurusan Teknik Sipil Program Sarjana Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP. 3115105016. Apabila ingin berkorespondensi dengan penulis, dapat berkomunikasi via email (*lindawmarbun@gmail.com*).