



TUGAS AKHIR (RC09-1380)

**PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DASAR DAN  
ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA AREA REKLAMASI  
PROYEK PENGEMBANGAN PELABUHAN PETI KEMAS  
BELAWAN, MEDAN (TAHAP II)**

NILA SUTRA  
NRP 3110 100 057

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.  
Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



**TUGAS AKHIR (RC09-1380)**

**PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DASAR DAN  
ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA AREA REKLAMASI  
PROYEK PENGEMBANGAN PELABUHAN PETI KEMAS  
BELAWAN, MEDAN (TAHAP II)**

NILA SUTRA  
NRP 3110 100 057

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.  
Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



**FINAL PROJECT (RC09-1380)**

**DESIGN OF RECLAMATION AREA FOR EXPANSION OF  
CONTAINER PORT AT BELAWAN, MEDAN (PHASE II)  
USING SOIL IMPROVEMENT METHOD AND EMBANKMENT  
STABILITY ANALYSIS**

**NILA SUTRA  
NRP 3110 100 057**

**Supervisors  
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.  
Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**

**PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DASAR DAN  
ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA AREA  
REKLAMASI PROYEK PENGEMBANGAN  
PELABUHAN PETI KEMAS BELAWAN, MEDAN  
(TAHAP II)**

**Nama Mahasiswa : Nila Sutra**  
**NRP : 3110100057**  
**Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing I: Prof. Ir. Noor Endah, MSc., Ph.D**  
**Dosen Pembimbing II: Putu Tantri Kumalasari, ST., MT**

**ABSTRAK**

*Perluasan Pelabuhan Peti Kemas Belawan dilaksanakan karena jumlah kargo yang terus meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu dilaksanakan proyek pengembangan bertahap untuk meningkatkan kapasitas pelabuhan Belawan. Peningkatan kapasitas dimulai dengan perluasan lapangan penumpukan. Lebar perluasan berupa area reklamasi sepanjang 400 m dan lebar 405 m pada pengembangan tahap II..*

*Dari hasil penyelidikan tanah (geotechnical survey) yang dilakukan oleh PT. Pelabuhan Indonesia I pada tahun 2009 didapatkan hasil bahwa tanah dasar pada area reklamasi tersebut merupakan tanah lempung yang cenderung lunak. Maka akan sulit untuk melaksanakan reklamasi karena rendahnya daya dukung tanah dasar dan besarnya pemampatan yang mungkin terjadi. Sehingga diperlukan perbaikan tanah dasar dan percepatan waktu konsolidasi. Selain itu diperlukan struktur pelindung berupa tanggul untuk melindungi timbunan dari terjangan arus dan gelombang air laut.*

*Perbaikan tanah dasar dalam Tugas Akhir ini dilakukan dengan metode preloading sistem surcharge. Sedangkan*

percepatan waktu pemampatan konsolidasi digunakan *prefabricated vertical drain (PVD)*. Selain itu dalam Tugas akhir ini juga direncanakan turap baja dan perkuatan tanggul dengan menggunakan *geotextile* untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah tanggul.

Dari analisa data tanah, disimpulkan bahwa tanah pada reklamasi harus dibagi dalam tiga zona. Zona 1 yang diwakili oleh BH-1, Zona 2 oleh BH-2 dan Zona 3 oleh BH-3. Dengan elevasi timbunan final setinggi +3,5 m LWS, diperoleh elevasi  $H_{inisial}$  untuk Zona 1 sebesar +16 m LWS, Zona 2 sebesar +21,1 m LWS dan Zona 3 sebesar +21,1 m LWS.  $H_{inisial}$  tersebut sudah termasuk timbunan surcharge yang akan dibongkar sebesar 5,5 m. Penimbunan dilakukan secara bertahap dengan kecepatan 50 cm/ minggu. Untuk perkuatan tanah timbunan digunakan *geotextile* pada Zona 1, Zona 2 dan Zona 3 masing-masing sebanyak 34 lapis, 53 lapis dan 42 lapis. PVD pola segitiga pada Zona 1 dipasang dengan jarak 1,75 m, sedangkan pada Zona 2 dan Zona 3 dipasang dengan jarak 1,5 m.

Untuk perkuatan lereng digunakan *sheetpile* baja dengan dua alternatif yaitu dengan anker dan tanpa anker. Turap baja dengan anker dipancang sedalam 9,5 m, dengan panjang anker 17,75 m berdiameter 10 cm. Anker dipasang setiap 3 m dengan dimensi blok anker 1,5 m x 2,65 m. Turap baja tanpa anker dipancang sedalam 13 m.

**Kata Kunci** : *Pelabuhan Belawan, Peti Kemas, Reklamasi, Tanggul, Preloading Sistem Surcharge, Prefabricated Vertical Drain, Turap Baja, Anker, Geotextile.*

**SOIL IMPROVEMENT AND EMBANKMENT  
STABILITY ANALYSIS ON RECLAMATION AREA  
OF CONTAINER PORT DEVELOPMENT PROJECT  
IN BELAWAN, MEDAN (PHASE II)**

**Name of Student** : Nila Sutra  
**Student Identity Number:** 3110100057  
**Major Department** : Civil Engineering Department  
FTSP-ITS  
**Supervisor I** : Prof. Ir. Noor Endah, MSc., Ph.D  
**Supervisor II** : Putu Tantri Kumalasari, ST., MT

**ABSTRACT**

*The expansion of the Port of Belawan Container implemented because of the increasing number of cargo each year. Due to the gradual development project that is implemented to increase the capacity of the port of Belawan. The capacity increasing begins with the expansion of the container yard. Expansion of the reclamation area along 400 m and 405 m wide on phase II.*

*From the results of ground investigations (geotechnical survey) conducted by PT. Pelabuhan Indonesia I in 2009 showed that the area of reclaimed land base is a soft clay that tends. It will be difficult to implement due to the low bearing capacity of reclaimed land base and the amount of settlement that may occur. So required soil improvement and acceleration of consolidation. Also required protective structures such as shore protection to protect the embankment from the brunt of ocean currents and waves.*

*Soil improvement in this final project performed with surcharge preloading method. While the acceleration time consolidation used prefabricated vertical drain (PVD). Also in*

*this final project is also designed geotextile to increase the bearing capacity of soil beneath the embankment.*

*From the analysis of soil data, it was concluded that the reclamation of land should be divided into three zones. Zone 1 is represented by the BH-1, BH-2 is represented by Zone 2 and Zone 3 is represented by BH-3. With the final embankment height elevation +3.5 m LWS, gained elevation Hinisial for Zone 1 at +16 m LWS, at +21.1 m Zone 2 and Zone 3 for LWS +21.1 m LWS. The Hinisial includes surcharge which will be demolished embankment of 5.5 m. Hoarding transactions are carried out in stages with the speed of 50 cm / week. For soil embankment strengthening geotextile used in Zone 1, Zone 2 and Zone 3 each of 34 layers, 53 layers and 42 layers. PVD triangle pattern in Zone 1 with 1.75 m, in Zone 2 and Zone 3 with 1.5 m spacing between PVD.*

*Used for slope reinforcement steel sheet pile with two alternatives, with and without anchor. Steel sheet pile without anchor is drilled 9,5 m deep with a length of 17.75 m diameter anchor 10 cm. Anchor mounted every 3 m blocks with dimensions of 1.5 m x 2.65 m haunted. Steel sheet pile without anchor is drilled 13 m deep.*

***Keywords: Belawan Port, Container, Reclamation, Embankment, Preloading Surcharge System, Prefabricated Vertical Drain, Steel Sheet Pile, Anchor, Geotextile.***



**PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DASAR DAN  
ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA AREA  
REKLAMASI PROYEK PENGEMBANGAN  
PELABUHAN PETI KEMAS BELAWAN, MEDAN  
(TAHAP II)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Struktur**

**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

Oleh :

**NILA SUTRA  
NRP. 3110 100 057**

Ditetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. **Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc., Ph.D.**

2. **Putu Tantri Kumalasari, S.T., M.T.**



**SURABAYA, JULI 2014**



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Analisa Stabilitas Tanggul pada Area Reklamasi Proyek Pengembangan Pelabuhan Peti Kemas Belawan Medan, Tahap II” dengan baik dan tepat waktu.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, bantuan dan pengarahan 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 Ustuchori dan Ibu Alin Royyanah yang selalu mendoakan, dan memberi dukungan serta kasih sayang untuk kelancaran pengerjaan Tugas Akhir.
3. Ibu Prof. Ir. Noor Endah, MSc., PhD selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu, dan waktunya dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Mbak Putu Tantri Kumalasari, ST., MT selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, ilmu, dan waktunya dalam penyelesaian Tugas Akhir serta menjadi teman curhat.
5. Pihak PT. Geosistem Unggul Teknindo serta PT. Prima Terminal Petikemas selaku penyedia data perencanaan.
6. Pak Ir. Imam Bachroni dan Mas Emal Zain, ST. yang telah banyak membantu dalam penyediaan data, ilmu dan waktunya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis.
7. Kakak-kakak penulis, Mbak Santi dan Mbak Leli serta keponakan, Mas Irsyad, Adek Rayhan dan Kak Ayu yang selalu menjadi semangat bagi Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

8. Ayu Kartika Redyananda, *as best friend and beloved sister of writer for all the helping and caring, during in college and for this final project process.*
9. *The Great Team*, Dhora Vasminingtya dan Selly Silviana yang selalu memberi semangat dan menjadi inspirasi bagi penulis untuk selalu menjadi pribadi yang optimis dan pantang menyerah.
10. Andin, Feby dan Winda selaku teman seperjuangan penulis di Teknik Sipil serta teman berbagi cerita.
11. Teman-teman Harapan Orang Tua (HOT) : Whisnu, Angga, Wawan, Uya, Aries, Yossi, Sara, Bashofi, Gilang, Ines, Winda, Prasma, Wulan, Ulum, Ninta, Lukman dan Dimas, yang selalu menghibur, menemani penulis mengerjakan tugas akhir di kampus dan membantu persiapan sidang.
12. Teman-teman S-53, angkatan 2010 Jurusan Teknik Sipil ITS, yang telah berjuang bersama penulis selama empat tahun ini.
13. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juni 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
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 .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	7

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung dan Karakteristiknya .....	9
2.2 Analisa Parameter Tanah.....	9
2.2.1 Pembuatan Stratigrafi .....	9
2.2.2 Pemilihan Parameter Tanah .....	10
2.3 Pemampatan .....	13
2.3.1 Penurunan Konsolidasi ( $S_c$ ).....	14
2.3.2 Parameter Tanah untuk Perhitungan $S_c$ .....	16
2.4 Waktu Pemampatan Tanah.....	20
2.4.1 Lamanya Pemampatan Tanah.....	20
2.4.2 Parameter Tanah untuk Lamanya Pemampatan konsolidasi.....	20
2.5 Metode <i>Preloading</i> .....	21
2.5.1 Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) .....	22
2.5.2 Penentuan Tinggi Kritis ( $H_{\text{kritis}}$ ) .....	22
2.5.3 Peningkatan Daya Dukung Tanag dengan Metode <i>Preloading</i> .....	23
2.5.4 Perhitungan Stabilitas Timbunan.....	24

2.6	Percepatan Waktu Konsolidasi.....	24
2.6.1	<i>vertical Drain</i> .....	25
2.6.2	Menentukan Kedalaman <i>Vertical Drain</i> ....	25
2.6.3	Menentukan Waktu Konsolidasi <i>Vertical Drain</i> .....	26
2.7	Perkuatan Lereng dengan Turap ( <i>Sheet Pile</i> ).....	29
2.7.1	Perencanaan Turap dengan Angker .....	30
2.7.2	Perencanaan Turap tanpa Angker .....	32
2.8	Perkuatan Tanah dengan Geosintetik .....	32
2.8.1	Penggunaan <i>Geotextile</i> sebagai Konstruksi Perkuatan Timbunan .....	33
2.8.2	Perencanaan Turap dengan Angker .....	33
2.9	Peti Kemas ( <i>Container</i> ).....	35

### **BAB III METODOLOGI PENULISAN**

3.1	Bagan Alir .....	37
3.2	Studi Literatur .....	39
3.3	Pengumpulan dan Analisa Data .....	39
3.4	Perencanaan Aspek-aspek Geoteknik .....	40
3.5	Perencanaan <i>Sheetpile</i> .....	41
3.6	Perencanaan Perkuatan Tanggul .....	41
3.7	Cek Stabilitas dan Angka Keamanan .....	41
3.8	Perhitungan Volume Material .....	42
3.9	Kesimpulan.....	42

### **BAB IV DATA DAN ANALISA**

4.1	Data Tanah .....	43
4.2	Analisa Parameter Tanah.....	43
4.2.1	Stratigrafi Tanah .....	43
4.2.2	Penentuan Parameter Tanah Menggunakan Metode Statistik.....	45
4.3	Data Tanah Timbunan .....	48
4.4	Data Spesifikasi Bahan.....	49
4.4.1	PVD ( <i>Prefabricated Vertical Drain</i> ) .....	49
4.4.2	<i>Sheetpile</i> Baja .....	49

4.4.3 <i>Geotextile</i> .....	49
4.5 Data Beban .....	50

## **BAB V PERENCANAAN GEOTEKNIK**

5.1 Perhitungan Tinggi Inisial ( $H_{\text{inisial}}$ ) .....	51
5.1.1 Perhitungan Besar Pemampatan .....	51
5.1.2 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{\text{final}}$ ) .....	55
5.2 Pehitungan Waktu Pemampatan Konsolidasi Natural .....	58
5.3 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan .....	59
5.3.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal ( $U_v$ ).....	59
5.3.2 Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal ( $U_h$ ) .....	60
5.3.3 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-rata ( $\bar{U}$ ) .....	61
5.4 Perhitungan <i>Rate of Settlement</i> .....	62
5.5 Penimbunan Bertahap .....	65
5.5.1 Penentuan Tinggi Timbunan Kritis.....	66
5.5.2 Perhitungan Peningkatan Kohesi <i>Undrained</i> ( $C_u$ ) .....	66
5.5.2.1 Menghitung Tegangan di Tiap Lapisan untuk Derajat Konsolidasi ( $U$ ) 100% .....	67
5.5.2.2 Menghitung Nilai $C_u$ Baru.....	69
5.6 Perencanaan <i>Geotextile</i> sebagai Perkuatan Timbunan .....	70
5.6.1 Perhitungan <i>Geotextile</i> .....	70
5.6.2 Kebutuhan <i>Geotextile</i> .....	71
5.7 Perencanaan <i>Sheetpile</i> Baja Berangker .....	74
5.8 Perencanaan <i>Sheetpile</i> tanpa Angker .....	80
5.9 Kontrol <i>Overall Stability</i> Kebutuhan <i>Sheetpile</i> ....	84
5.10 Perhitungan Volume Material .....	87
5.10.1 Material Timbunan .....	87

5.10.2 <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i> .....	88
5.10.3 <i>Geotextile</i> .....	90
5.10.4 <i>Sheetpile</i> .....	90

**BAB VI KESIMPULAN**

6.1 Kesimpulan .....	91
6.2 Saran .....	93

DAFTAR PUSTAKA .....	xvii
BIODATA PENULIS .....	ixx

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung) .....	11
Tabel 2.2 Nilai luas kurva normal untuk nilai z .....	12
Tabel 2.3 Nilai luas kurva normal untuk nilai t .....	13
Tabel 2.4 Korelasi antara $T_v$ dan U .....	20
Tabel 2.5 Nilai Faktor Geotekstil .....	34
Tabel 2.6 Ukuran dan Berat Berbagai Jenis Peti Kemas .....	35
Tabel 4.1 Parameter Dasar Tanah .....	48
Tabel 4.2 Resume profil tanah berdasarkan zona.....	49
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan <i>Settlement</i> , $H_{\text{inisial}}$ , dan $H_{\text{final}}$ Akibat Beban Timbunan dan <i>Surcharge</i> .....	57
Tabel 5.2 Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi .....	59
Tabel 5.3 Perhitungan $C_{\text{vgabungan}}$ .....	60
Tabel 5.4 Perhitungan $F(n)$ .....	62
Tabel 5.5 Kecepatan Pemampatan tanpa PVD pada Umur Rencana Pelabuhan .....	64
Tabel 5.6 Perubahan Tegangan Efektif Tanah di Zona 1 Akibat Penimbunan $H = 7.0$ m (Minggu ke-14) pada $U=100\%$ .....	69
Tabel 5.7 Perubahan Nilai $C_u$ Akibat Penimbunan $H=6,4$ m (Zona 1).....	71
Tabel 5.8 Perhitungan Panjang <i>Geotextile</i> pada Zona 1.....	75
Tabel 5.9 Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif Tanah pada <i>Sheetpile</i> .....	77
Tabel 5.10 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah kesamping Aktif .....	78
Tabel 5.11 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah kesamping Pasif.....	78
Tabel 5.12 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Aktif .....	80
Tabel 5.13 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif.....	80



Tabel 5.14 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Aktif ....	84
Tabel 5.15 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Pasif .....	84
Tabel 5.16 Rangkuman Perhitungan Kebutuhan <i>Sheetpile</i> Berdasarkan Kontrol <i>Overall Stability</i> .....	86
Tabel 5.17 Perhitungan Volume Tanah Urug Timbunan .....	88
Tabel 5.18 Perhitungan Luas Area Pemasangan PVD .....	88
Tabel 5.19 Perhitungan Panjang Kebutuhan PVD .....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pelabuhan Peti Kemas Belawan .....	4
Gambar 1.2 <i>Lay Out</i> Rencana Reklamasi Tahap II .....	4
Gambar 1.3 Peta <i>Bathymetry</i> Proyek Pengembangan Pelabuhan Belawan .....	5
Gambar 1.4 Lokasi Pengerukan (Gambar Potongan A-A).....	5
Gambar 1.5 <i>Concrete Mattress</i> .....	6
Gambar 2.1 Grafik Faktor Pengaruh untuk Beban Bentuk Trapesium.....	18
Gambar 2.2 Grafik Faktor Pengaruh untuk Beban Bentuk Trapesium.....	19
Gambar 2.3 <i>Preloading</i> .....	21
Gambar 2.4 Pembagian Zona Kekuatan Tanah.....	24
Gambar 2.5 Pemasangan <i>Vertical Drain</i> pada Kedalaman Lapisan <i>Compressible</i> .....	26
Gambar 2.6 Pola Susunan PVD Bujur Sangkar .....	27
Gambar 2.7 Pola Susunan PVD Segitiga .....	27
Gambar 2.8 <i>Equivalen</i> diameter (dw) untuk PVD .....	28
Gambar 2.9 Gaya-gaya pada diagram tekanan tanah .....	36
Gambar 2.10 Kapasitas ultimit blok anker pada tanah granuler .....	31
Gambar 2.11 Penentuan lokasi anker .....	32
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	38
Gambar 4.1 Layout Lokasi Titik Bor .....	44
Gambar 4.2 Hubungan N-SPT dan Kedalaman .....	44
Gambar 4.3 Grafik parameter tanah menurut kedalaman (a) Berat Jenis Tanah, (b) Berat Jenis Tanah Jenuh, (c) Angka Pori, (d) Kadar Air, (e) Indeks Kompresi, (f) Kuat Geser Tanah, (g) <i>Liquid</i> <i>Limit</i> , (h) Indeks Plastisitas .....	46
Gambar 4.4 <i>Zoning</i> berdasarkan data tanah .....	49
Gambar 5.1 Grafik Hubungan antara $H_{\text{inisial}}$ dan $H_{\text{final}}$ pada area Zona 1 .....	58
Gambar 5.2 Perencanaan timbunan reklamasi .....	58

Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu .....	63
Gambar 5.4 Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 165	
Gambar 5.5 Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 265	
Gambar 5.6 Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 365	
Gambar 5.7 Sketsa Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i> pada Zona 1 .....	74
Gambar 5.8 Sketsa Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i> pada Zona 2 .....	74
Gambar 5.9 Sketsa Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i> pada Zona 3 .....	75
Gambar 5.10 Sketsa penampang tanah pada pemasangan <i>sheet pile</i> berangker (dimensi dalam satuan meter).....	76
Gambar 5.11 Diagram tekanan tanah ke samping .....	76
Gambar 5.12 Sketsa letak angker (satuan dalam meter) .....	82
Gambar 5.13 Sketsa tanah pada pemasangan <i>sheet pile</i> (dimensi dalam satuan meter).....	82
Gambar 5.14 Diagram tekanan tanah ke samping .....	83
Gambar 5.15a Permodelan gaya yang bekerja pada <i>sheetpile</i> pada program SAP 2000.....	83
Gambar 5.15b Gambar bidang momen pada <i>sheetpile</i> hasil analisa program SAP 2000 .....	83
Gambar 5.16 Gambar garis kelongsoran .....	86
Gambar 5.17 Area Reklamasi dan Pembagian Perhitungan....	87
Gambar 5.18a Potongan A-A .....	87
Gambar 5.18b Potongan B-B .....	87
Gambar 5.19a Ukuran pemasangan PVD jarak 1,75 m.....	89
Gambar 5.19b Ukuran pemasangan PVD jarak 1,5 m .....	89

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pelabuhan Belawan merupakan pelabuhan *multy purpose* yang bernaung di bawah PT. Pelabuhan Indonesia I. Pelabuhan ini terletak 27 km dari pusat kota Medan dan merupakan pelabuhan terbesar ketiga di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta dan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Luas pelabuhan Belawan adalah 300.200 m<sup>2</sup> dan memiliki alur masuk pelabuhan sejauh 13,5 km (Gambar 1.1).

Kegiatan bongkar muat dan lalu lintas kontainer di Pelabuhan Belawan cukup tinggi bahkan cenderung meningkat setiap tahunnya, sehingga menjadikan pelabuhan ini sebagai gerbang perekonomian Provinsi Sumatera Utara. Bahkan Pelabuhan Belawan diandalkan sebagai pintu utama ekspor CPO (*Crude Palm Oil*) ke seluruh dunia.

PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia I memprediksi jumlah kargo pada Pelabuhan Belawan akan terus meningkat hingga mencapai 27.610.200 ton pada tahun 2032. Atas dasar peningkatan jumlah kargo itulah, pada Pelabuhan Belawan tersebut, dilaksanakan sebuah proyek pengembangan secara bertahap. Kapasitas Pelabuhan Belawan yang saat ini sebesar 1,2 juta TEUs (*Twenty Equivalent Units*) per tahun akan ditingkatkan menjadi 2 juta TEUs per tahun pada proyek pengembangan tahap I dan II.

Tahap I merupakan perpanjangan dari dermaga peti kemas yang ada, yaitu di sisi timur laut dermaga eksisting. Sedangkan tahap II merupakan kelanjutan dari tahap I dan berada pada sisi timur laut tahap I. Pada tugas akhir ini pembahasan difokuskan pada tahap II.

Dalam proyek pengembangan tahap II, dilaksanakan pekerjaan perluasan pelabuhan peti kemas dengan area reklamasi sepanjang 400 m dan lebar 405 m (Gambar 1.2). Kedalaman di area reklamasi tahap II adalah sekitar 0-2,9 m seperti ditunjukkan

pada data *bathymetry* (Gambar 1.3). Sebelum pelaksanaan reklamasi diadakan penyelidikan tanah (*geotechnical survey*) untuk mendapatkan data teknis kondisi lapisan tanah. Data tanah tersebut meliputi karakteristik fisis, mekanis dan kekerasan tanah. Data tersebut digunakan untuk menganalisa kekuatan tanah pada lokasi pengembangan proyek Pelabuhan Belawan yang akan dibebani dengan tanah reklamasi dan beban berupa peti kemas.

Pada analisa data tanah didapatkan hasil bahwa tanah tersebut tergolong tanah lembek atau lunak ( $N\ SPT < 10$ ) sedalam 43-51 m. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tanah. Perbaikan tanah tersebut harus memperhitungkan waktu yang tersedia, sehingga apabila perbaikan tersebut memerlukan waktu yang cukup lama maka diperlukan percepatan pemampatan tanah.

Mengingat reklamasi ini merupakan perluasan dari Pelabuhan Peti Kemas Belawan yang terletak pada sisi laut, maka dalam pelaksanaan pekerjaan reklamasi diperlukan struktur pelindung yang berfungsi melindungi tanah timbunan dari terjangan arus dan gelombang air laut. Selain melindungi dari terjangan arus dan gelombang, struktur pelindung juga berfungsi untuk membatasi sisi timbunan yang akan dikeruk dan sisi yang akan dipertahankan sebagai timbunan reklamasi. Setelah pengerukan, terjadi perbedaan elevasi antara sisi timbunan reklamasi dan sisi pengerukan (Gambar 1.4). Hal itu mengakibatkan adanya perbedaan tekanan tanah pada sisi depan dan belakang struktur pelindung sehingga bisa mengakibatkan *sliding* atau kelongsoran pada timbunan reklamasi.

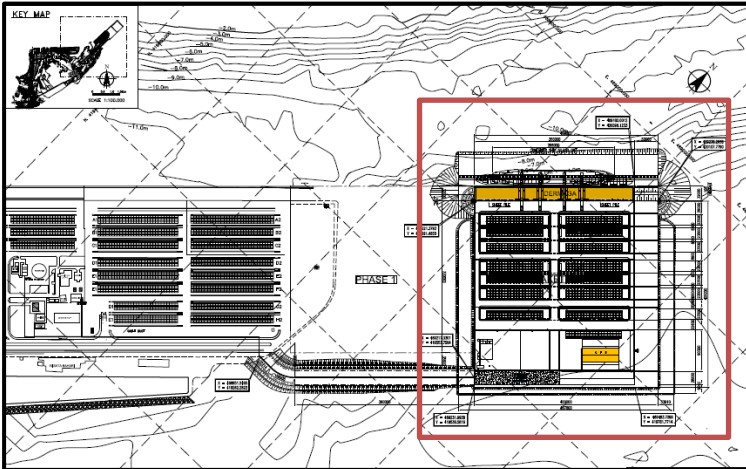
Pada proyek pengembangan tahap II ini, struktur pelindung yang digunakan adalah turap dengan material baja atau disebut juga dengan turap baja. Turap baja digunakan sebagai perkuatan talud di sisi laut dalam. Sedangkan pada sisi laut dangkal dan peralihan dangkal ke dalam digunakan tanggul dengan material berupa *concrete mattress* (Gambar 1.5). Daya dukung tanah di bawah *concrete mattress* juga perlu dipertimbangkan. Apabila setelah analisa diperoleh daya dukung

tanah di bawah *concrete mattress* tidak mencukupi, maka perlu dilakukan perencanaan perkuatan.

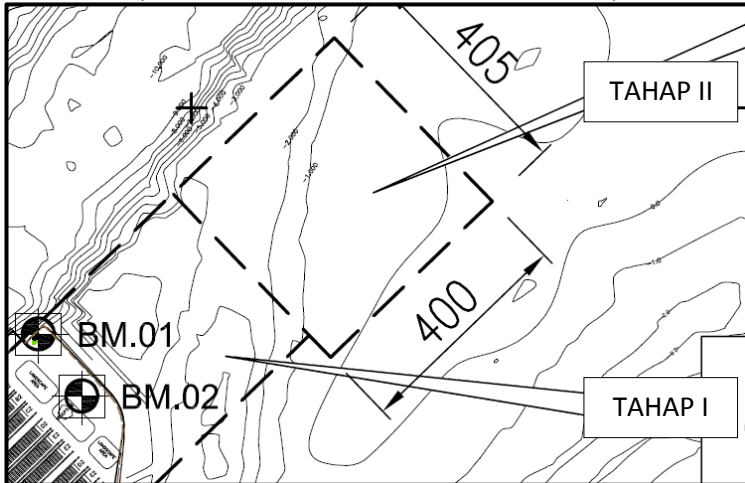
Dari kondisi diatas maka diperlukan perhitungan tentang besar dan lama pemampatan pada tanah lempung lunak di sekitar proyek reklamasi serta daya dukung tanah di sekitar tanggul. Oleh karena itu dalam penulisan tugas akhir ini akan dilakukan analisa perencanaan perbaikan tanah dan perkuatan tanggul pada proyek pengembangan Pelabuhan Peti Kemas Belawan Tahap II.



**Gambar 1.1** Lokasi Pelabuhan Peti Kemas Belawan  
(Sumber: maps.google.com)

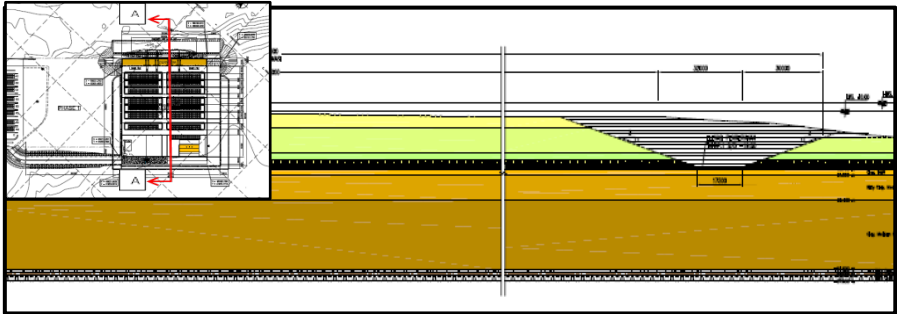


**Gambar 1.2** Lay Out Rencana Reklamasi Tahap II  
(Sumber: PT. Prima Terminal Petikemas)



**Gambar 1.3** Peta Bathymetry Proyek Pengembangan  
Pelabuhan Belawan  
(Sumber: PT. Prima Terminal Petikemas)





**Gambar 1.4** Lokasi Pengerukan  
(Gambar Potongan A-A)  
(Sumber: PT. Prima Terminal Petikemas)



**Gambar 1.5** Concrete Mattress  
(Sumber: [www.geosintex.com](http://www.geosintex.com))

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian diatas, maka dirumuskan permasalahan pada pekerjaan reklamasi proyek pengembangan Pelabuhan Belawan Tahap II sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik dasar tanah yang akan direklamasi?
2. Berapa besar dan lama pemampatan akibat beban tanah timbunan reklamasi dan beban peti kemas yang harus dihilangkan?
3. Bagaimana perencanaan *preloading* dengan sistem *surcharge* beserta sistem pentahapannya apabila dilaksanakan sebagai metode perbaikan tanah?
4. Bagaimana perencanaan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) apabila digunakan untuk mempercepat konsolidasi tanah?
5. Bagaimana desain *sheetpile* untuk memperkuat stabilitas lereng reklamasi?
6. Bagaimana desain *geotextile* di bawah tanggul reklamasi yang diperkuat dengan *concrete mattress*?
7. Berapa volume material tanah yang dibutuhkan untuk pekerjaan reklamasi?

## 1.3 BATASAN MASALAH

Dalam perencanaan ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder.
2. Lokasi dan layout timbunan reklamasi sesuai dengan data perencanaan.
3. Tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya.
4. Tidak memperhitungkan pola arus dan sedimen.

## 1.4 TUJUAN

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan perencanaan reklamasi dan perkuatan tanggul

pada proyek pengembangan Pelabuhan Peti Kemas Belawan Tahap II.

### **1.5 MANFAAT**

Dapat menjadi referensi terhadap metode perbaikan tanah yang nantinya dapat diterapkan pada proyek Pengembangan Pelabuhan Peti Kemas Belawan Tahap II sehingga permasalahan yang terjadi seperti *settlement* dan stabilitas tanggul dapat diselesaikan.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lempung dan Karakteristiknya

Lempung merupakan jenis tanah berbutir halus yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Lempung Sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Das, 1985). Lempung tersusun atas mineral-mineral berbutir halus yang bersifat plastis pada kandungan air tertentu dan mengeras ketika kering atau terbakar (Guggenheim dan Martin, 1995)

Sesuai dengan karakteristiknya, tanah lempung merupakan tanah yang dapat mengalami penyusutan (*Shrinkage*) dan pengembangan (*Swelling*). Penyusutan dan pengembangan inilah yang biasanya berpengaruh terhadap konstruksi yang ditahannya. Selain itu, tanah lempung memiliki sifat yang kurang menguntungkan secara teknis bagi pekerjaan konstruksi karena memiliki pemampatan yang besar dalam waktu yang lama.

### 2.2 Analisa Parameter Tanah

#### 2.2.1 Pembuatan Stratigrafi

Stratigrafi tanah dibuat untuk mengetahui kondisi tanah dasar di daerah reklamasi. Sebelum membuat stratigrafi tanah, perlu dilakukan pendekatan statistik sederhana terhadap data-data tanah yang dimiliki. Pendekatan statistik yang digunakan adalah dengan pengambilan keputusan berdasarkan koefisien varian (CV) dari suatu distribusi nilai parameter tanah.

Beberapa persamaan statistik yang digunakan antara lain (ITS,1998) :

- Rata -rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{n=1}^1 X}{n} \quad (2.1)$$

- Standar Deviasi

$$STD = \sqrt{\frac{\sum(x-U)^2}{n}} \quad (2.2)$$

- Koefisien Varian

$$CV = \frac{STD}{U} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana distribusi sebaran suatu nilai dapat diterima jika harga koefisien varian (CV) dari sebaran tersebut bernilai lebih kecil atau sama dengan 30%. Apabila nilai koefisien varian (CV) lebih besar dari pada 30%, maka perlu dilakukan pembagian layer tanah sampai nilai CV tersebut kurang dari atau sama dengan 30%. Pembagian layer tanah didasarkan atas korelasi nilai N-SPT pada Tabel 2.1.

### 2.2.2 Pemilihan Parameter Tanah

Analisa parameter tanah dilakukan untuk mendapatkan parameter yang akan digunakan untuk perencanaan reklamasi tanah. Metode yang digunakan adalah cara statistik dengan selang kepercayaan yang baik, yaitu selang yang pendek dengan derajat kepercayaan yang tinggi, oleh karena itu digunakan selang kepercayaan 90%.

Bentuk umum selang kepercayaan adalah Batas Bawah < (Parameter tanah) < Batas Atas. Dengan menggunakan „probabilitas t“ dan „probabilitas z“ yaitu :

- Probabilitas t digunakan apabila  $n < 30$

$$\bar{X} - t_{(db; \alpha/2)} \frac{s}{\sqrt{n}} < (\mu) < \bar{X} + t_{(db; \alpha/2)} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

- Probabilitas z digunakan apabila  $n > 30$

$$\bar{X} - z_{(\alpha/2)} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < (\mu) < \bar{X} + z_{(\alpha/2)} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

dimana:

$\bar{X}$	= rata-rata
db	= derajat kebebasan
$\alpha$	= tingkat kesalahan
s	= Standar deviasi

$n$  = jumlah data

$(\mu)$  = nilai parameter tanah

Nilai probabilitas  $t_{(db: \frac{\alpha}{2})} \frac{s}{\sqrt{n}}$  dan  $z_{(\frac{\alpha}{2})} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  didapat dari

Tabel 2.2 dan Tabel 2.3

**Tabel 2.1** Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung)

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $C_u$		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, $q_c$ (dari Sondir)	
	kPa	ton/m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.0	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10 – 20	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
Keras (hard)	>200	>20	>40	>150	>15000

(Sumber : Mochtar,2006; revised,2012)



**Tabel 2.2** Nilai luas kurva normal untuk nilai z

$\Delta z =$ — $z_0$	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.00	— $z_0$
-3.7	0.0031	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	-3.7
-3.6	0.0031	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	-3.6
-3.5	0.0032	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	-3.5
-3.4	0.0032	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	-3.4
-3.3	0.0033	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	-3.3
-3.2	0.0035	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	-3.2
-3.1	0.0037	0.0007	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0009	0.0009	0.0010	-3.1
-3.0	0.0040	0.0010	0.0011	0.0011	0.0011	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013	0.0013	-3.0
-2.9	0.0044	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0018	0.0018	0.0019	-2.9
-2.8	0.0049	0.002	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026	-2.8
-2.7	0.0054	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035	-2.7
-2.6	0.0060	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047	-2.6
-2.5	0.0068	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062	-2.5
-2.4	0.0077	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082	-2.4
-2.3	0.0087	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107	-2.3
-2.2	0.0100	0.0113	0.0116	0.0119	0.0122	0.0125	0.0129	0.0132	0.0136	0.0139	-2.2
-2.1	0.0143	0.0146	0.0150	0.0154	0.0158	0.0162	0.0166	0.017	0.0174	0.0179	-2.1
-2.0	0.0183	0.0188	0.0192	0.0197	0.0202	0.0207	0.0212	0.0217	0.0222	0.0228	-2.0
-1.9	0.0233	0.0239	0.0244	0.025	0.0256	0.0262	0.0268	0.0274	0.0281	0.0287	-1.9
-1.8	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0322	0.0329	0.0336	0.0344	0.0351	0.0359	-1.8
-1.7	0.0377	0.0375	0.0384	0.0392	0.0401	0.0409	0.0418	0.0427	0.0436	0.0446	-1.7
-1.6	0.0455	0.0465	0.0475	0.0485	0.0495	0.0505	0.0516	0.0526	0.0537	0.0548	-1.6
-1.5	0.0559	0.0571	0.0582	0.0594	0.0606	0.0618	0.063	0.0643	0.0655	0.0668	-1.5
-1.4	0.0681	0.0694	0.0708	0.0721	0.0735	0.0749	0.0764	0.0778	0.0793	0.0808	-1.4
-1.3	0.0823	0.0838	0.0853	0.0869	0.0885	0.0901	0.0918	0.0934	0.0951	0.0968	-1.3
-1.2	0.0985	0.1003	0.1020	0.1038	0.1056	0.1075	0.1093	0.1112	0.1131	0.1151	-1.2
-1.1	0.1170	0.1190	0.1210	0.1230	0.1251	0.1271	0.1292	0.1314	0.1335	0.1357	-1.1
-1.0	0.1379	0.1401	0.1423	0.1446	0.1469	0.1492	0.1515	0.1539	0.1562	0.1587	-1.0
-0.9	0.1611	0.1635	0.1660	0.1685	0.1711	0.1736	0.1762	0.1788	0.1814	0.1841	-0.9
-0.8	0.1837	0.1894	0.1922	0.1949	0.1977	0.2005	0.2033	0.2061	0.2090	0.2119	-0.8
-0.7	0.2148	0.2177	0.2206	0.2236	0.2266	0.2296	0.2327	0.2358	0.2389	0.2420	-0.7
-0.6	0.2451	0.2483	0.2514	0.2546	0.2578	0.2611	0.2643	0.2676	0.2709	0.2743	-0.6
-0.5	0.2776	0.2810	0.2843	0.2877	0.2912	0.2946	0.2981	0.3015	0.3050	0.3085	-0.5
-0.4	0.3121	0.3156	0.3192	0.3228	0.3264	0.3300	0.3336	0.3372	0.3409	0.3446	-0.4
-0.3	0.3483	0.352	0.3557	0.3594	0.3632	0.3669	0.3707	0.3745	0.3783	0.3821	-0.3
-0.2	0.3859	0.3897	0.3936	0.3974	0.4013	0.4052	0.4090	0.4129	0.4168	0.4207	-0.2
-0.1	0.4247	0.4286	0.4325	0.4364	0.4404	0.4443	0.4483	0.4522	0.4562	0.4602	-0.1
-0.0	0.4641	0.4681	0.4721	0.4761	0.4801	0.4840	0.4880	0.4920	0.4960	0.5000	-0.0

**Tabel 2.3** Nilai luas kurva normal untuk nilai t

df	Tingkat signifikansi uji satu arah					
	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
	Tingkat signifikansi uji dua arah					
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,599
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,385	4,032	6,869
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,813	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	1,303	1,697	2,021	2,423	2,704	3,551
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

### 2.3 Pemampatan

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau

udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. (Das dalam Mochtar, 1998) Secara umum, pemampatan (*settlement*) pada tanah disebabkan oleh pembebanan yang dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu:

- a. Pemampatan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Pemampatan konsolidasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder. Namun pada perhitungan pemampatan tanah akibat reklamasi, pemampatan sekunder umumnya diabaikan karena besar pemampatan sangat kecil (Wahyudi, 1997)
- b. Pemampatan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

Amplitudo atau besarnya pemampatan tanah total dalam Wahyudi (1997), adalah :

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} + S_{lat} \quad (2.6)$$

dimana :

- $S_t$  = total *settlement*  
 $S_i$  = *immediate settlement*  
 $S_{cp}$  = *consolidation primer settlement*  
 $S_{cs}$  = *consolidation secondary settlement*  
 $S_{lat}$  = *settlement* akibat pergerakan tanah arah lateral.

### 2.3.1 Pemampatan Konsolidasi / *Consolidation Settlement* ( $S_c$ )

Menurut Wahyudi (1997), besar pemampatan tanah akibat konsolidasi primer dari tanah lempung ini tergantung dari kondisi sejarah tanahnya, yaitu *normally consolidated* (NC) atau *overconsolidated* (OC).

- a. Kondisi *Normally Consolidated* (NC)



Tekanan efektif *overburden* pada saat itu adalah merupakan tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah itu. Besarnya pemampatan NC dapat dihitung sebagai berikut:

$$S_{c\sim} = \frac{H}{1+e_o} \left[ C_c \log \left( \frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o'} \right) \right] \quad (2.7)$$

dimana :

H = tebal lapisan lempung (*compressible soil*)

$e_o$  = angka pori awal (*initial void ratio*)

$C_c$  = *Compression index*

$\sigma_o'$  = *Overburden pressure effective*

b. Kondisi *Overconsolidated (OC)*

Tekanan efektif *overburden* yang dialami tanah saat itu lebih kecil dari tekanan yang pernah dialami oleh tanah tersebut sebelumnya. Perumusan pemampatan kosolidasi untuk tanah ini dirumuskan sebagai berikut :

- Bila :  $(p_o'' + \Delta p) \leq p_o''$

Maka :

$$S_{c\sim} = \frac{H}{1+e_o} \left[ C_s \log \left( \frac{p_o'' + \Delta p}{p_o''} \right) \right] \quad (2.8)$$

- Bila :  $(p_o'' + \Delta p) > p_o''$

Maka ;

$$S_{c\sim} = \left[ \frac{H}{1+e_o} C_s \log \frac{p_c''}{p_o''} \right] + \left[ \frac{H}{1+e_o} C_c \log \frac{p_o'' + \Delta p}{p_c''} \right]$$

(2.9)

dimana :

H = tebal lapisan lempung (*compressible soil*)

$e_o$	= angka pori awal ( <i>initial void ratio</i> )
$C_c$	= <i>Compression Index</i>
$C_s$	= <i>Swelling Index</i>
$\Delta p$	= <i>Surcharge</i> (besarnya tegangan di muka tanah)
$p_o''$	= <i>Overburden pressure efective</i>
$p_c''$	= tegangan prakonsolidasi efektif

Apabila lapisan tanahnya heterogen (berlapis-lapis) maka formula perhitungan dapat dilakukan di setiap lapisannya, sehingga totalnya adalah :

$$S_{c\sim} = \frac{H_i}{1 + e_o} \left[ C_s \log \left( \frac{\Delta p_i}{p_o'' i} \right) \right] \quad (2.10)$$

dimana :

- $H_i$  = tebal sub lapisan i
- $P_o'' i$  = *Overburden pressure* pada lapisan i
- $\Delta p_i$  = variasi tegangan vertikal yang diterima oleh lapisan ke-i

### 2.3.2 Parameter Tanah untuk Perhitungan *Consolidation Settlement* ( $S_c$ )

Berikut ini adalah cara menentukan parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan *consolidation settlement* menurut Wahyudi (1997) :

1. Tebal lapisan *compressible*

Tebal lapisan *compressible* (H) yang diperhitungkan adalah yang masih bisa mengalami proses konsolidasi primer, yaitu yang memiliki nilai N-SPT < 10. Sedangkan untuk tanah dengan N-SPT > 10 dianggap sudah tidak mengalami proses konsolidasi primer sehingga tidak perlu diperhitungkan sebagai bagian dari tebal lapisan *compressible* (H).

2. Beban atau *Surcharge*

*Surcharge* yang dimaksud adalah besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah asli (*Compressible Soil*) dalam satuan tegangan. Persamaan yang digunakan ditentukan dari distribusi tegangan tanah yang dialami.

$$Po = \gamma_{\text{timbunan}} \times h_{\text{timbunan}} \quad (2.11)$$

dimana :

$\gamma_{\text{timbunan}}$  = berat volume dari tanah timbunan

$h_{\text{timbunan}}$  = tinggi timbunan

Bila timbunan terendam air, maka dipakai harga  $\gamma_{\text{timbunan}}$  efektif ( $\gamma^*$ )

3. Distribusi tegangan tanah

Distribusi tegangan tanah adalah pembagian beban yang diterima oleh tanah. Berikut adalah persamaan distribusi tegangan tanah dengan beban trapesium :

Beban bentuk trapesium (panjang menerus)

$$\Delta p_z = I \times q_o \quad (2.12)$$

dimana :

$I$  = faktor pengaruh ditentukan dari Gambar 2.2

$q_o$  = beban terbagi rata di atas luasan

4. *Compression* dan *Swelling Index*

Harga *compression index* ( $C_c$ ) dan *Swelling Index* ( $C_s$ ) diperoleh dari hasil tes laboratorium (*consolidation test*).

