



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI
PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL
PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA, NUSA
TENGGARA BARAT**

MUHAMMAD FAISAL HAQ
NRP 3113 100 106

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI
PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL
PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA, NUSA
TENGGARA BARAT**

MUHAMMAD FAISAL HAQ
NRP 3113 100 106

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT (RC14-1501)

***PLANNING A RECLAMATION AND RETAINING
STRUCTURE FOR PASSENGER TERMINAL ON BIMA
PORT, WEST NUSA TENGGARA***

**MUHAMMAD FAISAL HAQ
NRP 3113 100 106**

Supervisor
**Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

**PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI
PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL
PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA,
NUSA TENGGARA BARAT**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

MUHAMMAD FAISAL HAQ

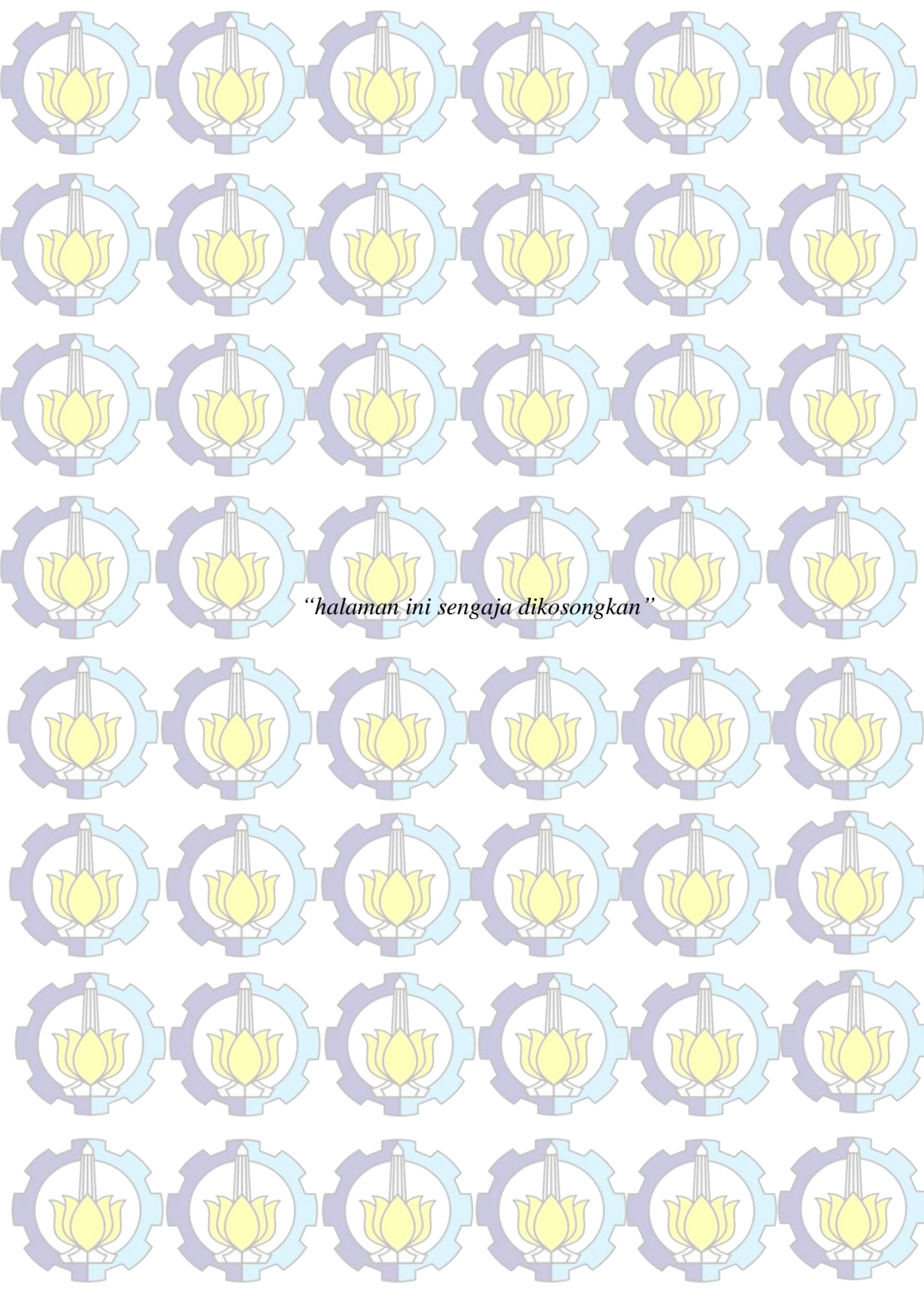
Nrp. 3113 100 106

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
2. Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT



SURABAYA, JULI 2017



"halaman ini sengaja dikosongkan"

**PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI
PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL
PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA, NUSA
TENGGARA BARAT**

Nama Mahasiswa : Muhammad Faisal Haq
NRP : 3113100106
Departemen : Teknik Sipil FTSP-ITS

Abstrak

Pelabuhan Bima merupakan pelabuhan pengumpan yang terletak di kota Bima, Nusa Tenggara Barat. Dari data PT. Pelabuhan Indonesia III (Pelindo III), pergerakan penumpang pada Pelabuhan Bima cenderung mengalami kenaikan, sehingga dilakukan perencanaan pengembangan fasilitas pelabuhan oleh PT Pelindo III berupa terminal penumpang. Pelabuhan yang didirikan pada tahun 1963 ini berdiri di atas lapisan tanah lunak, sehingga tanah dasar memiliki daya dukung yang rendah yang dapat mengakibatkan kelongsoran pada timbunan dan memiliki kemampuan yang besar.

Perencanaan area pengembangan terminal penumpang Pelabuhan Bima dilakukan di area laut dengan luas mencapai 800 m² yang dibatasi Dermaga Nusantara dan trestle Dermaga Nusantara. Jarak kaki timbunan dan pilar trestle yang diijinkan adalah > 1 m. Diperlukan perencanaan perbaikan tanah dasar untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar dan mempercepat proses pemampatan tanah. Selain itu diperlukan perencanaan konstruksi penahan tanah untuk mereduksi beban horizontal akibat timbunan dan gedung ketika beroperasi yang diterima pilar trestle.

Pada tugas akhir ini perbaikan tanah dasar menggunakan preloading yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD). Untuk perkuatan lereng timbunan sekaligus reduksi beban horizontal akan direncanakan 2 alternatif konstruksi penahan tanah yaitu turap baja dan minipile. Kedua alternatif

struktur penahan tersebut akan dianalisis stabilitasnya terhadap timbunan. Pada analisis overall akan digunakan program bantu GeoSlope untuk mengetahui garis kelongsoran, dan program bantu PLAXIS untuk analisis konstruksi penahan tanah. Lalu direncanakan metode pelaksanaan dari setiap alternatif. Pada tahap akhir dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari 2 alternatif.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan tinggi timbunan pelaksanaan untuk elevasi tanah dasar -1,71 mLWS setinggi 7,49 m dan untuk elevasi -1,00 mLWS setinggi 6,59 m. Perencanaan perbaikan tanah menggunakan PVD pola pemasangan segiempat dengan jarak pemasangan 1 m Hasil perencanaan struktur penahan tanah untuk alternatif 1 pada sisi barat daya menggunakan sheet pile sepanjang 38 m dan batter pile sebagai angkur sepanjang 50,77 m yang dipasang setiap 3 m, sedangkan untuk sisi barat laut menggunakan tanggul dengan pondasi minipile sepanjang 7 m dengan jumlah 4 buah per m. Untuk alternatif 2 sisi barat laut dan barat daya menggunakan sheet pile dan batter pile dengan panjang yang sama. Perhitungan RAB untuk alternatif 1 sebesar Rp55.743.179.000,00 dan untuk alternatif 2 sebesar Rp59.942.301.000,00.

Kata kunci: Terminal Penumpang Pelabuhan Bima, Preloading, Prefabricated Vertical Drain, Turap, Minipile, Rencana Anggaran Biaya.

**PLANNING A RECLAMATION AND RETAINING
STRUCTURE FOR PASSENGER TERMINAL ON BIMA
PORT, WEST NUSA TENGGARA**

Name : **Muhammad Faisal Haq**
NRP : **3113100106**
Department : **Teknik Sipil FTSP-ITS**

Abstract

Bima Port is a feeder port located in Bima City, West Nusa Tenggara. From the data of PT. Pelabuhan Indonesia III (Pelindo III), passenger movement at Bima Port tends to increase, so that the development plant of port facility by PT. Pelindo III is passenger terminal.

The port that established in 1963 stands on a sot layer of soil, so that the soil has low bearing capacity which can cause sliding and big settlement.

Planning of passenger terminal in Bima Port is done in sea area with area reach 800 m^2 bounded by Nusantara wharf and trestle. The allowable distance of leg embankment with the trestke is $> 1\text{m}$. Planning for soil improvement is needed to increase the bearing capacity of soil and accelerate the settlement process. In addition, it is necessary to design a retaining wall structure to reduce the horizontal force due to load of embankment and buildings when operated.

In this final project, the soil improvement using preloading combined with Prefabricated Vertical Drain (PVD). For the retaining wall structure will be planned 2 alternatives which area steel sheet pile and minipile. Both alternatives of the retaining structure will be analyzed for their stability to the embankment. In the overall analysis will be used GeoSlope program to determine the slope line, and PLAXIS program for analysis of retaining structure. Then the implementation method of each alternative is planned. In the final stage the calculation of the Bill of Quantity (BoQ) of two alternatives.

From the result of the analysis that has been done, the height of implementation embankment for the ground elevation of -1,71 mLWS as high as 7,49 m and for elevation of -1,00 mLWS as high as 6,59 m. Planning of soil improvement using PVD with rectangular shape and 1 m of spacing. Result of retaining wall structure design for alternative 1 on south-west side using 38 m long sheet pile and batter pile as anchor of 57,7m which is installed every 3 m, while for north-west side using sandbag embankment with minipile foundation with 7 m of length and amount 4 pieces per m. For alternative 2 north-west and south-west sides using sheet pile and batter pile with the same length as alternative 1. The calculation of Bill of Quantity for alternative 1 is RP55.743.179.000,00 and for alternative 2 is Rp59.942.301.000,00. From both alternatives the alternative 1 is chosen with consideration of cheaper cost.

Keyword: Passenger Terminal of Bima Port, Preloading, Prefabricated Vertical Drain, Sheet Pile, Minipile, Bill of Quantity

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr. wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Timbunan dan Konstruksi Penahan Tanah Untuk Terminal Penumpang di Pelabuhan Bima, Nusa Tenggara Barat” tepat pada waktunya.

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

1. Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya.
2. Kedua orang tua, Bapak Bosmath Artha dan Ibu Hariyanti yang selalu memberikan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Herman Wahyudi, DEA selaku dosen pembimbing I atas segala bimbingan, ilmu dan waktunya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, ilmu dan waktunya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Kakak dan adik penulis, Iis, Ras, Ditha, dan Salsa yang selalu menjadi semangat bagi Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Segenap keluarga besar penulis yang telah memberikan doa dan dukungan.
7. Bintang, Teguh, Eki, Dwiki, Yudha, dan Unggul selaku teman bermain, belajar, dan berdiskusi yang selalu memberikan semangat.

8. Teman-teman Departemen Teknik Sipil ITS angkatan 2013 yang selalu memberi dukungan dan semangat.
9. Rekan-rekan seperjuangan Ahli Tanah yang senantiasa berbagi ilmu dalam pengerjaan Tugas Akhir.
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan sedisiplin ilmu. Penulis memohon maaf atasegala kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

Wassalamualaikum wr. wb.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Lingkup Pekerjaan	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
1.6 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jenis dan Karakteristik Tanah	7
2.2 Distribusi Beban pada Tanah	10
2.3 Pemampatan Tanah	11
2.3.1 Lapisan <i>Compressible</i>	11
2.3.2 Pemampatan Konsolidasi Primer (<i>Primary Consolidation</i>)	12
2.4 Waktu Pemampatan Tanah Dasar	14
2.5 Perencanaan Timbunan	17
2.5.1 Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R) dan Tinggi Timbunan Rencana (H)	17
2.5.2 Tinggi Timbunan Kritis (H_{kritis})	18
2.5.3 Timbunan Bertahap	18

2.5.4	Distribusi dan Perubahan Tegangan Akibat Timbunan Bertahap	19
2.5.5	Peningkatan Daya Dukung Tanah	20
2.5.6	Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap	21
2.6	<i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	22
2.7	<i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)	29
2.8	Tekanan Tanah Horizontal	29
2.9	Struktur Penahan Tanah	30
2.9.1	Turap	30
2.9.2	<i>Batter Pile</i> (Tiang Miring)	33
2.9.3	<i>Minipile</i>	34
2.10	Analisis Stabilitas Lereng Timbunan	37
2.11	<i>Software GeoSlope</i>	38
2.12	<i>Software PLAXIS</i>	39

BAB III METODOLOGI

3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	41
3.1.1	Studi Literatur	43
3.1.2	Pengumpulan Data	43
3.1.3	Analisis Geoteknik Tanah Dasar	43
3.1.4	Penentuan Beban yang Bekerja	43
3.1.5	Perhitungan Pemampatan yang Terjadi pada Tanah Dasar	43
3.1.6	Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R)	44
3.1.7	Perencanaan <i>Preabricated Vertical Drain</i> (PVD) untuk Tanah Lunak	44
3.1.8	Perencanaan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)	44
3.1.9	Perencanaan Struktur Penahan Tanah	44
3.1.10	Analisis Stabilitas Lereng Timbunan	45
3.1.11	Perencanaan Metode Pelaksanaan	45
3.1.12	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya	45
3.2	<i>Output</i>	46

BAB IV	ANALISIS DATA PERENCANAAN	47
--------	---------------------------------	----

4.1	Data Perencanaan	47
4.2	Analisis Geoteknik Tanah Dasar	47
4.2.1	Korelasi Berat Volume Tanah (γ)	49
4.2.2	Korelasi Nilai Sudut Geser dalam Tanah (ϕ)	50
4.2.3	Korelasi <i>Undrained Shear Strength</i> (c_u)	51
4.2.4	Korelasi Angka Pori Tanah (e_0)	52
4.2.5	Korelasi Koefisien Kompresi Tanah (C_c) ...	54
4.2.6	Korelasi Koefisien Mengembang Tanah (C_s)	55
4.2.7	Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah (C_v) .	56
4.2.8	Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah Horizontal (C_h)	57
4.2.9	Korelasi Batas Cair Tanah (LL)	57
4.2.10	Korelasi Indeks Plastisitas Tanah (PI)	58
4.3	Data Material Timbunan	59
4.4	Penentuan Beban Rencana	59
4.5	Data Material Perbaikan dan Perkuatan Tanah .	59
4.5.1	<i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	59
4.5.2	<i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)	60
4.5.3	<i>Geotextile</i>	60
4.5.4	<i>Sheet Pile</i>	60
4.5.5	<i>Minipile</i>	60
4.5.6	Soil Monitoring Instrument	60
4.6	Data Analisis Harga Satuan Pekerjaan	61

BAB V PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR		63
5.1	Perencanaan Timbunan Preloading dan Variasi Tinggi Timbunan (H_R)	63
5.2	Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar	64
5.3	Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R)	72
5.4	Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa Perbaikan Tanah	77

5.5	Perencanaan <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i> .	80
5.6	Perencanaan <i>Prefabricated Horizontal Drain (PHD)</i>	87
5.7	Perencanaan Timbunan Bertahap	89
5.8	Distribusi dan Perubahan Tegangan Akibat Timbunan Bertahap	93
5.9	Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar	94
5.10	Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap	97

BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR PENAHAN

TANAH	101
6.1 Perencanaan Turap	101
6.2 Perencanaan Turap Berangkur dan <i>Anchor Pile</i> .	107
6.3 Perencanaan Minipile	110

BAB VII METODE PELAKSANAAN	115
7.1 Alternatif Perencanaan.....	115
7.2 <i>Scope of Work</i>	115
7.3 Metode Pelaksanaan	116

BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA	123
8.1 <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> dan Perhitungan Volume Pekerjaan	123
8.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan	127
8.3 Rencana Anggaran Biaya	130

BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN	133
9.1 Kesimpulan	133

DAFTAR PUSTAKA	135
-----------------------------	-----

LAMPIRAN	137
-----------------------	-----

BIODATA PENULIS	231
------------------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pelabuhan Bima, Kota Bima, Nusa Tenggara Barat	2
Gambar 1.2 Statistik Arus Kunjungan Penumpang Pelabuhan Bima, Nusa Tenggara Barat	2
Gambar 1.3 Area yang akan ditimbun untuk pembangunan terminal penumpang baru	3
Gambar 1.4 Gambar potongan elevasi	3
Gambar 2.1 Hubungan Koefisien Konsolidasi (C_v) dan Batas Cair (LL)	9
Gambar 2.2 Hubungan Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI)	9
Gambar 2.3 Visualisasi dan Notasi $\Delta\sigma$	11
Gambar 2.4 Korelasi Grafis Antara C_v , t , U , dan Hdr	17
Gambar 2.5 Permodelan H_R dan H timbunan.....	18
Gambar 2.6 Timbunan Bertahap	18
Gambar 2.7 Penggunaan <i>Vertical Drain</i>	22
Gambar 2.8 Pemasangan PVD Pola Segiempat	24
Gambar 2.9 Pemasangan PVD Pola Segitiga	25
Gambar 2.10 Diameter lingkaran ekuivalen pengaruh PVD	26
Gambar 2.11 Mencari Diameter Pengaruh <i>Vertical Drain</i>	27
Gambar 2.12 Diagram Tegangan yang Bekerja pada Turap	31
Gambar 2.13 Daya Dukung Tiang Miring	33
Gambar 2.14 Harga f dari berbagai jenis tanah.....	35
Gambar 2.15 Harga F_M	36
Gambar 2.16 Garis Kelongsoran.....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	41
Gambar 4.1 Data Bore Log BH-01	49
Gambar 5.1 Permodelan Timbunan	72
Gambar 5.2 Grafik Penentuan H_R	74
Gambar 5.3 Grafik Penentuan H_R untuk Elevasi Tanah Dasar -1,00.....	76
Gambar 5.4 Hubungan C_v , t , U , dan Hdr.....	78

Gambar 5.5 Grafik Hubungan Derajat dan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah	79
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Amplitudo dan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah	79
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-rata PVD Pola Pemasangan Segitiga	83
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-rata PVD Pola Pemasangan Segiempat ...	85
Gambar 5.9 Grafik untuk Mencari Jarak Pemasangan PVD	86
Gambar 5.10 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Tinggi Timbunan.....	91
Gambar 5.11 Hubungan Angka Keamanan dan Tinggi Timbunan	91
Gambar 5.12 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Tanggul Setinggi 4 m	92
Gambar 5.13 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Timbunan setinggi $H_{cr}=3,7$ m setelah Terjadi Perubahan Harga cu	96
Gambar 5.14 Grafik Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap	99
Gambar 6.1 Diagram Tegangan Horizontal	105
Gambar 6.2 Hasil Analisis Turap <i>Free Standing</i>	106
Gambar 6.3 Hasil Analisis Turap Berangkur	109
Gambar 6.4 Mencari Harga Koefisien Modulus Tanah (f).	111
Gambar 6.5 Mencari Koefisien Momen Lentur (F_M)	112
Gambar 6.6 Analisis Stabilitas Tanggul Menggunakan Cerucuk	114
Gambar 7.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 NSPT dan Korelasinya.....	8
Tabel 2.2 Korelasi Parameter Tanah.....	8
Tabel 2.3 Konsistensi tanah berdasarkan harga taksiran cu dan NSPT	12
Tabel 2.4 Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi	15
Tabel 2.5 Nilai kh/kv	23
Tabel 4.1 Hasil Korelasi Berat Volume Tanah (γ)	50
Tabel 4.2 Hasil Korelasi Sudut Geser Dalam Tanah (ϕ)	51
Tabel 4.3 Hasil Korelasi <i>Undrained Shear Strength</i> (c_u) ...	52
Tabel 4.4 Hasil Korelasi Angka Pori Tanah (e_0).....	53
Tabel 4.5 Hasil Korelasi Koefisien Kompresi Tanah (C_c)..	54
Tabel 4.6 Hasil Korelasi Koefisien Mengembang Tanah (C_s)	55
Tabel 4.7 Hasil Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah (C_v)	56
Tabel 4.8 Hasil Korelasi Harga Batas Cair (LL).....	57
Tabel 4.9 Hasil Korelasi Harga Indeks Plastisitas (PI)	58
Tabel 4.10 Rekapitulasi Parameter Data Tanah	60
Tabel 5.1 Variasi Tinggi Timbunan (H_R) dan Beban Ekuivalen (q).....	64
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Tegangan <i>Overburden</i>	66
Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Tegangan Prakonsolidasi	67
Tabel 5.4 Distribusi Tegangan untuk Tinggi Timbunan (H_R) 3 m.....	68
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan ($H_R = 3$ m).....	71
Tabel 5.6 Rekapitulasi S_c dan H_R	73
Tabel 5.7 Perhitungan S_c dan H_R untuk Elevasi Tanah Dasar -1,00.....	75
Tabel 5.8 Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi	78
Tabel 5.9 Perhitungan Urata-rata untuk PVD Pola Pemasangan Segitiga dengan Jarak (s) 0,8 m	82

Tabel 5.10 Perhitungan Urata-rata untuk PVD Pola Pemasangan Segiempat dengan Jarak (s) 0,8 m	85
Tabel 5.11 Nilai Angka Keamanan untuk Setiap Tinggi Timbunan	91
Tabel 5.12 Perubahan Harga cu Akibat Tinggi Timbunan Kritis (Hcr).....	95
Tabel 6.1 Tegangan <i>Overburden</i> untuk Setiap Lapisan Tanah.....	103
Tabel 6.2 Distribusi Tegangan untuk Setiap Lapisan Tanah	104
Tabel 6.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang D100	108
Tabel 7.1 Lingkup Pekerjaan	116
Tabel 8.1 <i>Work Breakdown Structure</i> Alternatif 1.....	123
Tabel 8.2 <i>Work Breakdown Structure</i> Alternatif 2.....	125
Tabel 8.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengurangan Timbunan Menggunakan Buldozer	128
Tabel 8.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pematatan Menggunakan Vibro Roller	129
Tabel 8.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Alternatif 1	131
Tabel 8.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Alternatif 2	132

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	137
LAMPIRAN 2	151
LAMPIRAN 3	171
LAMPIRAN 4	187
LAMPIRAN 5	215

“halaman ini sengaja dikosongkan”

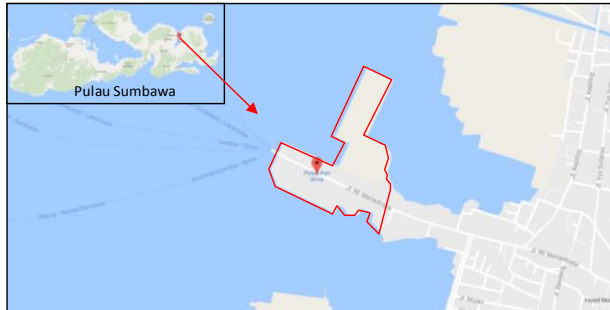
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah proses pengangkutan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya menggunakan berbagai jenis kendaraan. Transportasi secara umum terbagi menjadi 3 yaitu transportasi darat, udara, dan laut. Kebutuhan akan transportasi meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk, aktivitas ekonomi, dan sosial. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan jumlah penumpang transportasi laut periode Januari-Maret 2016 mengalami kenaikan sebesar 29,79% atau 3,88 juta orang dibandingkan dengan periode pada tahun 2015. Arus angkutan barang pada periode yang sama mengalami kenaikan sebesar 60.180 juta ton. Dengan terjadinya peningkatan jumlah kebutuhan transportasi laut tersebut, maka dibutuhkan pula pengembangan fasilitas yang berupa pelabuhan.

Salah satu kota yang melakukan pengembangan pelabuhan adalah kota Bima, Nusa Tenggara Barat. Pelabuhan Bima adalah salah satu pelabuhan pengumpan (*feeder*) yang dimiliki oleh PT Pelabuhan Indonesia III (Pelindo III) dengan tujuan untuk menggerakkan perekonomian kota Bima. Pelabuhan yang didirikan sejak tahun 1969 ini berfungsi melayani alih muatan dengan jumlah terbatas. Pelabuhan Bima juga merupakan salah satu penunjang transportasi laut di wilayah Pulau Sumbawa. Lokasi Pelabuhan Bima ditunjukkan pada **Gambar 1.1**. Berdasarkan data PT Pelindo III (**Gambar 1.2**), arus kunjungan penumpang pada pelabuhan Bima mengalami kenaikan yang signifikan setiap tahunnya, sehingga pengembangan pelabuhan yang dilakukan adalah dengan membangun terminal penumpang baru.



Gambar 1.1 Lokasi Pelabuhan Bima, Kota Bima, Nusa Tenggara Barat
(sumber: *maps.google.com*)

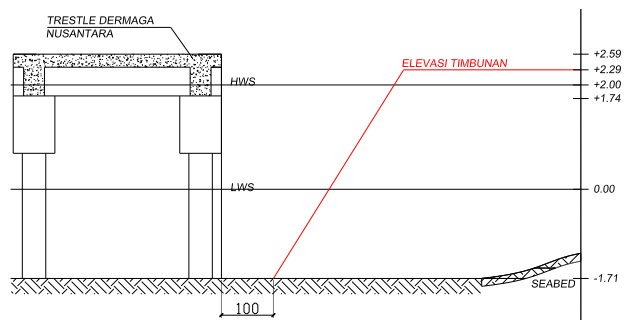


Gambar 1.2 Statistik Arus Kunjungan Penumpang Pelabuhan Bima, Nusa Tenggara Barat
(sumber: *www.pelindo.co.id*)

PT Pelindo III merencanakan pembangunan terminal penumpang baru dengan menimbun sebagian area dari pelabuhan dengan luas mencapai 800 m². Area yang akan ditimbun dibatasi oleh Dermaga Nusantara dan *trestle* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1.3**. Proyek pembangunan terminal penumpang ini meliputi pekerjaan penimbunan tanah dasar dari *seabed* yang berada pada elevasi - 1.71 LWS (*low water spring*) hingga elevasi + 2.29 LWS seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1.4**.



Gambar 1.3 Area yang akan ditimbun untuk pembangunan terminal penumpang baru
(sumber: *maps.google.com*)



Gambar 1.4 Gambar potongan elevasi
(sumber: Peta Bathimetri dan Topografi Pelabuhan Bima)

Dalam perencanaan ini, tanah timbunan setinggi 4 m didirikan di atas tanah lunak setebal 34 m, sehingga

dibutuhkan alternatif metode perbaikan dan perkuatan tanah agar tanah timbunan tidak mengalami pemampatan dan kelongsoran setelah dioperasikan. Batas kaki timbunan direncanakan berjarak > 1 meter dari *trestle* Dermaga Nusantara, sehingga pilar dari *trestle* akan menerima gaya horizontal akibat distribusi beban dari timbunan dan bangunan di atasnya. Perlu direncanakan struktur penahan tanah untuk mereduksi distribusi beban-beban tersebut yang nantinya diterima oleh pilar dari *trestle*.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan direncanakan perbaikan tanah dasar dengan menggunakan metode pra-pembebanan (*preloading*) dan dikombinasikan dengan PVD (*prefabricated vertical drain*) untuk mempercepat proses konsolidasi tanah. Pada perencanaan struktur dinding penahan tanah akan digunakan beberapa alternatif yaitu turap dan minipile. Dari hasil perencanaan struktur dinding penahan tanah, dianalisis kembali stabilitasnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, berikut merupakan rumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Perencanaan timbunan didirikan di atas tanah lunak.
2. Akibat jarak kaki timbunan yang hanya 1 m dari pilar *trestle*, dikhawatirkan akan menimbulkan tekanan horizontal dari timbunan ke pilar *trestle*.

1.3 Lingkup Pekerjaan

Berikut merupakan lingkup pekerjaan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Perhitungan amplitudo dan *time settlement*.
2. Perencanaan tinggi timbunan pelaksanaan yang terdiri dari timbunan rencana dan *preloading*.

3. Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk tanah yang berjenis lunak
4. Perencanaan turap sebagai struktur penahan tanah.
5. Perencanaan pile sebagai perkuatan tanah.
6. Analisis stabilitas lereng timbunan.
7. Perencanaan metode pelaksanaan pekerjaan
8. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merencanakan perbaikan tanah dasar, perencanaan timbunan, dan struktur dinding penahan tanah yang memiliki biaya paling optimum.

1.5 Manfaat

Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi alternatif perencanaan untuk pekerjaan perbaikan tanah, penimbunan, dan struktur dinding penahan tanah pada proyek pembangunan terminal baru Pelabuhan Bima, Nusa Tenggara Barat dan proyek-proyek lain di Indonesia.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak merencanakan struktur gedung terminal penumpang dan *jetty*.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis dan Karakteristik Tanah

Tanah merupakan hasil pelapukan oleh waktu yang menggerogoti batuan keras dan lambat laun mengalami dekomposisi (Friedrich Fallou, 1855). Berdasarkan ukurannya, tanah terdiri dari berbagai ukuran butiran, mulai dari butiran yang paling kecil (halus) hingga butiran yang besar (kasar). Dalam ilmu teknik sipil, tanah perlu diklasifikasikan berdasarkan jenis dan karakteristiknya dengan tujuan untuk mengelompokkan tanah yang berbeda-beda namun mempunyai sifat yang serupa ke dalam grup maupun subgroup. Pengklasifikasian tanah berdasar pada plastisitas tanah dan ukuran butiran.

Berdasarkan sifat lekatannya, tanah dapat dibagi menjadi 2 jenis, antara lain:

a. Tanah non kohesi

Tanah non kohesi adalah tanah yang tidak mempunyai lekatan antar butirannya ($c=0$). Umumnya tanah non kohesi tidak mengandung lempung contohnya yaitu pasir.

b. Tanah kohesif

Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai lekatan antar butirannya ($c>0$).

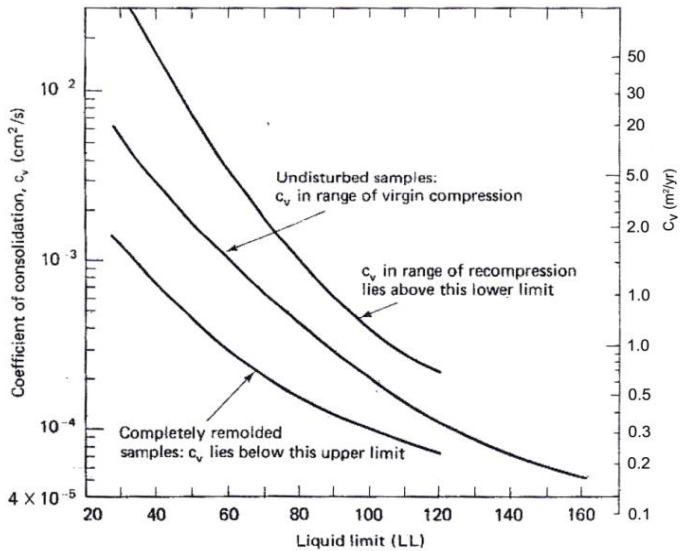
Untuk korelasi antara nilai NSPT dengan sifat-sifat fisik dan mekanis tanah ditunjukkan pada **Tabel 2.1**, **Tabel 2.2**, **Gambar 2.1** dan **Gambar 2.2**

Tabel 2.1 NSPT dan Korelasinya (J. E. Bowles, 1984)

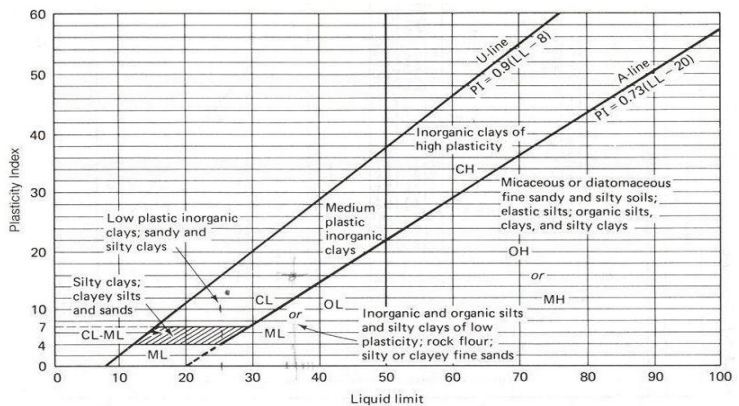
<i>Cohesionless Soil</i>					
N (blows)	0 - 3	4 - 10	11 - 30	31 - 50	> 50
γ (kN/m ³)	-	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 - 23
ϕ (°)	-	25 - 32	28 - 36	30 - 40	> 40
State	Very Loose	Loose	Medium	Dense	Very Dense
Dr (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
<i>Cohesive Soil</i>					
N (blows)	< 4	4 - 6	6 - 15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

Tabel 2.2 Korelasi Parameter Tanah (Biarez & Favre)

Sifat Tanah	yd		e	n	Wsat	γ_{sat}	K			Cv		s		mv = 1/E			
	g/cm ³	lb/cb ft			%	g/cm ³	cm/s	ft/year	lugcon	cm ² /s	ft ² /year	bars	psi	cm ² /kg	ft ² /ton		
Silt, Clay	lunak	0.5	31.25	4.4	0.8	163	1.31	10 ⁹	1.03x10 ⁻³	10 ⁴	10 ⁻⁵			0.01	0.142	100	97.6
		0.6	37.5	3.5	0.78	129.6	1.38						0.05	0.71	20	19.5	
		0.7	43.75	2.86	0.74	105.8	1.44	10 ⁹	1.03x10 ⁻³	10 ³	1x10 ⁻⁴	3.4					
		0.8	50	2.38	0.7	88	1.5				2 x10 ⁻⁴	6.8	0.1	1.42	10	9.76	
		0.9	56.25	2	0.67	74.1	1.57	10 ⁷	1.03x10 ⁻³	10 ²	3 x10 ⁻⁴	10.1	0.5	7.05	2	1.95	
	rata-rata	1.0	62.5	1.7	0.63	63	1.63	1x10 ⁶	1.03	10 ¹	5 x10 ⁻⁴	16.9	2	28.4	0.5	0.488	
		1.1	68.75	1.45	0.59	53.9	1.69	2x10 ⁶	2.06		6 x10 ⁻⁴	20.3	3	42.6	0.33	0.325	
		1.2	75	1.25	0.56	46.3	1.76	3 x10 ⁶	3.10		7 x10 ⁻⁴	23.6	4	56.9	0.25	0.244	
		1.3	81.25	1.08	0.52	39.9	1.82	4 x10 ⁶	4.13		8 x10 ⁻⁴	27	5	71.0	0.20	0.195	
Sand	1.4	87.5	0.93	0.48	34.4	1.88	5 x10 ⁶	5.17		9 x10 ⁻⁴	30.4	6	85.3	0.17	0.163		
	1.5	93.75	0.8	0.44	29.6	1.94	6 x10 ⁶	6.20		10 ⁻³	338	7	99.5	0.14	0.144		
	1.6	100	0.69	0.41	25.5	2.04	7 x10 ⁶	7.24				8	113	0.12	0.122		
	1.7	106.25	0.59	0.37	21.8	2.07	8 x10 ⁶	8.26				9	127	0.11	0.111		
	1.8	112.5	0.5	0.33	18.5	2.13	9 x10 ⁶	9.30		10 ⁻²	338	10	142	0.10	0.096		
	1.9	118.75	0.42	0.3	15.6	2.2	10 ⁷	10.33	1			11	156	0.091	0.0887		
	2.0	125	0.35	0.26	13	2.26	10 ⁸	1.03x10 ²	10	10 ¹	338	12	170	0.083	0.0815		
	2.1	131.25	0.29	0.22	10.6	2.32	10 ⁹	1.03x10 ³	100			13	185	0.077	0.075		
	2.2	137.5	0.23	0.19	8.4	2.39	10 ¹⁰	1.03x10 ⁴	1000			14	199	0.073	0.07		
	2.3	143.75	0.17	0.15	6.4	2.45						15	213	0.064	0.065		
Gravel, Sand	Gravel	2.4	150	0.13	0.11	4.63	2.51					20	284	0.050	0.0488		
		2.5	156.25	0.08	0.074	2.96	2.57					50	710	0.020	0.0195		
		2.6	162.5	0.038	0.037	1.42	2.64					100	1420	0.010	9.76x10 ⁻³		
		2.7	168.75	0	0	0	2.7					500	7100	0.002	1.95x10 ⁻³		
												1000	14200	0.001	9.76x10 ⁻⁴		



Gambar 2.1 Hubungan Koefisien Konsolidasi (C_v) dan Batas Cair (LL) (After US. Navy)



Gambar 2.2 Hubungan Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) (ASTM, Cassagrande)

2.2 Distribusi Beban pada Tanah

Beban yang bekerja di atas tanah, akan menghasilkan tegangan hingga di kedalaman tertentu pada tanah. Besarnya tegangan di dalam tanah ini tergantung dari sifat tanah saat mengalami pembebanan dan bentuk dari beban yang bekerja. Umumnya tegangan yang diakibatkan oleh beban di permukaan tanah, akan berkurang bila kedalaman tanah bertambah.

a. Penambahan tegangan pada tanah

$\Delta\sigma$ merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan. Menurut Braja M. Das (1986), dalam bukunya "*Principles of Foundation Engineering, Second Edition*" diagram tegangan tanah akibat timbunan adalah sebagai berikut:

$$\Delta\sigma = \frac{q_o}{\pi} \left[\left(\frac{B1 + B2}{B2} \right) (\alpha1 + \alpha2) - \frac{B1}{B2} \alpha2 \right] \quad (2.1)$$

dimana:

q_o = beban timbunan ($\gamma_{\text{timbunan}} \times h_{\text{timbunan}}$)

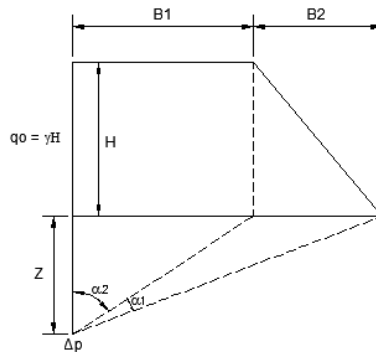
$\Delta\sigma$ = besarnya tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan

$$\alpha 1 = \tan^{-1} \left(\frac{B1 + B2}{z} \text{ rad} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{B1}{z} \text{ rad} \right)$$

$$\alpha 2 = \tan^{-1} \left(\frac{B1}{z} \text{ rad} \right)$$

$B1$ = setengah lebar timbunan

$B2$ = panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan



Gambar 2.3 Visualisasi dan Notasi $\Delta\sigma$

Harga $\Delta\sigma$ yang diperoleh akibat beban setengah timbunan seperti yang divisualisasikan pada **Gambar 2.3**, sehingga untuk timbunan yang simetris, nilai $\Delta\sigma$ harus dikalikan 2

2.3 Pemampatan Tanah

Pemampatan (*settlement*) merupakan proses penurunan tanah. Pemampatan disebabkan oleh penambahan tegangan yang terjadi pada tanah akibat beban luar.

2.3.1 Lapisan *Compressible*

Lapisan *compressible* adalah lapisan tanah lunak yang mampu memampat sesuai dengan karakteristiknya. **Tabel 2.2** menunjukkan konsistensi tanah lunak dan taksiran harga c_u dan NSPTnya

Tabel 2.3 Konsistensi tanah berdasarkan harga taksiran c_u dan NSPT
(sumber: Mochtar, 2012)

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N
	kPa	ton/m ²	
Sangat lunak (very soft)	0 – 12,5	0 – 1,25	0 – 2,5
Lunak (soft)	12,5 – 25	1,25 – 2,5	2,5 – 5
Menengah (medium)	25 – 50	2,5 – 5	5 – 10
Kaku (stiff)	50 – 100	5 – 10	10 – 20
Sangat kaku (verystiff)	100 – 200	10 – 20	20 – 40
Keras (hard)	> 200	> 20	> 40

Lapisan tanah yang memampat adalah tanah dengan konsistensi *very soft* hingga *medium*, sehingga perhitungan pemampatan tanah dilakukan untuk tanah dengan NSPT 0 s/d 10.

2.3.2 Pemampatan Konsolidasi Primer (*Primary Consolidation*)

Pemampatan konsolidasi primer merupakan proses keluarnya air dan udara dari dalam tanah akibat bekerjanya beban luar yang dipengaruhi oleh waktu. Besar pemampatan konsolidasi primer pada lapisan tanah lunak setebal H dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Das, 1985):

- 1) Normally Consolidated Soil

$$S_{ci} = \frac{H_i}{1 + e_o} \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o'} \right) \right] \quad (2.2)$$

2) Overconsolidated Soil

Bila $(\sigma_o' + \Delta\sigma) \leq \sigma_c'$

$$S_{ci} = \frac{H_i}{1 + e_o} \left[C_s \log \left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o'} \right) \right] \quad (2.3)$$

Bila $(\sigma_o' + \Delta\sigma) > \sigma_c'$

$$S_{ci} = \frac{H_i}{1 + e_o} \left[\left[C_s \log \left(\frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \right) \right] + \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_c'} \right) \right] \right] \quad (2.4)$$

dimana:

 S_{ci} = besar pemampatan konsolidasi lapisan tanah ke-i H_i = tebal lapisan tanah ke-i e_o = angka pori awal lapisan tanah ke-i C_c = koefisien kompresi tanah lapisan ke-i (*compression index*) C_s = koefisien mengembang tanah lapisan ke-i (*swelling index*) σ_o' = tegangan tanah vertikal efektif di titik tengah-tengah lapisan tanah ke-i σ_c' = tegangan prakonsolidasi efektif $\Delta\sigma$ = penambahan tegangan vertikal di titik yang ditinjau akibat beban luar

Besarnya koefisien kompresi (C_c) tanah yang digunakan untuk menghitung besar pemampatan konsolidasi yang terjadi dapat ditentukan dari hasil tes laboratorium atau menggunakan rumus empiris berikut (Hough, 1957)

$$C_c = 0,30(e_o - 0,27) \quad (2.5)$$

dimana:

e_o = angka pori

Sedangkan nilai C_s dapat diambil menggunakan persamaan

$$C_s = \left(\frac{1}{5} s / d \frac{1}{10} \right) C_c \quad (2.6)$$

2.4 Waktu Pemampatan Tanah Dasar

Proses konsolidasi tanah lempung yang tebal berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Perbandingan antara pemampatan tanah pada saat t dengan pemampatan total yang terjadi disebut derajat konsolidasi. Nilai derajat konsolidasi adalah antara 0% sampai 100%.

Derajat konsolidasi 0-60% dirumuskan dengan:

$$U = \left(2 \sqrt{\frac{T}{\pi}} \right) 100\% \quad (2.7)$$

Derajat konsolidasi > 60% dirumuskan dengan:

$$U = (100 - a)\% \quad (2.8)$$

dimana:

U = Derajat konsolidasi

T = faktor waktu

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

Dengan menggunakan **Persamaan 2.7** dan **2.9**, variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi dapat ditunjukkan pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi

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

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

$$t = \frac{T(Hdr)^2}{C_v} \times 100\% \quad (2.9)$$

Sedangkan untuk *double drainage* dihitung dengan:

$$t = \frac{T\left(\frac{Hdr}{2}\right)^2}{C_v} \times 100\% \quad (2.10)$$

dimana:

t = waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan konsolidasi

- T = faktor waktu
 Hdr = jarak air pori di lapisan tanah untuk mengalir keluar
 Cv = koefisien konsolidasi akibat aliran air pori arah vertikal

Untuk tanah yang berlapis-lapis dengan ketebalan yang berbeda-beda, harga Cv gabungan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

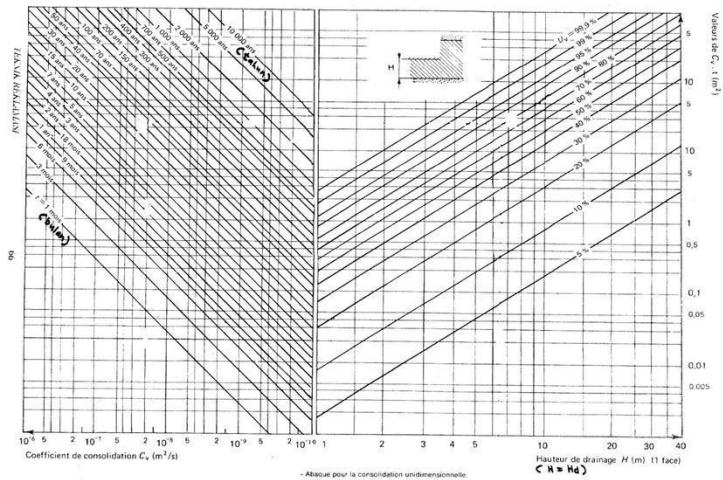
$$Cv_{\text{gabungan}} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}} + \frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{Cv_n}} \right)^2} \quad (2.11)$$

dimana:

- H₁, H₂, H₃, ..., H_n = tebal lapisan tanah 1, 2, 3, ..., n
 Cv₁, Cv₂, Cv₃, ..., Cv_n = besar koefisien konsolidasi lapisan tanah 1, 2, 3, ..., n

Derajat konsolidasi pada waktu t dapat dihitung dengan mencari besarnya faktor waktu T dengan menggunakan **Persamaan 2.9** maupun **2.10**. Lalu nilai faktor waktu dimasukkan ke dalam **Persamaan 2.7** atau **2.8**.

Waktu konsolidasi juga dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan antara Cv, t, U, dan Hdr (J.P BRU, 1983) pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 Korelasi Grafis Antara C_v , t , U , dan H_{dr}
(sumber: Teknik Reklamasi, 1997)

2.5 Perencanaan Timbunan

2.5.1 Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R) dan Tinggi Timbunan Rencana (H)

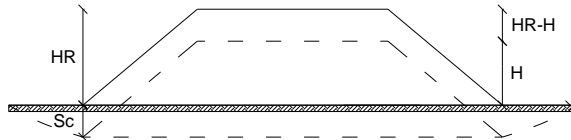
Tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) merupakan tinggi dimana tanah ditimbun saat pelaksanaan untuk mencapai tinggi timbunan rencana (H) sesuai dengan waktu yang direncanakan. Besarnya tinggi timbunan pelaksanaan tergantung dari besarnya pemampatan yang terjadi pada tanah dasar. H_R dan H dimodelkan pada **Gambar 2.5**. Tinggi timbunan pelaksanaan dapat dicari dengan menggunakan cara grafis dengan mencari titik perpotongan antara kurva Sc vs H_R dan H_R - H vs H_R , sehingga berlaku persamaan

$$Sc = H_R - H \quad (2.12)$$

dimana:

Sc : besarnya pemampatan tanah dasar sesuai tinggi timbunan (H_R) (variabel)

H_R : tinggi timbunan pelaksanaan (variabel)
 H : tinggi timbunan rencana (*fixed*)



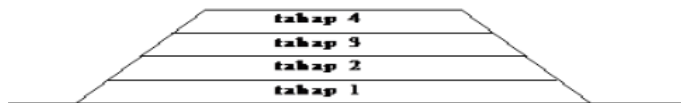
Gambar 2.5 Permodelan H_R dan H timbunan

2.5.2 Tinggi Timbunan Kritis (H_{cr})

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

2.5.3 Timbunan Bertahap

Pelaksanaan timbunan dilakukan secara bertahap dalam jangka waktu tertentu dengan tinggi timbunan per tahapnya direncanakan. Setiap tahap ditimbun lalu dipantau perubahan stabilitas tanah dasarnya. Proses penahapan timbunan mempertimbangkan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) untuk mencegah terjadinya kelongsoran. Pelaksanaan timbunan bertahap dapat dilaksanakan pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Timbunan Bertahap

2.5.4 Distribusi dan Perubahan Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

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

Perhitungan distribusi tegangan per tahap ($\Delta\sigma_n'$) ketika derajat konsolidasi (U) = 100% menggunakan **Persamaan 2.1**.

Perubahan tegangan (σ_n') dapat dihitung dengan menambahkan distribusi tegangan per tahap ($\Delta\sigma_n'$) pada tegangan sebelumnya seperti pada persamaan

$$\sigma_n' = \sigma_{n-1}' + \Delta\sigma_n' \quad (2.13)$$

Contoh perubahan tegangan:

Akibat tahap 1:

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

Akibat tahap 2:

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

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

$$\Delta\sigma_{nU_i} = \left[\left(\frac{\sigma_n'}{\sigma_{n-1}} \right)^{U_i} \times \sigma_{n-1} \right] - \sigma_{n-1} \quad (2.14)$$

dimana:

$\Delta\sigma_{nU_i}$ = penambahan tegangan akibat penahanan timbunan ke-n berdasarkan derajat konsolidasi pada umur tahapan timbunan ke-i (U_i).

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

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

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

Contoh distribusi tegangan:

Akibat tahap 1

Umur tahap 1 = 1 minggu

$$n = 1$$

$$i = 1 \rightarrow U_i = U_1$$

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

Akibat tahap 1

Umur tahap 1 = 2 minggu

$$n = 1$$

$$i = 2 \rightarrow U_i = U_2$$

$$\Delta\sigma_{1U_2} = \left[\left(\frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \right)^{U_2} \times \sigma_0' \right] - \sigma_0'$$

Akibat tahap 2

Umur tahap 2 = 1 minggu

$$n = 2$$

$$i = 1 \rightarrow U_i = U_1$$

$$\Delta\sigma_{2U_1} = \left[\left(\frac{\sigma_2'}{\sigma_1'} \right)^{U_1} \times \sigma_1' \right] - \sigma_1'$$

2.5.5 Peningkatan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dasar dapat meningkat jika beban timbunan diletakkan secara bertahap sampai mencapai tinggi timbunan kritis (H_{cr}). Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat

dihitung dengan persamaan menurut Ardana dan Mochtar:

untuk $PI < 120\%$

$$cu_{baru} = 0,0737 + [0,1899 - 0,0016PI] \times \sigma' \quad (2.15)$$

untuk $PI \geq 120\%$

$$cu_{baru} = 0,0737 + [0,0454 - 0,00004PI] \times \sigma' \quad (2.16)$$

dimana:

cu_{baru} = daya dukung tanah baru (kg/cm^2)

PI = indeks plastisitas tanah

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

Untuk tanah yang mengalami harga σ' yang berubah sesuai waktu maka tegangan total dapat dihitung menggunakan **Persamaan 2.13** dengan distribusi tegangan dihitung menggunakan **Persamaan 2.14**.

2.5.6 Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Untuk menghitung pemampatan konsolidasi yang terjadi sesuai tahapan timbunan adalah:

Apabila $\sigma_n' \leq \sigma_c'$, maka menggunakan koefisien mengembang tanah (C_s)

$$S_c = \frac{H}{1 + e_o} \left[C_s \log \left(\frac{\sigma_n'}{\sigma_{n-1}'} \right) \right] \quad (2.17)$$

dimana:

σ_n' = perubahan tegangan akibat penambahan tegangan ke-n ($\sigma_n' \geq \sigma_0'$)

Apabila $\sigma_{n-1}' < \sigma_c' < \sigma_n'$, maka menggunakan koefisien mengembang (C_s) dan kompresi tanah (C_c)

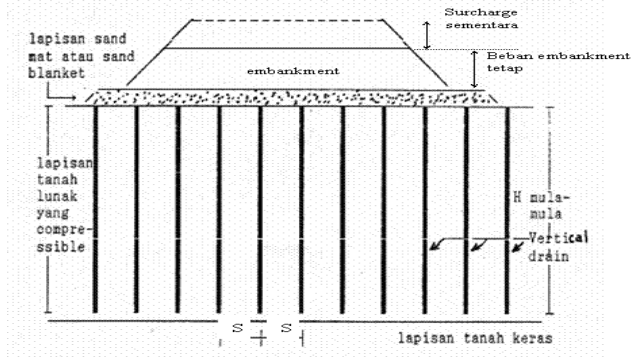
$$S_c = \frac{H}{1 + e_o} \left[\left[C_s \log \left(\frac{\sigma_c'}{\sigma_{n-1}'} \right) \right] + \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_n'}{\sigma_c'} \right) \right] \right] \quad (2.18)$$

Apabila $\sigma_c' < \sigma_{n-1}' < \sigma_n'$, maka hanya menggunakan koefisien kompresi tanah (C_c)

$$S_c = \frac{H}{1 + e_o} \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_n'}{\sigma_{n-1}'} \right) \right] \quad (2.19)$$

2.6 Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Pemasangan *vertical drain* bertujuan untuk mempercepat waktu pemampatan. Hal ini dikarenakan pemampatan konsolidasi yang terjadi pada tanah lempung berlangsung sangat lambat. Dengan adanya *vertical drain* maka air pori tanah tidak hanya mengalir keluar ke arah vertikal saja, tetapi juga ke arah horizontal seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.7**



Gambar 2.7 Penggunaan *Vertical Drain*

Salah satu jenis *vertical drain* adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). PVD terbuat dari bahan geosintetik yang diproduksi di pabrik. Bahan ini dapat mengalirkan air dengan baik, namun masa efektif kerja bahan ini hanya 6 bulan. PVD lebih umum dipakai di lapangan dibandingkan

dengan kolom pasir karena kolom pasir pemasangannya jauh lebih rumit dan juga lebih mahal.

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

$$t = \left(\frac{D^2}{8Ch} \right) \times F(n) \times \ln \left(\frac{1}{1 - Uh} \right) \quad (2.20)$$

dimana:

t = waktu yang diperlukan untuk mencapai Uh

D = diameter ekivalen dari daerah pengaruh PVD

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

D = 1,05 x S, untuk pola susunan segitiga

Ch = koefisien konsolidasi akibat aliran air arah radial

Uh = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah radial

Nilai Ch dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$Ch = \frac{kh}{kv} C_v \quad (2.21)$$

dimana:

Cv = koefisien konsolidasi

kh = koefisien permeabilitas horizontal

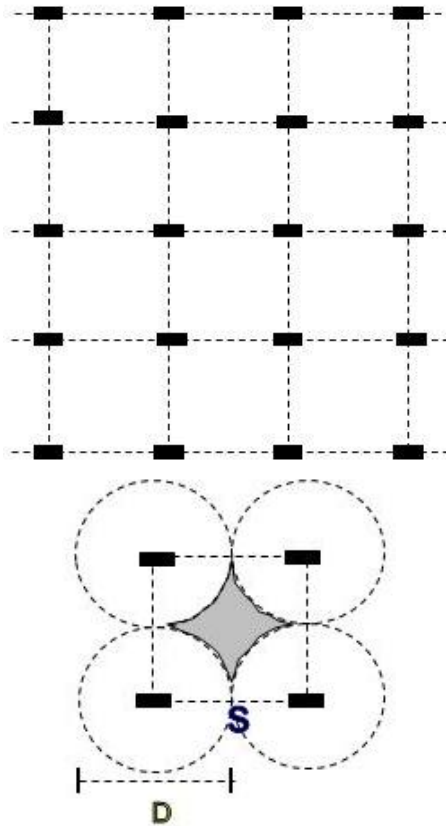
kv = koefisien permeabilitas vertikal

kh/kv dapat dicari menggunakan **Tabel 2.5**

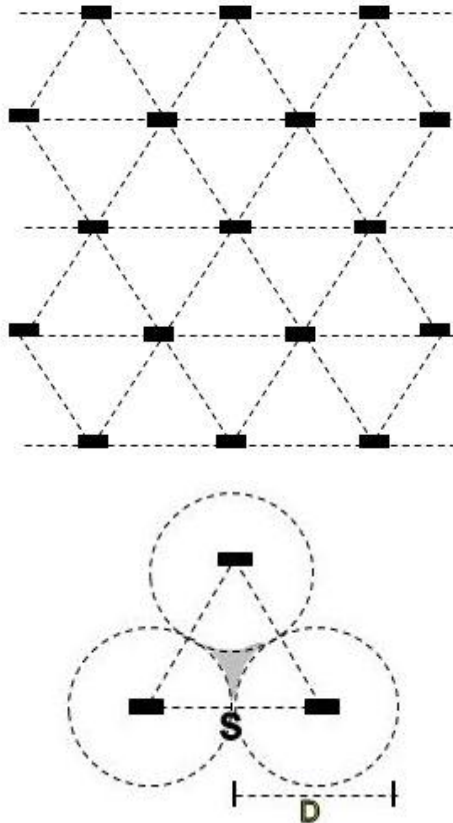
Tabel 2.5 Nilai kh/kv

kh/kv	Karakteristik Tanah Lunak
1,2 ± 0,2	<i>no evidence of layering</i>
1 - 1,5	<i>no or only slightly developed macrofabric</i>
2 - 3	<i>slight layering</i>
2 - 4	<i>fairly well to well developed macrofabric</i>
3 - 15	<i>varved clays and other deposits containing embedded and more or less continous permeable layers</i>

Waktu konsolidasi dipengaruhi oleh pola pemasangan PVD. Pola pemasangan PVD dapat berbentuk segiempat maupun segitiga seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.8** dan **Gambar 2.9**.