5. Angka Pori

Angka pori inisial ( $e_o$ ) diperoleh dari hasil tes laboratorium (*Volumetric* dan *Gravimetric*)

6. *Overburden Pressure*

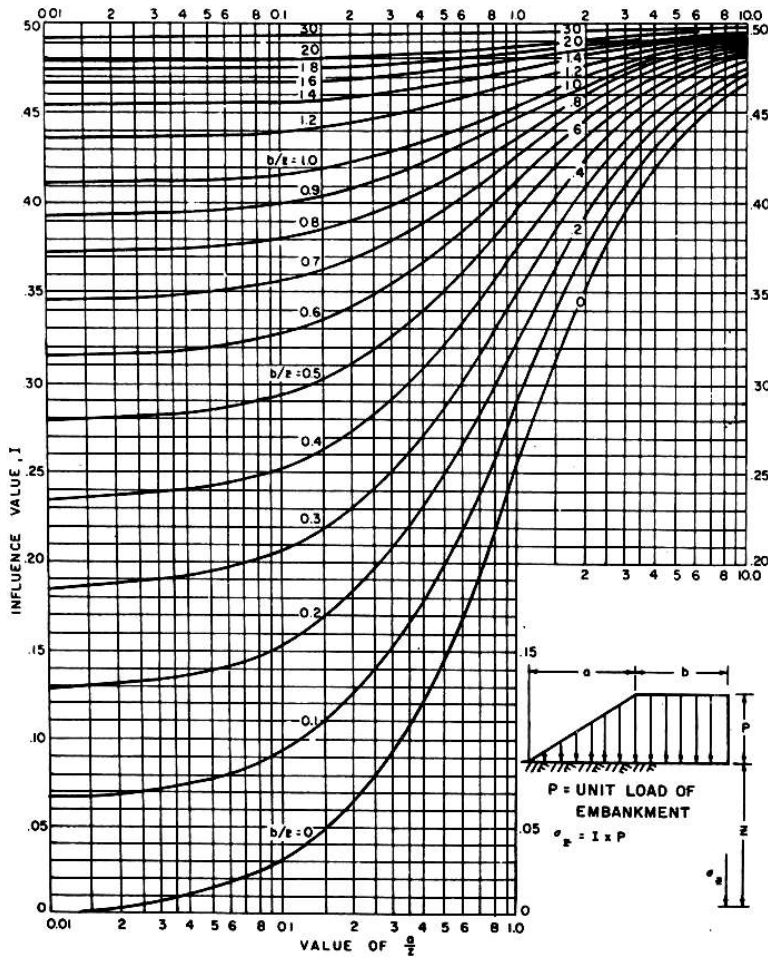
*Overburden pressure effective* ( $p_o^{**}$ ) adalah tegangan vertikal efektif dari tanah asli, yaitu :

$$p_o^{**} = \gamma^* \times h \quad (2.13)$$

dimana :

$\gamma^*$  =  $\gamma_{\text{sat}} - \gamma_{\text{air}}$  (bila ada air tanah)

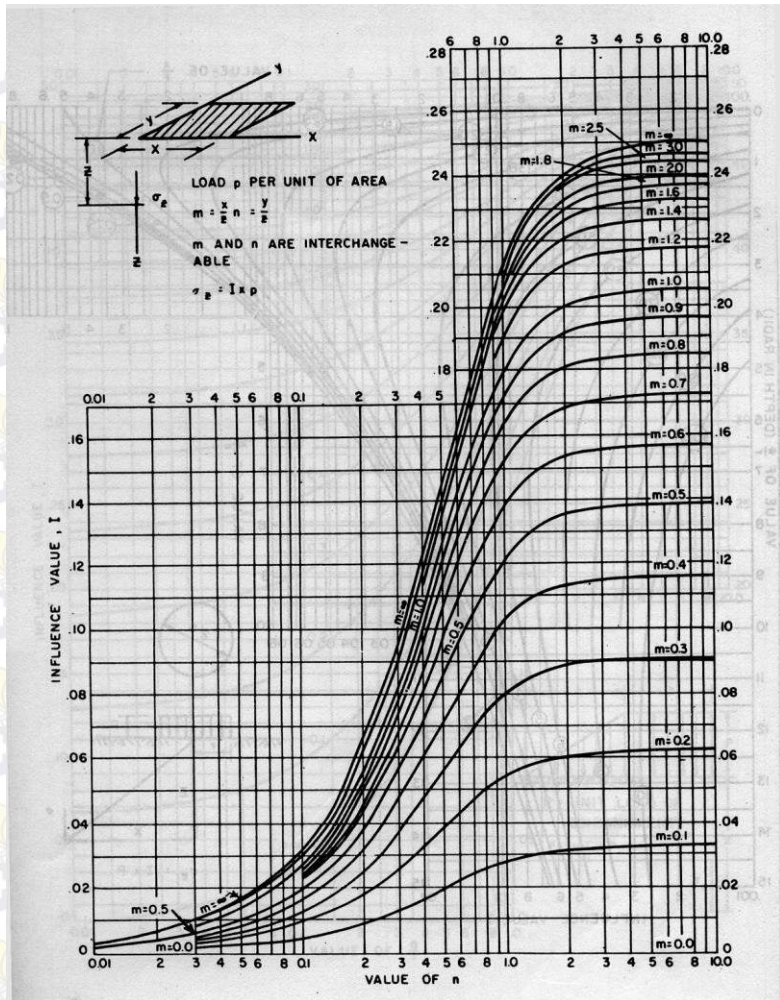
$h$  = setengah dari tebal lapisan lempung yang diperhitungkan



**Gambar 2.1** Grafik faktor pengaruh untuk beban bentuk trapesium

(sumber : Mochtar, 2000)





**Gambar 2.2** Grafik faktor pengaruh untuk beban bentuk persegi (sumber : Mochtar, 2000)



## 2.4 Waktu Pemampatan Tanah

### 2.4.1 Lamanya Pemampatan Tanah

Menurut Terzaghi dalam Das (1985), lama waktu konsolidasi ( $t$ ) adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{T(H_{dr})^2}{C_v} \quad (2.14)$$

Dimana :

$T$  = waktu konsolidasi

$T_v$  = faktor waktu

$C_v$  = koefisien vertikal (cm<sup>2</sup>/s atau m<sup>2</sup>/s)

$H_{dr}$  = panjang aliran air *drainage* di dalam tanah (m)

### 2.4.2 Parameter Tanah untuk Lamanya Pemampatan Konsolidasi

#### a. Faktor Waktu

Faktor waktu  $T_v$  adalah merupakan fungsi langsung dari derajat konsolidasi ( $U\%$ ) dan bentuk dari distribusi tegangan air pori ( $u$ ) di dalam tanah (aliran satu arah atau dua arah). Apabila distribusi tegangan air porinya merata (homogen) maka hubungan  $T_v$  dan  $U$  adalah (Tabel 2.5)

**Tabel 2.4** Korelasi antara  $T_v$  dan  $U$

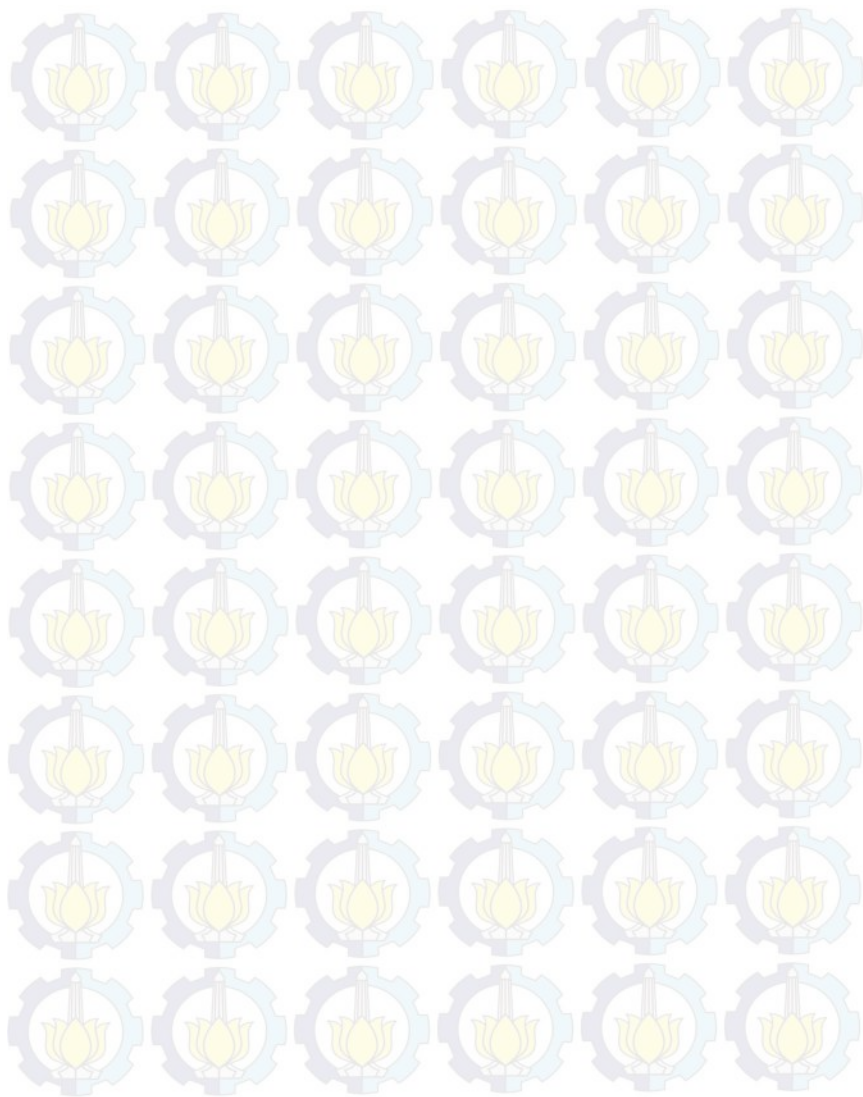
$U(\%)$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$T_v$	0,008	0,031	0,071	0,126	0,197	0,287	0,403	0,567	0,848	$\infty$

#### b. Koefisien Konsolidasi Vertikal ( $C_v$ )

Koefisien konsolidasi vertikal  $C_v$  diperoleh dari grafik korelasi antara besarnya pemampatan tanah dengan waktu ( $t$ ). Berikut adalah persamaan yang dipakai:

$$C_v = \frac{0.197 (H \times 2)^2}{t_{50}} \quad (2.15)$$

Apabila lapisan tanahnya heterogen dan mempunyai beberapa nilai  $C_v$ , maka harga  $C_v$  yang dipakai adalah nilai  $C_v$  gabungan (ABSI,1965)



### 2.5.1 Tinggi Timbunan Awal ( $H_{initial}$ )

Tinggi timbunan awal pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Untuk menentukan tinggi timbunan rencana, memperhatikan besarnya pemampatan yang terjadi pada tanah asli. Untuk mencari besarnya tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) pada timbunan reklamasi yang memiliki ketinggian air ( $H_w$ ) memakai persamaan :

$$q = (H_w + S_c)\gamma'_{timb} + (H_{initial} - H_w - S_c) \gamma_{timb} \quad (2.17)$$

$$q = (H_{initial} \times \gamma_{timb}) - ((S_c + H_w) \times \gamma_{timb}) + ((S_c + H_w) \gamma'_{timb}) \quad (2.18)$$

$$H_{initial} = \frac{q + (S_c + H_w) \times (\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}} \quad (2.19)$$

$$H_{akhir} = H_{initial} - S_c \quad (2.20)$$

dimana :

$H_{initial}$  = tinggi timbunan awal

$H_{akhir}$  = tinggi timbunan akhir

$S_c$  = total pemampatan tanah akibat timbunan H

$\gamma'_{timb}$  = berat volume efektif material timbunan

$H_w$  = Tinggi muka air

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

$$q = H_{initial} \cdot \gamma_{timb} - S_c \cdot \gamma_w \quad (2.21)$$

$$H_{initial} = \frac{q + S_c \cdot \gamma_w}{\gamma_{timb}} \quad (2.22)$$

### 2.5.2 Penentuan Tinggi Kritis ( $H_{cr}$ )

Penentuan tinggi kritis digunakan sebagai beban awal preloading. Untuk menghitung tinggi timbunan kritis pada muka air yang berada di atas muka tanah, memakai persamaan sebagai berikut :

$$H_{cr} = \frac{2 \times C_u}{\gamma_{timbunan}} \quad (2.23)$$

dimana :

$C_u$  = kohesi tanah dasar ( $t/m^2$ )

$\gamma_{\text{timbunan}}$  = berat volume tanah timbunan ( $t/m^3$ )

$H_{cr}$  = tinggi timbunan kritis (m)

Dalam penentuan  $H_{cr}$  juga dapat menggunakan program bantu, yaitu XSTABL.

### 2.5.3 Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode *Preloading*

Daya dukung tanah dasar dapat meningkat jika beban timbunan diletakkan secara bertahap sampai mencapai tinggi timbunan kritis ( $H_{cr}$ ). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999), diketahui bahwa terdapat hubungan antara kekuatan geser *undrained* ( $C_u$ ) dan tegangan tanah vertikal efektif ( $p_o''$ ). Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

- a. Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah < 120%

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,0737 + (0,1899 - 0,0016 \text{ PI}) \sigma_o' \quad (2.24)$$

- b. Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah > 120%

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,0737 + (0,0454 - 0,00004 \text{ PI}) \sigma_o' \quad (2.25)$$

Dimana harga  $\sigma_o'$  dalam  $\text{kg/cm}^2$

Untuk tanah yang sedang mengalami konsolidasi, harga  $\sigma_o''$  berubah sesuai dengan waktu. Secara umum menurut Ardana dan Mochtar (1999) harga  $\sigma_o''$  dapat dicari dengan cara berikut ini:

$$\sigma_o'' = \left( \frac{p_o' + \Delta p'}{p_o'} \right)^U \cdot p_o' \quad (2.26)$$

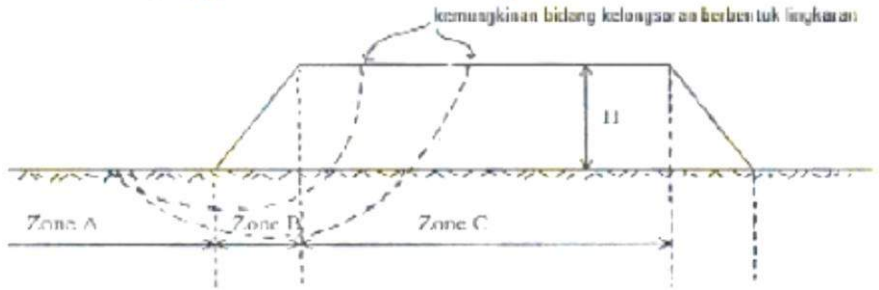
Bila :  $U = 100 \% = 1$ , maka  $\sigma_o'' = p_o'' + \Delta p''$

$U < 100\%$ , maka  $\sigma_o'' < p_o'' + \Delta p''$



### 2.5.4 Perhitungan Stabilitas Timbunan

Dengan menggunakan program bantu XSTABL, dapat menghitung stabilitas timbunan dengan asumsi kondisi kohesi *undrained* ( $C_u$ ) pada tanah dasar sebagai berikut :



**Gambar 2.4** Pembagian Zona Kekuatan Tanah  
(Sumber: Mochtar, 2011)

Zona A = Tanah dalam kondisi masih asli

$$C_u = C_u \text{ asli}$$

Zona B = Zona transisi

$$C_u = \frac{C_{uA} + C_{uC}}{2} \quad (2.27)$$

Zona C

= Tanah terkonsolidasi di bawah timbunan  $H$ .  $\sigma'_c$  di C tergantung pada tinggi  $H$  dan kecepatan penimbunan bertahap.  $C_u$  di C dihitung menggunakan persamaan (2.24) atau (2.25).

### 2.6 Percepatan Waktu Konsolidasi

Apabila ternyata pemampatan yang direncanakan membutuhkan waktu yang sangat lama, dibutuhkan percepatan dalam proses konsolidasi tanah. Salah satu metode perbaikan tanah untuk mempercepat waktu konsolidasi adalah dengan pemasangan *Vertical Drain*.

### 2.6.1 *Vertical Drain*

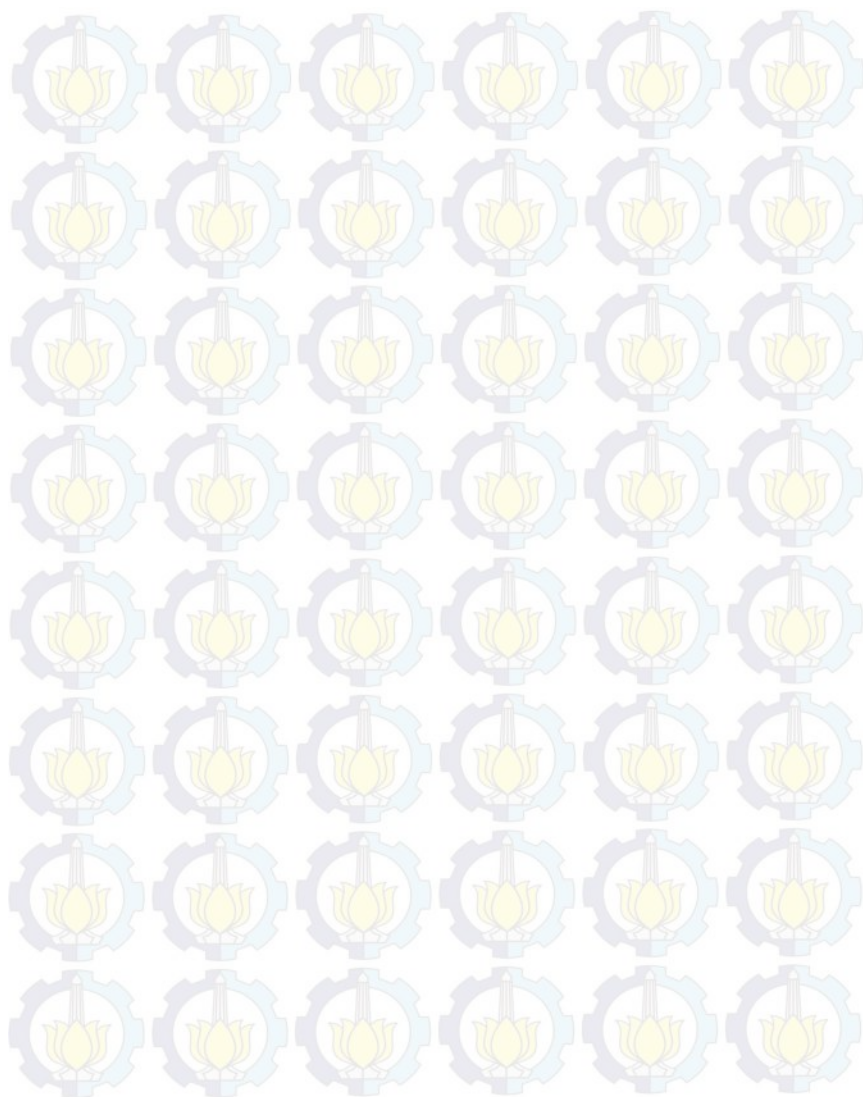
Fungsi utama digunakannya *vertical drain* dalam suatu lapisan tanah lempung “*compressible*” adalah untuk mempercepat proses konsolidasi primer. Metode perbaikan tanah dengan menggunakan *vertical drain* hakekatnya adalah untuk mereduksi waktu antara dua fase pelaksanaan di saat diterapkannya penimbunan bertahap dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk memperoleh derajat konsolidasi

*Vertical drain* dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tipe umum, yaitu : *sand drain*, *fabric encased drain*, dan *prefabricated vertical drain* (PVD). Adapun untuk PVD itu sendiri bisa berupa karton, *textile*, plastik, atau material lainnya (bahan karung dan sabut kelapa). Pada umumnya PVD banyak digunakan karena kemudahan pemasangan di lapangan. Tiang-tiang atau lubang-lubang tersebut "dipasang" di dalam tanah pada jarak tertentu sehingga memperpendek jarak aliran drainase air pori (*drainage path*). (Mochtar, 2000).

### 2.6.2 Menentukan Kedalaman *Vertical Drain*

Kedalaman *vertical drain* ditentukan oleh tebal lapisan tanah yang mengalami konsolidasi (Gambar 2.5), yaitu sedalam H tanah. Besar kedalaman *vertical drain* dalam perencanaan ini dipasang sampai kedalaman tanah *compressible*, yaitu  $N-SPT < 10$ .







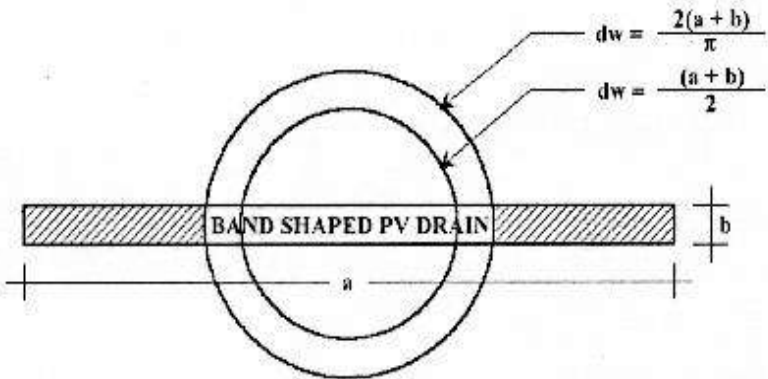
Oleh Hansbo (1979) dalam Mochtar (2000) harga  $F(n)$  didefinisikan sebagai berikut :

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \left( \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.30)$$

Atau :

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - 3/4 - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.31)$$

Dimana :



**Gambar 2.8** *Equivalenten diameter (dw) untuk PVD*  
(sumber : Mochtar, 2000)

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

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

Jadi :

$$F(n) = \ln(n) - 3/4 \quad (2.32)$$

$$F(n) = \ln(D/dw) - 3/4 \quad (2.33)$$

Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$t = \left( \frac{D^2}{8.Ch} \right) \cdot (2.F(n)) \cdot \ln \left( \frac{1}{1-U_h} \right) \quad (2.34)$$

dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- D = diameter lingkaran
- F(n) = faktor hambatan disebabkan karena jarak PVD
- Ch = koefisien konsolidasi tanah horisontal
- $U_h$  = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Dengan memasukkan harga t tertentu, dapat dicari harga  $U_h$  pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran pori arah horisontal juga terjadi konsolidasi akibat aliran air arah vertikal  $U_v$ . Harga  $U_v$  dicari dengan persamaan :

- Untuk  $U_v > 60\%$  :

$$U_v = (100 - 10^a) \quad (2.35)$$

Dimana :

$$a = \frac{1.781 - Tv}{0.933} \quad (2.36)$$

$$\pi = 3.14$$

- Untuk  $U_v$  antara 0 s/d 60% :

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

- Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari dengan cara :

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\% \quad (2.38)$$

## 2.7 Perkuatan Lereng dengan Turap (*Sheet Pile*)

Turap merupakan benda pipih atau datar yang panjang, dipasang secara vertikal dan berfungsi sebagai penahan tanah dan kedap air. Konstruksi turap dapat dibuat dari bahan kayu, beton bertulang dan baja. Setiap bahan yang dipergunakan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan jenis turap disesuaikan dengan fungsi pemasangan dan kondisi lokasi pemasangan turap.

Dalam perencanaan turap terdapat dua pilihan pemasangan, yaitu turap dengan angker dan tanpa angker.

### 2.7.1 Perencanaan Turap dengan Angker

Berikut langkah perhitungan turap dengan angker :

1. Menggambar distribusi tekanan tanah aktif dan pasif.

Rumusnya adalah sebagai berikut :

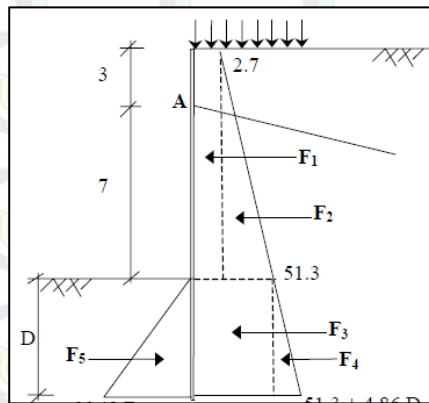
$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.39)$$

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma_v K_p + 2c\sqrt{K_p} \quad (2.40)$$

dimana :

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\theta}{2}\right) \quad (2.41)$$

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right) \quad (2.42)$$



**Gambar 2.9** Gaya-gaya pada diagram tekanan tanah

2. Mencari kedalaman *sheetpile* (d).

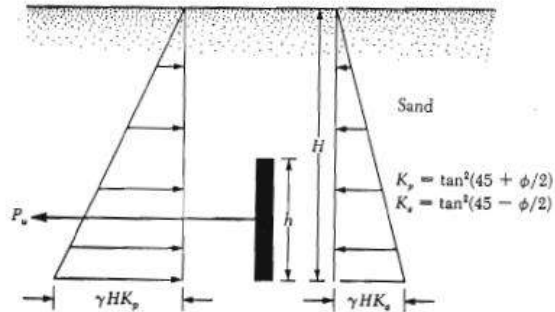
Kedalaman *sheetpile* diperoleh dari keseimbangan momen yang terjadi terhadap titik A yaitu pemasangan angker.  $\sum M_A = f(d)_A = 0$ . Kedalaman *sheetpile* kemudian dikalikan dengan angka keamanan antara 1,5 s/d 2,0.

3. Menentukan Profil Turap.

Profil turap ditentukan dengan berdasarkan momen

maksimum yang terjadi pada *sheetpile*. Momen maksimum didapatkan dari diferensial persamaan Momen kemudian angka yang didapatkan disubstitusikan terhadap persamaan momen.

#### 4. Perencanaan blok angkur



**Gambar 2.10** Kapasitas ultimit blok angkur pada tanah granuler (Sumber: Das,1999)

Menurut Teng (1962), apabila nilai  $H/h \leq 1,5$  sampai 2, tinggi papan angkur dianggap = H

$$\text{Untuk } B/h \approx \infty; P_u = B(P_p - P_a) \quad (2.43)$$

Untuk  $B/h < 5$ , persamaan untuk menghitung kapasitas ultimit blok angkur pendek di dekat tanah untuk tanah granuler sebagai berikut :

$$T \leq B(P_p - P_a) + \frac{1}{3} K_o \gamma (\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a}) H^3 t g \phi \quad (2.44)$$

Dimana :

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.45)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.46)$$

Dengan :

T = kapasitas ultimit blok angkur

L = Panjang blok angkur

$P_a$  dan  $P_p$  = Tekanan aktif dan pasif total

$K_o$  = Koefisien tekanan tanah saat diam (diambil = 0,4)

H = Kedalaman dasar angkur terhadap





### 2.8.1 Penggunaan Geotextile Sebagai Konstruksi Perkuatan Timbunan

Perhitungan perencanaan geotekstile memerlukan data yang didapat dari program bantu seperti XSTABL, antara lain nilai faktor keamanan (SF), momen penahan/ momen resisten ( $M_r$ ), jari-jari kelongsoran (R), serta koordinat titik pusat bidang longsor. Tahapan perhitungan penggunaan geotekstile adalah :

1. Mencari nilai momen dorong ( $M_D$ )

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} \quad (2.47)$$

2. Mencari nilai  $M_{resisten}$  rencana dengan angka keamanan rencana (biasanya  $SF = 1,2$ )

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana} \quad (2.48)$$

3. Mencari nilai tambahan Momen penahan ( $\Delta MR$ ) dari FS rencana

$$\Delta MR = M_{resisten\ rencana} - M_{resisten\ yang\ terjadi} \quad (2.49)$$

4. Mencari Kekuatan dari bahan geotekstile

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

$$T_{allow} = T_{ult} \times \left( \frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right) \quad (2.50)$$

Dimana :

$T_{allow}$  = kekuatan geotekstile yang tersedia

$T_{ult}$  = kekuatan ultimate geotekstile

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

$FS_{cr}$  = faktor keamanan akibat rangkai

$FS_{cd}$  = faktor keamanan akibat pengaruh bahan-bahankimia

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

$FS_{id}$ ,  $FS_{cr}$ ,  $FS_{cd}$ ,  $FS_{id}$  merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan geotextile yang besarnya dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 2.5** Nilai Faktor Geotekstil

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

5. Menentukan jumlah geotekstil yang dibutuhkan

$$\Delta MR < T_{allow} \times \sum R_i \quad (2.51)$$

Dimana :

$\sum R_i$  = penjumlahan jarak pasang masing-masing geotekstil terhadap titik-titik pusat jari-jari kelongsoran, hingga nilainya lebih besar dari nilai Momen resistan yang dibutuhkan ( $\Delta MR$ )

6. Menghitung panjang geotekstil di belakang bidang longsor ( $L_e$ )

Panjang geotextile di belakang bidang longsor dapat diketahui melalui rumusan

$$L_e = \frac{T_{all} \times SF}{(\tau_{atas} + \tau_{bawah}) \times E} \quad (2.52)$$

$$\tau_i = C u_i + \sigma_v \tan \theta \quad (2.53)$$

Dimana :

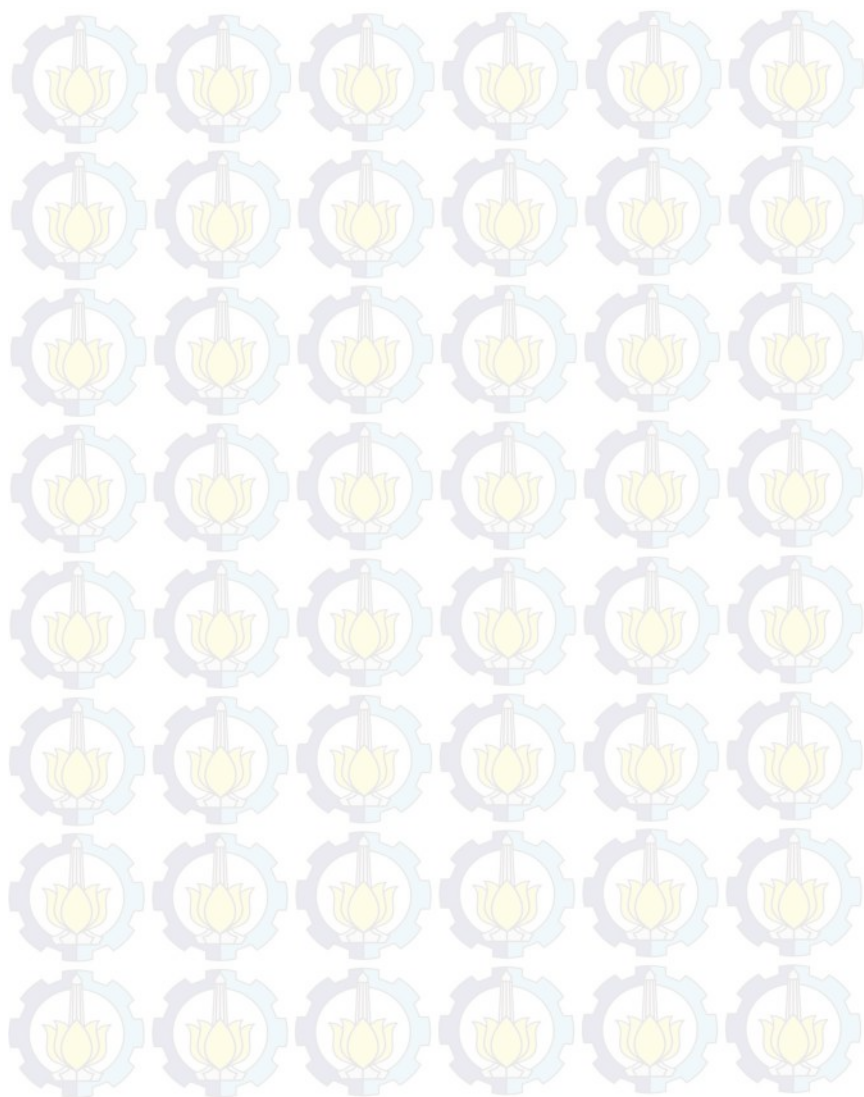
Tall = kekuatan tarik yang diijinkan (tereduksi oleh faktor-faktor)

SF = faktor keamanan (rencana)

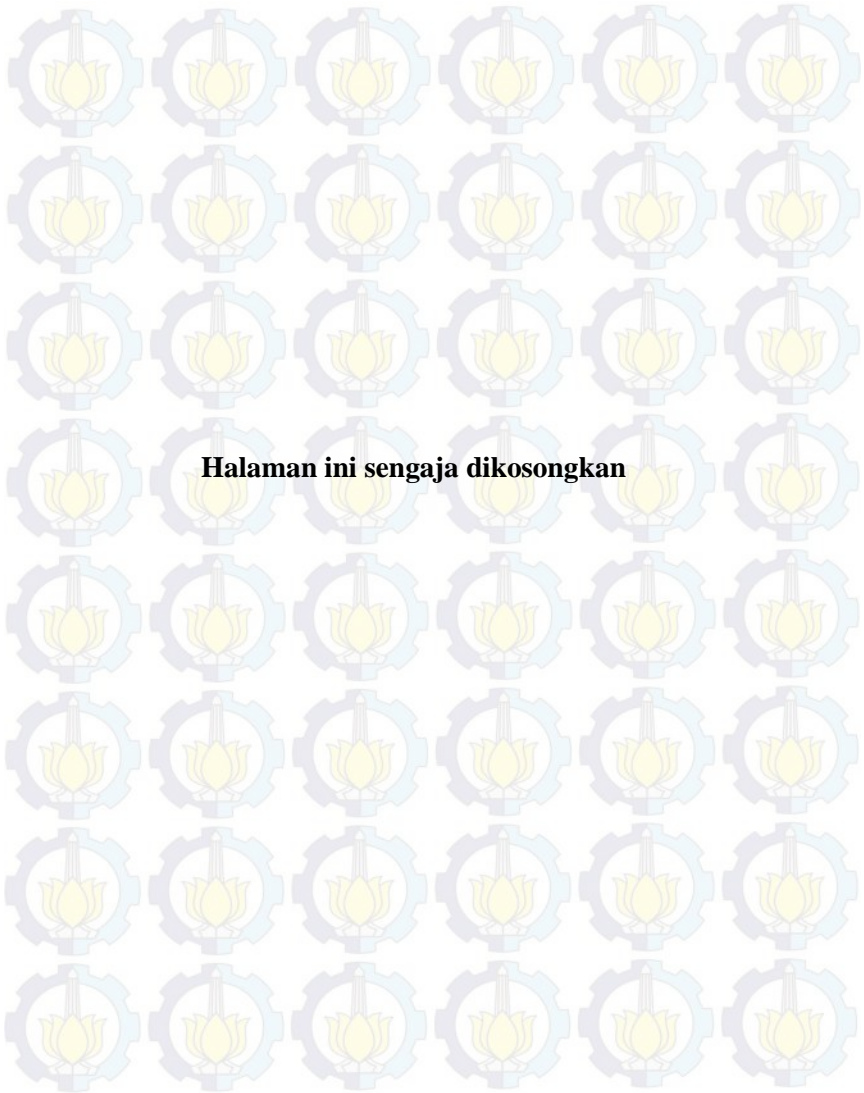
E = efisiensi (diambil E = 0.8)

$\tau_{atas}$  = tegangan geser antara geotextile dengan tanah di atas geotextile

$\tau_{bawah}$  = tegangan geser antara geotextile dengan tanah di bawah geotextile





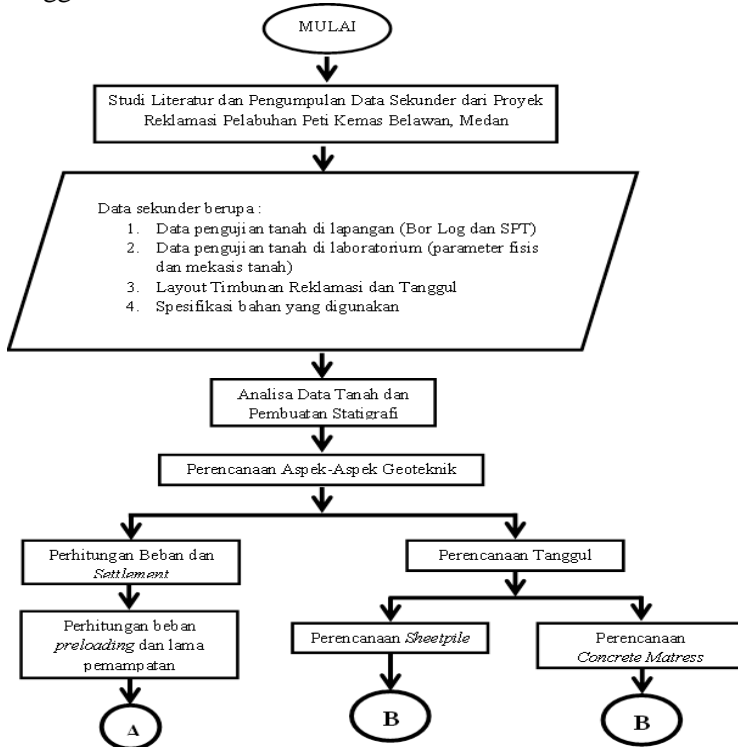


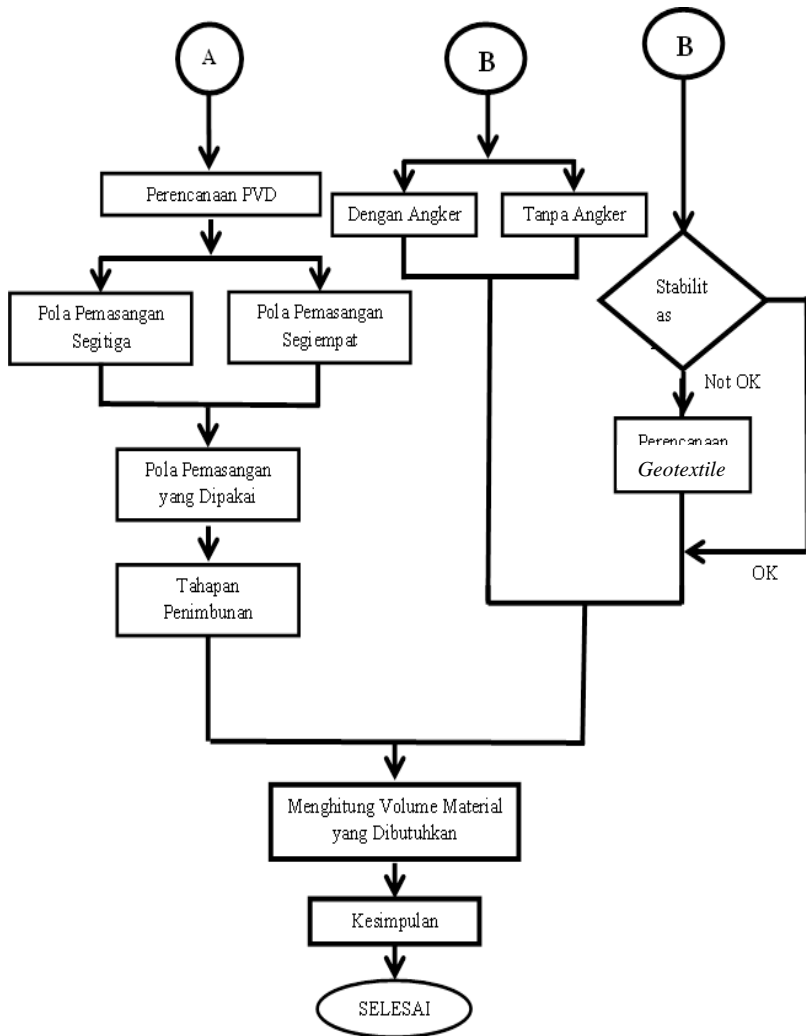
**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan diagram alir perencanaan perbaikan tanah reklamasi dengan metode *preloading* dengan sistem *surcharge* dan perencanaan perkuatan tanggul pada proyek Pengembangan Pelabuhan Peti Kemas Belawan, Medan (Tahap II). Perencanaan dibagi menjadi 2 (dua), yaitu A untuk perencanaan perbaikan tanah reklamasi dan B untuk perkuatan tanggul.





**Gambar 3.1.** Diagram Alir

### 3.2 Studi Literatur

Mempelajari konsep-konsep yang digunakan dalam menentukan karakteristik dan parameter tanah, metode percepatan pemampatan konsolidasi, dan perencanaan perkuatan tanggul. Adapun bahan studi yang akan dipakai dalam perencanaan ini adalah :

- a. Analisa Parameter Tanah
- b. Teori Pemampatan
- c. Metode *Preloading* dengan Sistem *Surcharge*
- d. Metode *Prefabricated Vertical Drain*
- e. Teori Perencanaan *Sheetpile*
- f. Metode Perkuatan Tanah dengan *Geotextile*

### 3.3 Pengumpulan dan Analisa Data

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini adalah data sekunder yang meliputi :

- a. Denah Lokasi
- b. Data tanah, mencakup :
  - *Standard Penetration Test* (SPT)
  - Bor log
  - Sifat Fisik Tanah
  - Sifat Teknis Tanah
- c. Peta Topografi
- d. Data perencanaan reklamasi

### 3.4 Perencanaan Aspek-Aspek Geoteknik

Hal-hal yang perlu diperhitungkan pada perencanaan geoteknis reklamasi adalah :

- a. Perencanaan Timbunan

Timbunan diperlukan dalam perencanaan reklamasi karena elevasi rencana pelabuhan adalah +4,05 m sedangkan elevasi eksisting sebelum konstruksi berada pada kedalaman antara  $\pm 0,00$  hingga -9,00 m. Sehingga diperlukan timbunan untuk mencapai elevasi rencana.
- b. Perencanaan Perbaikan Tanah

Perencanaan perbaikan tanah dasar meliputi :

- Perencanaan Tinggi Timbunan  
Tinggi timbunan awal yang diberikan pada saat pelaksanaan penimbunan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Hal ini dikarenakan tanah dasar yang terbebani timbunan akan mengalami pemampatan, sehingga perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan tinggi timbunan pelaksanaan ( $H_{initial}$ ) dengan mempertimbangan pemampatan pada tanah asli. Jika tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dijumlahkan dengan besarnya pemampatan, maka didapatkan tinggi timbunan rencana ( $H_{final}$ ). Perhitungan dilakukan dengan metode *preloading* sistem *surcharge*.
  - Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)  
Perencanaan perbaikan tanah dengan metode PVD bertujuan untuk mempercepat waktu pemampatan tanah. PVD direncanakan dengan membandingkan pola pemasangan segitiga dan segiempat kemudian dipilih pola dan jarak pemasangan yang paling optimal untuk mencapai pemampatan konsolidasi.
- c. Perhitungan Pemampatan (*Settlement*)  
Perhitungan pemampatan yang terjadi pada lapisan tanah dilakukan setelah dilakukan perbaikan tanah. Pada perencanaan reklamasi ini akan dihitung akibat beban timbunan *surcharge* dan PVD yang diberikan. Perhitungan pemampatan akan dilaksanakan pada setiap tahap pekerjaan agar tidak terjadi kegagalan perencanaan.
- d. Perhitungan Waktu Pemampatan  
Selain perhitungan besarnya pemampatan pada lapisan tanah dihitung juga lama pemampatan yang akan terjadi akibat perbaikan tanah yang dilakukan. Waktu yang diinginkan adalah waktu yang tercepat sehingga pekerjaan lain akan cepat dilaksanakan pula. Pada

perencanaan ini, waktu pemampatan yang direncanakan adalah 6 bulan. Ketika 6 bulan, diharapkan pemampatan lapisan tanah sudah selesai atau minimal 90% selesai.

### **3.5 Perencanaan *Sheetpile***

*Sheetpile* berfungsi sebagai konstruksi yang dapat menahan tanah di sekelilingnya dan mencegah terjadinya kelongsoran. Pada proyek ini, *sheetpile* berfungsi sebagai pembatas antara timbunan reklamasi yang akan dipertahankan menjadi timbunan dan timbunan reklamasi yang akan dikeruk. Perbedaan elevasi tersebut bisa mengakibatkan *sliding* atau kelongsoran. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang seksama dengan memperhitungkan tekanan tanah di sekitar *sheetpile* agar kelongsoran tidak terjadi. Pada tugas akhir ini akan dilakukan 2 (dua) metode perhitungan yaitu *sheetpile* dengan anker dan tanpa anker. Apabila kedalaman yang dibutuhkan untuk *sheetpile* tanpa anker terlalu dalam maka akan digunakan *sheetpile* dengan anker.

### **3.6 Perencanaan Perkuatan Tanggul dengan *Geotextile***

Tanggul reklamasi berfungsi sebagai pelindung timbunan reklamasi dari arus dan gelombang laut. Pada proyek ini, tanggul reklamasi dikerjakan dengan material *concrete mattress*. Pada timbunan direncanakan perbaikan tanah dengan menggunakan *geotextile* untuk meningkatkan sudut geser tanah dasar sehingga daya dukung meningkat dan stabilitas tanggul tercapai.

### **3.7 Cek Stabilitas dan Angka Keamanan**

Pada perencanaan perbaikan tanah dasar di bawah reklamasi dan perkuatan tanggul diperlukan pengecekan angka keamanan dan stabilitas. Pengecekan dilakukan terhadap pemampatan dan daya dukung dari tanah dasar tersebut terhadap beban reklamasi dan *sheetpile*. Jika angka keamanan lebih dari 1,3 untuk timbunan dan 2,0 untuk *sheetpile*, maka perencanaan

tersebut dapat dilaksanakan. Pengecekan tersebut berguna untuk menghindari kegagalan saat pelaksanaan maupun saat pelabuhan telah beroperasi.

### **3.8 Perhitungan Volume Material**

Setelah didapatkan hasil berupa jumlah, dimensi, jarak dan kedalaman yang dibutuhkan pada setiap aspek geoteknik, maka akan dianalisa berapa volume material yang diperlukan pada proyek reklamasi Pengembangan Pelabuhan Belawan, Medan (Tahap II).

### **3.9 Kesimpulan**

Setelah perhitungan perencanaan selesai, maka dapat ditarik kesimpulan apakah perbaikan tanah dengan menggunakan PVD dan *preloading* sistem *surcharge* telah cukup untuk mempercepat konsolidasi dan menaikkan daya dukung tanah dasar. Selain itu juga dapat diketahui apakah *sheetpile* dengan dimensi tersebut telah cukup untuk mengatasi permasalahan kestabilan talud.

## **BAB IV DATA DAN ANALISA**

### **4.1 Data Tanah**

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data SPT dan data laboratorium hasil penyelidikan tanah Proyek Pengembangan Terminal Peti Kemas Pelabuhan Belawan, Medan (Tahap I) yang dilakukan oleh PT. Pelabuhan Indonesia I pada tahun 2009. Data SPT yang tersedia berjumlah sepuluh titik data pengeboran, lima diantaranya berada di dalam lokasi pengembangan pelabuhan Belawan tahap I dan II.

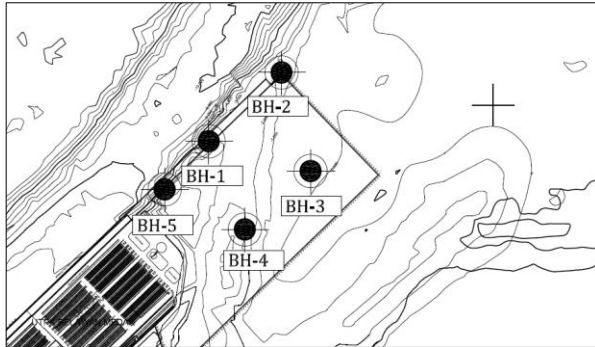
Data pengujian laboratorium yang tersedia berjumlah tiga titik data pengeboran yang berada dalam lokasi proyek pengembangan Pelabuhan Belawan tahap II yaitu BH-1, BH-2 dan BH-3 (Gambar 4.1). Data dianalisa dengan membandingkan jenis tanah dan analisa SPT untuk mendapatkan kedalaman tanah mampu mampat ( $N_{SPT} \leq 10$ ). Letak tanah mampu mampat berkisar antara -41,95 m LWS hingga -51,45 m LWS dengan elevasi rencana +3,5 LWS. Hubungan N-SPT dengan kedalaman untuk menentukan tebal lapisan tanah yang terkonsolidasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.

### **4.2 Analisa Parameter Tanah**

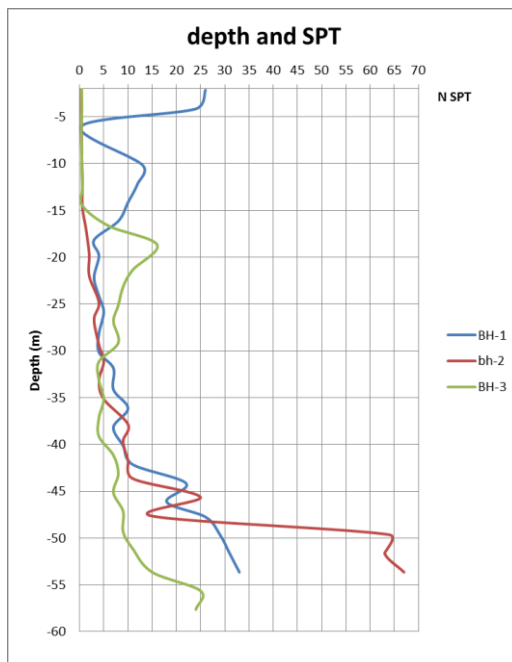
#### **4.2.1 Stratigrafi Tanah**

Data parameter tanah tiap titik yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah kemudian dianalisa dan dilakukan evaluasi dengan cara membuat stratigrafi tanah dan pengelompokan berdasarkan jenis dan konsistensi tanah. Pembagian layer tanah dilakukan setiap 1,25 m untuk mendapatkan nilai yang lebih detail. Data akan dibandingkan dengan analisa stratigrafi dan kedalaman tanah mampu mampat apakah data bisa dianggap seragam sehingga bisa dilaksanakan penentuan parameter tanah dari ketiga titik dengan menggunakan metode statistik selang kepercayaan 90%.