Gambar 2.8 Pemasangan PVD Pola Segiempat



Gambar 2.9 Pemasangan PVD Pola Susunan Segitiga

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

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.22)$$

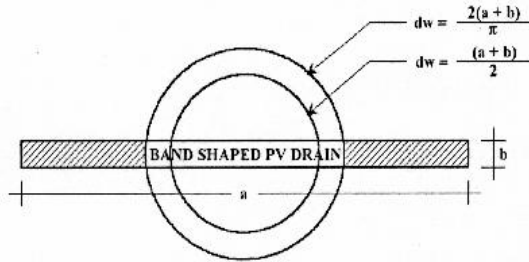
atau

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.23)$$

dimana:

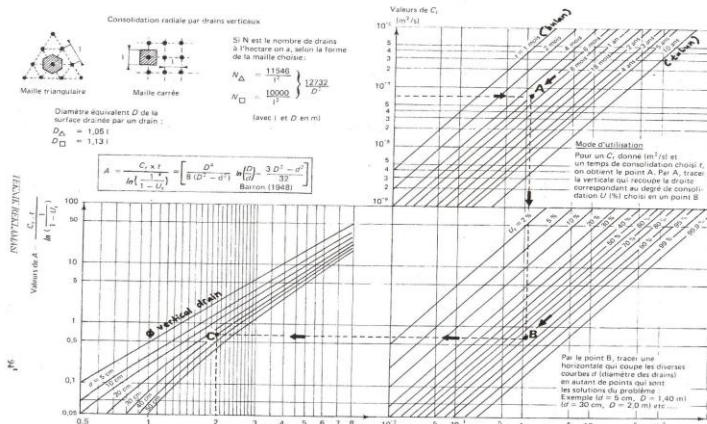
$n = D/dw$

$dw =$ diameter ekuivalen dari *vertical drain* seperti pada **Gambar 2.10**



Gambar 2.10 Diameter lingkaran ekuivalen pengaruh PVD

Jarak pemasangan PVD dapat direncanakan menggunakan metode grafis (Magnan, 1981) pada **Gambar 2.11** dengan menggunakan nilai Ch , waktu pemampatan dan derajat konsolidasi yang direncanakan, maka akan didapatkan diameter ekuivalen pengaruh *vertical drain*.



Gambar 2.11 Mencari Diameter Pengaruh Vertical Drain

Setelah didapatkan nilai D, jarak pemasangan (s) dapat dicari dengan:

untuk pola segitiga, $s = D/1,05$

untuk pola segiempat, $s = D/1,13$

Dengan memasukkan harga t tertentu, dapat dicari harga U_v pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran air pori arah horizontal, juga terjadi konsolidasi akibat aliran air pori arah vertikal U_v. Harga U_v dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$T_v = \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} \tag{2.24}$$

dimana:

T_v = faktor waktu

t = waktu yang dipilih

C_v = harga C_v tanah pada lapisan tanah setebal panjang PVD

H_{dr} = panjang PVD

Harga U_v dapat dicari dengan rumus:

Untuk U_v antara 0 s/d 60%

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) 100\% \quad (2.25)$$

Untuk $U_v > 60\%$:

$$U_v = (100 - 10^a)\% \quad (2.26)$$

Dimana:

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

T_v = faktor waktu

$$a = \frac{1.781 - T_v}{0.933}$$

Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari dengan cara:

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\% \quad (2.27)$$

U_h dicari menggunakan persamaan:

$$U_h = \left[1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times F(n)} \right)}} \right] \quad (2.28)$$

dimana:

U = derajat konsolidasi total

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

U_h = derajat konsolidasi arah horizontal

e = bilangan natural

t = waktu konsolidasi

Ch = koefisien konsolidasi arah horizontal

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah pengaruh PVD

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

2.7 Prefabricated Horizontal Drain (PHD)

Prefabricated Horizontal Drain (PHD) berfungsi untuk mengalirkan air dari *vertical drain* secara horizontal menuju ke saluran drainase. Dalam perencanaan penggunaan PHD dihitung angka keamanan dari debit yang mengalir melalui 1 PHD menggunakan spesifikasi dari PHD itu sendiri.

$$SF = \frac{\text{Discharge Capacity}}{\text{Debit yang Mengalir}} \quad (2.29)$$

2.8 Tekanan Tanah Horizontal

Tekanan tanah horizontal (lateral) adalah tekanan tanah yang terjadi akibat massa tanah. Tekanan tanah horizontal terbagi menjadi 2 yaitu tekanan tanah horizontal aktif dan tekanan tanah horizontal pasif. Tekanan tanah horizontal aktif adalah tekanan akibat tanah yang berada di belakang struktur penahan tanah, sedangkan tekanan tanah horizontal pasif adalah tekanan tanah yang menahan struktur penahan tanah dari depan. Besarnya tekanan tanah horizontal dipengaruhi oleh koefisien tekanan tanah lateral seperti yang dirumuskan oleh Rankine (1857) sebagai berikut:

Untuk tanah datar:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} \quad (2.30)$$

$$K_p = \frac{1}{K_a} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} \quad (2.31)$$

dimana:

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

ϕ = sudut geser dalam tanah

Besarnya tekanan tanah horizontal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_{Ha}' = \sigma_V' \times K_a - 2 \times c \times \sqrt{K_a} \quad (2.32)$$

$$\sigma_{Hp}' = \sigma_V' \times K_p + 2 \times c \times \sqrt{K_p} \quad (2.33)$$

dimana:

σ_{Ha}' = tegangan tanah horizontal aktif pada kedalaman yang ditinjau

σ_{Hp}' = tegangan tanah horizontal pasif pada kedalaman yang ditinjau

σ_V' = tegangan tanah vertikal pada kedalaman yang ditinjau

c = kohesi tanah

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

2.9 Struktur Penahan Tanah

Struktur penahan tanah adalah suatu struktur yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu yang pada umumnya dipasang di tebing, lereng timbunan yang labil.

2.9.1 Turap

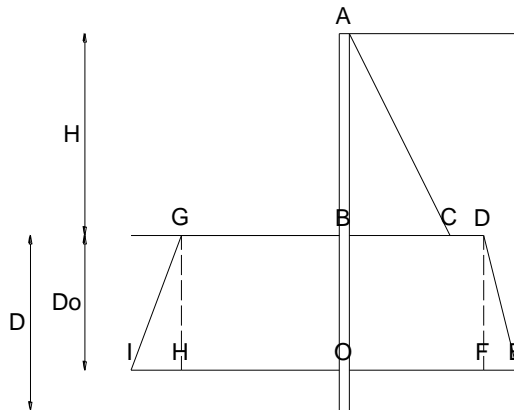
Turap adalah struktur penahan tanah yang berupa tiang-tiang (*sheet pile*) yang sering digunakan sebagai dinding penahan tanah. Turap dapat dibuat dari material beton ataupun baja. Pengaplikasian turap biasa digunakan pada lereng tebing dan timbunan yang membutuhkan perkuatan.

Beban yang bekerja pada turap terdiri dari:

- Tekanan tanah horizontal aktif di belakang turap dan tekanan tanah horizontal pasif di depan turap
- Tekanan air
- Beban eksternal

Dalam perencanaan panjang dan dimensi turap, diperlukan perhitungan tekanan tanah horizontal karena tekanan dari tanah akan diterima oleh turap. Untuk menentukan kedalaman turap (D) yaitu dengan mencari kesetimbangan momen ($M = 0$) di titik putar turap. Momen yang terjadi adalah akibat gaya tekanan tanah horizontal aktif di belakang turap dan akibat gaya tekanan tanah horizontal pasif di depan turap. Gaya lain yang bekerja adalah tekanan air dan beban eksternal.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kedalaman turap D dengan permodelan diagram tegangan seperti pada **Gambar 2.12**



Gambar 2.12 Diagram tegangan yang bekerja pada turap

$$\Sigma M (\text{di titik O}) = 0$$

$$0 = M_{\text{pendorong}} - M_{\text{penahan}}$$

$$\begin{aligned} 0 = & (\text{Luas } \Delta ABC \times d\Delta ABC) \\ & + (\text{Luas } \square BCFO \times d\square BCFO) \\ & + (\text{Luas } \Delta DEF \times d\Delta DEF) \\ & - (\text{Luas } \square BGHO \times d\square BGHO) \\ & - (\text{Luas } \Delta GHI \times d\Delta GHI) \end{aligned}$$

$$\text{Luas } \Delta ABC = \frac{1}{2} \times BC \times H$$

$$\text{Luas } \Delta ABC = \frac{1}{2} \times (\sigma_V' \times K_a - 2 \times c \times \sqrt{K_a}) \times H$$

$$d\Delta ABC = \left(\frac{1}{3} \times H \right) + D_o$$

$$\text{Luas } \square BCFO = BC \times D_o$$

$$\text{Luas } \square BCFO = (\sigma_V' \times K_a - 2 \times c \times \sqrt{K_a}) \times D_o$$

$$d\square BCFO = \frac{1}{2} \times D_o$$

$$\text{Luas } \Delta DEF = \frac{1}{2} \times EF \times D_o$$

$$\text{Luas } \Delta DEF = \frac{1}{2} \times (OE - BC) \times D_o$$

$$d\Delta DEF = \frac{1}{3} \times D_o$$

$$\text{Luas } \square BGHO = GB \times D_o$$

$$\text{Luas } \square BGHO = (\sigma_V' \times K_a + 2 \times c \times \sqrt{K_a}) \times D_o$$

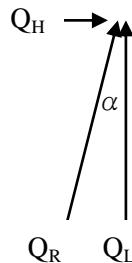
$$d\square BGHO = \frac{1}{2} \times D_o$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta\text{GHI} &= \frac{1}{2} \times \text{HI} \times \text{Do} \\ \text{Luas } \Delta\text{GHI} &= \frac{1}{2} \times (\text{OI} - \text{GB}) \times \text{Do} \\ d\Delta\text{GHI} &= \frac{1}{3} \times \text{Do} \end{aligned}$$

Dengan menjabarkan persamaan momen tersebut akan didapatkan variabel Do yaitu kedalaman turap awal. Panjang kedalaman turap awal (Do) dikalikan dengan faktor keamanan sebesar 1.2 - 1.5, sehingga panjang kedalaman turap (D) = 1.2 Do .

2.9.2 *Batter Pile* (Tiang Miring)

Daya dukung tiang miring terdiri dari daya dukung horizontal dan vertikal seperti yang dimodelkan pada **Gambar 2.13**. Konsep perhitungan daya dukung tiang miring menggunakan friksi dan daya dukung di dasar tiang dengan menggunakan metode Meyerhof



Gambar 2.13 Daya Dukung Tiang Miring

$$Q_L = 40 \times N \times Ap + \left(\frac{As \times Nav}{5} \right) \quad (2.34)$$

$$Q_R = \frac{Q_L}{\cos(\alpha)} \quad (2.35)$$

dimana:

Q_R = daya dukung resultan tiang (ton)

Q_L = daya dukung vertikal tiang (ton)

α = sudut kemiringan tiang

N = harga SPT di dasar pondasi

Ap = luas dasar tiang (m^2)

As = luas selimut tiang yang terbenam (m^2)

Nav = harga N rata-rata di sepanjang tiang yang terbenam dalam tanah

2.9.3 Minipile

Konsep penggunaan minipile sebagai cerucuk digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan tahanan geser tanah. Dengan adanya cerucuk, maka tahanan geser tanah akan bertambah sebesar P . Kebutuhan cerucuk dihitung berdasarkan kebutuhan momen penahan sesuai dengan angka kemanan (*Safety Factor*) yang direncanakan.

Persamaan umum untuk menghitung gaya yang diterima 1 cerucuk yaitu:

$$P = \frac{Mp}{F_M \times T} \quad (2.36)$$

dimana:

P = gaya horizontal yang diterima cerucuk

Mp = momen lentur yang bekerja pada cerucuk

F_M = koefisien momen akibat gaya lateral P

T = faktor kekakuan relatif

Faktor kekakuan relatif (T) dihitung dengan menggunakan persamaan (NAVFAC DM-7, 1971):

$$T = \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (2.37)$$

dimana:

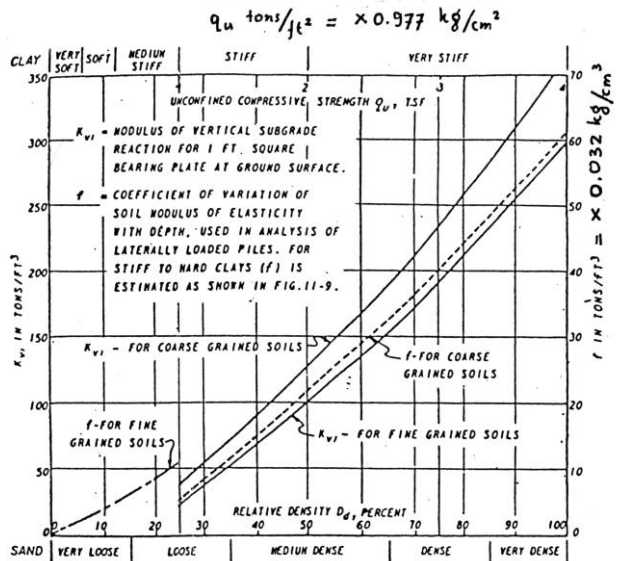
T = faktor kekuatan relatif/faktor kekakuan

E = modulus elastisitas tiang

I = momen inersia tiang

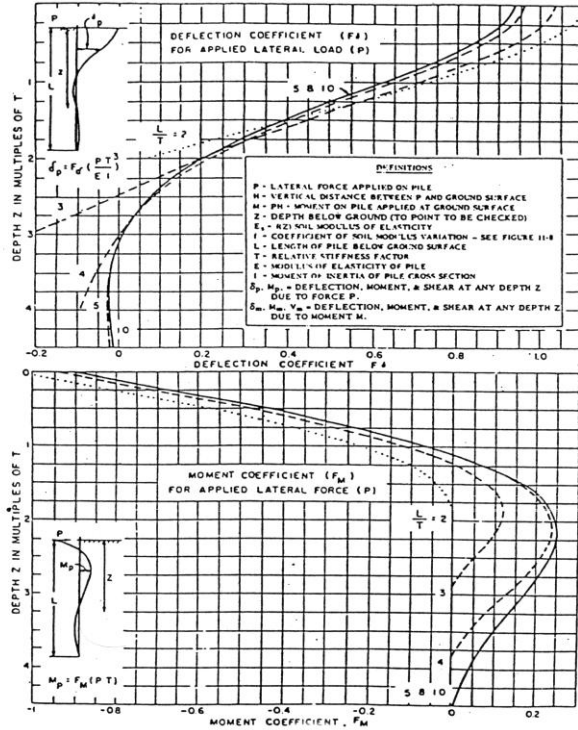
f = koefisien dari variasi modulus tanah

Nilai f dapat dicari menggunakan grafik pada **Gambar 2.14**



Gambar 2.14 Harga f dari berbagai jenis tanah (NAVFAC DM-7, 1971)

Harga F_M ditentukan menggunakan grafik pada **Gambar 2.15** dengan panjang cerucuk (L) yang direncanakan.



Gambar 2.15 Harga F_M (NAVFAC DM-7, 1971)

Untuk menghitung gaya maksimum (P_{max}) yang mampu diteima oleh 1 cerucuk menggunakan persamaan yang sama seperti 2.40 namun dikalikan dengan faktor koreksi menjadi

$$P_{max} = \frac{M_p_{max}}{F_M \times T} \times F_k \tag{2.38}$$

dimana:

- P_{\max} = gaya maksimum 1 cerucuk
 Mp_{\max} = momen maksimum yang mampu diterima cerucuk
 F_M = koefisien momen akibat gaya lateral P
 T = faktor kekakuan relatif
 F_k = faktor koreksi

Nilai Faktor koreksi (F_k) dicari menggunakan persamaan:

$$F_k = 2,643 \left[\frac{0,89 + 0,12 \left(\frac{L}{D} \right)}{2,69} \right] \left[\frac{0,855cu^{-0,392}}{2,865} \right] \quad (2.39)$$

Jumlah cerucuk (n) dihitung dengan menggunakan persamaan:

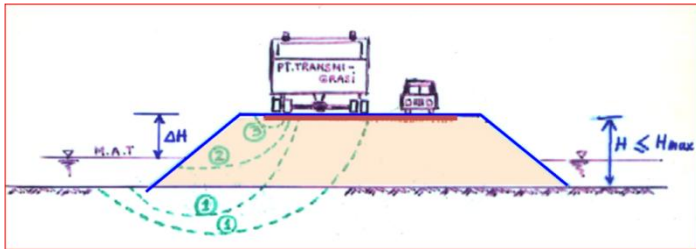
$$n = \frac{\text{Prencana}}{P_{\max} \text{ 1 cerucuk}} \quad (2.40)$$

2.10 Analisis Stabilitas Lereng Timbunan

Lereng timbunan merupakan permukaan tanah timbunan yang miring dan membentuk sudut terhadap bidang horizontal serta memiliki elevasi yang berbeda. Adanya perbedaan elevasi antara permukaan tanah dapat memungkinkan terjadinya kelongsoran akibat pergerakan massa tanah. Adanya pergerakan massa tanah dapat diakibatkan oleh gravitasi, tekanan lateral, air, dan gaya gempa.

Kelongsoran pada lereng timbunan umumnya terjadi pada suatu bidang lengkung yang biasa disebut dengan garis kelongsoran. **Gambar 2.16** menunjukkan contoh garis kelongsoran. Dasar kelongsoran terdapat 3 jenis:

- Kelongsoran muka
Kelongsoran ini terjadi bila garis kelongsoran terletak dalam batas lereng
- Kelongsoran dasar
Kelongsoran ini terjadi bila garis kelongsoran mencapai ujung bawah lereng
- Kelongsoran ujung kaki
Kelongsoran ujung kaki terjadi bila garis kelongsoran melewati ujung bawah lereng
Berdasarkan letak garisnya, kelongsoran dapat terjadi akibat beberapa faktor yaitu:
 - Tanah timbunan tidak mampu menahan beban timbunan sendiri
 - Daya dukung tanah timbunan tidak mampu menahan beban
 - Daya dukung tanah dasar di bawah timbunan tidak mampu menahan beban timbunan
 - Kombinasi antara kegagalan tanah timbunan dan tanah dasar



Gambar 2.16 Garis kelongsoran

2.11 *Software* GeoSlope

GeoSlope adalah *software* yang dibuat untuk analisis permodelan yang berhubungan dengan geoteknik. GeoSlope diprogramkan untuk menganalisis stabilitas dari lereng atau talud. GeoSlope memiliki beberapa

subprogram, yaitu Slope/W, Seep/W, Sigma/W, Quake/W, Temp/W, dan Ctran/W. Subprogram tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda.

Pada tugas akhir ini digunakan subprogram Slope/W untuk melakukan analisis stabilitas lereng. Metode perhitungan yang digunakan pada Slope/W adalah metode Ordinary, Bishop, dan Janbu. Dengan menggunakan Slope/W, didapatkan keluaran seperti momen pendorong (Md), momen penahan (Mr), angka kemanaan terhadap kegagalan (SF), dan permodelan garis kelongsoran.

Software GeoSlope akan digunakan untuk mencari garis kelongsoran dari permodelan timbunan pada tugas akhir ini yang hasilnya akan digunakan sebagai data perencanaan.

2.12 Software PLAXIS

PLAXIS adalah *software* yang menggunakan metode elemen hingga (*finite element*) yang digunakan untuk menganalisis permodelan masalah-masalah geoteknik. Keluaran dari PLAXIS dapat berupa deformasi dan stabilitas dari struktur bangunan geoteknik. Dengan menggunakan PLAXIS juga memungkinkan untuk melakukan analisis implementasi tahapan pelaksanaan di lapangan.

Software PLAXIS akan digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng dan tanah dasar setelah diberikan perkuatan, deformasi yang terjadi pada tanah dan struktur penahan tanah.

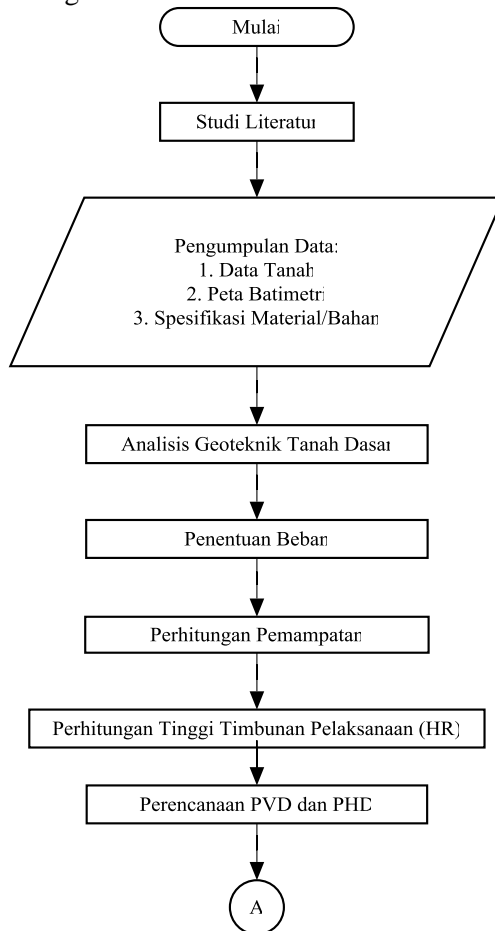
“halaman ini sengaja dikosongkan”

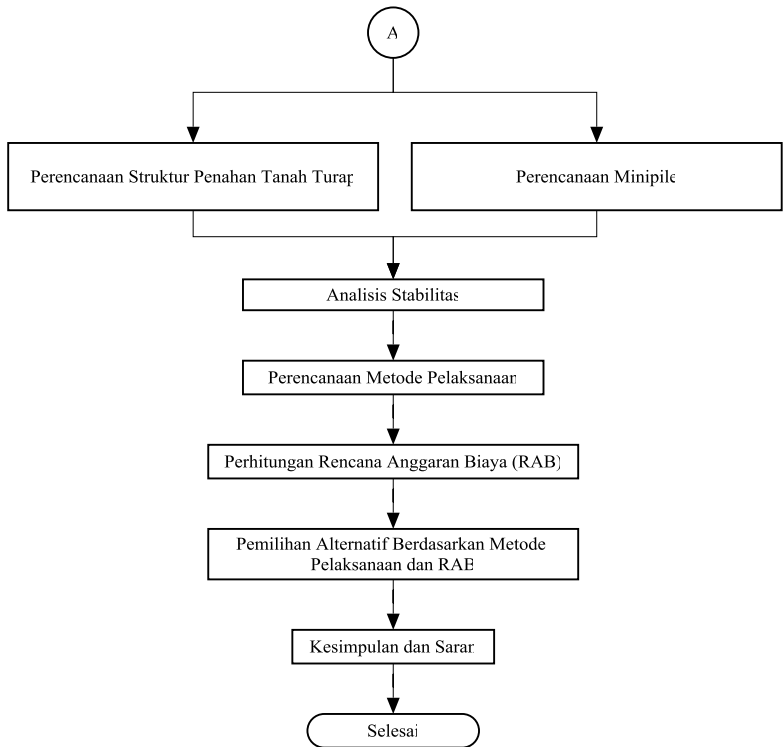
BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Berikut ini merupakan uraian tahapan pengerjaan tugas akhir. **Gambar 3.1** menunjukkan diagram alir pengerjaan tugas akhir.





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dimaksudkan adalah mengumpulkan referensi-referensi terkait perencanaan yang akan dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir.

3.1.2 Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak terkait. Data yang digunakan meliputi:

1. Data tanah dasar hasil pengujian N-SPT (*Standard Penetration Test*)
2. Data peta bathimetri dan topografi lokasi proyek

3.1.3 Analisis Geoteknik Tanah Dasar

Analisis geoteknik tanah dasar adalah analisis yang diperlukan untuk mengetahui parameter-parameter tanah yang diperlukan berdasarkan data yang tersedia.

3.1.4 Penentuan Beban yang Bekerja

Perhitungan beban dilakukan untuk mengetahui besar beban-beban yang bekerja pada tanah dasar. Beban-beban yang bekerja antara lain:

1. Beban timbunan
2. Beban bangunan

3.1.5 Perhitungan Pemampatan yang Terjadi pada Tanah Dasar

Perhitungan pemampatan tanah dasar bertujuan untuk mengetahui besarnya lapisan tanah yang memampat akibat beban rencana.

3.1.6 Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R)

Perhitungan tinggi timbunan pelaksanaan dimaksudkan untuk mengetahui tinggi timbunan rencana yang akan digunakan dalam pelaksanaan. Tinggi timbunan awal terdiri dari timbunan dan timbunan *preloading* yang ekuivalen dengan beban gedung terminal penumpang.

3.1.7 Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Penggunaan PVD dilakukan hanya untuk tanah berjenis lunak. Perencanaan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) dilakukan untuk mengetahui waktu pemampatan yang paling optimum. Perencanaan PVD meliputi:

1. Pola pemasangan PVD
2. Jarak pemasangan PVD
3. Kedalaman PVD

3.1.8 Perencanaan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

Penggunaan PHD digunakan untuk mengalirkan air dari titik-titik PVD. Perencanaan PHD meliputi perhitungan angka keamanan debit yang mengalir pada PHD.

3.1.9 Perencanaan Struktur Penahan Tanah

Struktur penahan tanah yang direncanakan terdiri 2 alternatif, yakni antara lain:

1. Turap

Alternatif konstruksi penahan tanah turap direncanakan akan menjadi penahan lereng timbunan untuk mereduksi tekanan tanah horizontal akibat timbunan dan gedung terminal. Perencanaan turap terdiri dari:

- Tipe turap yang akan digunakan

- Panjang kedalaman turap
- Stabilitas Turap

2. *Minipile*

Minipile direncanakan sebagai perkuatan tanah dasar untuk kestabilan akibat kelongsoran. Perencanaan *minipile* terdiri dari

- Dimensi *minipile*
- Jumlah *minipile*
- Stabilitas *minipile*

3.1.10 Analisis Stabilitas Lereng Timbunan

Dilakukan analisis stabilitas lereng timbunan untuk mengetahui angka kemanan dan deformasi yang terjadi pada tanah. Hasil dari analisis juga digunakan untuk mengetahui kebutuhan perkuatan tanah dasar di daerah Struktur penahan tanah. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software*:

1. GeoSlope
2. PLAXIS

3.1.11 Perencanaan Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pekerjaan dilaksanakan untuk setiap alternatif perencanaan dimulai dari perencanaan timbunan hingga Struktur penahan tanah.

3.1.12 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung untuk menentukan alternatif perencanaan yang memiliki total biaya paling optimum.

3.1.13 Pemilihan Alternatif Perencanaan yang digunakan

Pemilihan alternatif konstruksi dipilih berdasarkan RAB dan metode pelaksanaan yang

paling memungkinkan untuk diterapkan di lapangan.

3.2 Output

1. Besar pemampatan tanah dasar
2. Tinggi timbunan awal yang terdiri dari timbunan dan timbunan *preloading*
3. Perencanaan panjang kedalaman turap dan spesifikasi material turap
4. Analisis stabilitas turap
5. Perencanaan kebutuhan *minipile*
6. Analisis stabilitas lereng menggunakan *minipile*
7. Perencanaan metode pelaksanaan pekerjaan
8. Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan dalam pelaksanaan
9. Alternatif perencanaan yang digunakan

BAB IV

ANALISIS DATA PERENCANAAN

4.1 Data Perencanaan

Layout reklamasi dan elevasi pasang surut serta kontur pada proyek pembangunan terminal penumpang Pelabuhan Bima, Nusa Tenggara Barat dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

4.2 Analisis Geoteknik Tanah Dasar

Data tanah yang tersedia pada proyek ini yaitu BH-01 dan BH-02, namun dalam perencanaan ini hanya akan menggunakan data tanah BH-01 karena titik pengeboran berada di area reklamasi. Karena data tanah tersebut berupa hasil bore log seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1**, maka dilakukan korelasi parameter tanah yang dibutuhkan sebagai berikut:

BORE LOG

Bore No. : B-1
 Project : Pengembangan Pelabuhan Bina PT Pelindo III (Persero) Cabang Bina
 Location : PT PELINDO (Persero) III Cabang Bina
 LWS : - 3,00 m
 Platform : 4,00 m dari seabed

GPS (UTM) X = 0688565
 Y = 9065745
 Diameter of Bore : 73 mm
 Diameter of Casing : 89 mm
 Tanggal Mulai : 16 Oktober 2016
 Selesai : 19 Oktober 2016

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm		DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow / 30 cm)					
		0	20			40	60	80			
0		0	20	40	60	80					
1		+ 0					1	+ 0 = 1.00	+ 0 = 1.45	0	
2											
3											
4											
5		+ 0						1	+ 0 = 4.00	+ 0 = 4.45	0
6											
7											
8		+ 0						1	+ 0 = 7.00	+ 0 = 7.45	0
9											
10											
11		+ 0						1	+ 0 = 10.00	+ 0 = 10.45	0
12											
13		+ 1						1	+ 0 = 13.00	+ 1 = 13.45	1
14											
15											
16		+ 0						1	+ 0 = 16.00	+ 0 = 16.45	0
17											
18											
19		+ 1						1	+ 0 = 19.00	+ 1 = 19.45	1
20											
21											
22		+ 2						1	+ 1 = 22.00	+ 1 = 22.45	2
23											
24											
25		+ 2						1	+ 1 = 25.00	+ 1 = 25.45	2
26											
27											
28		+ 6						2	+ 3 = 28.00	+ 3 = 28.45	6
29											
30											
31		+ 7						2	+ 3 = 31.00	+ 4 = 31.45	7
32											
33											
34		+ 10						4	+ 4 = 34.00	+ 6 = 34.45	10
35											
36											
37		+ 14						4	+ 6 = 37.00	+ 8 = 37.45	14
38											
39											
40	+ 18						5	+ 8 = 40.00	+ 10 = 40.45	18	

(a)

BORE LOG

Bore No. : B-1
 Project : Pengembangan Pelabuhan Bima PT Pelindo III (Persero) Cabang Bima
 Location : PT PELINDO (Persero) II Cabang Bima
 LWS : -3.00 m
 Platform : 4.00 m dari seabed

GPS (UTM) X = 068856
 Y = 9065745
 Diameter of Bore : 73 mm
 Diameter of Casing : 89 mm
 Tanggal Mulai : 16 Oktober 2016
 Selesai : 19 Oktober 2016

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	
40		0 20 40 60 80	LANAU KEPASIRAN SEDIKIT LEMPUNG	ABU-ABU		
41			LANAU KEPASIRAN	COKLAT MUDA	8 + 10 = 18 43.00 + 43.45 = 86.45	
42		24				
43						
44						
45						
46			PASIR + GRAVEL	ABU-ABU HITAM	22 + 28 = 50 46.00 + 46.45 = 92.45	
47		63				
48						
49			PASIR + KERIKIL	COKLAT MUDA	20 + 25 = 45 49.00 + 49.45 = 98.45	
50		60				
51						
52			PASIR + KERIKIL	HITAM KECOKLATAN	22 + 28 = 50 52.00 + 52.45 = 104.45	
53		61				
54						
55		65			24 + 30 = 54 55.00 + 55.45 = 110.45	

(b)

Gambar 4.1 Data Bore Log BH-01 (a) Kedalaman 0-40 m;
 (b) Kedalaman 40-55 m

4.2.1 Korelasi Berat Volume Tanah (γ)

Nilai berat volume tanah (γ) ditentukan menggunakan interpolasi berdasarkan data SPT tanah menggunakan tabel NSPT dan korelasinya menurut Bowles (1984) seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1**. Lapisan tanah dengan NSPT ≤ 4 , berat volume tanah dicari menggunakan persamaan menurut (Wahyudi dan Lastiasih, 2007)

$$\gamma_{\text{sat}} = 0,08N + 1,47$$

$$\gamma_{\text{d}} = 0,09N + 0,78$$

Contoh perhitungan korelasi berat volume tanah (γ) untuk tanah dasar lapisan 1.

$$N = 0$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 0,08 \times (0) + 1,47 = 1,47 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{\text{d}} = 0,09 \times (0) + 0,78 = 0,78 \text{ t/m}^2$$

Hasil korelasi berat volume tanah (γ) untuk setiap lapisan tanah ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Hasil Korelasi Berat Volume Tanah (γ)

Kedalaman (m)	NSPT	γ (kN/m³)
0 - 1	0	14,700
1 - 4	0	14,700
4 - 7	0	14,700
7 - 10	0	14,700
10 - 13	1	14,780
13 - 16	0	14,700
16 - 19	1	14,780
19 - 22	2	14,860
22 - 25	2	14,860
25 - 28	6	15,440
28 - 31	7	15,680
31 - 34	10	16,400
34 - 37	14	17,360
37 - 40	18	18,320
40 - 43	24	19,560
43 - 46	63	22,000
46 - 49	60	22,000
49 - 52	61	22,000
52 - 55	65	22,000

4.2.2 Korelasi Nilai Sudut Geser dalam Tanah (ϕ)

Sudut geser dalam tanah (ϕ) untuk tanah lunak (lanau) diambil sesuai nilai NSPT setiap lapisan tanah, sedangkan untuk tanah pasir menggunakan **Tabel 2.1** berdasarkan berat volume tanah. Contoh korelasi nilai sudut geser dalam tanah (ϕ) untuk tanah dasar lapisan 1:

$$N = 0$$

$$\phi \approx 0^\circ$$

Hasil korelasi sudut geser dalam tanah (ϕ) untuk setiap lapisan tanah ditampilkakan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Hasil Korelasi Sudut Geser Dalam Tanah (ϕ)

Kedalaman (m)	NSPT	ϕ (°)
0 - 1	0	0
1 - 4	0	0
4 - 7	0	0
7 - 10	0	0
10 - 13	1	1
13 - 16	0	0
16 - 19	1	1
19 - 22	2	2
22 - 25	2	2
25 - 28	6	6
28 - 31	7	7
31 - 34	10	10
34 - 37	14	14
37 - 40	18	18
40 - 43	24	24
43 - 46	63	40
46 - 49	60	40
49 - 52	61	40
52 - 55	65	40

4.2.3 Korelasi *Undrained Shear Strength* (cu)

Untuk mendapatkan nilai *undrained shear strength* (cu) digunakan korelasi cu menurut Terzaghi dan Peck berdasarkan NSPT. Untuk cu dengan SPT = 0, diambil sebesar 5-8 kPa.

lempung plastis, cu = 12,5 N

lempung berlanau, cu = 10 N

lempung berpasir, cu = 6,5 N

Contoh korelasi *undrained shear strength* (c_u) untuk tanah dasar lapisan 1.

$$N = 1$$

$$c_u = 10 \times (1) = 10 \text{ kPa}$$

Hasil korelasi harga c_u ditunjukkan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil Korelasi *Undrained Shear Strength* (c_u)

Kedalaman (m)	NSPT	c_u (kPa)
0 - 1	0	8
1 - 4	0	8
4 - 7	0	8
7 - 10	0	8
10 - 13	1	10
13 - 16	0	8
16 - 19	1	10
19 - 22	2	20
22 - 25	2	20
25 - 28	6	60
28 - 31	7	70
31 - 34	10	100
34 - 37	14	140
37 - 40	18	180
40 - 43	24	240
43 - 46	63	0
46 - 49	60	0
49 - 52	61	0
52 - 55	65	0

4.2.4 Korelasi Angka Pori Tanah (e_0)

Untuk nilai angka pori tanah (e_0) ditentukan berdasarkan berat volume tanah (γ) menggunakan korelasi menurut Biarez & Favre seperti yang

ditunjukkan pada **Tabel 2.2**. Contoh korelasi angka pori tanah (e_0) untuk tanah dasar lapisan 1:

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,47 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Jika, } \gamma_{\text{sat}} = 1,44 \rightarrow e_0 = 2,86$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,50 \rightarrow e_0 = 2,38$$

Interpolasi untuk $\gamma_{\text{sat}} = 1,47 \text{ t/m}^2$

$$\begin{aligned} e_0 &= 2,38 + \frac{1,47 - 1,44}{1,50 - 1,44} \times (2,86 - 2,38) \\ &= 2,62 \end{aligned}$$

Hasil korelasi nilai angka pori tanah ditunjukkan pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4 Hasil Korelasi Angka Pori Tanah (e_0)

Kedalaman (m)	γ (kN/m ³)	e_0
0 - 1	14,700	2,620
1 - 4	14,700	2,620
4 - 7	14,700	2,620
7 - 10	14,700	2,620
10 - 13	14,780	2,560
13 - 16	14,700	2,620
16 - 19	14,780	2,560
19 - 22	14,860	2,490
22 - 25	14,860	2,490
25 - 28	15,440	2,141
28 - 31	15,680	2,011
31 - 34	16,400	1,658
34 - 37	17,360	1,319
37 - 40	18,320	1,05
40 - 43	19,560	0,78
43 - 46	22,000	0,31
46 - 49	22,000	0,31
49 - 52	22,000	0,31
52 - 55	22,000	0,31

4.2.5 Korelasi Koefisien Kompresi Tanah (Cc)

Koefisien kompresi tanah (Cc) menggunakan persamaan 2.5 untuk *inorganic cohesive soil*. Berikut adalah contoh perhitunga koefisien kompresi tanah (Cc) untuk tanah lapisan 1:

$$e_0 = 2,62$$

$$Cc = 0,30 (2,62 - 0,27) = 0,705$$

Hasil korelasi koefisien kompresi tanah ditunjukkan pada **Tabel4.5**

Tabel 4.5 Hasil Korelasi Koefisien Kompresi Tanah (Cc)

Kedalaman (m)	e_0	Cc
0 - 1	2,620	0,705
1 - 4	2,620	0,705
4 - 7	2,620	0,705
7 - 10	2,620	0,705
10 - 13	2,560	0,687
13 - 16	2,620	0,705
16 - 19	2,560	0,687
19 - 22	2,490	0,666
22 - 25	2,490	0,666
25 - 28	2,141	0,561
28 - 31	2,011	0,522
31 - 34	1,658	0,416
34 - 37	1,319	0,315
37 - 40	1,05	0,234
40 - 43	0,78	0,153
43 - 46	0,31	-
46 - 49	0,31	-
49 - 52	0,31	-
52 - 55	0,31	-

4.2.6 Korelasi Koefisien Mengembang Tanah (Cs)

Untuk koefisien mengembang tanah (Cs) diasumsikan sebesar 1/5 dari nilai Cc yang telah didapatkan sebelumnya.

$$C_c = 0,705$$

$$C_s = 1/5 \times 0,705 = 0,141$$

Hasil korelasi koefisien mengembang tanah ditunjukkan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Hasil Korelasi Koefisien Mengembang Tanah (Cs)

Kedalaman (m)	Cc	Cs
0 - 1	0,705	0,141
1 - 4	0,705	0,141
4 - 7	0,705	0,141
7 - 10	0,705	0,141
10 - 13	0,687	0,137
13 - 16	0,705	0,141
16 - 19	0,687	0,137
19 - 22	0,666	0,133
22 - 25	0,666	0,133
25 - 28	0,561	0,112
28 - 31	0,522	0,104
31 - 34	0,416	0,083
34 - 37	0,315	0,063
37 - 40	0,234	0,047
40 - 43	0,153	0,031
43 - 46	-	-
46 - 49	-	-
49 - 52	-	-
52 - 55	-	-

4.2.7 Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah (Cv)

Koefisien pengaliran tanah (Cv) dapat dicari menggunakan tabel korelasi menurut Biarez & Favre seperti pada **Tabel 2.2** dengan melakukan interpolasi sesuai nilai γ yang telah didapatkan.

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,47 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Jika, } \gamma_{\text{sat}} = 1,44 \rightarrow C_v = 1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,50 \rightarrow C_v = 2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$$

Interpolasi untuk $\gamma_{\text{sat}} = 1,47 \text{ t/m}^2$

$$C_v = 1 \times 10^{-4} + \frac{1,47 - 1,44}{1,50 - 1,44} \times (2 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-4})$$

$$= 1,5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$$

Hasil korelasi nilai Cv untuk setiap lapisan tanah ditunjukkan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Hasil Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah (Cv)

Kedalaman (m)	γ (kN/m ³)	Cv (cm ² /det)
0 - 1	14,700	0,00015
1 - 4	14,700	0,00015
4 - 7	14,700	0,00015
7 - 10	14,700	0,00015
10 - 13	14,780	0,00016
13 - 16	14,700	0,00015
16 - 19	14,780	0,00016
19 - 22	14,860	0,00018
22 - 25	14,860	0,00018
25 - 28	15,440	0,00036
28 - 31	15,680	0,00040
31 - 34	16,400	0,00052
34 - 37	17,360	0,00067
37 - 40	18,320	0,00082

Tabel 4.7 Hasil Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah (Cv) (Lanjutan)

Kedalaman (m)			γ (kN/m ³)	Cv (cm ² /det)
40	-	43	19,560	0,00176
43	-	46	22,000	-
46	-	49	22,000	-
49	-	52	22,000	-
52	-	55	22,000	-

4.2.8 Korelasi Koefisien Pengaliran Tanah Horizontal (Ch)

Koefisien pengaliran tanah horizontal dicari menggunakan **Tabel 2.5**. Nilai kh/kv diambil sebesar 3 sehingga nilai Ch = 3 x Cv..

4.2.9 Korelasi Batas Cair Tanah (LL)

Batas cair tanah (LL) dicari menggunakan **Gambar 2.1** berdasarkan harga Cv tanah yang telah didapatkan. Hasil korelasi ditunjukkan pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Hasil Korelasi Harga Batas Cair (LL)

Kedalaman (m)			Cv (cm ² /det)	LL
0	-	1	0,00015	95,00%
1	-	4	0,00015	95,00%
4	-	7	0,00015	95,00%
7	-	10	0,00015	95,00%
10	-	13	0,00016	94,00%
13	-	16	0,00015	95,00%
16	-	19	0,00016	94,00%
19	-	22	0,00018	90,00%
22	-	25	0,00018	90,00%
25	-	28	0,00036	80,00%
28	-	31	0,00040	77,00%

Tabel 4.8 Hasil Korelasi Harga Batas Cair (LL)
(Lanjutan)

Kedalaman (m)	Cv (cm²/det)	LL
31 - 34	0,00052	68,00%
34 - 37	0,00067	62,00%
37 - 40	0,00082	60,00%
40 - 43	0,00176	42,00%
43 - 46	NP	NP
46 - 49	NP	NP
49 - 52	NP	NP
52 - 55	NP	NP

4.2.10 Korelasi Indeks Plastisitas Tanah (PI)

Indeks Plastisitas tanah (PI) dicari menggunakan **Gambar 2.2** berdasarkan jenis tanah dan harga LL yang didapatkan sebelumnya. Hasil korelasi PI dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Hasil Korelasi Harga Indeks Plastisitas
(PI)

Kedalaman (m)	LL	PI
0 - 1	95,00%	54,00%
1 - 4	95,00%	54,00%
4 - 7	95,00%	54,00%
7 - 10	95,00%	54,00%
10 - 13	94,00%	53,00%
13 - 16	95,00%	54,00%
16 - 19	94,00%	53,00%
19 - 22	90,00%	50,00%
22 - 25	90,00%	50,00%
25 - 28	80,00%	44,00%
28 - 31	77,00%	52,00%
31 - 34	68,00%	36,00%
34 - 37	62,00%	30,00%

Tabel 4.9 Hasil Korelasi Harga Indeks Plastisitas (PI) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	LL	PI
37 - 40	60,00%	29,00%
40 - 43	42,00%	16,00%
43 - 46	NP	NP
46 - 49	NP	NP
49 - 52	NP	NP
52 - 55	NP	NP

Rekapitulasi hasil seluruh korelasi data tanah yang akan digunakan ditunjukkan pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Parameter Data Tanah

Kedalaman (m)	NSPT	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	cu (kPa)	e_p	Cc	Cs	Cv (cm ² /det)	LL	PI
0 - 1	0	14,7	0	8	2,62	0,705	0,141	0,00015	95,00%	54,00%
1 - 4	0	14,7	0	8	2,62	0,705	0,141	0,00015	95,00%	54,00%
4 - 7	0	14,7	0	8	2,62	0,705	0,141	0,00015	95,00%	54,00%
7 - 10	0	14,7	0	8	2,62	0,705	0,141	0,00015	95,00%	54,00%
10 - 13	1	14,78	1	10	2,56	0,687	0,137	0,00016	94,00%	53,00%
13 - 16	0	14,7	0	8	2,62	0,705	0,141	0,00015	95,00%	54,00%
16 - 19	1	14,78	1	10	2,56	0,687	0,137	0,00016	94,00%	53,00%
19 - 22	2	14,86	2	20	2,49	0,666	0,133	0,00018	90,00%	50,00%
22 - 25	2	14,86	2	20	2,49	0,666	0,133	0,00018	90,00%	50,00%
25 - 28	6	15,44	6	60	2,141	0,561	0,112	0,00036	80,00%	44,00%
28 - 31	7	15,68	7	70	2,011	0,522	0,104	0,0004	77,00%	52,00%
31 - 34	10	16,4	10	100	1,658	0,416	0,083	0,00052	68,00%	36,00%
34 - 37	14	17,36	14	140	1,319	0,315	0,063	0,00067	62,00%	30,00%
37 - 40	18	18,32	18	180	1,05	0,234	0,047	0,00082	60,00%	29,00%
40 - 43	24	19,56	24	240	0,78	0,153	0,031	0,00176	42,00%	16,00%
43 - 46	63	22	40	0	0,31	-	-	-	NP	NP
46 - 49	60	22	40	0	0,31	-	-	-	NP	NP
49 - 52	61	22	40	0	0,31	-	-	-	NP	NP
52 - 55	65	22	40	0	0,31	-	-	-	NP	NP

4.3 Data Material Timbunan

Dalam perencanaan ini, timbunan direncanakan menggunakan material sirtu dengan parameternya, yaitu:

Berat volume, $\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3$

Sudut geser dalam tanah, $\phi = 30^\circ$

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

4.4 Penentuan Beban Rencana

Beban rencana dalam analisis perencanaan akan menggunakan beban terbagi merata yang ekuivalen dengan bangunan gedung 1 lantai yaitu sebesar 3 t/m^2 .

4.5 Data Material Perbaikan dan Perkuatan Tanah

Perencanaan perbaikan dan perkuatan tanah menggunakan material yang sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Material perbaikan dan perkuatan tanah yang digunakan dalam perencanaan ini di antaranya, yaitu:

4.5.1 *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*

Prefabricated Vertical Drain yang digunakan sebagai perencanaan *vertical drain* adalah merk CeTeau-Drain CT-D812. Brosur yang digunakan adalah dari PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi yang ditampilkan pada **Lampiran 1**.

4.5.2 *Prefabricated Horizontal Drain (PHD)*

Horizontal Drain yang digunakan adalah *Prefabricated Horizontal Drain* merk CeTeau-Drain CT-SD100-20. Brosur yang digunakan adalah dari PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi yang ditampilkan pada **Lampiran 1**.

4.5.3 *Geotextile*

Geotextile yang digunakan adalah geotextile tipe *nonwoven* dengan merk UnggulFelt UNW-150.

Brosur yang digunakan adalah dari PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi yang ditampilkan pada **Lampiran 1**.

4.5.4 Sheet Pile

Sheet Pile yang digunakan dalam perencanaan menggunakan brosur dari Nippon Steel dan Sumimoto Metal. Jenis dan spesifikasi *sheet pile* ditunjukkan pada **Lampiran 1**.

4.5.5 Minipile

Perencanaan *minipile* menggunakan brosur dari PT. WIKA Beton dengan spesifikasi ditampilkan pada **Lampiran 1**.

4.5.6 Soil Monitoring Instrument

Soil monitoring instrument yang digunakan terdiri dari 3 jenis alat, yaitu *settlement plate*, *pneumatic piezometer*, dan *inclinometer*. Data instrumen-instrumen menggunakan brosur dari PT. Teknindo Geosistem Unggul yang terlampir pada **Lampiran 1**.

4.6 Data Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2012 Bidang Pekerjaan Umum yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan harga satuan geosistem. Dasar harga bahan, upah, dan penyewaan menggunakan Standar Satuan Harga Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2017.

BAB V

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR

Perencanaan timbunan dilakukan untuk mengetahui besarnya tinggi timbunan yang diperlukan agar hasil akhir sesuai dengan yang direncanakan. Perbaikan tanah dasar direncanakan umumnya dilakukan untuk tanah yang dominan lunak yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah sehingga mengurangi resiko terjadinya kegagalan tanah.

Elevasi akhir rencana timbunan adalah +2.29 m dari LWS. Berdasarkan data kontur, tinggi timbunan rencana tertinggi adalah 4 m dari elevasi seabed -1.71 m dari LWS.

Lapisan tanah asli pada Bor Log BH-01 memiliki lapisan yang mudah memampat (*compressible*) setebal 34 m. Selanjutnya di bawah kedalaman 34 m, lapisan tanah asli memiliki konsistensi menengah hingga keras dengan lapisan dominan pasir.

5.1 Perencanaan Timbunan Preloading ($H_{preloading}$) dan Variasi Tinggi Timbunan (H_R).

Dalam perencanaan timbunan perlu dicari besarnya penurunan tanah dasar akibat beban rencana yang diterima oleh tanah dasar. Dari besarnya penurunan akan disesuaikan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) sehingga elevasi akhir timbunan setelah penurunan dan pembongkaran preloading sesuai dengan elevasi rencana yaitu +2.29. Oleh karena itu, perlu direncanakan tinggi timbunan pengganti beban (*preloading*) dan variasi tinggi timbunan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah dasar.

Untuk beban rencana sebesar 3 t/m^2 , maka tinggi timbunan yang ekuivalen dengan beban rencana adalah:

$$q = \gamma_{timb} \times H_{preloading}$$
$$H_{preloading} = \frac{q}{\gamma_{timb}} = \frac{3}{1.85} = 1,622 \text{ m}$$

Dengan $H_{\text{preloading}}$ sebesar 1.622 m, direncanakan variasi tinggi timbunan sebesar 3 - 11 m dengan interval 0.5 m. Variasi tinggi timbunan dan beban ekuivalen (q) yang akan digunakan dalam perencanaan ditampilkan pada **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1 Variasi Tinggi Timbunan (H_R) dan Beban Ekuivalen (q)

H_R (m)	q (t/m^2)
3,0	5,550
3,5	6,475
4,0	7,400
4,5	8,325
5,0	9,250
5,5	10,175
6,0	11,100
6,5	12,025
7,0	12,950
7,5	13,875
8,0	14,800
8,5	15,725
9,0	16,650
9,5	17,575
10,0	18,500
10,5	19,425
11,0	20,350

5.2 Perhitungan Pemampatan Tanah Dasar

Sebelum menghitung pemampatan tanah dasar dihitung terlebih dahulu tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah. Tegangan yang dihitung adalah tegangan *overburden* (σ_o') yaitu tegangan tanah vertikal efektif, tegangan prakonsolidasi (σ_c') yaitu tegangan yang pernah terjadi pada tanah pada masa lampau, dan distribusi tegangan ($\Delta\sigma$) yaitu tegangan akibat beban yang bekerja pada tanah.

Perhitungan tegangan ditinjau pada setiap kedalaman dengan interval 1 m.

Berikut adalah contoh perhitungan tegangan untuk kedalaman 0-1 m dengan tinggi timbunan 3 m

$$\begin{aligned} \text{HR} &= 3 \text{ m} \\ z &= 0,5 \text{ m} \\ q_0 &= 5,550 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Tegangan *overburden* (σ_o'):

$$\begin{aligned} \sigma_o' &= \gamma' \times z \\ &= (0,47) \times 0,5 \\ &= 0,235 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* (σ_o') untuk setiap kedalaman ditunjukkan pada **Tabel 5.2**.

Tegangan prakonsolidasi (σ_c'):

Dari data elevasi diketahui bahwa elevasi air laut ketika pasang adalah +2,00 m dari LWS, sehingga ketinggian air dari dasar tanah adalah 3,7 m.

$$\begin{aligned} h_{\text{fluktuasi}} &= 3,7 \text{ m} \\ \gamma_{\text{air laut}} &= 1,025 \text{ t/m}^3 \\ \sigma_c' &= \sigma_o' + h_{\text{fluktuasi}} \times \gamma_{\text{air laut}} \\ &= 0,23 + 3,7 \times 1,025 \\ &= 4,028 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tegangan prakonsolidasi untuk setiap kedalaman ditunjukkan pada **Tabel 5.3**.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Tegangan *Overburden*

Kedalaman	z (m)	H (m)	γ (t/m³)	σ' (t/m²)
0 - 1	0,5	1	1,47	0,235
1 - 2	1,5	1	1,47	0,705
2 - 3	2,5	1	1,47	1,175
3 - 4	3,5	1	1,47	1,645
4 - 5	4,5	1	1,47	2,115
5 - 6	5,5	1	1,47	2,585
6 - 7	6,5	1	1,47	3,055
7 - 8	7,5	1	1,47	3,525
8 - 9	8,5	1	1,47	3,995
9 - 10	9,5	1	1,47	4,465
10 - 11	10,5	1	1,478	4,939
11 - 12	11,5	1	1,478	5,417
12 - 13	12,5	1	1,478	5,895
13 - 14	13,5	1	1,47	6,369
14 - 15	14,5	1	1,47	6,839
15 - 16	15,5	1	1,47	7,309
16 - 17	16,5	1	1,478	7,783
17 - 18	17,5	1	1,478	8,261
18 - 19	18,5	1	1,478	8,739
19 - 20	19,5	1	1,486	9,221
20 - 21	20,5	1	1,486	9,707
21 - 22	21,5	1	1,486	10,193
22 - 23	22,5	1	1,486	10,679
23 - 24	23,5	1	1,486	11,165
24 - 25	24,5	1	1,486	11,651
25 - 26	25,5	1	1,544	12,166
26 - 27	26,5	1	1,544	12,71
27 - 28	27,5	1	1,544	13,254
28 - 29	28,5	1	1,568	13,81
29 - 30	29,5	1	1,568	14,378
30 - 31	30,5	1	1,568	14,946
31 - 32	31,5	1	1,64	15,55
32 - 33	32,5	1	1,64	16,19
33 - 34	33,5	1	1,64	16,83

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Tegangan Prakonsolidasi

z (m)	H (m)	hfluktuasi (m)	$\gamma_w f$ (t/m³)	σ'_c (t/m²)
0,5	1	3,7	1,025	4,028
1,5	1	3,7	1,025	4,498
2,5	1	3,7	1,025	4,968
3,5	1	3,7	1,025	5,438
4,5	1	3,7	1,025	5,908
5,5	1	3,7	1,025	6,378
6,5	1	3,7	1,025	6,848
7,5	1	3,7	1,025	7,318
8,5	1	3,7	1,025	7,788
9,5	1	3,7	1,025	8,258
10,5	1	3,7	1,025	8,732
11,5	1	3,7	1,025	9,210
12,5	1	3,7	1,025	9,688
13,5	1	3,7	1,025	10,162
14,5	1	3,7	1,025	10,632
15,5	1	3,7	1,025	11,102
16,5	1	3,7	1,025	11,576
17,5	1	3,7	1,025	12,054
18,5	1	3,7	1,025	12,532
19,5	1	3,7	1,025	13,014
20,5	1	3,7	1,025	13,500
21,5	1	3,7	1,025	13,986
22,5	1	3,7	1,025	14,472
23,5	1	3,7	1,025	14,958
24,5	1	3,7	1,025	15,444
25,5	1	3,7	1,025	15,959
26,5	1	3,7	1,025	16,503
27,5	1	3,7	1,025	17,047
28,5	1	3,7	1,025	17,603
29,5	1	3,7	1,025	18,171
30,5	1	3,7	1,025	18,739
31,5	1	3,7	1,025	19,343
32,5	1	3,7	1,025	19,983
33,5	1	3,7	1,025	20,623

Distribusi tegangan ($\Delta\sigma$):

Dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$B1 = 15,625 \text{ m}$$

$$B2 = 4,5 \text{ m}$$

$$\alpha 1 = \tan^{-1}\left(\frac{15,625 + 4,5}{0,5} \text{ rad}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{15,625}{4,5} \text{ rad}\right) \\ = 0,007$$

$$\alpha 2 = \tan^{-1}\left(\frac{15,625}{0,5} \text{ rad}\right) = 1,539$$

$$\Delta\sigma_{1/2\text{timb}} = \frac{5,55}{\pi} \left[\left(\frac{15,625 + 4,5}{4,5} \right) (0,007 + 1,539) - \frac{15,625}{4,5} 1,539 \right] \\ = 2,775 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma = 2 \times \Delta\sigma_{1/2\text{timb}} \\ = 2 \times 2,775 \\ = 5,55 \text{ t/m}^2$$

Hasil perhitungan distribusi tegangan ($\Delta\sigma$) pada setiap kedalaman untuk tinggi timbunan 3 m ditunjukkan pada **Tabel 5.4**.