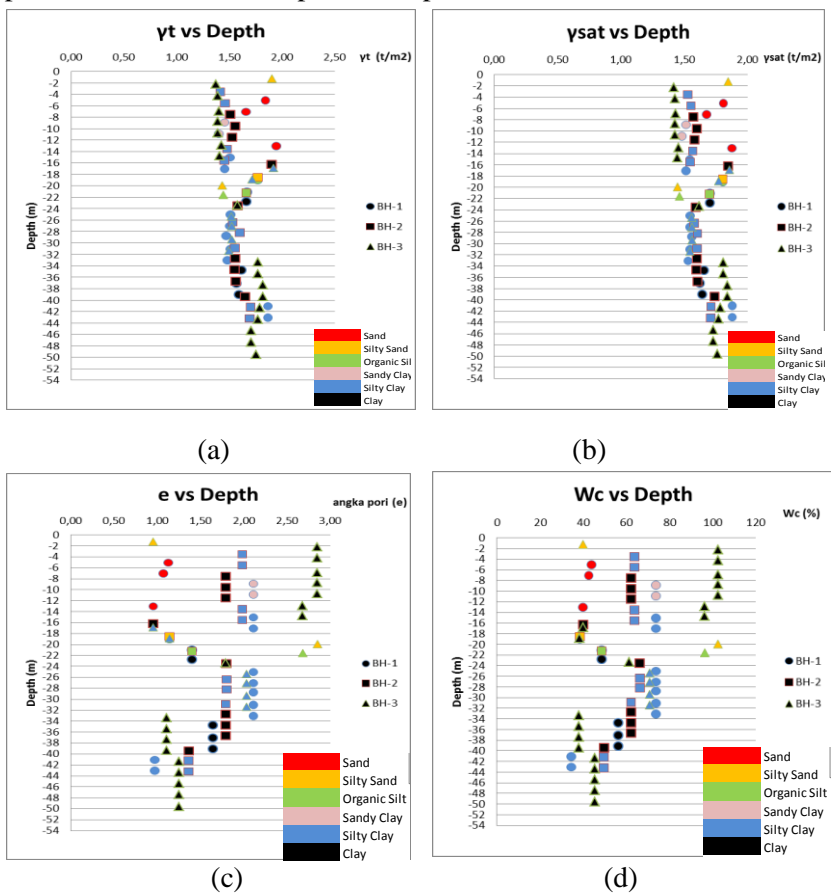
**Gambar 4.1** Layout Lokasi Titik Bor  
(PT. Prima Terminal Peti Kemas)

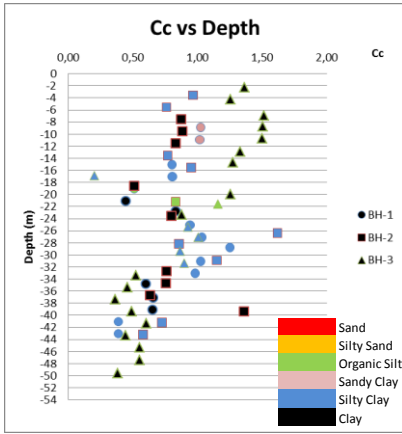


**Gambar 4.2** Hubungan N-SPT dan Kedalaman  
(Sumber: Hasil analisa)

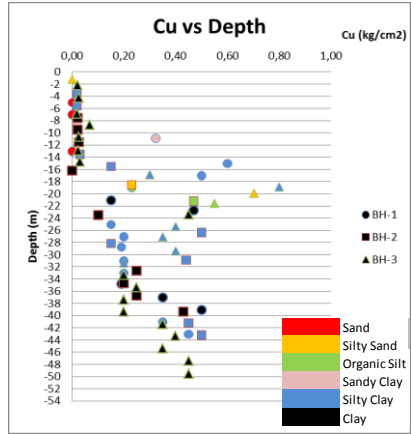
## 4.2.2 Penentuan Parameter Tanah Menggunakan Metode Statistik

Analisa parameter tanah dilakukan untuk mendapatkan data tanah yang digunakan untuk perencanaan timbunan reklamasi. Metode yang digunakan adalah cara statistik selang pendek dengan derajat kepercayaan 90%. Sebaran data parameter tanah setiap kedalamannya dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil statistika dapat dilihat pada lampiran 1 dan hasil analisa parameter tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 4.1.

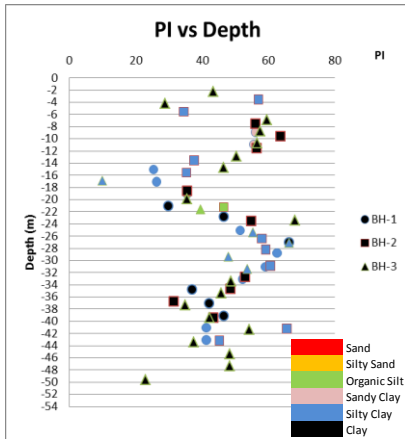




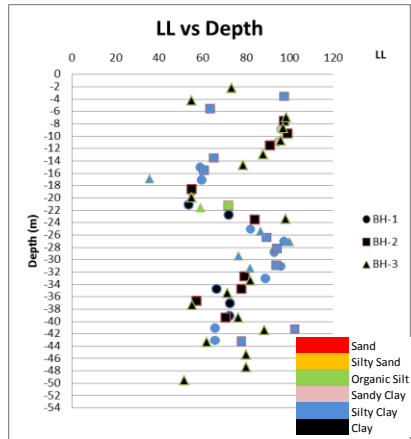
(e)



(f)



(g)



(h)

**Gambar 4.3** Grafik parameter tanah menurut kedalaman (a) Berat Jenis Tanah, (b) Berat Jenis Tanah Jenuh, (c) Angka Pori, (d) Kadar Air, (e) Indeks Kompresi, (f) Kuat Geser Tanah, (g) *Liquid Limit*, (h) Indeks Plastisitas (Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 4.1** Parameter Dasar Tanah

Depth (m)	$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	Wc (%)	e	Cc	Cs	Cu (kg/cm)	LL	PI	Cv (cm <sup>2</sup> /dtk)
0,0-7,5	1,45	1,5	82,2	2,35	1,1	0,25	0,03	72,5	41	0,0006342
7,5-12,5	1,45	1,5	82,2	2,35	1,1	0,25	0,03	96,5	58	0,0006342
12,5-15,0	1,45	1,5	82,2	2,15	1,1	0,2	0,03	59	35,6	0,0006342
15,0-17,5	1,45	1,5	69,6	2,15	1,1	0,2	0,25	59	35,6	0,0006342
17,5-20,0	1,7	1,71	69,6	2,15	0,6	0,1	0,25	59	35,6	0,0008470
20,0-22,5	1,7	1,71	43,5	1,25	0,6	0,1	0,3	59	35,6	0,0008470
22,5-25,0	1,52	1,56	68,9	1,95	1,05	0,21	0,3	92	59,5	0,0008470
25,0-32,5	1,52	1,56	68,9	1,95	1,05	0,21	0,3	92	59,5	0,0010800
32,5-37,5	1,7	1,75	51,75	1,45	0,65	0,14	0,3	72	44,5	0,0010800
37,5-40,0	1,7	1,75	51,75	1,45	0,65	0,14	0,37	72	44,5	0,0007800
40,0-42,5	1,7	1,75	43,5	1,2	0,65	0,14	0,37	77,5	47	0,0007800
42,5-45,0	1,7	1,75	43,5	1,2	0,6	0,14	0,37	77,5	47	0,0007800
45,0-47,5	1,72	1,77	45,5	1,25	0,6	0,14	0,39	77,5	47	0,0007800
47,5-50,0	1,72	1,77	45,5	1,25	0,6	0,08	0,39	51,6	23	0,0004756

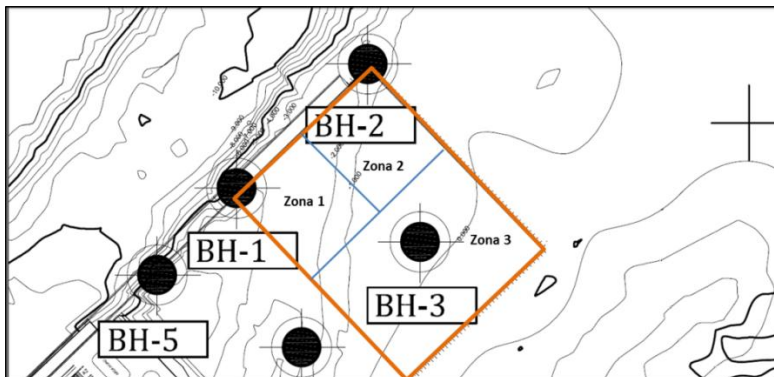
(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil analisa stratigrafi diperoleh hasil bahwa perlu dilakukan *zoning* karena terdapat beberapa variabel yang berbeda. Variabel tersebut adalah kedalaman tanah mampu mampat, serta tebal dan letak lapisan pasir. Zona dibagi menjadi tiga yaitu Zona 1 yang berada di area *borehole* 1, Zona 2 di area *borehole* 2 dan Zona 3 di area *borehole* 3. *Resume* profil tanah ketiga zona ditampilkan pada Tabel 4.2 dan gambar lokasi Zona 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada Gambar 4.4.

**Tabel 4.2** Resume profil tanah berdasarkan zona

Resume profil tanah	BH-1	BH-2	BH-3
Elevasi <i>Seabed</i> (m)	-2,9	-1,54	-0,22
Kedalaman tanah mampu mampat (m)	-43,75	-43,75	-50
Lapisan Pasir pada kedalaman (m)	2,90-7,50	-	0,22-2,50
	12,50-15,00	15,00-17,50	15,00-17,50

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 4.4** Zoning berdasarkan data tanah

(Sumber: Hasil Analisa)

#### 4.3 Data Tanah Timbunan

Material timbunan reklamasi yang digunakan berasal dari daerah Medan utara berjarak sekitar 40 km dari lokasi proyek. Spesifikasi teknis dari material adalah sebagai berikut :

- Sifat fisik tanah timbunan :

$$\begin{aligned}
 C &= 0 \\
 \gamma_{\text{sat}} &= 2,0 \text{ t/m}^2 \\
 \gamma_t &= 1,8 \text{ t/m}^2 \\
 \phi &= 30^\circ
 \end{aligned}$$

- Geometri Timbunan

Tinggi tanah timbunan ( $H_{\text{final}}$ ) direncanakan hingga elevasi +3.5 m LWS dengan luas area timbunan reklamasi 162.000 m<sup>2</sup>.

#### 4.4 Data Spesifikasi Bahan

##### 4.4.1 PVD (*prefabricated Vertical Drain*)

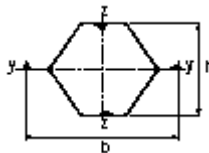
Jenis PVD yang digunakan pada perencanaan ini adalah CeTeau Drain CT-D812 produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Weight = 80 g/m
- Thickness (a) = 100 mm
- Width (b) = 5 mm

Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

##### 4.4.2 *Sheet pile Baja*

$$\begin{aligned}
 \text{Tipe } \textit{sheet pile} &= \text{AZ Box Piles} \\
 \text{Section modulus } y-y &= 4135 \text{ cm}^3\text{-}14790 \text{ cm}^3 \\
 \text{Section modulus } z-z &= 5295 \text{ cm}^3\text{-}9780 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$



##### 4.4.3 *Geotextile*

Pada perencanaan ini, fungsi *geotextile* akan digantikan oleh *geogrid* dengan perhitungan yang sama. *Geogrid* yang digunakan adalah HDPE Uniaxial Geogrid produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan *Tensile Strength* 200 Kn/m<sup>2</sup>. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

#### 4.5 Data Beban

Reklamasi akan dibebani dengan beban kontainer. Data kontainer dapat dilihat pada Tabel 2.5. Reklamasi direncanakan dapat menahan beban kontainer 20 TEUs (20feet) dengan jumlah 6 tumpuk (6 Tiers).

Kontainer 20 TEUs, 5+1 Tiers ( $q_{\text{surcharge}}$ )

$$q_{\text{surcharge}} = 6 \times \frac{\text{Berat kontainer}}{\text{Luas alas kontainer}}$$

$$q_{\text{surcharge}} = 6 \times \frac{24}{6,058 \times 2,438} \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{surcharge}} = 6 \times 1,625 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{surcharge}} = 9,75 \text{ ton/m}^2$$

Maka, tinggi timbunan bongkar ( $H_{\text{surcharge}}$ ):

$$H_{\text{bongkar}} = \frac{q_{\text{surcharge}}}{\gamma_{\text{timb}}} = \frac{9,75 \text{ t/m}^2}{1,8 \text{ t/m}^3} = 5,5 \text{ m}$$



## BAB V PERENCANAAN GEOTEKNIK

### 5.1 Perhitungan Tinggi Inisial ( $H_{\text{inisial}}$ )

Perhitungan konsolidasi pada perencanaan ini dihitung berdasarkan pemampatan tanah akibat konsolidasi primer (*consolidation primair settlement*) yaitu pada kondisi *normally consolidated* dengan pertimbangan kondisi tanah tidak terpengaruh oleh fluktuasi muka air laut. Dari perhitungan tersebut diperoleh besar pemampatan ( $S_c$ ), tinggi timbunan awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) dan tinggi timbunan akhir ( $H_{\text{final}}$ ) untuk perencanaan.

Untuk mendapatkan nilai  $H_{\text{inisial}}$  dilakukan perhitungan pemampatan konsolidasi dengan variasi pemberian beban timbunan ( $q$ ). Variasi beban timbunan yang diberikan pada masing-masing zona adalah sama. Yaitu:

$$q = 24 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 14,25 \text{ t/m}^2 + 9,75 \text{ t/m}^2$$

$$q = 27 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 17,25 \text{ t/m}^2 + 9,75 \text{ t/m}^2$$

$$q = 30 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 20,25 \text{ t/m}^2 + 9,75 \text{ t/m}^2$$

$$q = 33 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 23,25 \text{ t/m}^2 + 9,75 \text{ t/m}^2$$

$$q = 36 \text{ t/m}^2 \rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 26,25 \text{ t/m}^2 + 9,75 \text{ t/m}^2$$

#### 5.1.1 Perhitungan Besar Pemampatan (*Settlement*)

Dari hasil analisis data tanah, diperoleh tebal lapisan *compressible* pada tiga zona adalah 40.85 m pada Zona 1, 42.21 m pada Zona 2 dan 49.78 m pada Zona 3. Lapisan *compressible* memiliki N-SPT kurang dari 10 dengan jenis konsistensi tanah *very soft* hingga *medium stiff*. Perhitungan *settlement* dapat diperoleh dengan persamaan (2.8). *Settlement* dihitung akibat beban timbunan dan *surchage*. Berikut ini adalah contoh perhitungan *settlement* pada tanah dasar Lapis 5 (dibawah lapisan pasir) pada zona 1 dengan tebal 1,25 m akibat beban timbunan  $14,25 \text{ t/m}^2$ . Gambar penampang tanah dapat dilihat pada Lampiran 5.

$$h = 0.625 \text{ m} \qquad \gamma_w = 1.0 \text{ t/m}^3$$

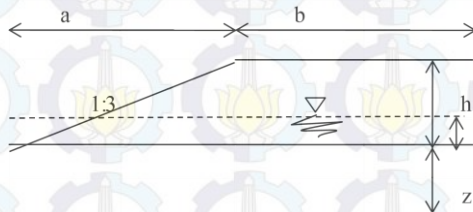
$$\begin{array}{ll}
 \gamma_{\text{sat}} & = 1,5 \text{ t/m}^3 & \gamma' & = 0,5 \text{ t/m}^3 \\
 C_c & = 1,10 & \gamma_{\text{sat timb}} & = 2,0 \text{ t/m}^3 \\
 e_o & = 2,35 & \gamma'_{\text{timb}} & = 1,0 \text{ t/m}^3 \\
 \gamma_{\text{sat pasir A}} & = 1,81 \text{ t/m}^3 & \gamma_{\text{sat pasir B}} & = 1,68 \text{ t/m}^3 \\
 \gamma'_{\text{pasir A}} & = 0,81 \text{ t/m}^3 & \gamma'_{\text{pasir B}} & = 0,68 \text{ t/m}^3
 \end{array}$$

1. Tegangan *overburden* efektif ( $P_o'$ )

Dihitung di tengah lapisan tanah dengan persamaan (2.11)

$$\begin{aligned}
 P_o' &= (\gamma'_{\text{pasir A}} \times h_A) + (\gamma'_{\text{pasir B}} \times h_B) + \gamma' \times h \\
 &= 0,81 \text{ t/m}^3 \times 2,1 \text{ m} + 0,68 \text{ t/m}^3 \times 2,5 \text{ m} + 0,5 \text{ t/m}^3 \\
 &\quad \times (1/2 \times 0,625 \text{ m}) \\
 &= 3,7 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

2. Penambahan tegangan ( $\Delta p$ )



$$\begin{array}{ll}
 b & = 200 \text{ m} \\
 z & = 5,225 \text{ m}
 \end{array}$$

Distribusi tegangan pada lahan reklamasi,  $b/z = 38,3$  sehingga dari bacaan grafik Gambar 2.2, dipakai faktor distribusi tegangan maksimum  $I = 0,5$ . Karena  $I$  tersebut digunakan untuk setengah timbunan maka perhitungan dengan persamaan (2.12) untuk timbunan total dapat dikali 2.

$$\begin{aligned}
 \Delta p &= 2 \times I \times q \\
 &= 2 \times 0,25 \times 14,25 \text{ t/m}^3 \\
 &= 14,25 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

3. Besarnya pemampatan ( $S_c$ )

Dengan menggunakan persamaan (2.7) didapatkan :

$$S_{c-} = \frac{H}{1 + e_o} \left[ C_c \log \left( \frac{\sigma_o' + \Delta \sigma}{\sigma_o'} \right) \right]$$

$$= \frac{1,25}{1 + 2,35} \left[ 1,10 \log \left( \frac{3,7 + 14,25}{3,7} \right) \right]$$

$$= 0,561 \text{ m}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah pada Zona 1 akibat beban timbunan  $q = 14,25 \text{ t/m}^2$  adalah sebesar 3,668 m.

Kemudian dilakukan perhitungan pemampatan akibat beban *surcharge*. Karena timbunan *surcharge* yang sangat lebar maka bisa diasumsikan sebagai beban terbagi rata,  $q = 9,75 \text{ t/m}^2$ .

$$x = 200 \text{ m} \quad m = 11,9$$

$$y = 202,5 \text{ m} \quad n = 12$$

Dari grafik pada Gambar 2.3 diperoleh  $I = 0,25$ . Karena  $I$  tersebut diambil di titik tengah beban terbagi rata maka perhitungan dengan persamaan (2.12) untuk beban *surcharge* total dapat dikali 4.

$$\Delta p = 4 \times I \times q$$

$$= 4 \times 0,5 \times 9,75 \text{ t/m}^3$$

$$= 9,75 \text{ t/m}^2$$

Dengan menggunakan persamaan (2.7) didapatkan :

$$S_{c\sim} = \frac{H}{1 + e_o} \left[ C_c \log \left( \frac{\sigma_o' + \Delta \sigma}{\sigma_o'} \right) \right]$$

$$= \frac{1,25}{1 + 2,35} \left[ 1,10 \log \left( \frac{3,7 + 9,75}{3,7} \right) \right]$$

$$= 0,230 \text{ m}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah pada Zona 1 akibat beban *surcharge*  $q = 9,75 \text{ t/m}^2$  adalah sebesar 2,817 m.

### 5.1.2 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) dan Tinggi Timbunan Akhir ( $H_{\text{final}}$ )

Tinggi timbunan awal dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.19).

$$H_{\text{inisial}} = \frac{q_{\text{final}} + (S_c + H_w) \times (\gamma_{\text{timb}} - \gamma'_{\text{timb}})}{\gamma_{\text{timb}}}$$

Dimana :

$$S_c \text{ akibat } (q_{\text{timbunan}}) 14,25 \text{ t/m}^3 = 3,668 \text{ m}$$

$$H_w = 4,65 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1,8 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_{\text{sat timb}} = 2,0 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_w = 1,0 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma'_{\text{timb}} = 1,0 \text{ ton/m}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_{\text{inisial timb}} &= \frac{14,25 + (3,668 + 4,65) \times (1,8 - 1,0)}{1,8} \\ &= 11,61 \text{ m} \end{aligned}$$

Kemudian karena pengaruh *surcharge*, maka untuk pembuatan grafik  $H_{\text{inisial}}$  dan  $H_{\text{final}}$  perlu dijumlahkan dengan akibat  $q_{\text{surcharge}}$ .

$$q_{\text{surcharge}} = 9,75 \text{ ton/m}^2$$

$$h_{\text{surcharge}} = 5,5 \text{ m}$$

$$S_c \text{ surc} = 2,817 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} q &= q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surcharge}} \\ &= 14,25 \text{ ton/m}^2 + 9,75 \text{ ton/m}^2 \\ &= 24 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{inisial}} &= H_{\text{inisial timb}} + h_{\text{surcharge}} \\ &= 11,61 \text{ m} + 5,5 \text{ m} \\ &= 17,11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_c &= S_c \text{ timbunan} + S_c \text{ surcharge} \\ &= 3,668 \text{ m} + 2,817 \text{ m} \\ &= 6,484 \text{ m} \end{aligned}$$



$H_{\text{surcharge}}$  merupakan tinggi timbunan yang mewakili beban yang akan diberikan pada timbunan. Dalam hal ini  $H_{\text{surcharge}}$  mewakili beban kontainer. Timbunan surcharge akan dibongkar setelah timbunan mengalami pemampatan sebesar yang direncanakan. Sehingga persamaan  $H_{\text{final}}$  adalah sebagai berikut :

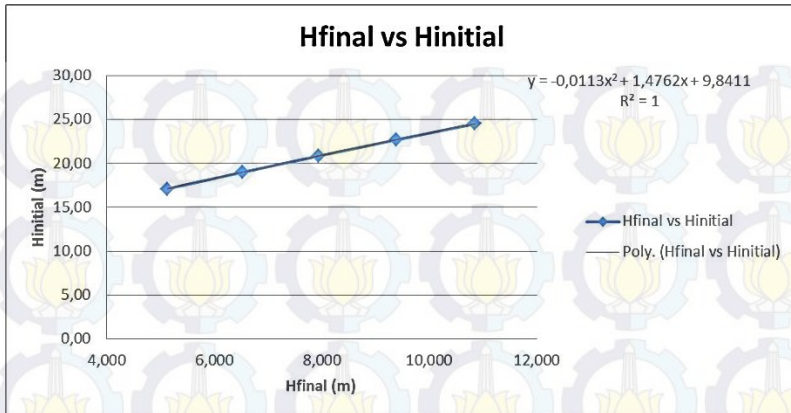
$$\begin{aligned} H_{\text{final}} &= H_{\text{inisial}} - S_c - H_{\text{surcharge}} \\ &= 17,11 \text{ m} - 6,484 \text{ m} - 5,5 \text{ m} \\ &= 5,129 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan kembali pada 3 zona dengan variasi beban timbunan lain yang sudah ditentukan. Perhitungan *settlement* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6 dan dari perhitungan akibat variasi beban di atas didapat hasil yang disajikan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Hasil Perhitungan *Settlement*,  $H_{\text{inisial}}$ , dan  $H_{\text{final}}$  Akibat Beban Timbunan dan *Surcharge* pada Zona 1

q (t/m <sup>2</sup> )	Hawal timb (m)	H surcharge (m)	H awal (m)	Sc timb (m)	Sc Surcharge (m)	Sc total (m)	Hakhir (m)
A	B	C	D=B+C	E	F	G=E+F	H=D-G-C
24	11,61	5,5	17,11	3,668	2,817	6,484	5,129
27	13,50	5,5	19,00	4,156	2,817	6,972	6,525
30	15,36	5,5	20,86	4,596	2,817	7,412	7,947
33	17,20	5,5	22,70	4,997	2,817	7,813	9,391
36	19,03	5,5	24,53	5,365	2,817	8,182	10,853

(Sumber: Hasil Analisa)

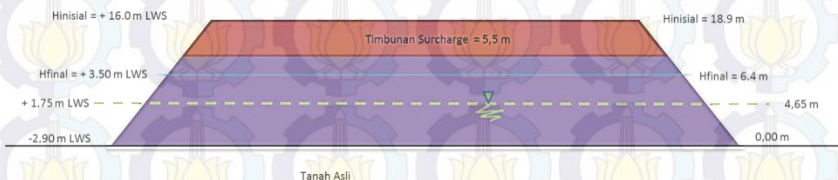


**Gambar 5.1** Grafik Hubungan antara  $H_{\text{inisial}}$  dan  $H_{\text{final}}$  pada area Zona 1 (Sumber: Hasil Analisa)

Dengan menggunakan persamaan yang dihasilkan dari grafik pada Gambar 5.1 maka tinggi timbunan awal yang dibutuhkan untuk mencapai tinggi timbunan akhir elevasi +3,5 m atau 6,4 m dari dasar laut adalah dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{inisial}} &= -0,0113x^2 + 1,4762x + 9,8411 \\
 &= -0,0113(6,4)^2 + 1,4762(6,4) + 9,8411 \\
 &= 18,9 \text{ m} = +16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk memperoleh  $H_{\text{final}}$  elevasi +3,5 m pada Zona 1 harus direncanakan tinggi timbunan awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) hingga elevasi +16 m. Sketsa perencanaan timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



**Gambar 5.2** Perencanaan timbunan reklamasi (Sumber: Hasil Analisa)

- Dengan cara yang sama diperoleh hasil sebagai berikut :
- Pada Zona 2 diperoleh tinggi inisial setinggi 22,64 m dengan tinggi final setinggi 5,04 dari dasar laut.
  - Pada Zona 3 diperoleh tinggi inisial setinggi 18,33 m dengan tinggi final 3,72 m dari dasar laut.

## 5.2 Perhitungan Waktu Pemampatan Konsolidasi Natural

Setelah didapatkan besar pemampatan yang terjadi akibat beban timbunan dan beban *surcharge*, dilakukan perhitungan waktu konsolidasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan tersebut menggunakan Persamaan (2.28). Hal ini dilakukan untuk menentukan perlu atau tidaknya perbaikan tanah dasar untuk mempercepat waktu pemampatan yang terjadi. Parameter tanah yang dibutuhkan untuk menghitung waktu konsolidasi pada Tabel 5.2. Selengkapnya pada Lampiran 7.

**Tabel 5.2** Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi

Kedalaman	Tebal lap (m)	$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)
2,90-3,75	0,85	0,0000000
3,75-5,00	1,25	0,0000000
5,00-6,25	1,25	0,0000000
6,25-7,50	1,25	0,0000000
7,50-8,75	1,25	0,0006342
8,75-10,00	1,25	0,0006342

dst.

(Sumber: Hasil Analisa)

Karena setiap lapisan tanah memiliki nilai  $C_v$  masing-masing, maka nilai  $C_v$  yang digunakan adalah nilai gabungan ( $C_{vgabungan}$ ). Perhitungan  $C_{vgabungan}$  diperoleh dari Persamaan (2.16) dan dapat dilihat pada Tabel 5.3. Selengkapnya pada Lampiran 7.



**Tabel 5.3** Perhitungan  $C_{vgabungan}$ 

Kedalaman (m)	Tebal lapisan (m)	$C_v$ (cm <sup>2</sup> /dtk)	$\sqrt{C_v}$	$C_v$ gab
2,90-3,75	0,85	0,0000000		0,001185
3,75-5,00	1,25	0,0000000		
5,00-6,25	1,25	0,0000000		
6,25-7,50	1,25	0,0000000		
7,50-8,75	1,25	0,0006342	0,025183	
8,75-10,00	1,25	0,0006342	0,025183	

Dst.

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai  $C_{vgabungan}=0,001185$  cm<sup>2</sup>/dtk = 3,7378 m<sup>2</sup>/tahun. Dengan  $U = 90\%$  didapat  $T_v = 0,848$  (Berdasarkan Tabel 2.5). Tebal lapisan *drainage* ( $H_{dr}$ ) sebesar 40,85 m. Sehingga dengan menggunakan Persamaan (2.14), didapatkan waktu konsolidasi sebagai berikut :

$$t = \frac{0,848 \cdot (40,85)^2}{3,7378} = 378,58 \text{ tahun}$$

Karena waktu pemampatan yang lama, yaitu 378,58 tahun, maka dalam perencanaan ini perlu pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk mempercepat proses konsolidasi.

### 5.3 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan

Pada perencanaan ini, PVD dipasang sepanjang lapisan tanah yang terkonsolidasi atau hingga lapisan tanah dengan nilai N-SPT 10, yaitu sedalam 40,85 m. Terdapat dua pola pemasangan PVD yang akan digunakan yaitu pola segitiga dan pola segiempat dengan variasi jarak/spasi sebesar 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m, 1,5 m, 1,75 m. Hal ini dilakukan agar mendapatkan jarak pemasangan PVD yang efisien untuk mencapai derajat konsolidasi yang diinginkan.

#### 5.3.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal ( $U_v$ )

Dalam hal ini besarnya  $U_v$  diasumsikan kurang dari 60% sehingga digunakan persamaan (2.16). Sesuai dengan persamaan

tersebut, untuk memperoleh nilai  $U_v$  maka terlebih dahulu perlu mengetahui nilai  $T_v$ . Nilai  $T_v$  didapat dari perumusan (2.18).

$$\begin{aligned} C_v &= 0,001185 \text{ cm}^2/\text{dtk} \\ t &= 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik} \\ H_{dr} &= 40,85 \text{ m} = 4085 \text{ cm} \\ T_v &= \frac{604800 \times 0,001185}{(4085)^2} = 0,000043 \end{aligned}$$

$$\bar{U}_v = \left( 2 \sqrt{\frac{0,000043}{\pi}} \right) \times 100\% = 0,739\% = 0,00739$$

### 5.3.2 Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal ( $U_h$ )

Derajat konsolidasi horizontal diperoleh dari persamaan (2.32). Dalam perhitungan  $U_h$  dibutuhkan beberapa parameter seperti  $F_{(n)}$ ,  $C_h$ , dan  $D$ . Contoh langkah perhitungan besarnya  $U_h$  untuk PVD dengan pola pemasangan segitiga dengan spasi 1,75 m dan lebar PVD 10 cm sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_{vgab} &= 0,001185 \text{ cm}^2/\text{dtk} \\ K_h/K_v &= 3 \\ \text{Lebar PVD (a)} &= 100 \text{ mm} \\ \text{Tebal PVD (b)} &= 5 \text{ mm} \\ d_w &= 2(a+b)/\pi \\ &= 2(100+5)/\pi \\ &= 66,85 \text{ mm} \end{aligned}$$

1. Perhitungan  $F_{(n)}$  untuk pola segitiga dengan  $S = 1,75 \text{ m}$

$$\begin{aligned} D &= 1,05 \times S \\ &= 1,05 \times 1750 \\ &= 1837,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= D/d_w \\ &= 1837,5/66,85 \\ &= 27,49 \end{aligned}$$

Perhitungan  $F_{(n)}$  menggunakan persamaan (2.34)

$$\begin{aligned} F_{(n)} &= \left( \frac{27,49^2}{27,49^2 - 1} \right) \left[ \ln(27,49) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4(27,49)^2} \right) \right] \\ &= 2,567 \end{aligned}$$

Perhitungan  $F_{(n)}$  selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Perhitungan  $F_{(n)}$

Jarak PVD S (m)	D (mm)	a (mm)	b (mm)	Dw (mm)	n	F (n)
0,80	840	100	5	66,85	12,57	1,791
1,00	1050	100	5	66,85	15,71	2,011
1,25	1312,5	100	5	66,85	19,63	2,232
1,50	1575	100	5	66,85	23,56	2,414
1,75	1837,5	100	5	66,85	27,49	2,567

(Sumber: Hasil Analisa)

## 2. Perhitungan $U_h$

Berikut adalah perhitungan  $U_h$  untuk pola segitiga dengan spasi 1,75 m.

$$D = 1837,5 \text{ mm}$$

$$F_{(n)} = 2,567$$

$$t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik}$$

$$C_h = C_v \times (K_h/K_v) \\ = 0,001185 \times (3) \\ = 0,003555 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$U_h = 1 - \left[ \frac{1}{e^{\left[ \frac{1(604800) \times 8 \times 0,003555}{183,7^2 \times 2 \times 2,567} \right]}} \right] \times 100\% = 9,45\%$$

### 5.3.3 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-Rata ( $\bar{U}$ )

Setelah nilai  $U_v$  dan  $U_h$  didapatkan, selanjutnya perlu dilakukan perhitungan  $\bar{U}$  menggunakan persamaan (2.38). Berikut adalah perhitungan  $\bar{U}$  rata-rata untuk pola pemasangan segitiga dengan spasi 1,75 m.

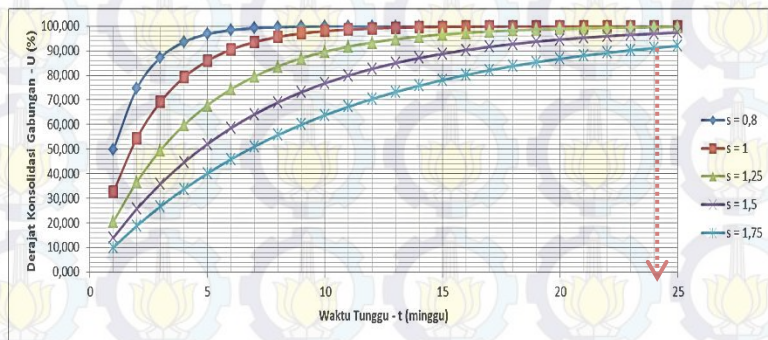
$$\bar{U} = [1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)] \times 100\% \\ = [1 - (1 - 0,0945) \cdot (1 - 0,00739)] \times 100\% \\ = 10,118 \%$$

Hasil perhitungan lainnya dengan jarak PVD bervariasi dapat dilihat pada Lampiran 8. Dari perhitungan tersebut dihasilkan grafik hubungan  $U_{\text{rata-rata}}$  dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi ( $\bar{U}$ ) yang



dibutuhkan (Gambar 5.3). Dari grafik tersebut dipilih pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak pemasangan 1,75 m dan waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah 24 minggu. Dengan cara yang sama pada Zona 2 dan 3 diperoleh kebutuhan PVD pola segitiga dengan jarak 1,5 m.

Grafik Hubungan antara Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segitiga



**Gambar 5.3** Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu (Sumber: Hasil Analisa)

#### 5.4 Perhitungan *Rate of Settlement*

Perhitungan *Rate of Settlement* dilakukan untuk menganalisa kedalaman pemasangan PVD. Pada Zona 1 tinggi timbunan pada saat pemasangan PVD diasumsikan lebih tinggi dari MSL yaitu 5 meter. Sehingga data perencanaan pada Zona 1 adalah sebagai berikut :

$$\text{Tinggi Pemasangan PVD} = 40,85 + 5 = 45,85 \text{ m}$$

$$\text{Total Settlement} = 6,926 \text{ m}$$

$$t_{90} = 378,58 \text{ tahun}$$

$$\text{Umur Rencana Pelabuhan} = 20 \text{ tahun}$$

$$\text{Rate of settlement ijin} = 1,5 \text{ cm/tahun}$$

$$C_v \text{ rata-rata} = 3,7378 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

$$H_{dr} = 40,85 \text{ m}$$

Mula-mula akan dihitung pemampatan yang terjadi tanpa pemasangan PVD hingga umur rencana reklamasi. Contoh

perhitungan dilakukan untuk Zona 1 pada tahun pertama. Perhitungannya sebagai berikut :

$$Tv = \frac{Cv \times t}{(H_{dr}^2)} = \frac{3,7378 \times 378,58}{40,85^2} = 0,0022399$$

$$Uv = \left(\frac{4Tv}{\pi}\right)^{1/2} \times 100\% = \left(\frac{4 \cdot 0,0022}{\pi}\right)^{1/2} \times 100\% = 5,34 \%$$

$$Sc_{1 \text{ tahun}} = 5,34\% \times 6,926 \text{ m} = 0,36987 \text{ m} = 36,98 \text{ cm}$$

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan pemampatan tanpa pemasangan PVD hingga umur rencana pelabuhan. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

**Tabel 5.5** Kecepatan Pemampatan tanpa PVD pada Umur Rencana Pelabuhan

Tahun ke	Tv	Uv(%)	Settlement, Sc(cm)
1	0,0022399	5,34036607	36,98701229
2	0,0044798	7,55241813	52,30753441
3	0,0067198	9,24978537	64,0633845
4	0,0089597	10,6807321	73,97402457
5	0,0111996	11,9414216	82,70547375
6	0,0134395	13,0811719	90,59930721
7	0,0156794	14,1292805	97,85843625
8	0,0179193	15,1048363	104,6150688
9	0,0201593	16,0210982	110,9610369
10	0,0223992	16,8877203	116,9632027
11	0,0246391	17,7119905	122,6720419
12	0,026879	18,4995707	128,126769
13	0,0291189	19,2549637	133,3585693
14	0,0313588	19,9818202	138,3927277
15	0,0335988	20,6831489	143,2500826
16	0,0358387	21,3614643	147,9480491
17	0,0380786	22,0188934	152,5013584
18	0,0403185	22,6572544	156,9226032
19	0,0425584	23,278116	161,2226488
20	0,0447983	23,8828431	165,4109475

(Sumber: Hasil Analisa)

Untuk pemampatan sebesar 6,926 m,  $q_{total}$  yang terjadi adalah sebesar  $26,73 \text{ t/m}^2$ . Kemudian dicoba-coba kedalaman PVD yang dipasang. Pada percobaan pertama dicoba kedalaman 17,1 m sehingga lapisan di bawah PVD adalah  $45,85 \text{ m} - 17,1 \text{ m} = 28,75$ . Dengan  $q_{total}=26,73 \text{ t/m}^2$ , pemampatan hingga kedalaman PVD adalah 1,919 m. Sehingga sisa pemampatan di bawah pemasangan PVD =  $6,926 - 1,919 = 5$  meter.

Sehingga setelah 20 tahun, settlement yang terjadi di bawah pemasangan PVD adalah :

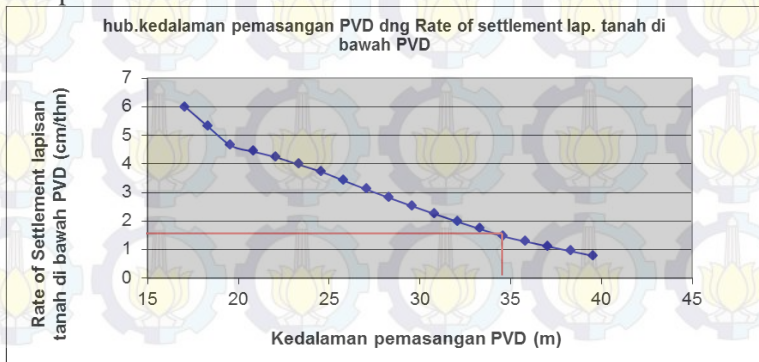
$$S_{c20 \text{ tahun}} = \text{Sisa Settlement} \times U_v = 5,00 \times 23,88\% = 1,19 \text{ m}$$

Maka rata-rata pemampatan yang terjadi setiap tahunnya adalah :

$$\text{Rate of Sett.} = 1,19 \times 100 / 20 = 5,97 \text{ cm/tahun}$$

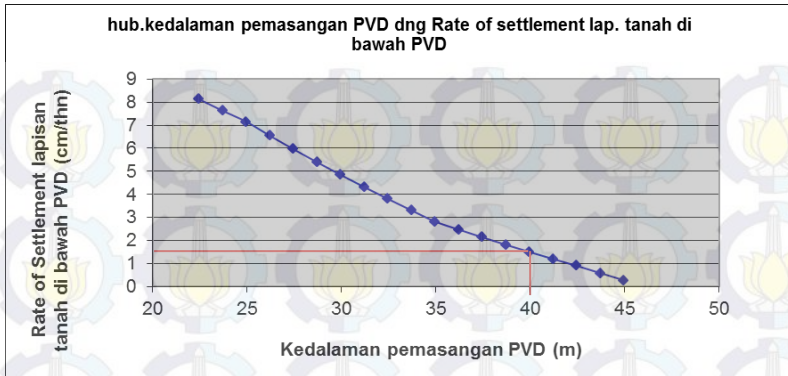
*Rate of settlement* yang diijinkan adalah 1,5 cm/tahun.

Maka dilakukan coba-coba terhadap kedalaman pemasangan PVD, sehingga dihasilkan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 untuk Zona 1, Gambar 5.5 untuk Zona 2 dan Gambar 5.6 untuk Zona 3. Dari grafik diperoleh hasil bahwa dengan *Rate of settlement* yang diijinkan yaitu sebesar 1,5 cm/tahun, kedalaman PVD pada Zona 1 adalah 34,6 m. Dengan cara yang sama, pada Zona 2 diperoleh kedalaman PVD 40 m dan pada Zona 3 sedalam 43 m. Perhitungan *Rate of settlement* Terlampir pada Lampiran 9.

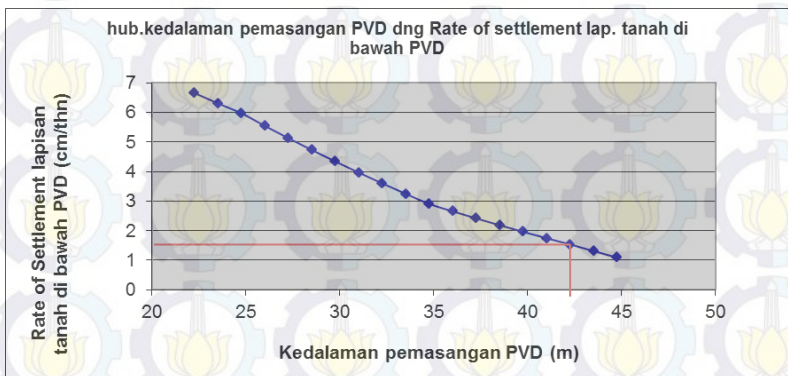


**Gambar 5.4** Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 1





**Gambar 5.5** Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 2  
(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.6** Penentuan Kedalaman Pemasangan PVD Zona 3  
(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.5 Penimbunan Bertahap

Pelaksanaan penimbunan di lapangan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan asumsi kecepatan penimbunan 50 cm/minggu. Tetapi karena penimbunan dilakukan di tepi laut, maka dilakukan pengecekan  $H_{\text{kritis}}$  terlebih dahulu. Pengurugan pertama akan dilakukan dengan tinggi timbunan yang lebih tinggi dari muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level*). *Mean Sea Level*



(MSL) terletak pada elevasi +1,75 m dengan dasar laut pada elevasi -2,90 m.

Dengan tinggi timbunan awal ( $H_{\text{inisial}}$ ) yang didapat dari perhitungan pada sub bab 5.1, maka jumlah tahapan penimbunan pada Zona 1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_{\text{inisial}} &= 18,9 \text{ meter} \\ \text{Kecepatan pentahapan timb.} &= 0,5 \text{ m/minggu} \\ \text{Jumlah tahapan (n)} &= (18,9/0,5) = 38 \text{ tahap} \end{aligned}$$

### 5.5.1 Penentuan Tinggi Timbunan Kritis ( $H_{\text{cr}}$ )

Tinggi penimbunan harus memperhatikan tinggi timbunan kritis ( $H_{\text{cr}}$ ) yang masih mampu dipikul oleh tanah dasar agar timbunan tidak mengalami kelongsoran. Dengan bantuan program bantu XSTABL, diperoleh tinggi timbunan kritis sebesar 7.0 m dengan *Safety Factor* (SF) = 1,287, nilai tersebut lebih kecil dari  $SF_{\text{rencana}} = 1,3$ .

Karena tinggi timbunan kritis yang mampu diterima tanah ( $H_{\text{cr}}$ ) pada Zona 1 adalah 7 meter maka penimbunan dilaksanakan hingga timbunan berada di atas MSL tanpa menghitung peningkatan nilai  $C_u$  pada tanah dasar. Ketinggian MSL dari dasar laut adalah 4,65 m, sehingga timbunan awal akan diberikan setinggi 5 meter. Selanjutnya timbunan akan dilakukan dengan pemadatan dengan kecepatan 0,5 meter/ minggu hingga setinggi  $H_{\text{cr}}$ . Untuk tahap berikutnya, daya dukung tanah dasar harus cukup kuat menumpu penimbunan berikutnya, untuk itu harus dilakukan pengecekan daya dukung tanah terlebih dahulu.

### 5.5.2 Perhitungan Peningkatan Kohesi *Undrained* ( $C_u$ )

Perhitungan peningkatan nilai  $C_u$  perlu dilakukan untuk menentukan apakah tanah dasar cukup mampu memikul beban timbunan tahapan selanjutnya dengan nilai  $C_u$  yang baru yang diperoleh dari penimbunan sebelumnya. Perhitungan tersebut dilakukan untuk menentukan apakah penimbunan dapat dilanjutkan atau harus dilakukan penundaan.

### 5.5.2.1 Menghitung Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%

Perhitungan perubahan tegangan didapat dari :

$$\sigma_1' = P_o + \Delta P_1$$

$$\sigma_2' = \sigma_1' + \Delta P_2$$

Perhitungan di atas dilakukan seterusnya hingga tinggi timbunan kritis. Harga  $P_o$ ,  $\sigma_1'$ ,  $\sigma_2'$  dan seterusnya berbeda-beda untuk setiap kedalaman tanah.

$$\Delta P_1 = 2I \times q$$

Dimana :

Untuk timbunan tidak terendam air

$$q = H_{\text{timb tahap ke-i}} \times \gamma_{\text{timbunan}}$$

Untuk timbunan terendam air

$$q = H_{\text{timb tahap ke-i}} \times (\gamma_{\text{timb}} - \gamma_w)$$

$$I = 0,5$$

Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat beban bertahap dari tahap 1 hingga tahap 14 dengan derajat konsolidasi 100% pada Zona 1 dapat dilihat pada Tabel 5.6. Hasil dari Zona 2 dan 3 pada Lampiran 10.