Tabel 5.4 Distribusi Tegangan untuk Tinggi Timbunan (H_R) 3 m

HR (m)	3		
b1 (m)	15,625		
b2 (m)	4,5		
qtotal (t/m ²)	5,55		
z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
0,5	0,007	1,539	5,550
1,5	0,021	1,475	5,549
2,5	0,035	1,412	5,544
3,5	0,048	1,350	5,533
4,5	0,060	1,290	5,514
5,5	0,072	1,232	5,487
6,5	0,082	1,177	5,450

Tabel 5.4 Distribusi Tegangan untuk Tinggi Timbunan (H_R) 3 m (Lanjutan)

z (m)	$\alpha 1$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\Delta\sigma$ (t/m ²)
7,5	0,091	1,123	5,403
8,5	0,099	1,073	5,348
9,5	0,105	1,025	5,283
10,5	0,111	0,979	5,210
11,5	0,115	0,936	5,131
12,5	0,119	0,896	5,045
13,5	0,122	0,858	4,955
14,5	0,124	0,823	4,862
15,5	0,125	0,789	4,766
16,5	0,126	0,758	4,668
17,5	0,126	0,729	4,569
18,5	0,126	0,701	4,471
19,5	0,126	0,676	4,372
20,5	0,125	0,651	4,275
21,5	0,124	0,628	4,179
22,5	0,123	0,607	4,084
23,5	0,121	0,587	3,992
24,5	0,120	0,568	3,901
25,5	0,118	0,550	3,813
26,5	0,117	0,533	3,727
27,5	0,115	0,517	3,644
28,5	0,113	0,501	3,563
29,5	0,112	0,487	3,484
30,5	0,110	0,473	3,408
31,5	0,108	0,460	3,334
32,5	0,106	0,448	3,263
33,5	0,105	0,436	3,194

Perhitungan distribusi tegangan ($\Delta\sigma$) untuk seluruh variasi tinggi timbunan ditunjukkan pada **Lampiran 2**

Setelah mendapatkan tegangan pada tanah, dihitung pemampatan konsolidasi primer (*consolidation settlement*) yang terjadi akibat beban variasi timbunan. Perhitungan pemampatan menggunakan persamaan **2.2** untuk tanah NC (*Normally Consolidated*) dan **2.3** atau **2.4** untuk tanah OC (*Overconsolidated*). Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan konsolidasi akibat tinggi timbunan 3 m.

Kedalaman 0-1 m

$$H_i = 1 \text{ m}$$

$$e_o = 2,62$$

$$C_c = 0,705$$

$$C_s = 0,141$$

$$\sigma_o' = 0,235 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_c' = 4,028 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma = 5,550 \text{ t/m}^2$$

$$\text{OCR} = \frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} = \frac{4,028}{0,235} = 17,140$$

karena nilai OCR lebih dari 1 maka tanah termasuk *Overconsolidated* (OC).

$\sigma_o' + \Delta\sigma = 0,235 + 5,550 = 5,785 \text{ t/m}^2 > \sigma_c' \rightarrow$ maka perhitungan pemampatan menggunakan persamaan **2.4**

$$S_{ci} = \left[\frac{H_i}{1 + e_o} \left[C_s \log \left(\frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \right) + C_c \log \left(\frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_c'} \right) \right] \right]$$

$$S_{ci} = \left[\frac{1}{1 + 2,62} \left[0,141 \log \left(\frac{4,028}{0,235} \right) + 0,705 \log \left(\frac{5,875}{4,028} \right) \right] \right]$$

$$S_{ci} = 0,079 \text{ m}$$

Hasil pemampatan pada setiap kedalaman dijumlahkan, sehingga didapatkan besarnya pemampatan total dari satu variasi timbunan seperti pada **Tabel 5.5**.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan ($H_R = 3 \text{ m}$)

$z \text{ (m)}$	$H \text{ (m)}$	e_o	C_c	C_s	$S_c \text{ (m)}$
0,5	1	2,62	0,705	0,141	0,079
1,5	1	2,62	0,705	0,141	0,059
2,5	1	2,62	0,705	0,141	0,050
3,5	1	2,62	0,705	0,141	0,044
4,5	1	2,62	0,705	0,141	0,039
5,5	1	2,62	0,705	0,141	0,035
6,5	1	2,62	0,705	0,141	0,032
7,5	1	2,62	0,705	0,141	0,029
8,5	1	2,62	0,705	0,141	0,027
9,5	1	2,62	0,705	0,141	0,024
10,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,022
11,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,020
12,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,019
13,5	1	2,62	0,705	0,141	0,017
14,5	1	2,62	0,705	0,141	0,016
15,5	1	2,62	0,705	0,141	0,014
16,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,013
17,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,012
18,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,010
19,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,009
20,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,008
21,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,008
22,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,007
23,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,006
24,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,005
25,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004
26,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004
27,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004
28,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003
29,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan ($H_R = 3 \text{ m}$)

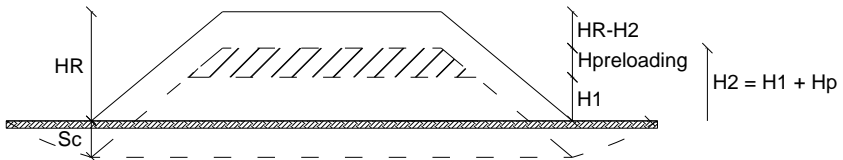
$z \text{ (m)}$	$H \text{ (m)}$	e_o	C_c	C_s	$Sc \text{ (m)}$
30,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003
31,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,003
32,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,002
33,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,002
Sc Total (m)					0,633

Langkah-langkah tersebut dilakukan untuk variasi tinggi timbunan yang berbeda sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil perhitungan pemampatan tanah dasar pada setiap kedalaman dengan variasi timbunan ditunjukkan pada **Lampiran 2**.

5.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Pelaksanaan (H_R)

Setelah mendapatkan nilai Sc akibat H_R yang bervariasi, nilai Sc masing-masing H_R direkapitulasi dalam **Tabel 5.6**.

Untuk mendapatkan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) yang tepat sesuai dengan elevasi rencana, maka dibuat grafik dengan kurva $H_R - (H_1 + H_{preloading})$ vs H_R dan Sc vs H_R . Tinggi timbunan rencana (H_1) adalah tinggi ketika timbunan pelaksanaan (H_R) telah selesai memampat lalu dikurangi dengan tinggi timbunan *preloading* ($H_{preloading}$). Jika $H_1 + H_{preloading} = H_2$, maka tujuannya adalah nilai Sc harus sebesar ($H_R - H_2$). Permodelan timbunan ditunjukkan pada **Gambar 5.1**.

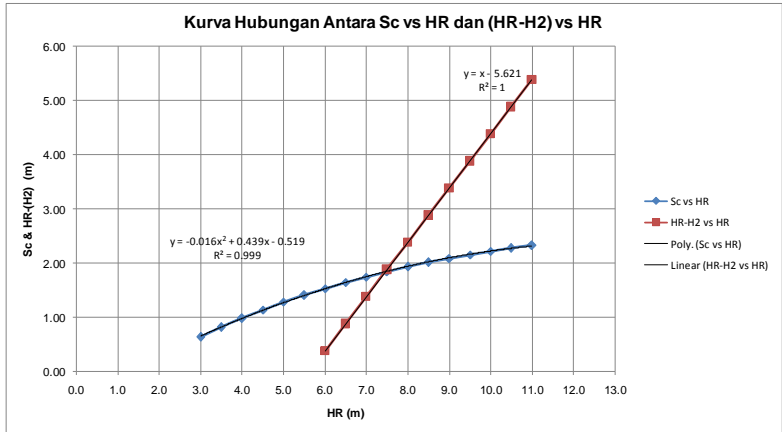


Gambar 5.1 Permodelan Timbunan

Tabel 5.6 Rekapitulasi S_c dan H_R

Elevasi Rencana	+2,29	
Elevasi Tanah Dasar	-1,71	
H_1 (m)	4,000	
$H_{\text{preloading}}$ (m)	1,622	
H_2 (m)	5,622	
H_R (m)	S_c (m)	$H_R - H_2$ (m)
3,000	0,633	0,000
3,500	0,810	0,000
4,000	0,978	0,000
4,500	1,132	0,000
5,000	1,273	0,000
5,500	1,404	0,000
6,000	1,525	0,378
6,500	1,637	0,878
7,000	1,741	1,378
7,500	1,837	1,878
8,000	1,926	2,378
8,500	2,008	2,878
9,000	2,083	3,378
9,500	2,152	3,878
10,000	2,214	4,378
10,500	2,269	4,878
11,000	2,318	5,378

Untuk $H_1 = 4$ m dengan elevasi tanah dasar -1.71 m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) dapat dilihat pada **Gambar 5.2**.



Gambar 5.2 Grafik Penentuan H_R

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = -0,016x^2 + 0,439x - 0,519$$

$$y = x - 5,621$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan:

$$y = Sc = H_R - H_2 = 1,872 \text{ m}$$

$$x = H_R = 7,493 \text{ m}$$

Untuk elevasi tanah dasar -1,71, didapatkan tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 7,493 m dan besar pemampatan sebesar (Sc) 1,872 m. Setelah mendapatkan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) dan besar pemampatan (Sc) dihitung elevasi pelaksanaan dan elevasi rencana.

$$\text{Elevasi tanah dasar} = -1,71$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi timbunan pelaksanaan} &= -1,71 + H_R \\ &= -1,71 + 7,493 \\ &= +5,783 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi setelah memampat} &= +5,783 - Sc \\ &= +5,783 - 1,872 \\ &= +3,911 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi setelah pembongkaran} &= +3,911 - H_{\text{preloading}} \\
 &= +3,911 - 1,622 \\
 &= +2,289
 \end{aligned}$$

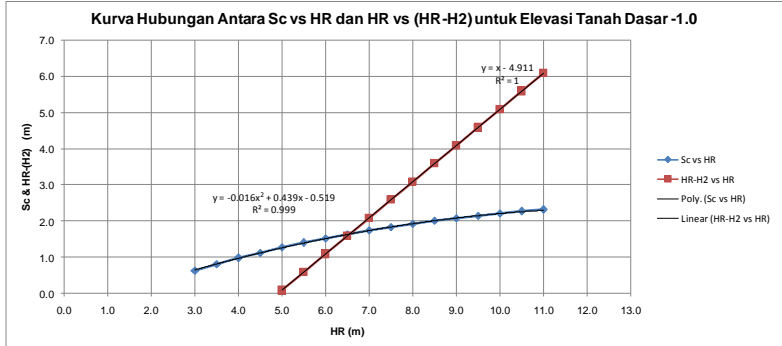
Dengan elevasi rencana +2,29, maka H_R dapat digunakan.

Perhitungan H_R untuk elevasi tanah dasar -1,000 ditunjukkan pada **Tabel 5.7**. Hasil perhitungan elevasi timbunan pelaksanaan (H_R) akan digunakan untuk menentukan zoning tinggi timbunan.

Tabel 5.7 Perhitungan Sc dan H_R untuk Elevasi Tanah Dasar -1,00

Elevasi Rencana	+2,29	
Elevasi Tanah Dasar	-1,000	
H_1 (m)	3,290	
$H_{\text{preloading}}$ (m)	1,622	
H_2 (m)	4,912	
H_R (m)	Sc (m)	$H_R - H_2$ (m)
3,000	0,633	0,000
3,500	0,810	0,000
4,000	0,978	0,000
4,500	1,132	0,000
5,000	1,273	0,088
5,500	1,404	0,588
6,000	1,525	1,088
6,500	1,637	1,588
7,000	1,741	2,088
7,500	1,837	2,288
8,000	1,926	3,088
8,500	2,008	3,588
9,000	2,083	4,088
9,500	2,152	4,588
10,000	2,214	5,088
10,500	2,269	5,588
11,000	2,318	6,088

Untuk elevasi tanah dasar -1.00 m, grafik penentuan tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) dapat dilihat pada **Gambar 5.3**.



Gambar 5.3 Grafik Penentuan H_R untuk Elevasi Tanah Dasar -1,00

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan regresi dari masing-masing kurva.

$$y = -0,016x^2 + 0,439x - 0,519$$

$$y = x - 4,911$$

dari kedua persamaan tersebut didapatkan:

$$y = Sc = H_R - H_2 = 1,679 \text{ m}$$

$$x = H_R = 6,590 \text{ m}$$

Untuk elevasi tanah dasar -1,00, tinggi timbunan pelaksanaan sebesar 6,590 m dan besar pemampatan sebesar (Sc) 1,679 m.

$$\text{Elevasi tanah dasar} = -1,00$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi timbunan pelaksanaan} &= -1,00 + H_R \\ &= -1,00 + 6,590 \\ &= +5,590 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi setelah memampat} &= +5,590 - Sc \\ &= +5,590 - 1,679 \\ &= +3,911 \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi setelah pembongkaran} = +3,911 - H_{\text{preloading}}$$

$$= +3,911 - 1,622$$

$$= +2,289$$

Dengan elevasi rencana +2,29, maka H_R dapat digunakan.

5.4 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa Perbaikan Tanah

Kecepatan pemampatan dari lapisan tanah bergantung pada nilai koefisien konsolidasi (C_v) pada setiap jenis tanahnya. Karena nilai C_v berbeda-beda setiap lapis tanah maka dapat dihitung harga C_v gabungan menggunakan persamaan 2.11. Perhitungan C_v gabungan sebagai berikut

$$C_{v \text{ gabungan}} = \frac{(13 + 6 + 6 + 3 + 3 + 3)^2}{\left(\frac{13}{\sqrt{0,00015}} + \frac{6}{\sqrt{0,00016}} + \frac{6}{\sqrt{0,00018}} + \frac{3}{\sqrt{0,00036}} + \frac{3}{\sqrt{0,0004}} + \frac{3}{\sqrt{0,00052}} \right)}$$

$$C_v \text{ gabungan} = 0,000197 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

Lamanya waktu pemampatan dapat dicari menggunakan persamaan 2.10 karena lapisan pengaliran tanah 2 arah. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemampatan untuk derajat konsolidasi 90%.

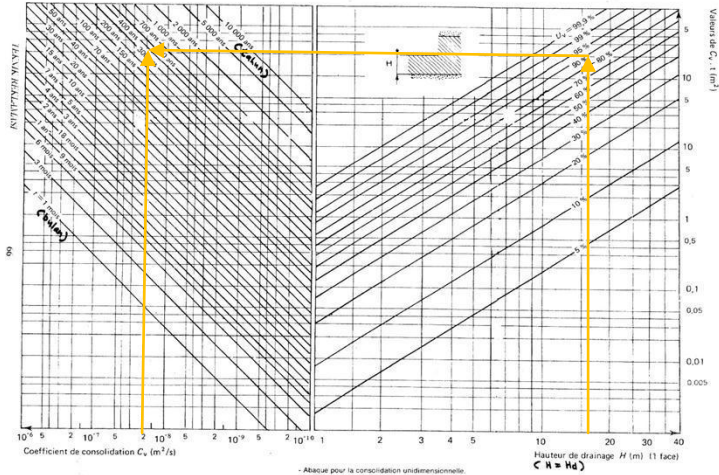
$$\begin{aligned} Hdr &= 34/2 = 17 \text{ m} \\ C_v \text{ gabungan} &= 0,000197 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ &= 0,621 \text{ m}^2/\text{tahun} \\ U &= 90\% \\ T &= 0,848 \text{ (Tabel 2.4)} \\ t &= \frac{T_{90\%} \times Hdr^2}{C_{vgabungan}} = \frac{0,848 \times 17^2}{0,621} \\ &= 394,565 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dibuat tabel waktu pemampatan berdasarkan besarnya derajat konsolidasi seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5.8**.

Tabel 5.8 Hubungan Waktu dan Derajat Kondolidasi

U _v	T _v	t (tahun)	Sc (m)
0%	0,000	0,000	0,000
10%	0,008	3,654	0,187
20%	0,031	14,617	0,374
30%	0,071	32,889	0,562
40%	0,126	58,470	0,749
50%	0,196	91,359	0,936
60%	0,283	131,557	1,123
70%	0,403	187,440	1,310
80%	0,567	263,884	1,498
90%	0,848	394,565	1,685
100%	-	-	1,872

Perhitungan waktu konsolidasi tanah dasar juga dapat dicari menggunakan grafik pada **Gambar 5.4**.

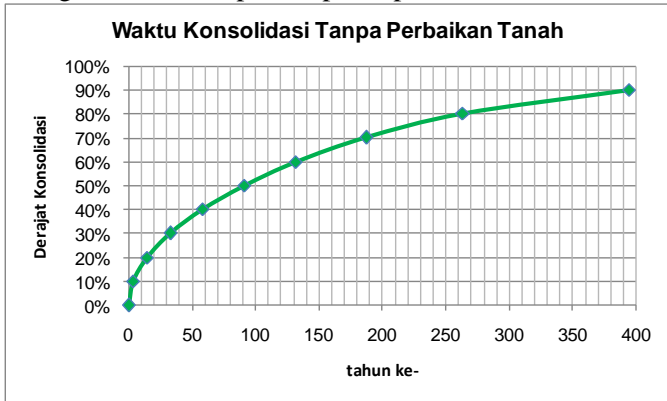
**Gambar 5.4** Hubungan C_v , t , U , dan H_{dr}

$$H_{dr} = 17 \text{ m}$$

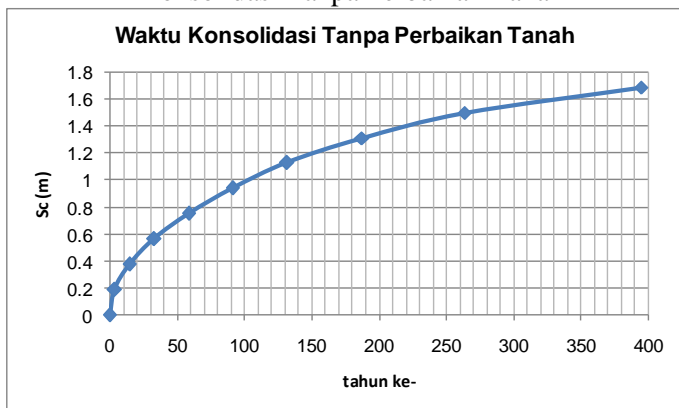
$$C_v \text{ gabungan} = 2 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{detik}$$

U = 90%
 t ≈ 400 tahun

Dari **Tabel 5.8** dapat dibuat grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi seperti pada **Gambar 5.5** dan grafik hubungan waktu dan pemampatan pada **Gambar 5.6**.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Derajat dan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Amplitudo dan Waktu Konsolidasi Tanpa Perbaikan Tanah

Dikarenakan waktu untuk menyelesaikan pemampatan adalah 400 tahun, maka dibutuhkan percepatan pemampatan tanah dasar dengan menggunakan *Preabricated Vertical Drain* (PVD).

5.5 Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Pada perencanaan PVD dihitung dengan pola pemasangan segitiga dan segiempat dengan variasi jarak pemasangan PVD. Variasi jarak pemasangan antar PVD yang dihitung adalah 0,80; 0,85; 0,90; 0,95; 1,00; 1,05; 1,10; 1,15; 1,20; dan 1,25 meter. Kedalaman PVD yang direncanakan adalah sedalam kedalaman tanah lunak.

Diketahui data spesifikasi PVD yang digunakan:

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$b = 4 \text{ mm}$$

a. Perencanaan PVD Pola Pemasangan Segitiga

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola pemasangan segitiga dengan kedalaman 34 m dan jarak pemasangan 0,80 m.

$$C_v = 0,01191 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$C_h = \frac{kh}{kv} \times C_v = 3 \times 0,01191$$

$$= 0,03574 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$\text{Waktu (t)} = 1 \text{ minggu}$$

$$\text{Jarak pemasangan (s)} = 0,80 \text{ m}$$

$$D = 1,05 \times s = 1,05 \times 0,80 = 0,84 \text{ m}$$

$$dw = \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(0,01+0,004)}{\pi} = 0,066 \text{ m}$$

$$n = \frac{D}{dw} = \frac{0,84}{0,066} = 12,687$$

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

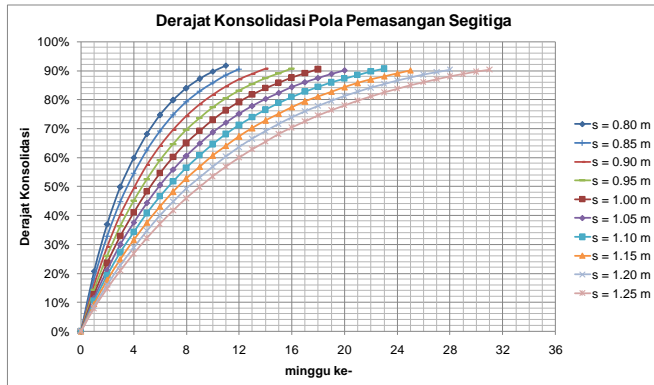
$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{12,687^2}{12,687^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4 \times 12,687^2} \right) \right] \\
&= 1,800 \\
T_v &= \frac{t \times C_v}{(H_{dr})^2} \\
&= \frac{1 \times 0,01191}{(17)^2} \\
&= 0,000041 \\
U_v &= 2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0,000041}{\pi}} = 0,0072 \\
&= 0,72 \% \\
U_h &= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times F(n)} \right)}} \right) \right] \\
&= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0,03574}{0,84^2 \times 1,800} \right)}} \right) \right] \\
&= 0,2015 \\
&= 20,15 \% \\
\text{Urata-rata} &= 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \\
&= 1 - (1 - 0,2015)(1 - 0,0072) \\
&= 0,2073 \\
&= 20,73 \%
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan Urata-rata untuk PVD pola pemasangan segitiga dengan jarak 0,8 m ditampilkan pada **Tabel 5.9**. Perhitungan di atas dilakukan untuk

seluruh jarak pemasangan PVD (s) yang direncanakan dan ditinjau setiap minggu. Hasil perhitungan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) untuk variasi jarak pemasangan (s) pola pemasangan segitiga ditampilkan pada **Lampiran 2**. Selanjutnya dibuat grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) seperti pada **Gambar 5.7**.

Tabel 5.9 Perhitungan Urata-rata untuk PVD Pola Pemasangan Segitiga dengan Jarak (s) 0,8 m

t (minggu)	T_v	U_v	U_h	Urata-rata
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00%
1	0,0000	0,0072	0,2015	20,73%
2	0,0001	0,0102	0,3625	36,90%
3	0,0001	0,0125	0,4909	49,73%
4	0,0002	0,0145	0,5935	59,94%
5	0,0002	0,0162	0,6755	68,07%
6	0,0002	0,0177	0,7409	74,55%
7	0,0003	0,0192	0,7931	79,71%
8	0,0003	0,0205	0,8348	83,82%
9	0,0004	0,0217	0,8681	87,09%
10	0,0004	0,0229	0,8947	89,71%
11	0,0005	0,0240	0,9159	91,79%



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-rata PVD Pola Pemasangan Segitiga

b. Perencanaan PVD Pola Pemasangan Segiempat

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola pemasangan segiempat dengan kedalaman 34 m.

$$C_v = 0,01191 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$C_h = 0,03574 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$\text{Waktu (t)} = 1 \text{ minggu}$$

$$\text{Jarak pemasangan (s)} = 0,80 \text{ m}$$

$$D = 1,13 \times s = 1,13 \times 0,80 = 0,904 \text{ m}$$

$$dw = \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(0,01+0,004)}{\pi} = 0,066 \text{ m}$$

$$n = \frac{D}{dw} = \frac{0,904}{0,066} = 13,654$$

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

$$= \left(\frac{13,654^2}{13,654^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \left(\frac{1}{4 \times 13,654^2} \right) \right]$$

$$= 1,873$$

$$\begin{aligned}
 T_v &= \frac{t \times C_v}{(H_{dr})^2} \\
 &= \frac{1 \times 0,01191}{(17)^2} \\
 &= 0,000041
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_v &= 2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{0,000041}{\pi}} = 0,0072 \\
 &= 0,72 \%
 \end{aligned}$$

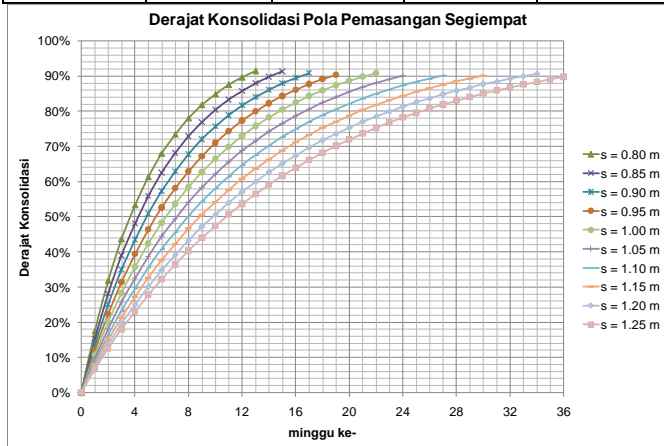
$$\begin{aligned}
 U_h &= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times F(n)} \right)}} \right) \right] \\
 &= \left[1 - \left(\frac{1}{e^{\left(\frac{1 \times 8 \times 0,03574}{0,904^2 \times 1,873} \right)}} \right) \right] \\
 &= 0,1704 \\
 &= 17,04 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Urata-rata} &= 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \\
 &= 1 - (1 - 0,1704)(1 - 0,0072) \\
 &= 0,1764 \\
 &= 17,64 \%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Urata-rata untuk PVD pola pemasangan segiempat dengan jarak 0,8 m ditampilkan pada **Tabel 5.10**. Hasil perhitungan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) untuk setiap jarak pemasangan s pola pemasangan segiempat ditampilkan pada **Lampiran 2**. Grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) ditunjukkan pada **Gambar 5.8**.

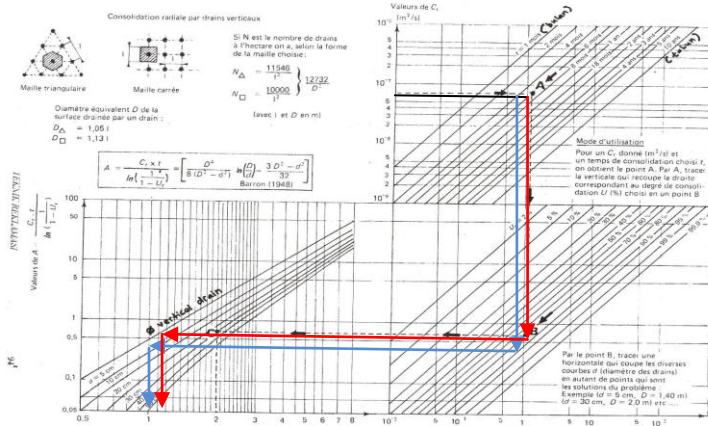
Tabel 5.10 Perhitungan Urata-rata untuk PVD Pola Segiempat dengan Jarak (s) 0,8 m

t (minggu)	T _v	U _v	U _h	Urata-rata
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00%
1	0,0000	0,0072	0,1704	17,64%
2	0,0001	0,0102	0,3117	31,88%
3	0,0001	0,0125	0,4290	43,62%
4	0,0002	0,0145	0,5263	53,32%
5	0,0002	0,0162	0,6070	61,34%
6	0,0002	0,0177	0,6740	67,98%
7	0,0003	0,0192	0,7295	73,47%
8	0,0003	0,0205	0,7756	78,02%
9	0,0004	0,0217	0,8139	81,79%
10	0,0004	0,0229	0,8456	84,91%
11	0,0005	0,0240	0,8719	87,50%
12	0,0005	0,0251	0,8937	89,64%
13	0,0005	0,0261	0,9118	91,41%



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-rata PVD Pola Pemasangan Segiempat

Perencanaan jarak pemasangan PVD juga dapat dicari menggunakan grafik pada **Gambar 5.9**. Direncanakan waktu tunggu pemampatan 4 - 6 bulan.



Gambar 5.9 Grafik untuk Mencari Jarak Pemasangan PVD

Untuk waktu tunggu : 4 bulan

Ch = 0,03574 m²/minggu
 = 6 x 10⁻⁸ m²/detik

Derajat konsolidasi rencana = 90 %
 dw = 6,62 cm

Dengan data yang diketahui, didapatkan diameter silinder akibat pengaruh drainase (D)

D = 1,00 m
 sehingga jarak pemasangan (s)

Pola segitiga:
 D = 1,05 x s
 s = 1,00/1,05 = 0,95 m
 Pola segiempat
 D = 1,13 x s
 s = 1,00/1,13 = 0,84 m ≈ 0,85 m

Untuk waktu tunggu : 6 bulan

Didapatkan diameter silinder akibat pengaruh drainase (D)

$$D = 1,15 \text{ m}$$

sehingga jarak pemasangan (s)

Pola segitiga:

$$D = 1,05 \times s$$

$$s = 1,15/1,05 = 1,10 \text{ m}$$

Pola segiempat

$$D = 1,13 \times s$$

$$s = 1,15/1,13 = 0,97 \text{ m} \approx 1,00 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas, jarak pemasangan PVD yang diperlukan agar rentang waktu tunggu 4 - 6 bulan yaitu:

Pola Segitiga : 0,95 - 1,10 m

Pola Segiempat : 0,85 - 1,00 m

Pola dan jarak pemasangan PVD yang direncanakan adalah pola segiempat dengan jarak pemasangan 1 m dengan alasan:

- Pola pemasangan segiempat lebih mudah dilaksanakan di lapangan dibandingkan dengan pola segitiga
- Dengan pola segiempat dan jarak pemasangan 1,00 m, derajat konsolidasi mencapai 90% dalam waktu 21 minggu 5-6 bulan. PVD yang mencapai umur lebih dari 6 bulan cenderung mengalami *clogging* sehingga tidak efektif.

5.6 Perencanaan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

Prefabricated Horizontal Drain (PHD) berfungsi untuk mengalirkan air dari titik-titik PVD ke saluran drainase. Tujuan perencanaan PHD adalah untuk menghitung faktor kemanan pengaliran air yang terjadi pada PHD sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PHD.

$$\begin{aligned} \text{Jarak PVD (s)} &= 1,00 \text{ m} \\ D &= 1,13 \times s \\ &= 1,13 \text{ m} \end{aligned}$$

Koreksi debit air vertikal per 1 m² tanah

$$\begin{aligned} S_c (U=90\%) &= 1,685 \text{ m} \\ t (U=90\%) &= 21 \text{ minggu} \\ \text{Debit (U=90\%)} &= \frac{1,685 \times 1}{(60 \times 60 \times 24 \times 21)} \\ &= 1,33 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_c (U=75\%) &= \frac{1,685 \times 75\%}{90\%} \\ &= 1,330 \text{ m} \\ t (U=75\%) &= 14 \text{ minggu} \\ \text{Debit (U=75\%)} &= \frac{1,330 \times 1}{(60 \times 60 \times 24 \times 14)} \text{ a} \\ &= 1,57 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{detik/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area ekivalen PVD (Ae)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1,13^2 \\ &= 1,003 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah titik PVD maksimal} = 34 \text{ titik}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (U=75\%)} &= 1,57 \times 10^{-7} \times Ae \times \text{Jumlah titik PVD} \\ &= 1,57 \times 10^{-7} \times 1,003 \times 34 \\ &= 5,36 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\text{Discharge Capacity} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{\text{Discharge Capacity}}{\text{Debit (U = 75\%)}} \\
 &= \frac{2,4 \times 10^{-5}}{5,36 \times 10^{-6}} \\
 &= 4,481 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$

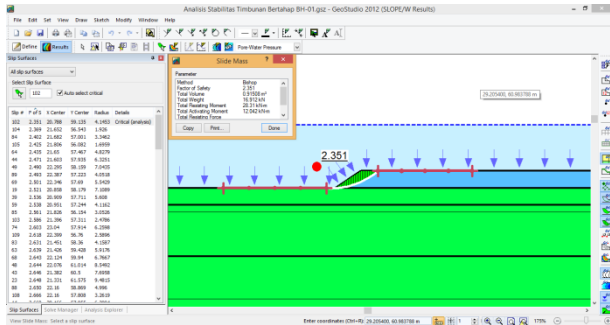
Dari hasil perhitungan di atas, maka pemasangan PHD dengan spesifikasi yang direncanakan dapat digunakan karena $SF > 1,3$.

5.7 Perencanaan Timbunan Bertahap

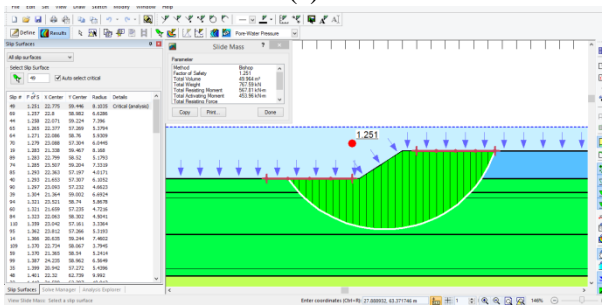
Pelaksanaan timbunan di lapangan diletakkan secara bertahap dengan kecepatan penimbunan sesuai yang direncanakan. Dalam tugas akhir ini ditinjau timbunan tinggi pelaksanaan (H_R) yaitu 7,493 m. Kecepatan penimbunan direncanakan 0,4 m/minggu.

Dalam menentukan jadwal penahapan perlu dianalisis terlebih dahulu tinggi timbunan kritis (H_{cr}) untuk mengetahui tinggi timbunan pelaksanaan maksimum yang mampu dipikul oleh tanah dasar dengan menggunakan data tanah dasar awal. Analisis dilakukan menggunakan program bantu GeoSlope dengan mencari *Safety Factor* (SF) untuk tinggi timbunan dengan interval 1 m.

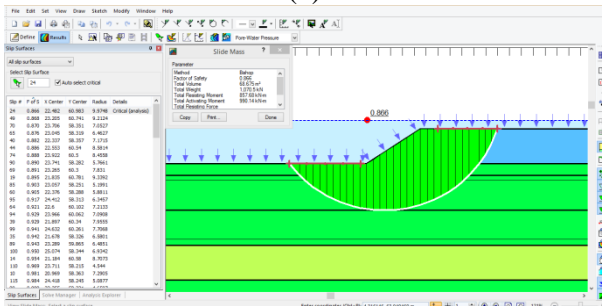
Contoh hasil analisis stabilitas GeoSlope untuk tinggi timbunan $H_R = 1-3$ m ditunjukkan pada **Gambar 5.10**.



(a)



(b)



(c)

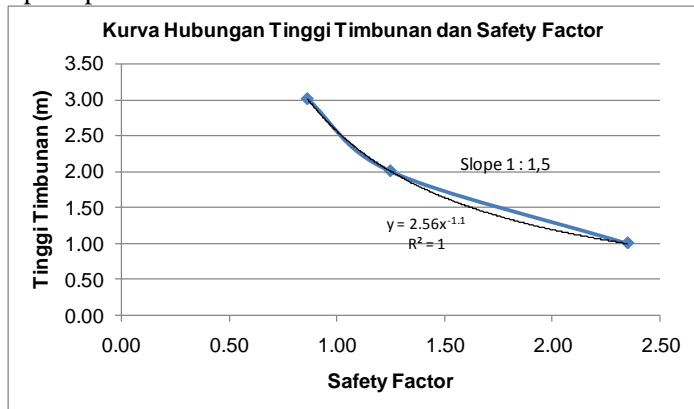
Gambar 5.10 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Tinggi Timbunan: (a) $H_R = 1$ m; (b) $H_R = 2$ m; (c) $H_R = 3$ m

Dari **Gambar 5.10** angka keaman untuk setiap tinggi timbunan ditunjukkan pada **Tabel 5.11**.

Tabel 5. 11 Nilai Angka Keamanan untuk Setiap Tinggi Timbunan

H_R (m)	SF
1	2,351
2	1,251
3	0,866

Selanjutnya dibuat grafik hubungan tinggi timbunan dan angka keamanan untuk mengetahui besarnya Hkritis (H_{cr}) seperti pada **Gambar 5.11**.



Gambar 5. 11 Hubungan Angka Keamanan dan Tinggi Timbunan

Dengan membuat persamaan regresi dari kurva didapatkan:

$$H_R = y = 2,56x^{-1,1}$$

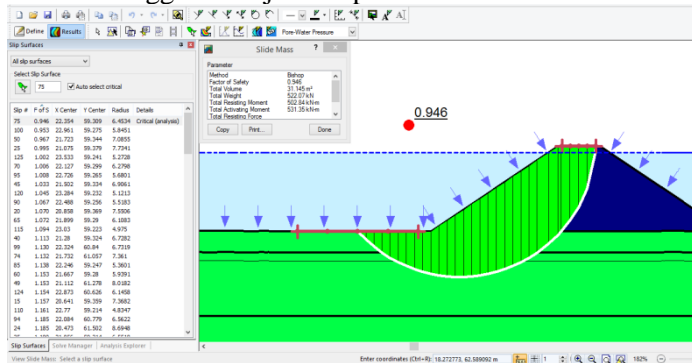
$$\text{Untuk } H_{cr} \rightarrow SF = x = 1$$

$$H_{cr} = y = 2,56(1)^{-1,1}$$

$$H_{cr} = y = 2,56 \text{ m}$$

Tinggi timbunan kritis (H_{cr}) adalah 2,56 m, sehingga penimbunan bertahap perlu dilakukan analisis kestabilan terlebih dahulu ketika tinggi timbunan mencapai tinggi kritis (H_{cr}).

Berikutnya direncanakan tanggul *sandbag* setinggi 4 m. Bentuk tanggul adalah trapesium dengan lebar alas 14 m dan lebar puncak 2 m. Tanggul perlu dianalisis menggunakan GeoSlope terlebih dahulu. Hasil analisis stabilitas tanggul ditunjukkan pada **Gambar 5.12**.



Gambar 5.12 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Tanggul Setinggi 4 m

Dari hasil analisis stabilitas tanggul menggunakan GeoSlope, nilai SF yang didapatkan juga kurang dari 1, sehingga perlu direncanakan perkuatan untuk mencegah kelongsoran.

Untuk menjaga kestabilan tanggul dan timbunan, direncanakan pondasi tiang (*pile*) yang bekerja sebagai cerucuk.

5.8 Distribusi dan Perubahan Tegangan Akibat Timbunan Bertahap

Untuk menghitung kenaikan daya dukung tanah dasar perlu dihitung tegangan yang diterima oleh tanah dasar akibat timbunan per tahapnya.

Berikut adalah contoh perhitungan tegangan untuk kedalaman 0-1 m untuk timbunan tahap 1

$$\begin{aligned}
 \text{umur tahap} &= 1 \text{ minggu} \\
 U &= 10,8 \% = 0,108 \\
 HR &= 0,4 \text{ m} \\
 z &= 0,5 \text{ m} \\
 q &= 0,4 \times 1,85 = 0,74 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan *overburden* (σ_o'):

$$\sigma_o' = 0,235 \text{ t/m}^2 \text{ (Tabel 5.2)}$$

Distribusi tegangan akibat tahap 1 ($\Delta\sigma_1$) ketika $U = 100\%$:

$$B1 = 19,525 \text{ m}$$

$$B2 = 0,6 \text{ m}$$

$$\alpha 1 = \tan^{-1}\left(\frac{19,525 + 0,6}{0,5}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{19,525}{0,6}\right) = 0,001$$

$$\alpha 2 = \tan^{-1}\left(\frac{19,525}{0,5}\right) = 1,545$$

$$\Delta\sigma_{1,1/2\text{timb}} =$$

$$\frac{0,74}{\pi} \left[\left(\frac{19,525 + 0,6}{0,6} \right) (0,001 + 1,545) - \frac{19,525}{0,6} 1,545 \right]$$

$$= 0,370 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta\sigma_1 = 2 \times \Delta\sigma_{1,1/2\text{timb}}$$

$$= 2 \times 0,370$$

$$= 0,740 \text{ t/m}^2$$

Perubahan tegangan akibat tahap 1 (σ_1') ketika $U = 100\%$:

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

$$\sigma_1' = \sigma_o' + \Delta\sigma_1$$

$$= 0,235 + 0,740$$

$$= 0,975 \text{ t/m}^2$$

Dengan menggunakan cara yang sama dihitung perubahan tegangan akibat setiap tahap. Hasil perhitungan perubahan tegangan untuk setiap tahap ketika $U = 100\%$ ditunjukkan pada **Lampiran 2**.

Distribusi tegangan akibat tahap 1 ($\Delta\sigma_1$) ketika $U < 100\%$

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_1 &= \left[\left(\frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \right)^{U_1} \times \sigma_0' \right] - \sigma_0' \\ &= \left[\left(\frac{0,975}{0,235} \right)^{0,108} \times 0,235 \right] - 0,235 \\ &= 0,039 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Perubahan tegangan akibat tahap 1 (σ_1') ketika $U < 100\%$

$$\begin{aligned}\sigma_1' &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1 \\ &= 0,235 + 0,039 \\ &= 0,274 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Hasil perhitungan perubahan tegangan per minggu ditunjukkan pada **Lampiran 2**.

5.9 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar

Dengan adanya kenaikan tegangan yang diterima oleh tanah dasar, maka terjadi kenaikan daya dukung (cu).

Setelah mendapatkan perubahan tegangan per minggu dapat dihitung kenaikan daya dukung tanah dasar (cu). Perhitungan kenaikan daya dukung menggunakan persamaan **2.17** atau **2.18**. Berikut adalah contoh perhitungan kenaikan daya dukung tanah minggu ke-2 pada kedalaman 0-1 m

$$\begin{aligned}cu_{awal} &= 0,8 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_1' &= 0,374 \text{ t/m}^2 = 0,0374 \text{ kg/cm}^2 \\ PI &= 54\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 cu_{\text{baru}} &= 0,0737 + (0,1899 - 0,0016PI) \sigma_1' \\
 &= 0,0737 + (0,1899 - 0,0016 \times 54\%) 0,0374 \\
 &= 0,081 \text{ kg/cm}^2 = 0,81 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas dilakukan pada setiap kedalaman per minggu. Hasil perhitungan kenaikan daya dukung pada setiap kedalaman per minggu ditampilkan pada **Lampiran 2**.

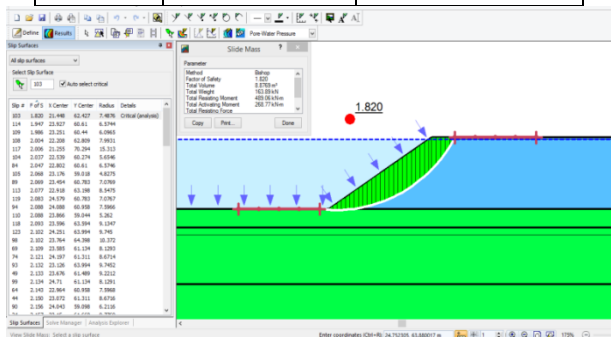
Perubahan harga cu akan digunakan dalam analisis stabilitas timbunan. **Gambar 5.13** menunjukkan hasil analisis stabilitas timbunan untuk tinggi timbunan 3,7 m (H_{cr}) setelah terjadi perubahan harga cu dengan harga cu ditunjukkan pada **Tabel 5.12**.

Tabel 5. 12 Perubahan Harga cu Akibat Tinggi Timbunan Kritis (H_{cr})

z (m)	σ_9' (t/m ²)	cu_{baru} (kg/cm ²)
0.5	2.609	0.123
1.5	3.168	0.134
2.5	3.672	0.143
3.5	4.158	0.152
4.5	4.634	0.161
5.5	5.101	0.170
6.5	5.562	0.179
7.5	6.018	0.187
8.5	6.468	0.196
9.5	6.913	0.204
10.5	7.359	0.213
11.5	7.805	0.221
12.5	8.249	0.230
13.5	8.686	0.238
14.5	9.118	0.246

Tabel 5.12 Perubahan Harga cu Akibat Tinggi Timbunan Kritis (Hcr) (Lanjutan)

z (m)	σ_9' (t/m ²)	cu _{baru} (kg/cm ²)
15.5	9.548	0.254
16.5	9.981	0.262
17.5	10.417	0.271
18.5	10.854	0.279
19.5	11.294	0.287
20.5	11.738	0.296
21.5	12.182	0.304
22.5	12.627	0.312
23.5	13.073	0.321
24.5	13.520	0.329
25.5	13.996	0.338
26.5	14.502	0.348
27.5	15.009	0.358
28.5	15.529	0.367
29.5	16.062	0.377
30.5	16.595	0.387
31.5	17.166	0.399
32.5	17.774	0.410
33.5	18.382	0.422



Gambar 5.13 Hasil Analisis Stabilitas GeoSlope untuk Timbunan setinggi Hcr=3,7 m setelah Terjadi Perubahan Harga cu

5.10 Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Untuk menghitung pemampatan konsolidasi yang terjadi sesuai tahapan timbunan menggunakan salah satu persamaan dari 2.19, 2.20, dan 2.21 sesuai dengan perubahan tegangan akibat setiap tahap timbunan.

Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan akibat timbunan bertahap

Akibat tahap 5:

$$z = 0,5 \text{ m}$$

Perubahan tegangan akibat tahap 5 (σ_5') ketika $U = 100\%$

$$\sigma_4' = 3,195 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_5' &= \sigma_4' + \Delta\sigma_5 \\ &= 3,934 \text{ t/m}^2 \text{ (Lampiran 2)}\end{aligned}$$

$\sigma_5' \leq \sigma_c'$, maka menggunakan persamaan 2.19

$$\begin{aligned}S_{c5} &= \frac{H}{1 + e_o} \left[C_s \log \left(\frac{\sigma_5'}{\sigma_4'} \right) \right] \\ &= \frac{1}{1 + 2,62} \left[0,141 \times \log \left(\frac{3,934}{3,195} \right) \right] \\ &= 0,00352 \text{ m}\end{aligned}$$

Akibat tahap 6:

Perubahan tegangan akibat tahap 6 (σ_6') ketika $U = 100\%$

$$\sigma_5' = 3,934 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_6' &= \sigma_5' + \Delta\sigma_6 \\ &= 4,673 \text{ t/m}^2 \text{ (Lampiran 2)}\end{aligned}$$

$\sigma_5' \leq \sigma_c' \leq \sigma_6'$, maka menggunakan persamaan 2.20

$$\begin{aligned}S_{c6} &= \frac{H}{1 + e_o} \left[\left[C_s \log \left(\frac{\sigma_c'}{\sigma_5'} \right) \right] + \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_6'}{\sigma_c'} \right) \right] \right] \\ &= \frac{1}{1 + 2,62} \left[\left[0,141 \times \log \left(\frac{4,028}{3,934} \right) \right] + \left[0,705 \log \left(\frac{4,673}{4,028} \right) \right] \right] \\ &= 0,01298 \text{ m}\end{aligned}$$

Akibat tahap 7:

Perubahan tegangan akibat tahap 7 (σ_7') ketika $U = 100\%$

$$\sigma_6' = 4,673 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_7' = \sigma_6' + \Delta\sigma_7$$

$$= 5,412 \text{ t/m}^2 \text{ (Lampiran 2)}$$

$\sigma_c' \leq \sigma_6' \leq \sigma_7'$, maka menggunakan persamaan **2.21**

$$\begin{aligned} S_{c8} &= \frac{H}{1 + e_o} \left[C_c \log \left(\frac{\sigma_7'}{\sigma_6'} \right) \right] \\ &= \frac{1}{1 + 2,62} \left[0,705 \times \log \left(\frac{5,412}{4,673} \right) \right] \\ &= 0,01241 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, dihitung pemampatan setiap lapisan dengan interval 1 m akibat setiap tahap. Hasil pemampatan pada setiap kedalaman dijumlahkan, sehingga didapatkan besarnya pemampatan akibat setiap tahap. Hasil perhitungan pemampatan akibat timbunan bertahap ditunjukkan pada **Lampiran 2**.

Besarnya pemampatan akibat tiap tahap digunakan untuk menghitung pemampatan per minggu sesuai derajat konsolidasi. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan untuk:

Minggu 1:

$$S_{c \text{ kumulatif}} = S_{c1} = 0,097 \text{ m}$$

$$U_1 = 10,8 \% = 0,108$$

$$S_{c \text{ minggu-1}} = S_{c \text{ kumulatif}} \times U_1$$

$$= 0,097 \times 0,108$$

$$= 0,010 \text{ m}$$

Minggu 2:

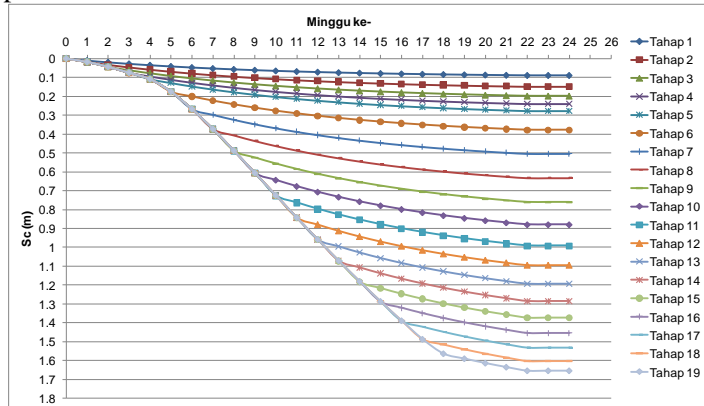
$$S_{c \text{ kumulatif}} = S_{c1} + S_{c2} = 0,097 + 0,067$$

$$= 0,163 \text{ m}$$

$$U_2 = 20,1 \% = 0,201$$

$$\begin{aligned} S_{c \text{ minggu-2}} &= S_{c \text{ kumulatif}} \times U_2 \\ &= 0,163 \times 0,201 \\ &= 0,019 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan pemampatan per minggu dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Selanjutnya dapat dibuat grafik untuk mengetahui pemampatan yang terjadi setiap minggunya. Grafik pemampatan akibat timbunan bertahap ditunjukkan pada **Gambar 5.14**.



Gambar 5.14 Grafik Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

PERENCANAAN STRUKTUR PENAHAN TANAH

Perkuatan tanah timbunan direncanakan untuk menjaga stabilitas timbunan di atas tanah lunak agar tidak terjadi kelongsoran dan juga mereduksi tekanan horizontal tanah. Perkuatan lereng akan digunakan secara permanen.

Perkuatan lereng yang direncanakan akan terdiri dari 2 fungsi, yaitu sebagai dinding penahan tanah dan sebagai penjaga kestabilan lereng. Pada timbunan sisi barat daya, diperlukan perkuatan tanah yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah untuk memperkecil tekanan tanah horizontal yang dapat memengaruhi pilar trestle dermaga Nusantara, sedangkan timbunan sisi barat laut diperlukan perkuatan tanah untuk menjaga kestabilan timbunan.

6.1 Perencanaan Turap (*Free Standing*)

Turap akan direncanakan sebagai struktur dinding penahan tanah untuk mengurangi tekanan tanah horizontal akibat beban timbunan dan rencana.

Dalam merencanakan panjang kebutuhan turap, dilakukan perhitungan tekanan tanah horizontal seperti pada **sub bab 2.8**. Perhitungan tegangan tanah horizontal menggunakan persamaan **2.38** dan **2.39**. Untuk mencari tegangan tanah horizontal didapatkan dari tegangan tanah vertikal yang terdiri dari tegangan *overburden* (σ_0') dan distribusi tegangan ($\Delta\sigma$).

Perhitungan tegangan *overburden* (σ_0') dilakukan untuk setiap lapisan tanah. Distribusi tegangan ($\Delta\sigma$) akibat timbunan dan beban rencana perlu diperhitungkan karena berpengaruh terhadap tekanan tanah horizontal. Perhitungan distribusi tegangan dilakukan dengan cara yang sama seperti pada perencanaan timbunan namun kali ini dihitung pada batas atas dan bawah setiap lapisan tanah.

Berikut adalah contoh perhitungan tegangan *overburden* dan distribusi tegangan akibat beban timbunan dan beban rencana:

Tinggi timbunan (HR) = 7,493 m

$z = 1$ m

$q = 1,85 \times 7,493 = 13,862 \text{ t/m}^2$

Tegangan *overburden* (σ_o'):

$$\begin{aligned}\sigma_o' &= \gamma' \times z \\ &= (0,47) \times 1 \\ &= 0,47 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Hasil perhitungan tegangan *overburden* (σ_o') untuk setiap kedalaman ditunjukkan pada **Tabel 6.1**.

Distribusi Tegangan ($\Delta\sigma$):

Untuk $z = 1$ m

B1 = 8,886 m

B2 = 11,240 m

$\alpha 1 = 0,062$

$\alpha 2 = 1,459$

$\Delta\sigma_{1/2 \text{ timb}} = 6,929 \text{ t/m}^2$

$\Delta\sigma = 2 \times 6,930 = 13,859 \text{ t/m}^2$

Hasil perhitungan distribusi tegangan ($\Delta\sigma$) untuk setiap kedalaman dengan variasi tinggi timbunan ditunjukkan pada **Tabel 6.2**.

Tabel 6.1 Tegangan *Overburden* untuk Setiap Lapisan Tanah

Kedalaman	z (m)	H (m)	γ (t/m ³)	γ' (t/m ³)	σ_0' (t/m ²)
0 - 1	1	1	1.47	0.47	0.470
1 - 4	4	3	1.47	0.47	2.115
4 - 7	7	3	1.47	0.47	4.230
7 - 10	10	3	1.47	0.47	6.345
10 - 13	13	3	1.47	0.47	8.460
13 - 16	16	3	1.47	0.47	10.575
16 - 19	19	3	1.47	0.47	12.690
19 - 22	22	3	1.47	0.47	14.805
22 - 25	25	3	1.47	0.47	16.920
25 - 28	28	3	1.47	0.47	19.035
28 - 31	31	3	1.478	0.478	21.174
31 - 34	34	3	1.478	0.478	23.325
34 - 37	37	3	1.478	0.478	25.476
37 - 40	40	3	1.47	0.47	27.603
40 - 43	43	3	1.47	0.47	29.718
43 - 46	46	3	1.47	0.47	31.833
46 - 49	49	3	1.478	0.478	33.972
49 - 52	52	3	1.478	0.478	36.123
52 - 55	55	3	1.478	0.478	38.274

Tabel 6.2 Distribusi Tegangan untuk Setiap Lapisan Tanah

H timbunan (m)	7.493		
b1 (m)	8.8855		
b2 (m)	11.2395		
qtotal (t/m²)	13.862		
z	α 1 (rad)	α 2 (rad)	Δσ (t/m²)
1.000	0.062	1.459	13.859
4.000	0.227	1.148	13.713
7.000	0.333	0.904	13.228
10.000	0.383	0.726	12.466
13.000	0.398	0.600	11.575
16.000	0.392	0.507	10.670
19.000	0.377	0.437	9.813
22.000	0.357	0.384	9.030
25.000	0.336	0.341	8.327
28.000	0.316	0.307	7.704
31.000	0.297	0.279	7.151
34.000	0.279	0.256	6.662
37.000	0.262	0.236	6.227
40.000	0.248	0.219	5.841
43.000	0.234	0.204	5.495
46.000	0.222	0.191	5.185
49.000	0.210	0.179	4.906
52.000	0.200	0.169	4.654
55.000	0.191	0.160	4.425

Perhitungan σ_H

$$\sigma_{Ha}' = \sigma_V' \times Ka - 2 \times c \times \sqrt{Ka}$$

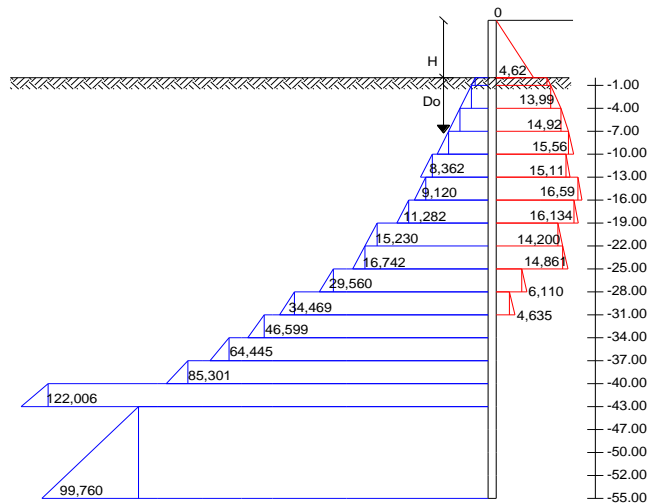
$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = \tan^2\left(45 - \frac{0}{2}\right) = 1$$

$$\sigma_V' = \sigma_0' + \Delta\sigma = 0,47 + 13,859 = 14,329 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{Ha}' = \sigma_V' \times Ka - 2 \times c \times \sqrt{Ka}$$

$$\begin{aligned}
 &= 14,329 \times 1 - 2 \times 0,8 \times \sqrt{1} \\
 &= 12,729 \text{ t/m}^2 \\
 K_p &= \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 + \frac{0}{2} \right) = 1 \\
 \sigma_v' &= \sigma_0' = 0,47 = 0,470 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_{Hp}' &= \sigma_v' \times K_p + 2 \times c \times \sqrt{K_p} \\
 &= 0,47 \times 1 + 2 \times 0,8 \times \sqrt{1} \\
 &= 2,070 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan horizontal tanah aktif (σ_{Ha}) dan pasif (σ_{Hp}) dihitung untuk setiap lapisan tanah. Diagram tegangan horizontal tanah dapat dilihat pada **Gambar 6.1**.



Gambar 6.1 Diagram Tegangan Horizontal

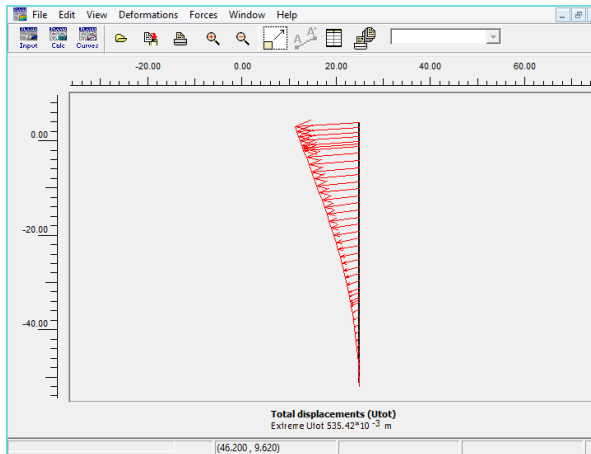
Untuk menghitung panjang kedalaman turap (D_o) menggunakan kesetimbangan momen di ujung dasar turap harus sama dengan nol (0). Momen didapatkan dari luasan diagram tegangan horizontal setiap lapisan tanah dikalikan

dengan lengan momennya masing-masing, sehingga akan mendapatkan D_0 sebagai variabel di dalam persamaan.

Didapatkan panjang kedalaman turap $D_0 = 42,418$ m. Nilai D_0 ini kemudian dikalikan dengan angka keamanan sebesar 1,2 sehingga menjadi $D = 1,2 \times 42,418 = 50,902$ m. Dengan nilai $H = 4$ m, maka panjang total turap L yaitu $D+H = 54,902$ m ≈ 55 m.

Turap direncanakan menggunakan pipa baja dengan diameter 90 cm. Spesifikasi yang digunakan berdasarkan brosur Nippon Steel & Sumimoto Metal yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Setelah mendapatkan panjang kedalaman turap, dilakukan analisis stabilitas turap dengan menggunakan program bantu PLAXIS untuk mengetahui angka keamanan pada turap seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6.2**.



Gambar 6.2 Hasil Analisis Turap *Free Standing*

Dari hasil analisis menggunakan *software* PLAXIS, didapatkan deformasi terbesar yaitu 53 cm.

6.2 Perencanaan Turap Berangkur dan *Anchor Pile*

Perencanaan turap berangkur bertujuan untuk mengurangi panjang turap *free standing*. Konsep perhitungan turap berangkur adalah dengan adanya perletakan di titik ankur yang direncanakan dan menggunakan kesetimbangan momen di titik tersebut sehingga panjang kedalaman turap dapat lebih kecil.

Langkah perhitungan kedalaman panjang kedalaman turap berangkur sama dengan turap *free standing*, yaitu menghitung tegangan horizontal akibat *overburden* dan distribusi tegangan. Selanjutnya panjang kedalaman turap (Do) dihitung dengan mencari momen sama dengan nol (0) pada titik ankur.

Didapatkan panjang kedalaman turap dengan ankur Do = 27,940 m. Setelah dikalikan dengan angka keamanan sebesar 1,2 menjadi D = 1,2 x 27,940 = 33,528 m. Dengan H = 4 m, maka panjang total turap L = D+H = 37,528 m ≈ 38 m. Gaya horizontal yang terjadi F = 107,58 t/m.

Berikutnya akan direncanakan tiang miring (*batter pile*) yang akan bekerja sebagai ankur dari turap. *Anchor pile* direncanakan untuk menahan sisa gaya horizontal yang diterima oleh turap. Perencanaan *anchor pile* dihitung berdasarkan daya dukung tiang

Direncanakan sudut kemiringan tiang (α) sebesar 10°

Diameter tiang (D) = 100 cm

Jarak tiang (s) = 300 cm

Perhitungan daya dukung tiang

$$Q_L = 40 \times N \times Ap + \left(\frac{As \times Nav}{5} \right)$$

$$Q_R = \frac{Q_L}{\cos(\alpha)}$$

Tabel 6.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang D100

z (m)	N	As (m ²)	Nav	Q _L (t)	Q _R (t)
1	0	3,14	0,00	0,000	0,000
4	0	12,57	0,00	0,000	0,000
7	0	21,99	0,00	0,000	0,000
10	0	31,42	0,00	0,000	0,000
13	1	40,84	0,20	33,050	33,559
16	0	50,27	0,17	1,676	1,701
19	1	59,69	0,29	34,827	35,364
22	2	69,12	0,50	69,743	70,819
25	2	78,54	0,67	73,304	74,435
28	6	87,96	1,20	209,607	212,841
31	7	97,39	1,73	253,555	257,467
34	10	106,81	2,42	365,786	371,429
37	14	116,24	3,31	516,719	524,691
40	18	125,66	4,36	674,994	685,406
43	24	135,09	5,67	907,083	921,076
46	63	144,51	9,25	2246,553	2281,210
49	60	153,94	12,24	2261,651	2296,541
52	61	163,36	14,94	2404,645	2441,740
55	65	172,79	17,58	2649,520	2690,393

Gaya horizontal yang bekerja untuk setiap 3 m,

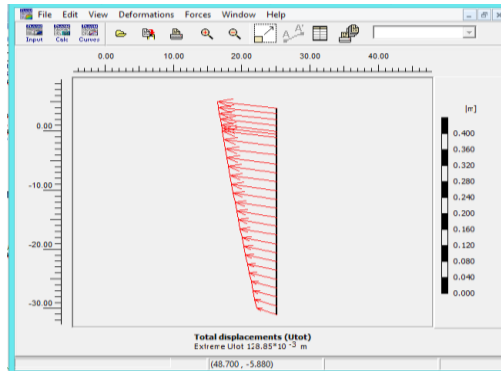
$$F = 107,508 \times 3 = 322,525 \text{ t}$$

Gaya resultan yang diperlukan untuk memenuhi gaya tersebut:

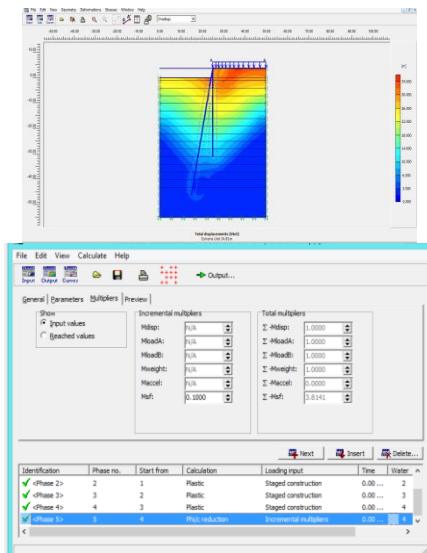
$$Q_R \geq \frac{F}{\sin(\alpha)} = \frac{322,525}{\sin(10)} = 1857,346 \text{ t}$$

Dari perhitungan daya dukung tiang dan kebutuhan gaya resultan direncanakan tiang miring dengan sudut 10° hingga kedalaman 46 m dari permukaan tanah dengan gaya resultan $Q_R = 2281,210 \text{ t}$

Hasil analisis stabilitas menggunakan turap berangkur ditunjukkan pada **Gambar 6.3**.



(a)



(b)

Gambar 6.3 Hasil Analisis Stabilitas Turap Berangkur (a) Deformasi; (b) Nilai Angka Keamanan

Didapatkan dengan menggunakan angkur, deformasi sebesar 12,8 cm dan angka keamanan sebesar 3,8.

6.3 Perencanaan *Minipile*

Minipile direncanakan sebagai alternatif perkuatan pada timbunan sisi barat laut. *Minipile* direncanakan untuk menambah kekuatan geser tanah dasar.

Berikut adalah tahapan dalam perencanaan *minipile*:
Diketahui data hasil analisis tanggul setinggi 4 m sebagai berikut:

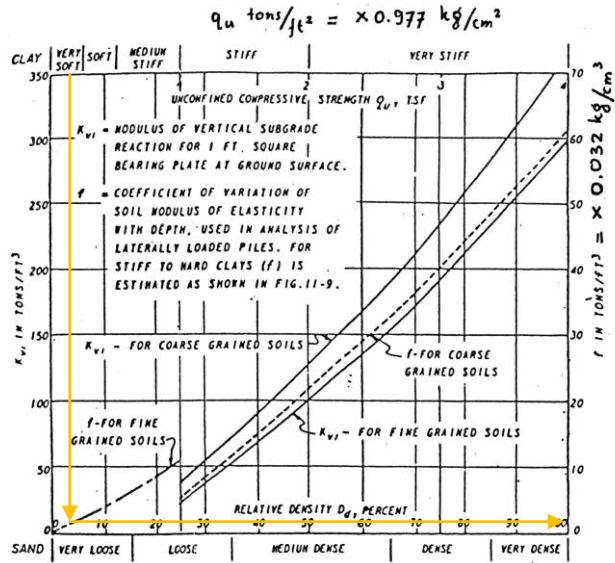
SF	= 0,946
jari-jari kelongsoran (r)	= 6,453 m
Momen penahan	= 50,284 tm/m'
Momen dorong	= 53,135 tm/m'
SF rencana	= 1,5
Δ Momen	= $1,5 \times 53,135 - 50,284$ = 29,4185 tm/m'
P minimum	= $29,4185 / 6,453$ = 4,559 t/m'

Direncanakan *minipile*:

Dimensi	= 30 x 30 cm
f_c'	= 52 MPa
Modulus Elastisitas (E)	= $4700 \times \sqrt{f_c'} = 4700 \times \sqrt{52}$ = 33892,182 MPa
Momen Inersia (I)	= $\frac{1}{12} \times 300 \times 300^3$ a = $6,75 \times 10^8$ mm ⁴
Momen retak (M_{cr})	= 3,64 tm
Momen ultimate (M_u)	= 5,19 tm
Panjang (L)	= 7 m

Menghitung koefisien modulus tanah (f) dengan menggunakan **Gambar 6.4**.

cu	= 0,08 kg/cm ²	
qu	= $2 \times 0,08 / 0,977$	= 0,164 ton/ft ²



Gambar 6.4 Mencari Harga Koefisien Modulus Tanah (f)

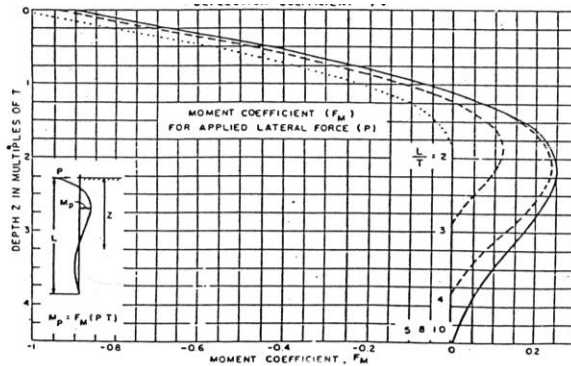
dari **Gambar 6.4** didapatkan:

$$\begin{aligned}
 f &= 2 \text{ ton/ft}^3 \\
 &= 2 \times 0,032 \\
 &= 0,064 \text{ kg/cm}^2 \qquad = 0,00064 \text{ N/mm}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung faktor kekakuan relatif (T)

$$\begin{aligned}
 T &= \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{33892,182 \times 6,75 \times 10^8}{0,00064} \right)^{\frac{1}{5}} a \\
 &= 1839,395 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Menghitung koefisien momen lentur (F_M) dengan menggunakan **Gambar 6.5**.



Gambar 6.5 Mencari Koefisien Momen Lentur (F_M)

$$F_M = 1$$

Menghitung faktor koreksi (F_k)

$$\begin{aligned}
 F_k &= 2,643 \left[\frac{0,89 + 0,12 \left(\frac{L}{D} \right)}{2,69} \right] \left[\frac{0,855cu^{-0,392}}{2,865} \right] \\
 &= 2,643 \left[\frac{0,89 + 0,12 \left(\frac{7}{0,3} \right)}{2,69} \right] \left[\frac{0,855 \times 0,8^{-0,392}}{2,865} \right] \\
 &= 1,181
 \end{aligned}$$

Menghitung gaya maksimum 1 tiang (P_{max})

$$\begin{aligned}
 P_{\max} \text{ 1 tiang} &= \left[\frac{Mcr}{F_M \times T} \right] \times F_k = \left[\frac{3,64}{1 \times 1,839} \right] \times 1,181 \\
 &= 2,337 \text{ t}
 \end{aligned}$$

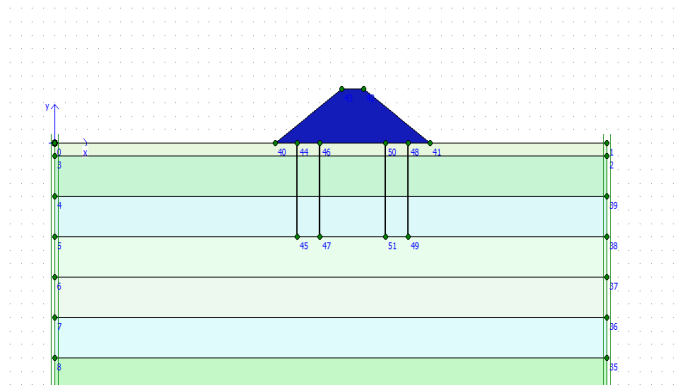
Menghitung jumlah kebutuhan *minipile* per m (n)

$$n = \frac{P_{\text{minimum}}}{P_{\text{max}} \text{ 1 tiang}} = \frac{4,559}{2,337} = 1,951$$

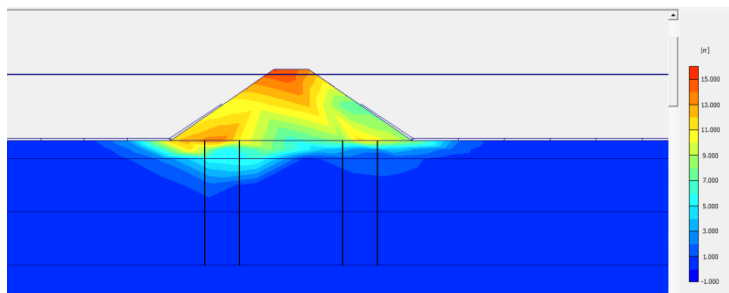
$$\approx 2 \text{ buah/m}$$

Dari perhitungan didapatkan diperlukan 2 buah *minipile* per meter panjang untuk 1 sisi kelongsoran. Karena tanggul memiliki 2 sisi kelongsoran maka digunakan 4 buah *minipile* untuk 1 m panjang tanggul.

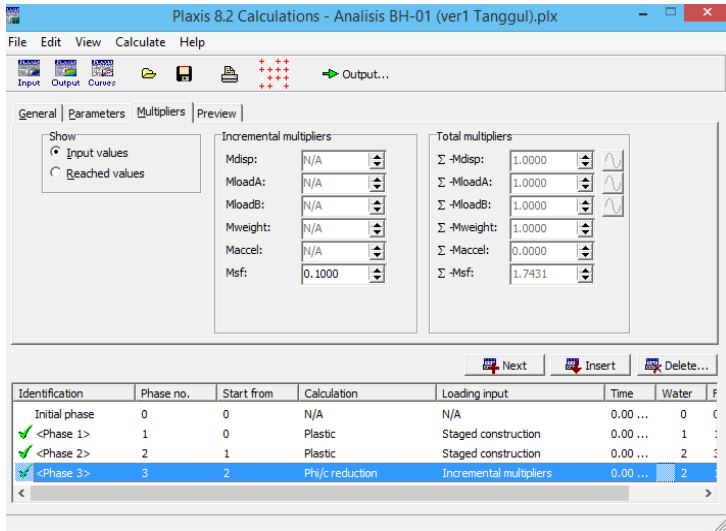
Selanjutnya dilakukan analisis kestabilan tanggul menggunakan program bantu PLAXIS seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6.6**.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6.6 Analisis Stabilitas Tanggul Menggunakan Cerucuk (a) Geometri; (b) Deformasi Tanah; (c) Nilai Angka Keamanan

Dari hasil analisis stabilitas tanggul didapatkan angka keamanan sebesar 1,743 sehingga dapat disimpulkan aman.

BAB VII

METODE PELAKSANAAN

Dalam Tugas Akhir ini direncanakan metode pelaksanaan pada pekerjaan reklamasi untuk pembangunan terminal penumpang. Pada beberapa pekerjaan metode pelaksanaan yang direncanakan terdiri dari 2 alternatif sesuai dengan perencanaan

7.1 Alternatif Perencanaan

Setelah dilakukan perhitungan seluruh perencanaan reklamasi dan struktur penahan maka dibuat alternatif perencanaan yang akan dibandingkan nantinya. Alternatif perencanaan terdiri dari:

1. Alternatif 1:

- Timbunan sisi barat daya menggunakan struktur penahan tanah turap berangkur.
- Timbunan sisi barat laut menggunakan tanggul dengan pondasi *minipile* yang akan berfungsi permanen

2. Alternatif 2:

- Timbunan sisi barat daya dan barat laut akan menggunakan turap berangkur seluruhnya
- Penggunaan tanggul hanya sebagai tanggul sementara untuk menunjang pekerjaan reklamasi.

Gambar perencanaan untuk alternatif 1 dan 2 ditunjukkan pada **Lampiran 3**.

7.2 *Scope of Work*

Lingkup pekerjaan yang terdapat pada perencanaan ini ditunjukkan pada **Tabel 7.1**. Pada perencanaan ini

diasumsikan pekerjaan investigasi tanah dan survey topografi telah dilaksanakan.

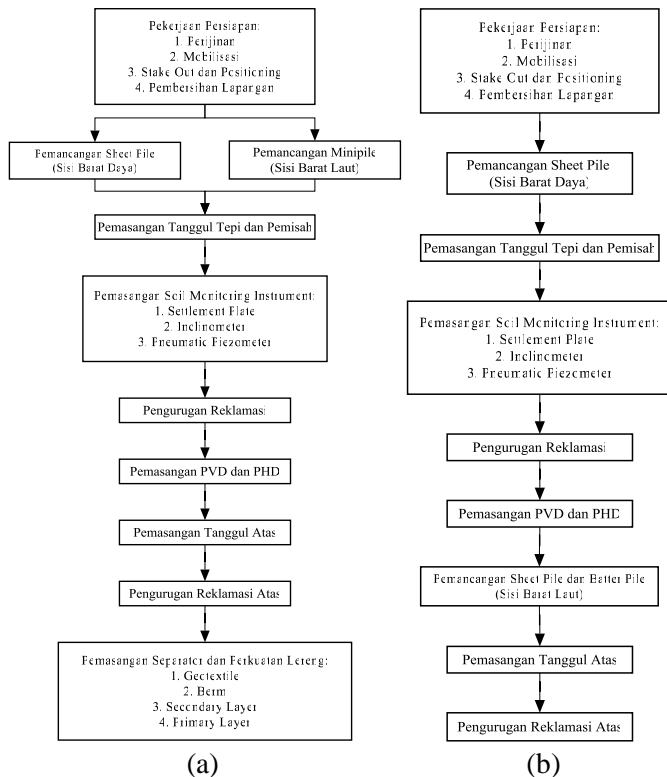
Tabel 7.1 Lingkup Pekerjaan

No	Lingkup Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan
2	Pekerjaan Pemasangan <i>Sheet Pile</i>
3	Pekerjaan Pemasangan <i>Pile</i>
4	Pemasangan Tanggul
5	Pekerjaan Perbaikan Tanah
6	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi
7	Pekerjaan Perkuatan Lereng
8	Pekerjaan Soil Monitoring

Lingkup pekerjaan di atas akan digunakan sebagai acuan untuk membuat metode pelaksanaan di lapangan. Setelah itu dapat dibuat *work breakdown structure* untuk menentukan volume setiap *item* pekerjaan sehingga dapat dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB)

7.3 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan seluruh pekerjaan untuk kedua alternatif ditunjukkan pada **Gambar 7.1**. Urutan pelaksanaan pekerjaan akan dibuat dalam gambar metode pelaksanaan.



Gambar 7.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan (a) Alternatif; (b) Alternatif

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan adalah pekerjaan awal yang penting dalam suatu proyek. Pekerjaan persiapan memengaruhi aktivitas-aktivitas dalam proyek, sehingga pekerjaan persiapan perlu dilakukan dengan baik agar material dan aktivitas lainnya tidak terganggu. Pekerjaan persiapan meliputi:

a. Perijinan

Perijinan merupakan salah satu hal penting yang perlu diperhatikan, karena akan berdampak besar pada proyek terutama durasi. Setiap pekerjaan memerlukan ijin agar dapat dilakukan. Contoh perijinan adalah lokasi dan akses masuk.

b. Mobilisasi Peralatan dan Material

Pekerjaan mobilisasi peralatan dan material harus dilakukan seefektif mungkin agar pekerjaan tidak terlambat.

c. Stake Out dan Positioning

Rambu-rambu yang dipasang berfungsi sebagai pemberi tanda informasi, peringatan, dan bahaya. Patok (*stake*) merupakan tanda batas area yang akan direklamasi, dapat berupa tiang kayu yang ditancapkan atau bola yang diikatkan pada beton dan ditenggelamkan.

d. Pembersihan Lapangan

Pekerjaan pembersihan lapangan (*land clearing*) dilakukan sesuai dengan areal yang telah direncanakan. Lokasi proyek harus dibersihkan dari bahan-bahan organik dan anorganik seperti sampah, kayu, dan logam.

2. Pemancangan *Sheet Pile*

Pemancangan *sheet pile* dilakukan pada timbunan sisi barat daya. *Sheet pile* berupa tiang pipa baja dipancang sesuai dengan kedalaman rencana pada tanah dasar. Pemancangan *sheet pile* terdiri dari 2 jenis, yaitu *sheet pile* tegak dan tiang miring yang dipasang setiap 3 m.

Untuk alternatif 1, pekerjaan pemancangan *sheet pile* direncanakan hanya untuk timbunan sisi barat daya, sedangkan untuk alternatif 2 *sheet pile* direncanakan untuk seluruh sisi luar timbunan (barat daya dan barat laut)

3. Pemancangan *minipile*

Pemancangan *minipile* dilakukan untuk alternatif 1 yaitu pada timbunan sisi barat laut. *Minipile* akan berfungsi permanen sebagai pondasi tanggul.

4. Pemasangan Tanggul

Tanggul menggunakan *sandbag* berupa karung PVC dengan kapasitas 50 kg yang diisi dengan pasir dan ditumpuk setinggi 4 m dengan kemiringan 1:1,5 - 1:2. Pemasangan *sandbag* dilakukan pada tepi area reklamasi sisi barat laut. Selanjutnya dipasang tanggul sementara dengan elevasi lebih rendah dari tanggul permanen yang berfungsi sebagai pembagi zona area reklamasi. Dalam perencanaan ini area reklamasi dibagi menjadi 2 zona.

5. Pemasangan *Soil Monitoring Instrument*

Soil monitoring instrument adalah peralatan yang digunakan untuk memonitor perilaku tanah. *Soil monitoring instrument* yang dipasang beserta fungsinya yaitu:

a. *Settlement Plate*

Settlement plate berfungsi untuk memonitor penurunan waktu tanah yang terjadi di lapangan. *Settlement plate* dipasang di beberapa titik untuk

mengetahui penurunan di lokasi masing-masing titik. *Settlement plate* dipasang di atas tanah dasar.

b. *Inclinometer*

Inclinometer adalah alat yang digunakan untuk memonitor gaya lateral pada tanah beserta deformasi yang terjadi. Pipa *inclinometer* dengan kedalaman tertentu ditanam di dalam tanah dasar, lalu pembacaan dilakukan dengan memasukkan kabel khusus ke dalam pipa *inclinometer* dan hasil pembacaan akan tampil pada layar perangkat.

c. *Pneumatic Piezometer*

Pneumatic piezometer adalah alat yang digunakan untuk memonitor tekanan air dalam tanah. *Pneumatic piezometer* digunakan untuk mengetahui tekanan air ketika pemampatan berlangsung.

6. Pengurugan Reklamasi

Pengurugan dilakukan menggunakan material timbunan yang dituangkan langsung ke tanah dasar. Pengurugan dilakukan tanpa pemadatan hingga tinggi timbunan kritis (H_{cr}) karena terletak di bawah muka air. Pekerjaan pengurugan dilakukan per zona.

Air yang berada dalam salah satu zona area reklamasi akan mengalir ke zona area reklamasi lainnya melewati tanggul pembatas sementara. Air akan membawa butiran-butiran halus dari material timbunan. Air yang keruh tersebut akan memiliki waktu untuk mengendapkan material yang terbawa tersebut.

Pengurugan berikutnya dilakukan setelah pemasangan PVD hingga elevasi tinggi timbunan rencana (H_R).

7. Pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dan *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

Lembaran *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dipasang dengan cara ditanam ke dalam lapisan tanah hingga kedalaman yang direncanakan.

Pemasangan PHD bertujuan untuk mengaliri air dari limpahan PVD untuk dibuang ke saluran drainase. Pemasangan PHD dilakukan dengan menggelar lembaran PHD di atas titik-titik PVD dan disambungkan dengan kelebihan panjang PVD menggunakan stapler khusus. Pada Tugas Akhir ini direncanakan pemasangan PHD satu arah.

8. Pemasangan Tanggul Atas

Untuk melanjutkan lapisan pengurugan berikutnya, dipasang tanggul hingga elevasi timbunan pelaksanaan (H_R). Tanggul berfungsi untuk menjaga stabilitas timbunan berikutnya.

9. Pengurugan Reklamasi Bagian Atas

Pengurugan reklamasi bagian atas dilakukan secara bertahap dengan kecepatan penimbunan 40 cm/minggu. Setiap lapis timbunan harus dipadatkan menggunakan *roller* dengan kapasitas ± 5 ton. Jumlah lintasan dan kecepatan akan ditentukan dari hasil tes *trial embankment* di lapangan. Pematatan harus dilakukan

berhati-hati agar tidak merusak *soil monitoring instrument*.

10. Pemasangan Geotextile

Geotextile berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separator*) agar material timbunan tidak keluar. Lembaran geotextile digelar mulai dari ujung di bawah posisi yang akan dipasang berm. Selanjutnya geotextile ditarik ke atas melewati lereng tanggul hingga ke tepi timbunan lalu dilipat ke dalam material *secondary layer*.

11. Pemasangan Berm

Setelah geotextile digelar, berm berupa batuan besar diletakkan di atas lapisan geomembran membentuk trapesium. Berm dipasang dengan tebal ± 50 cm.

12. Pemasangan *Secondary Layer* ± 30 cm

Secondary layer dipasang di atas lereng tanggul hingga ke tepi timbunan setebal ± 30 cm. *Secondary layer* menggunakan batuan yang berukuran kecil hingga sedang.

13. Pemasangan *Primary Layer* ± 50 cm

Di atas *secondary layer* dipasang *primary layer* dengan tebal ± 50 cm. *Primary layer* menggunakan batuan besar dengan berat maksimum 60 kg.

Gambar metode pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

BAB VIII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan dalam suatu pekerjaan. Dalam menentukan RAB diperlukan perhitungan volume pekerjaan dan analisis harga satuan. Perhitungan volume mengacu pada gambar teknis yang telah direncanakan.

8.1 *Work Breakdown Structure (WBS) dan Perhitungan Volume Pekerjaan*

Tabel 8.1 dan 8.2 menunjukkan WBS dari setiap lingkup pekerjaan untuk Alternatif 1 dan 2.

Tabel 8.1 *Work Breakdown Structure* Alternatif 1

No	Uraian Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan
	1.1 Perijinan
	1.2 Mobilisasi Peralatan dan Material
	1.3 Fasilitas Sementara
	1.4 Skake Out dan Positioning
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)
2	Pekerjaan Pemancangan Sheet Pile
3	Pekerjaan Pemancangan Pile
4	Pemasangan Tanggul
	4.1 Tanggul Tepi (Sandbag)
	4.2 Tanggul Pemisah Sementara
5	Pekerjaan Perbaikan Tanah
	5.1 Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang
	- Material
	- Pemasangan

Tabel 8.1 *Work Breakdown Structure* Alternatif 1
(Lanjutan)

No	Uraian Pekerjaan
	5.2 Pemasangan Prefabricated Horizontal Drain (PHD)
	- Material
	- Pemasangan
6	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi
	6.1 Pengurugan
	6.2 Pemasangan
7	Pekerjaan <i>Soil Monitoring</i>
	7.1 <i>Settlement Plate</i>
	- Material (terpasang)
	- Monitor
	7.2 <i>Inclinometer</i>
	- Read-out, Standard Tablet, Software
	- Pipe L = 24 m (terpasang)
	- Monitor
	7.3 <i>Pneumatic Piezometer</i>
	- Read-out
	- Material (terpasang)
	- Monitor
8	Pekerjaan Perkuatan Lereng
	7.1 Pemasangan Geotextile
	7.2 Pemasangan Berm
	7.3 Pemasangan <i>Secondary Layer</i> ± 30 cm
	7.4 Pemasangan <i>Primary Layer</i> ± 50 cm

Tabel 8.2 *Work Breakdown Structure* Alternatif 2

No	Uraian Pekerjaan
1	Pekerjaan Persiapan
	1.1 Perijinan
	1.2 Mobilisasi Peralatan dan Material
	1.3 Fasilitas Sementara
	1.4 Stake Out dan Positioning
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)
2	Pekerjaan Pemasangan Sheet Pile
3	Pemasangan Tanggul
	3.1 Tanggul Tepi (Sandbag)
	3.2 Tanggul Pemisah Sementara
4	Pekerjaan Perbaikan Tanah
	4.1 Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang
	- Material
	- Pemasangan
	4.2 Pemasangan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)
	- Material
	- Pemasangan
5	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi
	5.1 Pengurugan
	5.2 Pemadatan
6	Pekerjaan <i>Soil Monitoring</i>
	6.1 <i>Settlement Plate</i>
	- Material (terpasang)
	- Monitor

Tabel 8.2 *Work Breakdown Structure* Alternatif 2
(Lanjutan)

No	Uraian Pekerjaan
	6.2 Inclinomometer
	- Read-out, Standard Tablet, Software
	- Pipe L = 24 m (terpasang)
	- Monitor
	6.3 <i>Pneumatic Piezometer</i>
	- Read-out
	- Material (terpasang)
	- Monitor

Dari WBS di atas dihitung volume setiap item pekerjaan. Perhitungan volume pekerjaan mengikuti gambar perencanaan yang dapat dihitung secara manual maupun menggunakan alat bantu *software*. Berikut adalah contoh perhitungan volume pekerjaan.

Pekerjaan Pengurugan dan Pemasangan Reklamasi

$$\text{Volume timbunan (m}^3\text{)} = 5.595,984$$

$$\text{Volume Pekerjaan (m}^3\text{)} = 5.595,984$$

Pekerjaan Pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

$$\text{Jumlah titik} = 595$$

$$\text{Panjang PVD total (m)} = 38$$

$$\text{Volume Pekerjaan (m}^3\text{)} = 595 \times 38 = 22.610$$

Setiap item pekerjaan dihitung volumenya sesuai dengan satuan pekerjaan. Rekapitulasi volume pekerjaan dapat dilihat pada **Lampiran 5**

8.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan tahap perhitungan harga per pekerjaan. Perhitungan harga satuan pekerjaan berdasar pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum.

Dalam Tugas Akhir ini digunakan AHSP tahun 2012 dan harga satuan dari PT. Teknindo Geosistem Unggul.

Berikut ini adalah contoh perhitungan harga satuan pekerjaan menggunakan AHSP 2012.

Pekerjaan Pengurugan Timbunan Menggunakan Buldozer (m^3)

Upah Operator (Rp) = 106.800

Upah Mekanik (Rp) = 95.900

Sewa Buldozer (Rp) = 545.000

Harga Pasir Urug (Rp) = 156.100

Perhitungan harga satuan pekerjaan pengurugan timbunan ditunjukkan pada **Tabel 8.3**.

Tabel 8.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengurugan Timbunan Menggunakan Buldozer

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga
A	Tenaga				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0,5	95900	47950
Jumlah Tenaga Kerja					154750
B	Bahan				
1	Pasir Urug	m ³	1	156100	156100
Jumlah Harga Bahan					0
C	Peralatan				
1	Sewa Buldozer	Jam	2	545000	1090000
Jumlah Harga Peralatan					1090000
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				1400850
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				210127,5
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1610977,5

Harga pekerjaan pengurugan timbunan per m³ adalah Rp1.610.977,50.

Pekerjaan Pematatan Menggunakan Vibro Roller (m³)

Upah Operator (Rp) = 106.800

Upah Mekanik (Rp) = 95.900

Sewa Vibroroller (Rp) = 366.000

Perhitungan harga satuan pekerjaan pematatan ditunjukkan pada **Tabel 8.4**.

Tabel 8.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemadatan Menggunakan Vibro Roller

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga
A	Tenaga				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0,5	95900	47950
Jumlah Tenaga Kerja					154750
B	Bahan				
Jumlah Harga Bahan					0
C	Peralatan				
1	Sewa Vibroroller	Jam	3	366000	1098000
Jumlah Harga Peralatan					1098000
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				1252750
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				187912,5
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1440662,5

Harga pekerjaan pemadatan per m³ adalah Rp1.440.662,50.

Pada harga satuan PT. Teknindo Geosistem Unggul dalam bentuk harga pekerjaan dan material, sehingga hanya perlu dikalikan dengan volume pekerjaannya. Contoh harga satuan PT. Teknindo Geosistem Unggul.

Pekerjaan Pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

Harga Material (Rp/m') = 7.000

Harga Pemasangan (Rp/m') = 3.500

Harga pekerjaan pemasangan PVD per m' adalah Rp10.500,00

Setiap item pekerjaan dilakukan analisis harga satuan pekerjaan seperti di atas. Hasil analisis harga satuan pekerjaan untuk seluruh item pekerjaan dapat dilihat pada **Lampiran 4**

8.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) didapatkan dengan menjumlahkan biaya setiap item pekerjaan. Biaya item pekerjaan dihitung dengan mengalikan volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaannya. Berikut adalah contoh perhitungan biaya item pekerjaan

Pekerjaan pengurugan timbunan

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 5.595,984 \text{ m}^3 \\ \text{Harga pekerjaan} &= \text{Rp}1.610.977,50 \text{ (per m}^3\text{)} \\ \text{Biaya item pekerjaan} &= 5.595,984 \times 1.610.977,50 \\ &= \text{Rp}9.015.004.960,36 \end{aligned}$$

Pekerjaan pemadatan timbunan

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 5.595,984 \text{ m}^3 \\ \text{Harga pekerjaan} &= \text{Rp}1.440.662,50 \text{ (per m}^3\text{)} \\ \text{Biaya item pekerjaan} &= 5.595,984 \times 1.440.662,50 \\ &= \text{Rp}8.061.924.877,11 \end{aligned}$$

Pekerjaan pemasangan PVD

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 22.610 \text{ m}^2 \\ \text{Harga pekerjaan} &= \text{Rp}10.500,00 \text{ (per m}^2\text{)} \\ \text{Biaya item pekerjaan} &= 22.610 \times 10.500 \\ &= \text{Rp}237.405.000,00 \end{aligned}$$

Biaya item pekerjaan lainnya dihitung dengan cara yang sama seperti di atas. Tabel hasil perhitungan biaya item pekerjaan dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

Untuk mendapatkan nilai RAB, seluruh biaya perlu harus ditambahkan dengan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10% dari total biaya item pekerjaan. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk alternatif 1 dan 2 dapat dilihat pada **Tabel 8.5** dan **Tabel 8.6**

Tabel 8.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Alternatif 1

No	Uraian Pekerjaan	Sub Total Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 15.837.369.838,62
2	Pekerjaan Pemancangan Sheet Pile	Rp 5.610.889.112,32
3	Pekerjaan Pemancangan Pile	Rp 1.448.258.434,00
4	Pemasangan Tanggul	Rp 634.784.650,00
5	Pekerjaan Perbaikan Tanah	Rp 2.812.256.000,00
6	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi	Rp 17.076.929.837,47
7	Pekerjaan Soil Monitoring	Rp 7.003.500.000,00
8	Pekerjaan Perkuatan Lereng	Rp 251.630.242,01
	Total Biaya	Rp 50.675.618.115,13
	Jumlah	Rp 50.675.618.115,13
	PPN (10%)	Rp 50.675.618.11,51
	Total	Rp 55.743.179.926,65
	Pembulatan	Rp 55.743.179.000,00

Tabel 8.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Alternatif 2

No	Uraian Pekerjaan	Sub Total Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 15.837.369.838,62
2	Pekerjaan Pemancangan Sheet Pile	Rp 11.128.161.381,48
3	Pekerjaan Pemasangan Tanggul	Rp 634.784.650,71
4	Pekerjaan Perbaikan Tanah	Rp 2.812.256.000,00
5	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi	Rp 17.076.929.837,47
6	Pekerjaan Soil Monitoring	Rp 7.003.500.000,00
	Total Biaya	Rp 54.493.001.708,28
	Jumlah	Rp 54.493.001.708,28
	PPN (10%)	Rp 54.493.001.70,83
	Total	Rp 59.942.301.879,11
	Pembulatan	Rp 59.942.301.000,00

Dari tabel perhitungan RAB didapatkan biaya seluruh pekerjaan untuk alternatif 1 sebesar Rp55.743.179.000,00 -, sedangkan untuk alternatif 2 sebesar Rp59.942.301.000,00-.

BAB IX

KESIMPULAN

9.1 Kesimpulan

Dari Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tinggi timbunan pelaksanaan (H_R) tertinggi adalah 7,493 m dari *seabed*.
2. Perencanaan PVD menggunakan pola pemasangan segiempat dengan jarak antar PVD 1 m dan kedalaman 34 m.
3. Perencanaan struktur penahan tanah turap *free standing* didapatkan panjang kedalaman turap yaitu 55 m.
4. Perencanaan struktur penahan tanah turap berangkur didapatkan panjang kedalaman turap yaitu 38 m dengan menggunakan tiang pipa baja diameter 90 cm.
5. Perencanaan *minipile* untuk pondasi tanggul permanen menggunakan *minipile* berukuran 30 x 30 cm dengan panjang 7 m. Jumlah kebutuhan *minipile* adalah 4 buah per m.
6. Biaya pekerjaan untuk alternatif 1 yaitu Rp55.743.179.000,00-.
7. Biaya pekerjaan untuk alternatif 2 yaitu Rp59.942.301.000,00-
8. Penulis memilih alternatif 1 pada perencanaan ini yaitu, turap berangkur dipasang pada timbunan sisi barat daya, sedangkan sisi barat laut menggunakan tanggul dengan pondasi *minipile* karena lebih murah dari faktor biaya.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alihudien, Arief dan Mochtar. 2012. **Kajian Pengaruh Batas Cair (LL), Konsistensi Tanah dan Beban Vertikal Terhadap Kecepatan Pemampatan Sekunder Tanah Lempung**. Surabaya. Program Pasca Sarjana Teknik Sipil FTSP-ITS
- Aplikasi Instrumentasi Geoteknik untuk Konstruksi pada Tanah Lunak. **Dokumen PT. Teknindo Geosistem Unggul**. Wisma SIER, Surabaya.
- Ardana, Made D dan Mochtar. 1999. **Pengaruh Tegangan Overburden Efektif dan Plastisitas Tanah terhadap Kekuatan Geser Undrained Tanah Lempung Berkonsistensi Sangat Lunak Sampai Kaku yang Terkonsolidasi Normal**. Surabaya. Thesis Jurusan Teknsik Sipil FTSP-ITS
- Barron, R.A. 1948. **Consolidation of Fine-grained Soils By Drain Wells**. Transactions ASCE. Vol. 113, Issue 1, Pg. 718-742.
- Bowles, J.E. 1988. **Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1 dan 2**. Jakarta. Erlangga.
- Hansbo, S. 1979. **Consolidation of Clay By Band-Shaped Prefabricated Drain**. Ground Engineering. Vol. 12, No. 5, Pg. 16-25
- Das, Braja M. 1985. **Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)**. Jakarta. Erlangga
- Das, Braja M. 1985. **Mekanika Tanah 2 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)**. Jakarta. Erlangga

- Endah, Noor. 2009. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS
- Hugget, Richard J. 1991. **Climate, Earth Processes and Earth History**. Heidelberg. Springer
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. **Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soil)**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS
- Kosasih, Agustina dan Mochtar. 1997. **Pengaruh Kadar Air, Angka Pori, dan Batas Cair Tanah Lempung terhadap Harga Indeks Pemampatan Konsolidasi, Cc, dan Indeks Pengembangan, Cs**. Surabaya. Master Thesis Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS
- Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil
- Wahyudi, Herman. 1999. **Daya Dukung Pondasi Dangkal**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil
- Wahyudi, Herman. 1997. **Teknik Reklamasi**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil

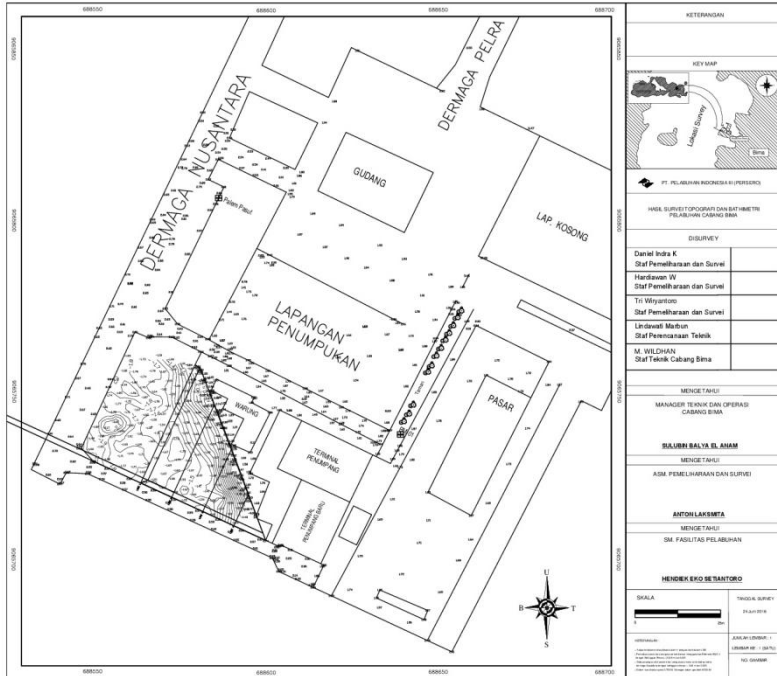
LAMPIRAN 1

DATA PERENCANAAN

DAFTAR ISI

Gambar 1 Peta Batimetri Pelabuhan Bima	138
Gambar 2 Spesifikasi <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD).....	139
Gambar 3 Spesifikasi <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)	140
Gambar 4 Spesifikasi Geotextile	141
Gambar 5 Spesifikasi <i>Steel Sheet Pile Pile</i>	142
Gambar 6 Spesifikasi <i>Minipile</i>	143
Gambar 7 Spesifikasi <i>Settlement Plate</i>	144
Gambar 8 Spesifikasi <i>Pneumatic Piezometer</i>	147
Gambar 9 Spesifikasi <i>Inclinometer</i>	149

Peta Batimetri



KETERANGAN	
KEY MAP	
PT. PELABUHAN INDONESIA II PERSEK	
HEK. SURvei (SPOK) DAN BATIMETRI PELABUHAN CANGKUNG BIMA	
SURVEY	
Dani Indra K	Staf Pemeliharaan dan Survei
Herawan W	Staf Pemeliharaan dan Survei
Ti Wicaksono	Staf Pemeliharaan dan Survei
Lindawati Mahsun	Staf Pemeliharaan Teknik
M. WILCHON	Staf Teknik Cabang Bima
MENGE TAUU	
MANAGER TEKNIK DAN OPERAS CANGKUNG BIMA	
BILALIM SALYA BILAHAM	
MENGE TAUU	
ASIM PEMELIHARAAN DAN SURVEI	
ANTON LAKSMITA	
MENGE TAUU	
SMK FAKULTAS PELABUHAN	
HENRIK EKO SETANTORO	
SKALA	TRIGONAL SURVEY
	1:50,000
PROJEKSI	UTM
ZONAL DATUM	WGS 84
UNIT	METER
NO. SURVEY	1020000

Gambar 1 Peta Batimetri Pelabuhan Bima

Spesifikasi *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

CeTeau-Drain CT-D822

Drain Body

Extrusion profile of 100% polypropylene with the following important properties:

- environmental safe
- large water flow capacity
- flexible
- high tensile strength and toughness
- inert to natural occurring acids alkalis and salt
- workable and easy to handle at low temperatures
- no wet shrinkage or growth

Filter Jacket

Nonwoven fabric of 100% polyester without any binders, with the following important properties:

- balanced strength in both directions
- high tensile strength and toughness
- no wet shrinkage or growth
- good resistance to rot, moisture and insects
- high water permeability
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- excellent filtration characteristics
- tear, burst and puncture resistant
- environmental safe

Physical properties		Unit	CT-D822
Drain Body	Configuration	-	□□□□□□□□
	Material	-	PP
	Colour	-	white
Filter Jacket	Material	-	PET
	Colour	-	grey
Assembled Drain	Weight	g/m	75
	Width	mm	100
	Thickness	mm	4

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

Transport details	Unit	CT-D822
Roll length	m	250
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	125,000

All information, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice. All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10% and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

Agent & Distributor in Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

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



Gambar 2 Spesifikasi *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

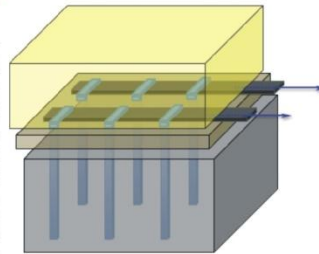
Spesifikasi *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

CeTeau Horizontal Strip Drain

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



The horizontal drains shall be placed on the ground in their proper location with respect to the vertical drains, as in indicated on the plans. The horizontal drains shall be secured in this location by suitable means (staked, nailed, or held by mounded earth). The wick drain extensions shall be routed to the horizontal drains as indicated on the plans. The wick drains shall be securely attached to the horizontal drains (staked, nailed or held by mounded earth). Splices or connections in the drainage material shall be done in a workmanlike manner so as to insure continuity of the drain.



Schematic Representation

Properties	Test Method	Unit	CT-SD100-20	CT-SD100-30
Composite Drain				
Width	Nominal	mm	100	100
Thickness	ASTM D 5199	mm	20	30
Horizontal Permeability	ASTM D 4491	m/s	0.15	0.15
Discharge Capacity @1%	ASTM D 4716	m ³ /s	2.4*10 ⁻⁵	3.6*10 ⁻⁵
Compressive Strength	ASTM D 1621	kN/m ²	600	600
Core				
Profile	-	-	Cuspated	Cuspated
Color	-	-	Black	Black
Material	-	-	HDPE	HDPE
Filter				
Material	-	-	PET	PET
UV Stabilized	-	-	yes	yes
Grab Strength	ASTM D 4632	N	>450	>450
Permeability	ASTM D 4491	m/s	1.5 *10 ⁻⁴	1.5 *10 ⁻⁴
Mass per Unit Area	ASTM D 4595	g/m ²	180	180

All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10% and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for. All information, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

Gambar 3 Spesifikasi *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD)

Spesifikasi Geotextile

UnggulFelt Polyester Nonwoven Geotextile

Technical Specifications

PROPERTIES	TEST METHOD	UNIT	UNW-150	UNW-200	UNW-250	UNW-300	UNW-350	UNW-400	UNW-450	UNW-500	UNW-600	UNW-700
Physical												
Thickness	ASTM D 5199	mm	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Polymer	-	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET
Mass Per Unit Area	ASTM D 1777	g/m ²	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
Colour	-	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White	White
Mechanical												
Tensile Strength												
- Machine Direction	ASTM D 4595	kNm	5	7	9	12	15	18	21	23	26	30
- Cross Direction	ASTM D 4595	kNm	3	5	6	7	8	9	12	14	16	18
Elongation at Break												
- Machine Direction	ASTM D 4595	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
- Cross Direction	ASTM D 4595	%	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
CBR Puncture Resistance	ASTM D 6241	N	500	600	900	1200	1500	2000	2200	2800	3400	3800
Cone Drop Test	EN ISO 13433	mm	17	16	14	12	10	7	6	5	4	3
Hydraulic												
Permeability	ASTM D 4491	mm/s	3.6	3.2	3.0	2.8	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8
Flow Rate	ASTM D 4491	l/m ²	160	150	140	100	50	40	35	30	25	20
Apparent Opening Size (AOS)	ASTM D 4751	µm	200	200	180	160	150	160	140	140	120	120
Environmental												
Effect of Soil Alkalinity	-	-	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Effect of Soil Acidity	-	-	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Effect of UV Light	-	-	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Dimension												
Roll Width	-	m	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Roll Length	-	m	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50
Roll Area	-	m ²	400	400	400	400	400	400	400	200	200	200

The information contained here in is to the best of our knowledge accurate, but the circumstances and conditions in which it may be used are beyond our control. We do not warrant the accuracy of the information hereon for any warranty or immunity against patent infringement. (August 2011)

Distributed by : **PT. TEKINDO GEOSISTEM UNGGUL**

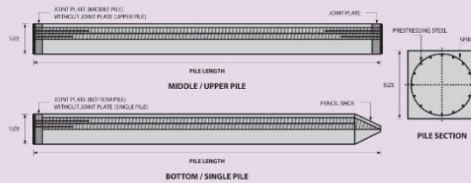
Wisma SER Building, 1st floor
Jl. Raya Cendekia No. 100
Tebing Tinggi, Medan, Sumatera Utara
Telp. 011-5471992, Fax. 011-5471993
Website : www.geosistem.co.id
Email : info@geosistem.co.id



Gambar 4 Spesifikasi Geotextile

Spesifikasi Minipile

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES



PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm²)

Size (mm)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile* (m)	
					Crack (ton/m)	Ultimate (ton/m)				
250 x 250	625	32,552	156	A	2.29	3.46	81.40	28.10	6-10	
					B	2.52	4.33	79.62	34.80	6-11
					C	2.78	5.19	77.92	41.30	6-11
300 x 300	900	67,500	225	A	3.64	5.19	118.59	35.40	6-11	
					B	3.98	6.23	116.76	42.20	6-11
					C	4.48	7.47	114.66	50.20	6-12
					D	4.92	9.34	111.60	61.90	6-12
350 x 350	1,225	125,052	306	A	5.33	6.57	163.98	38.60	6-11	
					B	6.07	8.72	160.68	50.90	6-12
					C	6.63	10.90	157.45	63.10	6-12
					D	7.30	13.08	154.32	75.00	6-13
400 x 400	1,600	213,333	400	A	7.89	9.96	213.96	51.40	6-12	
					B	8.71	12.45	210.60	63.80	6-12
					C	9.51	14.95	207.32	76.00	6-13
					D	11.82	22.42	198.01	111.60	6-14
450 x 450	2,025	341,719	506	A	11.17	14.01	270.98	64.30	6-12	
					B	12.10	16.81	267.61	76.80	6-13
					C	13.01	19.62	264.30	89.10	6-13
					D	14.78	25.22	257.88	113.30	6-14
500 x 500	2,500	520,833	625	A	15.16	18.68	335.12	77.30	6-13	
					B	16.19	21.79	331.72	89.90	6-13
					C	17.21	24.91	328.38	102.20	6-14
					D	18.22	28.02	325.09	114.50	6-14

Note : *) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

PRODUCT APPLICATION



Piles foundation for Power Plant or Industrial Factory



Piles for Marine Structure



Piles Foundation for Building



Piles Foundation for Bridges

HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 8497353 (during) | Fax. +42 (21) 8497391, 8497392 | E-mail: marketing@wiko-beton.co.id | Visit us: <http://www.wiko-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

- Medan: Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +42 (61) 6628076 - Pekanbaru: Ph. +62 (761) 849809 - Palembang: Ph. +42 (711) 712534, 7300399 | Fax. +42 (711) 720093

- Jakarta: Ph. +42 (21) 8192608, 8193014 | Fax. +42 (21) 8560694 - Semarang: Ph. +42 (241) 8411899, 8319832 | Fax. +42 (241) 8318135, 8318091 - Surabaya: Ph. +42 (31) 8478795, 8478794 | Fax. +42 (31) 8415384

- Balikpapan: Ph. +42 (542) 875227, 877027 | Fax. +42 (542) 875227 - Makassar: Ph. +42 (411) 311971, 4723100, 4723200 | Fax. +42 (411) 311955, 4723166

Gambar 6 Spesifikasi Minipile

Spesifikasi *Settlement Plate*

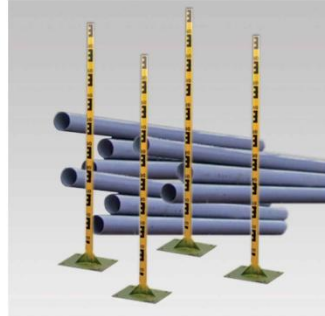
SETTLEMENT PLATE

DESKRIPSI

Settlement Plate (SP) adalah salah satu instrument geoteknik yang berfungsi untuk memonitor proses settlement pada pekerjaan tanah dengan sistem preloading / timbunan pra beban bangunan.