**Tabel 5.6** Perubahan Tegangan Efektif Tanah di Zona 1 Akibat Penimbunan H = 7.0 m (Minggu ke-14) pada U=100%

Tegangan	Po'	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$	$\sigma_5$	$\sigma_6$	$\sigma_7$	$\sigma_8$	$\sigma_9$	$\sigma_{10}$	$\sigma_{11}$	$\sigma_{12}$	$\sigma_{13}$	$\sigma_{14}$
Kedalaman (m)	ton/m <sup>2</sup> H=0m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m	ton/m <sup>2</sup> H=0,5 m
0,425	0,34	0,84	1,34	1,84	2,34	2,84	3,34	3,84	4,34	4,84	5,74	6,64	7,54	8,44	9,34
1,475	1,19	1,69	2,19	2,69	3,19	3,69	4,19	4,69	5,19	5,69	6,59	7,49	8,39	9,29	10,19
2,725	2,12	2,62	3,12	3,62	4,12	4,62	5,12	5,62	6,12	6,62	7,52	8,42	9,32	10,22	11,12
3,975	2,97	3,47	3,97	4,47	4,97	5,47	5,97	6,47	6,97	7,47	8,37	9,27	10,17	11,07	11,97
5,225	3,70	4,20	4,70	5,20	5,70	6,20	6,70	7,20	7,70	8,20	9,10	10,00	10,90	11,80	12,70
6,475	4,33	4,83	5,33	5,83	6,33	6,83	7,33	7,83	8,33	8,83	9,73	10,63	11,53	12,43	13,33
7,725	4,95	5,45	5,95	6,45	6,95	7,45	7,95	8,45	8,95	9,45	10,35	11,25	12,15	13,05	13,95
8,975	5,58	6,08	6,58	7,08	7,58	8,08	8,58	9,08	9,58	10,08	10,98	11,88	12,78	13,68	14,58
10,225	6,44	6,94	7,44	7,94	8,44	8,94	9,44	9,94	10,44	10,94	11,84	12,74	13,64	14,54	15,44
11,475	7,54	8,04	8,54	9,04	9,54	10,04	10,54	11,04	11,54	12,04	12,94	13,84	14,74	15,64	16,54
12,725	8,40	8,90	9,40	9,90	10,40	10,90	11,40	11,90	12,40	12,90	13,80	14,70	15,60	16,50	17,40
13,975	9,02	9,52	10,02	10,52	11,02	11,52	12,02	12,52	13,02	13,52	14,42	15,32	16,22	17,12	18,02
15,225	9,78	10,28	10,78	11,28	11,78	12,28	12,78	13,28	13,78	14,28	15,18	16,08	16,98	17,88	18,78
16,475	10,67	11,17	11,67	12,17	12,67	13,17	13,67	14,17	14,67	15,17	16,07	16,97	17,87	18,77	19,67
17,725	11,55	12,05	12,55	13,05	13,55	14,05	14,55	15,05	15,55	16,05	16,95	17,85	18,75	19,65	20,55
18,975	12,44	12,94	13,44	13,94	14,44	14,94	15,44	15,94	16,44	16,94	17,84	18,74	19,64	20,54	21,44
20,225	13,23	13,73	14,23	14,73	15,23	15,73	16,23	16,73	17,23	17,73	18,63	19,53	20,43	21,33	22,23
21,475	13,93	14,43	14,93	15,43	15,93	16,43	16,93	17,43	17,93	18,43	19,33	20,23	21,13	22,03	22,93
22,725	14,63	15,13	15,63	16,13	16,63	17,13	17,63	18,13	18,63	19,13	20,03	20,93	21,83	22,73	23,63
23,975	15,33	15,83	16,33	16,83	17,33	17,83	18,33	18,83	19,33	19,83	20,73	21,63	22,53	23,43	24,33
25,225	16,03	16,53	17,03	17,53	18,03	18,53	19,03	19,53	20,03	20,53	21,43	22,33	23,23	24,13	25,03
26,475	16,73	17,23	17,73	18,23	18,73	19,23	19,73	20,23	20,73	21,23	22,13	23,03	23,93	24,83	25,73
27,725	17,43	17,93	18,43	18,93	19,43	19,93	20,43	20,93	21,43	21,93	22,83	23,73	24,63	25,53	26,43
28,975	18,13	18,63	19,13	19,63	20,13	20,63	21,13	21,63	22,13	22,63	23,53	24,43	25,33	26,23	27,13
30,225	18,95	19,45	19,95	20,45	20,95	21,45	21,95	22,45	22,95	23,45	24,35	25,25	26,15	27,05	27,95
31,475	19,89	20,39	20,89	21,39	21,89	22,39	22,89	23,39	23,89	24,39	25,29	26,19	27,09	27,99	28,89
32,725	20,83	21,33	21,83	22,33	22,83	23,33	23,83	24,33	24,83	25,33	26,23	27,13	28,03	28,93	29,83
33,975	21,77	22,27	22,77	23,27	23,77	24,27	24,77	25,27	25,77	26,27	27,17	28,07	28,97	29,87	30,77
35,225	22,70	23,20	23,70	24,20	24,70	25,20	25,70	26,20	26,70	27,20	28,10	29,00	29,90	30,80	31,70
36,475	23,64	24,14	24,64	25,14	25,64	26,14	26,64	27,14	27,64	28,14	29,04	29,94	30,84	31,74	32,64
37,725	24,58	25,08	25,58	26,08	26,58	27,08	27,58	28,08	28,58	29,08	29,98	30,88	31,78	32,68	33,58
38,975	25,52	26,02	26,52	27,02	27,52	28,02	28,52	29,02	29,52	30,02	30,92	31,82	32,72	33,62	34,52
40,225	26,45	26,95	27,45	27,95	28,45	28,95	29,45	29,95	30,45	30,95	31,85	32,75	33,65	34,55	35,45

(Sumber: Hasil Analisa)



### 5.5.2.2 Menghitung Nilai $C_u$ Baru

Setelah menghitung penambahan tegangan efektif pada derajat konsolidasi  $<100\%$ , nilai  $C_u$  baru dapat dihitung. Karena harga Plasticity Index (PI) pada tanah ini kurang dari  $120\%$  maka  $C_u$  baru dihitung menggunakan Persamaan (2.24). Hasil  $C_u$  baru pada Zona 1 dapat dilihat di Tabel 5.7. Hasil dari Zona 2 dan 3 dapat dilihat pada Lampiran 10.

Setelah menghitung kenaikan nilai  $C_u$ , maka dilakukan kembali analisa stabilitas timbunan menggunakan program XSTABL. Pada tahapan penimbunan dengan tinggi 7.5 m, nilai  $SF = 1,344 > SF_{rencana}=1,3$ . Yang artinya tidak perlu ada penundaan. Kemudian dicoba dilakukan analisa kembali terhadap penimbunan selanjutnya setinggi 0,5 m. Hasil yang diperoleh masih aman dengan  $SF > 1,3$ . Tetapi setelah pentahapan ke-16 (tinggi 8 m), hasil yang diperoleh  $SF < 1,3$  ( $SF=1,276$ ). Agar tidak terjadi penundaan, maka diperlukan adanya perkuatan tanah untuk mengatasi kelongsoran yang terjadi akibat penimbunan setelah  $H_{cr}$ .

**Tabel 5.7** Perubahan Nilai  $C_u$  Akibat Penimbunan  $H=6,4$  m (Zona 1)

Kedalaman meter	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
2,90-3,75	41				
3,75-5,00	41				
5,00-6,25	41				
6,25-7,50	41				
7,50-8,75	58	0,11	0,15	0,15	14,8
8,75-10,00	58	0,12	0,15	0,15	15,4
10,00-11,25	58	0,12	0,16	0,16	16,0
11,25-12,50	58	0,13	0,17	0,17	16,6
12,50-13,75	35,6				
13,75-15,00	35,6				
15,00-16,25	35,6	0,25	0,24	0,25	25,0
16,25-17,50	35,6	0,25	0,25	0,25	25,0
17,50-18,75	35,6	0,25	0,26	0,26	25,6
18,75-20,00	35,6	0,25	0,27	0,27	26,8
20,00-21,25	35,6	0,3	0,28	0,30	30,0
21,25-22,50	35,6	0,3	0,29	0,30	30,0
22,50-23,75	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
23,75-25,00	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
25,00-26,25	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
26,25-27,50	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
27,50-28,75	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
28,75-30,00	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
30,00-31,25	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
31,25-32,50	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
32,50-33,75	44,5	0,3	0,35	0,35	34,6
33,75-35,00	44,5	0,3	0,36	0,36	35,7
35,00-36,25	44,5	0,3	0,37	0,37	36,8
36,25-37,50	44,5	0,3	0,38	0,38	37,9
37,50-38,75	44,5	0,37	0,39	0,39	39,0
38,75-40,00	44,5	0,37	0,40	0,40	40,2
40,00-41,25	47	0,37	0,40	0,40	40,1
41,25-42,50	47	0,37	0,41	0,41	41,2
42,50-43,75	47	0,37	0,42	0,42	42,3

(Sumber: Hasil Analisa)

**5.6 Perencanaan Geotextile sebagai Perkuatan Timbunan**  
*Geotextile* digunakan sebagai perkuatan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah timbunan.

### 5.6.1 Perhitungan *Geotextile*

Pada perencanaan ini digunakan *geotextile* dengan *Tensile Strength* ( $T_{ult}$ ) sebesar 200 kN/m.

$$T_{allow} = T_{ultimate} \left[ \frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right]$$

$$\begin{aligned} FS_{id} &= 1.1 \\ FS_{cr} &= 2.0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FS_{cd} &= 1.1 \\ FS_{bd} &= 1.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{allow} &= 200 \left[ \frac{1}{1.1 \times 2 \times 1.1 \times 1.1} \right] \\ &= 75.13 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

### 5.6.2 Kebutuhan *Geotextile*

Dalam perhitungan *geotextile* dibutuhkan nilai SF, jari-jari bidang longsor, momen resisten, koordinat titik pusat bidang longsor, dan momen dorong yang didapat dari hasil analisa program XSTABL. Selanjutnya menghitung kebutuhan *geotextile* untuk timbunan 7.0 m pada Zona 1 dengan menggunakan nilai  $T_{allow}$  dikali jarak pasang masing-masing *geotextile* terhadap titik pusat jari-jari kelongsoran hingga memenuhi  $\Delta M_R \leq T_{allow} \times \sum R_i$ . Jarak pemasangan *geotextile* yang direncanakan adalah 0,25 m dari dasar timbunan. Panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ) dapat dihitung dengan persamaan (2.52) dan (2.53) dengan nilai efisiensi (E) adalah 80%.

Panjang *geotextile* di depan bidang longsor ( $L_R$ ) dapat dihitung dengan menggambar timbunan, bidang longsor, dan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ) pada program bantu gambar. Dari gambar tersebut dapat diperoleh panjang total *geotextile* dari penjumlahan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_E$ ), di depan bidang longsor ( $L_R$ ). *Geotextile* dipasang pada dasar timbunan untuk memisahkan timbunan dan lapisan tanah dibawahnya karena dikhawatirkan penimbunan pada tanah dasar di laut akan membuat tanah timbunan bercampur dengan tanah dasar. Kemudian setelah timbunan mencapai ringgi di atas muka air laut rata-rata (*mean sea level*) baru penguatan dengan *geotextile* dapat dilaksanakan. Tentu masih dalam ketinggian timbunan dibawah  $H_{kritis}$ . Sehingga

timbunan tidak longsor. Gambar pemasangan geotextile dapat dilihat pada Gambar 5.4.

Berikut adalah perhitungan kebutuhan dan panjang *geotextile* pada Zona 1 :

Dari analisa program bantu XSTABL didapat :

$$SF = 0.885$$

$$R = 63.77 \text{ m}$$

$$M_R = 337700 \text{ kNm}$$

$$M_D = \frac{M_R}{SF} = 381582 \text{ kNm}$$

$$SF_{rencana} = 1.3$$

$$\Delta M_R = (SF_{rencana} * M_D) - M_R \\ = 158356.5 \text{ kNm}$$

Dari hasil perhitungan  $\Delta M_R \leq T_{allow} \times \sum R_i$ , didapat kebutuhan *geotextile* sebanyak 34 lapis dengan 26 lapis terdiri dari 2 lembar dan 8 lapis masing-masing 1 lembar.

Diketahui :

$$\text{Tanah timbunan: } \phi = 35^\circ$$

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

$$\gamma_{sat} = 2.0 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{timb} = 1.8 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma' = 1.0 \text{ t/m}^2$$

Dengan menggunakan persamaan (2.53) :

$$\tau = C + \sigma' \tan \delta$$

$$\tau_1 \text{ timbunan} = \tau_2 = 0 + \gamma' \cdot h \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot 35^\circ\right) = 10.79 \text{ t/m}^2$$

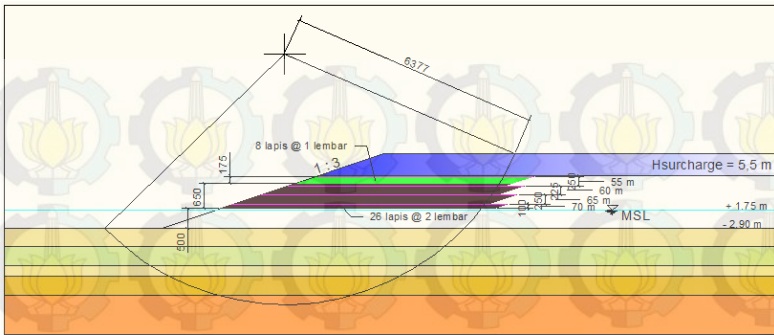
Maka panjang *geotextile* di belakang bidang longsor adalah :

$$L_i = \frac{T_{allow} SF_{rencana}}{2\tau_i E}$$

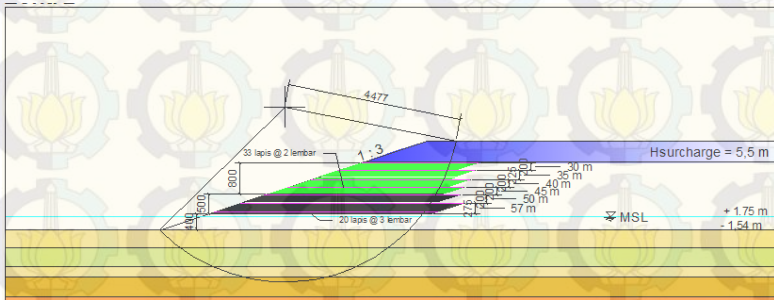
$$L_1 = 1.131 \text{ m}$$

Dari Gambar 5.7 didapatkan panjang *geotextile* di depan bidang longsor adalah 66.54 m untuk lapis pertama. Tabel panjang pemasangan *geotextile* di lapangan disajikan pada Tabel 5.8. Gambar pemasangan *geotextile* untuk Zona 2 dan Zona 3 dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.8 dan perhitungan Zona 2 dan Zona 3 pada Lampiran 11.

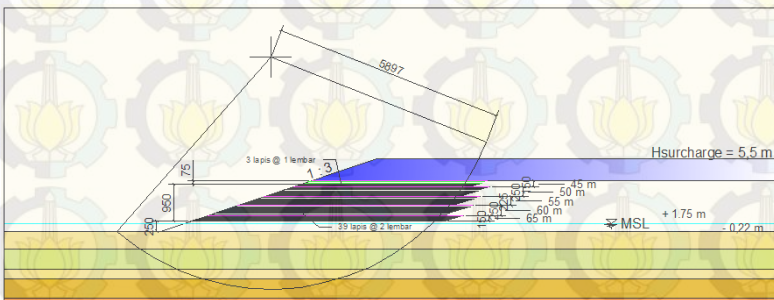




**Gambar 5.7** Sketsa Perkuatan Tanah dengan *Geotextile* pada Zona 1 (Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.8** Sketsa Perkuatan Tanah dengan *Geotextile* pada Zona 2 (Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.9** Sketsa Perkuatan Tanah dengan *Geotextile* pada Zona 3 (Sumber: Hasil Analisa)

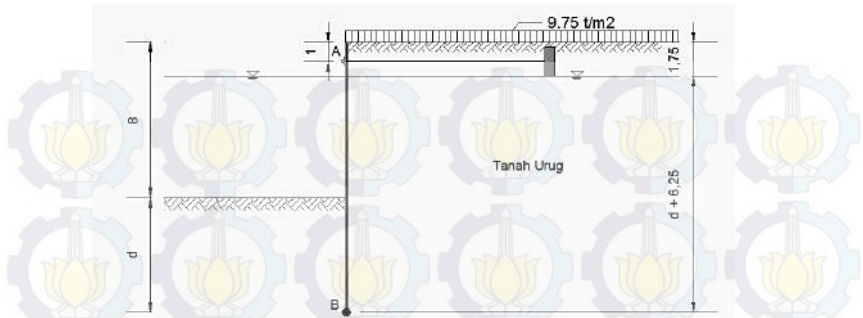
**Tabel 5.8** Perhitungan Panjang *Geotextile* pada Zona 1

Jumlah (n)	Jumlah lembar/lapis	Hi (m)	Ti (m)	Mri (kNm)	$\Sigma \Delta Mr$ (kNm)	$\sigma_1 = \sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	Le (m)	Ldepan (m)	Ltotal (m)	L.pembulatan (m)	L.pasang (m)
1	2	13,9	39,34	5911,34	5911,34	107,926	1,13123	66,539	67,671	67,7	70
2	2	13,65	39,09	5873,78	11785,12	105,985	1,15195	65,984	67,136	67,2	70
3	2	13,4	38,84	5836,21	17621,34	104,044	1,17344	65,427	66,601	66,7	70
4	2	13,15	38,59	5798,65	23419,98	102,102	1,19575	64,868	66,064	66,1	70
5	2	12,9	38,34	5761,08	29181,07	100,161	1,21892	64,307	65,526	65,6	70
6	2	12,65	38,09	5723,52	34904,58	98,2202	1,24301	63,745	64,988	65,0	65
7	2	12,4	37,84	5685,95	40590,53	96,2791	1,26807	63,180	64,448	64,5	65
8	2	12,15	37,59	5648,38	46238,92	94,338	1,29416	62,613	63,907	64,0	65
9	2	11,9	37,34	5610,82	51849,74	92,3969	1,32135	62,045	63,366	63,4	65
10	2	11,65	37,09	5573,25	57422,99	90,4558	1,34971	61,474	62,824	62,9	65
11	2	11,4	36,84	5535,69	62958,68	88,5146	1,3793	60,902	62,282	62,3	65
12	2	11,15	36,59	5498,12	68456,80	86,5735	1,41023	60,328	61,738	61,8	65
13	2	10,9	36,34	5460,56	73917,36	84,6324	1,44258	59,753	61,195	61,2	65
14	2	10,65	36,09	5422,99	79340,35	82,6913	1,47644	59,175	60,651	60,7	65
15	2	10,4	35,84	5385,42	84725,77	80,7502	1,51193	58,596	60,108	60,2	65
16	2	10,15	35,59	5347,86	90073,63	78,8091	1,54917	58,015	59,564	59,6	60
17	2	9,9	35,34	5310,29	95383,92	76,868	1,58829	57,432	59,020	59,1	60
18	2	9,65	35,09	5272,73	100656,65	74,9269	1,62944	56,848	58,477	58,5	60
19	2	9,4	34,84	5235,16	105891,81	72,9858	1,67277	56,262	57,934	58,0	60
20	2	9,15	34,59	5197,60	111089,41	71,0446	1,71848	55,674	57,392	57,4	60
21	2	8,9	34,34	5160,03	116249,44	69,1035	1,76675	55,084	56,851	56,9	60
22	2	8,65	34,09	5122,46	121371,90	67,1624	1,81781	54,493	56,311	56,4	60
23	2	8,4	33,84	5084,90	126456,80	65,2213	1,87191	53,901	55,773	55,8	60
24	2	8,15	33,59	5047,33	131504,13	63,2802	1,92933	53,306	55,236	55,3	60
25	2	7,9	33,34	5009,77	136513,90	61,3391	1,99039	52,710	54,701	54,8	55
26	2	7,65	33,09	4972,20	141486,10	59,398	2,05543	52,113	54,168	54,2	55
27	1	7,4	32,84	2467,32	143953,42	57,4569	1,06244	51,514	52,576	52,6	55
28	1	7,15	32,59	2448,53	146401,95	55,5158	1,09959	50,913	52,013	52,1	55
29	1	6,9	32,34	2429,75	148831,71	53,5747	1,13943	50,311	51,451	51,5	55
30	1	6,65	32,09	2410,97	151242,67	51,6335	1,18226	49,708	50,890	50,9	55
31	1	6,4	31,84	2392,19	153634,86	49,6924	1,22844	49,102	50,331	50,4	55
32	1	6,15	31,59	2373,40	156008,26	47,7513	1,27838	48,496	49,774	49,8	55
33	1	5,9	31,34	2354,62	158362,89	45,8102	1,33255	47,888	49,220	49,3	55
34	1	5,65	31,09	2335,84	160698,72	43,8691	1,39151	47,278	48,669	48,7	55
TOTAL	60	lembar	$\Sigma \Delta Mr =$	160698,72							

(Sumber: Hasil Analisa)

## 5.7 Perencanaan *Sheetpile* Baja Berangker

Pada perencanaan perkuatan tanah di sisi dermaga digunakan *sheetpile* baja yang dikombinasi dengan angker. *Sheetpile* dipasang setelah proses pemampatan selesai dan timbunan *surcharge* telah dibongkar. Timbunan akan dikeruk hingga kedalaman 8.0 m. *Sheetpile* direncanakan memikul beban horizontal akibat tanah timbunan setinggi 8.0 m dan beban kontainer 6 tiers ( $q_{\text{surcharge}} = 9,75 \text{ t/m}^2$ ). Gambar sketsa tanah pada Gambar 5.10.



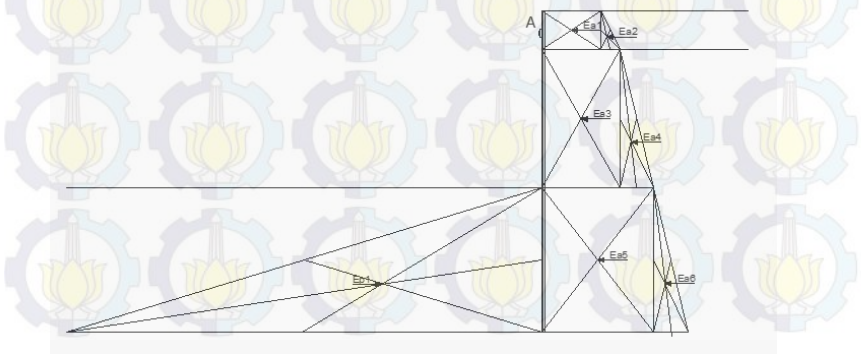
**Gambar 5.10** Sketsa penampang tanah pada pemasangan *sheet pile* berangker (dimensi dalam satuan meter)

Karakteristik tanah urug :

$\gamma$	$= 1,8 \text{ t/m}^3$	$\phi$	$= 35^\circ$
$\gamma'$	$= 0,9 \text{ t/m}^3$	$K_a$	$= 0,27$
$q$	$= 9,75 \text{ t/m}^2$	$K_p$	$= 3,69$
$c$	$= 0 \text{ t/m}^2$		

Berikut tahap desain sheetpile dengan angker :

1. Menghitung gaya yang bekerja pada *Sheetpile*; Perhitungan tegangan vertikal dan horizontal diberikan pada Tabel 5.9. Adapun diagram tekanan tanah diberikan pada Gambar 5.11, dan perhitungannya pada Tabel 5.10 serta Tabel 5.11.



**Gambar 5.11** Diagram tekanan tanah kesamping



**Tabel 5.9** Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif Tanah pada *Sheetpile*

	Titik	Depth (m)	$\gamma$ (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$	Ka	Kp	2cvKa	2cvKp	q	$\sigma'v$	oh
AKTIF	1 I	0	1,8	0	35	0,27099		0		9,75	9,75	2,6422
	2 I	1,75	1,8	0	35	0,27099		0		9,75	12,9	3,4958
	2 II	1,75	0,9	0	35	0,27099		0		9,75	12,9	3,4958
	3 II	6,25	0,9	0	35	0,27099		0		9,75	18,525	5,0201
	3 III	6,25	0,9	0	35	0,27099		0		9,75	18,525	5,0201
	4 III	do	0,9	0	35	0,27099		0		9,75	18,525 + 0,9 do	5,0201 + 0,244 do
PASIF	7 III	do	0,9	0	35		3,690172		0		0,9 do	3,3212 do

(Sumber: Hasil Analisa)

**Tabel 5.10** Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah kesamping Aktif

No.	Ea (ton)	Lengan Terhadap A (m)	Momen Terhadap A (t.m)
1	4,624	-0,125	-0,578
2	0,747	0,167	0,124
3	21,848	3,875	84,663
4	4,763	4,917	23,420
5	5,02 d	0,5 d + 7	2,51 d <sup>2</sup> + 35,14 d
6	1,122 d <sup>2</sup>	0,67 d + 7	0,081 d <sup>3</sup> + 0,85 d <sup>2</sup>

$$\sum M_{\text{aktif}} = 0,081 d^3 + 3,363 d^2 + 35,141 d + 107,63 \text{ (t.m)}$$

**Tabel 5.11** Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah kesamping Pasif

No.	Ep (ton)	Lengan Terhadap A (m)	Momen Terhadap A (t.m)
1	1,66 d <sup>2</sup>	0,67 d + 7	1,11 d <sup>3</sup> + 11,62 d <sup>2</sup>

$$\sum M_{\text{pasif}} = -(1,107 d^3 + 11,624 d^2) \text{ (t.m) (Counter clockwise)}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{total}} &= 0,081d^3 + 3,363d^2 + 35,141d + 107,63 - (1,107d^3 + 11,624 d^2) \\ &= -1,026d^3 - 8,26d^2 + 35,141d + 107,63 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan kedalaman *sheetpile* dalam tanah (d), momen aktif dan momen pasif dihitung dalam kondisi seimbang

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{total}} = \sum M_{\text{aktif}} + \sum M_{\text{pasif}} &= 0; \text{ maka :} \\ -1,026d^3 - 8,26d^2 + 35,141d + 107,63 &= 0, \text{ atau} \\ 1,026d^3 + 8,26d^2 - 35,141d - 107,63 &= 0 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara coba-coba, didapatkan nilai  $d = 4,55$  m. Untuk keamanan nilai  $d$  dikalikan dengan angka keamanan,  $SF=2$ .  $d_o = 2 \times 4,55 = 9,1$  m. Sehingga total panjang turap yang dibutuhkan adalah  $8 + 9,1 = 17,1$  m  $\approx 17,5$  m.

## 2. Penentuan Profil *Sheetpile*

Profil *sheetpile* ditentukan dengan menggunakan momen maksimum yang bekerja pada *sheetpile*.

$$\sum M_{\text{total}} = -1,026x^3 - 8,26x^2 + 35,141x + 107,63$$

Letak momen maksimum dapat diperoleh dari hasil diferensial persamaan momen total terhadap x :

$$\frac{d \sum M_{\text{total}}}{dx} = 0$$

$$-3,077x^2 - 16,521x + 35,14 = 0, \text{ atau}$$

$$3,077x^2 + 16,521x - 35,14 = 0$$

Nilai x diperoleh dengan rumus ABC sebagai berikut :

$$x_{1,2} = \frac{-16,521 \pm \sqrt{16,521^2 - 4 \cdot 3,077 \cdot (-35,14)}}{2 \cdot 3,077}$$

Diperoleh :

$$x_1 = 1,631 \text{ m (memenuhi)}$$

$$x_2 = -7 \text{ m}$$

Nilai x yang memenuhi kemudian disubstitusikan pada persamaan  $M_{\text{total}}$ .

$$\sum M_{\text{total}} = -1,026x^3 - 8,26x^2 + 35,141x + 107,63$$

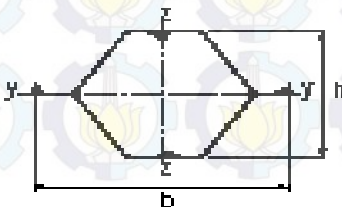
$$= -1,026(1,631)^3 - 8,26(1,631)^2 + 35,141(1,631) + 107,63$$

$$= 138,52 \text{ tm} = 1385,2 \text{ KNm}$$

Digunakan turap baja dengan profil AZ Box Piles dengan  $\bar{\sigma} = 210 \text{ MN}$ . Maka nilai *Widerstands Moment* (W) adalah sebagai berikut :

$$W = \frac{\sum M_{\text{total}}}{\bar{\sigma}} = \frac{1385,2}{210 \times 10^3} = 0,006596 \text{ m}^3 = 6596,2 \text{ cm}^3$$

Digunakan profil AZ Box Piles tipe CAZ 25 dengan  $W=6925 \text{ cm}^3 > 6596,2 \text{ cm}^3$ , dengan dimensi :



$$b = 1260 \text{ mm}$$

$$h = 852 \text{ mm}$$



### 3. Penentuan Diameter Baja Angker

Nilai  $d$  yang telah didapatkan dari persamaan momen total, disubstitusikan terhadap persamaan  $d$  pada gaya dan momen untuk mendapatkan kuat tarik angker ( $T$ ). Gaya dan momen terhadap titik A (pemasangan angker) diberikan pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

**Tabel 5.12** Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Aktif

No.	Ea (ton)	Lengan Terhadap A (m)	Momen Terhadap A (t.m)
1	4,624	-0,125	-0,578
2	0,747	0,167	0,124
3	28,53	6,149	175,43
4	9,217	6,149	56,678
5	14,2185	7,949	113,02

$$\sum E_{\text{aktif}} = 57,34 \text{ ton dan } \sum M_{\text{aktif}} = 344,67 \text{ t.m}$$

Direncanakan jarak antar angker 3 meter, maka :

$$\sum E_{\text{aktif}} = 57,34 \times 3 = 172,01 \text{ ton}$$

$$\sum M_{\text{aktif}} = 344,67 \times 3 = 1034,02 \text{ t.m}$$

**Tabel 5.13** Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif

No.	Ep (ton)	Lengan Terhadap A (m)	Momen Terhadap A (t.m)
1	34,348	1,516	52,071
2	T	11,548	11,55 T

Jarak antar angker 3 meter, maka :

$$\sum E_{\text{pasif}} = 103,04 + T \text{ (ton) dan } \sum M_{\text{pasif}} = 156,21 + 11,55T \text{ (t.m)}$$

Nilai  $T$  didapatkan pada kondisi seimbang, sebagai berikut :

$$\sum M_{\text{aktif}} + \sum M_{\text{pasif}} = 0$$

$$- 1034,02 + 156,21 + 11,55T = 0$$

$$T = 76,01 \text{ ton}$$



$$\bar{\sigma}_{\text{angker}} = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{\text{angker}} = \frac{T}{A} = \frac{T}{0,25\pi d^2}$$

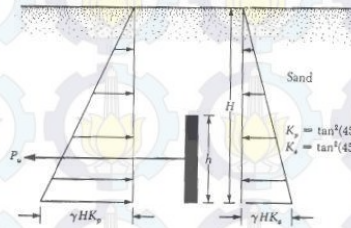
$$1000 = \frac{76,01 \cdot 1000}{0,25\pi d^2}$$

$$D = 9,84 \text{ cm}$$

Maka, diameter baja angker (D) adalah 10 cm.

#### 4. Perencanaan Blok Angker

Asumsi dimensi blok angker :



$$H = 1,75 \text{ m}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$K_0 = 0,4$$

Menurut Teng (1962) apabila  $H/h \leq 1,5$ , tinggi papan angker dapat dihitung = H

$$1,75/1,5 = 1,17 \leq 1,5 \text{ (OK)}$$

Maka tinggi blok angker dapat dianggap = H = 1,75 m.

Gaya yang bekerja pada blok angker dihitung sebagai berikut :

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_p x 3 = \frac{1}{2} x 1,75^2 x 1,8 x 3,69 x 3 = 30,51 \text{ ton}$$

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_a x 3 = \frac{1}{2} x 1,75^2 x 1,8 x 0,27 x 3 = 2,24 \text{ ton}$$

Dengan persamaan 2.46, dimensi blok angker dihitung sebagai berikut :

$$T \leq B(P_p - P_a) + \frac{1}{3} K_0 \gamma (\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a}) H^3 t g \phi$$

B = Lebar blok angker

$$76,01 \leq B(30,51 - 2,24) + \frac{1}{3} 0,4 \cdot 1,8 (\sqrt{3,69} + \sqrt{0,27}) 1,75^3 t g 35$$

$$28,27 B \geq 73,81$$

$$B \geq 2,61 \text{ m, dipakai } B = 2,65 \text{ m}$$

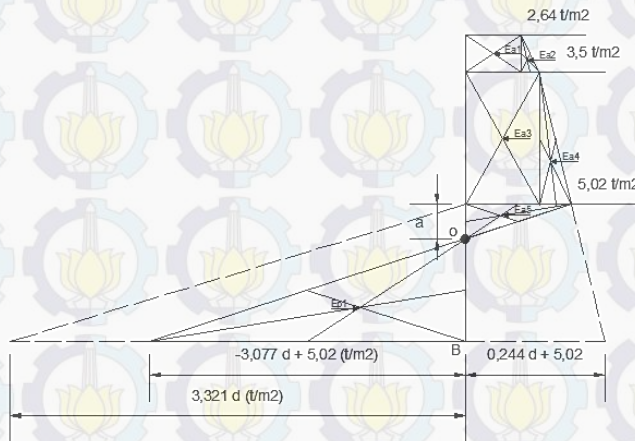


Karakteristik tanah urug :

$\gamma$	$= 1,8 \text{ t/m}^3$	$\phi$	$= 35^\circ$
$\gamma'$	$= 0,9 \text{ t/m}^3$	$K_a$	$= 0,27$
$q$	$= 9,75 \text{ t/m}^2$	$K_p$	$= 3,69$
$c$	$= 0 \text{ t/m}^2$		

Berikut tahapan desain *sheetpile* tipe *cantilever wall* :

1. Menghitung gaya yang Bekerja pada *sheetpile*; Perhitungan tegangan vertikal dan horizontal diberikan pada Tabel 5.9. Adapun diagram tekanan tanah horizontal diberikan pada Gambar 5.14, dan perhitungannya pada Tabel 5.13 serta Tabel 5.15.



**Gambar 5.14** Diagram tekanan tanah kesamping

Nilai  $a$  didapatkan dengan menyamakan tegangan horizontal pada titik B. Setelah nilai  $a$  diketahui, dilakukan perhitungan terhadap gaya yang bekerja. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15.

$$0,244 a + 5,02 = 3,321 d$$

$$-3,077 a + 5,02 = 0$$

$$a = -\frac{5,02}{(-3,077)} = 1,63 \text{ m}$$

**Tabel 5.14** Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Aktif

No.	Ea (ton)	Lengan Terhadap O (m)	Momen Terhadap O (t.m)
1	4,624	8,756	40,487
2	0,747	8,465	6,322
3	21,848	4,756	103,919
4	4,763	3,715	17,695
5	4,095	1,088	4,453

$$E_{\text{aktif}} = 36,077 \text{ ton}$$

$$\sum M_{\text{aktif}} = 172,877 \text{ t.m}$$

**Tabel 5.15** Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Pasif

No.	Ep (ton)	Lengan Terhadap A (m)	Momen Terhadap A (t.m)
1	$-1,54 d^2 + 5,02 d - 4,09$	$0,67 d + 1,088$	$-1,03 d^3 + 1,67 d^2 + 2,73 d - 4,45$

$$E_{\text{pasif}} = -1,54 d^2 + 5,02 d - 4,09 \text{ (ton)}$$

$$\sum M_{\text{pasif}} = -1,03 d^3 + 1,67 d^2 + 2,73 d - 4,45 \text{ (t.m)}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{total}} &= 172,877 + (-1,026 d^3 + 1,67 d^2 + 2,73 d - 4,45) \\ &= -1,026 d^3 + 1,67 d^2 + 2,73 d + 168,424 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan kedalaman *sheetpile* dalam tanah (d), gaya tekanan tanah horizontal aktif dan pasif dihitung dalam kondisi seimbang  $E_{\text{aktif}} = E_{\text{pasif}}$ ; maka :

$$36,077 + (-1,54 d^2 + 5,02 d - 4,09) = 0$$

$$-1,539 d^2 + 5,02 d + 31,98 = 0$$

Nilai d didapatkan dengan rumus ABC sebagai berikut :

$$d_{1,2} = \frac{-5,02 \pm \sqrt{5,02^2 - 4 \cdot (-1,539) \cdot 31,98}}{2 \cdot (-1,539)}$$

Diperoleh :

$$d_1 = -3,21 \text{ m}$$

$$d_2 = 6,47 \text{ m (memenuhi)}$$



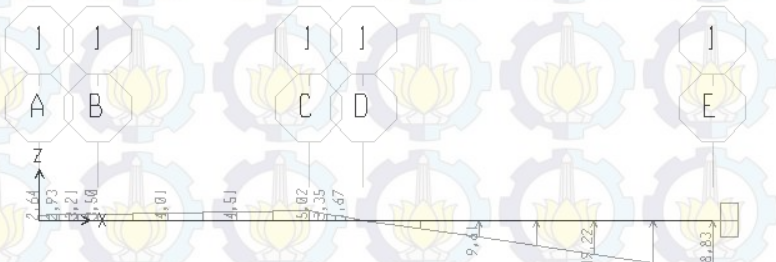
Untuk keamanan nilai  $d$  dikalikan dengan angka keamanan,  $SF=2$ .  $d_o = 2 \times 6,47 = 12,95$  m. Sehingga panjang turap yang dibutuhkan adalah  $8 + 12,95 = 20,95$  m  $\approx 21$  m.

## 2. Penentuan Profil *Sheetpile*

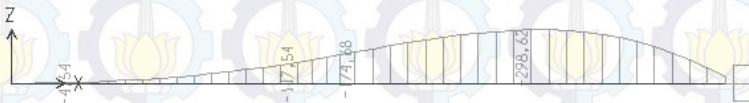
Profil *sheetpile* ditentukan dengan menggunakan momen maksimum yang bekerja pada *sheetpile*.

$$\sum M_{\text{total}} = -1,026 d^3 + 1,67 d^2 + 2,73 d + 168,424$$

Momen maksimum dapat diperoleh dari hasil program SAP 2000 dengan permodelan sebagai berikut:



**Gambar 5.15a** Permodelan gaya yang bekerja pada *sheetpile* pada program SAP 2000



**Gambar 5.15b** Gambar bidang momen pada *sheetpile* hasil analisa program SAP 2000

Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap defleksi karena timbunan tidak menahan struktur rigid. Nilai momen maksimum berdasarkan program SAP 2000 adalah 298,62 tm. Digunakan turap baja dengan profil AZ *box piles* dengan  $\bar{\sigma} = 210$  MN. Maka nilai *Widerstands Moment* ( $W$ ) adalah sebagai berikut :



$$W = \frac{\sum M_{total}}{\bar{\sigma}} = \frac{2986,2}{210 \times 10^3} = 0,01422 \text{ m}^3 = 14220 \text{ cm}^3$$

Digunakan profil AZ Box Piles tipe CAZ 50 dengan  $W=14780 \text{ cm}^3 > 14220 \text{ cm}^3$ , dengan dimensi :



$$b = 1160 \text{ mm}$$

$$h = 966 \text{ mm}$$

### 5.9 Kontrol Overall Stability Kebutuhan Sheetpile

Kontrol *overall stability* terhadap kebutuhan *sheetpile* dilakukan dengan menggunakan program XSTABL. dari program XSTABL didapatkan nilai momen resisten, garis longsor dan SF (*safety factor*). Dari hasil itu akan dilakukan perhitungan kebutuhan *sheetpile* pada talud tersebut. Contoh perhitungan kebutuhan *sheetpile* berdasarkan kontrol *overall stability* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung faktor modulus tanah (f)

$$C_u = 10,97 \text{ kN/m}^2 = 0,1097 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 2 \times 0,1097 = 0,2194 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 0,225 \text{ ton/ft}^2$$

(Lihat grafik NAVFAC, DM-7, 1971)

$$f = 1,5 \text{ ton/ft}^3 = 0,048 \text{ kg/cm}^3$$

2. Mendapatkan *section modulus* (w) dan momen inersia bahan (I)

Nilai *section modulus* dan momen inersia bahan diperoleh dari brosur bahan yang dipergunakan yaitu AZ box piles CAZ 25. Diperoleh :

$$I = 450240 \text{ cm}^4$$

$$w = 6925 \text{ cm}^3$$

3. Modulus Elastisitas (E)

Karena bahan yang dipergunakan adalah baja maka nilai modulus elastisitas (E) :

$$E = 250000 \text{ cm}^3$$

4. Mencari faktor kekakuan relatif (T)

$$T = \left(\frac{EI}{f}\right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{250000.450240}{0,048}\right)^{\frac{1}{5}} = 297,871 \text{ cm}$$

5. Koefisien momen akibat gaya lateral (Fm)

$$Lb/T = 0,671$$

(Dari grafik NAVFAC, DM-7, 1971)

$$Fm = 0,9$$

6. Momen maksimum lentur *sheetpile* sebagai cerucuk (Mp)

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

$$= 1600 \text{ kg/cm}^2 \times 6925 \text{ cm}^3 = 11080 \text{ ton.cm}$$

7. Gaya horizontal yang mampu dipikul 1 buah cerucuk :

$$P = \frac{Mp}{F_M \times T} = \frac{11080}{0,9 \times 297,871} = 41,33 \text{ ton} = 413,3 \text{ kN}$$

8. Jumlah *sheetpile* yang dibutuhkan :

Dari XSTABL diperoleh :

$$SF = 0,826$$

$$MR = 5620 \text{ kNm}$$

$$R = 10,35 \text{ m}$$

$$Md = MR/SF = 5620/0,826 = 6803,87 \text{ kNm}$$

$$\Delta MR = SF_{\text{rencana}} \times Md - MR = 3225,04 \text{ kNm}$$

Maka jumlah *sheetpile* yang dibutuhkan :

$$n = \frac{(1,3 - 0,826)}{413,3 \times 10,35} \times 6803,87 = 0,75 \approx 1$$

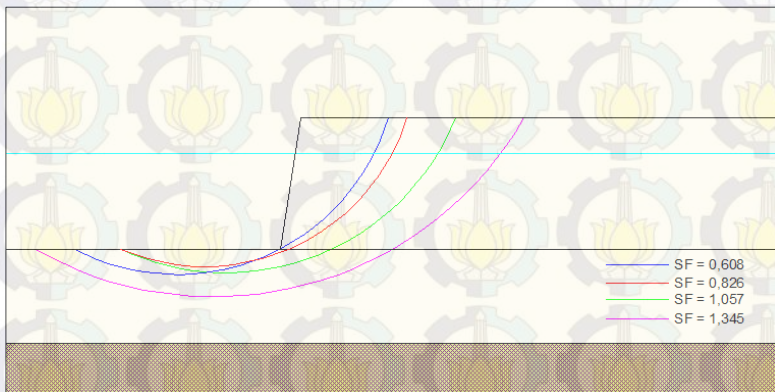
Perhitungan diwakilkan untuk tipe CAZ 25 karena memiliki nilai *momen inersia* (I) dan *section modulus* (w) yang lebih kecil, sehingga akan membutuhkan lebih banyak *sheetpile* daripada tipe CAZ 50. Perhitungan berikutnya ditampilkan pada Tabel 5.16. Dari berbagai hasil program XSTABL, diperoleh garis kelongsoran untuk beberapa nilai *safety factor* (SF). Gambar garis longsor diberikan untuk SF terendah (SF=0,608), SF menengah (SF=0,826), SF kritis (SF≈1) dan SF lebih besar dari SF rencana (SF>1,3). Kedalaman garis longsor pada saat SF>SF rencana adalah 2,0 m sedangkan *sheetpile* dipancang hingga 6,5

m sehingga kedalaman pemancangan *sheetpile* sudah aman. Contoh gambar garis longsor untuk angka keamanan yang diwakili dapat dilihat pada Gambar 5.16.

**Tabel 5.16** Rangkuman Perhitungan Kebutuhan *Sheetpile* Berdasarkan Kontrol *Overall Stability*

SF	MR (kN-m)	R (m)	SF rencana	Md (kN-m)	$\Delta MR(Kn-m)$	P (kN)	n
A	B	C	D	E=B/A	F=D*E-B	G	H=F/(G*C)
0,826	5620	10,35	1,3	6803,87	3225,04	413,30	0,75
0,864	6623	11,78	1,3	7665,51	3342,16	413,30	0,69
0,937	7472	10,97	1,3	7974,39	2894,70	413,30	0,64
0,987	11240	13,89	1,3	11388,04	3564,46	413,30	0,62
0,995	12290	15,04	1,3	12351,76	3767,29	413,30	0,61
1,045	7727	9,88	1,3	7394,26	1885,54	413,30	0,46
1,046	10410	12,32	1,3	9952,20	2527,86	413,30	0,50
1,048	6429	8,96	1,3	6134,54	1545,90	413,30	0,42
1,05	6946	9,4	1,3	6615,24	1653,81	413,30	0,43
1,057	10740	12,08	1,3	10160,83	2469,08	413,30	0,49
0,608	3874	10,79	1,3	6371,71	4409,22	413,30	0,99
0,791	4581	9,48	1,3	5791,40	2947,82	413,30	0,75
0,829	8865	14,07	1,3	10693,61	5036,69	413,30	0,87
0,864	6238	10,98	1,3	7219,91	3147,88	413,30	0,69
0,878	6102	10,07	1,3	6949,89	2932,85	413,30	0,70

(Sumber: Hasil Analisa)



**Gambar 5.16** Gambar garis kelongsoran untuk beberapa nilai SF  
(Sumber: Hasil Analisa)

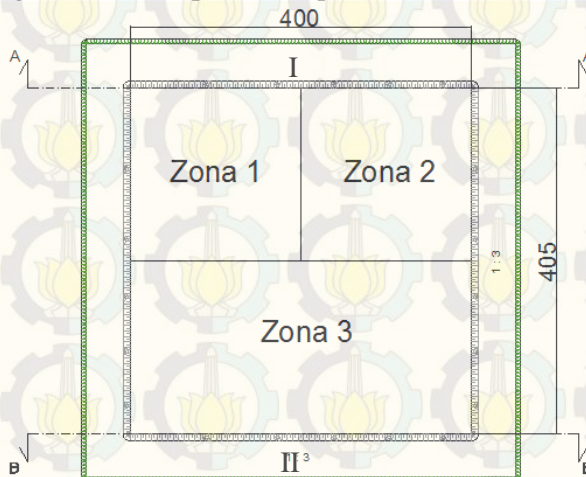


## 5.10 Perhitungan Volume Material

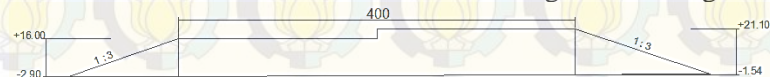
Perhitungan volume material dilakukan untuk menganalisa kebutuhan material yang harus disediakan pada proyek reklamasi. Luas area untuk perhitungan volume dengan geometri yang tidak beraturan dihitung dengan program bantu Autocad. Perhitungan material dilakukan terhadap material reklamasi dan perkuatannya.

### 5.10.1 Material Timbunan

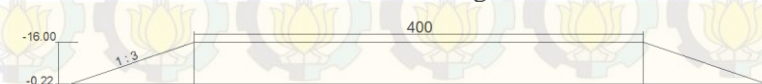
Material timbunan reklamasi merupakan pasir yang di ambil dari beberapa wilayah di sekitar Kota Medan. Geometri timbunan bisa dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18. Perhitungan Volume dapat dilihat pada Tabel 5.17.



Gambar 5.17 Area Reklamasi dan Pembagian Perhitungan



Gambar 5.18a Potongan A-A



Gambar 5.18b Potongan B-B

**Tabel 5.17** Perhitungan Volume Tanah Urug Timbunan

Ket.	Luas (m <sup>2</sup> )	Lebar (m <sup>1</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Pot. A-A	9612,67	202,5	1.946.566
Pot. B-B	8339,97	202,5	1.688.843
Segitiga I	9612,67	56,70	272.519
Segitiga II	8339,67	54,99	229.307
TOTAL			4.137.235

(Sumber: Hasil Analisa)

### 5.10.2 Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Pemasangan PVD pada Zona 1 dilaksanakan dengan pola segitiga berjarak 1,75 m, sedangkan pada Zona 2 dan Zona 3 berjarak 1,5 m. PVD dipasang pada timbunan pada saat elevasi timbunan telah lebih tinggi dari MSL. Pada Zona 1, PVD dipasang pada saat ketinggian timbunan 5 m, Pada Zona 2 pada saat ketinggian timbunan 4 m dan pada Zona 3 saat ketinggian timbunan 2,5 m. Karena timbunan masih berada pada elevasi di bawah  $H_{\text{inisial}}$ , lebar timbunan lebih lebar daripada lebar timbunan yang direncanakan. Luasan timbunan pada saat dilakukan pemasangan timbunan dihitung pada Tabel 5.18. Keterangan area pemasangan PVD berdasarkan Gambar 5.17 ketika tinggi timbunan sedikit lebih tinggi dari elevasi air.

**Tabel 5.18** Perhitungan Luas Area Pemasangan PVD

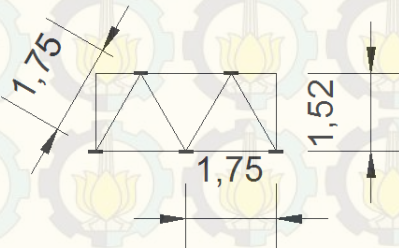
Area	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Zona 1	241,28	202,5	48.859,2
Zona 2	256,5	202,5	51.941,3
Zona 3	494,98	202,5	100.233,5
TOTAL			201.034

(Sumber: Hasil Analisa)

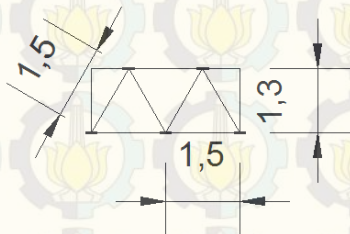
Dari Gambar 5.19a dan Gambar 5.19b diperoleh luasan pemasangan setiap 5 PVD. Pada pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak 1,75 m, diperoleh hasil bahwa terdapat 5 titik pemasangan PVD setiap luasan :  $1,52 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 5,30 \text{ m}^2$ .



Sedangkan pada pemasangan jarak 1,5 m, terdapat 5 titik pemasangan PVD setiap luasan :  $3 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} = 3,9 \text{ m}^2$ .



**Gambar 5.19a** Ukuran pemasangan PVD jarak 1,75 m



**Gambar 5.19b** Ukuran pemasangan PVD jarak 1,5 m

Oleh karena itu, kebutuhan PVD dapat dihitung seperti diberikan pada Tabel 5.19.

**Tabel 5.19** Perhitungan Panjang Kebutuhan PVD

Area	Luas Area ( $\text{m}^2$ )	Luas Pemasangan 5 titik PVD ( $\text{m}^2$ )	Jumlah Titik Pemasangan PVD	Kedalaman PVD (m)	Panjang Kebutuhan PVD (m)
A	B	C	$D = B/C \times 5$	E	$F = D \times E$
Zona 1	48.859,20	5,3	46.055	34,6	1593503
Zona 2	51.941,30	3,9	128.600	40	5144000
Zona 3	100.233,50	3,9	66.641	43	2865563
				TOTAL	9603066

(Sumber: Hasil Analisa)

Berdasarkan brosur CE Teau Drain, panjang PVD setiap kontainer 40 TEUs adalah 125.000 m. Oleh karena itu dibutuhkan 77 kontainer PVD pada proyek reklamasi pengembangan pelabuhan peti kemas tahap II ini.

### 5.10.3 *Geotextile*

Perkuatan dengan *Geotextile* dilaksanakan pada sisi yang diberi pemasangan *concrete mattress* yaitu sisi dangkal dan peralihan dangkal ke dalam. Gambar pemasangan *geotextile* dapat dilihat pada Gambar 5.7, 5.8 dan 5.9, serta perhitungan pada Lampiran 11. Dari perhitungan didapatkan luas keseluruhan *geotextile* yang dibutuhkan adalah 5.542.580 m<sup>2</sup>. Menurut brosur HDPE Uniaxial Geogrid, luas *geotextile* setiap gulung (*roll*) adalah 30 m<sup>2</sup>, dengan panjang 30 dan lebar 1 m. maka jumlah geogrid yang dibutuhkan adalah 184.753 *roll geogrid* sebagai *geotextile*.

### 5.10.4 *Sheetpile*

Berdasarkan perhitungan pada sub bab 5.8 dan 5.9, diperoleh hasil sebagai berikut :

Panjang *sheetpile* tanpa angker= 21 m

Panjang *sheetpile* berangker = 17,5 m

Panjang angker = 17,75 m

Dimensi Angker = 1,5 m x 2,65 m<sup>1</sup>

Pemasangan *sheetpile* dilaksanakan pada sisi laut-dalam sepanjang 800 m. Jarak antar angker adalah 3 m.

## BAB VI KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Elevasi akhir timbunan yang direncanakan adalah +3,5 m LWS. Tinggi timbunan awal yang dibutuhkan pada Zona 1 adalah 18,9 m, pada Zona 2 setinggi 22,64 m dan pada Zona 3 setinggi 18,33 m. Timbunan awal tersebut sudah termasuk beban *surcharge* setinggi 5,5 m yang setara dengan 6 tiers kontainer 20 TEUs dengan  $q_{\text{surcharge}}=9,75 \text{ t/m}^2$ . Beban *surcharge* akan dibongkar setelah pemampatan mencapai 90% ( $U=90\%$ ).
2. Waktu tersingkat yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ( $U=90\%$ ) dari tiga Zona adalah 136,17 tahun pada Zona 2. Waktu tersebut sangat lama, sehingga dibutuhkan perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk percepatan waktu konsolidasi.
3. Dengan kecepatan penimbunan 50 cm/ minggu, didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk penimbunan bertahap pada Zona 1 adalah 38 minggu, pada Zona 2 selama 46 minggu dan pada Zona 3 selama 37 minggu. Sedangkan PVD hanya berfungsi maksimal selama 24 minggu (6 bulan). Sehingga dengan waktu 24 minggu, untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ( $U=90\%$ ), didapatkan pola pemasangan PVD segitiga dengan jarak 1,75 m pada Zona 1 serta jarak 1,5 m pada Zona 2 dan Zona 3.
4. Tahapan penimbunan menghasilkan peningkatan nilai kohesi *undrained* ( $C_u$ ) tanah asli. Dengan program bantu XSTABL, didapatkan tinggi timbunan kritis ( $H_{cr}$ ) untuk masing-masing Zona. Pada Zona 1 diperoleh  $H_{cr} = 7 \text{ m}$ , pada Zona 2 diperoleh  $H_{cr}=4,5 \text{ m}$  dan pada Zona 3  $H_{cr}=5 \text{ m}$  dengan faktor keamanan/ *Safety Factor* (SF) kurang dari SF rencana sebesar 1,30. Dimana, ketiga tinggi timbunan kritis ( $H_{cr}$ ) ini

lebih tinggi dari tinggi muka air pada kondisi rata-rata ( $H_w$ ). Dilakukan penundaan hingga 4 minggu, namun SF yang dihasilkan masih kurang dari SF rencana, sehingga perlu adanya perkuatan tanah untuk mengatasi kelongsoran yang terjadi akibat pentahapan penimbunan tanah.

5. Perkuatan tanah yang dipakai untuk mengatasi kelongsoran adalah *Geotextile*. Setelah dihitung sesuai dengan hasil program bantu XSTABL, dibutuhkan *geotextile* sebanyak 34 lapis untuk Zona 1, 53 lapis untuk Zona 2 dan 42 lapis untuk Zona 3. *Geotextile* dipasang dengan jarak layer pemasangan 0,25 m setelah ketinggian  $H_w$  pada masing-masing Zona. Dalam Tugas Akhir ini tidak direncanakan perkuatan menggunakan cerucuk.
6. Sebagai struktur pelindung timbunan pada sisi dalam digunakan *sheetpile* baja. *Sheetpile* dihitung dengan dua alternatif, tanpa anker dan dengan anker. Untuk turap baja dengan anker digunakan AZ Box Piles tipe CAZ 25 dan dipancang sedalam 9,5 m, dengan panjang anker 17,75 m berdiameter 10 cm. Anker dipasang setiap 3 m dengan dimensi blok anker 1,5 m x 2,65 m. Sedangkan turap baja tanpa anker digunakan AZ Box Piles tipe CAZ 50 dan dipancang sedalam 13 m.
7. Struktur pelindung pada sisi dangkal dan peralihan dangkal ke dalam digunakan *concrete mattress*. *Concrete Mattress* diletakkan pada lereng dengan tebal 40 cm.
8. Dari hasil perhitungan volume didapatkan volume tanah urug yang dibutuhkan pada proyek reklamasi ini adalah 4.137.235 m<sup>3</sup>. Panjang PVD yang dibutuhkan adalah 9.549.753,2 m atau sebanyak 77 kontainer 40 TEUs. *Geotextile* yang dibutuhkan adalah 5.542.580 m<sup>2</sup> atau sebanyak 184.753 roll *geotextile*. Sedangkan *sheetpile* dipasang sepanjang sisi dalam yaitu 800 m.

## 6.2 **Saran**

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran yaitu :

1. Tinggi timbunan yang terlalu tinggi membuat pelaksanaan cukup sulit untuk dilaksanakan, sehingga penulis mengusulkan untuk menggunakan metode lain dalam penimbunan. Misalnya dengan *vacuum preloading* untuk mengurangi tinggi timbunan terutama pada Penimbunan Zona 2.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR PUSTAKA

- Bergaya, F., dkk. 2006. *Handbook of Clay Science*. Elsevier Ltd.
- Chandra, Nyssa Andriani. 2013. *Perencanaan Pondasi untuk Tank Storage dan Perbaikan Tanah dengan Metode Preloading Sistem Surcharge dan Water Tank di Kilang RU-VI, Balongan, Jawa Barat*. Surabaya: ITS.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Das, Braja M. 1990. *Principles of Foundation Engineering Second Edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- Das, Braja M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning.
- Mochtar, Indrasurya B. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Mochtar, Indrasurya B. 2011. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan untuk Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi di Atas Tanah-Tanah Bermasalah Jilid 2*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS
- Nabila. 2012. *Perencanaan Perbaikan Tanah Metode Preloading dengan Kombinasi PVD dan*

*Micropile pada Proyek Reklamasi Pantai Ancol  
Jakarta Utara.* Surabaya: ITS.

Mochtar, Noor Endah. 2012. *Modul Ajar Metode  
Perbaikan Tanah.* Surabaya: ITS Press.

Wahyudi, Herman. 1997. *Teknik Reklamasi.* Surabaya:  
ITS.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Nila Sutra, dilahirkan di Ponorogo, pada tanggal 8 April 1992. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 1 Coper – Ponorogo, SMP Negeri 1 Ponorogo, dan SMA Negeri 1 Ponorogo. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Ponorogo pada tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri dan diterima di Program Sarjana Teknik Sipil FTSP – Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya.

Di Jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Geoteknik. Pada masa perkuliahan penulis aktif menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Sipil sebagai staff departemen ristik pada tahun ke-2 dan kepala biro keprofesian departemen ristik pada tahun ke-3 perkuliahan. Penulis juga aktif menjadi pemandu Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM), mengikuti beberapa lomba tingkat nasional dan berhasil mendapat juara 2 pada *National Asphalt Concrete Competition* di UII Yogyakarta. Selain itu penulis juga pernah menjadi grader pada mata kuliah struktur baja dan mekanika tanah dan pondasi. Penulis bisa dihubungi melalui *email* [nila.sutra@rocketmail.com](mailto:nila.sutra@rocketmail.com)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisa Statistik Parameter Tanah .....	L1-1
Lampiran 2 Spesifikasi PVD .....	L2-9
Lampiran 3 Spesifikasi <i>Sheet Pile</i> Baja .....	L3-11
Lampiran 4 Spesifikasi <i>Geotextile</i> .....	L4-13
Lampiran 5 Penampang Tanah hasil Stratigrafi .....	L5-15
Lampiran 6 Perhitungan Besar <i>Settlement</i> Zona 1 .....	L6-17
Perhitungan Besar <i>Settlement</i> Zona 2 .....	L6-23
Perhitungan Besar <i>Settlement</i> Zona 3 .....	L6-31
Lampiran 7 Perhitungan Waktu Konsolidasi Natural.....	L7-39
Lampiran 8 Perhitungan PVD dengan Variasi Jarak (S).....	L8-43
Lampiran 9 Perhitungan <i>Rate of Settlement</i> .....	L9-49
Lampiran 10 Perhitungan Peningkatan Nilai $C_u$ .....	L10-53
Lampiran 11 Perhitungan <i>Geotextile</i> .....	L11-59



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**ANALISA STATISTIK PARAMETER TANAH**

$\gamma_t$  (t/m<sup>3</sup>)

kedalaman (m)	$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )		n	mean	std	batas atas	batas bawah	$\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )
0-17,5	1,45	1,45	20	1,44	0,0589	1,4158	1,4614	1,45
	1,40	1,45						
	1,50	1,37						
	1,45	1,39						
	1,41	1,35						
	1,46	1,35						
	1,51	1,39						
	1,55	1,41						
	1,52	1,38						
	1,48	1,49						
17,5-22,5	1,77	1,66	7	1,72	0,0961	1,7565	1,6154	1,7
	1,67	1,51						
	1,66	1,77						
	1,77							
22,5-32,5	1,51	1,55	14	1,53	0,03468	1,545	1,51217	1,52
	1,50	1,55						
	1,47	1,54						
	1,51	1,54						
	1,57	1,52						
	1,53	1,48						
32,5-45	1,48	1,70	17	1,64	0,1199	1,7466	1,645	1,7
	1,61	1,69						
	1,57	1,73						
	1,59	1,77						
	1,87	1,78						
	1,87	1,82						
	1,55	1,80						
	1,56	1,79						
	1,65							
44-52,5	1,77	1,69	4	1,74	0,0389	1,7606	1,669	1,72
	1,71	1,69						

$\gamma_{\text{sat}}$  (t/m<sup>3</sup>)

kedalaman (m)	$\gamma_{\text{sat}}$ (t/m <sup>3</sup> )		n	mean	std	batas atas	batas bawah	$\gamma_{\text{sat}}$ (t/m <sup>3</sup> )
0-17,5	1,51	1,55	20	1,51	0,0605	1,5293	1,4826	1,5
	1,48	1,55						
	1,54	1,42						
	1,51	1,43						
	1,53	1,43						
	1,55	1,43						
	1,57	1,43						
	1,60	1,45						
	1,58	1,45						
	1,57	1,54						
17,5-22,5	1,80	1,70	7	1,72	0,0917	1,7912	1,6564	1,71
	1,70	1,55						
	1,70	1,80						
	1,80							
22,5-32,5	1,55	1,56	14	1,57	0,02026	1,57505	1,55587	1,56
	1,54	1,56						
	1,56	1,61						
	1,55	1,57						
	1,61	1,56						
	1,57	1,56						
	1,56	1,56						
32,5-45	1,53	1,71	17	1,73	0,1059	1,7734	1,6837	1,75
	1,66	1,71						
	1,63	1,78						
	1,64	1,81						
	1,88	1,81						
	1,88	1,84						
	1,59	1,79						
	1,60	1,79						
	1,74							
44-52,5	1,77	1,76	4	1,76	0,01886	1,77774	1,73337	1,77
	1,73	1,76						

Angka Pori (e)

kedalaman (m)	e		n	mean	std	batas atas	batas bawah	e
0-12,5	2,11	1,79	12	2,32	0,483	2,567	2,066	2,35
	2,11	2,85						
	1,98	2,85						
	1,98	2,85						
	1,79	2,85						
	1,79	2,85						
12,5-20	2,11	2,68	9	2,18	0,2904	2,3556	1,9956	2,15
	2,11	2,68						
	1,98	2,03						
	1,98	2,03						
	1,98							
20-22,5	1,14	1,14	6	1,27	0,1424	1,3872	1,1528	1,25
	1,4	1,4						
	1,4	1,14						
22,5-32,5	2,11	1,79	15	1,96	0,1453	2,0287	1,8966	1,95
	2,11	1,79						
	2,11	1,79						
	2,11	2,03						
	2,11	2,03						
	1,8	2,03						
	1,8	2,03						
	1,8							
32,5-40	1,64	1,11	9	1,44	0,316	1,634	1,242	1,45
	1,64	1,11						
	1,64	1,11						
	1,79	1,11						
	1,79							
40-45	0,97	1,36	7	1,22	0,1759	1,3463	1,088	1,2
	0,97	1,25						
	1,36	1,25						
	1,36							
45-52,5	1,25	1,25	4	1,25	0			1,25
	1,25	1,25						

Wc (%)

kedalaman (m)	Wc (%)		n	mean	std	batas atas	batas bawah	Wc (%)
0-15	73,9	102,6	15	82,14	18,58	90,59	73,69	82,2
	73,9	102,6						
	63,8	102,6						
	63,8	102,6						
	62,3	102,6						
	62,3	96,5						
	62,3	96,5						
	63,8							
15-20	73,9	63,8	6	69,53	4,64	73,35	65,72	69,6
	73,9	70,9						
	63,8	70,9						
20-22,5	38,5	38,5	6	43,55	5,53	48,1	39	43,5
	48,6	48,6						
	48,6	38,5						
22,5-32,5	73,9	62,3	14	68,89	4,63	71,07	66,7	68,9
	73,9	62,3						
	73,9	61,4						
	73,9	70,9						
	66,4	70,9						
	66,4	70,9						
	66,4	70,9						
32,5-40	73,9	49,7	11	51,75	12,34	58,49	45	51,75
	56,2	38,1						
	56,2	38,1						
	56,2	38,1						
	62,3	38,1						
	62,3							
40-45	34,6	49,7	6	43,27	6,97	49	37,53	43,5
	34,6	45,5						
	49,7	45,5						
44-52,5	45,5	45,5	4	45,5	0			45,5
	45,5	45,5						

Cc

kedalaman (m)	Cc		n	mean	std	batas atas	batas bawah	Cc
0-17,5	1,02	0,95	20	1,08	0,3299	1,207	0,9519	1,1
	1,02	0,95						
	0,80	1,37						
	0,81	1,26						
	0,97	1						
	0,76	2						
	0,87	1,51						
	0,88	1,38						
	0,83	1,57						
	0,77	0,88						
17,5-22,5	0,51	0,83	7	0,61	0,1601	0,7255	0,4903	0,6
	0,45	0,62						
	0,83	0,51						
	0,51							
22,5-32,5	0,94	1,15	14	1,03	0,2208	1,1365	0,9275	1,05
	1,03	0,76						
	1,25	1,07						
	1,02	1,00						
	0,80	0,93						
	1,62	1,16						
	0,86	0,86						
32,5-45	0,98	0,72	17	0,63	0,241	0,7338	0,5297	0,65
	0,60	0,58						
	0,65	0,52						
	0,65	0,52						
	0,39	0,49						
	0,39	0,36						
	0,75	0,53						
	0,63	0,60						
	1,36							
45-52,5	0,45	0,71	4	0,60	0,1295	0,7569	0,4522	0,6
	0,55	0,71						



$C_u$  (kg/cm<sup>2</sup>)

kedalaman (m)	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )		n	mean	std	batas atas	batas bawah	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )
0-15	0,02	0,03	16	0,09	0,1566	0,158	0,0207	0,03
	0,32	0,02						
	0,60	0,03						
	0,02	0,11						
	0,02	0,11						
	0,02	0,03						
	0,02	0,02						
	0,03	0,04						
15-20	0,50	0,15	6	0,23	0,1616	0,3596	0,0937	0,25
	0,23	0,03						
	0,15	0,30						
20-37,5	0,15	0,44	27	0,30	0,1558	0,3283	0,235	0,3
	0,47	0,25						
	0,15	0,20						
	0,20	0,25						
	0,19	0,70						
	0,20	0,17						
	0,20	0,45						
	0,19	0,40						
	0,35	0,61						
	0,23	0,40						
	0,47	0,20						
	0,10	0,20						
	0,5	0,33						
	0,15							
37,5-45	0,50	0,50	9	0,38	0,116	0,453	0,3092	0,37
	0,35	0,20						
	0,45	0,20						
	0,43	0,35						
	0,45							
45-52,5	0,40	0,41	4	0,39	0,0287	0,4263	0,3587	0,39
	0,35	0,41						

PI (%)

kedalaman (m)	PI (%)		n	mean	std	batas atas	batas bawah	PI (%)
0-7,5	57	43,4	4	40,9500	12,25	55,37	26,53	41
	34,5	28,9						
7,5-12,5	56,1	59,5	9	57,9111	2,571	59,505	56,318	58
	55,6	59,5						
	56,1	57,6						
	63,6	56,7						
	56,5							
12,5-22,5	25,4	35,5	15	35,7000	10,28	40,37	31,03	35,6
	26,3	46,5						
	35,5	50,4						
	29,8	46,5						
	46,5	9,9						
	37,6	35,5						
	35,3	39,5						
	35,3							
22,5-32,5	51,5	58	12	59,4583	5,49	62,31	56,61	59,5
	66,1	59,2						
	62,6	60,6						
	59,1	68						
	52,2	55,3						
	54,7	66,2						
32,5-40	36,9	43,4	12	44,4083	6,94	48	40,81	44,5
	42,1	47,9						
	46,6	53,6						
	52,9	48,8						
	48,5	45,7						
	31,5	35						
40-47,5	41,3	42,3	8	46,9625	9,08	53,04	40,88	47
	41,3	54,2						
	65,5	37,5						
	45,2	48,4						
47,5-52,5	23	23	2	51,6	0			23

## LL (%)

kedalaman (m)	LL (%)		n	mean	std	batas atas	batas bawah	LL (%)
0-7,5	97,6	73,4	4	72,3500	18,44	94,04	50,66	72,5
	63,4	55						
7,5-12,5	96	98,5	9	96,4778	2,478	98,014	94,942	96,5
	94,8	98,5						
	97,5	97						
	99	96						
	91							
12,5-22,5	58,9	55	15	61,9000	12,26	67,47	56,33	59
	59,5	71,9						
	55	87,9						
	53,5	78,8						
	71,9	35,6						
	65,1	55						
	60,7	59						
	60,7							
22,5-32,5	82	89,4	12	91,9583	5,76	94,94	88,97	92
	97,4	94,2						
	92,9	93,9						
	96	98,3						
	88,8	86,6						
	84,1	99,9						
32,5-40	66,3	70,7	12	71,9167	8,7	76,43	67,41	72
	72,5	76,5						
	72,2	81,8						
	79,2	82						
	77,9	71,3						
	57,3	55,3						
40-47,5	65,7	76,5	8	77,3125	13,44	86,32	68,31	77,5
	65,7	88,4						
	102,4	62						
	77,8	80						
47,5-52,5	51,6	51,6	2	51,6	0			51,6

# Spesifikasi PVD

## CeTeau-Drain CT-D832

### Drain Body

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

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

### Filter Jacket

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

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

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

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

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

Agent & Distributor in Indonesia Area :



**PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL**

Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> 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

(CT-02011)  
 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.

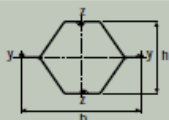
**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## Spesifikasi Sheet Piles

# BOX PILES

## CHARACTERISTICS

### AZ Box Piles



Section	b	h	Peri- meter	Steel section	Total section	Mass*	Moment of inertia		Elastic section modulus		Min. radius of gyration	Coating area**
							y-y	z-z	y-y	z-z		
	mm	mm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	m <sup>2</sup> /m
CAZ 12	1340	604	348	293	4166	290	125670	369510	4135	5295	20.7	3.29
CAZ 13	1340	606	349	320	4191	251	136850	402270	4400	5765	20.7	3.29
CAZ 14	1340	608	349	348	4217	273	148770	436260	4865	6255	20.7	3.29
CAZ 17	1260	758	360	305	4900	290	205040	335800	5365	5105	25.9	3.41
CAZ 18	1260	760	361	333	4925	261	222930	365500	5940	5560	25.9	3.41
CAZ 19	1260	762	361	362	4951	284	242210	396600	6300	6095	25.9	3.41
CAZ 25	1260	852	376	411	5540	323	343000	450240	8020	6925	28.9	3.57
CAZ 26	1260	854	377	440	5566	346	366820	480410	8555	7385	28.9	3.57
CAZ 28	1260	856	377	471	5592	370	392170	513050	9125	7820	28.9	3.57
CAZ 34	1260	918	392	516	5999	405	507890	552570	11020	8520	31.4	3.73
CAZ 36	1260	920	393	547	6026	430	537860	585200	11645	9090	31.4	3.73
CAZ 38	1260	922	393	579	6053	455	568840	618770	12290	9550	31.4	3.73
CAZ 46	1160	962	401	595	5831	467	645940	527590	13380	8825	32.9	3.81
CAZ 48	1160	964	402	628	5858	493	681190	556070	14080	9300	32.9	3.81
CAZ 50	1160	966	402	661	5884	519	716620	584560	14780	9780	32.9	3.81

\* The mass of the welds is not taken into account.

\*\* Outside surface, excluding inside of interlocks.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

# Spesifikasi Geogrid



**HDPE Uniaxial Geogrid**






Product	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	W	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
GG65PE	255	235	20	1.0	2.8
GG80PE	247	227	20	1.1	2.9
GG110PE	265	245	20	1.3	4.0
GG120PE	248	228	20	1.6	4.6
GG160PE	254	234	20	2.4	6.5

\* unit = mm

Index Properties	Test Method	Unit	GG60PE	GG80PE	GG120PE	GG160PE
			MD	MD	MD	MD
• Polymer	-	-	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
• Minimum Carbon Black	ASTM D 4218	%	2	2	2	2
• Tensile Strength @ 2% Strain	ASTM D 6637	kN/m	16	23	35	47
• Tensile Strength @ 5% Strain	ASTM D 6637	kN/m	31	44	65	85
• Ultimate Tensile Strength	ASTM D 6637	kN/m	60	80	120	160
• Strain @ Ultimate Strength	ASTM D 6637	%	10	10	10	10
• Flexural Rigidity	ASTM D 1388	mg-cm	1,400,000	2,300,000	7,700,000	19,000,000
<b>Durability</b>						
• UV Resistance	ASTM D 4355	%	98	98	98	98
• Oxidation Resistance	EN ISO 13438	%	100	100	100	100
• Brittleness	WashDOT T926	-	Pass	Pass	Pass	Pass
<b>Dimensions</b>						
• Roll Width	-	m	1	1	1	1
• Roll Length	-	m	75	50	30	30
• Roll Weight	-	kg	34	30	26	33

**PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL**  
Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> Floor  
Jl. Rungkut Industri Raya No. 10, Surabaya 60293  
Tel. : 031-8475062 Fax. : 031-8475063  
Website : [www.geosistem.co.id](http://www.geosistem.co.id)  
Email : [info@geosistem.co.id](mailto:info@geosistem.co.id)

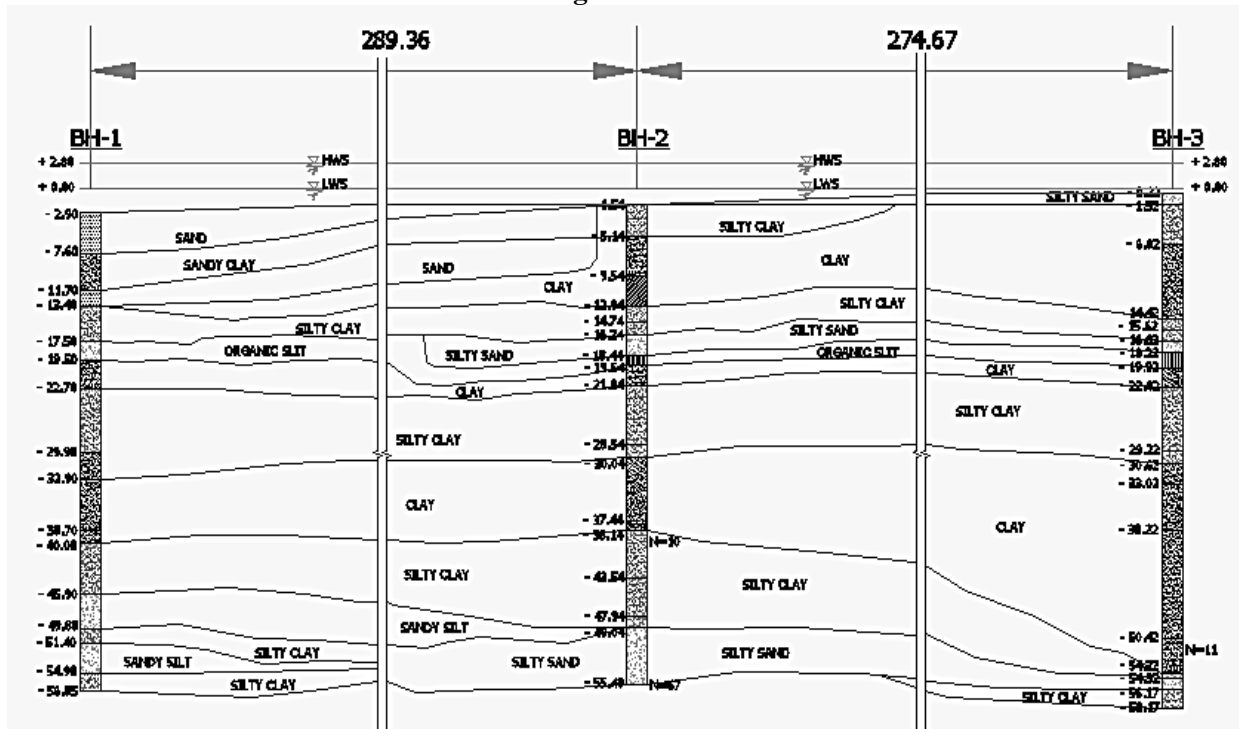





**GEOSISTEM** CERTIFICATE NO. JKT 6013866 CERTIFICATE NO. JKT 6016676

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## Stratigrafi Tanah



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**PERHITUNGAN BESAR SETTLEMENT (ZONA 1)**

**PEMAMPATAN AKIBAT TIMBUNAN**

**q=14,25 t/m<sup>2</sup>**

Hi (m)	z (m)	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ (t/m <sup>2</sup> )	γ <sub>sat</sub> (t/m <sup>3</sup> )	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ' <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	σ <sub>total</sub> (t/m <sup>2</sup> )	log ((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	Sci (m)
0,85	0,425	35,3	470,6	1		1,126	14,25	1,81	0,81	0,344	14,594	1,628	0,000
1,25	1,475	10,2	135,6	1		1,126	14,25	1,81	0,81	1,193	15,443	1,112	0,000
1,25	2,725	5,5	73,4	1		1,067	14,25	1,68	0,68	2,122	16,372	0,887	0,000
1,25	3,975	3,8	50,3	1		1,067	14,25	1,68	0,68	2,969	17,219	0,763	0,000
1,25	5,225	2,9	38,3	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	3,705	17,955	0,685	0,281
1,25	6,475	2,3	30,9	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,330	18,580	0,633	0,260
1,25	7,725	1,9	25,9	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,955	19,205	0,588	0,242
1,25	8,975	1,7	22,3	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,580	19,830	0,551	0,226
1,25	10,225	1,5	19,6	1		0,95	14,25	1,88	0,88	6,440	20,690	0,507	0,000
1,25	11,475	1,3	17,4	1		0,95	14,25	1,88	0,88	7,536	21,786	0,461	0,000
1,25	12,725	1,2	15,7	1	1,10	0,95	14,25	1,50	0,50	8,397	22,647	0,431	0,304
1,25	13,975	1,1	14,3	1	1,10	0,95	14,25	1,50	0,50	9,022	23,272	0,412	0,290
1,25	15,225	1,0	13,1	1	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	9,778	24,028	0,390	0,093
1,25	16,475	0,9	12,1	1	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	10,666	24,916	0,368	0,088
1,25	17,725	0,8	11,3	1	0,60	1,25	14,25	1,71	0,71	11,553	25,803	0,349	0,116
1,25	18,975	0,8	10,5	1	0,60	1,25	14,25	1,71	0,71	12,441	26,691	0,332	0,111
1,25	20,225	0,7	9,9	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	13,235	27,485	0,317	0,141
1,25	21,475	0,7	9,3	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	13,935	28,185	0,306	0,136
1,25	22,725	0,7	8,8	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	14,635	28,885	0,295	0,131
1,25	23,975	0,6	8,3	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	15,335	29,585	0,285	0,127
1,25	25,225	0,6	7,9	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	16,035	30,285	0,276	0,123
1,25	26,475	0,6	7,6	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	16,735	30,985	0,268	0,119
1,25	27,725	0,5	7,2	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	17,435	31,685	0,259	0,115
1,25	28,975	0,5	6,9	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	18,135	32,385	0,252	0,112
1,25	30,225	0,5	6,6	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	18,953	33,203	0,243	0,081
1,25	31,475	0,5	6,4	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	19,891	34,141	0,235	0,078
1,25	32,725	0,5	6,1	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	20,828	35,078	0,226	0,075
1,25	33,975	0,4	5,9	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	21,766	36,016	0,219	0,073
1,25	35,225	0,4	5,7	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	22,703	36,953	0,212	0,070
1,25	36,475	0,4	5,5	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	23,641	37,891	0,205	0,068
1,25	37,725	0,4	5,3	1	0,65	1,2	14,25	1,75	0,75	24,578	38,828	0,199	0,073
1,25	38,975	0,4	5,1	1	0,65	1,2	14,25	1,75	0,75	25,516	39,766	0,193	0,071
1,25	40,225	0,4	5,0	1	0,60	1,2	14,25	1,75	0,75	26,453	40,703	0,187	0,064
												Sc <sup>~</sup> =	3,668



q=17,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,85	0,425	49,4	470,6	1	0,00	1,126	17,25	1,81	0,81	0,344	17,594	1,709	0,000
1,25	1,475	14,2	135,6	1	0,00	1,126	17,25	1,81	0,81	1,193	18,443	1,189	0,000
1,25	2,725	7,7	73,4	1	0,00	1,067	17,25	1,68	0,68	2,122	19,372	0,960	0,000
1,25	3,975	5,3	50,3	1	0,00	1,067	17,25	1,68	0,68	2,969	20,219	0,833	0,000
1,25	5,225	4,0	38,3	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	3,705	20,955	0,753	0,309
1,25	6,475	3,2	30,9	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,330	21,580	0,698	0,286
1,25	7,725	2,7	25,9	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,955	22,205	0,651	0,267
1,25	8,975	2,3	22,3	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,580	22,830	0,612	0,251
1,25	10,225	2,1	19,6	1	0,00	0,95	17,25	1,88	0,88	6,440	23,690	0,566	0,000
1,25	11,475	1,8	17,4	1	0,00	0,95	17,25	1,88	0,88	7,536	24,786	0,517	0,000
1,25	12,725	1,7	15,7	1	1,10	0,95	17,25	1,50	0,50	8,397	25,647	0,485	0,342
1,25	13,975	1,5	14,3	1	1,10	0,95	17,25	1,50	0,50	9,022	26,272	0,464	0,327
1,25	15,225	1,4	13,1	1	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	9,778	27,028	0,442	0,105
1,25	16,475	1,3	12,1	1	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	10,666	27,916	0,418	0,099
1,25	17,725	1,2	11,3	1	0,60	1,25	17,25	1,71	0,71	11,553	28,803	0,397	0,132
1,25	18,975	1,1	10,5	1	0,60	1,25	17,25	1,71	0,71	12,441	29,691	0,378	0,126
1,25	20,225	1,0	9,9	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	13,235	30,485	0,362	0,161
1,25	21,475	1,0	9,3	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	13,935	31,185	0,350	0,156
1,25	22,725	0,9	8,8	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	14,635	31,885	0,338	0,150
1,25	23,975	0,9	8,3	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	15,335	32,585	0,327	0,146
1,25	25,225	0,8	7,9	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	16,035	33,285	0,317	0,141
1,25	26,475	0,8	7,6	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	16,735	33,985	0,308	0,137
1,25	27,725	0,8	7,2	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	17,435	34,685	0,299	0,133
1,25	28,975	0,7	6,9	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	18,135	35,385	0,290	0,129
1,25	30,225	0,7	6,6	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	18,953	36,203	0,281	0,093
1,25	31,475	0,7	6,4	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	19,891	37,141	0,271	0,090
1,25	32,725	0,6	6,1	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	20,828	38,078	0,262	0,087
1,25	33,975	0,6	5,9	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	21,766	39,016	0,253	0,084
1,25	35,225	0,6	5,7	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	22,703	39,953	0,245	0,081
1,25	36,475	0,6	5,5	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	23,641	40,891	0,238	0,079
1,25	37,725	0,6	5,3	1	0,65	1,2	17,25	1,75	0,75	24,578	41,828	0,231	0,085
1,25	38,975	0,5	5,1	1	0,65	1,2	17,25	1,75	0,75	25,516	42,766	0,224	0,083
1,25	40,225	0,5	5,0	1	0,60	1,2	17,25	1,75	0,75	26,453	43,703	0,218	0,074
												Sc <sup>~</sup> =	4,156

q=20,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,85	0,425	63,5	470,6	1	0,00	1,126	20,25	1,81	0,81	0,344	20,594	1,777	0,000
1,25	1,475	18,3	135,6	1	0,00	1,126	20,25	1,81	0,81	1,193	21,443	1,255	0,000
1,25	2,725	9,9	73,4	1	0,00	1,067	20,25	1,68	0,68	2,122	22,372	1,023	0,000
1,25	3,975	6,8	50,3	1	0,00	1,067	20,25	1,68	0,68	2,969	23,219	0,893	0,000
1,25	5,225	5,2	38,3	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	3,705	23,955	0,811	0,333
1,25	6,475	4,2	30,9	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,330	24,580	0,754	0,310
1,25	7,725	3,5	25,9	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,955	25,205	0,706	0,290
1,25	8,975	3,0	22,3	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,580	25,830	0,666	0,273
1,25	10,225	2,6	19,6	1	0,00	0,95	20,25	1,88	0,88	6,440	26,690	0,617	0,000
1,25	11,475	2,4	17,4	1	0,00	0,95	20,25	1,88	0,88	7,536	27,786	0,567	0,000
1,25	12,725	2,1	15,7	1	1,10	0,95	20,25	1,50	0,50	8,397	28,647	0,533	0,376
1,25	13,975	1,9	14,3	1	1,10	0,95	20,25	1,50	0,50	9,022	29,272	0,511	0,360
1,25	15,225	1,8	13,1	1	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	9,778	30,028	0,487	0,116
1,25	16,475	1,6	12,1	1	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	10,666	30,916	0,462	0,110
1,25	17,725	1,5	11,3	1	0,60	1,25	20,25	1,71	0,71	11,553	31,803	0,440	0,147
1,25	18,975	1,4	10,5	1	0,60	1,25	20,25	1,71	0,71	12,441	32,691	0,420	0,140
1,25	20,225	1,3	9,9	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	13,235	33,485	0,403	0,179
1,25	21,475	1,3	9,3	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	13,935	34,185	0,390	0,173
1,25	22,725	1,2	8,8	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	14,635	34,885	0,377	0,168
1,25	23,975	1,1	8,3	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	15,335	35,585	0,366	0,163
1,25	25,225	1,1	7,9	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	16,035	36,285	0,355	0,158
1,25	26,475	1,0	7,6	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	16,735	36,985	0,344	0,153
1,25	27,725	1,0	7,2	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	17,435	37,685	0,335	0,149
1,25	28,975	0,9	6,9	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	18,135	38,385	0,326	0,145
1,25	30,225	0,9	6,6	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	18,953	39,203	0,316	0,105
1,25	31,475	0,9	6,4	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	19,891	40,141	0,305	0,101
1,25	32,725	0,8	6,1	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	20,828	41,078	0,295	0,098
1,25	33,975	0,8	5,9	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	21,766	42,016	0,286	0,095
1,25	35,225	0,8	5,7	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	22,703	42,953	0,277	0,092
1,25	36,475	0,7	5,5	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	23,641	43,891	0,269	0,089
1,25	37,725	0,7	5,3	1	0,65	1,2	20,25	1,75	0,75	24,578	44,828	0,261	0,096
1,25	38,975	0,7	5,1	1	0,65	1,2	20,25	1,75	0,75	25,516	45,766	0,254	0,094
1,25	40,225	0,7	5,0	1	0,60	1,2	20,25	1,75	0,75	26,453	46,703	0,247	0,084
												Sc <sup>~</sup> =	4,596

q=23,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,85	0,425	77,6	470,6	1	0,00	1,126	23,25	1,81	0,81	0,344	23,594	1,836	0,000
1,25	1,475	22,4	135,6	1	0,00	1,126	23,25	1,81	0,81	1,193	24,443	1,311	0,000
1,25	2,725	12,1	73,4	1	0,00	1,067	23,25	1,68	0,68	2,122	25,372	1,078	0,000
1,25	3,975	8,3	50,3	1	0,00	1,067	23,25	1,68	0,68	2,969	26,219	0,946	0,000
1,25	5,225	6,3	38,3	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	3,705	26,955	0,862	0,354
1,25	6,475	5,1	30,9	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,330	27,580	0,804	0,330
1,25	7,725	4,3	25,9	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,955	28,205	0,755	0,310
1,25	8,975	3,7	22,3	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,580	28,830	0,713	0,293
1,25	10,225	3,2	19,6	1	0,00	0,95	23,25	1,88	0,88	6,440	29,690	0,664	0,000
1,25	11,475	2,9	17,4	1	0,00	0,95	23,25	1,88	0,88	7,536	30,786	0,611	0,000
1,25	12,725	2,6	15,7	1	1,10	0,95	23,25	1,50	0,50	8,397	31,647	0,576	0,406
1,25	13,975	2,4	14,3	1	1,10	0,95	23,25	1,50	0,50	9,022	32,272	0,554	0,390
1,25	15,225	2,2	13,1	1	0,60	2,15	23,25	1,71	0,71	9,778	33,028	0,529	0,126
1,25	16,475	2,0	12,1	1	0,60	2,15	23,25	1,71	0,71	10,666	33,916	0,502	0,120
1,25	17,725	1,9	11,3	1	0,60	1,25	23,25	1,71	0,71	11,553	34,803	0,479	0,160
1,25	18,975	1,7	10,5	1	0,60	1,25	23,25	1,71	0,71	12,441	35,691	0,458	0,153
1,25	20,225	1,6	9,9	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	13,235	36,485	0,440	0,196
1,25	21,475	1,5	9,3	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	13,935	37,185	0,426	0,190
1,25	22,725	1,5	8,8	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	14,635	37,885	0,413	0,184
1,25	23,975	1,4	8,3	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	15,335	38,585	0,401	0,178
1,25	25,225	1,3	7,9	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	16,035	39,285	0,389	0,173
1,25	26,475	1,2	7,6	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	16,735	39,985	0,378	0,168
1,25	27,725	1,2	7,2	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	17,435	40,685	0,368	0,164
1,25	28,975	1,1	6,9	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	18,135	41,385	0,358	0,159
1,25	30,225	1,1	6,6	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	18,953	42,203	0,348	0,115
1,25	31,475	1,0	6,4	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	19,891	43,141	0,336	0,112
1,25	32,725	1,0	6,1	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	20,828	44,078	0,326	0,108
1,25	33,975	1,0	5,9	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	21,766	45,016	0,316	0,105
1,25	35,225	0,9	5,7	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	22,703	45,953	0,306	0,102
1,25	36,475	0,9	5,5	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	23,641	46,891	0,297	0,099
1,25	37,725	0,9	5,3	1	0,65	1,2	23,25	1,75	0,75	24,578	47,828	0,289	0,107
1,25	38,975	0,8	5,1	1	0,65	1,2	23,25	1,75	0,75	25,516	48,766	0,281	0,104
1,25	40,225	0,8	5,0	1	0,60	1,2	23,25	1,75	0,75	26,453	49,703	0,274	0,093
												Sc~ =	4,997

q=26,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,85	0,425	91,8	470,6	1	0,00	1,126	26,25	1,81	0,81	0,344	26,594	1,888	0,000
1,25	1,475	26,4	135,6	1	0,00	1,126	26,25	1,81	0,81	1,193	27,443	1,362	0,000
1,25	2,725	14,3	73,4	1	0,00	1,067	26,25	1,68	0,68	2,122	28,372	1,126	0,000
1,25	3,975	9,8	50,3	1	0,00	1,067	26,25	1,68	0,68	2,969	29,219	0,993	0,000
1,25	5,225	7,5	38,3	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	3,705	29,955	0,908	0,373
1,25	6,475	6,0	30,9	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,330	30,580	0,849	0,348
1,25	7,725	5,0	25,9	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,955	31,205	0,799	0,328
1,25	8,975	4,3	22,3	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,580	31,830	0,756	0,310
1,25	10,225	3,8	19,6	1	0,00	0,95	26,25	1,88	0,88	6,440	32,690	0,706	0,000
1,25	11,475	3,4	17,4	1	0,00	0,95	26,25	1,88	0,88	7,536	33,786	0,652	0,000
1,25	12,725	3,1	15,7	1	1,10	0,95	26,25	1,50	0,50	8,397	34,647	0,616	0,434
1,25	13,975	2,8	14,3	1	1,10	0,95	26,25	1,50	0,50	9,022	35,272	0,592	0,418
1,25	15,225	2,6	13,1	1	0,60	2,15	26,25	1,71	0,71	9,778	36,028	0,566	0,135
1,25	16,475	2,4	12,1	1	0,60	2,15	26,25	1,71	0,71	10,666	36,916	0,539	0,128
1,25	17,725	2,2	11,3	1	0,60	1,25	26,25	1,71	0,71	11,553	37,803	0,515	0,172
1,25	18,975	2,1	10,5	1	0,60	1,25	26,25	1,71	0,71	12,441	38,691	0,493	0,164
1,25	20,225	1,9	9,9	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	13,235	39,485	0,475	0,211
1,25	21,475	1,8	9,3	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	13,935	40,185	0,460	0,205
1,25	22,725	1,7	8,8	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	14,635	40,885	0,446	0,199
1,25	23,975	1,6	8,3	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	15,335	41,585	0,433	0,193
1,25	25,225	1,5	7,9	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	16,035	42,285	0,421	0,187
1,25	26,475	1,5	7,6	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	16,735	42,985	0,410	0,182
1,25	27,725	1,4	7,2	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	17,435	43,685	0,399	0,177
1,25	28,975	1,3	6,9	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	18,135	44,385	0,389	0,173
1,25	30,225	1,3	6,6	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	18,953	45,203	0,377	0,125
1,25	31,475	1,2	6,4	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	19,891	46,141	0,365	0,121
1,25	32,725	1,2	6,1	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	20,828	47,078	0,354	0,117
1,25	33,975	1,1	5,9	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	21,766	48,016	0,344	0,114
1,25	35,225	1,1	5,7	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	22,703	48,953	0,334	0,111
1,25	36,475	1,1	5,5	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	23,641	49,891	0,324	0,108
1,25	37,725	1,0	5,3	1	0,65	1,2	26,25	1,75	0,75	24,578	50,828	0,316	0,117
1,25	38,975	1,0	5,1	1	0,65	1,2	26,25	1,75	0,75	25,516	51,766	0,307	0,113
1,25	40,225	1,0	5,0	1	0,60	1,2	26,25	1,75	0,75	26,453	52,703	0,299	0,102
												Sc~ =	5,365