SP berfungsi untuk memonitor settlement value / besaran penurunan tanah yang timbul akibat proses Preloading

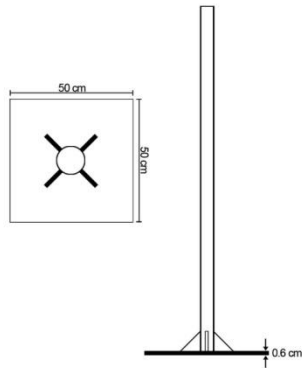
Penurunan tanah harus dimonitoring untuk memastikan bahwa proses settlement yang terjadi, telah mencapai kondisi yang direncanakan (misalnya, kondisi konsolidasi telah mencapai 90%)



SPESIFIKASI

Material settlement plate yang digunakan terdiri dari komponen-komponen berikut :

- Plat besi ukuran Panjang x Lebar x Tebal : 50 cm x 50 cm x 0.6 cm
- Pipa galvanis ukuran diameter 1.5" dicat warna merah/orange/kuning diberi marking per 25 cm
- Pipa casing PVC diameter 3"
- Plat segitiga angkur ukuran, 10 cm x 10 cm pada 4 sisi



Dimensi Plat Settlement Plate

Agent & Distributor for Indonesia Area :



PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wiema SIER Building, 11th Floor

Jl. Rungkut Industri Raya No. 10 Surabaya 60293

Tel. : 62-31-8475062 Fax. : 62-31-8475063

Email : info@geosistem.co.id

Website : www.geosistem.co.id



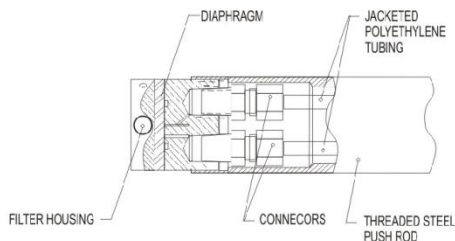
CERTIFICATE NO. : UKT 601386 - UKT 601665

Gambar 7 Spesifikasi *Settlement Plate*

Spesifikasi *Pneumatic Piezometer*

SPECIFICATIONS

Range	0-1000 kPa (standard) 0-3500 kPa (high pressure)
Accuracy	
PR-20 readout	$\pm 0.025\%$ F.S. of pressure gauge
PR-20D readout	$\pm 0.25\%$ F.S. of pressure transducer
Diaphragm volumetric displacement	$< 0.01 \text{ cm}^3$
Standard construction	Brass, stainless steel (optional)
Filter	Plastic, $\sim 50 \mu\text{m}$, $\sim 10 \text{ kPa}$ low air entry (standard) Stainless steel, $50 \mu\text{m}$, $\sim 10 \text{ kPa}$ low air entry Ceramic, $\sim 1 \mu\text{m}$, $\sim 450 \text{ kPa}$ high air entry
Twin tubing	2 polyethylene tubes (ID : 2.5 mm, OD : 4.7 mm) under a PVC jacket
Optimal	2 nylon 11 tubes (ID : 3.2 mm, OD : 6.3 mm) under a polyethylene jacket
Dimensions	
Outside diameter	32 mm
Length	28 mm (FPC-2), 52 mm (FPC-2D)



Model FPC-2

ACCESSORIES

- Quick-connect and plug set for twin tubing
- Junction and switching box
- Push-rod adapter for the FPC-2D : please specify thread type
- Readout instrument : PR-20, PR-20D

ORDERING INFORMATION

- Please specify :
- Model
 - Measuring range
 - Filter type
 - Accessories

Agent & Distributor for Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor
Jl. Rungkut Industri Raya No.10 Surabaya 60293
Tel : +62-31-8475902 Fax : +62-31-8475063
Email : info@geosistem.co.id
Website : www.geosistem.co.id



(a)

READINGS AND INTERPRETATION

The same circuitry is used in both readout units. The only difference is in the test gauge: the PR-20 has a dial gauge while the PR-20D has a digital gauge.

Readings are taken once the transducer tubings are filled with gas and the pressure has stabilized.

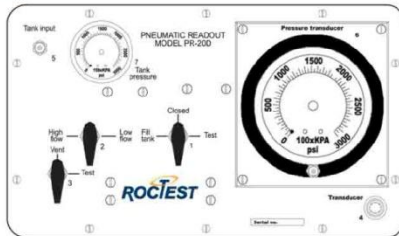
SPECIFICATIONS

MODEL	PR-20
Range	From 200 to 10 000 kPa
Accuracy	$\pm 0.25\%$ F.S.
Resolution	Gauge-dependent
Maximum pressure	1 x F.S.
Operating temperature	-20 to +60°C
Dimensions	45 x 30 x 18 cm
Weight	9 kg

ORDERING INFORMATION

Please specify:

- Model _____
- Range _____



PR-20 Control Panel

Agent & Distributor for Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor
 Jl. Rungkut Industri Raya No. 10, Surabaya 60293
 Tel. : 031-8475062 Fax. : 031-8475063
 Website : www.geosistem.co.id
 Email : info@geosistem.co.id



(b)

SPECIFICATIONS		
PIEZOMETER TIPS	CP1	CP15
Type	Porous plastic	Porous plastic
Length	350 mm	150 mm to 600 mm
Diameter	19 mm	38 mm
Fitted adaptors	20 mm pipe female socket welded coupling	For rigid PVC standpipe 19 or 25 mm diameter model CP15
Filter	Plastic, $-50 \mu\text{m}$, -10 kPa low air entry	
STANDPIPE, FLEXIBLE TUBING & ACCESSORIES		
Rigid PVC standpipe, 19 mm (3/4") or 25 mm (1") nominal diameter, for CP15		
Teflon tape for sealing threaded joints		
PVC cement for bonding PVC pipe to filter		
Silica sand		
Pressure gauge for artesian conditions (uplift pressure measurement)		
Cap: plain, slip-fit, vented		

ORDERING INFORMATION

Please specify:

- Model
- Length, diameter, adapters
- Standpipe diameter
- Accessories

Products and specifications are subject to change without notice.
© Roctest Limited, 2005.

E5006A-050901

Tel: 1.450.465.1113 • 1.877.ROCTEST (Canada, USA) • 33.1.64.06.40.80 (Europe) • www.roctest.com • www.telemac.fr

ROCTEST
TELEMAC SMARTEC

NOVA
METRIX

(c)

Gambar 8 Spesifikasi *Pneumatic Piezometer* (a) Material; (b) *Read-out* ;(c) *Standpipe*

Spesifikasi *Inclinometer*

SPECIFICATIONS

Casing OD	70 mm / 85 mm
Casing ID	59 mm / 72 mm
Coupling OD	72 mm / 87 mm
Groove control (spiral)	<1/3" / 3 m

TELESCOPIC SECTION

OD	73 mm / 89 mm
Length, fully extended	791 mm
Length, fully compressed	639 mm

WEIGHT

70mm casing (1,5m / 3m)	1.79 kg / 3.42 kg
85mm casing (1.5m/3m)	2.25 kg / 4.81 kg
70 mm telescopic section	0.76 kg
85 mm telescopic section	1.04 kg

ACCESSORIES

- Telescopic section
- Grout valve (quick connect or gasket type)
- Protective lockable steel cap for casing
- Top and bottom caps
- Bottom cap spider anchor

ORDERING INFORMATION

Please specify:

- 1.5 m or 3 m inclinometer casing
- Accessories



GEO-LOK casing, 85 mm and 70 mm OD

Agent & Distributor for Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor
 Jl. Rungkut Industri Raya No. 10, Surabaya 60293
 Tel. : 031-8475062 Fax. : 031-8475063
 Website : www.geosistem.co.id
 Email : info@geosistem.co.id



GEOSISTEM CERTIFICATE NO. JKT 6013866 CERTIFICATE NO. JKT 6016676

(a)

SPECIFICATIONS

PROBE

	Metric	English
Tilt Sensor	MEMS x 2	MEMS x 2
Wheel Base	500 mm	.24"
Ranger	±.30"	±.30"
Resolution	0.005 mm	0.0002"
Repeatability	± 0.003"	± 0.003"
Temp Rating	-20 to +70°C	-4 to +158°F
Material	Stainless	Stainless

CABLES



Graduations: Graduations are measured from top wheels of probe. Metric cables have 0.5m graduations with numeric depth labels every meter. English cables have 2 foot graduations with depth labels every 4 feet.

Length: Every control cable is 3m (10 feet) longer than its listed length.

Construction: The four-conductor cable has a Kevlar strain member, and polyurethane jacket.

PROFIL PAD READER APPLICATION

OS: Android 4.0 and above.

Inclinometers and Surveys: Number of inclinometers and surveys is limited only by device memory. Maximum depth 300m or 1000 ft. Depth intervals are multiples of 0.5m or 2 ft.

Survey Screen: Large, readable characters. Shows active depth, depth last recorded, A and B readings in mm, inches, or classic units, checksums, and progress bar. Record button prompts user to wait, tap, or pull (in hands-free mode). Other features include easy depth changes and automatic bookmarks.

Plots & Data: Plots checksums, profiles, change-from-initial, and change-from-last in high resolution. Displays data table for inspection and survey-time corrections.

Send: Transfers files from the Reader via internet connection. Modified files (new surveys) are automatically attached to an email. Dropbox transfers are more automated, requiring no action at the destination. A USB cable and Windows file manager can also be used.

CABLE GATE SPECIFICATIONS



Index Point: Cable gate aligns graduation with top of casing. Casing Compatibility: Fits 85, 70, and 48mm casing (3.34, 2.75, and 1.9 inch casing). Diameter: 102mm (4").

BLUETOOTH REEL SPECIFICATIONS

Controls: On/Off switch, LEDs for power, charge state, and Bluetooth. Timed auto-off.

Power: Internal battery provides 40-hours of operation. Charge time is about 5-hours.

ORDERING INFORMATION

The system includes a digital probe, light-weight control cable, Bluetooth reel with international AC adaptor, cable gate, Digitilt Reader app, and Profil Manager software. Android Reader device is not included.

PART NUMBERS

Profil with 30m cable . . . FR-1359050100A

Profil with 50m cable . . . FR-1359050100B

Profil with 75m cable . . . FR-1359050100C

Profil with 100m cable . . . FR-1359050100D

Profil with 150' cable . . . FR-1359050100E

Profil with 200' cable . . . FR-1359050100G

Profil with 300' cable . . . FR-1359050100H

Profil Pad Reader App Download
Download the Profil Reader app and updates from the Google app store: play.google.com.

Profil Manager Software Download
Download Profil Manager from the downloads section of www.roctest-group.com/support/downloads.

Android Reader Standard . . . FR-1359050400

Android Reader Rugged . . . FR-1359050500

The Android Reader is a certified Android-based tablet supplied in factory packaging. See the Rctest website for complete list of devices. Currently certified tablets include fully rugged Panasonic ToughPad, which is suitable for all environments, and the Google Nexus 7, which is suitable for moderate environments.



Agent & Distributor for Indonesia Area :

PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor
Jl. Rungkut Industri Raya No.10 Surabaya 60293
Tel : 62-31-9475062 Fax : 62-31-9475063
Email : info@geosistem.co.id
Website : www.geosistem.co.id



(b)

Gambar 9 Spesifikasi *Inclinometer* (a) *Pipe*; (b) *Read-out*

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 2

PERENCANAAN TIMBUNAN DAN PERBAIKAN TANAH DASAR

DAFTAR ISI

Tabel 1 Hasil Perhitungan α 1 untuk Seluruh Variasi Timbunan H_R	153
Tabel 2 Hasil Perhitungan α 2 untuk Seluruh Variasi Timbunan H_R	155
Tabel 3 Hasil Perhitungan Distribusi Tegangan Akibat Variasi H_R	157
Tabel 4 Hasil Perhitungan <i>Settlement</i> Akibat Variasi H_R	159
Tabel 5 Hasil Perhitungan Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segitiga	161
Tabel 6 Hasil Perhitungan Derajat Konsolidasi PVD Pola Pemasangan Segiempat	162
Tabel 7 Hasil Perhitungan Perubahan Tegangan per Minggu Ketika $U = 100\%$	163
Tabel 8 Hasil Perhitungan Perubahan Tegangan per Minggu	165
Tabel 9 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap	167
Tabel 10 Hasil Perhitungan Pemampatan per Minggu	169

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 1 Hasil Perhitungan α 1 untuk Seluruh Variasi Timbunan H_R

HR (m)	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
b1 (m)	15,625	14,875	14,125	13,375	12,625	11,875	11,125	10,375
b2 (m)	4,5	5,25	6	6,75	7,5	8,25	9	9,75
qtotal (t/m2)	5,550	6,475	7,400	8,325	9,250	10,175	11,100	12,025
z (m)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)
0,5	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017	0,020	0,023
1,5	0,021	0,026	0,031	0,037	0,044	0,051	0,060	0,069
2,5	0,035	0,043	0,052	0,061	0,072	0,084	0,097	0,113
3,5	0,048	0,059	0,071	0,084	0,098	0,114	0,133	0,153
4,5	0,060	0,074	0,088	0,105	0,122	0,142	0,164	0,189
5,5	0,072	0,087	0,105	0,123	0,144	0,167	0,192	0,221
6,5	0,082	0,100	0,119	0,140	0,163	0,188	0,216	0,247
7,5	0,091	0,110	0,131	0,154	0,179	0,207	0,236	0,269
8,5	0,099	0,120	0,142	0,166	0,193	0,222	0,253	0,287
9,5	0,105	0,127	0,151	0,177	0,204	0,234	0,266	0,300
10,5	0,111	0,134	0,158	0,185	0,213	0,243	0,276	0,310
11,5	0,115	0,139	0,164	0,191	0,220	0,250	0,283	0,318
12,5	0,119	0,143	0,169	0,196	0,225	0,255	0,288	0,322
13,5	0,122	0,146	0,172	0,199	0,228	0,258	0,291	0,325
14,5	0,124	0,148	0,174	0,201	0,230	0,260	0,292	0,325
15,5	0,125	0,150	0,175	0,203	0,231	0,261	0,292	0,325
16,5	0,126	0,150	0,176	0,203	0,231	0,260	0,291	0,323
17,5	0,126	0,151	0,176	0,202	0,230	0,259	0,289	0,320
18,5	0,126	0,150	0,175	0,201	0,229	0,257	0,286	0,316
19,5	0,126	0,150	0,174	0,200	0,227	0,254	0,283	0,312
20,5	0,125	0,148	0,173	0,198	0,224	0,251	0,279	0,308
21,5	0,124	0,147	0,171	0,196	0,221	0,248	0,275	0,303
22,5	0,123	0,146	0,169	0,193	0,218	0,244	0,271	0,298
23,5	0,121	0,144	0,167	0,191	0,215	0,240	0,266	0,292
24,5	0,120	0,142	0,165	0,188	0,212	0,236	0,261	0,287
25,5	0,118	0,140	0,162	0,185	0,208	0,232	0,257	0,282
26,5	0,117	0,138	0,160	0,182	0,205	0,228	0,252	0,276
27,5	0,115	0,136	0,157	0,179	0,201	0,224	0,247	0,271
28,5	0,113	0,134	0,155	0,176	0,198	0,220	0,243	0,266
29,5	0,112	0,132	0,152	0,173	0,194	0,216	0,238	0,260
30,5	0,110	0,129	0,150	0,170	0,191	0,212	0,234	0,255
31,5	0,108	0,127	0,147	0,167	0,187	0,208	0,229	0,250
32,5	0,106	0,125	0,144	0,164	0,184	0,204	0,225	0,245
33,5	0,105	0,123	0,142	0,161	0,181	0,200	0,220	0,241

Tabel 1 Hasil Perhitungan α 1 untuk Seluruh Variasi Timbunan H_R (Lanjutan)

HR (m)	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
b1 (m)	9,625	8,875	8,125	7,375	6,625	5,875	5,125	4,375	3,625
b2 (m)	10,5	11,25	12	12,75	13,5	14,25	15	15,75	16,5
qttotal (t/m2)	12,950	13,875	14,800	15,725	16,650	17,575	18,500	19,425	20,350
z (m)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)	α 1 (rad)
0,5	0,027	0,031	0,037	0,043	0,050	0,060	0,072	0,089	0,112
1,5	0,080	0,093	0,108	0,126	0,148	0,176	0,210	0,256	0,318
2,5	0,131	0,151	0,175	0,203	0,237	0,279	0,330	0,396	0,480
3,5	0,177	0,203	0,235	0,271	0,314	0,365	0,427	0,503	0,596
4,5	0,217	0,249	0,286	0,328	0,377	0,434	0,501	0,579	0,673
5,5	0,252	0,288	0,328	0,374	0,426	0,486	0,554	0,632	0,721
6,5	0,282	0,320	0,362	0,410	0,463	0,523	0,591	0,666	0,750
7,5	0,305	0,345	0,389	0,437	0,491	0,550	0,615	0,686	0,764
8,5	0,324	0,364	0,408	0,457	0,509	0,566	0,629	0,696	0,768
9,5	0,338	0,378	0,422	0,470	0,521	0,576	0,635	0,698	0,765
10,5	0,348	0,388	0,431	0,478	0,527	0,580	0,636	0,695	0,757
11,5	0,355	0,394	0,437	0,481	0,529	0,579	0,632	0,688	0,746
12,5	0,359	0,398	0,439	0,482	0,528	0,576	0,626	0,678	0,733
13,5	0,361	0,398	0,438	0,480	0,524	0,569	0,617	0,667	0,718
14,5	0,360	0,397	0,436	0,476	0,518	0,561	0,607	0,653	0,701
15,5	0,359	0,394	0,432	0,470	0,511	0,552	0,595	0,639	0,685
16,5	0,356	0,391	0,426	0,464	0,502	0,542	0,583	0,625	0,668
17,5	0,352	0,386	0,420	0,456	0,493	0,531	0,570	0,610	0,651
18,5	0,348	0,380	0,414	0,448	0,484	0,520	0,557	0,595	0,634
19,5	0,343	0,374	0,406	0,440	0,474	0,509	0,544	0,580	0,617
20,5	0,337	0,368	0,399	0,431	0,464	0,497	0,531	0,566	0,601
21,5	0,331	0,361	0,391	0,422	0,453	0,486	0,518	0,552	0,585
22,5	0,326	0,354	0,383	0,413	0,443	0,474	0,506	0,538	0,570
23,5	0,319	0,347	0,375	0,404	0,433	0,463	0,493	0,524	0,555
24,5	0,313	0,340	0,367	0,395	0,424	0,452	0,481	0,511	0,541
25,5	0,307	0,333	0,360	0,387	0,414	0,442	0,470	0,498	0,527
26,5	0,301	0,326	0,352	0,378	0,405	0,431	0,458	0,486	0,514
27,5	0,295	0,320	0,344	0,370	0,395	0,421	0,448	0,474	0,501
28,5	0,289	0,313	0,337	0,362	0,386	0,412	0,437	0,463	0,488
29,5	0,283	0,306	0,330	0,354	0,378	0,402	0,427	0,451	0,476
30,5	0,278	0,300	0,323	0,346	0,369	0,393	0,417	0,441	0,465
31,5	0,272	0,294	0,316	0,339	0,361	0,384	0,407	0,431	0,454
32,5	0,267	0,288	0,309	0,331	0,353	0,376	0,398	0,421	0,443
33,5	0,261	0,282	0,303	0,324	0,346	0,367	0,389	0,411	0,433

Tabel 2 Hasil Perhitungan $\alpha 2$ untuk Seluruh Variasi H_R

HR (m)	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
b1 (m)	15,625	14,875	14,125	13,375	12,625	11,875	11,125	10,375
b2 (m)	4,5	5,25	6	6,75	7,5	8,25	9	9,75
qtotal (t/m2)	5,55	6,475	7,4	8,325	9,25	10,175	11,1	12,025
z (m)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)
0,5	1,539	1,537	1,535	1,533	1,531	1,529	1,526	1,523
1,5	1,475	1,470	1,465	1,459	1,453	1,445	1,437	1,427
2,5	1,412	1,404	1,396	1,386	1,375	1,363	1,350	1,334
3,5	1,350	1,340	1,328	1,315	1,300	1,284	1,266	1,245
4,5	1,290	1,277	1,262	1,246	1,228	1,209	1,186	1,162
5,5	1,232	1,217	1,199	1,181	1,160	1,137	1,112	1,083
6,5	1,177	1,159	1,140	1,118	1,095	1,070	1,042	1,011
7,5	1,123	1,104	1,083	1,060	1,035	1,007	0,978	0,945
8,5	1,073	1,052	1,029	1,005	0,978	0,950	0,918	0,884
9,5	1,025	1,002	0,979	0,953	0,926	0,896	0,864	0,829
10,5	0,979	0,956	0,932	0,905	0,877	0,847	0,814	0,779
11,5	0,936	0,913	0,887	0,861	0,832	0,801	0,769	0,734
12,5	0,896	0,872	0,846	0,819	0,790	0,760	0,727	0,693
13,5	0,858	0,834	0,808	0,781	0,752	0,721	0,689	0,655
14,5	0,823	0,798	0,772	0,745	0,716	0,686	0,654	0,621
15,5	0,789	0,765	0,739	0,712	0,684	0,654	0,623	0,590
16,5	0,758	0,734	0,708	0,681	0,653	0,624	0,593	0,561
17,5	0,729	0,704	0,679	0,653	0,625	0,596	0,566	0,535
18,5	0,701	0,677	0,652	0,626	0,599	0,571	0,541	0,511
19,5	0,676	0,652	0,627	0,601	0,575	0,547	0,518	0,489
20,5	0,651	0,628	0,603	0,578	0,552	0,525	0,497	0,469
21,5	0,628	0,605	0,581	0,557	0,531	0,505	0,478	0,450
22,5	0,607	0,584	0,561	0,536	0,511	0,486	0,459	0,432
23,5	0,587	0,564	0,541	0,517	0,493	0,468	0,442	0,416
24,5	0,568	0,546	0,523	0,500	0,476	0,451	0,426	0,401
25,5	0,550	0,528	0,506	0,483	0,460	0,436	0,411	0,386
26,5	0,533	0,511	0,490	0,467	0,445	0,421	0,397	0,373
27,5	0,517	0,496	0,474	0,453	0,430	0,408	0,384	0,361
28,5	0,501	0,481	0,460	0,439	0,417	0,395	0,372	0,349
29,5	0,487	0,467	0,447	0,426	0,404	0,383	0,361	0,338
30,5	0,473	0,454	0,434	0,413	0,392	0,371	0,350	0,328
31,5	0,460	0,441	0,422	0,402	0,381	0,361	0,340	0,318
32,5	0,448	0,429	0,410	0,390	0,371	0,350	0,330	0,309
33,5	0,436	0,418	0,399	0,380	0,360	0,341	0,321	0,300

Tabel 2 Hasil Perhitungan $\alpha 2$ untuk Seluruh Variasi H_R (Lanjutan)

HR (m)	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
b1 (m)	9,625	8,875	8,125	7,375	6,625	5,875	5,125	4,375	3,625
b2 (m)	10,5	11,25	12	12,75	13,5	14,25	15	15,75	16,5
qttotal (t/m2)	12,95	13,875	14,8	15,725	16,65	17,575	18,5	19,425	20,35
z (m)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)	$\alpha 2$ (rad)
0,5	1,519	1,515	1,509	1,503	1,495	1,486	1,474	1,457	1,434
1,5	1,416	1,403	1,388	1,370	1,348	1,321	1,286	1,240	1,178
2,5	1,317	1,296	1,272	1,244	1,210	1,168	1,117	1,052	0,967
3,5	1,222	1,195	1,164	1,128	1,085	1,034	0,972	0,896	0,803
4,5	1,133	1,102	1,065	1,023	0,974	0,917	0,850	0,771	0,678
5,5	1,052	1,016	0,976	0,930	0,878	0,818	0,750	0,672	0,583
6,5	0,977	0,939	0,896	0,848	0,795	0,735	0,668	0,592	0,509
7,5	0,909	0,869	0,825	0,777	0,724	0,664	0,599	0,528	0,450
8,5	0,847	0,807	0,763	0,715	0,662	0,605	0,543	0,475	0,403
9,5	0,792	0,751	0,708	0,660	0,609	0,554	0,495	0,432	0,365
10,5	0,742	0,702	0,659	0,612	0,563	0,510	0,454	0,395	0,332
11,5	0,697	0,657	0,615	0,570	0,523	0,472	0,419	0,364	0,305
12,5	0,656	0,617	0,576	0,533	0,487	0,439	0,389	0,337	0,282
13,5	0,619	0,582	0,542	0,500	0,456	0,410	0,363	0,313	0,262
14,5	0,586	0,549	0,511	0,471	0,429	0,385	0,340	0,293	0,245
15,5	0,556	0,520	0,483	0,444	0,404	0,362	0,319	0,275	0,230
16,5	0,528	0,493	0,458	0,420	0,382	0,342	0,301	0,259	0,216
17,5	0,503	0,469	0,435	0,399	0,362	0,324	0,285	0,245	0,204
18,5	0,480	0,447	0,414	0,379	0,344	0,307	0,270	0,232	0,193
19,5	0,459	0,427	0,395	0,362	0,328	0,293	0,257	0,221	0,184
20,5	0,439	0,409	0,377	0,345	0,313	0,279	0,245	0,210	0,175
21,5	0,421	0,391	0,361	0,330	0,299	0,267	0,234	0,201	0,167
22,5	0,404	0,376	0,347	0,317	0,286	0,255	0,224	0,192	0,160
23,5	0,389	0,361	0,333	0,304	0,275	0,245	0,215	0,184	0,153
24,5	0,374	0,348	0,320	0,292	0,264	0,235	0,206	0,177	0,147
25,5	0,361	0,335	0,308	0,282	0,254	0,226	0,198	0,170	0,141
26,5	0,348	0,323	0,298	0,271	0,245	0,218	0,191	0,164	0,136
27,5	0,337	0,312	0,287	0,262	0,236	0,210	0,184	0,158	0,131
28,5	0,326	0,302	0,278	0,253	0,228	0,203	0,178	0,152	0,127
29,5	0,315	0,292	0,269	0,245	0,221	0,197	0,172	0,147	0,122
30,5	0,306	0,283	0,260	0,237	0,214	0,190	0,166	0,142	0,118
31,5	0,297	0,275	0,252	0,230	0,207	0,184	0,161	0,138	0,115
32,5	0,288	0,267	0,245	0,223	0,201	0,179	0,156	0,134	0,111
33,5	0,280	0,259	0,238	0,217	0,195	0,174	0,152	0,130	0,108

Tabel 3 Hasil Perhitungan Distribusi Tegangan Akibat Variasi H_R

HR (m)	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
b1 (m)	15,625	14,875	14,125	13,375	12,625	11,875	11,125	10,375
b2 (m)	4,5	5,25	6	6,75	7,5	8,25	9	9,75
qtotal (t/m2)	5,55	6,475	7,4	8,325	9,25	10,175	11,1	12,025
z (m)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)
0,5	5,550	6,475	7,400	8,325	9,250	10,175	11,100	12,025
1,5	5,549	6,473	7,398	8,322	9,247	10,171	11,095	12,019
2,5	5,544	6,467	7,390	8,313	9,235	10,157	11,078	11,998
3,5	5,533	6,453	7,373	8,292	9,210	10,127	11,042	11,955
4,5	5,514	6,430	7,344	8,257	9,168	10,076	10,981	11,883
5,5	5,487	6,396	7,303	8,207	9,107	10,004	10,895	11,780
6,5	5,450	6,350	7,247	8,139	9,027	9,908	10,782	11,648
7,5	5,403	6,292	7,177	8,055	8,927	9,790	10,645	11,487
8,5	5,348	6,224	7,093	7,955	8,809	9,653	10,484	11,302
9,5	5,283	6,144	6,997	7,842	8,675	9,497	10,305	11,095
10,5	5,210	6,055	6,891	7,716	8,528	9,327	10,109	10,873
11,5	5,131	5,958	6,775	7,580	8,370	9,145	9,902	10,638
12,5	5,045	5,855	6,652	7,435	8,204	8,954	9,686	10,395
13,5	4,955	5,746	6,523	7,285	8,031	8,758	9,464	10,147
14,5	4,862	5,633	6,390	7,131	7,854	8,557	9,239	9,896
15,5	4,766	5,518	6,254	6,974	7,675	8,355	9,013	9,645
16,5	4,668	5,401	6,117	6,816	7,495	8,153	8,787	9,397
17,5	4,569	5,283	5,980	6,658	7,316	7,952	8,565	9,152
18,5	4,471	5,165	5,843	6,501	7,139	7,754	8,346	8,911
19,5	4,372	5,049	5,707	6,346	6,964	7,560	8,131	8,677
20,5	4,275	4,933	5,573	6,194	6,793	7,369	7,921	8,448
21,5	4,179	4,820	5,442	6,044	6,625	7,184	7,718	8,226
22,5	4,084	4,708	5,314	5,899	6,462	7,003	7,520	8,011
23,5	3,992	4,600	5,188	5,757	6,304	6,828	7,328	7,804
24,5	3,901	4,493	5,066	5,619	6,150	6,658	7,143	7,603
25,5	3,813	4,390	4,947	5,485	6,000	6,494	6,964	7,410
26,5	3,727	4,289	4,832	5,355	5,856	6,335	6,791	7,223
27,5	3,644	4,192	4,720	5,229	5,716	6,182	6,625	7,044
28,5	3,563	4,097	4,612	5,107	5,582	6,034	6,464	6,871
29,5	3,484	4,005	4,508	4,990	5,452	5,892	6,310	6,705
30,5	3,408	3,917	4,406	4,876	5,326	5,755	6,161	6,545
31,5	3,334	3,831	4,309	4,767	5,205	5,622	6,018	6,392
32,5	3,263	3,748	4,214	4,661	5,088	5,495	5,880	6,244
33,5	3,194	3,668	4,123	4,559	4,975	5,372	5,747	6,102

Tabel 3 Perhitungan Distribusi Tegangan Akibat Variasi H_R (Lanjutan)

HR (m)	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
b1 (m)	9,625	8,875	8,125	7,375	6,625	5,875	5,125	4,375	3,625
b2 (m)	10,5	11,25	12	12,75	13,5	14,25	15	15,75	16,5
qtotal (t/m2)	12,95	13,875	14,8	15,725	16,65	17,575	18,5	19,425	20,35
z (m)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)	$\Delta\sigma$ (t/m2)
0,5	12,950	13,875	14,800	15,724	16,649	17,574	18,499	19,423	20,348
1,5	12,943	13,866	14,789	15,711	16,633	17,553	18,470	19,384	20,291
2,5	12,918	13,835	14,751	15,665	16,574	17,478	18,373	19,255	20,115
3,5	12,865	13,772	14,674	15,570	16,457	17,333	18,190	19,022	19,815
4,5	12,779	13,669	14,551	15,421	16,278	17,114	17,923	18,695	19,415
5,5	12,658	13,526	14,381	15,220	16,039	16,830	17,587	18,297	18,947
6,5	12,502	13,344	14,168	14,972	15,749	16,494	17,198	17,849	18,436
7,5	12,316	13,127	13,919	14,685	15,420	16,119	16,772	17,370	17,903
8,5	12,102	12,883	13,640	14,368	15,062	15,716	16,323	16,873	17,359
9,5	11,867	12,616	13,338	14,029	14,684	15,297	15,861	16,369	16,814
10,5	11,615	12,332	13,021	13,676	14,294	14,869	15,395	15,866	16,276
11,5	11,351	12,038	12,694	13,316	13,899	14,439	14,931	15,369	15,748
12,5	11,079	11,736	12,361	12,952	13,503	14,012	14,473	14,882	15,235
13,5	10,804	11,432	12,028	12,589	13,111	13,591	14,024	14,408	14,738
14,5	10,527	11,128	11,697	12,231	12,726	13,179	13,588	13,949	14,258
15,5	10,251	10,827	11,370	11,879	12,349	12,779	13,165	13,505	13,797
16,5	9,979	10,531	11,050	11,535	11,983	12,391	12,757	13,079	13,354
17,5	9,711	10,241	10,738	11,202	11,629	12,017	12,365	12,670	12,930
18,5	9,449	9,958	10,435	10,878	11,286	11,656	11,987	12,277	12,524
19,5	9,195	9,683	10,141	10,566	10,956	11,310	11,625	11,901	12,136
20,5	8,947	9,418	9,857	10,265	10,639	10,977	11,279	11,542	11,766
21,5	8,708	9,161	9,584	9,975	10,334	10,658	10,947	11,199	11,413
22,5	8,476	8,913	9,320	9,697	10,041	10,353	10,630	10,871	11,076
23,5	8,253	8,674	9,067	9,429	9,761	10,060	10,326	10,558	10,755
24,5	8,037	8,444	8,823	9,173	9,492	9,781	10,036	10,259	10,448
25,5	7,830	8,224	8,590	8,927	9,235	9,513	9,759	9,974	10,156
26,5	7,630	8,011	8,365	8,691	8,989	9,257	9,494	9,701	9,876
27,5	7,438	7,807	8,150	8,466	8,753	9,012	9,241	9,441	9,610
28,5	7,254	7,612	7,944	8,249	8,527	8,778	8,999	9,192	9,355
29,5	7,077	7,424	7,745	8,041	8,311	8,553	8,768	8,954	9,112
30,5	6,906	7,243	7,555	7,843	8,104	8,339	8,546	8,727	8,880
31,5	6,742	7,070	7,373	7,652	7,905	8,133	8,334	8,509	8,657
32,5	6,585	6,903	7,198	7,469	7,715	7,936	8,132	8,301	8,445
33,5	6,434	6,743	7,030	7,293	7,532	7,747	7,937	8,102	8,241

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Settlement* Akibat Variasi H_R

		H_R (m)					3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	
		q (t/m ²)					5,55	6,475	7,4	8,325	9,25	10,175	11,1	12,025	
Kedalaman	z (m)	H (m)	eo	Cc	Cs	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)	Sc (m)		
0	-	1	0,5	1	2,62	0,705	0,141	0,079	0,091	0,102	0,112	0,121	0,128	0,136	0,142
1	-	2	1,5	1	2,62	0,705	0,141	0,059	0,071	0,081	0,090	0,099	0,106	0,113	0,119
2	-	3	2,5	1	2,62	0,705	0,141	0,050	0,061	0,070	0,079	0,087	0,094	0,101	0,107
3	-	4	3,5	1	2,62	0,705	0,141	0,044	0,054	0,063	0,071	0,079	0,086	0,092	0,098
4	-	5	4,5	1	2,62	0,705	0,141	0,039	0,049	0,057	0,065	0,072	0,079	0,085	0,090
5	-	6	5,5	1	2,62	0,705	0,141	0,035	0,044	0,052	0,060	0,067	0,073	0,079	0,084
6	-	7	6,5	1	2,62	0,705	0,141	0,032	0,040	0,048	0,055	0,062	0,068	0,073	0,078
7	-	8	7,5	1	2,62	0,705	0,141	0,029	0,037	0,045	0,051	0,057	0,063	0,068	0,073
8	-	9	8,5	1	2,62	0,705	0,141	0,027	0,034	0,041	0,048	0,053	0,059	0,064	0,068
9	-	10	9,5	1	2,62	0,705	0,141	0,024	0,032	0,038	0,044	0,050	0,055	0,060	0,064
10	-	11	10,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,022	0,029	0,035	0,041	0,046	0,051	0,055	0,059
11	-	12	11,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,020	0,027	0,032	0,038	0,043	0,047	0,052	0,055
12	-	13	12,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,019	0,025	0,030	0,035	0,040	0,044	0,048	0,052
13	-	14	13,5	1	2,62	0,705	0,141	0,017	0,023	0,028	0,033	0,037	0,042	0,045	0,049
14	-	15	14,5	1	2,62	0,705	0,141	0,016	0,021	0,026	0,031	0,035	0,039	0,042	0,046
15	-	16	15,5	1	2,62	0,705	0,141	0,014	0,019	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,043
16	-	17	16,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,013	0,018	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,040
17	-	18	17,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,012	0,016	0,020	0,024	0,028	0,031	0,034	0,037
18	-	19	18,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,010	0,015	0,019	0,022	0,026	0,029	0,032	0,035
19	-	20	19,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,009	0,013	0,017	0,021	0,024	0,027	0,030	0,032
20	-	21	20,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,008	0,012	0,016	0,019	0,022	0,025	0,028	0,030
21	-	22	21,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,008	0,011	0,014	0,018	0,021	0,023	0,026	0,028
22	-	23	22,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,007	0,010	0,013	0,016	0,019	0,022	0,024	0,026
23	-	24	23,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,020	0,022	0,025
24	-	25	24,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,005	0,008	0,011	0,014	0,016	0,019	0,021	0,023
25	-	26	25,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004	0,007	0,010	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020
26	-	27	26,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004	0,006	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017	0,019
27	-	28	27,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,014	0,016	0,017
28	-	29	28,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,014	0,016
29	-	30	29,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,013	0,015
30	-	31	30,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,003	0,004	0,006	0,008	0,009	0,011	0,012	0,014
31	-	32	31,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,003	0,003	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012
32	-	33	32,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,010	0,011
33	-	34	33,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009	0,010
Sc total (m)						0,633	0,810	0,978	1,132	1,273	1,404	1,525	1,637		

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Settlement* Akibat Variasi H_R (Lanjutan)

H_R (m)						7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11		
q (t/m ²)						12,95	13,875	14,8	15,725	16,65	17,575	18,5	19,425	20,35		
Kedalaman	z (m)	H (m)	e_o	C_c	C_s	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)	S_c (m)		
0	-	1	0,5	1	2,62	0,705	0,141	0,148	0,154	0,159	0,165	0,169	0,174	0,178	0,182	0,186
1	-	2	1,5	1	2,62	0,705	0,141	0,125	0,131	0,136	0,141	0,145	0,150	0,154	0,158	0,162
2	-	3	2,5	1	2,62	0,705	0,141	0,113	0,118	0,123	0,128	0,132	0,136	0,140	0,144	0,147
3	-	4	3,5	1	2,62	0,705	0,141	0,103	0,108	0,113	0,118	0,122	0,126	0,130	0,133	0,136
4	-	5	4,5	1	2,62	0,705	0,141	0,096	0,100	0,105	0,109	0,113	0,117	0,121	0,124	0,127
5	-	6	5,5	1	2,62	0,705	0,141	0,089	0,094	0,098	0,102	0,106	0,109	0,113	0,116	0,118
6	-	7	6,5	1	2,62	0,705	0,141	0,083	0,088	0,092	0,096	0,099	0,102	0,105	0,108	0,110
7	-	8	7,5	1	2,62	0,705	0,141	0,078	0,082	0,086	0,089	0,093	0,096	0,099	0,101	0,103
8	-	9	8,5	1	2,62	0,705	0,141	0,073	0,077	0,080	0,084	0,087	0,090	0,092	0,095	0,097
9	-	10	9,5	1	2,62	0,705	0,141	0,068	0,072	0,075	0,079	0,082	0,084	0,087	0,089	0,090
10	-	11	10,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,063	0,067	0,070	0,073	0,076	0,078	0,080	0,082	0,084
11	-	12	11,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,059	0,062	0,066	0,068	0,071	0,073	0,075	0,077	0,079
12	-	13	12,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,055	0,059	0,061	0,064	0,067	0,069	0,071	0,072	0,074
13	-	14	13,5	1	2,62	0,705	0,141	0,052	0,055	0,058	0,061	0,063	0,065	0,067	0,068	0,070
14	-	15	14,5	1	2,62	0,705	0,141	0,049	0,052	0,054	0,057	0,059	0,061	0,063	0,064	0,065
15	-	16	15,5	1	2,62	0,705	0,141	0,046	0,049	0,051	0,053	0,055	0,057	0,059	0,060	0,061
16	-	17	16,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,043	0,045	0,047	0,050	0,051	0,053	0,055	0,056	0,057
17	-	18	17,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,040	0,042	0,044	0,046	0,048	0,050	0,051	0,053	0,054
18	-	19	18,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,037	0,040	0,042	0,044	0,045	0,047	0,048	0,049	0,050
19	-	20	19,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,034	0,037	0,039	0,040	0,042	0,043	0,045	0,046	0,047
20	-	21	20,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,032	0,034	0,036	0,038	0,039	0,041	0,042	0,043	0,044
21	-	22	21,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,030	0,032	0,034	0,036	0,037	0,038	0,039	0,040	0,041
22	-	23	22,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,028	0,030	0,032	0,033	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039
23	-	24	23,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,026	0,028	0,030	0,031	0,033	0,034	0,035	0,036	0,037
24	-	25	24,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,025	0,026	0,028	0,029	0,031	0,032	0,033	0,034	0,034
25	-	26	25,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,022	0,023	0,025	0,026	0,027	0,028	0,029	0,030	0,030
26	-	27	26,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025	0,026	0,027	0,028	0,028
27	-	28	27,5	1	2,141	0,5613	0,1123	0,019	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025	0,025	0,026	0,027
28	-	29	28,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,017	0,018	0,020	0,021	0,022	0,022	0,023	0,024	0,024
29	-	30	29,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,021	0,022	0,022	0,023
30	-	31	30,5	1	2,011	0,5223	0,1045	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,020	0,021	0,022
31	-	32	31,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016	0,017	0,017	0,018	0,018
32	-	33	32,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,017
33	-	34	33,5	1	1,658	0,4164	0,0833	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016	0,016
Sc total (m)						1,741	1,837	1,926	2,008	2,083	2,152	2,214	2,269	2,318		

Tabel 7 Hasil Perhitungan Perubahan Tegangan per Minggu Ketika U = 100%

H timb kumulatif (m)	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8
z (m)	so' (t/m ²)	s1' (t/m ²)	s2' (t/m ²)	s3' (t/m ²)	s4' (t/m ²)	s5' (t/m ²)	s6' (t/m ²)	s7' (t/m ²)	s8' (t/m ²)	s9' (t/m ²)	s10' (t/m ²)	s11' (t/m ²)	s12' (t/m ²)
0.5	0.235	0.975	1.715	2.455	3.195	3.934	4.673	5.412	6.150	6.887	7.623	8.357	9.089
1.5	0.705	1.445	2.185	2.924	3.663	4.402	5.140	5.877	6.612	7.346	8.078	8.808	9.535
2.5	1.175	1.914	2.653	3.392	4.130	4.866	5.602	6.336	7.068	7.798	8.525	9.249	9.969
3.5	1.645	2.383	3.121	3.858	4.593	5.327	6.059	6.789	7.517	8.241	8.962	9.678	10.389
4.5	2.115	2.852	3.587	4.321	5.053	5.783	6.511	7.236	7.957	8.674	9.387	10.095	10.796
5.5	2.585	3.319	4.051	4.781	5.509	6.234	6.956	7.674	8.388	9.097	9.801	10.499	11.189
6.5	3.055	3.785	4.513	5.238	5.961	6.680	7.395	8.105	8.810	9.510	10.203	10.890	11.569
7.5	3.525	4.251	4.973	5.693	6.408	7.120	7.826	8.528	9.224	9.913	10.595	11.270	11.936
8.5	3.995	4.715	5.431	6.143	6.851	7.554	8.252	8.944	9.629	10.307	10.977	11.639	12.291
9.5	4.465	5.178	5.887	6.591	7.290	7.984	8.672	9.353	10.026	10.692	11.350	11.998	12.637
10.5	4.939	5.644	6.345	7.040	7.730	8.413	9.090	9.759	10.421	11.074	11.719	12.354	12.979
11.5	5.417	6.114	6.805	7.491	8.170	8.843	9.508	10.165	10.814	11.455	12.085	12.706	13.317
12.5	5.895	6.583	7.264	7.939	8.608	9.269	9.922	10.567	11.203	11.830	12.447	13.054	13.650
13.5	6.369	7.047	7.718	8.382	9.039	9.688	10.328	10.961	11.584	12.197	12.800	13.394	13.976
14.5	6.839	7.506	8.166	8.819	9.464	10.100	10.729	11.348	11.958	12.557	13.147	13.726	14.295
15.5	7.309	7.965	8.614	9.255	9.887	10.512	11.127	11.733	12.330	12.916	13.492	14.058	14.612
16.5	7.783	8.428	9.065	9.693	10.314	10.926	11.528	12.121	12.704	13.278	13.840	14.392	14.933
17.5	8.261	8.894	9.519	10.136	10.744	11.343	11.933	12.513	13.083	13.643	14.192	14.731	15.259
18.5	8.739	9.360	9.973	10.578	11.173	11.760	12.337	12.904	13.461	14.008	14.545	15.070	15.585
19.5	9.221	9.830	10.431	11.024	11.607	12.181	12.745	13.300	13.844	14.378	14.902	15.415	15.918
20.5	9.707	10.305	10.893	11.473	12.044	12.606	13.158	13.700	14.232	14.754	15.265	15.766	16.256
21.5	10.193	10.779	11.356	11.924	12.482	13.032	13.572	14.102	14.621	15.131	15.631	16.120	16.598
22.5	10.679	11.253	11.818	12.374	12.921	13.458	13.986	14.504	15.012	15.510	15.998	16.476	16.943
23.5	11.165	11.727	12.281	12.825	13.360	13.886	14.402	14.909	15.405	15.892	16.368	16.834	17.290
24.5	11.651	12.202	12.744	13.277	13.800	14.315	14.819	15.315	15.800	16.275	16.741	17.196	17.642
25.5	12.166	12.706	13.236	13.758	14.270	14.774	15.267	15.751	16.226	16.691	17.146	17.591	18.026
26.5	12.710	13.239	13.758	14.269	14.770	15.263	15.746	16.219	16.683	17.137	17.582	18.017	18.442
27.5	13.254	13.772	14.281	14.781	15.271	15.753	16.226	16.689	17.143	17.587	18.021	18.447	18.862
28.5	13.810	14.317	14.816	15.305	15.786	16.257	16.719	17.172	17.616	18.051	18.476	18.892	19.298
29.5	14.378	14.875	15.363	15.842	16.313	16.774	17.227	17.670	18.104	18.530	18.945	19.352	19.749
30.5	14.946	15.433	15.911	16.380	16.841	17.293	17.736	18.170	18.595	19.011	19.418	19.816	20.205
31.5	15.550	16.027	16.495	16.955	17.406	17.849	18.283	18.708	19.124	19.531	19.929	20.319	20.699
32.5	16.190	16.657	17.116	17.567	18.009	18.442	18.867	19.283	19.691	20.089	20.479	20.861	21.233
33.5	16.830	17.288	17.738	18.180	18.613	19.037	19.453	19.861	20.260	20.650	21.032	21.406	21.771

Tabel 8 Hasil Perhitungan Perubahan Tegangan per Minggu

h timb (m)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
H timb kumulatif (m)		0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8
Minggu ke-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
z (m)	σ_0' (t/m²)	σ_1' (t/m²)	σ_2' (t/m²)	σ_3' (t/m²)	σ_4' (t/m²)	σ_5' (t/m²)	σ_6' (t/m²)	σ_7' (t/m²)	σ_8' (t/m²)	σ_9' (t/m²)	σ_{10}' (t/m²)	σ_{11}' (t/m²)	σ_{12}' (t/m²)
0,5	0,235	0,274	0,374	0,537	0,759	1,037	1,366	1,741	2,157	2,609	3,095	3,609	4,149
1,5	0,705	0,762	0,880	1,059	1,295	1,583	1,918	2,297	2,715	3,168	3,651	4,162	4,697
2,5	1,175	1,239	1,365	1,550	1,792	2,084	2,422	2,803	3,221	3,672	4,154	4,661	5,192
3,5	1,645	1,712	1,843	2,032	2,277	2,571	2,911	3,291	3,709	4,158	4,637	5,142	5,669
4,5	2,115	2,184	2,317	2,509	2,755	3,051	3,391	3,771	4,186	4,634	5,110	5,610	6,133
5,5	2,585	2,656	2,790	2,984	3,230	3,526	3,865	4,243	4,657	5,101	5,573	6,069	6,586
6,5	3,055	3,126	3,262	3,456	3,703	3,997	4,335	4,711	5,122	5,562	6,030	6,520	7,031
7,5	3,525	3,597	3,733	3,926	4,172	4,466	4,801	5,175	5,581	6,018	6,479	6,964	7,467
8,5	3,995	4,067	4,203	4,396	4,641	4,932	5,265	5,634	6,037	6,468	6,924	7,401	7,897
9,5	4,465	4,537	4,672	4,864	5,107	5,396	5,725	6,091	6,488	6,913	7,363	7,833	8,321
10,5	4,939	5,011	5,145	5,335	5,576	5,862	6,187	6,548	6,940	7,359	7,801	8,264	8,743
11,5	5,417	5,488	5,621	5,810	6,048	6,330	6,651	7,007	7,393	7,805	8,240	8,694	9,165
12,5	5,895	5,966	6,097	6,284	6,519	6,797	7,114	7,464	7,844	8,249	8,676	9,122	9,583
13,5	6,369	6,439	6,569	6,753	6,985	7,259	7,571	7,915	8,288	8,686	9,105	9,542	9,995
14,5	6,839	6,908	7,037	7,218	7,446	7,716	8,023	8,361	8,727	9,118	9,529	9,957	10,400
15,5	7,309	7,377	7,504	7,683	7,907	8,173	8,474	8,806	9,165	9,548	9,950	10,370	10,803
16,5	7,783	7,850	7,975	8,151	8,372	8,632	8,928	9,254	9,606	9,981	10,375	10,786	11,210
17,5	8,261	8,327	8,450	8,623	8,840	9,095	9,385	9,705	10,050	10,417	10,803	11,205	11,620
18,5	8,739	8,804	8,925	9,094	9,307	9,558	9,843	10,156	10,494	10,854	11,231	11,624	12,030
19,5	9,221	9,285	9,403	9,570	9,779	10,025	10,304	10,611	10,942	11,294	11,663	12,048	12,444
20,5	9,707	9,770	9,886	10,050	10,255	10,496	10,769	11,069	11,393	11,738	12,099	12,475	12,863
21,5	10,193	10,255	10,369	10,529	10,730	10,967	11,234	11,528	11,845	12,182	12,536	12,904	13,283
22,5	10,679	10,740	10,852	11,009	11,206	11,437	11,699	11,987	12,298	12,627	12,973	13,333	13,703
23,5	11,165	11,224	11,334	11,488	11,681	11,908	12,165	12,447	12,751	13,073	13,412	13,763	14,125
24,5	11,651	11,709	11,817	11,968	12,157	12,379	12,630	12,906	13,204	13,520	13,851	14,194	14,548
25,5	12,166	12,223	12,329	12,477	12,662	12,880	13,126	13,396	13,687	13,996	14,320	14,656	15,002
26,5	12,71	12,766	12,870	13,015	13,196	13,409	13,650	13,915	14,200	14,502	14,819	15,148	15,486
27,5	13,254	13,309	13,410	13,553	13,730	13,939	14,175	14,434	14,713	15,009	15,319	15,641	15,972
28,5	13,81	13,864	13,963	14,103	14,277	14,482	14,712	14,966	15,239	15,529	15,832	16,147	16,471
29,5	14,378	14,431	14,528	14,665	14,836	15,036	15,262	15,511	15,778	16,062	16,359	16,667	16,984
30,5	14,946	14,998	15,093	15,227	15,395	15,591	15,813	16,056	16,318	16,595	16,886	17,188	17,499
31,5	15,55	15,601	15,695	15,826	15,990	16,182	16,399	16,638	16,894	17,166	17,451	17,746	18,050
32,5	16,19	16,240	16,332	16,460	16,621	16,810	17,023	17,256	17,507	17,774	18,053	18,342	18,640
33,5	16,83	16,879	16,969	17,095	17,253	17,438	17,646	17,875	18,121	18,382	18,656	18,939	19,231

Tabel 8 Hasil Perhitungan Perubahan Tegangan per Minggu (Lanjutan)

h timb (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,293	0	0	0	0	0
H timb kumulatif (m)	5,2	5,6	6	6,4	6,8	7,2	7,493	7,493	7,493	7,493	7,493	7,493
Minggu ke-	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
z (m)	σ_{13}' (t/m²)	σ_{14}' (t/m²)	σ_{15}' (t/m²)	σ_{16}' (t/m²)	σ_{17}' (t/m²)	σ_{18}' (t/m²)	σ_{19}' (t/m²)	σ_{20}' (t/m²)	σ_{21}' (t/m²)	σ_{22}' (t/m²)	σ_{23}' (t/m²)	σ_{24}' (t/m²)
0,5	4,710	5,291	5,889	6,501	7,124	7,758	8,380	8,938	9,440	9,891	10,286	10,632
1,5	5,253	5,827	6,417	7,020	7,635	8,258	8,870	9,418	9,911	10,354	10,744	11,086
2,5	5,744	6,312	6,896	7,493	8,099	8,714	9,317	9,857	10,343	10,779	11,163	11,501
3,5	6,215	6,778	7,356	7,945	8,543	9,150	9,743	10,275	10,753	11,182	11,560	11,893
4,5	6,673	7,230	7,800	8,382	8,972	9,568	10,152	10,675	11,145	11,567	11,939	12,265
5,5	7,121	7,670	8,233	8,805	9,386	9,973	10,546	11,060	11,521	11,936	12,301	12,621
6,5	7,558	8,100	8,654	9,217	9,788	10,364	10,927	11,431	11,883	12,290	12,648	12,962
7,5	7,987	8,521	9,066	9,619	10,179	10,744	11,296	11,789	12,233	12,631	12,982	13,289
8,5	8,409	8,933	9,469	10,012	10,561	11,115	11,655	12,138	12,572	12,961	13,304	13,606
9,5	8,824	9,339	9,864	10,397	10,935	11,476	12,004	12,477	12,902	13,283	13,618	13,912
10,5	9,237	9,742	10,257	10,779	11,305	11,835	12,351	12,813	13,228	13,601	13,928	14,216
11,5	9,649	10,145	10,649	11,159	11,674	12,192	12,697	13,148	13,553	13,917	14,237	14,517
12,5	10,058	10,543	11,036	11,536	12,039	12,545	13,038	13,478	13,874	14,229	14,541	14,815
13,5	10,460	10,934	11,417	11,905	12,397	12,891	13,372	13,802	14,188	14,534	14,839	15,106
14,5	10,855	11,319	11,791	12,268	12,748	13,231	13,700	14,120	14,496	14,835	15,132	15,392
15,5	11,248	11,702	12,163	12,629	13,099	13,569	14,027	14,437	14,804	15,134	15,424	15,678
16,5	11,645	12,089	12,539	12,994	13,453	13,912	14,359	14,758	15,117	15,439	15,721	15,969
17,5	12,045	12,479	12,919	13,364	13,811	14,259	14,695	15,085	15,435	15,749	16,024	16,266
18,5	12,446	12,870	13,299	13,733	14,170	14,608	15,033	15,413	15,754	16,061	16,330	16,565
19,5	12,851	13,265	13,684	14,108	14,534	14,962	15,377	15,748	16,081	16,379	16,642	16,872
20,5	13,260	13,665	14,075	14,489	14,905	15,322	15,727	16,089	16,414	16,705	16,961	17,186
21,5	13,671	14,066	14,467	14,871	15,277	15,684	16,080	16,433	16,750	17,035	17,285	17,503
22,5	14,083	14,469	14,860	15,255	15,652	16,049	16,435	16,780	17,090	17,368	17,612	17,825
23,5	14,496	14,874	15,256	15,642	16,029	16,417	16,794	17,131	17,434	17,705	17,943	18,151
24,5	14,911	15,280	15,654	16,030	16,409	16,788	17,156	17,486	17,781	18,046	18,278	18,482
25,5	15,357	15,717	16,083	16,451	16,821	17,191	17,551	17,873	18,161	18,420	18,647	18,846
26,5	15,833	16,186	16,543	16,903	17,264	17,627	17,978	18,292	18,574	18,827	19,049	19,243
27,5	16,311	16,656	17,005	17,357	17,711	18,065	18,409	18,716	18,991	19,239	19,455	19,645
28,5	16,803	17,140	17,482	17,826	18,172	18,518	18,855	19,155	19,424	19,666	19,878	20,064
29,5	17,309	17,639	17,973	18,310	18,648	18,987	19,316	19,610	19,873	20,110	20,317	20,498
30,5	17,816	18,139	18,466	18,796	19,127	19,459	19,780	20,068	20,326	20,557	20,760	20,938
31,5	18,362	18,678	18,998	19,321	19,645	19,969	20,284	20,566	20,818	21,044	21,243	21,417
32,5	18,945	19,254	19,568	19,884	20,201	20,519	20,827	21,103	21,350	21,571	21,766	21,936
33,5	19,529	19,833	20,140	20,450	20,760	21,071	21,373	21,643	21,885	22,102	22,293	22,459