**PEMAMPATAN AKIBAT BEBAN KONTAINER**

**q=9,75 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	m kiri	n kiri	4*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,85	12,038	16,6	16,8	1		1,126	9,75	1,81	0,81	0,344	10,094	1,468	0,000
1,25	13,088	15,3	15,5	1		1,126	9,75	1,81	0,81	1,193	10,943	0,962	0,000
1,25	14,338	13,9	14,1	1		1,067	9,75	1,68	0,68	2,122	11,872	0,748	0,000
1,25	15,588	12,8	13,0	1		1,067	9,75	1,68	0,68	2,969	12,719	0,632	0,000
1,25	16,838	11,9	12,0	1	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	3,705	13,455	0,560	0,230
1,25	18,088	11,1	11,2	1	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	4,330	14,080	0,512	0,210
1,25	19,338	10,3	10,5	1	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	4,955	14,705	0,472	0,194
1,25	20,588	9,7	9,8	1	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	5,580	15,330	0,439	0,180
1,25	21,838	9,2	9,3	1		0,95	9,75	1,88	0,88	6,440	16,190	0,400	0,000
1,25	23,088	8,7	8,8	1		0,95	9,75	1,88	0,88	7,536	17,286	0,361	0,000
1,25	24,338	8,2	8,3	1	1,10	0,95	9,75	1,50	0,50	8,397	18,147	0,335	0,236
1,25	25,588	7,8	7,9	1	1,10	0,95	9,75	1,50	0,50	9,022	18,772	0,318	0,224
1,25	26,838	7,5	7,5	1	0,60	2,15	9,75	1,71	0,71	9,778	19,528	0,300	0,072
1,25	28,088	7,1	7,2	1	0,60	2,15	9,75	1,71	0,71	10,666	20,416	0,282	0,067
1,25	29,338	6,8	6,9	1	0,60	1,25	9,75	1,71	0,71	11,553	21,303	0,266	0,089
1,25	30,588	6,5	6,6	1	0,60	1,25	9,75	1,71	0,71	12,441	22,191	0,251	0,084
1,25	31,838	6,3	6,4	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	13,235	22,985	0,240	0,107
1,25	33,088	6,0	6,1	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	13,935	23,685	0,230	0,102
1,25	34,338	5,8	5,9	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	14,635	24,385	0,222	0,099
1,25	35,588	5,6	5,7	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	15,335	25,085	0,214	0,095
1,25	36,838	5,4	5,5	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	16,035	25,785	0,206	0,092
1,25	38,088	5,3	5,3	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	16,735	26,485	0,199	0,089
1,25	39,338	5,1	5,1	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	17,435	27,185	0,193	0,086
1,25	40,588	4,9	5,0	1	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	18,135	27,885	0,187	0,083
1,25	41,838	4,8	4,8	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	18,953	28,703	0,180	0,060
1,25	43,088	4,6	4,7	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	19,891	29,641	0,173	0,057
1,25	44,338	4,5	4,6	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	20,828	30,578	0,167	0,055
1,25	45,588	4,4	4,4	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	21,766	31,516	0,161	0,053
1,25	46,838	4,3	4,3	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	22,703	32,453	0,155	0,051
1,25	48,088	4,2	4,2	1	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	23,641	33,391	0,150	0,050
1,25	49,338	4,1	4,1	1	0,65	1,2	9,75	1,75	0,75	24,578	34,328	0,145	0,054
1,25	50,588	4,0	4,0	1	0,65	1,2	9,75	1,75	0,75	25,516	35,266	0,141	0,052
1,25	51,838	3,9	3,9	1	0,60	1,2	9,75	1,75	0,75	26,453	36,203	0,136	0,046
												Sc~ =	2,817

**PERHITUNGAN BESAR SETTLEMENT (ZONA 2)**

**PEMAMPATAN AKIBAT TIMBUNAN**

**q=14,25 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log ((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	Sci
(m)	(m)						(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )		(m)
0,96	0,480	58,6	416,7	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,50	0,240	14,490	1,781	0,561
1,25	1,585	17,8	126,2	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	0,793	15,043	1,278	0,525
1,25	2,835	9,9	70,5	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	1,418	15,668	1,043	0,428
1,25	4,085	6,9	49,0	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,043	16,293	0,902	0,370
1,25	5,335	5,3	37,5	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,668	16,918	0,802	0,329
1,25	6,585	4,3	30,4	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	3,293	17,543	0,727	0,298
1,25	7,835	3,6	25,5	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	3,918	18,168	0,666	0,273
1,25	9,085	3,1	22,0	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,543	18,793	0,617	0,253
1,25	10,335	2,7	19,4	1	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,168	19,418	0,575	0,236
1,25	11,585	2,4	17,3	1	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	5,793	20,043	0,539	0,235
1,25	12,835	2,2	15,6	1	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	6,418	20,668	0,508	0,222
1,25	14,085	2,0	14,2	1	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	7,261	21,511	0,472	0,000
1,25	15,335	1,8	13,0	1	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	8,324	22,574	0,433	0,000
1,25	16,585	1,7	12,1	1	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	9,299	23,549	0,404	0,096
1,25	17,835	1,6	11,2	1	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	10,186	24,436	0,380	0,090
1,25	19,085	1,5	10,5	1	0,60	1,25	14,25	1,71	0,71	11,074	25,324	0,359	0,120
1,25	20,335	1,4	9,8	1	0,60	1,25	14,25	1,71	0,71	11,961	26,211	0,341	0,114
1,25	21,585	1,3	9,3	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	12,755	27,005	0,326	0,145
1,25	22,835	1,2	8,8	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	13,455	27,705	0,314	0,140
1,25	24,085	1,2	8,3	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	14,155	28,405	0,302	0,135
1,25	25,335	1,1	7,9	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	14,855	29,105	0,292	0,130
1,25	26,585	1,1	7,5	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	15,555	29,805	0,282	0,126
1,25	27,835	1,0	7,2	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	16,255	30,505	0,273	0,122
1,25	29,085	1,0	6,9	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	16,955	31,205	0,265	0,118
1,25	30,335	0,9	6,6	1	1,05	1,95	14,25	1,56	0,56	17,655	31,905	0,257	0,114
1,25	31,585	0,9	6,3	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	18,474	32,724	0,248	0,082
1,25	32,835	0,9	6,1	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	19,411	33,661	0,239	0,079
1,25	34,085	0,8	5,9	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	20,349	34,599	0,231	0,076
1,25	35,335	0,8	5,7	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	21,286	35,536	0,223	0,074
1,25	36,585	0,8	5,5	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	22,224	36,474	0,215	0,071
1,25	37,835	0,7	5,3	1	0,65	1,45	14,25	1,75	0,75	23,161	37,411	0,208	0,069
1,25	39,085	0,7	5,1	1	0,65	1,2	14,25	1,75	0,75	24,099	38,349	0,202	0,075
1,25	40,335	0,7	5,0	1	0,65	1,2	14,25	1,75	0,75	25,036	39,286	0,196	0,072
1,25	41,585	0,7	4,8	1	0,60	1,2	14,25	1,75	0,75	25,974	40,224	0,190	0,065
												Sc <sup>~</sup> =	5,844



q=17,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ'o+Δσ')/σ'o)	(m)
0,96	0,48	43,8	416,7	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,50	0,240	17,490	1,863	0,587
1,25	1,44	14,6	138,9	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	0,793	18,043	1,357	0,557
1,25	2,69	7,8	74,3	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	1,418	18,668	1,120	0,460
1,25	3,94	5,3	50,8	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,043	19,293	0,975	0,400
1,25	5,19	4,0	38,5	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,668	19,918	0,873	0,358
1,25	6,44	3,3	31,1	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	3,293	20,543	0,795	0,326
1,25	7,69	2,7	26,0	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	3,918	21,168	0,733	0,301
1,25	8,94	2,3	22,4	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,543	21,793	0,681	0,280
1,25	10,19	2,1	19,6	1	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,168	22,418	0,637	0,262
1,25	11,44	1,8	17,5	1	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	5,793	23,043	0,600	0,262
1,25	12,69	1,7	15,8	1	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	6,418	23,668	0,567	0,247
1,25	13,94	1,5	14,3	1	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	7,261	24,511	0,528	0,000
1,25	15,19	1,4	13,2	1	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	8,324	25,574	0,487	0,000
1,25	16,44	1,3	12,2	1	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	9,299	26,549	0,456	0,108
1,25	17,69	1,2	11,3	1	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	10,186	27,436	0,430	0,102
1,25	18,94	1,1	10,6	1	0,60	1,25	17,25	1,71	0,71	11,074	28,324	0,408	0,136
1,25	20,19	1,0	9,9	1	0,60	1,25	17,25	1,71	0,71	11,961	29,211	0,388	0,129
1,25	21,44	1,0	9,3	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	12,755	30,005	0,372	0,165
1,25	22,69	0,9	8,8	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	13,455	30,705	0,358	0,159
1,25	23,94	0,9	8,4	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	14,155	31,405	0,346	0,154
1,25	25,19	0,8	7,9	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	14,855	32,105	0,335	0,149
1,25	26,44	0,8	7,6	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	15,555	32,805	0,324	0,144
1,25	27,69	0,8	7,2	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	16,255	33,505	0,314	0,140
1,25	28,94	0,7	6,9	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	16,955	34,205	0,305	0,136
1,25	30,19	0,7	6,6	1	1,05	1,95	17,25	1,56	0,56	17,655	34,905	0,296	0,132
1,25	31,44	0,7	6,4	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	18,474	35,724	0,286	0,095
1,25	32,69	0,6	6,1	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	19,411	36,661	0,276	0,092
1,25	33,94	0,6	5,9	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	20,349	37,599	0,267	0,088
1,25	35,19	0,6	5,7	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	21,286	38,536	0,258	0,085
1,25	36,44	0,6	5,5	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	22,224	39,474	0,249	0,083
1,25	37,69	0,6	5,3	1	0,65	1,45	17,25	1,75	0,75	23,161	40,411	0,242	0,080
1,25	38,94	0,5	5,1	1	0,65	1,2	17,25	1,75	0,75	24,099	41,349	0,234	0,087
1,25	40,19	0,5	5,0	1	0,65	1,2	17,25	1,75	0,75	25,036	42,286	0,228	0,084
1,25	41,44	0,5	4,8	1	0,60	1,2	17,25	1,75	0,75	25,974	43,224	0,221	0,075
												Sc <sub>c</sub> =	6,464

q=20,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,96	0,48	56,3	416,7	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,50	0,240	20,490	1,931	0,609
1,25	1,44	18,8	138,9	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	0,793	21,043	1,424	0,585
1,25	2,69	10,0	74,3	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	1,418	21,668	1,184	0,486
1,25	3,94	6,9	50,8	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,043	22,293	1,038	0,426
1,25	5,19	5,2	38,5	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,668	22,918	0,934	0,383
1,25	6,44	4,2	31,1	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	3,293	23,543	0,854	0,351
1,25	7,69	3,5	26,0	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	3,918	24,168	0,790	0,324
1,25	8,94	3,0	22,4	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,543	24,793	0,737	0,303
1,25	10,19	2,6	19,6	1	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,168	25,418	0,692	0,284
1,25	11,44	2,4	17,5	1	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	5,793	26,043	0,653	0,285
1,25	12,69	2,1	15,8	1	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	6,418	26,668	0,619	0,270
1,25	13,94	1,9	14,3	1	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	7,261	27,511	0,578	0,000
1,25	15,19	1,8	13,2	1	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	8,324	28,574	0,536	0,000
1,25	16,44	1,6	12,2	1	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	9,299	29,549	0,502	0,120
1,25	17,69	1,5	11,3	1	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	10,186	30,436	0,475	0,113
1,25	18,94	1,4	10,6	1	0,60	1,25	20,25	1,71	0,71	11,074	31,324	0,452	0,151
1,25	20,19	1,3	9,9	1	0,60	1,25	20,25	1,71	0,71	11,961	32,211	0,430	0,143
1,25	21,44	1,3	9,3	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	12,755	33,005	0,413	0,184
1,25	22,69	1,2	8,8	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	13,455	33,705	0,399	0,177
1,25	23,94	1,1	8,4	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	14,155	34,405	0,386	0,172
1,25	25,19	1,1	7,9	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	14,855	35,105	0,373	0,166
1,25	26,44	1,0	7,6	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	15,555	35,805	0,362	0,161
1,25	27,69	1,0	7,2	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	16,255	36,505	0,351	0,156
1,25	28,94	0,9	6,9	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	16,955	37,205	0,341	0,152
1,25	30,19	0,9	6,6	1	1,05	1,95	20,25	1,56	0,56	17,655	37,905	0,332	0,148
1,25	31,44	0,9	6,4	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	18,474	38,724	0,321	0,107
1,25	32,69	0,8	6,1	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	19,411	39,661	0,310	0,103
1,25	33,94	0,8	5,9	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	20,349	40,599	0,300	0,099
1,25	35,19	0,8	5,7	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	21,286	41,536	0,290	0,096
1,25	36,44	0,7	5,5	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	22,224	42,474	0,281	0,093
1,25	37,69	0,7	5,3	1	0,65	1,45	20,25	1,75	0,75	23,161	43,411	0,273	0,090
1,25	38,94	0,7	5,1	1	0,65	1,2	20,25	1,75	0,75	24,099	44,349	0,265	0,098
1,25	40,19	0,7	5,0	1	0,65	1,2	20,25	1,75	0,75	25,036	45,286	0,257	0,095
1,25	41,44	0,7	4,8	1	0,60	1,2	20,25	1,75	0,75	25,974	46,224	0,250	0,085
												Sc <sup>~</sup> =	7,015

q=23,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,96	0,48	68,8	416,7	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,50	0,240	23,490	1,991	0,628
1,25	1,44	22,9	138,9	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	0,793	24,043	1,482	0,608
1,25	2,69	12,3	74,3	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	1,418	24,668	1,241	0,509
1,25	3,94	8,4	50,8	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,043	25,293	1,093	0,449
1,25	5,19	6,4	38,5	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,668	25,918	0,987	0,405
1,25	6,44	5,1	31,1	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	3,293	26,543	0,906	0,372
1,25	7,69	4,3	26,0	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	3,918	27,168	0,841	0,345
1,25	8,94	3,7	22,4	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,543	27,793	0,787	0,323
1,25	10,19	3,2	19,6	1	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,168	28,418	0,740	0,304
1,25	11,44	2,9	17,5	1	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	5,793	29,043	0,700	0,306
1,25	12,69	2,6	15,8	1	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	6,418	29,668	0,665	0,290
1,25	13,94	2,4	14,3	1	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	7,261	30,511	0,623	0,000
1,25	15,19	2,2	13,2	1	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	8,324	31,574	0,579	0,000
1,25	16,44	2,0	12,2	1	0,60	2,15	23,25	1,71	0,71	9,299	32,549	0,544	0,130
1,25	17,69	1,9	11,3	1	0,60	2,15	23,25	1,71	0,71	10,186	33,436	0,516	0,123
1,25	18,94	1,7	10,6	1	0,60	1,25	23,25	1,71	0,71	11,074	34,324	0,491	0,164
1,25	20,19	1,6	9,9	1	0,60	1,25	23,25	1,71	0,71	11,961	35,211	0,469	0,156
1,25	21,44	1,5	9,3	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	12,755	36,005	0,451	0,201
1,25	22,69	1,5	8,8	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	13,455	36,705	0,436	0,194
1,25	23,94	1,4	8,4	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	14,155	37,405	0,422	0,188
1,25	25,19	1,3	7,9	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	14,855	38,105	0,409	0,182
1,25	26,44	1,2	7,6	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	15,555	38,805	0,397	0,177
1,25	27,69	1,2	7,2	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	16,255	39,505	0,386	0,172
1,25	28,94	1,1	6,9	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	16,955	40,205	0,375	0,167
1,25	30,19	1,1	6,6	1	1,05	1,95	23,25	1,56	0,56	17,655	40,905	0,365	0,162
1,25	31,44	1,0	6,4	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	18,474	41,724	0,354	0,117
1,25	32,69	1,0	6,1	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	19,411	42,661	0,342	0,113
1,25	33,94	1,0	5,9	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	20,349	43,599	0,331	0,110
1,25	35,19	0,9	5,7	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	21,286	44,536	0,321	0,106
1,25	36,44	0,9	5,5	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	22,224	45,474	0,311	0,103
1,25	37,69	0,9	5,3	1	0,65	1,45	23,25	1,75	0,75	23,161	46,411	0,302	0,100
1,25	38,94	0,8	5,1	1	0,65	1,2	23,25	1,75	0,75	24,099	47,349	0,293	0,108
1,25	40,19	0,8	5,0	1	0,65	1,2	23,25	1,75	0,75	25,036	48,286	0,285	0,105
1,25	41,44	0,8	4,8	1	0,60	1,2	23,25	1,75	0,75	25,974	49,224	0,278	0,095
												Sc~ =	7,511

q=26,25 t/m<sup>2</sup>

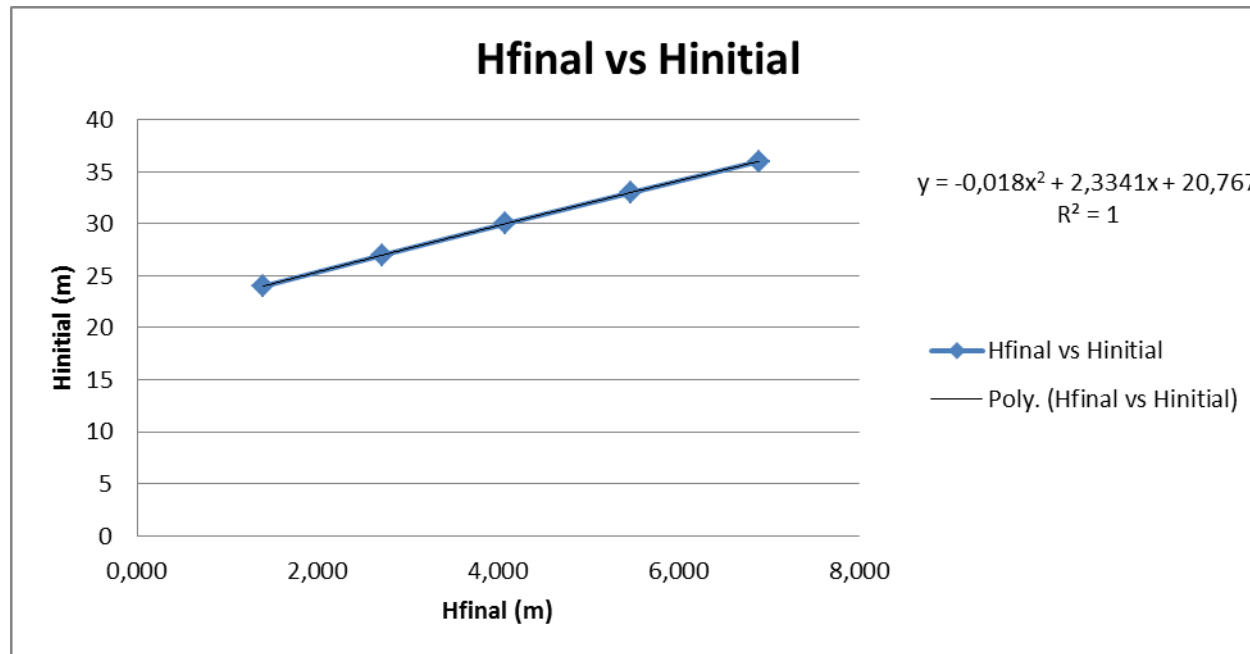
Hi	z	a/z kiri	b/z kiri	2*I	Cc	e <sub>o</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
0,96	0,48	68,8	81,3	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,50	0,240	26,490	2,043	0,644
1,25	1,44	22,9	27,1	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	0,793	27,043	1,533	0,629
1,25	2,69	12,3	14,5	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	1,418	27,668	1,290	0,530
1,25	3,94	8,4	9,9	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,043	28,293	1,142	0,469
1,25	5,19	6,4	7,5	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,668	28,918	1,035	0,425
1,25	6,44	5,1	6,1	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	3,293	29,543	0,953	0,391
1,25	7,69	4,3	5,1	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	3,918	30,168	0,887	0,364
1,25	8,94	3,7	4,4	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,543	30,793	0,831	0,341
1,25	10,19	3,2	3,8	1	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,168	31,418	0,784	0,322
1,25	11,44	2,9	3,4	1	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	5,793	32,043	0,743	0,324
1,25	12,69	2,6	3,1	1	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	6,418	32,668	0,707	0,309
1,25	13,94	2,4	2,8	1	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	7,261	33,511	0,664	0,000
1,25	15,19	2,2	2,6	1	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	8,324	34,574	0,618	0,000
1,25	16,44	2,0	2,4	1	0,60	2,15	26,25	1,71	0,71	9,299	35,549	0,582	0,139
1,25	17,69	1,9	2,2	1	0,60	2,15	26,25	1,71	0,71	10,186	36,436	0,554	0,132
1,25	18,94	1,7	2,1	1	0,60	1,25	26,25	1,71	0,71	11,074	37,324	0,528	0,176
1,25	20,19	1,6	1,9	1	0,60	1,25	26,25	1,71	0,71	11,961	38,211	0,504	0,168
1,25	21,44	1,5	1,8	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	12,755	39,005	0,485	0,216
1,25	22,69	1,5	1,7	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	13,455	39,705	0,470	0,209
1,25	23,94	1,4	1,6	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	14,155	40,405	0,456	0,203
1,25	25,19	1,3	1,5	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	14,855	41,105	0,442	0,197
1,25	26,44	1,2	1,5	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	15,555	41,805	0,429	0,191
1,25	27,69	1,2	1,4	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	16,255	42,505	0,417	0,186
1,25	28,94	1,1	1,3	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	16,955	43,205	0,406	0,181
1,25	30,19	1,1	1,3	1	1,05	1,95	26,25	1,56	0,56	17,655	43,905	0,396	0,176
1,25	31,44	1,0	1,2	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	18,474	44,724	0,384	0,127
1,25	32,69	1,0	1,2	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	19,411	45,661	0,371	0,123
1,25	33,94	1,0	1,1	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	20,349	46,599	0,360	0,119
1,25	35,19	0,9	1,1	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	21,286	47,536	0,349	0,116
1,25	36,44	0,9	1,1	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	22,224	48,474	0,339	0,112
1,25	37,69	0,9	1,0	1	0,65	1,45	26,25	1,75	0,75	23,161	49,411	0,329	0,109
1,25	38,94	0,8	1,0	1	0,65	1,2	26,25	1,75	0,75	24,099	50,349	0,320	0,118
1,25	40,19	0,8	1,0	1	0,65	1,2	26,25	1,75	0,75	25,036	51,286	0,311	0,115
1,25	41,44	0,8	0,9	1	0,60	1,2	26,25	1,75	0,75	25,974	52,224	0,303	0,103
												Sc <sup>~</sup> =	7,963

**PEMAMPATAN AKIBAT BEBAN KONTAINER**

**q=9,75 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	m kiri	n kiri	4*I	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>0</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m2)	(t/m3)	(t/m3)	(t/m2)	(t/m2)	((σ' <sub>0</sub> +Δσ')/σ' <sub>0</sub> )	(m)
0,96	12,456	16,1	16,3	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,50	0,240	9,990	1,619	0,510
1,25	13,561	14,7	14,9	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	0,793	10,543	1,124	0,461
1,25	14,811	13,5	13,7	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	1,418	11,168	0,896	0,368
1,25	16,061	12,5	12,6	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	2,043	11,793	0,761	0,313
1,25	17,311	11,6	11,7	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	2,668	12,418	0,668	0,274
1,25	18,561	10,8	10,9	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	3,293	13,043	0,598	0,245
1,25	19,811	10,1	10,2	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	3,918	13,668	0,543	0,223
1,25	21,061	9,5	9,6	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	4,543	14,293	0,498	0,204
1,25	22,311	9,0	9,1	1,000	1,10	2,35	9,75	1,50	0,5	5,168	14,918	0,460	0,189
1,25	23,561	8,5	8,6	1,000	1,10	2,15	9,75	1,50	0,5	5,793	15,543	0,429	0,187
1,25	24,811	8,1	8,2	1,000	1,10	2,15	9,75	1,50	0,5	6,418	16,168	0,401	0,175
1,25	26,061	7,7	7,8	1,000	0,00	0,95	9,75	1,85	0,85	7,261	17,011	0,370	0,000
1,25	27,311	7,3	7,4	1,000	0,00	0,95	9,75	1,85	0,85	8,324	18,074	0,337	0,000
1,25	28,561	7,0	7,1	1,000	0,60	2,15	9,75	1,71	0,71	9,299	19,049	0,311	0,074
1,25	29,811	6,7	6,8	1,000	0,60	2,15	9,75	1,71	0,71	10,186	19,936	0,292	0,069
1,25	31,061	6,4	6,5	1,000	0,60	1,25	9,75	1,71	0,71	11,074	20,824	0,274	0,091
1,25	32,311	6,2	6,3	1,000	0,60	1,25	9,75	1,71	0,71	11,961	21,711	0,259	0,086
1,25	33,561	6,0	6,0	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	12,755	22,505	0,247	0,110
1,25	34,811	5,7	5,8	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	13,455	23,205	0,237	0,105
1,25	36,061	5,5	5,6	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	14,155	23,905	0,228	0,101
1,25	37,311	5,4	5,4	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	14,855	24,605	0,219	0,098
1,25	38,561	5,2	5,3	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	15,555	25,305	0,211	0,094
1,25	39,811	5,0	5,1	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	16,255	26,005	0,204	0,091
1,25	41,061	4,9	4,9	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	16,955	26,705	0,197	0,088
1,25	42,311	4,7	4,8	1,000	1,05	1,95	9,75	1,56	0,56	17,655	27,405	0,191	0,085
1,25	43,561	4,6	4,6	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	18,474	28,224	0,184	0,061
1,25	44,811	4,5	4,5	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	19,411	29,161	0,177	0,059
1,25	46,061	4,3	4,4	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	20,349	30,099	0,170	0,056
1,25	47,311	4,2	4,3	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	21,286	31,036	0,164	0,054
1,25	48,561	4,1	4,2	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	22,224	31,974	0,158	0,052
1,25	49,811	4,0	4,1	1,000	0,65	1,45	9,75	1,75	0,75	23,161	32,911	0,153	0,051
1,25	51,061	3,9	4,0	1,000	0,65	1,2	9,75	1,75	0,75	24,099	33,849	0,148	0,054
1,25	52,311	3,8	3,9	0,996	0,65	1,2	9,71	1,75	0,75	25,036	34,747	0,142	0,053
1,25	53,561	3,7	3,8	0,996	0,60	1,2	9,71	1,75	0,75	25,974	35,685	0,138	0,047
												Sc <sup>~</sup> =	4,730

q	Hawal timb	H surcharge	H awal	Sc timb	Sc Surcharge	Sc total	Hakhir
(t/m2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
A	B	C	D=B+C	E	F	G=E+F	H=D-G-C
24	11,98	5,5	17,48	5,844	4,730	10,574	1,402
27	13,92	5,5	19,42	6,464	4,730	11,194	2,724
30	15,83	5,5	21,33	7,015	4,730	11,745	4,085
33	17,72	5,5	23,22	7,511	4,730	12,241	5,476
36	19,58	5,5	25,08	7,963	4,730	12,693	6,892





**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**PERHITUNGAN BESAR SETTLEMENT (ZONA 3)**

**PEMAMPATAN AKIBAT TIMBUNAN**

**q=14,25 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,515	0,0103	89,852	0,00	2,35	14,25	1,85	0,85	0,436	14,686	1,528	0,000
1,25	1,655	0,0331	89,526	0,00	2,35	14,25	1,85	0,85	1,400	15,650	1,048	0,000
1,25	2,905	0,0581	89,168	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,242	16,492	0,867	0,356
1,25	4,155	0,0830	88,810	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,867	17,117	0,776	0,319
1,25	5,405	0,1080	88,452	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	3,492	17,742	0,706	0,290
1,25	6,655	0,1329	88,094	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,117	18,367	0,649	0,267
1,25	7,905	0,1578	87,737	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,742	18,991	0,603	0,247
1,25	9,155	0,1826	87,379	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,367	19,616	0,563	0,231
1,25	10,405	0,2074	87,022	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,992	20,241	0,529	0,217
1,25	11,655	0,2322	86,665	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	6,617	20,866	0,499	0,205
1,25	12,905	0,2569	86,308	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	7,242	21,490	0,472	0,206
1,25	14,155	0,2816	85,952	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	7,867	22,115	0,449	0,196
1,25	15,405	0,3062	85,595	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	8,710	22,958	0,421	0,000
1,25	16,655	0,3307	85,240	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	9,773	24,020	0,391	0,000
1,25	17,905	0,3552	84,884	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	10,748	24,994	0,367	0,087
1,25	19,155	0,3796	84,529	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	11,635	25,881	0,347	0,083
1,25	20,405	0,4039	84,175	0,60	1,25	14,24	1,71	0,71	12,523	26,767	0,330	0,110
1,25	21,655	0,4281	83,820	0,60	1,25	14,24	1,71	0,71	13,410	27,654	0,314	0,105
1,25	22,905	0,4523	83,467	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	14,204	28,446	0,302	0,134
1,25	24,155	0,4763	83,113	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	14,904	29,145	0,291	0,130
1,25	25,405	0,5002	82,761	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	15,604	29,843	0,282	0,125
1,25	26,655	0,5241	82,409	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	16,304	30,542	0,273	0,121
1,25	27,905	0,5478	82,057	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	17,004	31,240	0,264	0,118
1,25	29,155	0,5714	81,706	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	17,704	31,938	0,256	0,114
1,25	30,405	0,5949	81,356	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	18,404	32,636	0,249	0,111
1,25	31,655	0,6183	81,006	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	19,104	33,333	0,242	0,108
1,25	32,905	0,6415	80,657	0,65	1,45	14,23	1,75	0,75	19,923	34,150	0,234	0,078
1,25	34,155	0,6646	80,309	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	20,860	35,084	0,226	0,075
1,25	35,405	0,6876	79,961	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	21,798	36,019	0,218	0,072
1,25	36,655	0,7104	79,614	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	22,735	36,953	0,211	0,070
1,25	37,905	0,7331	79,268	0,65	1,45	14,21	1,75	0,75	23,673	37,887	0,204	0,068
1,25	39,155	0,7556	78,923	0,65	1,45	14,21	1,75	0,75	24,610	38,821	0,198	0,066
1,25	40,405	0,7780	78,579	0,65	1,2	14,21	1,75	0,75	25,548	39,755	0,192	0,071
1,25	41,655	0,8002	78,235	0,65	1,2	14,20	1,75	0,75	26,485	40,689	0,186	0,069
1,25	42,905	0,8223	77,892	0,60	1,2	14,20	1,75	0,75	27,423	41,622	0,181	0,062
1,25	44,155	0,8442	77,550	0,60	1,2	14,19	1,75	0,75	28,360	42,555	0,176	0,060
1,25	45,405	0,8659	77,209	0,60	1,25	14,19	1,77	0,77	29,310	43,500	0,171	0,057
1,25	46,655	0,8875	76,869	0,60	1,25	14,19	1,77	0,77	30,273	44,458	0,167	0,056
1,25	47,905	0,9089	76,530	0,60	1,25	14,18	1,77	0,77	31,235	45,415	0,163	0,054
1,25	49,155	0,9301	76,192	0,60	1,25	14,17	1,77	0,77	32,198	46,373	0,158	0,053
											Sc <sup>~</sup> =	4,787

q=17,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0140	89,852	0,00	2,35	17,25	1,85	0,85	0,436	17,686	1,608	0,000
1,25	1,55	0,0421	89,557	0,00	2,35	17,25	1,85	0,85	1,400	18,650	1,124	0,000
1,25	2,80	0,0761	89,199	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,242	19,492	0,939	0,386
1,25	4,05	0,1101	88,841	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,867	20,117	0,846	0,347
1,25	5,30	0,1440	88,483	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	3,492	20,742	0,774	0,318
1,25	6,55	0,1780	88,126	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,117	21,367	0,715	0,294
1,25	7,80	0,2119	87,768	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,742	21,991	0,666	0,273
1,25	9,05	0,2458	87,411	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,367	22,616	0,625	0,256
1,25	10,30	0,2796	87,053	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,992	23,241	0,589	0,242
1,25	11,55	0,3133	86,696	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	6,617	23,866	0,557	0,229
1,25	12,80	0,3470	86,339	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	7,242	24,490	0,529	0,231
1,25	14,05	0,3806	85,983	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	7,867	25,115	0,504	0,220
1,25	15,30	0,4142	85,627	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	8,710	25,958	0,474	0,000
1,25	16,55	0,4476	85,271	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	9,773	27,019	0,442	0,000
1,25	17,80	0,4810	84,915	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	10,748	27,994	0,416	0,099
1,25	19,05	0,5142	84,560	0,60	2,15	17,24	1,71	0,71	11,635	28,880	0,395	0,094
1,25	20,30	0,5474	84,206	0,60	1,25	17,24	1,71	0,71	12,523	29,766	0,376	0,125
1,25	21,55	0,5804	83,852	0,60	1,25	17,24	1,71	0,71	13,410	30,653	0,359	0,120
1,25	22,80	0,6133	83,498	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	14,204	31,445	0,345	0,154
1,25	24,05	0,6461	83,145	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	14,904	32,143	0,334	0,149
1,25	25,30	0,6787	82,792	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	15,604	32,842	0,323	0,144
1,25	26,55	0,7112	82,440	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	16,304	33,540	0,313	0,139
1,25	27,80	0,7436	82,088	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	17,004	34,238	0,304	0,135
1,25	29,05	0,7758	81,737	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	17,704	34,935	0,295	0,131
1,25	30,30	0,8079	81,387	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	18,404	35,633	0,287	0,128
1,25	31,55	0,8398	81,037	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	19,104	36,330	0,279	0,124
1,25	32,80	0,8715	80,688	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	19,923	37,146	0,271	0,090
1,25	34,05	0,9030	80,339	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	20,860	38,080	0,261	0,087
1,25	35,30	0,9344	79,992	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	21,798	39,014	0,253	0,084
1,25	36,55	0,9656	79,645	0,65	1,45	17,21	1,75	0,75	22,735	39,948	0,245	0,081
1,25	37,80	0,9965	79,299	0,65	1,45	17,21	1,75	0,75	23,673	40,882	0,237	0,079
1,25	39,05	1,0273	78,953	0,65	1,45	17,20	1,75	0,75	24,610	41,815	0,230	0,076
1,25	40,30	1,0579	78,609	0,65	1,2	17,20	1,75	0,75	25,548	42,749	0,224	0,083
1,25	41,55	1,0883	78,265	0,65	1,2	17,20	1,75	0,75	26,485	43,681	0,217	0,080
1,25	42,80	1,1185	77,922	0,60	1,2	17,19	1,75	0,75	27,423	44,614	0,211	0,072
1,25	44,05	1,1484	77,580	0,60	1,2	17,19	1,75	0,75	28,360	45,546	0,206	0,070
1,25	45,30	1,1782	77,239	0,60	1,25	17,18	1,77	0,77	29,310	46,491	0,200	0,067
1,25	46,55	1,2077	76,899	0,60	1,25	17,17	1,77	0,77	30,273	47,448	0,195	0,065
1,25	47,80	1,2369	76,560	0,60	1,25	17,17	1,77	0,77	31,235	48,404	0,190	0,063
1,25	49,05	1,2660	76,222	0,60	1,25	17,16	1,77	0,77	32,198	49,361	0,186	0,062
											Sc <sup>~</sup> =	5,395

q=20,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	α1	α2	Cc	e <sub>0</sub>	Δσ	γ <sub>sat</sub>	γ'	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
1,03	0,52	0,0175	89,852	0,00	2,35	20,25	1,85	0,85	0,436	20,686	1,676	0,000
1,25	1,55	0,0526	89,557	0,00	2,35	20,25	1,85	0,85	1,400	21,650	1,189	0,000
1,25	2,80	0,0952	89,199	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,242	22,492	1,001	0,411
1,25	4,05	0,1378	88,841	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,867	23,117	0,907	0,372
1,25	5,30	0,1803	88,483	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	3,492	23,742	0,832	0,342
1,25	6,55	0,2228	88,126	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,117	24,366	0,772	0,317
1,25	7,80	0,2653	87,768	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,742	24,991	0,722	0,296
1,25	9,05	0,3076	87,411	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,367	25,616	0,679	0,279
1,25	10,30	0,3500	87,053	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,992	26,241	0,641	0,263
1,25	11,55	0,3922	86,696	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	6,617	26,865	0,609	0,250
1,25	12,80	0,4344	86,339	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	7,242	27,490	0,579	0,253
1,25	14,05	0,4765	85,983	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	7,867	28,114	0,553	0,241
1,25	15,30	0,5185	85,627	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	8,710	28,957	0,522	0,000
1,25	16,55	0,5604	85,271	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	9,773	30,019	0,487	0,000
1,25	17,80	0,6021	84,915	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	10,748	30,993	0,460	0,110
1,25	19,05	0,6438	84,560	0,60	2,15	20,24	1,71	0,71	11,635	31,879	0,438	0,104
1,25	20,30	0,6853	84,206	0,60	1,25	20,24	1,71	0,71	12,523	32,766	0,418	0,139
1,25	21,55	0,7267	83,852	0,60	1,25	20,24	1,71	0,71	13,410	33,652	0,400	0,133
1,25	22,80	0,7679	83,498	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	14,204	34,444	0,385	0,171
1,25	24,05	0,8090	83,145	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	14,904	35,142	0,373	0,166
1,25	25,30	0,8499	82,792	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	15,604	35,840	0,361	0,161
1,25	26,55	0,8906	82,440	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	16,304	36,538	0,350	0,156
1,25	27,80	0,9312	82,088	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	17,004	37,236	0,340	0,151
1,25	29,05	0,9715	81,737	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	17,704	37,933	0,331	0,147
1,25	30,30	1,0117	81,387	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	18,404	38,630	0,322	0,143
1,25	31,55	1,0517	81,037	1,05	1,95	20,22	1,56	0,56	19,104	39,327	0,314	0,140
1,25	32,80	1,0915	80,688	0,65	1,45	20,22	1,75	0,75	19,923	40,142	0,304	0,101
1,25	34,05	1,1310	80,339	0,65	1,45	20,22	1,75	0,75	20,860	41,076	0,294	0,098
1,25	35,30	1,1704	79,992	0,65	1,45	20,21	1,75	0,75	21,798	42,010	0,285	0,094
1,25	36,55	1,2095	79,645	0,65	1,45	20,21	1,75	0,75	22,735	42,944	0,276	0,092
1,25	37,80	1,2484	79,299	0,65	1,45	20,20	1,75	0,75	23,673	43,877	0,268	0,089
1,25	39,05	1,2870	78,953	0,65	1,45	20,20	1,75	0,75	24,610	44,810	0,260	0,086
1,25	40,30	1,3254	78,609	0,65	1,2	20,19	1,75	0,75	25,548	45,742	0,253	0,093
1,25	41,55	1,3635	78,265	0,65	1,2	20,19	1,75	0,75	26,485	46,674	0,246	0,091
1,25	42,80	1,4014	77,922	0,60	1,2	20,18	1,75	0,75	27,423	47,606	0,240	0,082
1,25	44,05	1,4390	77,580	0,60	1,2	20,18	1,75	0,75	28,360	48,538	0,233	0,080
1,25	45,30	1,4764	77,239	0,60	1,25	20,17	1,77	0,77	29,310	49,482	0,227	0,076
1,25	46,55	1,5134	76,899	0,60	1,25	20,17	1,77	0,77	30,273	50,438	0,222	0,074
1,25	47,80	1,5502	76,560	0,60	1,25	20,16	1,77	0,77	31,235	51,394	0,216	0,072
1,25	49,05	1,5867	76,222	0,60	1,25	20,15	1,77	0,77	32,198	52,349	0,211	0,070
											Sc̃ =	5,943

q=23,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0209	89,852	0,00	2,35	23,25	1,85	0,85	0,436	23,686	1,735	0,000
1,25	1,55	0,0627	89,557	0,00	2,35	23,25	1,85	0,85	1,400	24,650	1,246	0,000
1,25	2,80	0,1134	89,199	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,242	25,492	1,056	0,433
1,25	4,05	0,1641	88,841	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,867	26,117	0,960	0,394
1,25	5,30	0,2147	88,483	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	3,492	26,742	0,884	0,363
1,25	6,55	0,2653	88,126	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,117	27,366	0,823	0,338
1,25	7,80	0,3159	87,768	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,742	27,991	0,771	0,316
1,25	9,05	0,3663	87,411	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,367	28,616	0,727	0,298
1,25	10,30	0,4168	87,053	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,992	29,241	0,688	0,283
1,25	11,55	0,4671	86,696	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	6,617	29,865	0,655	0,269
1,25	12,80	0,5173	86,339	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	7,242	30,490	0,624	0,273
1,25	14,05	0,5674	85,983	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	7,867	31,114	0,597	0,261
1,25	15,30	0,6175	85,627	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	8,710	31,957	0,565	0,000
1,25	16,55	0,6674	85,271	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	9,773	33,019	0,529	0,000
1,25	17,80	0,7171	84,915	0,60	2,15	23,24	1,71	0,71	10,748	33,992	0,500	0,119
1,25	19,05	0,7667	84,560	0,60	2,15	23,24	1,71	0,71	11,635	34,879	0,477	0,114
1,25	20,30	0,8162	84,206	0,60	1,25	23,24	1,71	0,71	12,523	35,765	0,456	0,152
1,25	21,55	0,8655	83,852	0,60	1,25	23,24	1,71	0,71	13,410	36,651	0,437	0,146
1,25	22,80	0,9146	83,498	1,05	1,95	23,24	1,56	0,56	14,204	37,443	0,421	0,187
1,25	24,05	0,9636	83,145	1,05	1,95	23,24	1,56	0,56	14,904	38,141	0,408	0,182
1,25	25,30	1,0123	82,792	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	15,604	38,839	0,396	0,176
1,25	26,55	1,0609	82,440	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	16,304	39,536	0,385	0,171
1,25	27,80	1,1092	82,088	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	17,004	40,234	0,374	0,166
1,25	29,05	1,1574	81,737	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	17,704	40,931	0,364	0,162
1,25	30,30	1,2053	81,387	1,05	1,95	23,22	1,56	0,56	18,404	41,628	0,354	0,158
1,25	31,55	1,2530	81,037	1,05	1,95	23,22	1,56	0,56	19,104	42,324	0,345	0,154
1,25	32,80	1,3004	80,688	0,65	1,45	23,22	1,75	0,75	19,923	43,139	0,336	0,111
1,25	34,05	1,3476	80,339	0,65	1,45	23,21	1,75	0,75	20,860	44,073	0,325	0,108
1,25	35,30	1,3945	79,992	0,65	1,45	23,21	1,75	0,75	21,798	45,006	0,315	0,104
1,25	36,55	1,4412	79,645	0,65	1,45	23,20	1,75	0,75	22,735	45,939	0,305	0,101
1,25	37,80	1,4876	79,299	0,65	1,45	23,20	1,75	0,75	23,673	46,872	0,297	0,098
1,25	39,05	1,5337	78,953	0,65	1,45	23,19	1,75	0,75	24,610	47,804	0,288	0,096
1,25	40,30	1,5795	78,609	0,65	1,2	23,19	1,75	0,75	25,548	48,736	0,280	0,104
1,25	41,55	1,6250	78,265	0,65	1,2	23,18	1,75	0,75	26,485	49,668	0,273	0,101
1,25	42,80	1,6702	77,922	0,60	1,2	23,18	1,75	0,75	27,423	50,599	0,266	0,091
1,25	44,05	1,7152	77,580	0,60	1,2	23,17	1,75	0,75	28,360	51,530	0,259	0,088
1,25	45,30	1,7598	77,239	0,60	1,25	23,16	1,77	0,77	29,310	52,474	0,253	0,084
1,25	46,55	1,8040	76,899	0,60	1,25	23,16	1,77	0,77	30,273	53,429	0,247	0,082
1,25	47,80	1,8480	76,560	0,60	1,25	23,15	1,77	0,77	31,235	54,384	0,241	0,080
1,25	49,05	1,8916	76,222	0,60	1,25	23,14	1,77	0,77	32,198	55,339	0,235	0,078
											Sc <sup>~</sup> =	6,440

q=26,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	$e_0$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\log((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0241	89,852	0,00	2,35	26,25	1,85	0,85	0,436	26,686	1,787	0,000
1,25	1,55	0,0722	89,557	0,00	2,35	26,25	1,85	0,85	1,400	27,650	1,295	0,000
1,25	2,80	0,1306	89,199	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,242	28,492	1,104	0,453
1,25	4,05	0,1890	88,841	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,867	29,117	1,007	0,413
1,25	5,30	0,2474	88,483	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	3,492	29,742	0,930	0,382
1,25	6,55	0,3057	88,126	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,117	30,366	0,868	0,356
1,25	7,80	0,3639	87,768	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,742	30,991	0,815	0,335
1,25	9,05	0,4221	87,411	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,367	31,616	0,770	0,316
1,25	10,30	0,4802	87,053	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,992	32,241	0,731	0,300
1,25	11,55	0,5382	86,696	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	6,617	32,865	0,696	0,286
1,25	12,80	0,5961	86,339	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	7,242	33,489	0,665	0,290
1,25	14,05	0,6538	85,983	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	7,867	34,114	0,637	0,278
1,25	15,30	0,7115	85,627	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	8,710	34,957	0,603	0,000
1,25	16,55	0,7690	85,271	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	9,773	36,018	0,566	0,000
1,25	17,80	0,8263	84,915	0,60	2,15	26,24	1,71	0,71	10,748	36,992	0,537	0,128
1,25	19,05	0,8835	84,560	0,60	2,15	26,24	1,71	0,71	11,635	37,878	0,513	0,122
1,25	20,30	0,9406	84,206	0,60	1,25	26,24	1,71	0,71	12,523	38,764	0,491	0,164
1,25	21,55	0,9974	83,852	0,60	1,25	26,24	1,71	0,71	13,410	39,650	0,471	0,157
1,25	22,80	1,0540	83,498	1,05	1,95	26,24	1,56	0,56	14,204	40,442	0,454	0,202
1,25	24,05	1,1105	83,145	1,05	1,95	26,24	1,56	0,56	14,904	41,140	0,441	0,196
1,25	25,30	1,1667	82,792	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	15,604	41,837	0,428	0,191
1,25	26,55	1,2227	82,440	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	16,304	42,535	0,416	0,185
1,25	27,80	1,2785	82,088	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	17,004	43,232	0,405	0,180
1,25	29,05	1,3340	81,737	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	17,704	43,929	0,395	0,176
1,25	30,30	1,3893	81,387	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	18,404	44,625	0,385	0,171
1,25	31,55	1,4443	81,037	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	19,104	45,321	0,375	0,167
1,25	32,80	1,4990	80,688	0,65	1,45	26,21	1,75	0,75	19,923	46,136	0,365	0,121
1,25	34,05	1,5535	80,339	0,65	1,45	26,21	1,75	0,75	20,860	47,069	0,353	0,117
1,25	35,30	1,6076	79,992	0,65	1,45	26,20	1,75	0,75	21,798	48,002	0,343	0,114
1,25	36,55	1,6615	79,645	0,65	1,45	26,20	1,75	0,75	22,735	48,935	0,333	0,110
1,25	37,80	1,7150	79,299	0,65	1,45	26,19	1,75	0,75	23,673	49,867	0,324	0,107
1,25	39,05	1,7683	78,953	0,65	1,45	26,19	1,75	0,75	24,610	50,799	0,315	0,104
1,25	40,30	1,8212	78,609	0,65	1,2	26,18	1,75	0,75	25,548	51,731	0,306	0,113
1,25	41,55	1,8738	78,265	0,65	1,2	26,18	1,75	0,75	26,485	52,662	0,298	0,110
1,25	42,80	1,9260	77,922	0,60	1,2	26,17	1,75	0,75	27,423	53,593	0,291	0,099
1,25	44,05	1,9779	77,580	0,60	1,2	26,16	1,75	0,75	28,360	54,523	0,284	0,097
1,25	45,30	2,0294	77,239	0,60	1,25	26,16	1,77	0,77	29,310	55,466	0,277	0,092
1,25	46,55	2,0806	76,899	0,60	1,25	26,15	1,77	0,77	30,273	56,421	0,270	0,090
1,25	47,80	2,1314	76,560	0,60	1,25	26,14	1,77	0,77	31,235	57,375	0,264	0,088
1,25	49,05	2,1818	76,222	0,60	1,25	26,13	1,77	0,77	32,198	58,329	0,258	0,086
											Sc <sup>~</sup> =	6,898

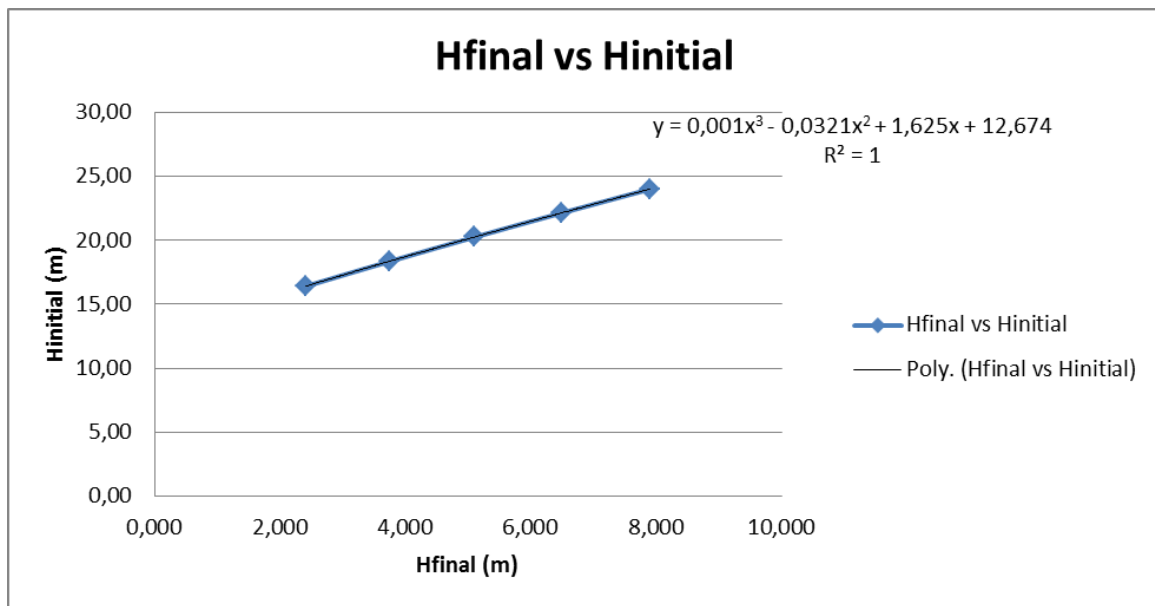


**PEMAMPATAN AKIBAT BEBAN KONTAINER**

**q=9,75 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	m kiri	n kiri	4*I	Cc	e <sub>0</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ'	Δσ	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
1,03	12,491	16,0	16,2	1,000	0,00	2,35	1,85	0,85	9,75	0,436	10,186	1,369	0,000
1,25	13,631	14,7	14,9	1,000	0,00	2,35	1,85	0,85	9,75	1,400	11,150	0,901	0,000
1,25	14,881	13,4	13,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	2,242	11,992	0,728	0,299
1,25	16,131	12,4	12,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	2,867	12,617	0,644	0,264
1,25	17,381	11,5	11,7	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	3,492	13,242	0,579	0,238
1,25	18,631	10,7	10,9	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	4,117	13,867	0,527	0,216
1,25	19,881	10,1	10,2	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	4,742	14,492	0,485	0,199
1,25	21,131	9,5	9,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	5,367	15,117	0,450	0,185
1,25	22,381	8,9	9,0	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	5,992	15,742	0,420	0,172
1,25	23,631	8,5	8,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	6,617	16,367	0,393	0,161
1,25	24,881	8,0	8,1	1,000	1,10	2,15	1,50	0,5	9,75	7,242	16,992	0,370	0,162
1,25	26,131	7,7	7,7	1,000	1,10	2,15	1,50	0,5	9,75	7,867	17,617	0,350	0,153
1,25	27,381	7,3	7,4	1,000	0,00	0,95	1,85	0,85	9,75	8,710	18,460	0,326	0,000
1,25	28,631	7,0	7,1	1,000	0,00	0,95	1,85	0,85	9,75	9,773	19,523	0,301	0,000
1,25	29,881	6,7	6,8	1,000	0,60	2,15	1,71	0,71	9,75	10,748	20,498	0,280	0,067
1,25	31,131	6,4	6,5	1,000	0,60	2,15	1,71	0,71	9,75	11,635	21,385	0,264	0,063
1,25	32,381	6,2	6,3	1,000	0,60	1,25	1,71	0,71	9,75	12,523	22,273	0,250	0,083
1,25	33,631	5,9	6,0	1,000	0,60	1,25	1,71	0,71	9,75	13,410	23,160	0,237	0,079
1,25	34,881	5,7	5,8	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	14,204	23,954	0,227	0,101
1,25	36,131	5,5	5,6	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	14,904	24,654	0,219	0,097
1,25	37,381	5,4	5,4	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	15,604	25,354	0,211	0,094
1,25	38,631	5,2	5,2	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	16,304	26,054	0,204	0,091
1,25	39,881	5,0	5,1	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	17,004	26,754	0,197	0,088
1,25	41,131	4,9	4,9	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	17,704	27,454	0,191	0,085
1,25	42,381	4,7	4,8	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	18,404	28,154	0,185	0,082
1,25	43,631	4,6	4,6	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	19,104	28,854	0,179	0,080
1,25	44,881	4,5	4,5	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	19,923	29,673	0,173	0,057
1,25	46,131	4,3	4,4	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	20,860	30,610	0,167	0,055
1,25	47,381	4,2	4,3	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	21,798	31,548	0,161	0,053
1,25	48,631	4,1	4,2	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	22,735	32,485	0,155	0,051
1,25	49,881	4,0	4,1	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	23,673	33,423	0,150	0,050
1,25	51,131	3,9	4,0	0,996	0,65	1,45	1,75	0,75	9,71	24,610	34,321	0,144	0,048
1,25	52,381	3,8	3,9	0,996	0,65	1,2	1,75	0,75	9,71	25,548	35,259	0,140	0,052
1,25	53,631	3,7	3,8	0,996	0,65	1,2	1,75	0,75	9,71	26,485	36,196	0,136	0,050
1,25	54,881	3,6	3,7	0,996	0,60	1,2	1,75	0,75	9,71	27,423	37,134	0,132	0,045
1,25	56,131	3,6	3,6	0,992	0,60	1,2	1,75	0,75	9,67	28,360	38,032	0,127	0,043
1,25	57,381	3,5	3,5	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	29,310	38,982	0,124	0,041
1,25	58,631	3,4	3,5	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	30,273	39,945	0,120	0,040
1,25	59,881	3,3	3,4	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	31,235	40,907	0,117	0,039
1,25	61,131	3,3	3,3	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	32,198	41,870	0,114	0,038
												Sc̃ =	3,721

q (t/m <sup>2</sup> )	Hawal timb (m)	H surcharge (m)	H awal (m)	Sc timb (m)	Sc Surcharge (m)	Sc total (m)	Hakhir (m)
A	B	C	D=B+C	E	F	G=E+F	H=D-G-C
24	10,92	5,5	16,42	4,787	3,721	8,509	2,411
27	12,86	5,5	18,36	5,395	3,721	9,117	3,740
30	14,77	5,5	20,27	5,943	3,721	9,664	5,103
33	16,65	5,5	22,15	6,440	3,721	10,162	6,493
36	18,52	5,5	24,02	6,898	3,721	10,619	7,905



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**PERHITUNGAN BESAR SETTLEMENT (ZONA 3)**

**PEMAMPATAN AKIBAT TIMBUNAN**

**q=14,25 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,515	0,0103	89,852	0,00	2,35	14,25	1,85	0,85	0,436	14,686	1,528	0,000
1,25	1,655	0,0331	89,526	0,00	2,35	14,25	1,85	0,85	1,400	15,650	1,048	0,000
1,25	2,905	0,0581	89,168	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,242	16,492	0,867	0,356
1,25	4,155	0,0830	88,810	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	2,867	17,117	0,776	0,319
1,25	5,405	0,1080	88,452	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	3,492	17,742	0,706	0,290
1,25	6,655	0,1329	88,094	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,117	18,367	0,649	0,267
1,25	7,905	0,1578	87,737	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	4,742	18,991	0,603	0,247
1,25	9,155	0,1826	87,379	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,367	19,616	0,563	0,231
1,25	10,405	0,2074	87,022	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	5,992	20,241	0,529	0,217
1,25	11,655	0,2322	86,665	1,10	2,35	14,25	1,50	0,5	6,617	20,866	0,499	0,205
1,25	12,905	0,2569	86,308	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	7,242	21,490	0,472	0,206
1,25	14,155	0,2816	85,952	1,10	2,15	14,25	1,50	0,5	7,867	22,115	0,449	0,196
1,25	15,405	0,3062	85,595	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	8,710	22,958	0,421	0,000
1,25	16,655	0,3307	85,240	0,00	0,95	14,25	1,85	0,85	9,773	24,020	0,391	0,000
1,25	17,905	0,3552	84,884	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	10,748	24,994	0,367	0,087
1,25	19,155	0,3796	84,529	0,60	2,15	14,25	1,71	0,71	11,635	25,881	0,347	0,083
1,25	20,405	0,4039	84,175	0,60	1,25	14,24	1,71	0,71	12,523	26,767	0,330	0,110
1,25	21,655	0,4281	83,820	0,60	1,25	14,24	1,71	0,71	13,410	27,654	0,314	0,105
1,25	22,905	0,4523	83,467	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	14,204	28,446	0,302	0,134
1,25	24,155	0,4763	83,113	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	14,904	29,145	0,291	0,130
1,25	25,405	0,5002	82,761	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	15,604	29,843	0,282	0,125
1,25	26,655	0,5241	82,409	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	16,304	30,542	0,273	0,121
1,25	27,905	0,5478	82,057	1,05	1,95	14,24	1,56	0,56	17,004	31,240	0,264	0,118
1,25	29,155	0,5714	81,706	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	17,704	31,938	0,256	0,114
1,25	30,405	0,5949	81,356	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	18,404	32,636	0,249	0,111
1,25	31,655	0,6183	81,006	1,05	1,95	14,23	1,56	0,56	19,104	33,333	0,242	0,108
1,25	32,905	0,6415	80,657	0,65	1,45	14,23	1,75	0,75	19,923	34,150	0,234	0,078
1,25	34,155	0,6646	80,309	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	20,860	35,084	0,226	0,075
1,25	35,405	0,6876	79,961	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	21,798	36,019	0,218	0,072
1,25	36,655	0,7104	79,614	0,65	1,45	14,22	1,75	0,75	22,735	36,953	0,211	0,070
1,25	37,905	0,7331	79,268	0,65	1,45	14,21	1,75	0,75	23,673	37,887	0,204	0,068
1,25	39,155	0,7556	78,923	0,65	1,45	14,21	1,75	0,75	24,610	38,821	0,198	0,066
1,25	40,405	0,7780	78,579	0,65	1,2	14,21	1,75	0,75	25,548	39,755	0,192	0,071
1,25	41,655	0,8002	78,235	0,65	1,2	14,20	1,75	0,75	26,485	40,689	0,186	0,069
1,25	42,905	0,8223	77,892	0,60	1,2	14,20	1,75	0,75	27,423	41,622	0,181	0,062
1,25	44,155	0,8442	77,550	0,60	1,2	14,19	1,75	0,75	28,360	42,555	0,176	0,060
1,25	45,405	0,8659	77,209	0,60	1,25	14,19	1,77	0,77	29,310	43,500	0,171	0,057
1,25	46,655	0,8875	76,869	0,60	1,25	14,19	1,77	0,77	30,273	44,458	0,167	0,056
1,25	47,905	0,9089	76,530	0,60	1,25	14,18	1,77	0,77	31,235	45,415	0,163	0,054
1,25	49,155	0,9301	76,192	0,60	1,25	14,17	1,77	0,77	32,198	46,373	0,158	0,053
											Sc <sup>~</sup> =	4,787

q=17,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\log((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0140	89,852	0,00	2,35	17,25	1,85	0,85	0,436	17,686	1,608	0,000
1,25	1,55	0,0421	89,557	0,00	2,35	17,25	1,85	0,85	1,400	18,650	1,124	0,000
1,25	2,80	0,0761	89,199	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,242	19,492	0,939	0,386
1,25	4,05	0,1101	88,841	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	2,867	20,117	0,846	0,347
1,25	5,30	0,1440	88,483	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	3,492	20,742	0,774	0,318
1,25	6,55	0,1780	88,126	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,117	21,367	0,715	0,294
1,25	7,80	0,2119	87,768	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	4,742	21,991	0,666	0,273
1,25	9,05	0,2458	87,411	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,367	22,616	0,625	0,256
1,25	10,30	0,2796	87,053	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	5,992	23,241	0,589	0,242
1,25	11,55	0,3133	86,696	1,10	2,35	17,25	1,50	0,5	6,617	23,866	0,557	0,229
1,25	12,80	0,3470	86,339	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	7,242	24,490	0,529	0,231
1,25	14,05	0,3806	85,983	1,10	2,15	17,25	1,50	0,5	7,867	25,115	0,504	0,220
1,25	15,30	0,4142	85,627	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	8,710	25,958	0,474	0,000
1,25	16,55	0,4476	85,271	0,00	0,95	17,25	1,85	0,85	9,773	27,019	0,442	0,000
1,25	17,80	0,4810	84,915	0,60	2,15	17,25	1,71	0,71	10,748	27,994	0,416	0,099
1,25	19,05	0,5142	84,560	0,60	2,15	17,24	1,71	0,71	11,635	28,880	0,395	0,094
1,25	20,30	0,5474	84,206	0,60	1,25	17,24	1,71	0,71	12,523	29,766	0,376	0,125
1,25	21,55	0,5804	83,852	0,60	1,25	17,24	1,71	0,71	13,410	30,653	0,359	0,120
1,25	22,80	0,6133	83,498	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	14,204	31,445	0,345	0,154
1,25	24,05	0,6461	83,145	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	14,904	32,143	0,334	0,149
1,25	25,30	0,6787	82,792	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	15,604	32,842	0,323	0,144
1,25	26,55	0,7112	82,440	1,05	1,95	17,24	1,56	0,56	16,304	33,540	0,313	0,139
1,25	27,80	0,7436	82,088	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	17,004	34,238	0,304	0,135
1,25	29,05	0,7758	81,737	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	17,704	34,935	0,295	0,131
1,25	30,30	0,8079	81,387	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	18,404	35,633	0,287	0,128
1,25	31,55	0,8398	81,037	1,05	1,95	17,23	1,56	0,56	19,104	36,330	0,279	0,124
1,25	32,80	0,8715	80,688	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	19,923	37,146	0,271	0,090
1,25	34,05	0,9030	80,339	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	20,860	38,080	0,261	0,087
1,25	35,30	0,9344	79,992	0,65	1,45	17,22	1,75	0,75	21,798	39,014	0,253	0,084
1,25	36,55	0,9656	79,645	0,65	1,45	17,21	1,75	0,75	22,735	39,948	0,245	0,081
1,25	37,80	0,9965	79,299	0,65	1,45	17,21	1,75	0,75	23,673	40,882	0,237	0,079
1,25	39,05	1,0273	78,953	0,65	1,45	17,20	1,75	0,75	24,610	41,815	0,230	0,076
1,25	40,30	1,0579	78,609	0,65	1,2	17,20	1,75	0,75	25,548	42,749	0,224	0,083
1,25	41,55	1,0883	78,265	0,65	1,2	17,20	1,75	0,75	26,485	43,681	0,217	0,080
1,25	42,80	1,1185	77,922	0,60	1,2	17,19	1,75	0,75	27,423	44,614	0,211	0,072
1,25	44,05	1,1484	77,580	0,60	1,2	17,19	1,75	0,75	28,360	45,546	0,206	0,070
1,25	45,30	1,1782	77,239	0,60	1,25	17,18	1,77	0,77	29,310	46,491	0,200	0,067
1,25	46,55	1,2077	76,899	0,60	1,25	17,17	1,77	0,77	30,273	47,448	0,195	0,065
1,25	47,80	1,2369	76,560	0,60	1,25	17,17	1,77	0,77	31,235	48,404	0,190	0,063
1,25	49,05	1,2660	76,222	0,60	1,25	17,16	1,77	0,77	32,198	49,361	0,186	0,062
											Sc <sup>~</sup> =	5,395

q=20,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	$e_0$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\log((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0175	89,852	0,00	2,35	20,25	1,85	0,85	0,436	20,686	1,676	0,000
1,25	1,55	0,0526	89,557	0,00	2,35	20,25	1,85	0,85	1,400	21,650	1,189	0,000
1,25	2,80	0,0952	89,199	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,242	22,492	1,001	0,411
1,25	4,05	0,1378	88,841	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	2,867	23,117	0,907	0,372
1,25	5,30	0,1803	88,483	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	3,492	23,742	0,832	0,342
1,25	6,55	0,2228	88,126	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,117	24,366	0,772	0,317
1,25	7,80	0,2653	87,768	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	4,742	24,991	0,722	0,296
1,25	9,05	0,3076	87,411	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,367	25,616	0,679	0,279
1,25	10,30	0,3500	87,053	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	5,992	26,241	0,641	0,263
1,25	11,55	0,3922	86,696	1,10	2,35	20,25	1,50	0,5	6,617	26,865	0,609	0,250
1,25	12,80	0,4344	86,339	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	7,242	27,490	0,579	0,253
1,25	14,05	0,4765	85,983	1,10	2,15	20,25	1,50	0,5	7,867	28,114	0,553	0,241
1,25	15,30	0,5185	85,627	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	8,710	28,957	0,522	0,000
1,25	16,55	0,5604	85,271	0,00	0,95	20,25	1,85	0,85	9,773	30,019	0,487	0,000
1,25	17,80	0,6021	84,915	0,60	2,15	20,25	1,71	0,71	10,748	30,993	0,460	0,110
1,25	19,05	0,6438	84,560	0,60	2,15	20,24	1,71	0,71	11,635	31,879	0,438	0,104
1,25	20,30	0,6853	84,206	0,60	1,25	20,24	1,71	0,71	12,523	32,766	0,418	0,139
1,25	21,55	0,7267	83,852	0,60	1,25	20,24	1,71	0,71	13,410	33,652	0,400	0,133
1,25	22,80	0,7679	83,498	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	14,204	34,444	0,385	0,171
1,25	24,05	0,8090	83,145	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	14,904	35,142	0,373	0,166
1,25	25,30	0,8499	82,792	1,05	1,95	20,24	1,56	0,56	15,604	35,840	0,361	0,161
1,25	26,55	0,8906	82,440	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	16,304	36,538	0,350	0,156
1,25	27,80	0,9312	82,088	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	17,004	37,236	0,340	0,151
1,25	29,05	0,9715	81,737	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	17,704	37,933	0,331	0,147
1,25	30,30	1,0117	81,387	1,05	1,95	20,23	1,56	0,56	18,404	38,630	0,322	0,143
1,25	31,55	1,0517	81,037	1,05	1,95	20,22	1,56	0,56	19,104	39,327	0,314	0,140
1,25	32,80	1,0915	80,688	0,65	1,45	20,22	1,75	0,75	19,923	40,142	0,304	0,101
1,25	34,05	1,1310	80,339	0,65	1,45	20,22	1,75	0,75	20,860	41,076	0,294	0,098
1,25	35,30	1,1704	79,992	0,65	1,45	20,21	1,75	0,75	21,798	42,010	0,285	0,094
1,25	36,55	1,2095	79,645	0,65	1,45	20,21	1,75	0,75	22,735	42,944	0,276	0,092
1,25	37,80	1,2484	79,299	0,65	1,45	20,20	1,75	0,75	23,673	43,877	0,268	0,089
1,25	39,05	1,2870	78,953	0,65	1,45	20,20	1,75	0,75	24,610	44,810	0,260	0,086
1,25	40,30	1,3254	78,609	0,65	1,2	20,19	1,75	0,75	25,548	45,742	0,253	0,093
1,25	41,55	1,3635	78,265	0,65	1,2	20,19	1,75	0,75	26,485	46,674	0,246	0,091
1,25	42,80	1,4014	77,922	0,60	1,2	20,18	1,75	0,75	27,423	47,606	0,240	0,082
1,25	44,05	1,4390	77,580	0,60	1,2	20,18	1,75	0,75	28,360	48,538	0,233	0,080
1,25	45,30	1,4764	77,239	0,60	1,25	20,17	1,77	0,77	29,310	49,482	0,227	0,076
1,25	46,55	1,5134	76,899	0,60	1,25	20,17	1,77	0,77	30,273	50,438	0,222	0,074
1,25	47,80	1,5502	76,560	0,60	1,25	20,16	1,77	0,77	31,235	51,394	0,216	0,072
1,25	49,05	1,5867	76,222	0,60	1,25	20,15	1,77	0,77	32,198	52,349	0,211	0,070
											Sc <sup>~</sup> =	5,943



q=23,25 t/m<sup>2</sup>

Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0209	89,852	0,00	2,35	23,25	1,85	0,85	0,436	23,686	1,735	0,000
1,25	1,55	0,0627	89,557	0,00	2,35	23,25	1,85	0,85	1,400	24,650	1,246	0,000
1,25	2,80	0,1134	89,199	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,242	25,492	1,056	0,433
1,25	4,05	0,1641	88,841	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	2,867	26,117	0,960	0,394
1,25	5,30	0,2147	88,483	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	3,492	26,742	0,884	0,363
1,25	6,55	0,2653	88,126	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,117	27,366	0,823	0,338
1,25	7,80	0,3159	87,768	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	4,742	27,991	0,771	0,316
1,25	9,05	0,3663	87,411	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,367	28,616	0,727	0,298
1,25	10,30	0,4168	87,053	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	5,992	29,241	0,688	0,283
1,25	11,55	0,4671	86,696	1,10	2,35	23,25	1,50	0,5	6,617	29,865	0,655	0,269
1,25	12,80	0,5173	86,339	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	7,242	30,490	0,624	0,273
1,25	14,05	0,5674	85,983	1,10	2,15	23,25	1,50	0,5	7,867	31,114	0,597	0,261
1,25	15,30	0,6175	85,627	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	8,710	31,957	0,565	0,000
1,25	16,55	0,6674	85,271	0,00	0,95	23,25	1,85	0,85	9,773	33,019	0,529	0,000
1,25	17,80	0,7171	84,915	0,60	2,15	23,24	1,71	0,71	10,748	33,992	0,500	0,119
1,25	19,05	0,7667	84,560	0,60	2,15	23,24	1,71	0,71	11,635	34,879	0,477	0,114
1,25	20,30	0,8162	84,206	0,60	1,25	23,24	1,71	0,71	12,523	35,765	0,456	0,152
1,25	21,55	0,8655	83,852	0,60	1,25	23,24	1,71	0,71	13,410	36,651	0,437	0,146
1,25	22,80	0,9146	83,498	1,05	1,95	23,24	1,56	0,56	14,204	37,443	0,421	0,187
1,25	24,05	0,9636	83,145	1,05	1,95	23,24	1,56	0,56	14,904	38,141	0,408	0,182
1,25	25,30	1,0123	82,792	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	15,604	38,839	0,396	0,176
1,25	26,55	1,0609	82,440	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	16,304	39,536	0,385	0,171
1,25	27,80	1,1092	82,088	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	17,004	40,234	0,374	0,166
1,25	29,05	1,1574	81,737	1,05	1,95	23,23	1,56	0,56	17,704	40,931	0,364	0,162
1,25	30,30	1,2053	81,387	1,05	1,95	23,22	1,56	0,56	18,404	41,628	0,354	0,158
1,25	31,55	1,2530	81,037	1,05	1,95	23,22	1,56	0,56	19,104	42,324	0,345	0,154
1,25	32,80	1,3004	80,688	0,65	1,45	23,22	1,75	0,75	19,923	43,139	0,336	0,111
1,25	34,05	1,3476	80,339	0,65	1,45	23,21	1,75	0,75	20,860	44,073	0,325	0,108
1,25	35,30	1,3945	79,992	0,65	1,45	23,21	1,75	0,75	21,798	45,006	0,315	0,104
1,25	36,55	1,4412	79,645	0,65	1,45	23,20	1,75	0,75	22,735	45,939	0,305	0,101
1,25	37,80	1,4876	79,299	0,65	1,45	23,20	1,75	0,75	23,673	46,872	0,297	0,098
1,25	39,05	1,5337	78,953	0,65	1,45	23,19	1,75	0,75	24,610	47,804	0,288	0,096
1,25	40,30	1,5795	78,609	0,65	1,2	23,19	1,75	0,75	25,548	48,736	0,280	0,104
1,25	41,55	1,6250	78,265	0,65	1,2	23,18	1,75	0,75	26,485	49,668	0,273	0,101
1,25	42,80	1,6702	77,922	0,60	1,2	23,18	1,75	0,75	27,423	50,599	0,266	0,091
1,25	44,05	1,7152	77,580	0,60	1,2	23,17	1,75	0,75	28,360	51,530	0,259	0,088
1,25	45,30	1,7598	77,239	0,60	1,25	23,16	1,77	0,77	29,310	52,474	0,253	0,084
1,25	46,55	1,8040	76,899	0,60	1,25	23,16	1,77	0,77	30,273	53,429	0,247	0,082
1,25	47,80	1,8480	76,560	0,60	1,25	23,15	1,77	0,77	31,235	54,384	0,241	0,080
1,25	49,05	1,8916	76,222	0,60	1,25	23,14	1,77	0,77	32,198	55,339	0,235	0,078
											Sc <sup>~</sup> =	6,440

q=26,25 t/m<sup>2</sup>

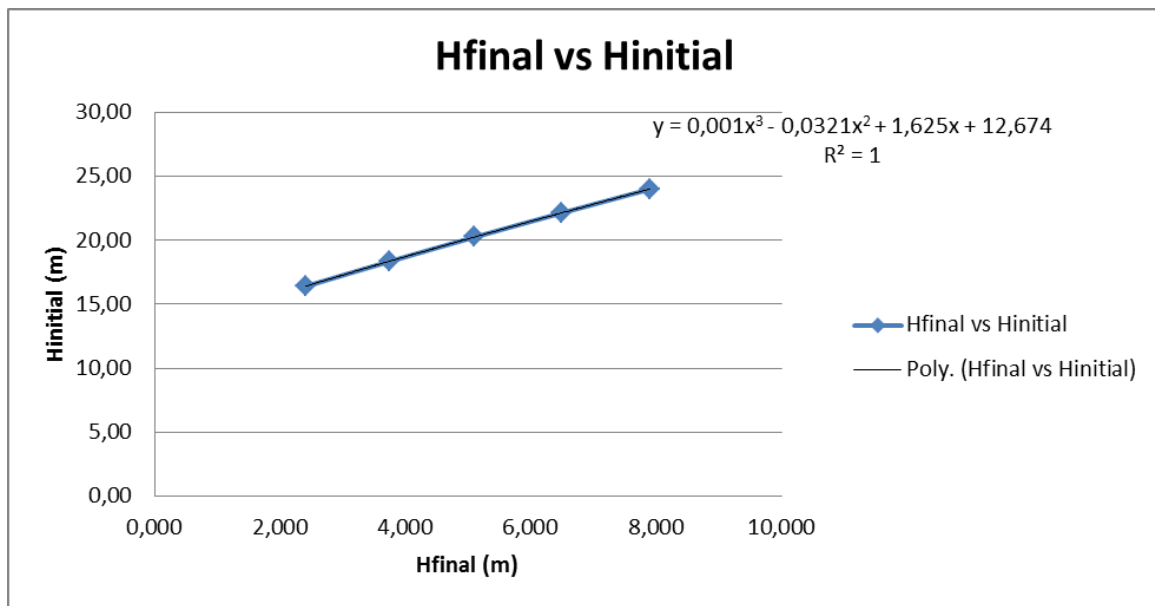
Hi	z	$\alpha_1$	$\alpha_2$	Cc	e <sub>0</sub>	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\sigma'_o$	$\sigma_{total}$	log	Sci
(m)	(m)					(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	$\log((\sigma'_o + \Delta\sigma')/\sigma'_o)$	(m)
1,03	0,52	0,0241	89,852	0,00	2,35	26,25	1,85	0,85	0,436	26,686	1,787	0,000
1,25	1,55	0,0722	89,557	0,00	2,35	26,25	1,85	0,85	1,400	27,650	1,295	0,000
1,25	2,80	0,1306	89,199	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,242	28,492	1,104	0,453
1,25	4,05	0,1890	88,841	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	2,867	29,117	1,007	0,413
1,25	5,30	0,2474	88,483	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	3,492	29,742	0,930	0,382
1,25	6,55	0,3057	88,126	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,117	30,366	0,868	0,356
1,25	7,80	0,3639	87,768	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	4,742	30,991	0,815	0,335
1,25	9,05	0,4221	87,411	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,367	31,616	0,770	0,316
1,25	10,30	0,4802	87,053	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	5,992	32,241	0,731	0,300
1,25	11,55	0,5382	86,696	1,10	2,35	26,25	1,50	0,5	6,617	32,865	0,696	0,286
1,25	12,80	0,5961	86,339	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	7,242	33,489	0,665	0,290
1,25	14,05	0,6538	85,983	1,10	2,15	26,25	1,50	0,5	7,867	34,114	0,637	0,278
1,25	15,30	0,7115	85,627	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	8,710	34,957	0,603	0,000
1,25	16,55	0,7690	85,271	0,00	0,95	26,25	1,85	0,85	9,773	36,018	0,566	0,000
1,25	17,80	0,8263	84,915	0,60	2,15	26,24	1,71	0,71	10,748	36,992	0,537	0,128
1,25	19,05	0,8835	84,560	0,60	2,15	26,24	1,71	0,71	11,635	37,878	0,513	0,122
1,25	20,30	0,9406	84,206	0,60	1,25	26,24	1,71	0,71	12,523	38,764	0,491	0,164
1,25	21,55	0,9974	83,852	0,60	1,25	26,24	1,71	0,71	13,410	39,650	0,471	0,157
1,25	22,80	1,0540	83,498	1,05	1,95	26,24	1,56	0,56	14,204	40,442	0,454	0,202
1,25	24,05	1,1105	83,145	1,05	1,95	26,24	1,56	0,56	14,904	41,140	0,441	0,196
1,25	25,30	1,1667	82,792	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	15,604	41,837	0,428	0,191
1,25	26,55	1,2227	82,440	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	16,304	42,535	0,416	0,185
1,25	27,80	1,2785	82,088	1,05	1,95	26,23	1,56	0,56	17,004	43,232	0,405	0,180
1,25	29,05	1,3340	81,737	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	17,704	43,929	0,395	0,176
1,25	30,30	1,3893	81,387	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	18,404	44,625	0,385	0,171
1,25	31,55	1,4443	81,037	1,05	1,95	26,22	1,56	0,56	19,104	45,321	0,375	0,167
1,25	32,80	1,4990	80,688	0,65	1,45	26,21	1,75	0,75	19,923	46,136	0,365	0,121
1,25	34,05	1,5535	80,339	0,65	1,45	26,21	1,75	0,75	20,860	47,069	0,353	0,117
1,25	35,30	1,6076	79,992	0,65	1,45	26,20	1,75	0,75	21,798	48,002	0,343	0,114
1,25	36,55	1,6615	79,645	0,65	1,45	26,20	1,75	0,75	22,735	48,935	0,333	0,110
1,25	37,80	1,7150	79,299	0,65	1,45	26,19	1,75	0,75	23,673	49,867	0,324	0,107
1,25	39,05	1,7683	78,953	0,65	1,45	26,19	1,75	0,75	24,610	50,799	0,315	0,104
1,25	40,30	1,8212	78,609	0,65	1,2	26,18	1,75	0,75	25,548	51,731	0,306	0,113
1,25	41,55	1,8738	78,265	0,65	1,2	26,18	1,75	0,75	26,485	52,662	0,298	0,110
1,25	42,80	1,9260	77,922	0,60	1,2	26,17	1,75	0,75	27,423	53,593	0,291	0,099
1,25	44,05	1,9779	77,580	0,60	1,2	26,16	1,75	0,75	28,360	54,523	0,284	0,097
1,25	45,30	2,0294	77,239	0,60	1,25	26,16	1,77	0,77	29,310	55,466	0,277	0,092
1,25	46,55	2,0806	76,899	0,60	1,25	26,15	1,77	0,77	30,273	56,421	0,270	0,090
1,25	47,80	2,1314	76,560	0,60	1,25	26,14	1,77	0,77	31,235	57,375	0,264	0,088
1,25	49,05	2,1818	76,222	0,60	1,25	26,13	1,77	0,77	32,198	58,329	0,258	0,086
											Sc <sup>~</sup> =	6,898

**PEMAMPATAN AKIBAT BEBAN KONTAINER**

**q=9,75 t/m<sup>2</sup>**

Hi	z	m kiri	n kiri	4*I	Cc	e <sub>0</sub>	γ <sub>sat</sub>	γ'	Δσ	σ' <sub>o</sub>	σ <sub>total</sub>	log	Sci
(m)	(m)						(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )	((σ' <sub>o</sub> +Δσ')/σ' <sub>o</sub> )	(m)
1,03	12,491	16,0	16,2	1,000	0,00	2,35	1,85	0,85	9,75	0,436	10,186	1,369	0,000
1,25	13,631	14,7	14,9	1,000	0,00	2,35	1,85	0,85	9,75	1,400	11,150	0,901	0,000
1,25	14,881	13,4	13,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	2,242	11,992	0,728	0,299
1,25	16,131	12,4	12,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	2,867	12,617	0,644	0,264
1,25	17,381	11,5	11,7	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	3,492	13,242	0,579	0,238
1,25	18,631	10,7	10,9	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	4,117	13,867	0,527	0,216
1,25	19,881	10,1	10,2	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	4,742	14,492	0,485	0,199
1,25	21,131	9,5	9,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	5,367	15,117	0,450	0,185
1,25	22,381	8,9	9,0	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	5,992	15,742	0,420	0,172
1,25	23,631	8,5	8,6	1,000	1,10	2,35	1,50	0,5	9,75	6,617	16,367	0,393	0,161
1,25	24,881	8,0	8,1	1,000	1,10	2,15	1,50	0,5	9,75	7,242	16,992	0,370	0,162
1,25	26,131	7,7	7,7	1,000	1,10	2,15	1,50	0,5	9,75	7,867	17,617	0,350	0,153
1,25	27,381	7,3	7,4	1,000	0,00	0,95	1,85	0,85	9,75	8,710	18,460	0,326	0,000
1,25	28,631	7,0	7,1	1,000	0,00	0,95	1,85	0,85	9,75	9,773	19,523	0,301	0,000
1,25	29,881	6,7	6,8	1,000	0,60	2,15	1,71	0,71	9,75	10,748	20,498	0,280	0,067
1,25	31,131	6,4	6,5	1,000	0,60	2,15	1,71	0,71	9,75	11,635	21,385	0,264	0,063
1,25	32,381	6,2	6,3	1,000	0,60	1,25	1,71	0,71	9,75	12,523	22,273	0,250	0,083
1,25	33,631	5,9	6,0	1,000	0,60	1,25	1,71	0,71	9,75	13,410	23,160	0,237	0,079
1,25	34,881	5,7	5,8	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	14,204	23,954	0,227	0,101
1,25	36,131	5,5	5,6	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	14,904	24,654	0,219	0,097
1,25	37,381	5,4	5,4	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	15,604	25,354	0,211	0,094
1,25	38,631	5,2	5,2	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	16,304	26,054	0,204	0,091
1,25	39,881	5,0	5,1	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	17,004	26,754	0,197	0,088
1,25	41,131	4,9	4,9	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	17,704	27,454	0,191	0,085
1,25	42,381	4,7	4,8	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	18,404	28,154	0,185	0,082
1,25	43,631	4,6	4,6	1,000	1,05	1,95	1,56	0,56	9,75	19,104	28,854	0,179	0,080
1,25	44,881	4,5	4,5	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	19,923	29,673	0,173	0,057
1,25	46,131	4,3	4,4	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	20,860	30,610	0,167	0,055
1,25	47,381	4,2	4,3	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	21,798	31,548	0,161	0,053
1,25	48,631	4,1	4,2	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	22,735	32,485	0,155	0,051
1,25	49,881	4,0	4,1	1,000	0,65	1,45	1,75	0,75	9,75	23,673	33,423	0,150	0,050
1,25	51,131	3,9	4,0	0,996	0,65	1,45	1,75	0,75	9,71	24,610	34,321	0,144	0,048
1,25	52,381	3,8	3,9	0,996	0,65	1,2	1,75	0,75	9,71	25,548	35,259	0,140	0,052
1,25	53,631	3,7	3,8	0,996	0,65	1,2	1,75	0,75	9,71	26,485	36,196	0,136	0,050
1,25	54,881	3,6	3,7	0,996	0,60	1,2	1,75	0,75	9,71	27,423	37,134	0,132	0,045
1,25	56,131	3,6	3,6	0,992	0,60	1,2	1,75	0,75	9,67	28,360	38,032	0,127	0,043
1,25	57,381	3,5	3,5	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	29,310	38,982	0,124	0,041
1,25	58,631	3,4	3,5	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	30,273	39,945	0,120	0,040
1,25	59,881	3,3	3,4	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	31,235	40,907	0,117	0,039
1,25	61,131	3,3	3,3	0,992	0,60	1,25	1,77	0,77	9,67	32,198	41,870	0,114	0,038
												Sc̃ =	3,721

q (t/m <sup>2</sup> )	Hawal timb (m)	H surcharge (m)	H awal (m)	Sc timb (m)	Sc Surcharge (m)	Sc total (m)	Hakhir (m)
A	B	C	D=B+C	E	F	G=E+F	H=D-G-C
24	10,92	5,5	16,42	4,787	3,721	8,509	2,411
27	12,86	5,5	18,36	5,395	3,721	9,117	3,740
30	14,77	5,5	20,27	5,943	3,721	9,664	5,103
33	16,65	5,5	22,15	6,440	3,721	10,162	6,493
36	18,52	5,5	24,02	6,898	3,721	10,619	7,905



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## Perhitungan Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi (Zona 1)

Kedalaman	Tebal lap (m)	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	$\sqrt{Cv}$	Cv gabungan
2,90-3,75	0,85	0,0000000	0	0,0011853
3,75-5,00	1,25	0,0000000	0	
5,00-6,25	1,25	0,0000000	0	
6,25-7,50	1,25	0,0000000	0	
7,50-8,75	1,25	0,0006342	0,0251833	
8,75-10,00	1,25	0,0006342	0,0251833	
10,00-11,25	1,25	0,0006342	0,0251833	
11,25-12,50	1,25	0,0006342	0,0251833	
12,50-13,75	1,25	0,0000000	0	
13,75-15,00	1,25	0,0000000	0	
15,00-16,25	1,25	0,0006342	0,0251833	
16,25-17,50	1,25	0,0006342	0,0251833	
17,50-18,75	1,25	0,0008470	0,0291033	
18,75-20,00	1,25	0,0008470	0,0291033	
20,00-21,25	1,25	0,0008470	0,0291033	
21,25-22,50	1,25	0,0008470	0,0291033	
22,50-23,75	1,25	0,0008470	0,0291033	
23,75-25,00	1,25	0,0008470	0,0291033	
25,00-26,25	1,25	0,0010800	0,0328634	
26,25-27,50	1,25	0,0010800	0,0328634	
27,50-28,75	1,25	0,0010800	0,0328634	
28,75-30,00	1,25	0,0010800	0,0328634	
30,00-31,25	1,25	0,0010800	0,0328634	
31,25-32,50	1,25	0,0010800	0,0328634	
32,50-33,75	1,25	0,0007800	0,0279285	
33,75-35,00	1,25	0,0007800	0,0279285	
35,00-36,25	1,25	0,0007800	0,0279285	
36,25-37,50	1,25	0,0007800	0,0279285	
37,50-38,75	1,25	0,0007800	0,0279285	
38,75-40,00	1,25	0,0007800	0,0279285	
40,00-41,25	1,25	0,0007800	0,0279285	
41,25-42,50	1,25	0,0007800	0,0279285	
42,50-43,75	1,25	0,0007800	0,0279285	

## Perhitungan Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi (Zona 2)

Depth	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	Tebal lap (m)	$\sqrt{Cv}$	Cv Gabungan
1,54-2,50	0,0006342	0,96	0,025183	0,0008796
2,50-3,75	0,0006342	1,25	0,025183	
3,75-5,00	0,0006342	1,25	0,025183	
5,00-6,25	0,0006342	1,25	0,025183	
6,25-7,50	0,0006342	1,25	0,025183	
7,50-8,75	0,0006342	1,25	0,025183	
8,75-10,00	0,0006342	1,25	0,025183	
10,00-11,25	0,0006342	1,25	0,025183	
11,25-12,50	0,0006342	1,25	0,025183	
12,50-13,75	0,0006342	1,25	0,025183	
13,75-15,00	0,0006342	1,25	0,025183	
15,00-16,25		1,25	0	
16,25-17,50		1,25	0	
17,50-18,75	0,0008470	1,25	0,029103	
18,75-20,00	0,0008470	1,25	0,029103	
20,00-21,25	0,0008470	1,25	0,029103	
21,25-22,50	0,0008470	1,25	0,029103	
22,50-23,75	0,0008470	1,25	0,029103	
23,75-25,00	0,0008470	1,25	0,029103	
25,00-26,25	0,0010800	1,25	0,032863	
26,25-27,50	0,0010800	1,25	0,032863	
27,50-28,75	0,0010800	1,25	0,032863	
28,75-30,00	0,0010800	1,25	0,032863	
30,00-31,25	0,0010800	1,25	0,032863	
31,25-32,50	0,0010800	1,25	0,032863	
32,50-33,75	0,0007800	1,25	0,027928	
33,75-35,00	0,0007800	1,25	0,027928	
35,00-36,25	0,0007800	1,25	0,027928	
36,25-37,50	0,0007800	1,25	0,027928	
37,50-38,75	0,0007800	1,25	0,027928	
38,75-40,00	0,0007800	1,25	0,027928	
40,00-41,25	0,0007800	1,25	0,027928	
41,25-42,50	0,0007800	1,25	0,027928	
42,50-43,75	0,0007800	1,25	0,027928	



### Perhitungan Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi (Zona 3)

Depth	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	Tebal lap (m)	$\sqrt{Cv}$	Cv Gabungan
0,22-1,25		1,03	0	0,0009594
1,25-2,50		1,25	0	
2,50-3,75	0,0006342	1,25	0,025183	
3,75-5,00	0,0006342	1,25	0,025183	
5,00-6,25	0,0006342	1,25	0,025183	
6,25-7,50	0,0006342	1,25	0,025183	
7,50-8,75	0,0006342	1,25	0,025183	
8,75-10,00	0,0006342	1,25	0,025183	
10,00-11,25	0,0006342	1,25	0,025183	
11,25-12,50	0,0006342	1,25	0,025183	
12,50-13,75	0,0006342	1,25	0,025183	
13,75-15,00	0,0006342	1,25	0,025183	
15,00-16,25		1,25	0	
16,25-17,50		1,25	0	
17,50-18,75	0,0008470	1,25	0,029103	
18,75-20,00	0,0008470	1,25	0,029103	
20,00-21,25	0,0008470	1,25	0,029103	
21,25-22,50	0,0008470	1,25	0,029103	
22,50-23,75	0,0008470	1,25	0,029103	
23,75-25,00	0,0008470	1,25	0,029103	
25,00-26,25	0,0010800	1,25	0,032863	
26,25-27,50	0,0010800	1,25	0,032863	
27,50-28,75	0,0010800	1,25	0,032863	
28,75-30,00	0,0010800	1,25	0,032863	
30,00-31,25	0,0010800	1,25	0,032863	
31,25-32,50	0,0010800	1,25	0,032863	
32,50-33,75	0,0010800	1,25	0,032863	
33,75-35,00	0,0010800	1,25	0,032863	
35,00-36,25	0,0010800	1,25	0,032863	
36,25-37,50	0,0010800	1,25	0,032863	
37,50-38,75	0,0007800	1,25	0,027928	
38,75-40,00	0,0007800	1,25	0,027928	
40,00-41,25	0,0007800	1,25	0,027928	
41,25-42,50	0,0007800	1,25	0,027928	
42,50-43,75	0,0007800	1,25	0,027928	
43,75-45,00	0,0007800	1,25	0,027928	
45,00-46,25	0,0007800	1,25	0,027928	
46,25-47,50	0,0007800	1,25	0,027928	
47,50-48,75	0,0004756	1,25	0,021808	
48,75-50,00	0,0004756	1,25	0,021808	