Tabel 9 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

h timb (m)					0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
H timb kumulatif (m)					0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6
z (m)	H (m)	eo	Cc	Cs	Sc1 (m)	Sc2 (m)	Sc3 (m)	Sc4 (m)	Sc5 (m)	Sc6 (m)	Sc7 (m)	Sc8 (m)	Sc9 (m)
0,5	1	2,62	0,705	0,141	0,02407	0,00955	0,00607	0,00446	0,00352	0,01298	0,01241	0,01081	0,00957
1,5	1	2,62	0,705	0,141	0,01214	0,00699	0,00493	0,00381	0,00311	0,01165	0,01133	0,00998	0,00890
2,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00826	0,00552	0,00415	0,00333	0,00278	0,01051	0,01041	0,00925	0,00831
3,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00627	0,00456	0,00358	0,00295	0,00251	0,00951	0,00962	0,00861	0,00778
4,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00505	0,00388	0,00315	0,00265	0,00228	0,00859	0,00893	0,00804	0,00730
5,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00423	0,00337	0,00280	0,00240	0,00209	0,00773	0,00831	0,00752	0,00686
6,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00363	0,00298	0,00252	0,00219	0,00193	0,00692	0,00776	0,00706	0,00646
7,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00317	0,00266	0,00229	0,00200	0,00178	0,00615	0,00726	0,00663	0,00610
8,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00280	0,00239	0,00208	0,00184	0,00165	0,00541	0,00681	0,00624	0,00575
9,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00251	0,00217	0,00191	0,00171	0,00154	0,00471	0,00639	0,00588	0,00544
10,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00224	0,00196	0,00174	0,00157	0,00142	0,00399	0,00596	0,00550	0,00510
11,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00203	0,00180	0,00161	0,00145	0,00133	0,00335	0,00560	0,00519	0,00482
12,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00185	0,00165	0,00149	0,00135	0,00124	0,00274	0,00528	0,00490	0,00456
13,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00171	0,00154	0,00140	0,00128	0,00117	0,00219	0,00502	0,00468	0,00436
14,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00157	0,00143	0,00130	0,00119	0,00110	0,00164	0,00475	0,00443	0,00414
15,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00145	0,00132	0,00121	0,00112	0,00104	0,00112	0,00449	0,00419	0,00393
16,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00133	0,00122	0,00112	0,00104	0,00097	0,00090	0,00393	0,00394	0,00370
17,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00124	0,00114	0,00105	0,00098	0,00091	0,00085	0,00330	0,00373	0,00351
18,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00115	0,00106	0,00099	0,00092	0,00086	0,00080	0,00272	0,00354	0,00334
19,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00106	0,00098	0,00092	0,00085	0,00080	0,00075	0,00215	0,00333	0,00314
20,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00099	0,00092	0,00086	0,00080	0,00076	0,00071	0,00165	0,00316	0,00298
21,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00093	0,00086	0,00081	0,00076	0,00071	0,00067	0,00118	0,00300	0,00284
22,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00087	0,00081	0,00076	0,00072	0,00068	0,00064	0,00075	0,00285	0,00270
23,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00081	0,00076	0,00072	0,00068	0,00064	0,00060	0,00057	0,00250	0,00258
24,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00077	0,00072	0,00068	0,00064	0,00061	0,00057	0,00054	0,00203	0,00246
25,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00067	0,00064	0,00060	0,00057	0,00054	0,00051	0,00048	0,00149	0,00219
26,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00063	0,00060	0,00057	0,00054	0,00051	0,00048	0,00046	0,00111	0,00209
27,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00059	0,00056	0,00053	0,00051	0,00048	0,00046	0,00044	0,00077	0,00199
28,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00054	0,00052	0,00049	0,00047	0,00044	0,00042	0,00040	0,00043	0,00184
29,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00051	0,00049	0,00046	0,00044	0,00042	0,00040	0,00038	0,00037	0,00153
30,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00048	0,00046	0,00044	0,00042	0,00040	0,00038	0,00036	0,00035	0,00120
31,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00041	0,00039	0,00037	0,00036	0,00034	0,00033	0,00031	0,00030	0,00081
32,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00039	0,00037	0,00035	0,00034	0,00032	0,00031	0,00030	0,00028	0,00056
33,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00037	0,00035	0,00033	0,00032	0,00031	0,00029	0,00028	0,00027	0,00033
Sc total (m)					0,097	0,067	0,054	0,047	0,041	0,109	0,141	0,142	0,139

Tabel 9 Hasil Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap (Lanjutan)

h timb (m)					0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,293
H timb kumulatif (m)					4	4,4	4,8	5,2	5,6	6	6,4	6,8	7,2	7,493
z (m)	H (m)	eo	Cc	Cs	Sc10 (m)	Sc11 (m)	Sc12 (m)	Sc13 (m)	Sc14 (m)	Sc15 (m)	Sc16 (m)	Sc17 (m)	Sc18 (m)	Sc19 (m)
0,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00858	0,00778	0,00710	0,00653	0,00603	0,00560	0,00522	0,00488	0,00457	0,00317
1,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00803	0,00731	0,00670	0,00618	0,00573	0,00533	0,00497	0,00465	0,00436	0,00302
2,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00754	0,00689	0,00634	0,00586	0,00544	0,00507	0,00473	0,00443	0,00416	0,00288
3,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00709	0,00650	0,00600	0,00556	0,00517	0,00482	0,00451	0,00422	0,00396	0,00275
4,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00668	0,00615	0,00568	0,00528	0,00492	0,00459	0,00430	0,00403	0,00378	0,00263
5,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00630	0,00582	0,00539	0,00501	0,00468	0,00437	0,00410	0,00385	0,00361	0,00251
6,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00595	0,00551	0,00511	0,00477	0,00445	0,00417	0,00391	0,00367	0,00345	0,00240
7,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00563	0,00522	0,00486	0,00453	0,00424	0,00397	0,00373	0,00351	0,00330	0,00230
8,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00533	0,00495	0,00462	0,00431	0,00404	0,00379	0,00356	0,00335	0,00316	0,00220
9,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00505	0,00470	0,00439	0,00411	0,00385	0,00362	0,00340	0,00321	0,00302	0,00210
10,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00474	0,00442	0,00414	0,00388	0,00364	0,00342	0,00322	0,00304	0,00287	0,00200
11,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00449	0,00420	0,00393	0,00369	0,00347	0,00327	0,00308	0,00291	0,00275	0,00192
12,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00426	0,00399	0,00374	0,00352	0,00331	0,00312	0,00295	0,00278	0,00263	0,00184
13,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00408	0,00383	0,00360	0,00339	0,00319	0,00301	0,00285	0,00269	0,00254	0,00178
14,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00388	0,00365	0,00343	0,00323	0,00305	0,00288	0,00272	0,00258	0,00244	0,00171
15,5	1	2,62	0,705	0,141	0,00369	0,00347	0,00327	0,00309	0,00292	0,00276	0,00261	0,00247	0,00234	0,00164
16,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00348	0,00328	0,00309	0,00292	0,00276	0,00262	0,00248	0,00235	0,00223	0,00156
17,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00331	0,00312	0,00295	0,00279	0,00264	0,00250	0,00237	0,00225	0,00214	0,00150
18,5	1	2,56	0,687	0,1374	0,00315	0,00298	0,00282	0,00267	0,00253	0,00240	0,00228	0,00216	0,00205	0,00144
19,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00297	0,00281	0,00266	0,00252	0,00239	0,00227	0,00216	0,00205	0,00195	0,00137
20,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00282	0,00268	0,00254	0,00241	0,00229	0,00217	0,00207	0,00197	0,00187	0,00132
21,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00269	0,00255	0,00242	0,00230	0,00219	0,00208	0,00198	0,00189	0,00180	0,00127
22,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00257	0,00244	0,00232	0,00220	0,00210	0,00200	0,00190	0,00181	0,00173	0,00122
23,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00245	0,00233	0,00221	0,00211	0,00201	0,00191	0,00183	0,00174	0,00166	0,00117
24,5	1	2,49	0,666	0,1332	0,00234	0,00222	0,00212	0,00202	0,00193	0,00184	0,00175	0,00167	0,00160	0,00113
25,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00209	0,00199	0,00190	0,00181	0,00173	0,00165	0,00157	0,00150	0,00144	0,00101
26,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00199	0,00190	0,00181	0,00173	0,00165	0,00158	0,00151	0,00144	0,00138	0,00097
27,5	1	2,141	0,5613	0,11226	0,00190	0,00181	0,00173	0,00165	0,00158	0,00151	0,00145	0,00138	0,00132	0,00093
28,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00175	0,00168	0,00160	0,00153	0,00147	0,00140	0,00135	0,00129	0,00123	0,00087
29,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00167	0,00160	0,00153	0,00147	0,00140	0,00135	0,00129	0,00124	0,00118	0,00084
30,5	1	2,011	0,5223	0,10446	0,00160	0,00153	0,00146	0,00140	0,00134	0,00129	0,00124	0,00119	0,00114	0,00080
31,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00137	0,00132	0,00126	0,00121	0,00116	0,00111	0,00107	0,00103	0,00098	0,00070
32,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00131	0,00125	0,00120	0,00116	0,00111	0,00107	0,00102	0,00098	0,00094	0,00067
33,5	1	1,658	0,4164	0,08328	0,00125	0,00120	0,00115	0,00110	0,00106	0,00102	0,00098	0,00094	0,00090	0,00064
Sc total (m)					0,132	0,123	0,115	0,108	0,101	0,096	0,090	0,085	0,081	0,056

Tabel 10 Hasil Perhitungan Pemampatan per Minggu (Lanjutan)

Tahap	Sc total (m)	Sc kumulatif	Umur (minggu)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			U	0,758	0,782	0,805	0,825	0,843	0,859	0,873	0,886	0,898	0,908	0,908	0,908
1	0,097	0,097		0,073	0,076	0,078	0,080	0,081	0,083	0,084	0,086	0,087	0,088	0,088	0,088
2	0,067	0,163		0,124	0,128	0,131	0,135	0,138	0,140	0,143	0,145	0,147	0,148	0,148	0,148
3	0,054	0,218		0,165	0,170	0,175	0,179	0,183	0,187	0,190	0,193	0,195	0,198	0,198	0,198
4	0,047	0,264		0,200	0,207	0,213	0,218	0,223	0,227	0,231	0,234	0,237	0,240	0,240	0,240
5	0,041	0,305		0,231	0,239	0,246	0,252	0,257	0,262	0,267	0,271	0,274	0,277	0,277	0,277
6	0,109	0,415		0,314	0,324	0,334	0,342	0,349	0,356	0,362	0,367	0,372	0,377	0,377	0,377
7	0,141	0,555		0,421	0,434	0,447	0,458	0,468	0,477	0,485	0,492	0,498	0,504	0,504	0,504
8	0,142	0,698		0,528	0,546	0,561	0,575	0,588	0,599	0,609	0,618	0,626	0,634	0,634	0,634
9	0,139	0,837		0,634	0,655	0,673	0,690	0,705	0,719	0,731	0,741	0,751	0,760	0,760	0,760
10	0,132	0,969		0,734	0,758	0,780	0,799	0,816	0,832	0,846	0,858	0,870	0,880	0,880	0,880
11	0,123	1,092		0,827	0,854	0,879	0,900	0,920	0,938	0,953	0,967	0,980	0,992	0,992	0,992
12	0,115	1,207		0,914	0,944	0,971	0,995	1,017	1,036	1,054	1,069	1,084	1,096	1,096	1,096
13	0,108	1,315		0,996	1,029	1,058	1,084	1,108	1,129	1,148	1,165	1,180	1,194	1,194	1,194
14	0,101	1,416			1,108	1,140	1,168	1,193	1,216	1,237	1,255	1,271	1,286	1,286	1,286
15	0,096	1,512				1,217	1,247	1,274	1,298	1,320	1,340	1,357	1,373	1,373	1,373
16	0,090	1,602					1,321	1,350	1,376	1,399	1,420	1,438	1,455	1,455	1,455
17	0,085	1,687						1,422	1,449	1,473	1,495	1,515	1,532	1,532	1,532
18	0,081	1,768							1,518	1,543	1,566	1,587	1,605	1,605	1,605
19	0,056	1,824								1,592	1,616	1,637	1,656	1,656	1,656

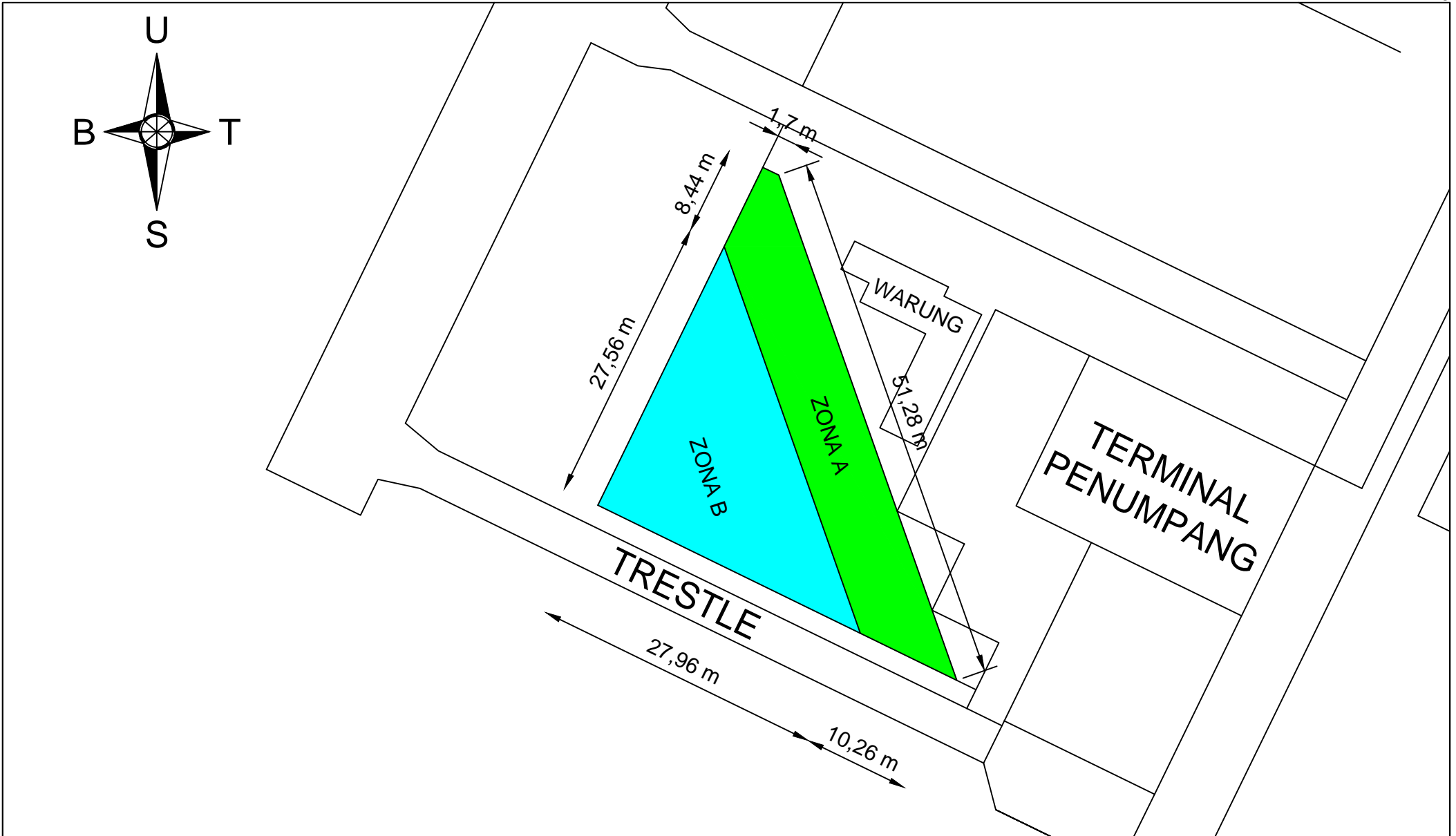
LAMPIRAN 3

GAMBAR PERENCANAAN

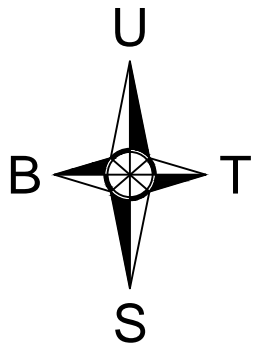
DAFTAR ISI

Gambar 1 Perencanaan Pembagian Zona Reklamasi	173
Gambar 2 Denah Pemancangan <i>Steel Sheet Pile Pipe</i> dan <i>Minipile</i> (Alternatif 1)	174
Gambar 3 Denah Pemasangan Tanggul <i>Sandbag</i> (Alternatif 1)	175
Gambar 4 Titik Pemasangan PVD & PHD (Alternatif 1)	176
Gambar 5 Perencanaan (Alternatif 1)	177
Gambar 6 Potongan A-A (Alternatif 1)	178
Gambar 7 Potongan B-B (Alternatif 1)	179
Gambar 8 Denah Pemancangan <i>Steel Sheet Pile Pipe</i> (Alternatif 2)	180
Gambar 9 Denah Pemasangan Tanggul <i>Sandbag</i> (Alternatif 2)	181
Gambar 10 Titik Pemasangan PVD & PHD (Alternatif 2)	182
Gambar 11 Perencanaan (Alternatif 2)	183
Gambar 12 Potongan A-A (Alternatif 2)	184
Gambar 13 Potongan B-B (Alternatif 2)	185

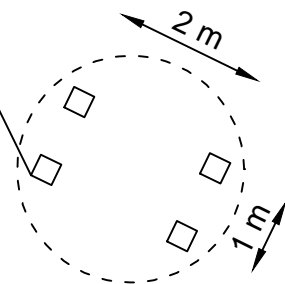
“halaman ini sengaja dikosongkan”



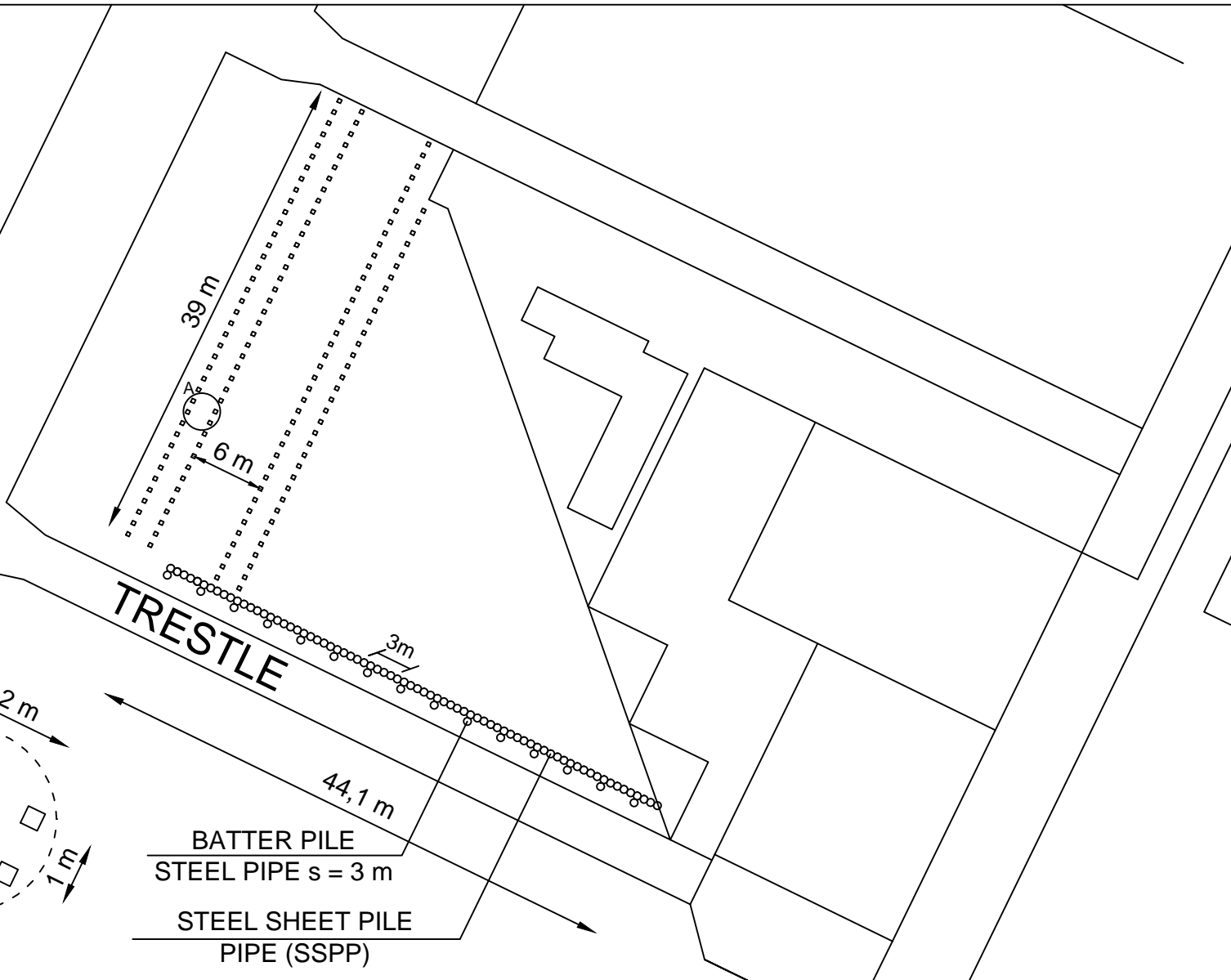
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	PERENCANAAN PEMBAGIAN ZONA REKLAMASI	01
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
					0 1 5 10 m	13



MINIPILE 30x30 cm
L = 7 m

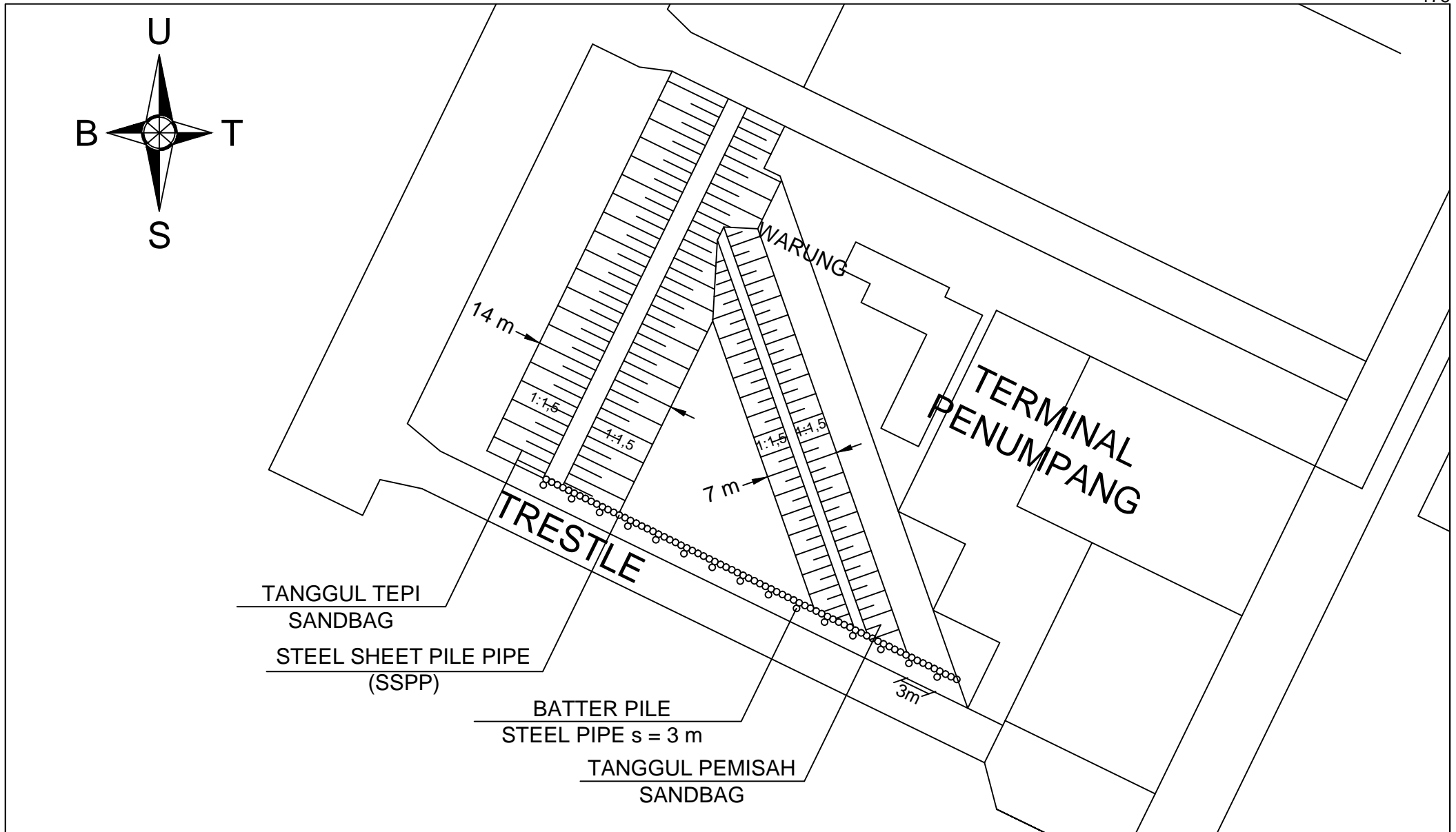


DETAIL A

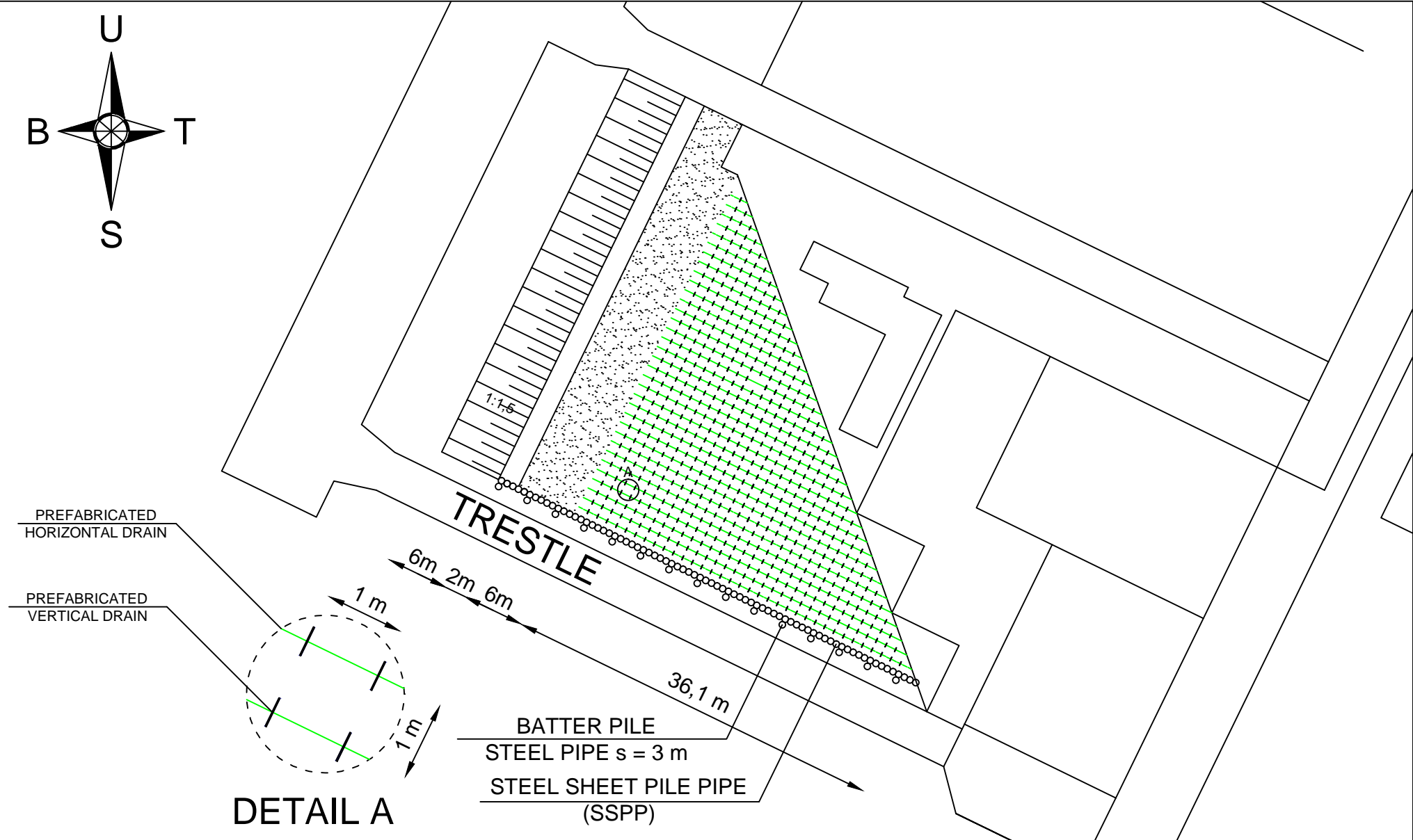
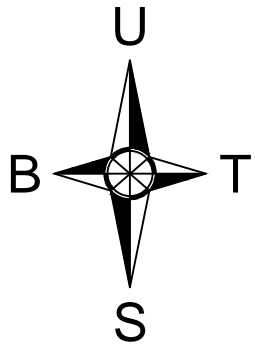


BATTER PILE
STEEL PIPE s = 3 m
STEEL SHEET PILE
PIPE (SSPP)

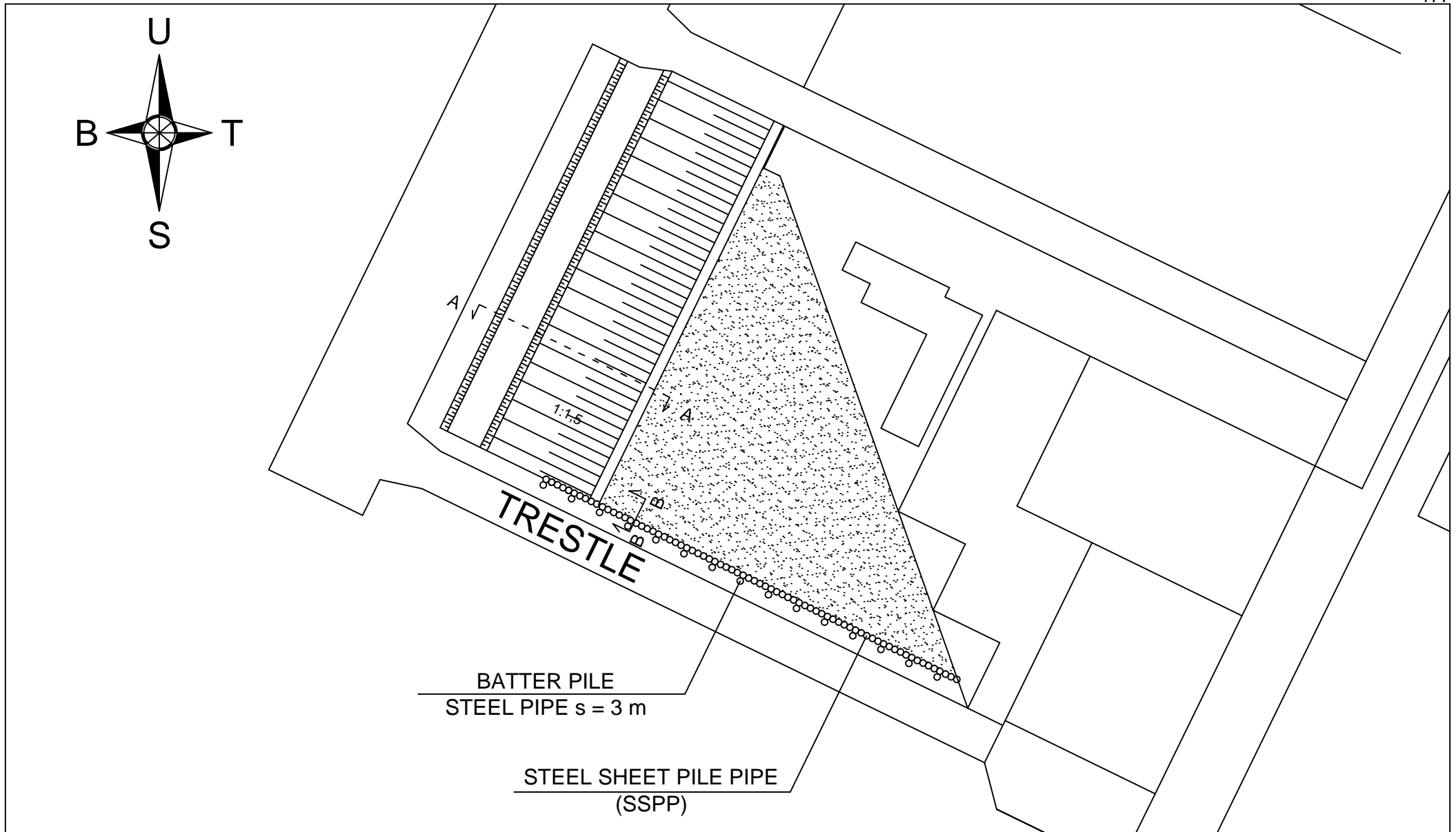
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	DENAH PEMANCANGAN STEEL SHEET PILE PIPE DAN MINIPILE (ALTERNATIF 1)	02
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						13



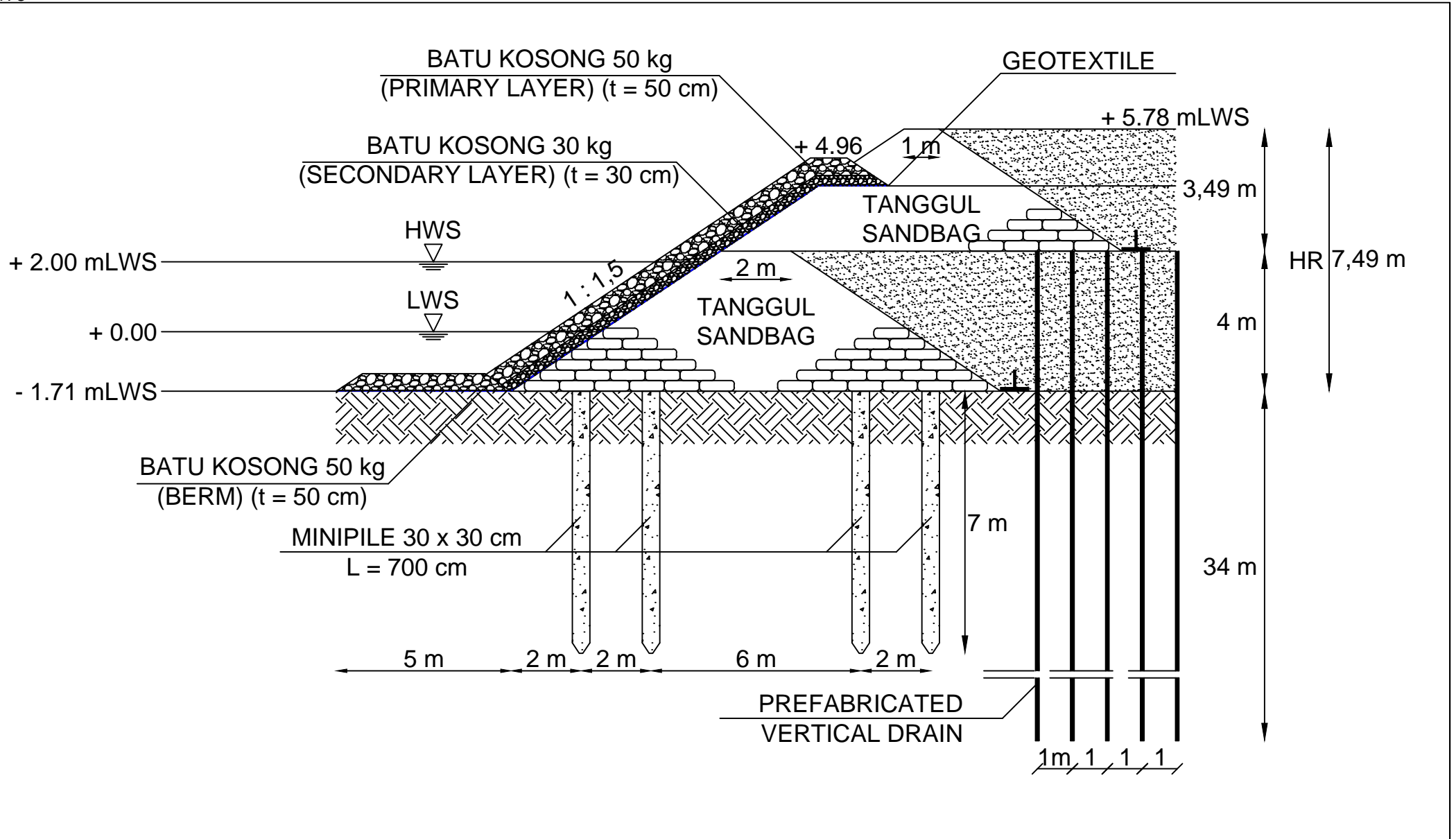
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	NAMA & NRP MAHASISWA MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	NAMA GAMBAR DENAH PEMASANGAN TANGGUL SANDBAG ALTERNATIF 1 SKALA 	NOMOR GAMBAR 03 JUMLAH GAMBAR 13



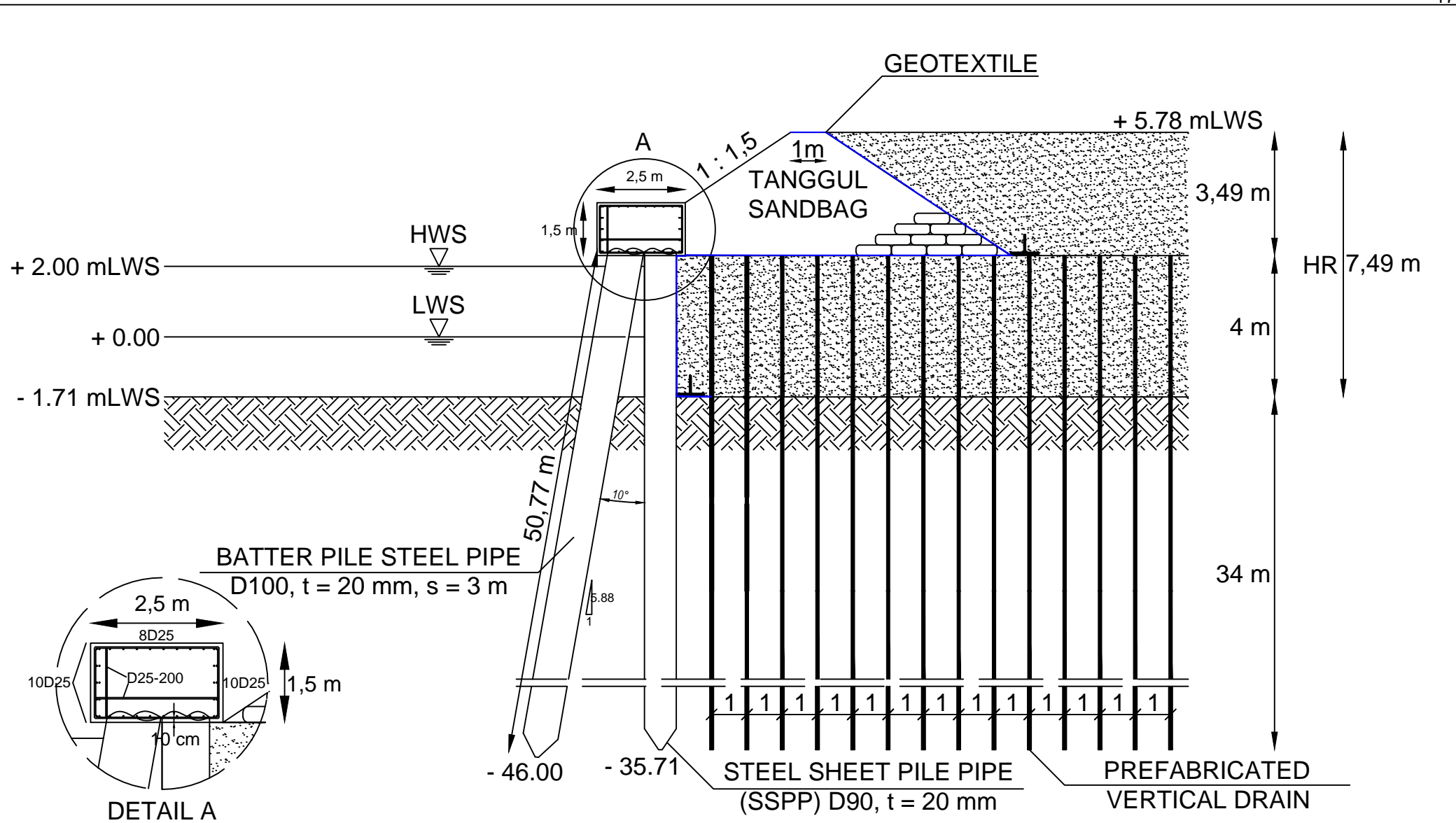
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	TITIK PEMASANGAN PVD & PHD ALTERNATIF 1	04
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
					0 1 5 10 m	13



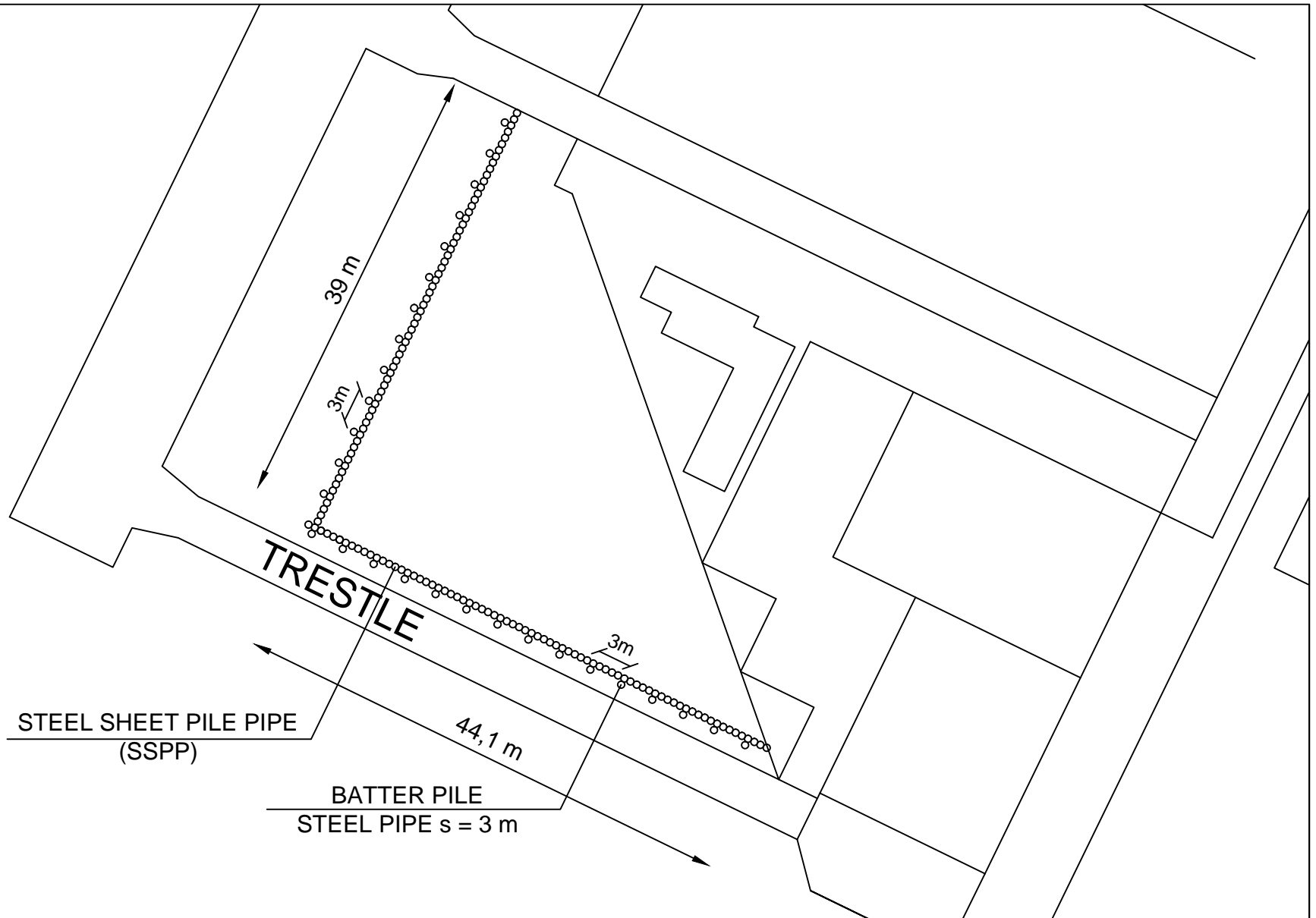
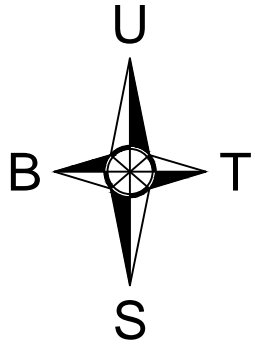
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	PERENCANAAN PERKUATAN MINIPILE, STEEL SHEET PILE PIPE (ALTERNATIF 1)	05
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
					13	



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1	06
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						13



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1	07
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						13



JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS
 TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA
 Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT

NAMA & NRP MAHASISWA

MUHAMMAD FAISAL HAQ
 3113100106

NAMA GAMBAR

DENAH PEMANCANGAN STEEL
 SHEET PILE PIPE
 (ALTERNATIF 2)

SKALA

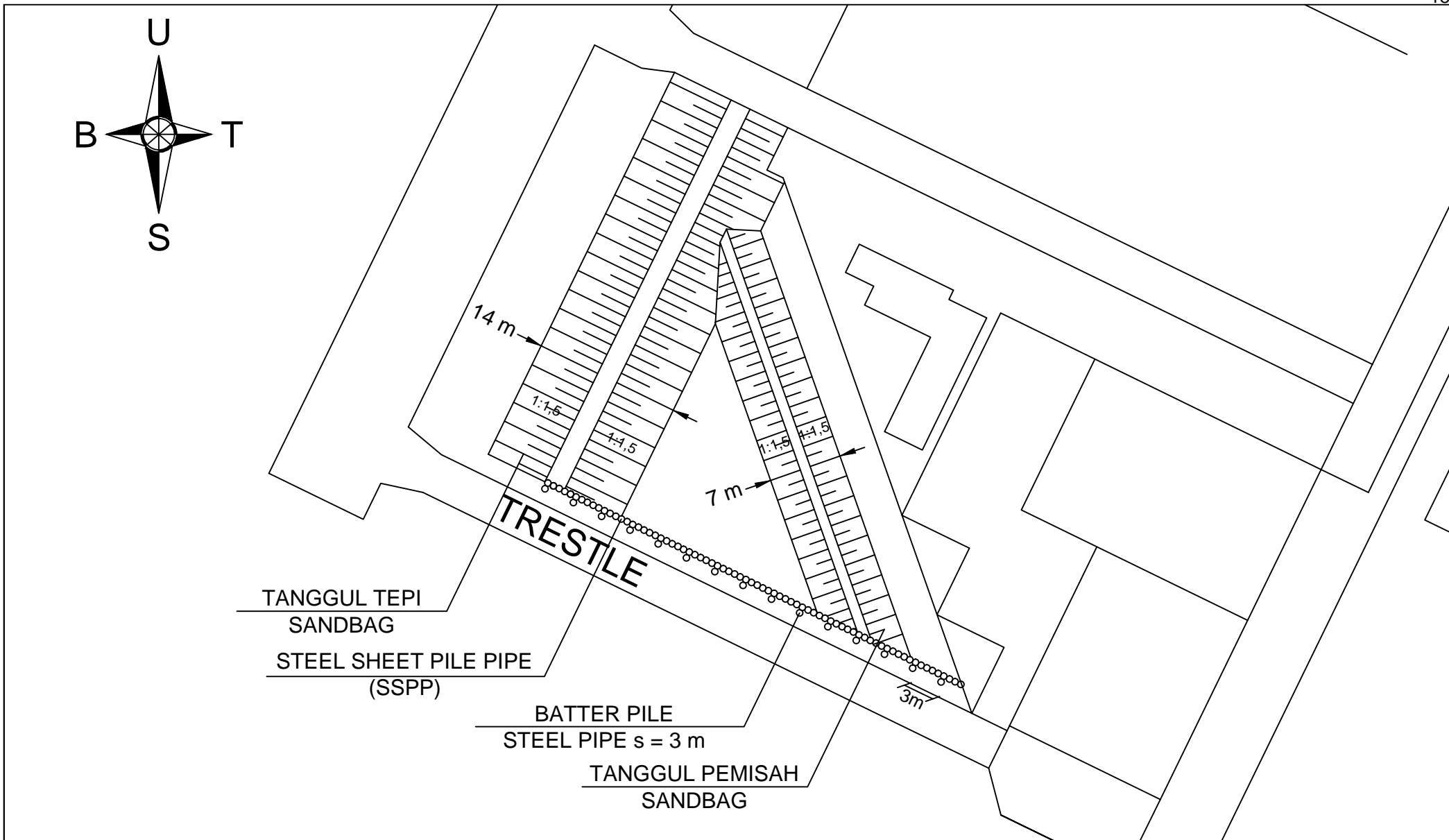
0 1 5 10 m

NOMOR GAMBAR

08

JUMLAH GAMBAR

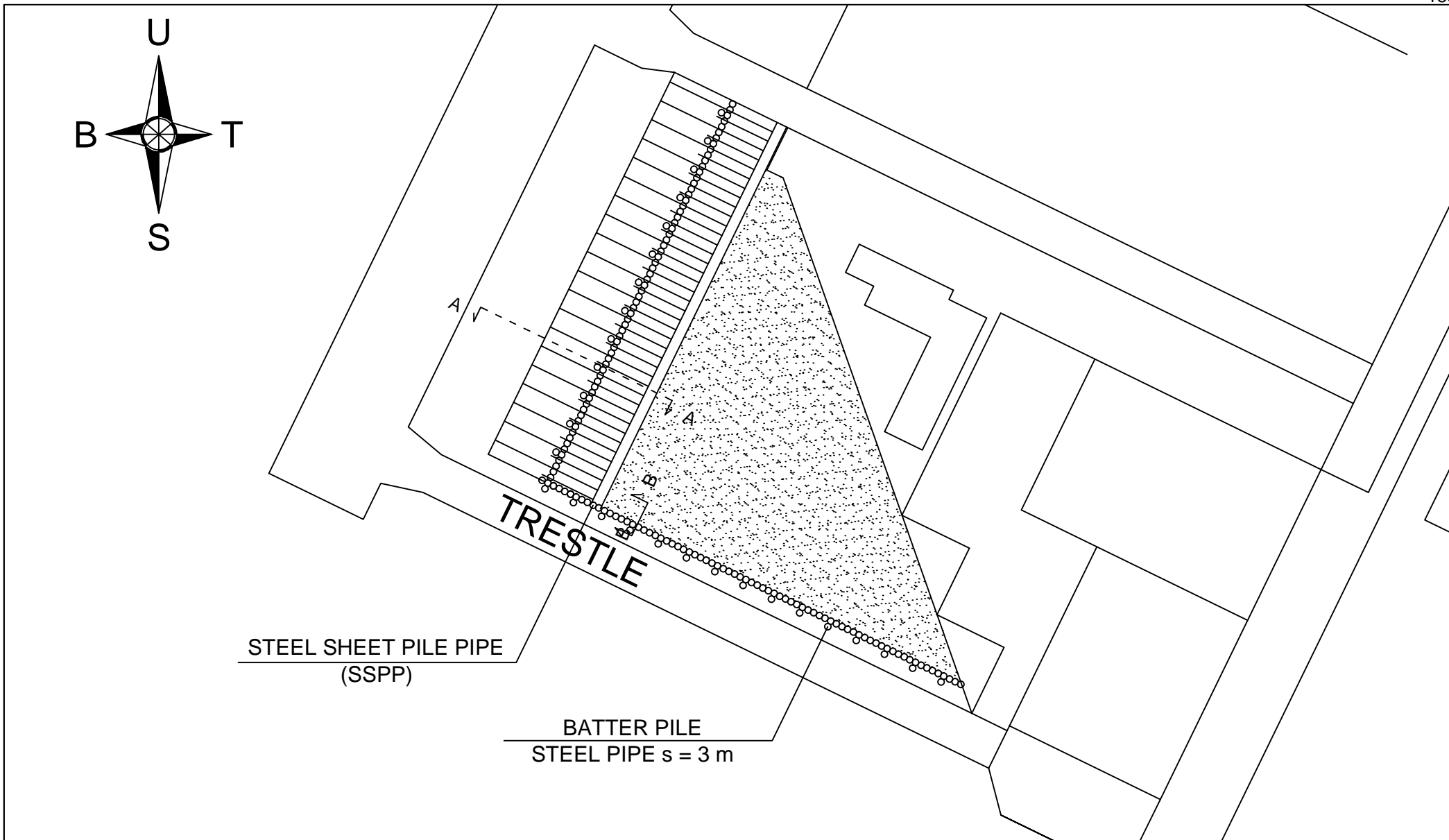
13



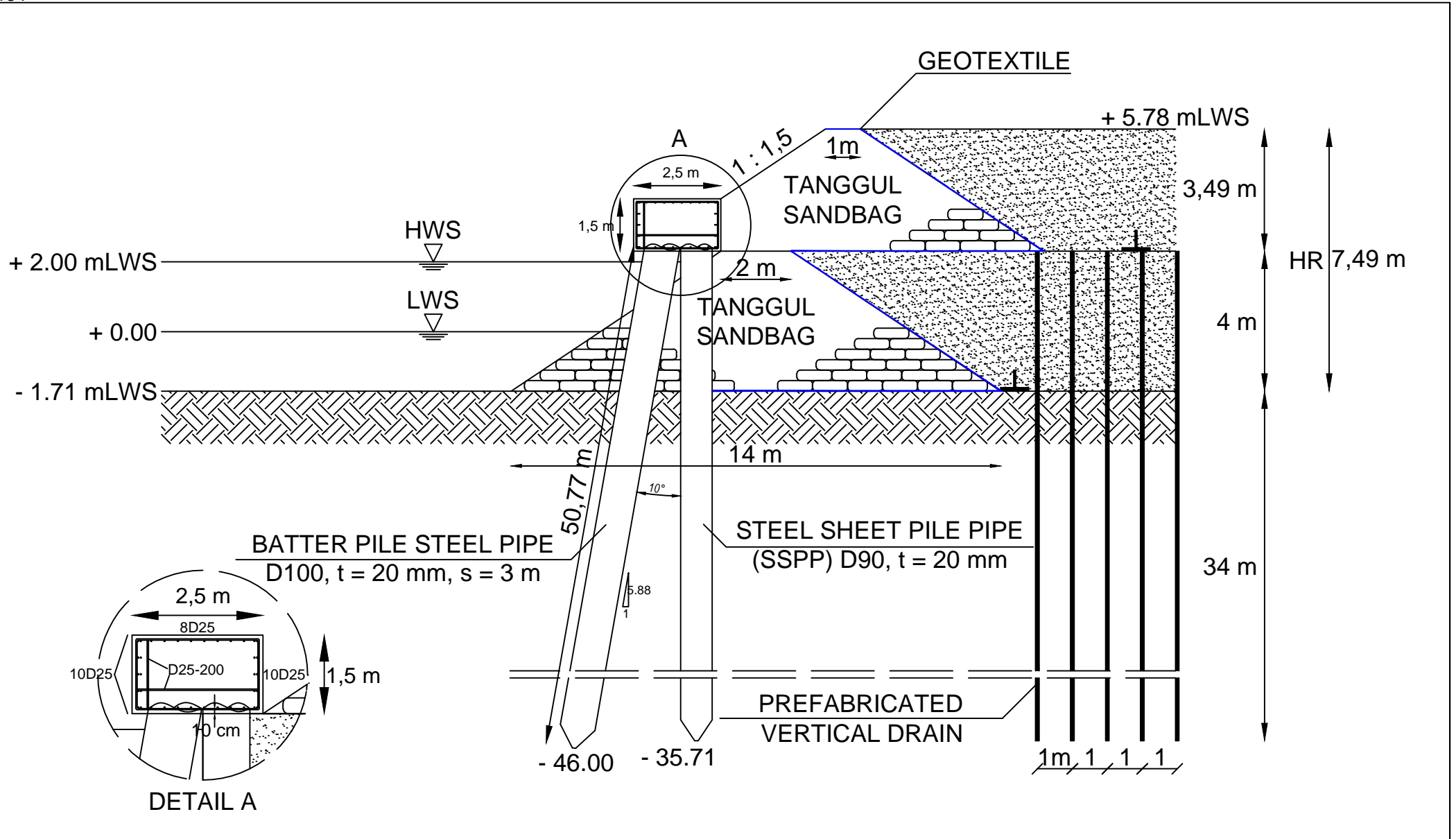
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	DENAH PEMASANGAN TANGGUL SANDBAG (ALTERNATIF 2)	09
					SKALA 	JUMLAH GAMBAR
					13	



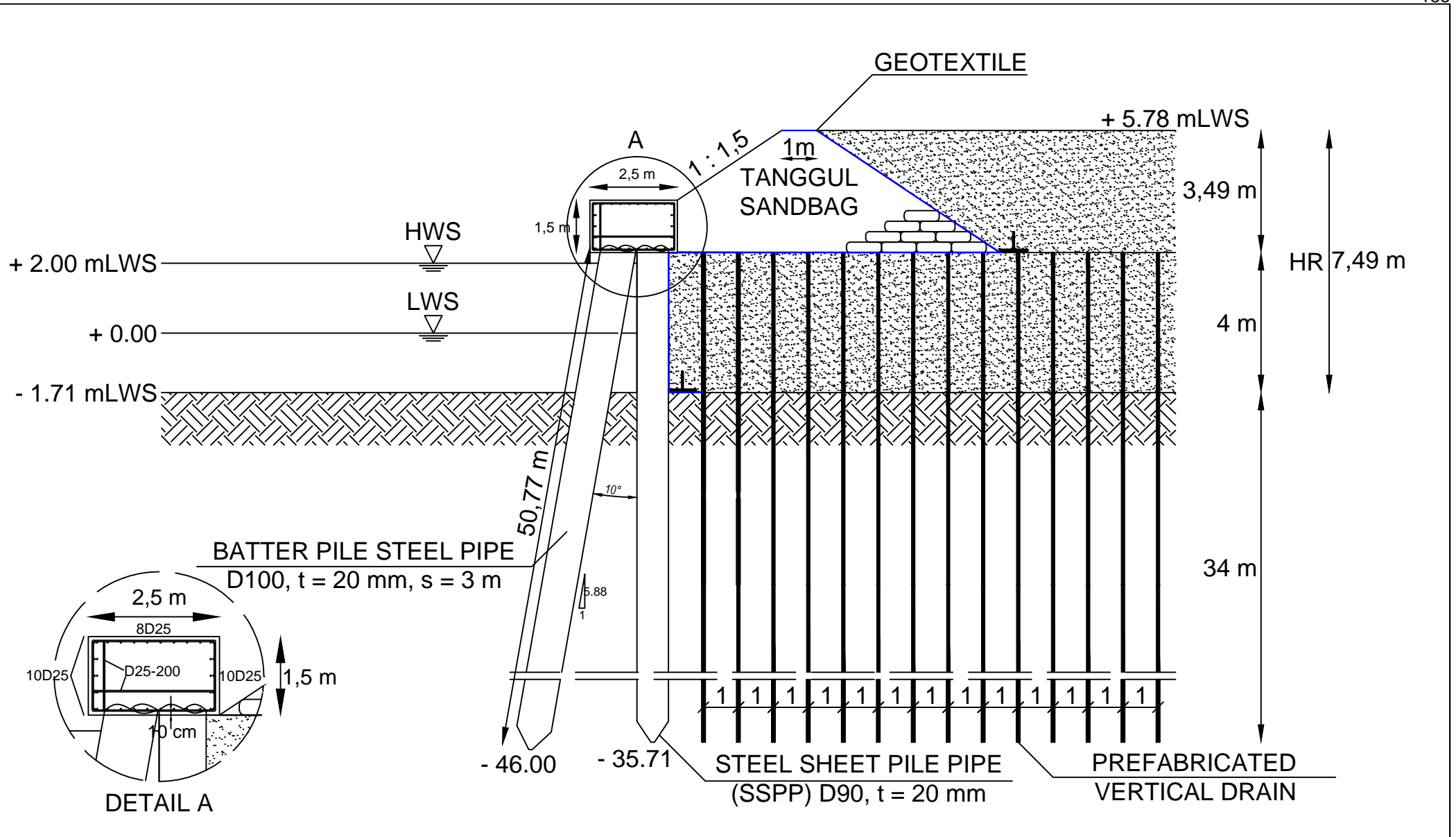
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	TITIK PEMASANGAN PVD & PHD (ALTERNATIF 2)	10
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
					0 1 5 10 m	13



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	PERENCANAAN PERKUATAN STEEL SHEET PILE PIPE (ALTERNATIF 2)	11
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
					0 1 5 10 m	13



	<p>JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2	12
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						13



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 2	13
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						13

“halaman ini sengaja dikosongkan”

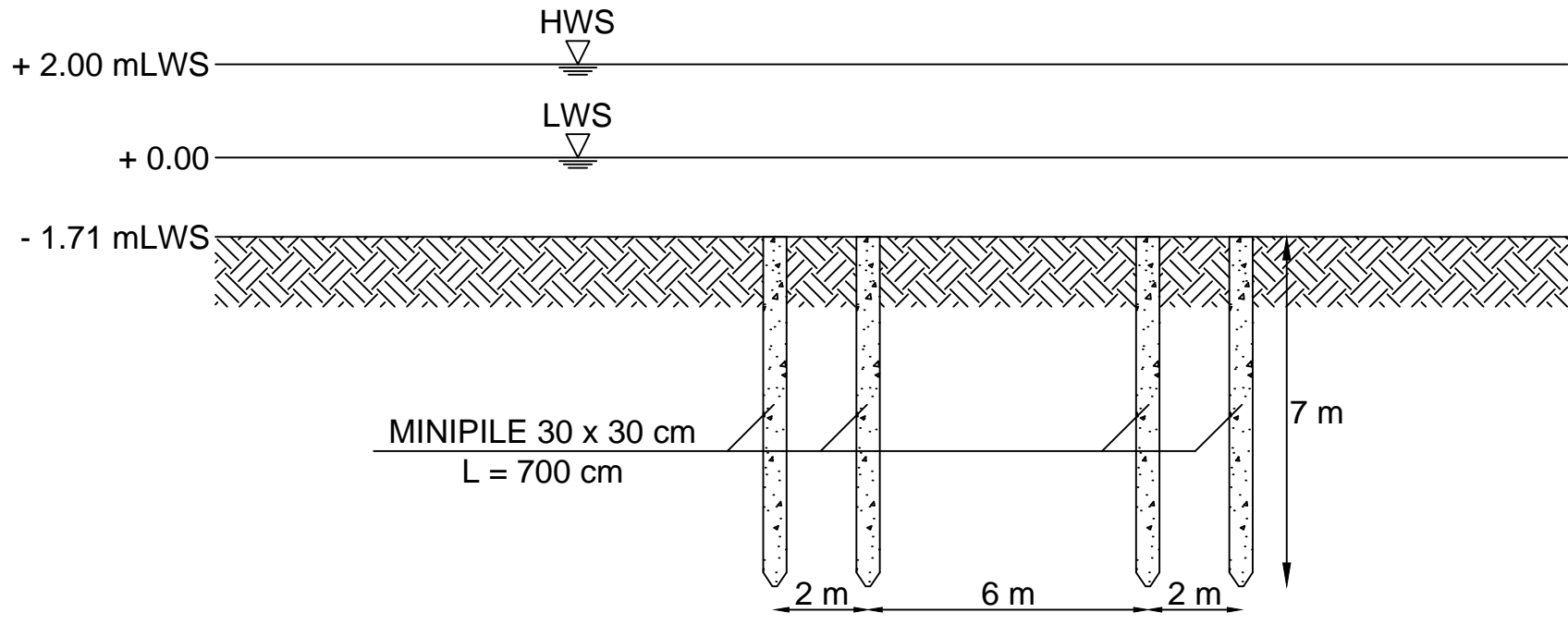
LAMPIRAN 4

METODE PELAKSANAAN

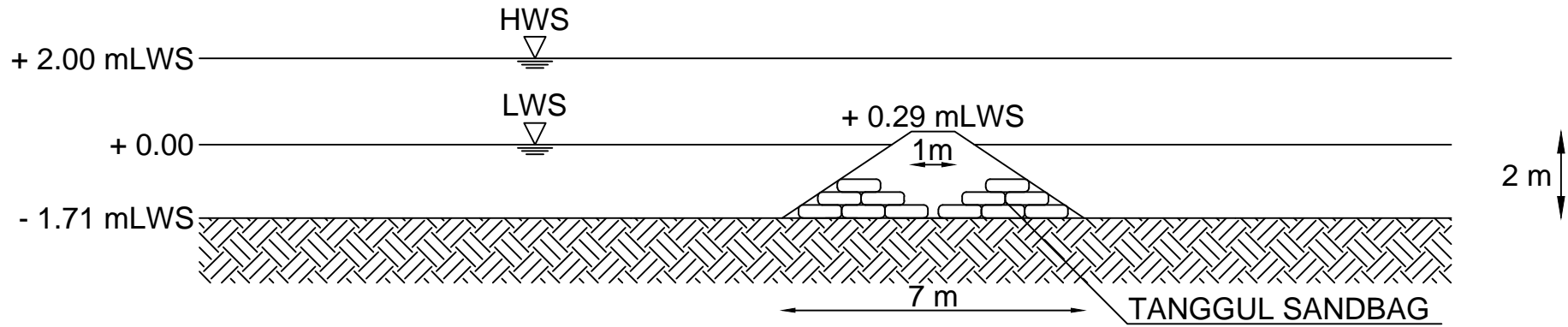
DAFTAR ISI

Gambar 1 Pot A-A Alternatif 1 Pemancangan Minipile ...	189
Gambar 2 Alternatif 1 Pot Melintang Tanggul Pemisah ...	190
Gambar 3 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Tanggul Sandbag Tepi	191
Gambar 4 Pot A-A Alternatif 1 Pengurangan Reklamasi dan Pemasangan Instrumen	192
Gambar 5 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan PVD & PHD	193
Gambar 6 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Tanggul Atas	194
Gambar 7 Pot A-A Alternatif 1 Pengurangan Reklamasi (Lanjutan)	195
Gambar 8 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Geotextile ...	196
Gambar 9 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Berm	197
Gambar 10 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Secondary Layer	198
Gambar 11 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Primary Layer	199
Gambar 12 Pot A-A Alternatif 1 Pemasangan Tanggul Atas	200

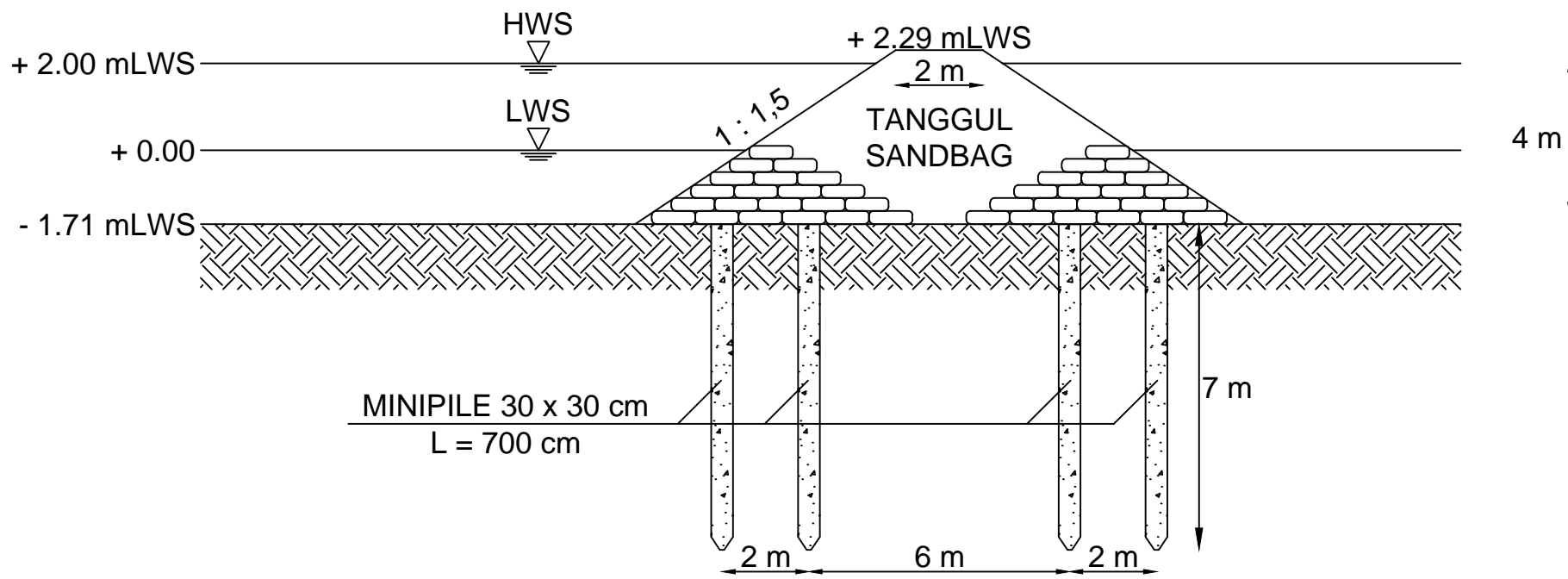
Gambar 13 Pot A-A Alternatif 1 Pengurugan Reklamasi (Lanjutan)	201
Gambar 14 Alternatif 2 Pot Melintang Tanggul Pemisah .	202
Gambar 15 Pot A-A Alternatif 2 Pemasangan Tanggul Sandbag Tepi	203
Gambar 16 Pot A-A Alternatif 2 Pengurugan Reklamasi dan Pemasangan Instrumen	204
Gambar 17 Pot A-A Alternatif 2 Pemasangan PVD	205
Gambar 18 Pot A-A Alternatif 2 Pemancangan Sheet Pile	206
Gambar 19 Pot A-A Alternatif 2 Pemasangan Tanggul Atas	207
Gambar 20 Pot A-A Alternatif 2 Pengurugan Reklamasi (Lanjutan)	208
Gambar 21 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pemancangan Sheet Pile Tegak	209
Gambar 22 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pengurugan Reklamasi dan Pemasangan Instrumen	210
Gambar 23 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pemasangan PVD....	211
Gambar 24 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pemancangan Batter Pile	212
Gambar 25 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pemasangan Tanggul Atas	213
Gambar 26 Pot B-B Alternatif 1 & 2 Pengurugan Reklamasi (Lanjutan)	214



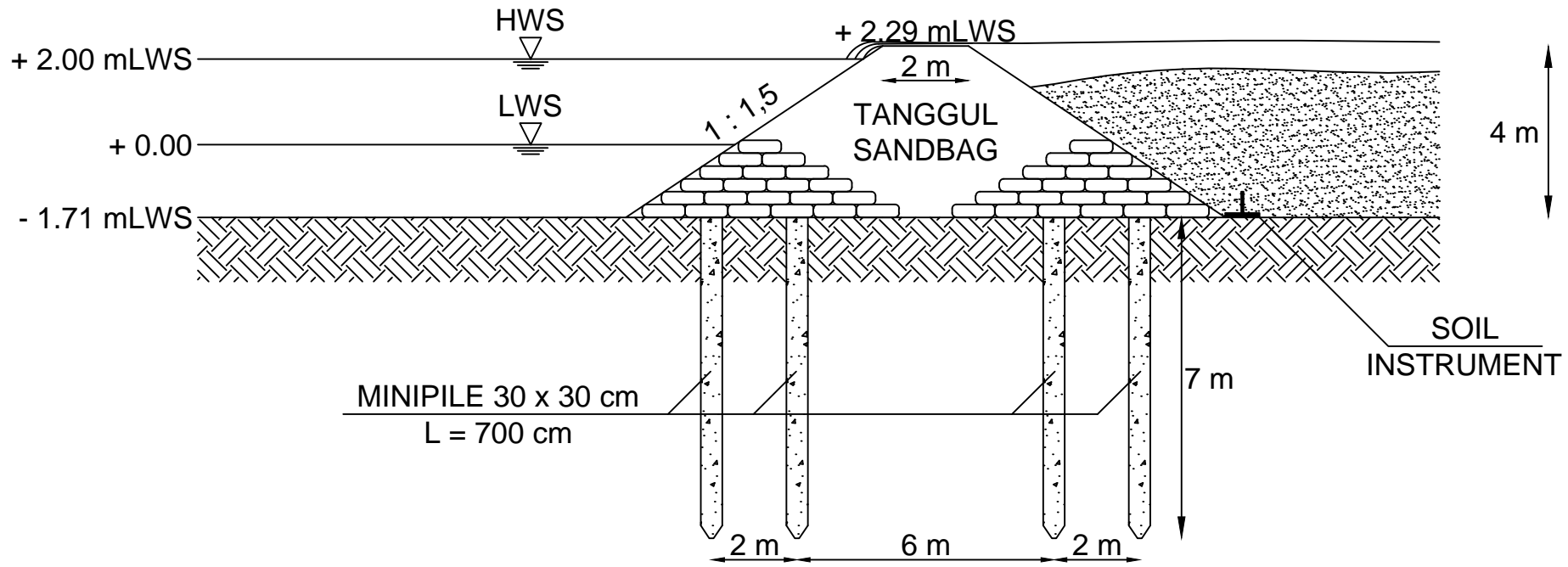
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMANCANGAN MINIPILE	01
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



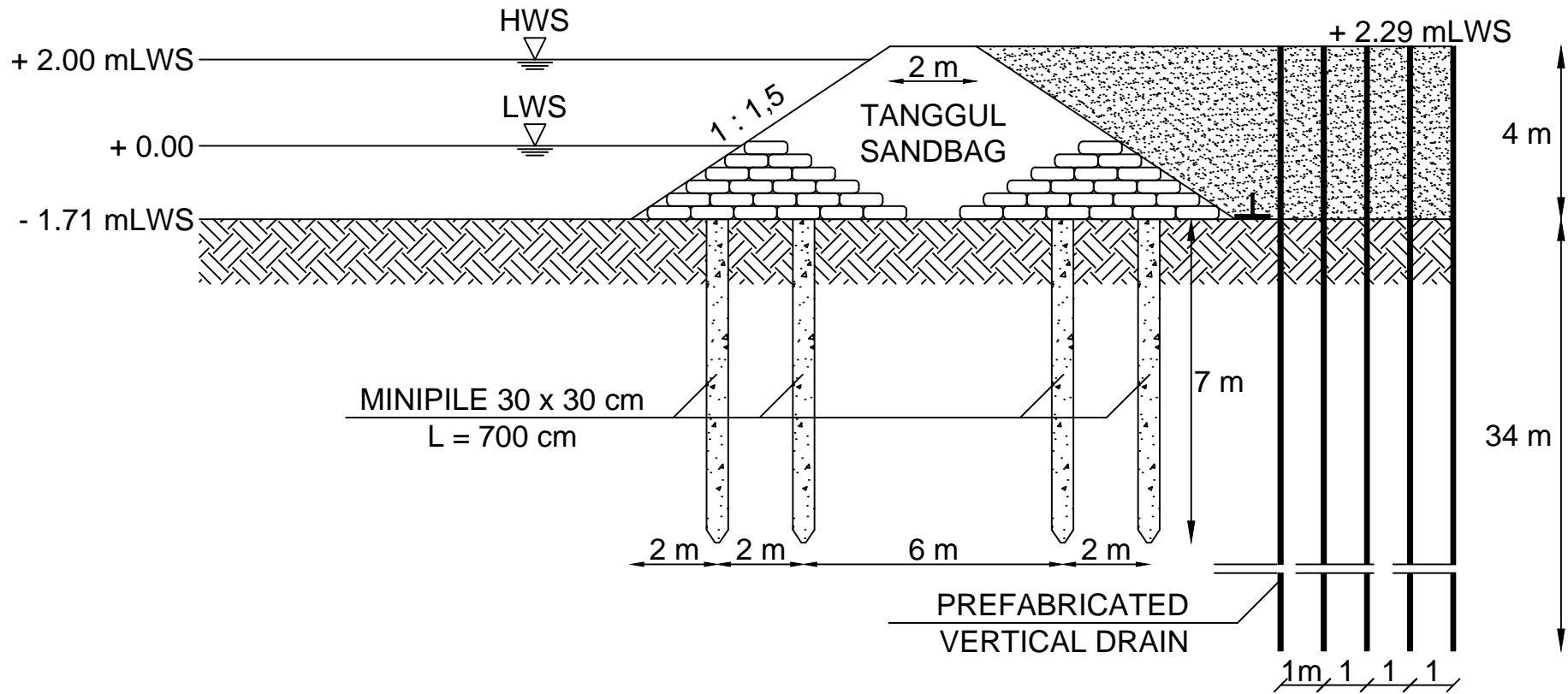
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	ALTERNATIF 1: POT MELINTANG TANGGUL PEMISAH	02
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



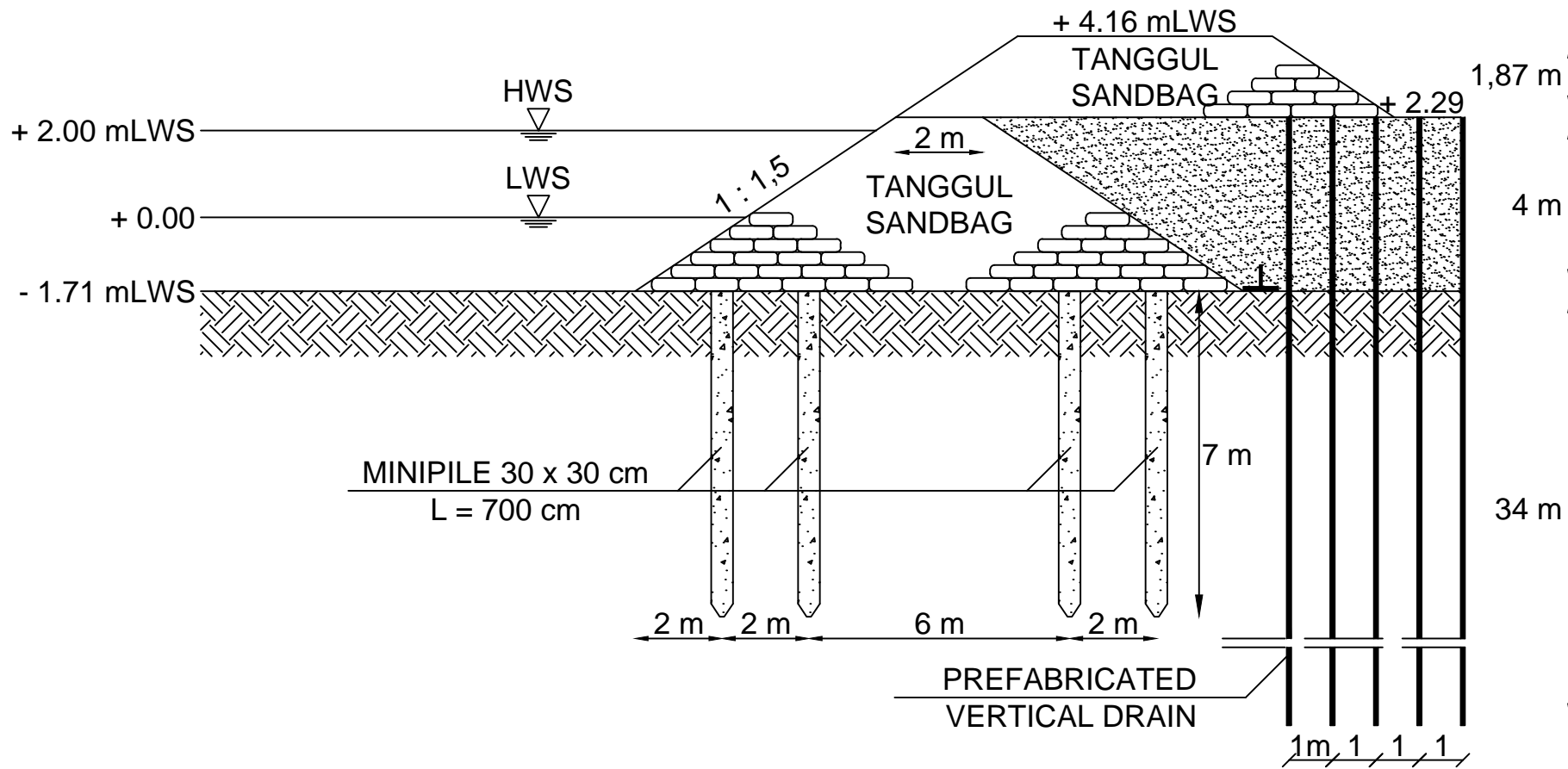
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN TANGGUL SANDBAG TEPI	03
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



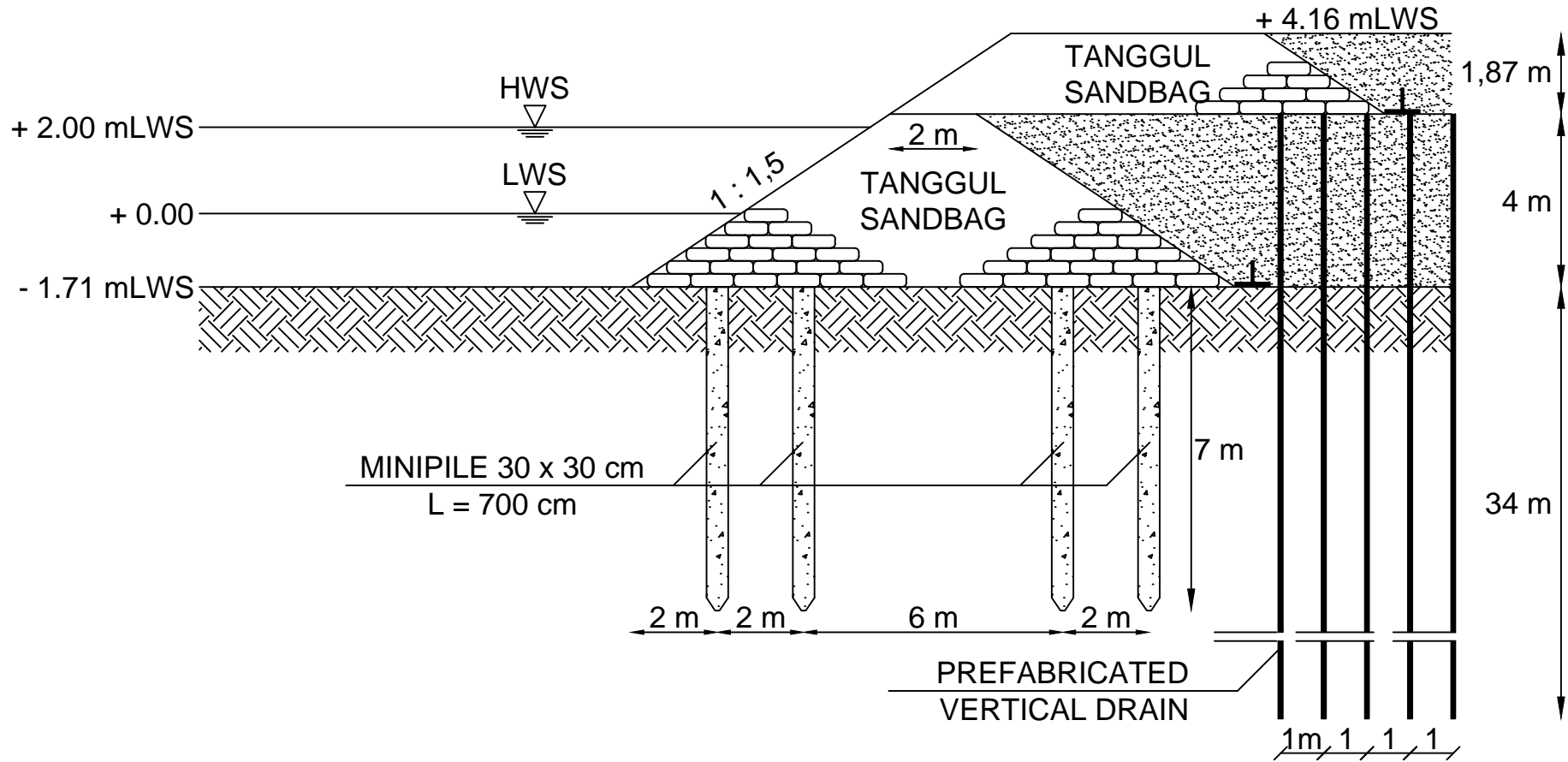
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PENGURUGAN REKLAMASI DAN PEMASANGAN INSTRUMEN	04
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



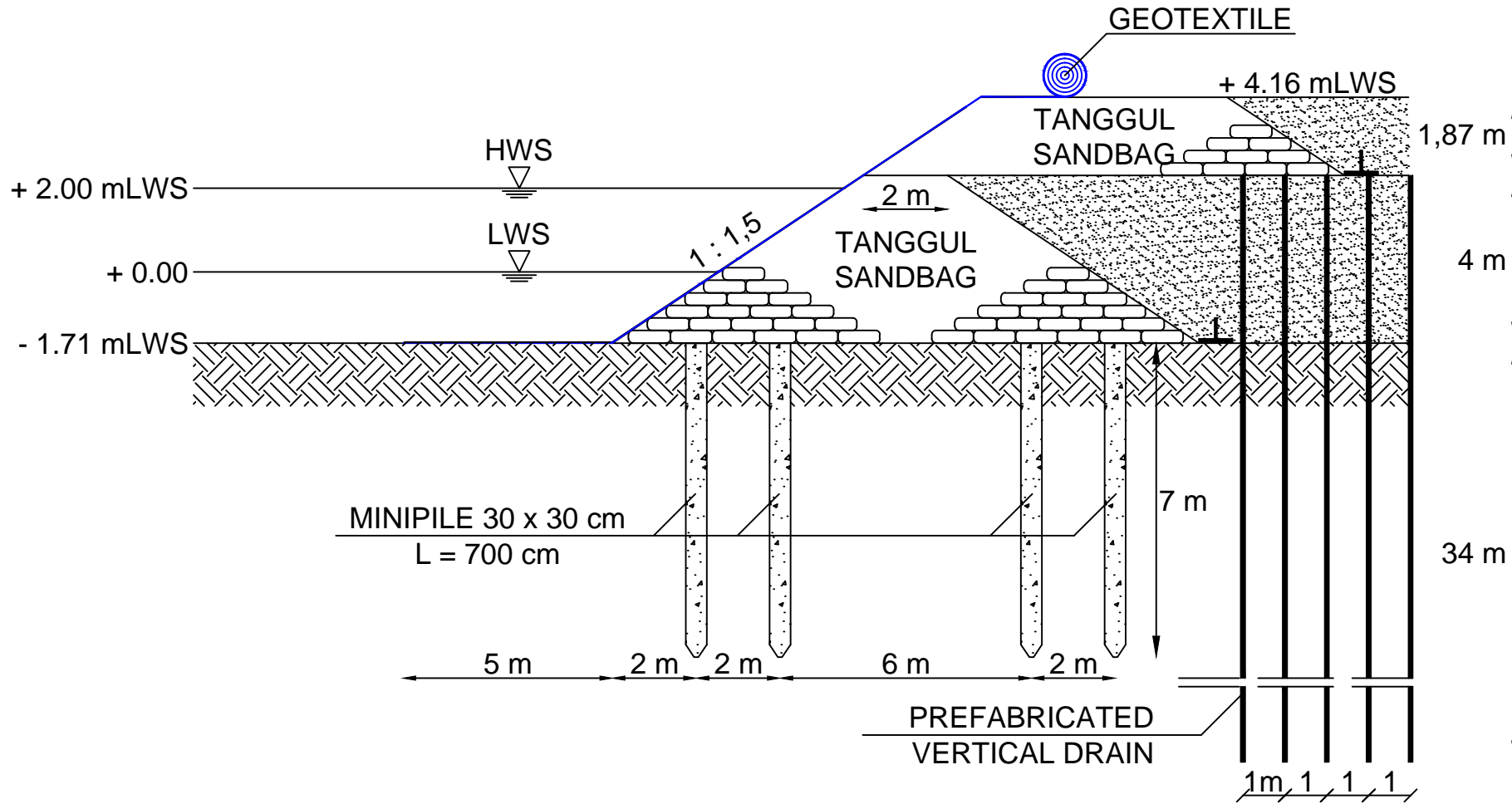
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN PVD	05
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



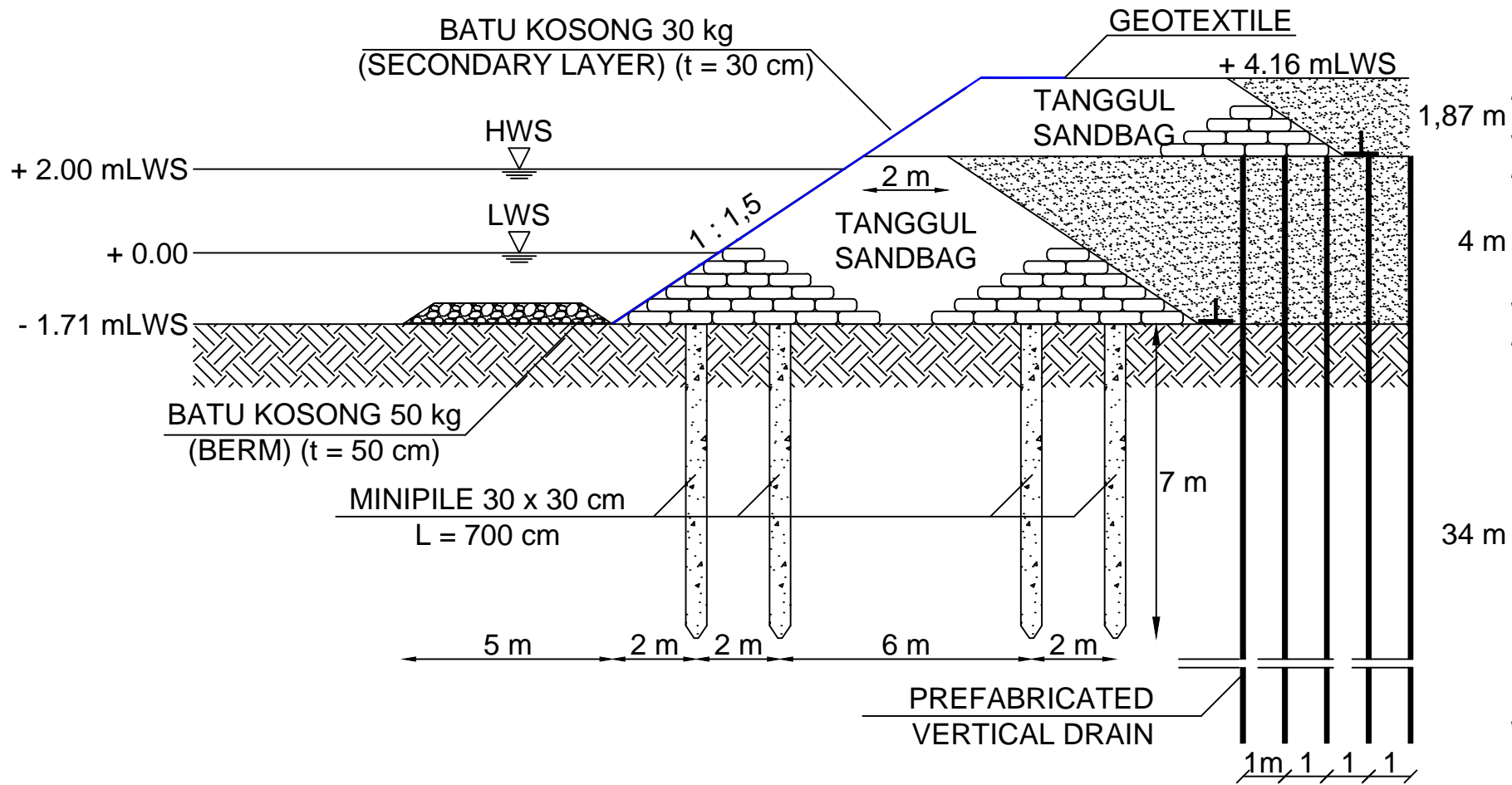
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN TANGGUL ATAS	06
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



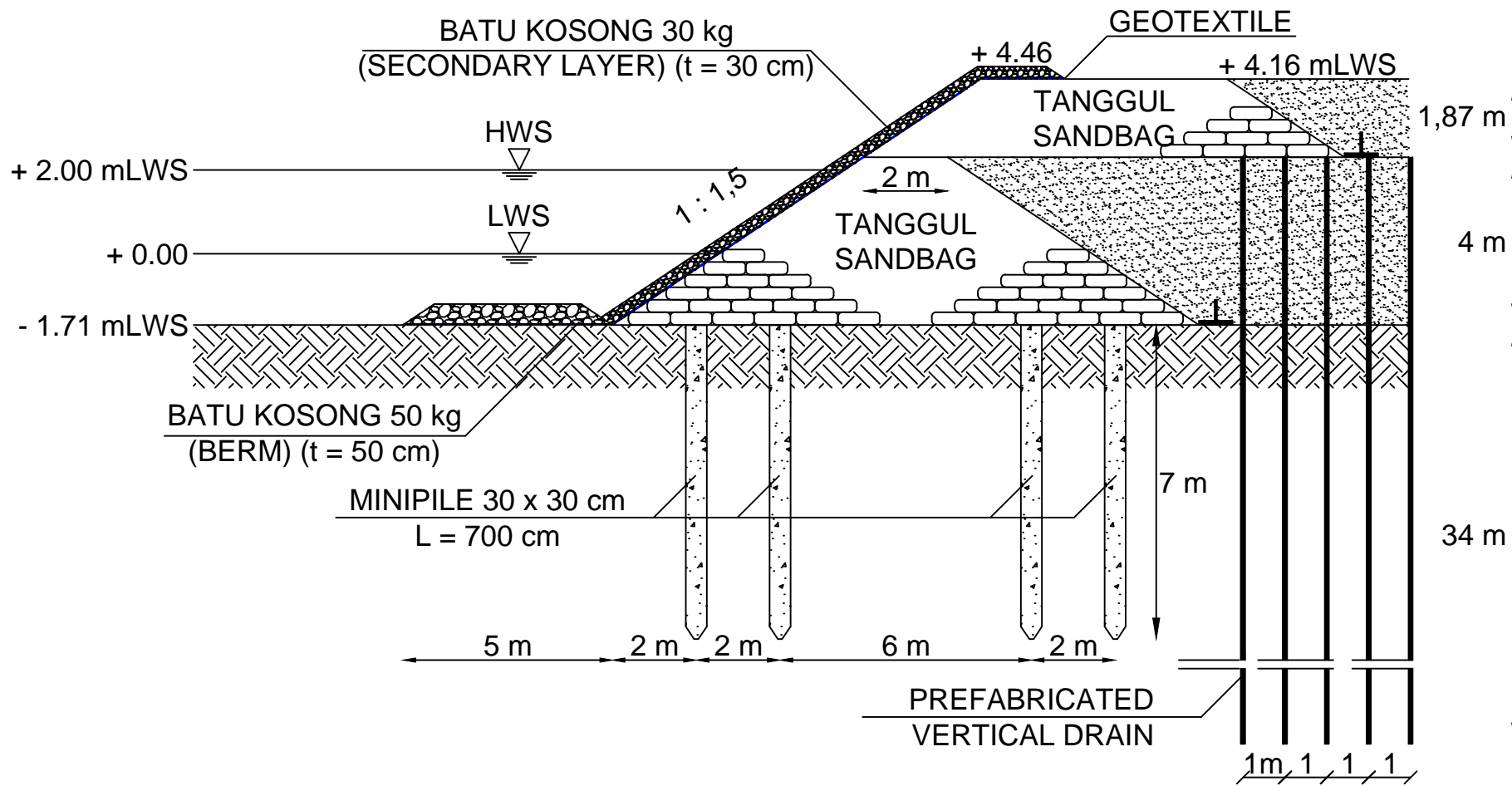
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PENGURUGAN REKLAMASI (LANJUTAN)	07
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



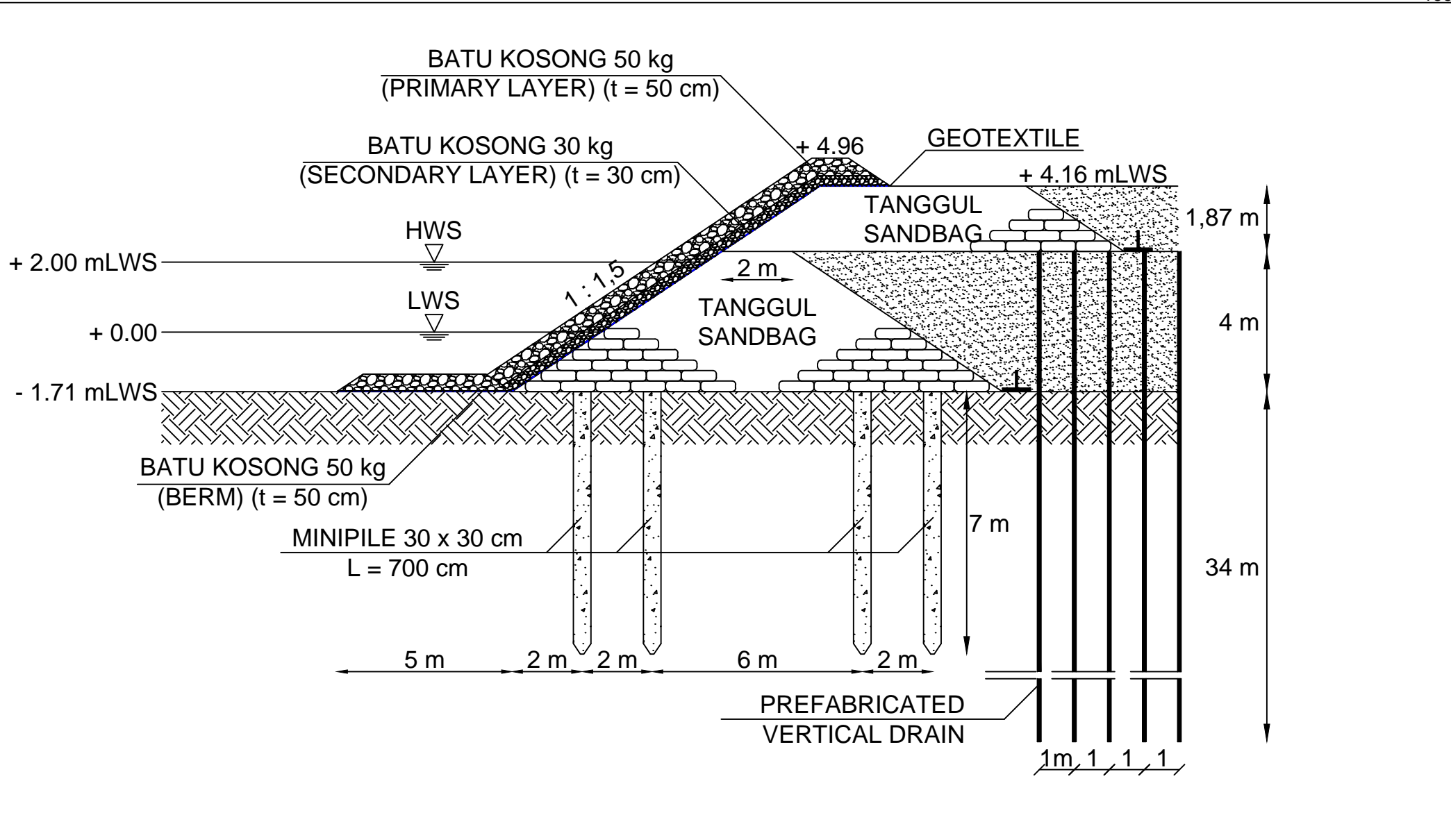
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN GEOTEXTILE	08
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



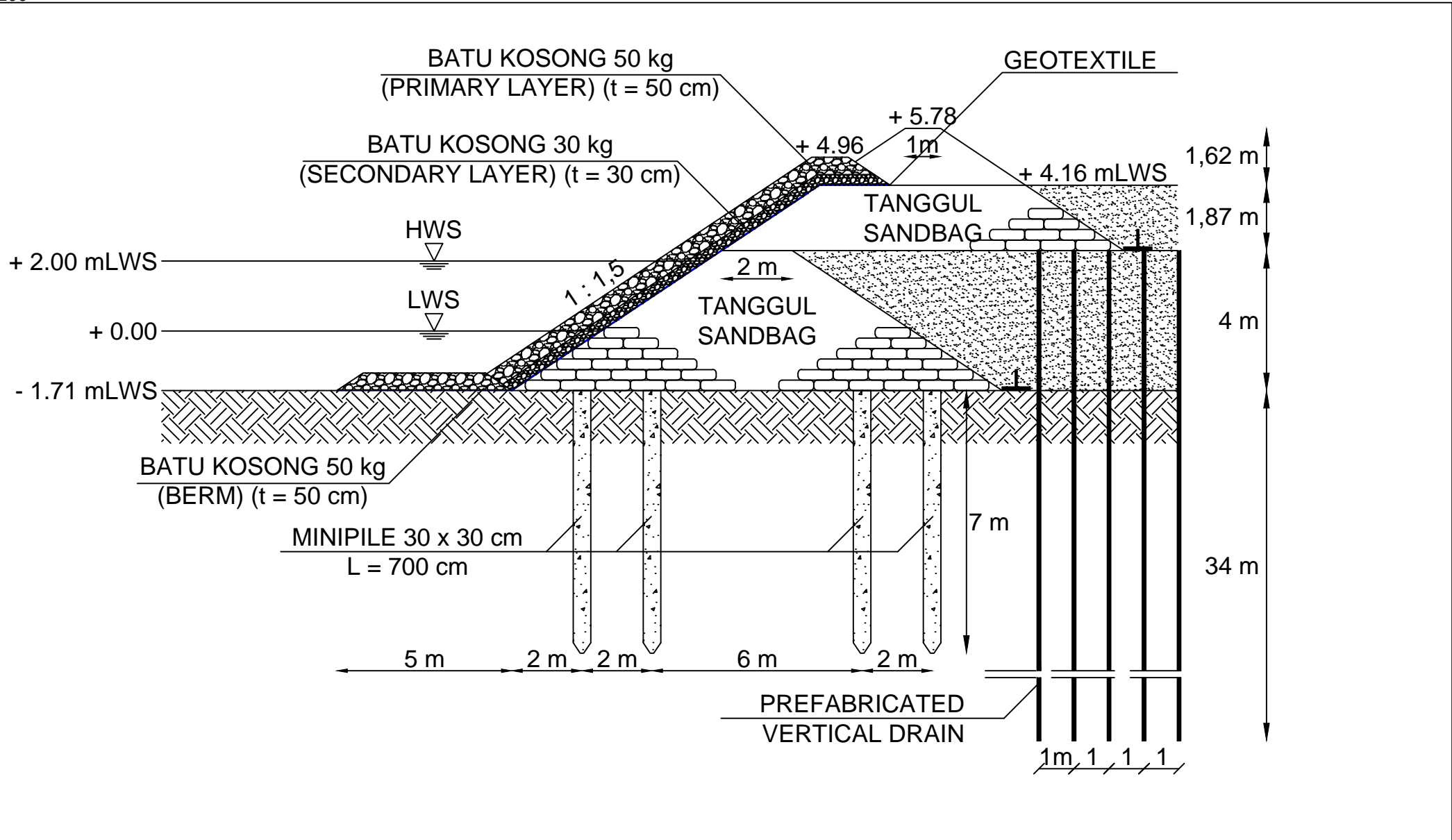
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN BERM	09
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



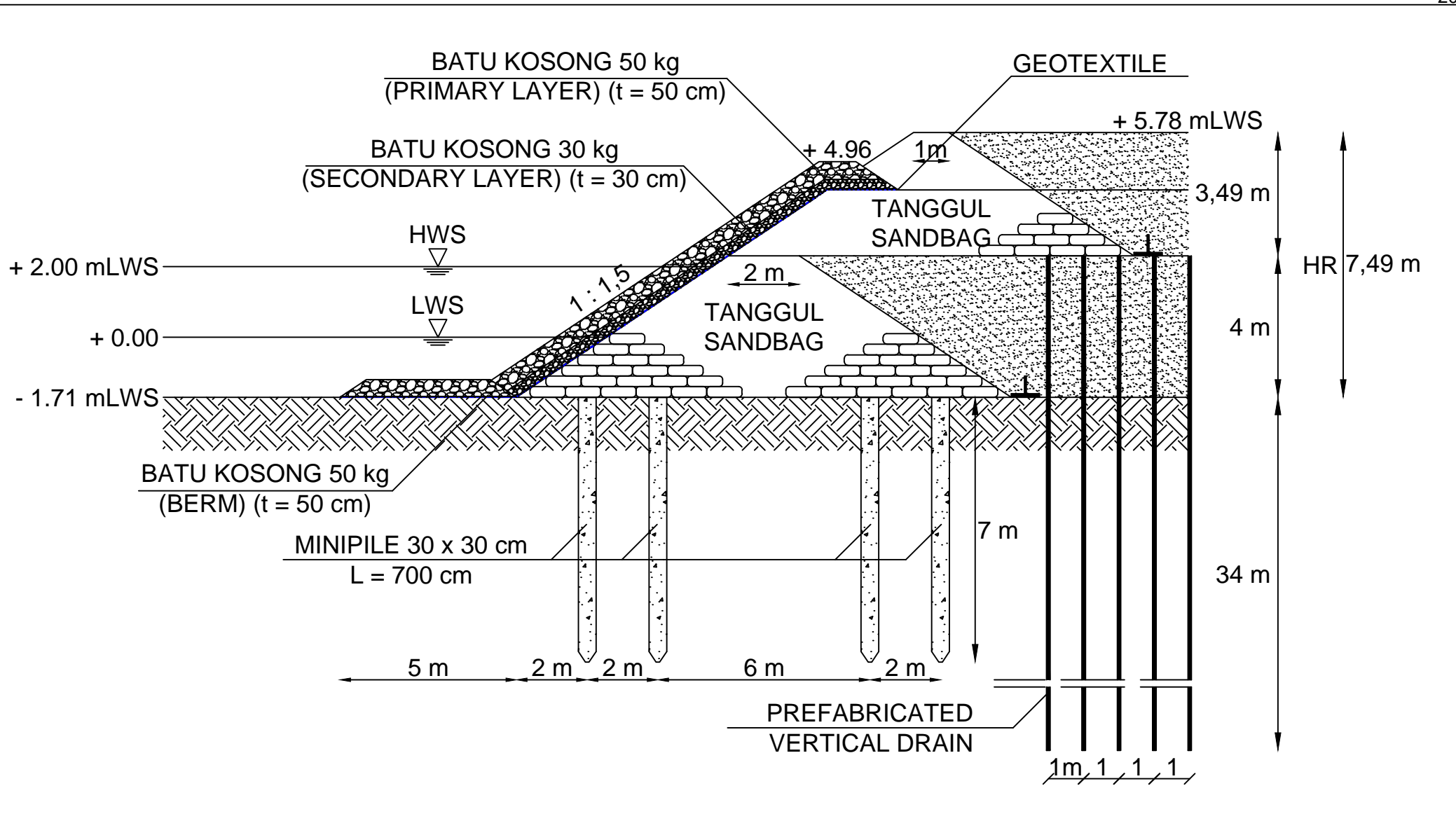
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN SECONDARY LAYER	10
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



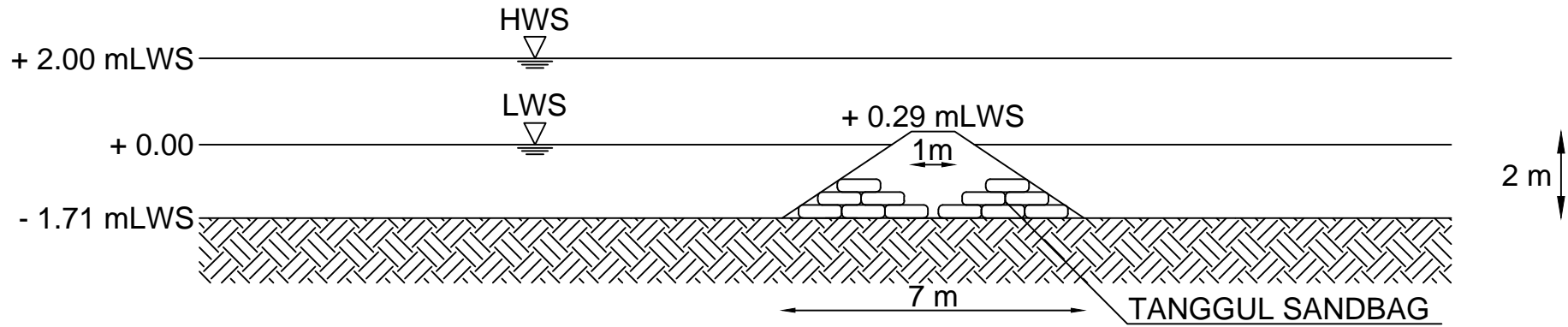
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN PRIMARY LAYER	11
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



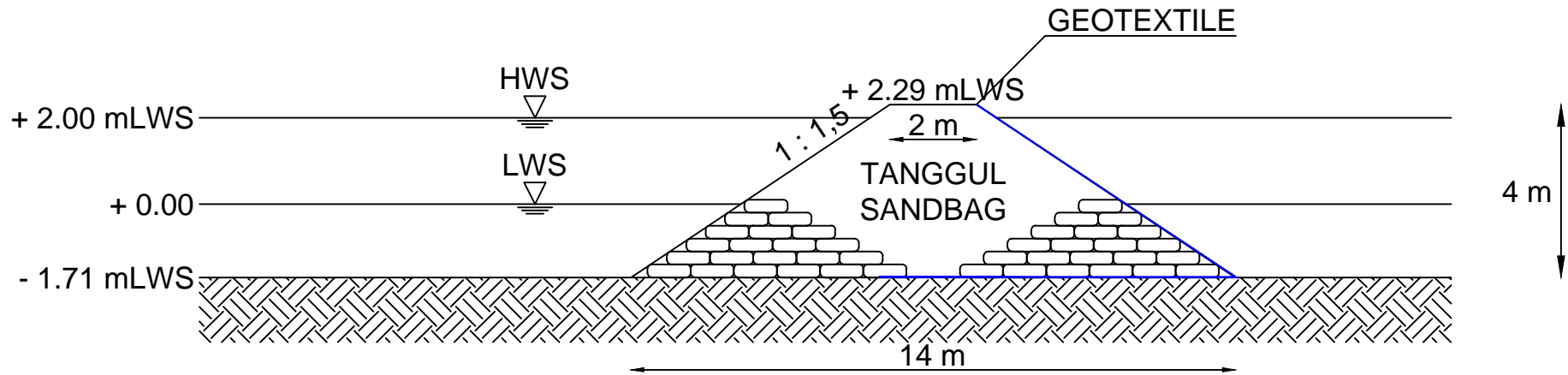
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PEMASANGAN TANGGUL ATAS	12
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



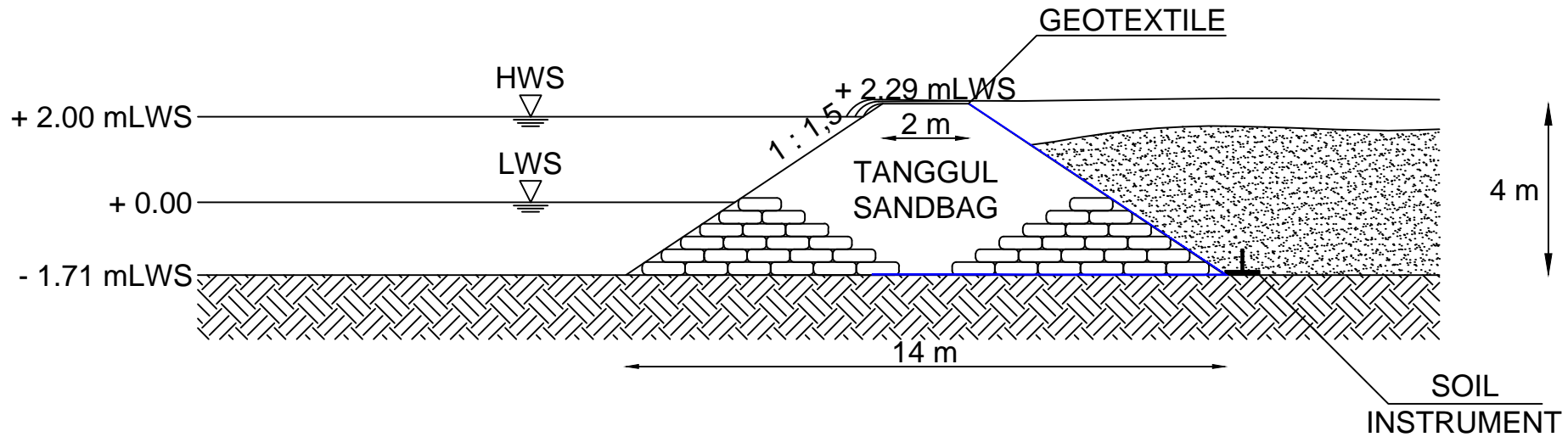
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 1: PENGURUGAN REKLAMASI (LANJUTAN)	13
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



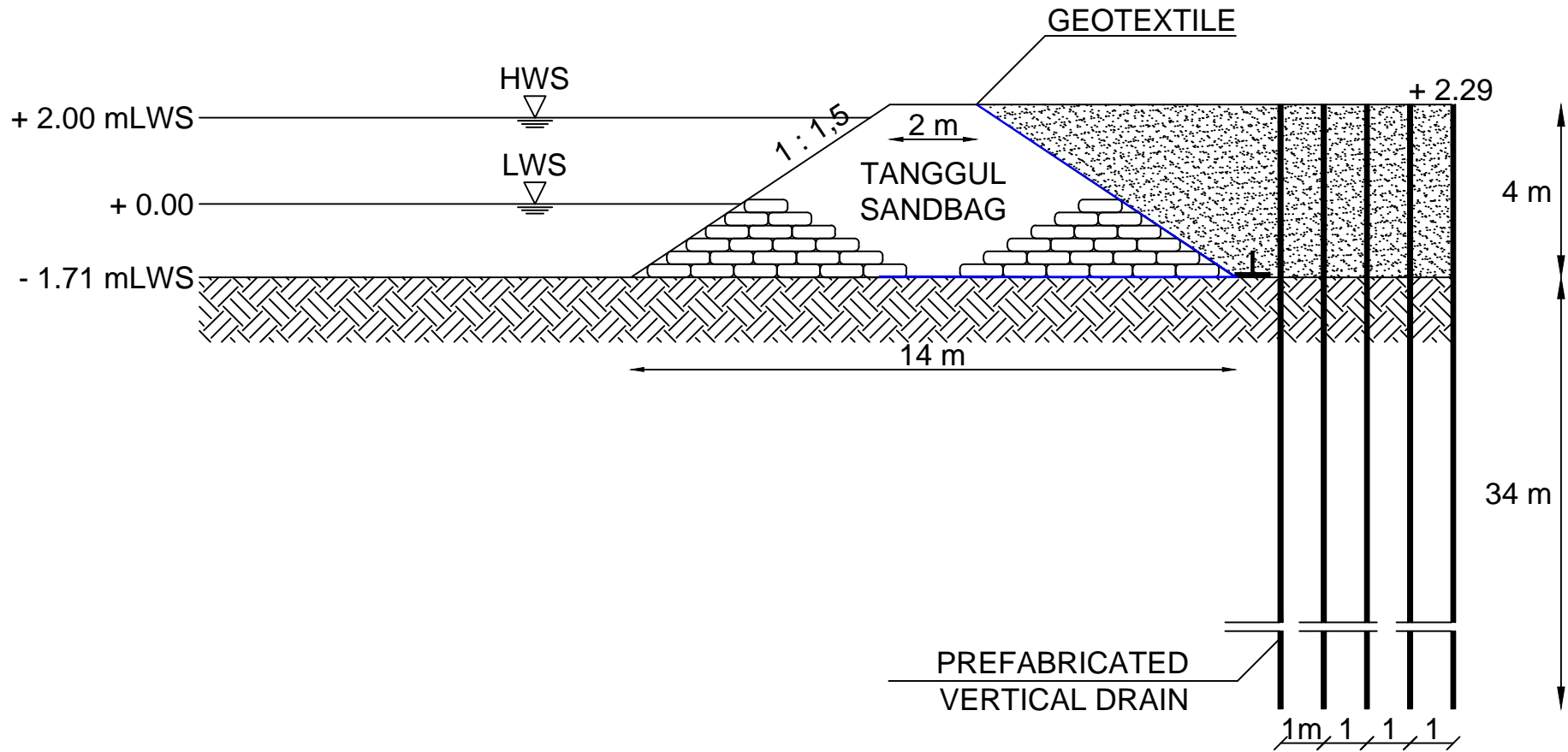
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	ALTERNATIF 2: POTONGAN MELINTANG TANGGUL PEMISAH	14
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



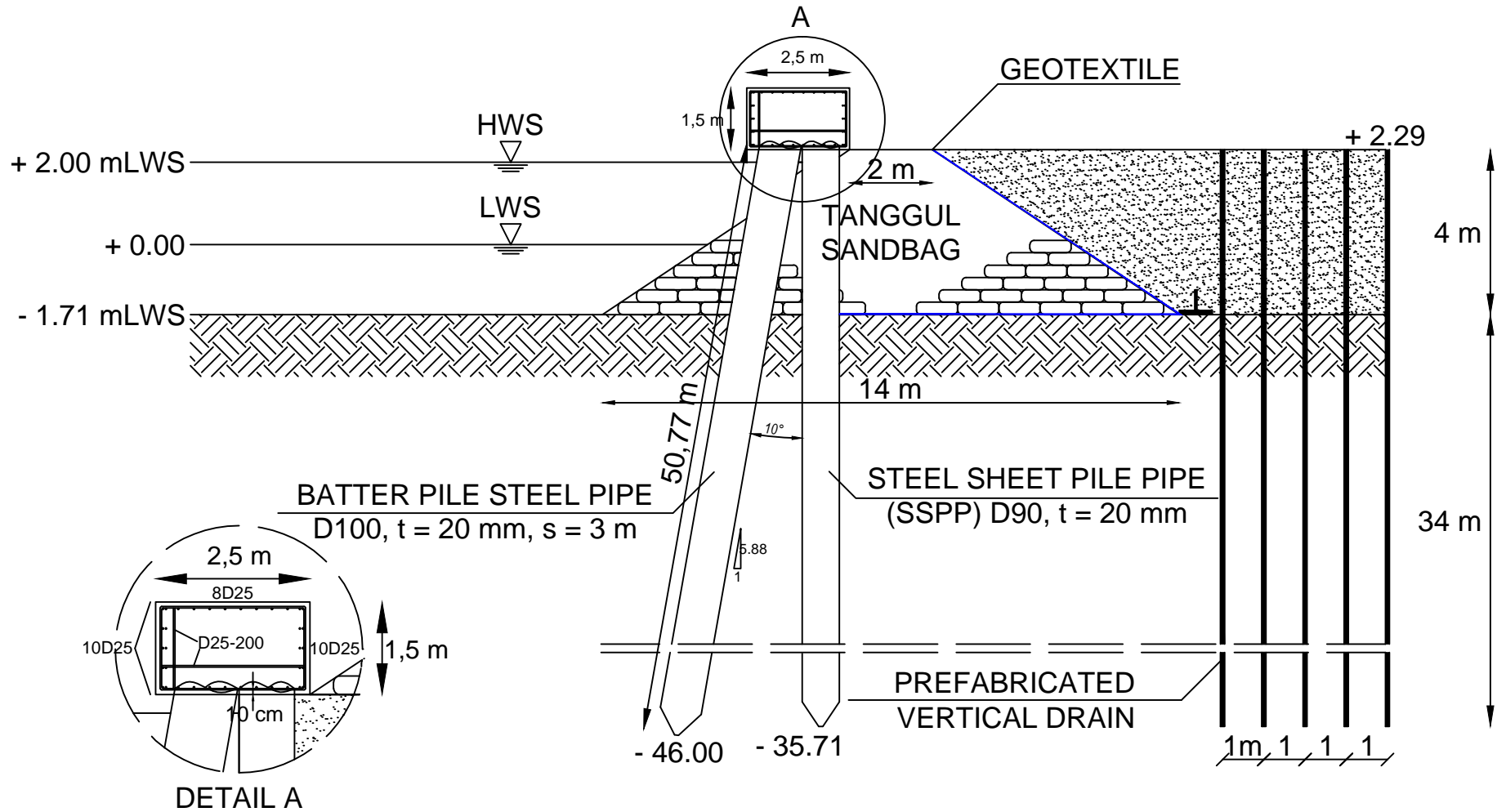
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PEMASANGAN TANGGUL SANDBAG TEPI	15
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



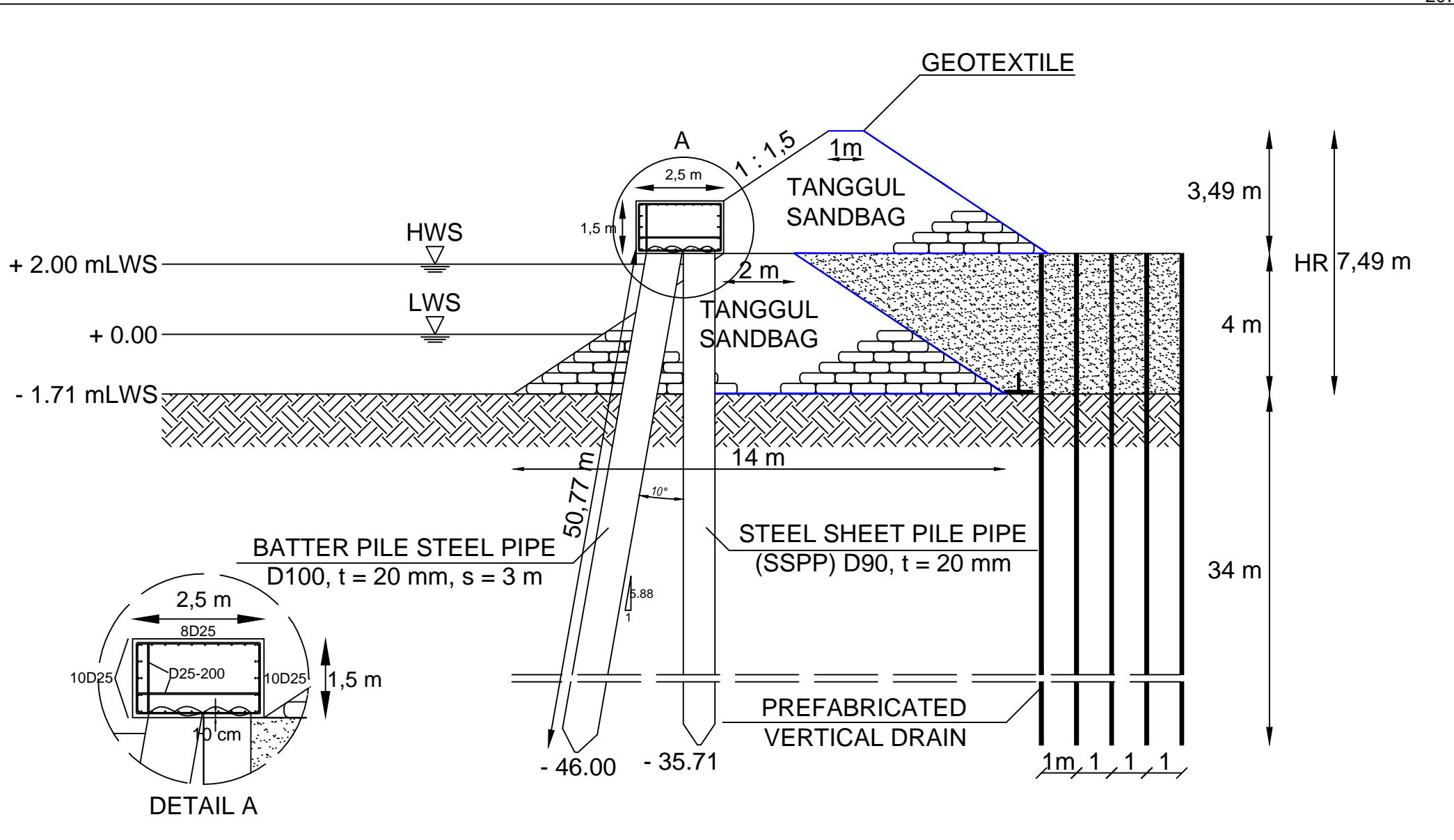
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PENGURUGAN REKLAMASI DAN PEMASANGAN INSTRUMEN	16
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



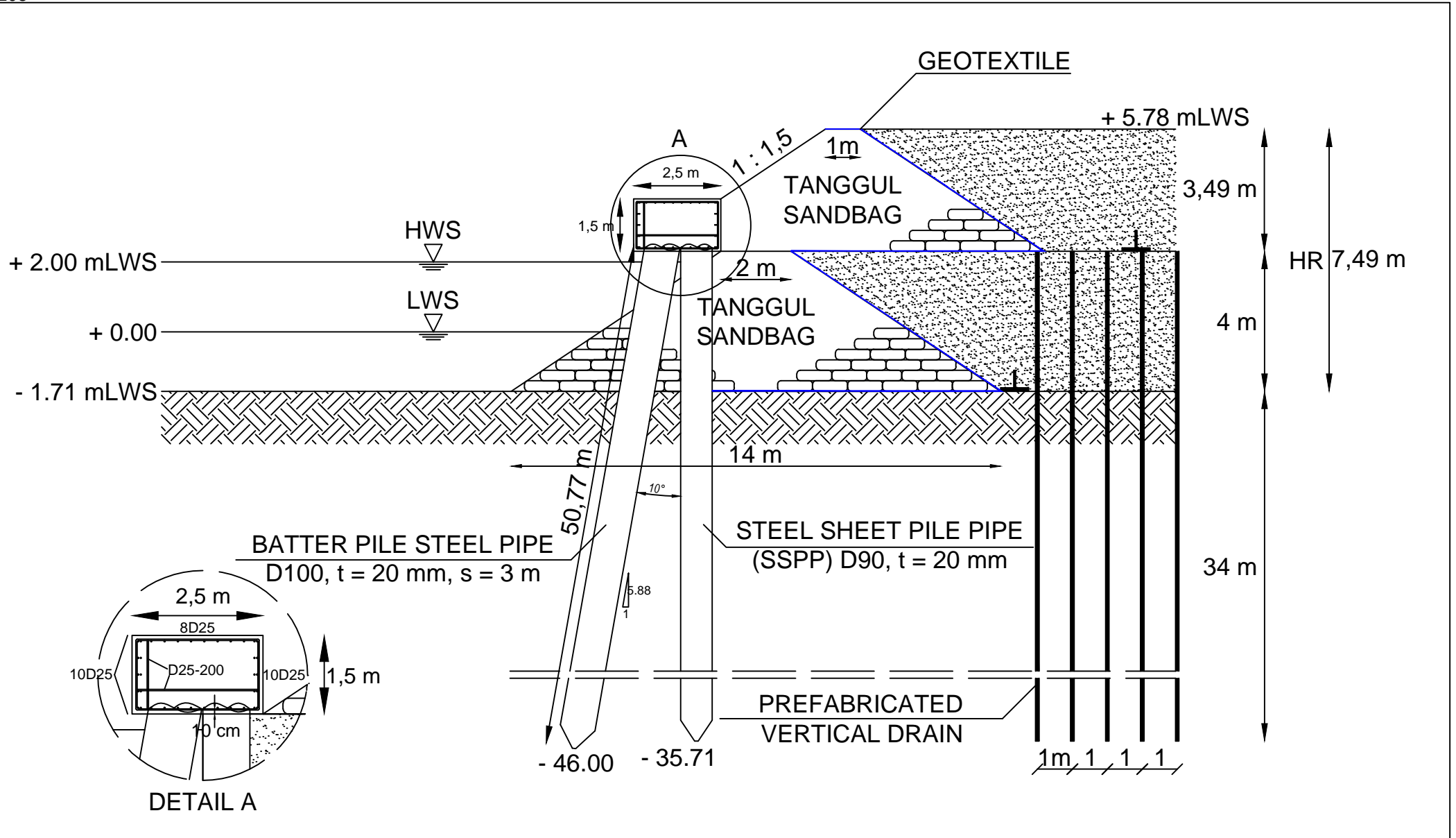
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PEMASANGAN PVD	17
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



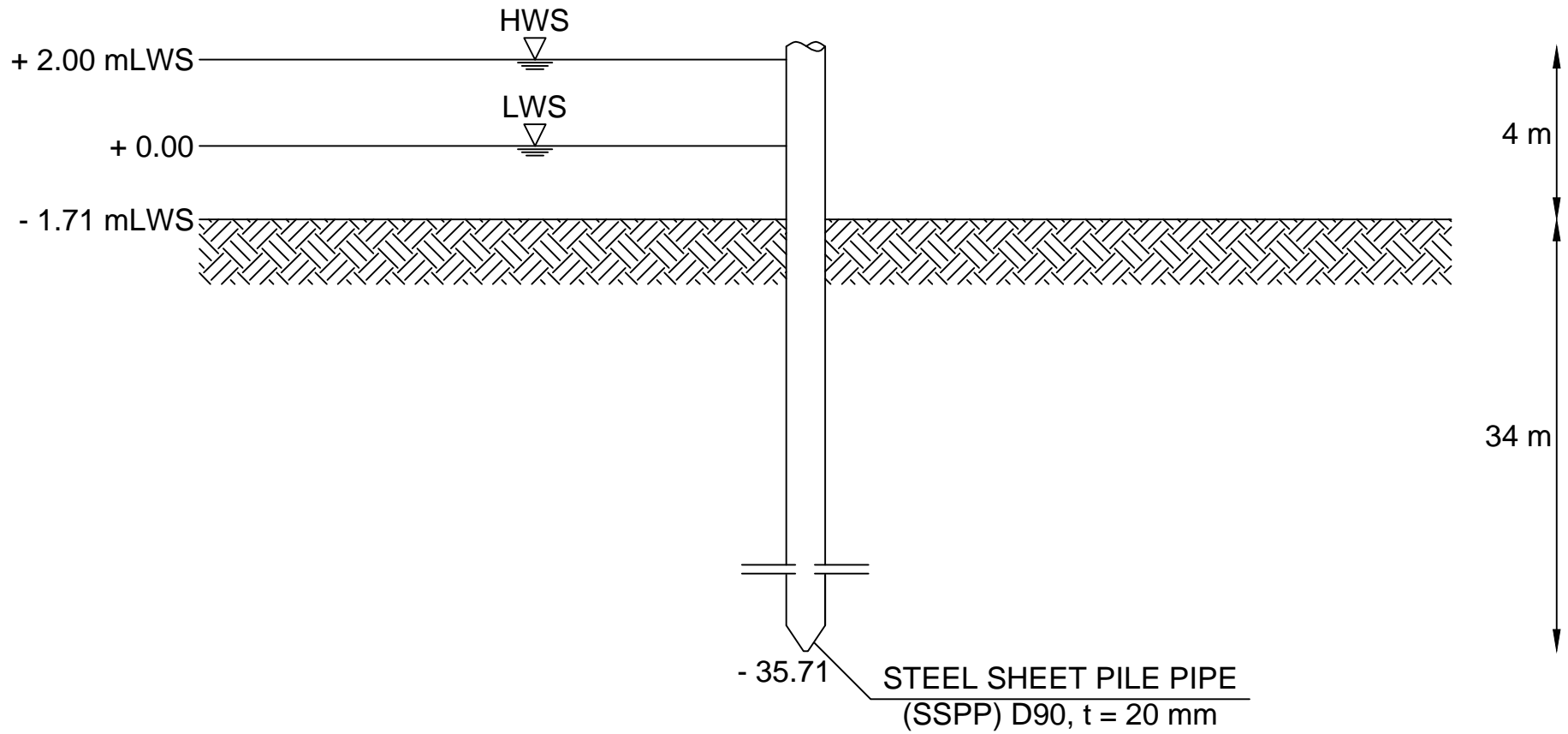
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PEMANCANGAN SHEET PILE	18
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



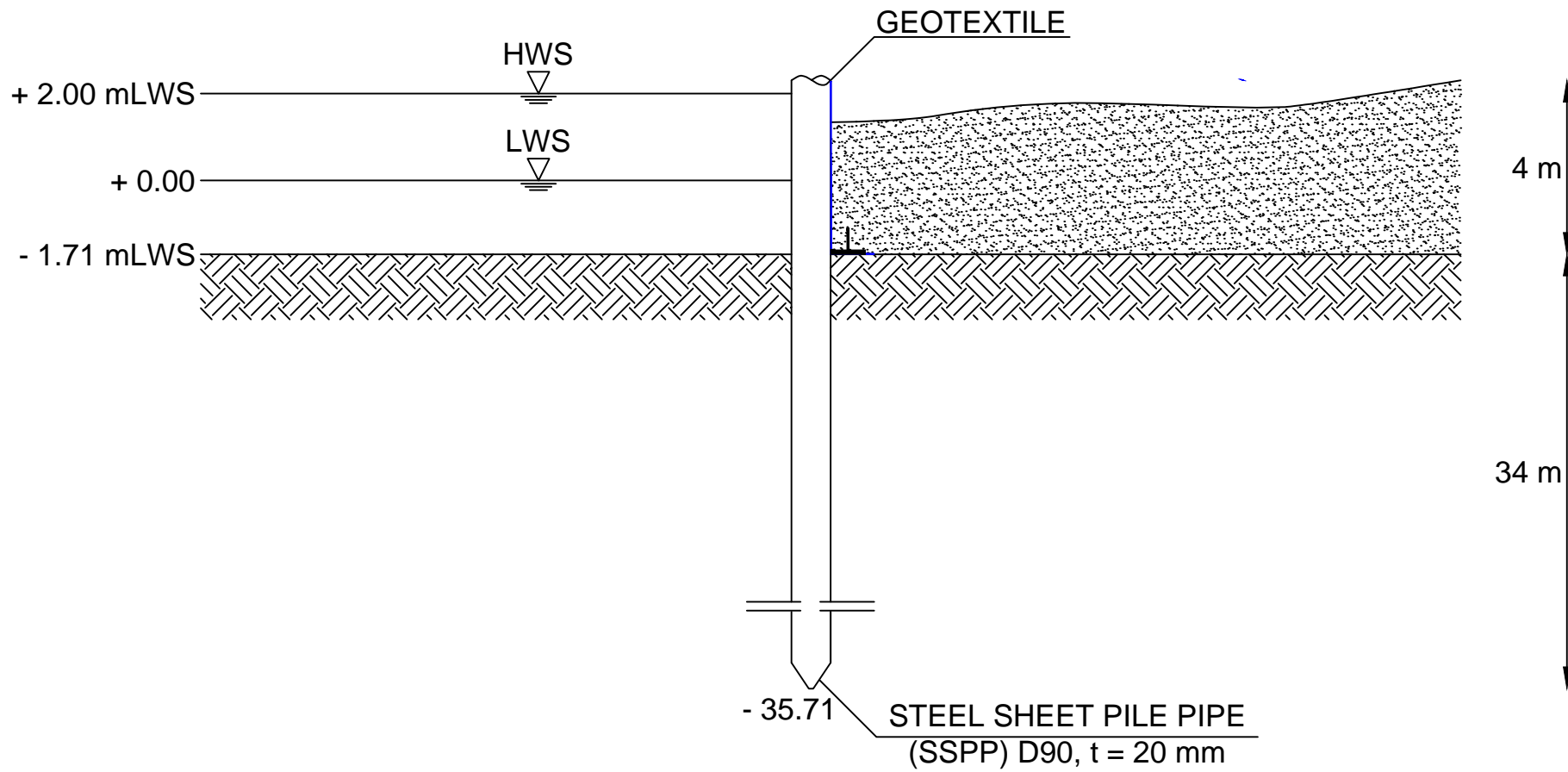
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PEMASANGAN TANGGUL ATAS	19
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



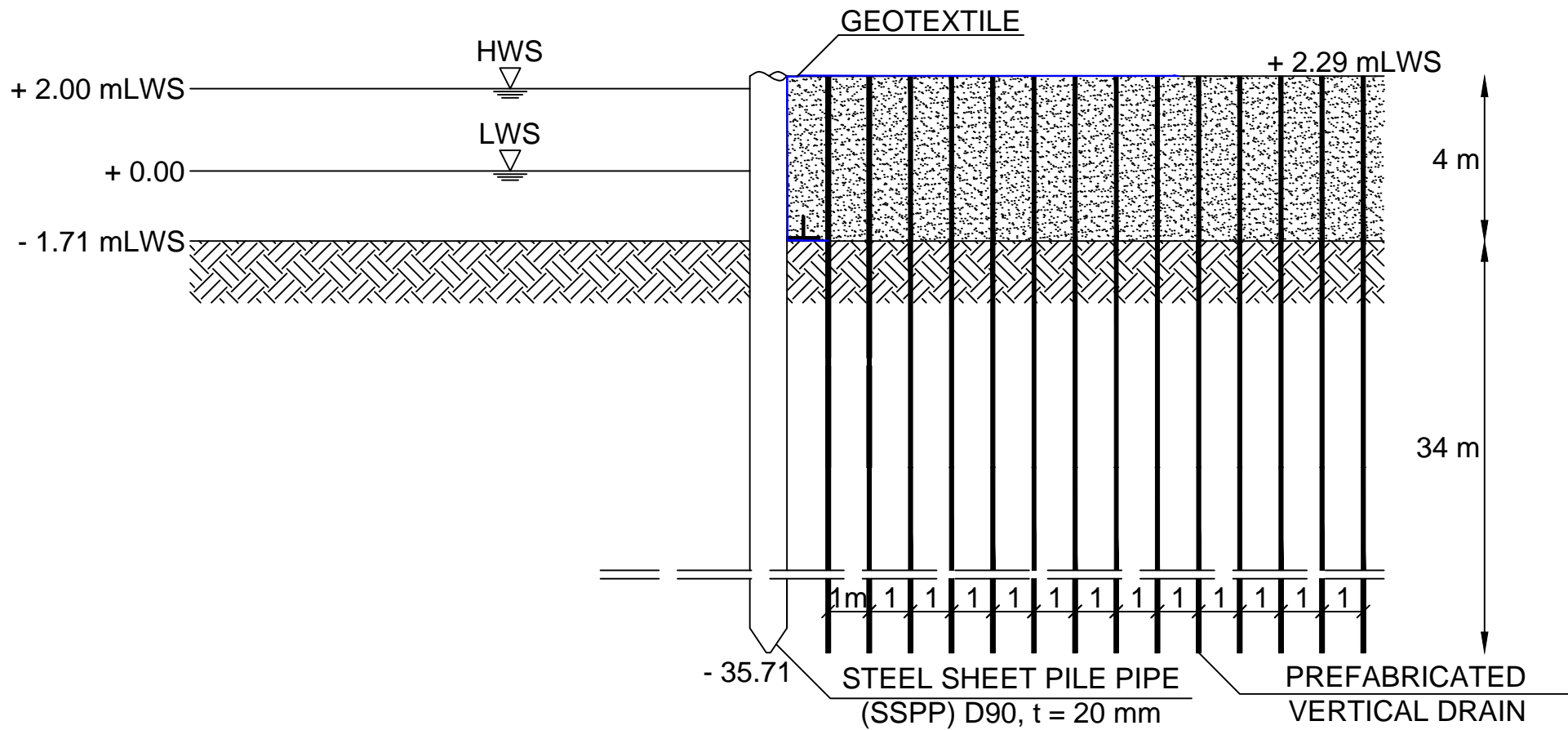
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT A-A ALTERNATIF 2: PENGURUGAN REKLAMASI (LANJUTAN)	20
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



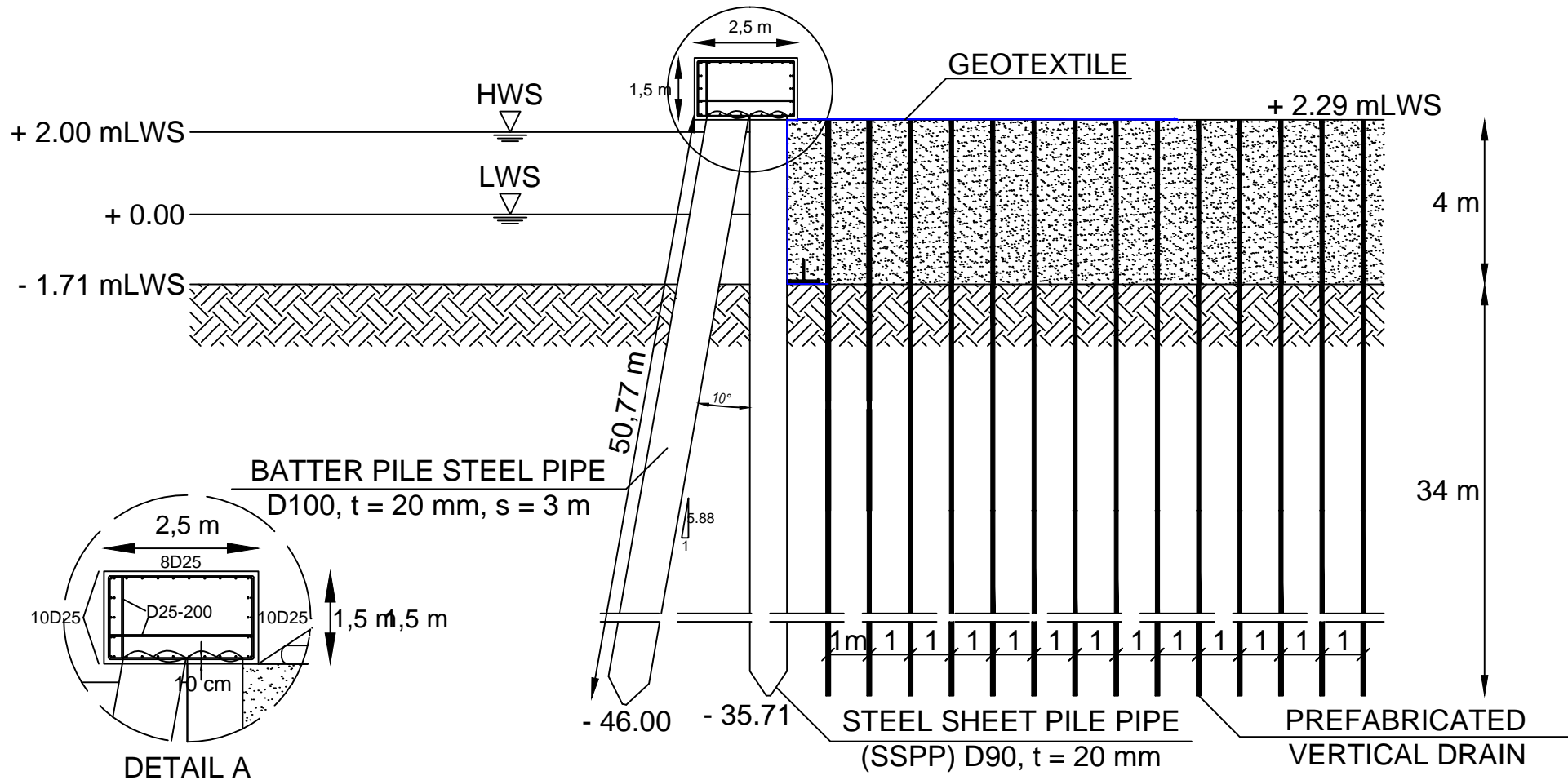
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1 & 2: PEMANCANGAN SHEET PILE TEGAK	21
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



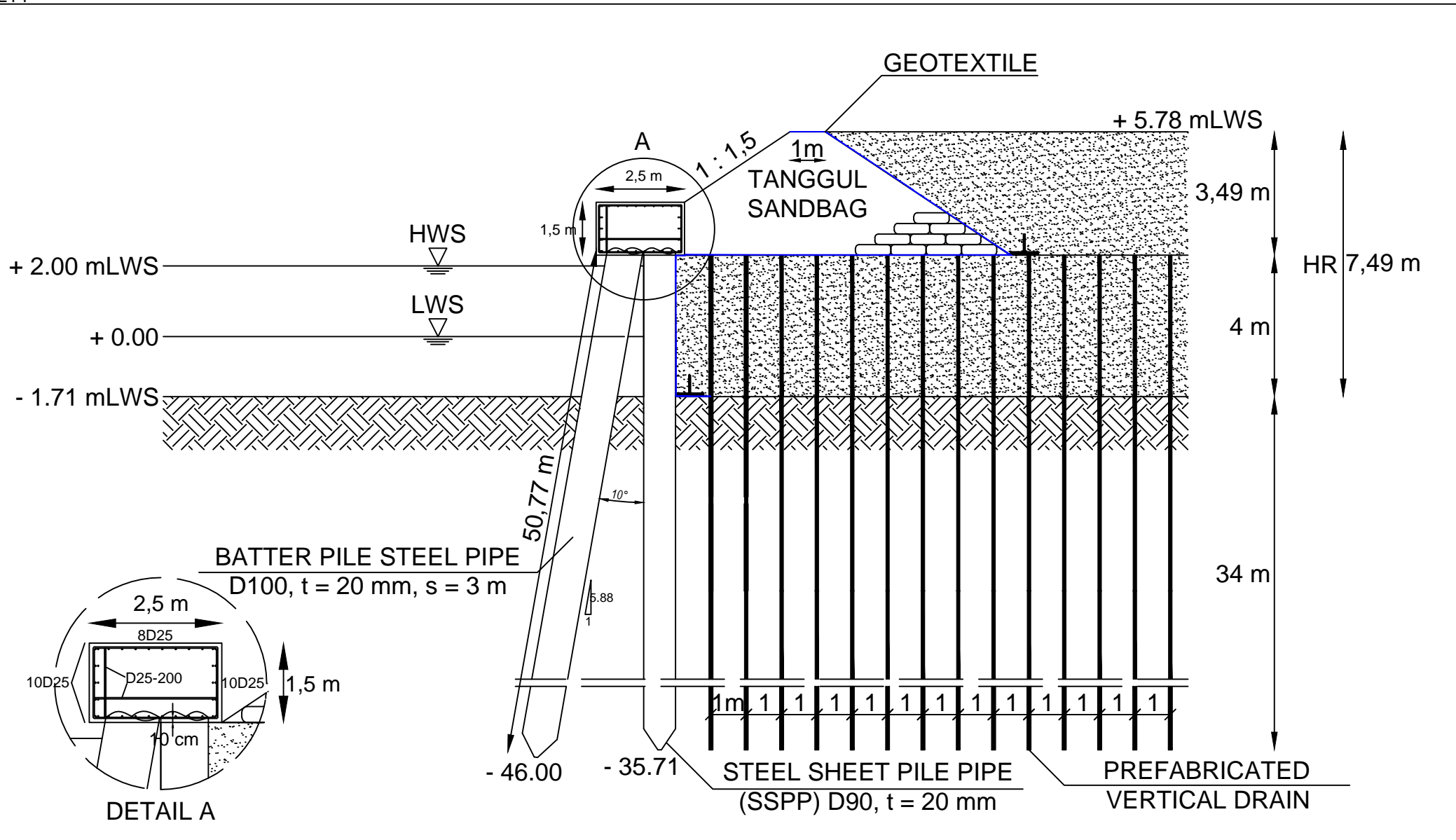
	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1 & 2: PENGURUGAN REKLAMASI DAN PEMASANGAN INSTRUMEN	22
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1 & 2: PEMASANGAN PVD	23
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1 & 2: PEMANCANGAN BATTER PILE	24
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26



	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	NAMA TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
		TUGAS AKHIR	Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA Dr. YUDHI LASTIASIH, ST., MT	MUHAMMAD FAISAL HAQ 3113100106	POT B-B ALTERNATIF 1 & 2: PENGURUGAN REKLAMASI (LANJUTAN)	26
					SKALA	JUMLAH GAMBAR
						26

LAMPIRAN 5

RENCANA ANGGARAN BIAYA

DAFTAR ISI

Tabel 1 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Alternatif 1	217
Tabel 2 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Alternatif 2	218
Tabel 3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Fasilitas Sementara	219
Tabel 4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Stake Out dan Positioning	219
Tabel 5 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi Peralatan	219
Tabel 6 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembersihan Lapangan	220
Tabel 7 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan <i>Steel Sheet Pile Pipe</i>	221
Tabel 8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan <i>Minipile</i>	222
Tabel 9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Tanggul	223
Tabel 10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengurangan Reklamasi dengan Menggunakan Buldozer	223
Tabel 11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pematatan Timbunan	224

Tabel 12 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Berm dan <i>Primary Layer</i>	225
Tabel 13 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan <i>Secondary Layer</i>	226
Tabel 14 Harga Satuan PT. Teknindo Geosistem Unggul ..	227
Tabel 15 Rekapitulasi Biaya Item Pekerjaan Alternatif 1 ...	228
Tabel 16 Rekapitulasi Biaya Item Pekerjaan Alternatif 2 ...	229

Tabel 1 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Alternatif 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Pekerjaan Persiapan		
	1.1 Perijinan	1	ls
	1.2 Mobilisasi Peralatan dan Material	1	ls
	1.3 Fasilitas Sementara	1	ls
	1.4 Stake Out dan Positioning	1	ls
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)	797,05	m2
2	Pekerjaan Pemasangan Sheet Pile	2230,14	m'
3	Pekerjaan Pemasangan Pile	1085,00	m'
4	Pemasangan Tanggul		
	4.1 Tanggul Tepi (Sandbag)	1944,2244	m3
	4.2 Tanggul Tepi (Bronjong)		buah
	4.3 Tanggul Pemisah Sementara	322,62	m3
5	Pekerjaan Perbaikan Tanah		
	5.1 Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)		
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	5	unit
	- Material	22610	m'
	- Pemasangan	22610	m'
	5.2 Pemasangan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)		
	- Material	629	m'
	- Pemasangan	629	m'
6	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi		
	6.1 Pengurugan	5595,98	m3
	6.2 Pemasangan	5595,98	m3
7	Pekerjaan Soil Monitoring		
	7.1 <i>Settlement Plate</i>		
	- Material (terpasang)	12	titik
	- Monitor	12	bulan
	7.2 Inclinator		
	- Read-out, Standard Tablet, Software	1	unit
	- Pipe L = 24 m (terpasang)	6	titik
	- Monitor	12	bulan
	7.3 Pneumatic Piezometer		
	- Read-out	1	unit
	- Material (terpasang)	40	titik
	- Monitor	12	bulan
8	Pekerjaan Perkuatan Lereng		
	8.1 Pemasangan Geotextile		
	- Material	643	m2
	- Pemasangan	643	m2
	8.2 Pemasangan Berm	83,9375	m3
	8.3 Pemasangan <i>Secondary Layer</i> ± 30 cm	143,148	m3
	8.4 Pemasangan <i>Primary Layer</i> ± 50 cm	234,8275	m3

Tabel 2 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Alternatif 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Pekerjaan Persiapan		
	1.1 Perijinan	1	ls
	1.2 Mobilisasi Peralatan dan Material	1	ls
	1.3 Fasilitas Sementara	1	ls
	1.4 Stake Out dan Positioning	1	titik
	1.5 Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)	797,05	m ²
2	Pekerjaan Pemasangan Sheet Pile	4423,08	m'
3	Pemasangan Tanggul		
	3.1 Tanggul Tepi (Sandbag)	1944,2244	m ³
	3.2 Tanggul Pemisah Sementara	322,62	m ³
4	Pekerjaan Perbaikan Tanah		
	4.1 Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)		
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	5	unit
	- Material	22610	m'
	- Pemasangan	22610	m'
	4.2 Pemasangan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)		
	- Material	629	m'
	- Pemasangan	629	m'
5	Pekerjaan Pengurangan Reklamasi		
	5.1 Pengurangan	5595,98	m ³
	5.2 Pemasangan	5595,98	m ³
6	Pekerjaan Soil Monitoring		
	6.1 <i>Settlement Plate</i>		
	- Material (terpasang)	12	titik
	- Monitor	12	bulan
	6.2 Inclinometer		
	- Read-out, Standard Tablet, Software	1	unit
	- Pipe L = 24 m (terpasang)	6	titik
	- Monitor	12	bulan
	6.3 Pneumatic Piezometer		
	- Read-out	1	unit
	- Material (terpasang)	40	titik
	- Monitor	12	bulan

Tabel 3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Fasilitas Sementara

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Deskripsi				
1	Direksi Keet	bulan	12	10000000	120000000
2	Mess 1 unit	bulan	12	10000000	120000000
3	Workshop	bulan	12	7500000	90000000
Jumlah					330000000
B	Harga Satuan Pekerjaan				330000000

Tabel 4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Stake Out dan Positioning

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja (24 org x bulan)	hari	4320	71200	307584000
2	Surveyor (12 org x bulan)	hari	2160	78400	169344000
Jumlah Tenaga Kerja					476928000
B	Material				
1	Sewa Total Station (12 nos x bln)	hari	2160	82500	178200000
Jumlah Tenaga Kerja					178200000
C	Harga satuan pekerjaan				655128000

Tabel 5 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Mobilisasi Peralatan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Deskripsi				
1	Excavator 0.9 m3	unit	50	50000000	2500000000,00
2	Dump Truck	unit	100	50000000	5000000000,00
3	Buldozer	unit	75	50000000	3750000000,00
4	Vibro Roller	unit	30	50000000	1500000000,00
5	Water Tank	unit	20	50000000	1000000000,00
Jumlah					13750000000,00
B	Material				
1	Minor Equipment	ls	1	100000000	100000000,00
Jumlah					100000000,00
C	Harga satuan pekerjaan				13850000000,00

Tabel 6 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembersihan Lapangan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	OH	0,009	71200	640,8
2	Tukang Tebas	OH	0,003	66800	200,4
3	Mandor	OH	0,001	104600	104,6
Jumlah Tenaga Kerja					945,8
B	Bahan				
Jumlah Harga Bahan					0
C	Peralatan				
1	Chainsaw	Jam	0,02	75000	1500
Jumlah Harga Peralatan					1500
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				2445,8
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				366,87
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				2812,67

Tabel 7 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan *Steel Sheet Pile Pipe*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	OH	0,025	71200	1780
2	Mandor	OH	0,01	104600	1046
3	Operator Crane	OH	0,025	106800	2670
4	Tukang Las Listrik	OH	0,025	93100	2327,5
Jumlah Tenaga Kerja					7823,5
B	Bahan				
1	Tiang Pipa Baja	m	1,01	2000000	2020000
2	Kawat Las Listrik	kg	0,15	39950	5992,5
Jumlah Harga Bahan					2025992,5
C	Peralatan				
1	Crane Besar	hari	0,05	2800000	70000
2	Alat Pancang	hari	0,025	208000	5200
3	Las Listrik Diesel	hari	0,025	350000	8750
Jumlah Harga Peralatan					83950
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				2187766
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				328164,9
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				2515930,9

Tabel 8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan *Minipile*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	OH	0,025	71200	1780
2	Mandor	OH	0,01	104600	1046
3	Operator Crane	OH	0,025	106800	2670
Jumlah Tenaga Kerja					5496
B	Bahan				
1	Tiang 30 x 30 cm	m	1,01	1000000	1010000
Jumlah Harga Bahan					1010000
C	Peralatan				
1	Crane Besar	hari	0,05	2800000	140000
2	Alat Pancang	hari	0,025	208000	5200
3	Alat Penyambung Tiang	hari	0,025	0	0
Jumlah Harga Peralatan					145200
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				1160696
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				174104,4
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1334800,4

Tabel 9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Tanggul

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Tukang	OH	0,4	71200	28480
2	Mandor	OH	0,04	104600	4184
Jumlah Tenaga Kerja					32664
B	Bahan				
1	Pasir Pasang	m3	1,2	175700	210840
Jumlah Harga Bahan					210840
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					0
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				243504
	Biaya produksi per m3				
E	Overhead & profit (15%D)				36525,6
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				280029,6

Tabel 10 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengurugan Reklamasi dengan Menggunakan Buldozer

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0,5	95900	47950
Jumlah Tenaga Kerja					154750
B	Bahan				
1	Pasir Urug	m3	1	156100	156100
Jumlah Harga Bahan					156100
C	Peralatan				
1	Sewa/Alat berat Buldozer	Jam	2	545000	1090000
Jumlah Harga Peralatan					1090000
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				1400850
	Biaya produksi per m3				
E	Overhead & profit (15%D)				210127,5
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1610977,5

Tabel 11 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Timbunan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Operator	OJ	1	106800	106800
2	Mekanik	OJ	0,5	95900	47950
Jumlah Tenaga Kerja					154750
B	Bahan				
Jumlah Harga Bahan					0
C	Peralatan				
1	Sewa/Alat berat vibro roller	Jam	3	366000	1098000
Jumlah Harga Peralatan					1098000
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				1252750
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				187912,5
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1440662,5

Tabel 12 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Berm dan *Primary Layer*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	OH	1	71200	71200
2	Tukang Batu	OH	0,4	93100	37240
3	Kepala Tukang Batu	OH	0,04	98550	3942
4	Mandor	OH	0,08	104600	8368
Jumlah Tenaga Kerja					120750
B	Bahan				
1	Batu/Batu Belah	m3	1,2	195200	234240
2	Pasir Pasang/Urug	m3	0,432	175700	75902,4
Jumlah Harga Bahan					310142,4
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					0
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				430892,4
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				64633,86
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				495526,26

Tabel 13 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan *Secondary Layer*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Pekerja	OH	1	71200	71200
2	Tukang Batu	OH	0.4	93100	37240
3	Kepala Tukang Batu	OH	0.04	98550	3942
4	Mandor	OH	0.08	104600	8368
Jumlah Tenaga Kerja					120750
B	Bahan				
1	Batu/Batu Belah	m3	1.2	268000	321600
2	Pasir Pasang/Urug	m3	0.432	175700	75902.4
Jumlah Harga Bahan					397502.4
C	Peralatan				
Jumlah Harga Peralatan					0
D	Jumlah harga, tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				518252.4
	Biaya produksi per m ³				
E	Overhead & profit (15%D)				77737.86
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				595990.26

Tabel 14 Harga Satuan PT. Teknindo Geosistem Unggul

No	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
A	Harga Material		
1	<i>Settlement Plate</i>	titik	2.500.000,00-
2	<i>Inclinometer (readout, standard tablet, software)</i>	unit	132.000.000,00-
3	<i>Inclinometer (pipe) L = 24 m</i>	titik	42.000.000,00-
4	<i>Pneumatic Piezometer (readout)</i>	unit	145.000.000,00-
5	<i>Pneumatic Piezometer (material)</i>	titik	45.000.000,00-
6	<i>Geotextile UNW-150</i>	m ²	10.000,00-
B	Harga Pemasangan		
1	Geotextile Nonwoven	m ²	3.000,00-
C	Harga Monitoring		
1	<i>Settlement Plate</i>	Bulan	18.500.000,00-
2	<i>Inclinometer</i>	Bulan	22.500.000,00-
3	<i>Pneumatic Piezometer</i>	Bulan	21.000.000,00-

Tabel 15 Rekapitulasi Biaya Item Pekerjaan Alternatif 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan				Rp 15.837.369.838,62
1.1	Perijinan	1	ls	1.000.000.000,00	Rp 1.000.000.000,00
1.2	Mobilisasi Peralatan dan Material	1	ls	13.850.000.000,00	Rp 13.850.000.000,00
1.3	Fasilitas Sementara	1	ls	330.000.000,00	Rp 330.000.000,00
1.4	Stake Out dan Positioning	1	ls	655.128.000,00	Rp 655.128.000,00
1.5	Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)	797,05	m2	2.812,67	Rp 2.241.838,62
2	Pekerjaan Pemancangan Sheet Pile	2230,14	m'	2.515.930,90	Rp 5.610.889.112,32
3	Pekerjaan Pemancangan Pile	1085,00	m'	1.334.800,40	Rp 1.448.258.434,00
4	Pemasangan Tanggul				Rp 634.784.650,71
4.1	Tanggul Tepi (Sandbag)	1944,2244	m3	280.029,60	Rp 544.440.381,04
4.2	Tanggul Tepi (Bronjong)		buah	1.217.576,30	Rp -
4.3	Tanggul Pemisah Sementara	322,62	m3	280.029,60	Rp 90.344.269,67
5	Pekerjaan Perbaikan Tanah				Rp 2.812.256.000,00
5.1	Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)				
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	5	unit	500.000.000,00	Rp 2.500.000.000,00
	- Material	22610	m'	7.000,00	Rp 158.270.000,00
	- Pemasangan	22610	m'	3.500,00	Rp 79.135.000,00
5.2	Pemasangan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)				
	- Material	629	m'	117.000,00	Rp 73.593.000,00
	- Pemasangan	629	m'	2.000,00	Rp 1.258.000,00
6	Pekerjaan Pengurangan Reklamasi				Rp 17.076.929.837,47
6.1	Pengurangan	5595,98	m3	1.610.977,50	Rp 9.015.004.960,36
6.2	Pemadatan	5595,98	m3	1.440.662,50	Rp 8.061.924.877,11
7	Pekerjaan Soil Monitoring				Rp 7.003.500.000,00
7.1	<i>Settlement Plate</i>				
	- Material (terpasang)	12	titik	2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	18.500.000,00	Rp 222.000.000,00
7.2	Inclinometer				
	- Read-out, Standard Tablet, Software	1	unit	132.000.000,00	Rp 132.000.000,00
	- Pipe L = 24 m (terpasang)	6	titik	42.000.000,00	Rp 252.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	22.500.000,00	Rp 270.000.000,00
7.3	Pneumatic Piezometer				
	- Read-out	1	unit	45.500.000,00	Rp 45.500.000,00
	- Material (terpasang)	40	titik	145.000.000,00	Rp 5.800.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	21.000.000,00	Rp 252.000.000,00
8	Pekerjaan Perkuatan Lereng				Rp 251.630.242,01
8.1	Pemasangan Geotextile				
	- Material	643	m2	10.000,00	Rp 6.430.000,00
	- Pemasangan	643	m2	3.000,00	Rp 1.929.000,00
8.2	Pemasangan Berm	83,9375	m3	495.526,26	Rp 41.593.235,45
8.3	Pemasangan <i>Secondary Layer</i> ± 30 cm	143,148	m3	595.990,26	Rp 85.314.813,74
8.4	Pemasangan <i>Primary Layer</i> ± 50 cm	234,8275	m3	495.526,26	Rp 116.363.192,82
	Total Biaya				Rp 50.675.618.115,13

Tabel 16 Rekapitulasi Biaya Item Pekerjaan Alternatif 2

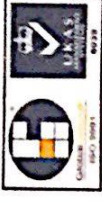
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Pekerjaan Persiapan				Rp 15.837.369.838,62
1.1	Perijinan	1	ls	1.000.000.000,00	Rp 1.000.000.000,00
1.2	Mobilisasi Peralatan dan Material	1	ls	13.850.000.000,00	Rp 13.850.000.000,00
1.3	Fasilitas Sementara	1	ls	330.000.000,00	Rp 330.000.000,00
1.4	Stake Out dan Positioning	1	titik	655.128.000,00	Rp 655.128.000,00
1.5	Pekerjaan Pembersihan Lapangan Ringan (<i>Land Clearing</i>)	797,05	m2	2.812,67	Rp 2.241.838,62
2	Pekerjaan Pemancangan Sheet Pile	4423,08	m'	2.515.930,90	Rp 11.128.161.381,48
3	Pemasangan Tanggul				Rp 634.784.650,71
3.1	Tanggul Tepi (Sandbag)	1944,2244	m3	280.029,60	Rp 544.440.381,04
3.2	Tanggul Pemisah Sementara	322,62	m3	280.029,60	Rp 90.344.269,67
4	Pekerjaan Perbaikan Tanah				Rp 2.812.256.000,00
4.1	Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)				
	- Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Pancang	5	unit	500.000.000,00	Rp 2.500.000.000,00
	- Material	22610	m'	7.000,00	Rp 158.270.000,00
	- Pemasangan	22610	m'	3.500,00	Rp 79.135.000,00
4.2	Pemasangan <i>Prefabricated Horizontal Drain</i> (PHD)				
	- Material	629	m'	117.000,00	Rp 73.593.000,00
	- Pemasangan	629	m'	2.000,00	Rp 1.258.000,00
5	Pekerjaan Pengurugan Reklamasi				Rp 17.076.929.837,47
5.1	Pengurugan	5595,98	m3	1.610.977,50	Rp 9.015.004.960,36
5.2	Pemadatan	5595,98	m3	1.440.662,50	Rp 8.061.924.877,11
6	Pekerjaan Soil Monitoring				Rp 7.003.500.000,00
6.1	<i>Settlement Plate</i>				
	- Material (terpasang)	12	titik	2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	18.500.000,00	Rp 222.000.000,00
6.2	Inclinometer				
	- Read-out, Standard Tablet, Software	1	unit	132.000.000,00	Rp 132.000.000,00
	- Pipe L = 24 m (terpasang)	6	titik	42.000.000,00	Rp 252.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	22.500.000,00	Rp 270.000.000,00
6.3	Pneumatic Piezometer				
	- Read-out	1	unit	45.500.000,00	Rp 45.500.000,00
	- Material (terpasang)	40	titik	145.000.000,00	Rp 5.800.000.000,00
	- Monitor	12	bulan	21.000.000,00	Rp 252.000.000,00
	Total Biaya				Rp 54.493.001.708,28

“halaman ini sengaja dikosongkan”



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)
Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



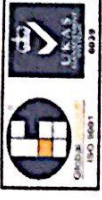
NAMA PEMBIMBING	: Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
NAMA MAHASISWA	: MUHAMMAD FAISAL HAQ
NRP	: 3113100106
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA, NUSA TENGGARA BARAT
TANGGAL PROPOSAL	: 16 JANUARI 2017
NO. SP-MMTA	: 01733A / IT2.Y1.A.1 / pp.05.02.00 / 2017

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	2 Mei 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis data tanah perbaikan koreksi : γ, c_u • Perencanaan tinggi timbunan pelaksanaan (He) diperbaiki hanya menggunakan grafik 2 kurva 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisi analisis geoteknik tanah dasar • Revisi HR dengan menggunakan grafik • Perhitungan waktu pemampatan • Perencanaan PVD 	
2.	8 Mei 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Revisi HR, Hef belum memasukkan Hpreloading • Perencanaan tarpap bisa mengganti material untuk mereduksi σ_{H1}, bisa pakai material pipa baja • Hknts coba-coba per meter 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisi He • Tarpap menggunakan profil silinder + jangkar 	
3.	9 Juni 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Perencanaan angkur bisa menggunakan batter pile (tiang miring) • Perhitungan tiang miring menggunakan konsep daya dukung, bisa formula Meyerhof atau Luciano-Decourt • Analisis stabilitas timbunan mulai dari Her, lalu setelah kijut perubahan daya dukung 	<ul style="list-style-type: none"> • Perhitungan anchor pile • Analisis stabilitas timbunan 	



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
 Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
 rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. M.T
NAMA MAHASISWA	: MUHAMMAD FAISAL HAQ
NRP	: 3113100106
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN TIMBUNAN DAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH UNTUK TERMINAL PENUMPANG DI PELABUHAN BIMA, NUSA TENGGARA BARAT
TANGGAL PROPOSAL	: 18 JANUARI 2017
NO. SP-MMTA	: 017334 / IT2.Y1.A.1 / PP.05.02.00 / 2017

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	29-03-2017	Pengolahan data tanah	<ul style="list-style-type: none"> - Dich data tanah menggunakan Korelasi 	
2.	10-04-2017	Perencanaan Hr Perhitungan Sc Perhitungan waktu pemampatan Perencanaan PVD	<ul style="list-style-type: none"> - Jarak PVD diperkecil menjadi 0.6 x 0.8 - Menggunakan Grafik dari Modul Teknik Reklamasi 	
3.	17-05-2017	Analisis stabilitas	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan PLAXIS untuk perhitungan - Menggunakan GeoSlope untuk kondisi awal 	
4.	31-05-2017	Gambar Metode pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kondisi di lapangan tidak perlu digambar (Sc) - Revisi gambar metode pelaksanaan 	
5.	5-06-2017	Draft Tugas Akhir	<ul style="list-style-type: none"> - Pelebaran format peculisan tabel, gambar, dan lampiran 	

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Muhammad Faisal Haq, dilahirkan di Bontang 21 Mei 1997, merupakan anak keempat dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Yayasan Pupuk Kaltim (Bontang), SD 1 Yayasan Pupuk Kaltim (Bontang), SMP Negeri 12 (Makassar), dan SMA Negeri 17 (Makassar). Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun

2013 dan terdaftar dengan NRP 3113 100 106.

Di Departemen Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi mahasiswa di antaranya; Staff Departemen Dalam Negeri Himpunan Mahasiswa Sipil 2014/2015, Kepala Biro Internal Departemen Dalam Negeri Himpunan Mahasiswa Sipil 2015/2016. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa perlombaan dalam bidang geoteknik, seminar dan pelatihan.

Contact Person:

email : muhammad.faisal.haq@gmail.com

no HP : 0812 3195 8936

“halaman ini sengaja dikosongkan”