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**PEMASANGAN PVD DENGAN VARIASI JARAK (S) PADA ZONA 1**

**Spasi 0,8 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	4,29575E-05	0,007395616	0,4937749	49,752
2	8,59149E-05	0,010458981	0,7437361	74,642
3	0,000128872	0,012809583	0,8702728	87,193
4	0,00017183	0,014791232	0,9343288	93,530
5	0,000214787	0,016537101	0,9667556	96,731
6	0,000257745	0,018115486	0,9831709	98,348
7	0,000300702	0,019566961	0,9914807	99,165
8	0,00034366	0,020917961	0,9956873	99,578
9	0,000386617	0,022186849	0,9978168	99,787
10	0,000429575	0,023386992	0,9988948	99,892
11	0,000472532	0,024528484	0,9994405	99,945
12	0,00051549	0,025619166	0,9997168	99,972
13	0,000558447	0,026665273	0,9998566	99,986
14	0,000601404	0,027671862	0,9999274	99,993
15	0,000644362	0,028643098	0,9999633	99,996
16	0,000687319	0,029582465	0,9999814	99,998
17	0,000730277	0,030492907	0,9999906	99,999
18	0,000773234	0,031376942	0,9999952	100,000
19	0,000816192	0,032236744	0,9999976	100,000
20	0,000859149	0,033074201	0,9999988	100,000
21	0,000902107	0,033890971	0,9999994	100,000
22	0,000945064	0,034688515	0,9999997	100,000
23	0,000988022	0,035468129	0,9999998	100,000
24	0,001030979	0,036230972	0,9999999	100,000
25	0,001073937	0,036978081	1	100,000

**Spasi 1,0 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	4,29575E-05	0,0073956	0,321536435	32,655
2	8,59149E-05	0,010459	0,539687191	54,450
3	0,000128872	0,0128096	0,687694531	69,170
4	0,00017183	0,0147912	0,788112118	79,125
5	0,000214787	0,0165371	0,856241792	85,862
6	0,000257745	0,0181155	0,902465294	90,423
7	0,000300702	0,019567	0,933826256	93,512
8	0,00034366	0,020918	0,955103526	95,604
9	0,000386617	0,0221868	0,969539378	97,022
10	0,000429575	0,023387	0,979333578	97,982
11	0,000472532	0,0245285	0,985978585	98,632
12	0,00051549	0,0256192	0,990486981	99,073
13	0,000558447	0,0266653	0,993545763	99,372
14	0,000601404	0,0276719	0,995621036	99,574
15	0,000644362	0,0286431	0,997029032	99,711
16	0,000687319	0,0295825	0,997984307	99,804
17	0,000730277	0,0304929	0,998632425	99,867
18	0,000773234	0,0313769	0,999072151	99,910
19	0,000816192	0,0322367	0,999370488	99,939
20	0,000859149	0,0330742	0,999572899	99,959
21	0,000902107	0,033891	0,999710228	99,972
22	0,000945064	0,0346885	0,9998034	99,981
23	0,000988022	0,0354681	0,999866614	99,987
24	0,001030979	0,036231	0,999909502	99,991
25	0,001073937	0,0369781	0,999938601	99,994

**Spasi 1,25**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	4,29575E-05	0,00739562	0,200427307	20,634
2	8,59149E-05	0,01045898	0,360683509	36,737
3	0,000128872	0,01280958	0,488819992	49,537
4	0,00017183	0,01479123	0,591274425	59,732
5	0,000214787	0,0165371	0,673194191	67,860
6	0,000257745	0,01811549	0,738694999	74,343
7	0,000300702	0,01956696	0,791067657	79,516
8	0,00034366	0,02091796	0,832943404	83,644
9	0,000386617	0,02218685	0,866426108	86,939
10	0,000429575	0,02338699	0,893197963	89,570
11	0,000472532	0,02452848	0,914604008	91,670
12	0,00051549	0,02561917	0,931719697	93,347
13	0,000558447	0,02666527	0,945404934	94,686
14	0,000601404	0,02767186	0,956347276	95,756
15	0,000644362	0,0286431	0,965096474	96,610
16	0,000687319	0,02958246	0,972092094	97,292
17	0,000730277	0,03049291	0,9776856	97,837
18	0,000773234	0,03137694	0,982158015	98,272
19	0,000816192	0,03223674	0,985734036	98,619
20	0,000859149	0,0330742	0,988593325	98,897
21	0,000902107	0,03389097	0,990879534	99,119
22	0,000945064	0,03468851	0,992707525	99,296
23	0,000988022	0,03546813	0,994169136	99,438
24	0,001030979	0,03623097	0,9953378	99,551
25	0,001073937	0,03697808	0,996272232	99,641

**Spasi 1,5**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	4,29575E-05	0,007396	0,133833	14,024
2	8,59149E-05	0,010459	0,249755	25,760
3	0,000128872	0,01281	0,350163	35,849
4	0,00017183	0,014791	0,437133	44,546
5	0,000214787	0,016537	0,512463	52,053
6	0,000257745	0,018115	0,577712	58,536
7	0,000300702	0,019567	0,634228	64,139
8	0,00034366	0,020918	0,683181	68,981
9	0,000386617	0,022187	0,725582	73,167
10	0,000429575	0,023387	0,762308	76,787
11	0,000472532	0,024528	0,794119	79,917
12	0,00051549	0,025619	0,821673	82,624
13	0,000558447	0,026665	0,845539	84,966
14	0,000601404	0,027672	0,866211	86,991
15	0,000644362	0,028643	0,884116	88,744
16	0,000687319	0,029582	0,899626	90,259
17	0,000730277	0,030493	0,913059	91,571
18	0,000773234	0,031377	0,924695	92,706
19	0,000816192	0,032237	0,934773	93,688
20	0,000859149	0,033074	0,943503	94,537
21	0,000902107	0,033891	0,951064	95,272
22	0,000945064	0,034689	0,957613	95,908
23	0,000988022	0,035468	0,963286	96,459
24	0,001030979	0,036231	0,968199	96,935
25	0,001073937	0,036978	0,972455	97,347

**Spasi 1,75**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	4,29575E-05	0,007396	0,094487	10,118
2	8,59149E-05	0,010459	0,180047	18,862
3	0,000128872	0,01281	0,257522	26,703
4	0,00017183	0,014791	0,327677	33,762
5	0,000214787	0,016537	0,391203	40,127
6	0,000257745	0,018115	0,448727	45,871
7	0,000300702	0,019567	0,500815	51,058
8	0,00034366	0,020918	0,547982	55,744
9	0,000386617	0,022187	0,590692	59,977
10	0,000429575	0,023387	0,629367	63,803
11	0,000472532	0,024528	0,664387	67,262
12	0,00051549	0,025619	0,696098	70,388
13	0,000558447	0,026665	0,724813	73,215
14	0,000601404	0,027672	0,750815	75,771
15	0,000644362	0,028643	0,77436	78,082
16	0,000687319	0,029582	0,79568	80,172
17	0,000730277	0,030493	0,814986	82,063
18	0,000773234	0,031377	0,832467	83,772
19	0,000816192	0,032237	0,848297	85,319
20	0,000859149	0,033074	0,862631	86,717
21	0,000902107	0,033891	0,875611	87,983
22	0,000945064	0,034689	0,887364	89,127
23	0,000988022	0,035468	0,898007	90,162
24	0,001030979	0,036231	0,907644	91,099
25	0,001073937	0,036978	0,91637	91,946

**PEMASANGAN PVD DENGAN VARIASI JARAK (S) PADA ZONA 2**

**Spasi 0,8 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0,000119435	0,01233162	0,3966275	40,407
2	0,000238869	0,017439544	0,6359416	64,229
3	0,000358304	0,021358992	0,7803372	78,503
4	0,000477738	0,02466324	0,8674615	87,073
5	0,000597173	0,02757434	0,9200299	92,224
6	0,000716608	0,030206177	0,9517482	95,321
7	0,000836042	0,0326264	0,9708862	97,184
8	0,000955477	0,034879088	0,9824335	98,305
9	0,001074911	0,03699486	0,9894009	98,979
10	0,001194346	0,038996006	0,9936048	99,385
11	0,001313781	0,040899356	0,9961413	99,630
12	0,001433215	0,042717985	0,9976718	99,777
13	0,00155265	0,044462288	0,9985952	99,866
14	0,001672084	0,046140697	0,9991524	99,919
15	0,001791519	0,047760159	0,9994886	99,951
16	0,001910954	0,04932648	0,9996914	99,971
17	0,002030388	0,050844572	0,9998138	99,982
18	0,002149823	0,052318632	0,9998877	99,989
19	0,002269257	0,053752285	0,9999322	99,994
20	0,002388692	0,055148681	0,9999591	99,996
21	0,002508127	0,056510582	0,9999753	99,998
22	0,002627561	0,057840424	0,9999851	99,999
23	0,002746996	0,059140372	0,999991	99,999
24	0,00286643	0,060412353	0,9999946	99,999
25	0,002985865	0,0616581	0,9999967	100,000

**Spasi 1,0 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0,000119435	0,012332	0,25015531	25,940
2	0,000238869	0,01744	0,437732941	44,754
3	0,000358304	0,021359	0,578387031	58,739
4	0,000477738	0,024663	0,683855754	69,165
5	0,000597173	0,027574	0,762940916	76,948
6	0,000716608	0,030206	0,822242504	82,761
7	0,000836042	0,032626	0,866709486	87,106
8	0,000955477	0,034879	0,900052816	90,354
9	0,001074911	0,036995	0,925055134	92,783
10	0,001194346	0,038996	0,943802991	94,599
11	0,001313781	0,040899	0,957860971	95,958
12	0,001433215	0,042718	0,968402273	96,975
13	0,00155265	0,044462	0,976306612	97,736
14	0,001672084	0,046141	0,982233639	98,305
15	0,001791519	0,04776	0,986677988	98,731
16	0,001910954	0,049326	0,99001056	99,050
17	0,002030388	0,050845	0,992509472	99,289
18	0,002149823	0,052319	0,994383267	99,468
19	0,002269257	0,053752	0,995788323	99,601
20	0,002388692	0,055149	0,996841896	99,702
21	0,002508127	0,056511	0,997631913	99,777
22	0,002627561	0,05784	0,998224302	99,833
23	0,002746996	0,05914	0,998668502	99,875
24	0,00286643	0,060412	0,999001584	99,906
25	0,002985865	0,061658	0,999251343	99,930

**Spasi 1,25 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0,000119435	0,012332	0,152951	16,340
2	0,000238869	0,01744	0,282509	29,502
3	0,000358304	0,021359	0,39225	40,523
4	0,000477738	0,024663	0,485206	49,790
5	0,000597173	0,027574	0,563945	57,597
6	0,000716608	0,030206	0,63064	64,180
7	0,000836042	0,032626	0,687134	69,734
8	0,000955477	0,034879	0,734988	74,423
9	0,001074911	0,036995	0,775522	78,383
10	0,001194346	0,038996	0,809856	81,727
11	0,001313781	0,040899	0,838939	84,553
12	0,001433215	0,042718	0,863573	86,940
13	0,00155265	0,044462	0,88444	88,958
14	0,001672084	0,046141	0,902115	90,663
15	0,001791519	0,04776	0,917087	92,105
16	0,001910954	0,049326	0,929768	93,323
17	0,002030388	0,050845	0,94051	94,354
18	0,002149823	0,052319	0,949609	95,225
19	0,002269257	0,053752	0,957317	95,961
20	0,002388692	0,055149	0,963845	96,584
21	0,002508127	0,056511	0,969375	97,111
22	0,002627561	0,05784	0,974059	97,556
23	0,002746996	0,05914	0,978027	97,933
24	0,00286643	0,060412	0,981388	98,251
25	0,002985865	0,061658	0,984235	98,521

**Spasi 1,5 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0,000119435	0,012332	0,101139	11,222
2	0,000238869	0,01744	0,19205	20,614
3	0,000358304	0,021359	0,273765	28,928
4	0,000477738	0,024663	0,347216	36,332
5	0,000597173	0,027574	0,413238	42,942
6	0,000716608	0,030206	0,472583	48,851
7	0,000836042	0,032626	0,525926	54,139
8	0,000955477	0,034879	0,573873	58,874
9	0,001074911	0,036995	0,616971	63,114
10	0,001194346	0,038996	0,655711	66,914
11	0,001313781	0,040899	0,690532	70,319
12	0,001433215	0,042718	0,721831	73,371
13	0,00155265	0,044462	0,749965	76,108
14	0,001672084	0,046141	0,775253	78,562
15	0,001791519	0,04776	0,797984	80,763
16	0,001910954	0,049326	0,818416	82,737
17	0,002030388	0,050845	0,836781	84,508
18	0,002149823	0,052319	0,853289	86,096
19	0,002269257	0,053752	0,868127	87,522
20	0,002388692	0,055149	0,881465	88,800
21	0,002508127	0,056511	0,893453	89,947
22	0,002627561	0,05784	0,904229	90,977
23	0,002746996	0,05914	0,913916	91,901
24	0,00286643	0,060412	0,922622	92,730
25	0,002985865	0,061658	0,930448	93,474

**Spasi 1,75**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0,000119435	0,012332	0,071012	8,247
2	0,000238869	0,01744	0,136981	15,203
3	0,000358304	0,021359	0,198265	21,539
4	0,000477738	0,024663	0,255198	27,357
5	0,000597173	0,027574	0,308088	32,717
6	0,000716608	0,030206	0,357222	37,664
7	0,000836042	0,032626	0,402866	42,235
8	0,000955477	0,034879	0,44527	46,462
9	0,001074911	0,036995	0,484662	50,373
10	0,001194346	0,038996	0,521257	53,993
11	0,001313781	0,040899	0,555254	57,344
12	0,001433215	0,042718	0,586836	60,449
13	0,00155265	0,044462	0,616175	63,324
14	0,001672084	0,046141	0,643431	65,988
15	0,001791519	0,04776	0,668752	68,457
16	0,001910954	0,049326	0,692275	70,745
17	0,002030388	0,050845	0,714127	72,866
18	0,002149823	0,052319	0,734427	74,832
19	0,002269257	0,053752	0,753286	76,655
20	0,002388692	0,055149	0,770805	78,345
21	0,002508127	0,056511	0,787081	79,911
22	0,002627561	0,05784	0,802201	81,364
23	0,002746996	0,05914	0,816247	82,711
24	0,00286643	0,060412	0,829295	83,961
25	0,002985865	0,061658	0,841417	85,120

**PEMASANGAN PVD DENGAN VARIASI JARAK (S) PADA ZONA 3**

**Spasi 0,8 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	9,36646E-05	0,01092051	0,4236663	42,996
2	0,000187329	0,015443933	0,6678395	67,297
3	0,000280994	0,018914878	0,8085647	81,219
4	0,000374659	0,02184102	0,8896694	89,208
5	0,000468323	0,024419002	0,9364128	93,797
6	0,000561988	0,026749677	0,9633525	96,433
7	0,000655653	0,028892953	0,9788788	97,949
8	0,000749317	0,030887866	0,9878272	98,820
9	0,000842982	0,032761529	0,9929844	99,321
10	0,000936646	0,034533684	0,9959567	99,610
11	0,001030311	0,036219233	0,9976697	99,775
12	0,001123976	0,037829756	0,998657	99,871
13	0,00121764	0,039374458	0,999226	99,926
14	0,001311305	0,040860806	0,9995539	99,957
15	0,00140497	0,042294952	0,9997429	99,975
16	0,001498634	0,043682039	0,9998518	99,986
17	0,001592299	0,045026415	0,9999146	99,992
18	0,001685964	0,046331799	0,9999508	99,995
19	0,001779628	0,047601398	0,9999716	99,997
20	0,001873293	0,048838004	0,9999837	99,998
21	0,001966958	0,050044063	0,9999906	99,999
22	0,002060622	0,051221731	0,9999946	99,999
23	0,002154287	0,052372925	0,9999969	100,000
24	0,002247952	0,053499353	0,9999982	100,000
25	0,002341616	0,054602549	0,9999999	100,000

**Spasi 1,0 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	9,36646E-05	0,010921	0,269491708	27,747
2	0,000187329	0,015444	0,466357635	47,460
3	0,000280994	0,018915	0,610169827	61,754
4	0,000374659	0,021841	0,715225826	72,145
5	0,000468323	0,024419	0,791970104	79,705
6	0,000561988	0,02675	0,848032436	85,210
7	0,000655653	0,028893	0,888986434	89,219
8	0,000749317	0,030888	0,91890367	92,141
9	0,000842982	0,032762	0,940758458	94,270
10	0,000936646	0,034534	0,956723563	95,822
11	0,001030311	0,036219	0,968386204	96,953
12	0,001123976	0,03783	0,97690586	97,778
13	0,00121764	0,039374	0,983129539	98,379
14	0,001311305	0,040861	0,987675988	98,818
15	0,00140497	0,042295	0,990997207	99,138
16	0,001498634	0,043682	0,993423385	99,371
17	0,001592299	0,045026	0,995195728	99,541
18	0,001685964	0,046332	0,99649044	99,665
19	0,001779628	0,047601	0,997436237	99,756
20	0,001873293	0,048838	0,99812715	99,822
21	0,001966958	0,050044	0,998631868	99,870
22	0,002060622	0,051222	0,99900568	99,905
23	0,002154287	0,052373	0,999269907	99,931
24	0,002247952	0,053499	0,999466661	99,950
25	0,002341616	0,054603	0,999610391	99,963

**Spasi 1,25 m**

t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	9,36646E-05	0,010921	0,165616	17,473
2	0,000187329	0,015444	0,303803	31,456
3	0,000280994	0,018915	0,419104	43,009
4	0,000374659	0,021841	0,51531	52,590
5	0,000468323	0,024419	0,595582	60,546
6	0,000561988	0,02675	0,66256	67,159
7	0,000655653	0,028893	0,718446	72,658
8	0,000749317	0,030888	0,765075	77,233
9	0,000842982	0,032762	0,803983	81,040
10	0,000936646	0,034534	0,836446	84,209
11	0,001030311	0,036219	0,863533	86,848
12	0,001123976	0,03783	0,886134	89,044
13	0,00121764	0,039374	0,904992	90,873
14	0,001311305	0,040861	0,920727	92,397
15	0,00140497	0,042295	0,933856	93,665
16	0,001498634	0,043682	0,94481	94,722
17	0,001592299	0,045026	0,953951	95,602
18	0,001685964	0,046332	0,961577	96,336
19	0,001779628	0,047601	0,967941	96,947
20	0,001873293	0,048838	0,97325	97,456
21	0,001966958	0,050044	0,97768	97,880
22	0,002060622	0,051222	0,981377	98,233
23	0,002154287	0,052373	0,984461	98,527
24	0,002247952	0,053499	0,987035	98,773
25	0,002341616	0,054603	0,989182	98,977

**Spasi 1,5 m**

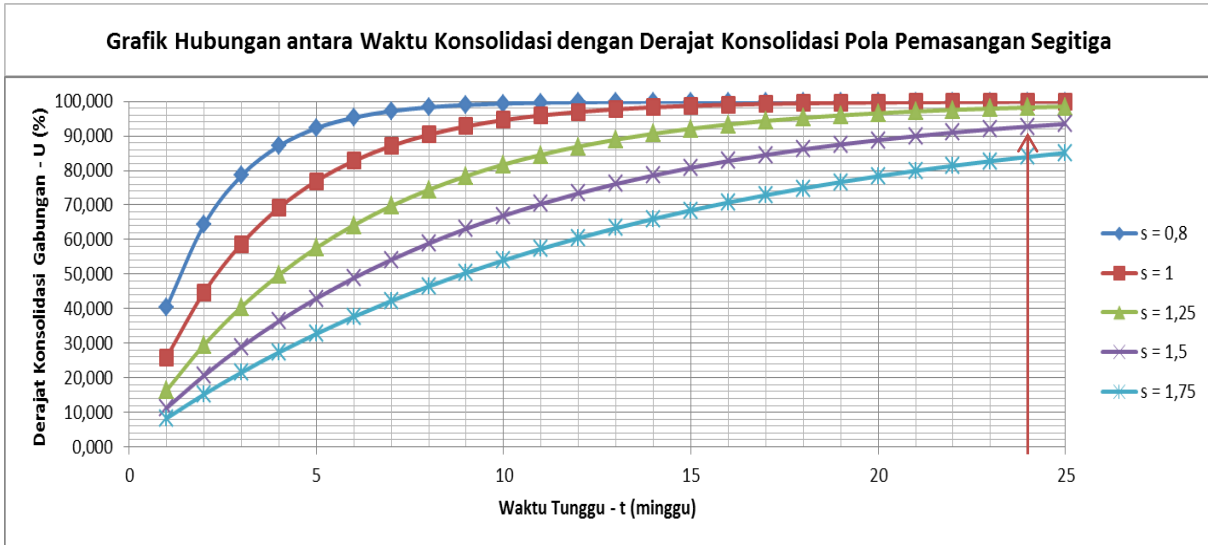
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	9,36646E-05	0,010921	0,109795	11,952
2	0,000187329	0,015444	0,207535	21,977
3	0,000280994	0,018915	0,294544	30,789
4	0,000374659	0,021841	0,371999	38,572
5	0,000468323	0,024419	0,440951	45,460
6	0,000561988	0,02675	0,502332	51,564
7	0,000655653	0,028893	0,556973	56,977
8	0,000749317	0,030888	0,605615	61,780
9	0,000842982	0,032762	0,648917	66,042
10	0,000936646	0,034534	0,687464	69,826
11	0,001030311	0,036219	0,721779	73,186
12	0,001123976	0,03783	0,752326	76,170
13	0,00121764	0,039374	0,779519	78,820
14	0,001311305	0,040861	0,803727	81,175
15	0,00140497	0,042295	0,825277	83,267
16	0,001498634	0,043682	0,844461	85,125
17	0,001592299	0,045026	0,861538	86,777
18	0,001685964	0,046332	0,876741	88,245
19	0,001779628	0,047601	0,890274	89,550
20	0,001873293	0,048838	0,902321	90,709
21	0,001966958	0,050044	0,913046	91,740
22	0,002060622	0,051222	0,922593	92,656
23	0,002154287	0,052373	0,931092	93,470
24	0,002247952	0,053499	0,938658	94,194
25	0,002341616	0,054603	0,945393	94,837

**Spasi 1,75 m**

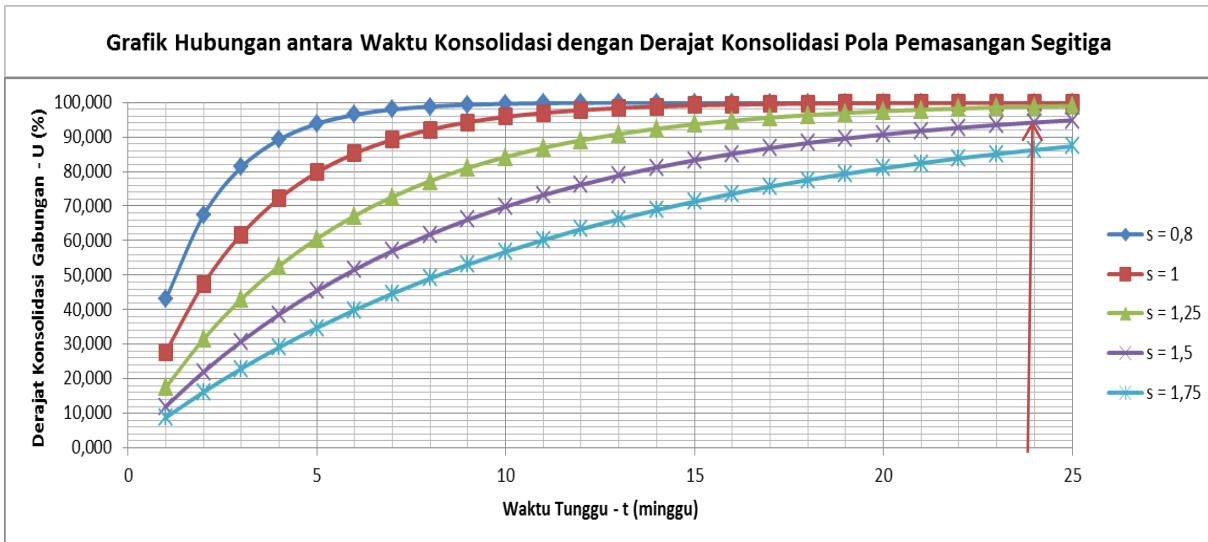
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	9,36646E-05	0,010921	0,077201	8,728
2	0,000187329	0,015444	0,148442	16,159
3	0,000280994	0,018915	0,214183	22,905
4	0,000374659	0,021841	0,274848	29,069
5	0,000468323	0,024419	0,330831	34,717
6	0,000561988	0,02675	0,382491	39,901
7	0,000655653	0,028893	0,430163	44,663
8	0,000749317	0,030888	0,474155	49,040
9	0,000842982	0,032762	0,514751	53,065
10	0,000936646	0,034534	0,552213	56,768
11	0,001030311	0,036219	0,586782	60,175
12	0,001123976	0,03783	0,618683	63,311
13	0,00121764	0,039374	0,648121	66,198
14	0,001311305	0,040861	0,675286	68,855
15	0,00140497	0,042295	0,700354	71,303
16	0,001498634	0,043682	0,723487	73,557
17	0,001592299	0,045026	0,744834	75,632
18	0,001685964	0,046332	0,764533	77,544
19	0,001779628	0,047601	0,782712	79,305
20	0,001873293	0,048838	0,799486	80,928
21	0,001966958	0,050044	0,814966	82,423
22	0,002060622	0,051222	0,829251	83,800
23	0,002154287	0,052373	0,842433	85,069
24	0,002247952	0,053499	0,854597	86,238
25	0,002341616	0,054603	0,865822	87,315



### Zona 2



### Zona 3



### Perbandingan Rate of Settlement untuk $q=26,73 \text{ t/m}^2$ pada Zona 1

TEBAL LAPISAN TERKONSOLIDASI			SETTLEMENT AKIBAT TIMBUNAN			SETELAH 20 TAHUN			RATE OF SETTLEMENT ( cm/ tahun )
Total (m)	Kedalaman PVD(m)	Dibawah PVD (m)	Total (m)	Sedalam PVD (m)	Sisa settlement (m)	Tv	Uv(%)	sett(m)	
45,85	17,1	28,75	6,925932	1,9190271	5,006904899	0,044798	23,88284	1,195791	5,978956
45,85	18,35	27,5	6,925932	2,49370222	4,432229778	0,044798	23,88284	1,058542	5,292712
45,85	19,6	26,25	6,925932	3,04222775	3,883704246	0,044798	23,88284	0,927539	4,637695
45,85	20,85	25	6,925932	3,21784593	3,708086071	0,044798	23,88284	0,885596	4,427982
45,85	22,1	23,75	6,925932	3,38346707	3,542464935	0,044798	23,88284	0,846041	4,230207
45,85	23,35	22,5	6,925932	3,60292935	3,323002649	0,044798	23,88284	0,793628	3,968138
45,85	24,6	21,25	6,925932	3,81130631	3,114625687	0,044798	23,88284	0,743861	3,719306
45,85	25,85	20	6,925932	4,07746967	2,848462327	0,044798	23,88284	0,680294	3,401469
45,85	27,1	18,75	6,925932	4,33393761	2,591994388	0,044798	23,88284	0,619042	3,09521
45,85	28,35	17,5	6,925932	4,58141863	2,344513368	0,044798	23,88284	0,559936	2,799682
45,85	29,6	16,25	6,925932	4,82054385	2,105388146	0,044798	23,88284	0,502827	2,514133
45,85	30,85	15	6,925932	5,05187818	1,874053823	0,044798	23,88284	0,447577	2,237887
45,85	32,1	13,75	6,925932	5,27592946	1,650002541	0,044798	23,88284	0,394068	1,970338
45,85	33,35	12,5	6,925932	5,49315613	1,432775872	0,044798	23,88284	0,342188	1,710938
45,85	34,6	11,25	6,925932	5,70397353	1,221958466	0,044798	23,88284	0,291838	1,459192
45,85	35,85	10	6,925932	5,85588095	1,070051047	0,044798	23,88284	0,255559	1,277793
45,85	37,1	8,75	6,925932	6,00221983	0,923712166	0,044798	23,88284	0,220609	1,103044
45,85	38,35	7,5	6,925932	6,14339349	0,78253851	0,044798	23,88284	0,186892	0,934462
45,85	39,6	6,25	6,925932	6,27976207	0,646169927	0,044798	23,88284	0,154324	0,771619

## Perbandingan Rate of Settlement untuk $q=32,07 \text{ t/m}^2$ pada Zona 2

TEBAL LAPISAN TERKONSOLIDASI			SETTLEMENT AKIBAT TIMBUNAN			SETELAH 20 TAHUN			RATE OF SETTLEMENT
Total (m)	Kedalaman PVD(m)	Dibawah PVD (m)	Total (m)	Sedalam PVD (m)	Sisa settlement(m)	Tv	Uv(%)	sett(m)	( cm/ tahun )
46,21	22,46	23,75	12,09336	8,00983485	4,083522993	0,124553	39,82287	1,626176	8,13088
46,21	23,71	22,5	12,09336	8,26106218	3,832295667	0,124553	39,82287	1,52613	7,63065
46,21	24,96	21,25	12,09336	8,49980698	3,59355087	0,124553	39,82287	1,431055	7,155275
46,21	26,21	20	12,09336	8,80500139	3,288356455	0,124553	39,82287	1,309518	6,547589
46,21	27,46	18,75	12,09336	9,09928522	2,994072627	0,124553	39,82287	1,192326	5,961628
46,21	28,71	17,5	12,09336	9,38345597	2,70990188	0,124553	39,82287	1,079161	5,395803
46,21	29,96	16,25	12,09336	9,65822295	2,435134899	0,124553	39,82287	0,969741	4,848703
46,21	31,21	15	12,09336	9,92422026	2,169137584	0,124553	39,82287	0,863813	4,319064
46,21	32,46	13,75	12,09336	10,1820174	1,91134044	0,124553	39,82287	0,761151	3,805753
46,21	33,71	12,5	12,09336	10,432128	1,661229825	0,124553	39,82287	0,661549	3,307747
46,21	34,96	11,25	12,09336	10,6750172	1,418340654	0,124553	39,82287	0,564824	2,82412
46,21	36,21	10	12,09336	10,8501646	1,243193206	0,124553	39,82287	0,495075	2,475376
46,21	37,46	8,75	12,09336	11,0190314	1,074326405	0,124553	39,82287	0,427828	2,139138
46,21	38,71	7,5	12,09336	11,1820687	0,911289191	0,124553	39,82287	0,362901	1,814507
46,21	39,96	6,25	12,09336	11,339679	0,753678827	0,124553	39,82287	0,300137	1,500683
46,21	41,21	5	12,09336	11,4922238	0,601134072	0,124553	39,82287	0,239389	1,196944
46,21	42,46	3,75	12,09336	11,6400283	0,453329547	0,124553	39,82287	0,180529	0,902644
46,21	43,71	2,5	12,09336	11,7996776	0,293680294	0,124553	39,82287	0,116952	0,58476
46,21	44,96	1,25	12,09336	11,954493	0,138864875	0,124553	39,82287	0,0553	0,2765

### Perbandingan Rate of Settlement untuk $q=26,95 \text{ t/m}^2$ pada Zona 3

TEBAL LAPISAN TERKONSOLIDASI			SETTLEMENT AKIBAT TIMBUNAN			SETELAH 20 TAHUN			RATE OF SETTLEMENT
Total (m)	Kedalaman PVD(m)	Dibawah PVD (m)	Total (m)	Sedalam PVD (m)	Sisa settlemen(m)	Tv	Uv(%)	sett(m)	( cm/ tahun )
52,28	22,28	30	9,106703	5,16233521	3,944367305	0,089552	33,76704	1,331896	6,659481
52,28	23,53	28,75	9,106703	5,37077815	3,735924365	0,089552	33,76704	1,261511	6,307556
52,28	24,78	27,5	9,106703	5,56930726	3,537395251	0,089552	33,76704	1,194474	5,972368
52,28	26,03	26,25	9,106703	5,82352127	3,283181249	0,089552	33,76704	1,108633	5,543166
52,28	27,28	25	9,106703	6,06896184	3,03774068	0,089552	33,76704	1,025755	5,128776
52,28	28,53	23,75	9,106703	6,30623397	2,800468541	0,089552	33,76704	0,945635	4,728177
52,28	29,78	22,5	9,106703	6,53588013	2,570822387	0,089552	33,76704	0,868091	4,340453
52,28	31,03	21,25	9,106703	6,75838872	2,348313794	0,089552	33,76704	0,792956	3,96478
52,28	32,28	20	9,106703	6,97420126	2,132501256	0,089552	33,76704	0,720083	3,600413
52,28	33,53	18,75	9,106703	7,18371828	1,922984237	0,089552	33,76704	0,649335	3,246674
52,28	34,78	17,5	9,106703	7,38730436	1,71939815	0,089552	33,76704	0,58059	2,902949
52,28	36,03	16,25	9,106703	7,53419877	1,572503741	0,089552	33,76704	0,530988	2,65494
52,28	37,28	15	9,106703	7,67591031	1,430792208	0,089552	33,76704	0,483136	2,415681
52,28	38,53	13,75	9,106703	7,81279836	1,293904156	0,089552	33,76704	0,436913	2,184566
52,28	39,78	12,5	9,106703	7,94518534	1,161517178	0,089552	33,76704	0,39221	1,96105
52,28	41,03	11,25	9,106703	8,07336165	1,03334087	0,089552	33,76704	0,348929	1,744643
52,28	42,28	10	9,106703	8,19742628	0,909276233	0,089552	33,76704	0,307036	1,535178
52,28	43,53	8,75	9,106703	8,33146255	0,775239962	0,089552	33,76704	0,261776	1,308878
52,28	44,78	7,5	9,106703	8,46161343	0,645089085	0,089552	33,76704	0,217827	1,089137

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

**PERHITUNGAN PENINGKATAN NILAI Cu ZONA 1**  
**H=7 m**

Kedalaman meter	$\Sigma\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
2,90-3,75	0,523	41				
3,75-5,00	0,648	41				
5,00-6,25	0,773	41				
6,25-7,50	0,898	41				
7,50-8,75	1,023	58	0,11	0,15	0,15	14,8
8,75-10,00	1,148	58	0,12	0,15	0,15	15,4
10,00-11,25	1,273	58	0,12	0,16	0,16	16,0
11,25-12,50	1,398	58	0,13	0,17	0,17	16,6
12,50-13,75	1,523	35,6				
13,75-15,00	1,648	35,6				
15,00-16,25	1,773	35,6	0,25	0,24	0,25	25,0
16,25-17,50	1,898	35,6	0,25	0,25	0,25	25,0
17,50-18,75	2,023	35,6	0,25	0,26	0,26	25,6
18,75-20,00	2,148	35,6	0,25	0,27	0,27	26,8
20,00-21,25	2,273	35,6	0,3	0,28	0,30	30,0
21,25-22,50	2,398	35,6	0,3	0,29	0,30	30,0
22,50-23,75	2,523	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
23,75-25,00	2,648	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
25,00-26,25	2,773	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
26,25-27,50	2,898	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
27,50-28,75	3,023	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
28,75-30,00	3,148	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
30,00-31,25	3,273	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
31,25-32,50	3,398	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
32,50-33,75	3,523	44,5	0,3	0,35	0,35	34,6
33,75-35,00	3,648	44,5	0,3	0,36	0,36	35,7
35,00-36,25	3,773	44,5	0,3	0,37	0,37	36,8
36,25-37,50	3,898	44,5	0,3	0,38	0,38	37,9
37,50-38,75	4,023	44,5	0,37	0,39	0,39	39,0
38,75-40,00	0,000	44,5	0,37	0,40	0,40	40,2
40,00-41,25	0,000	47	0,37	0,40	0,40	40,1
41,25-42,50	0,640	47	0,37	0,41	0,41	41,2
42,50-43,75	0,690	47	0,37	0,42	0,42	42,3

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :

Untuk tinggi timbunan 7,5 m, SF=1,344 > SF rencana = 1,3

Untuk tinggi timbunan 8,0 m, SF=1,282 < SF rencana = 1,3

**H=7,5 m**

Kedalaman meter	$\Sigma \sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
2,90-3,75	0,470	41				
3,75-5,00	0,561	41				
5,00-6,25	0,656	41				
6,25-7,50	0,743	41				
7,50-8,75	0,817	58	0,11	0,15	0,15	15,3
8,75-10,00	0,880	58	0,12	0,16	0,16	15,9
10,00-11,25	0,944	58	0,12	0,17	0,17	16,5
11,25-12,50	1,007	58	0,13	0,17	0,17	17,2
12,50-13,75	1,093	35,6				
13,75-15,00	1,203	35,6				
15,00-16,25	1,290	35,6	0,25	0,25	0,25	25,0
16,25-17,50	1,353	35,6	0,25	0,25	0,25	25,4
17,50-18,75	1,429	35,6	0,25	0,26	0,26	26,4
18,75-20,00	1,518	35,6	0,25	0,28	0,28	27,6
20,00-21,25	1,607	35,6	0,3	0,29	0,30	30,0
21,25-22,50	1,696	35,6	0,3	0,30	0,30	30,0
22,50-23,75	1,775	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
23,75-25,00	1,845	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
25,00-26,25	1,915	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
26,25-27,50	1,986	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
27,50-28,75	2,056	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
28,75-30,00	2,126	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
30,00-31,25	2,196	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
31,25-32,50	2,266	59,5	0,3	0,29	0,30	30,0
32,50-33,75	2,348	44,5	0,3	0,35	0,35	35,3
33,75-35,00	2,442	44,5	0,3	0,36	0,36	36,4
35,00-36,25	2,536	44,5	0,3	0,37	0,37	37,5
36,25-37,50	2,629	44,5	0,3	0,39	0,39	38,6
37,50-38,75	2,723	44,5	0,37	0,40	0,40	39,7
38,75-40,00	2,817	44,5	0,37	0,41	0,41	40,8
40,00-41,25	2,911	47	0,37	0,41	0,41	40,8
41,25-42,50	3,005	47	0,37	0,42	0,42	41,9
42,50-43,75	3,099	47	0,37	0,43	0,43	42,9

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :

Untuk tinggi timbunan 8,0 m, SF=1,305 > SF rencana = 1,3

Karena nilai SF terlalu mepet dengan SF rencana, maka dilakukan pengecekan peningkatan nilai Cu pada tahap selanjutnya.



## H=8 m

Kedalaman meter	$\Sigma\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
2,90-3,75	0,530	41				
3,75-5,00	0,621	41				
5,00-6,25	0,716	41				
6,25-7,50	0,803	41				
7,50-8,75	0,877	58	0,11	0,16	0,16	15,9
8,75-10,00	0,940	58	0,12	0,17	0,17	16,5
10,00-11,25	1,004	58	0,12	0,17	0,17	17,1
11,25-12,50	1,067	58	0,13	0,18	0,18	17,7
12,50-13,75	1,153	35,6				
13,75-15,00	1,263	35,6				
15,00-16,25	1,350	35,6	0,25	0,25	0,25	25,3
16,25-17,50	1,413	35,6	0,25	0,26	0,26	26,2
17,50-18,75	1,489	35,6	0,25	0,27	0,27	27,2
18,75-20,00	1,578	35,6	0,25	0,28	0,28	28,4
20,00-21,25	1,667	35,6	0,3	0,30	0,30	30,0
21,25-22,50	1,756	35,6	0,3	0,31	0,31	30,7
22,50-23,75	1,835	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
23,75-25,00	1,905	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
25,00-26,25	1,976	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
26,25-27,50	2,046	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
27,50-28,75	2,116	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
28,75-30,00	2,186	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
30,00-31,25	2,256	59,5	0,3	0,29	0,30	30,0
31,25-32,50	2,326	59,5	0,3	0,29	0,30	30,0
32,50-33,75	2,408	44,5	0,3	0,36	0,36	36,0
33,75-35,00	2,502	44,5	0,3	0,37	0,37	37,1
35,00-36,25	2,596	44,5	0,3	0,38	0,38	38,2
36,25-37,50	2,690	44,5	0,3	0,39	0,39	39,3
37,50-38,75	2,784	44,5	0,37	0,40	0,40	40,4
38,75-40,00	2,877	44,5	0,37	0,42	0,42	41,6
40,00-41,25	2,971	47	0,37	0,41	0,41	41,5
41,25-42,50	3,065	47	0,37	0,43	0,43	42,6
42,50-43,75	3,159	47	0,37	0,44	0,44	43,6

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :  
Untuk tinggi timbunan 8,5 m,  $SF=1,276 < SF \text{ rencana} = 1,3$   
Maka penimbunan harus ditunda.

## PERHITUNGAN PENINGKATAN NILAI Cu ZONA 2

H=4,5 m

Kedalaman meter	$\Sigma\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
1,54 - 2,50	0,211	41	0,08	0,10	0,10	10,0
2,90-3,75	0,273	41	0,08	0,11	0,11	10,8
3,75-5,00	0,338	41	0,09	0,12	0,12	11,6
5,00-6,25	0,403	41	0,10	0,12	0,12	12,4
6,25-7,50	0,466	41	0,11	0,13	0,13	13,2
7,50-8,75	0,530	58	0,11	0,13	0,13	12,5
8,75-10,00	0,593	58	0,11	0,13	0,13	13,1
10,00-11,25	0,656	58	0,12	0,14	0,14	13,7
11,25-12,50	0,719	58	0,12	0,14	0,14	14,4
12,50-13,75	0,782	35,6	0,15	0,18	0,18	17,8
13,75-15,00	0,844	35,6	0,16	0,19	0,19	18,6
15,00-16,25	0,929	35,6				
16,25-17,50	1,036	35,6				
17,50-18,75	1,134	35,6	0,25	0,21	0,25	25,0
18,75-20,00	1,223	35,6	0,25	0,22	0,25	25,0
20,00-21,25	1,311	35,6	0,3	0,24	0,30	30,0
21,25-22,50	1,400	35,6	0,3	0,25	0,30	30,0
22,50-23,75	1,480	59,5	0,3	0,21	0,30	30,0
23,75-25,00	1,550	59,5	0,3	0,21	0,30	30,0
25,00-26,25	1,620	59,5	0,3	0,22	0,30	30,0
26,25-27,50	1,690	59,5	0,3	0,23	0,30	30,0
27,50-28,75	1,760	59,5	0,3	0,23	0,30	30,0
28,75-30,00	1,830	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
30,00-31,25	1,900	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
31,25-32,50	1,970	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
32,50-33,75	2,052	44,5	0,3	0,31	0,31	30,8
33,75-35,00	2,146	44,5	0,3	0,32	0,32	31,8
35,00-36,25	2,240	44,5	0,3	0,33	0,33	32,9
36,25-37,50	2,334	44,5	0,3	0,34	0,34	34,0
37,50-38,75	2,428	44,5	0,37	0,35	0,37	37,0
38,75-40,00	2,522	44,5	0,37	0,36	0,37	37,0
40,00-41,25	2,615	47	0,37	0,36	0,37	37,0
41,25-42,50	2,709	47	0,37	0,37	0,37	37,4
42,50-43,75	2,803	47	0,37	0,38	0,38	38,5

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :

Untuk tinggi timbunan 5,0 m, SF=1,261 < SF rencana = 1,3

Maka penimbunan harus ditunda.

## PERHITUNGAN PENINGKATAN NILAI Cu ZONA 3

**H=5,0 m**

Kedalaman meter	$\Sigma\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
0,22-1,25	0,351	41				
1,25-2,50	0,455	41				
2,50-3,75	0,542	41	0,10	0,14	0,14	14,1
3,75-5,00	0,606	41	0,11	0,15	0,15	14,9
5,00-6,25	0,670	41	0,12	0,16	0,16	15,7
6,25-7,50	0,733	41	0,12	0,16	0,16	16,5
7,50-8,75	0,796	58	0,12	0,15	0,15	15,1
8,75-10,00	0,859	58	0,13	0,16	0,16	15,7
10,00-11,25	0,922	58	0,13	0,16	0,16	16,3
11,25-12,50	0,985	58	0,14	0,17	0,17	16,9
12,50-13,75	1,048	35,6	0,17	0,21	0,21	21,3
13,75-15,00	1,111	35,6	0,18	0,22	0,22	22,2
15,00-16,25	1,196	35,6				
16,25-17,50	1,303	35,6				
17,50-18,75	1,400	35,6	0,25	0,26	0,26	26,0
18,75-20,00	1,489	35,6	0,25	0,27	0,27	27,2
20,00-21,25	1,578	35,6	0,3	0,28	0,30	30,0
21,25-22,50	1,667	35,6	0,3	0,30	0,30	30,0
22,50-23,75	1,747	59,5	0,3	0,24	0,30	30,0
23,75-25,00	1,817	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
25,00-26,25	1,887	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
26,25-27,50	1,957	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
27,50-28,75	2,028	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
28,75-30,00	2,098	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
30,00-31,25	2,168	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
31,25-32,50	2,238	59,5	0,3	0,29	0,30	30,0
32,50-33,75	2,320	44,5	0,3	0,35	0,35	34,9
33,75-35,00	2,414	44,5	0,3	0,36	0,36	36,0
35,00-36,25	2,508	44,5	0,3	0,37	0,37	37,2
36,25-37,50	2,601	44,5	0,3	0,38	0,38	38,3
37,50-38,75	2,695	44,5	0,37	0,39	0,39	39,4
38,75-40,00	2,789	44,5	0,37	0,41	0,41	40,5
40,00-41,25	2,883	47	0,37	0,40	0,40	40,5
41,25-42,50	2,977	47	0,37	0,42	0,42	41,5
42,50-43,75	3,071	47	0,37	0,43	0,43	42,6
43,75-45,00	3,164	47	0,37	0,44	0,44	43,7
45,00-46,25	3,259	47	0,39	0,45	0,45	44,8
46,25-47,50	3,356	47	0,39	0,46	0,46	45,9
47,50-48,75	3,452	23	0,39	0,60	0,60	60,3
48,75-50,00	3,548	23	0,39	0,62	0,62	61,7

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :

Untuk tinggi timbunan 5,5 m, SF=1,33 > SF rencana = 1,3

**H=5,5 m**

Kedalaman meter	$\Sigma\sigma'$ kg/cm <sup>2</sup>	PI	Cu lama kg/m <sup>2</sup>	Cu baru kg/cm <sup>2</sup>	Cu Pakai kg/cm <sup>2</sup>	Cu pakai kPa
0,22-1,25	0,412	41				
1,25-2,50	0,515	41				
2,50-3,75	0,602	41	0,10	0,15	0,15	14,9
3,75-5,00	0,666	41	0,11	0,16	0,16	15,7
5,00-6,25	0,730	41	0,12	0,16	0,16	16,5
6,25-7,50	0,794	41	0,12	0,17	0,17	17,2
7,50-8,75	0,857	58	0,12	0,16	0,16	15,7
8,75-10,00	0,920	58	0,13	0,16	0,16	16,3
10,00-11,25	0,983	58	0,13	0,17	0,17	16,9
11,25-12,50	1,046	58	0,14	0,18	0,18	17,5
12,50-13,75	1,109	35,6	0,17	0,22	0,22	22,1
13,75-15,00	1,172	35,6	0,18	0,23	0,23	23,0
15,00-16,25	1,257	35,6				
16,25-17,50	1,363	35,6				
17,50-18,75	1,461	35,6	0,25	0,27	0,27	26,8
18,75-20,00	1,550	35,6	0,25	0,28	0,28	28,0
20,00-21,25	1,639	35,6	0,3	0,29	0,30	30,0
21,25-22,50	1,728	35,6	0,3	0,30	0,30	30,4
22,50-23,75	1,808	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
23,75-25,00	1,878	59,5	0,3	0,25	0,30	30,0
25,00-26,25	1,948	59,5	0,3	0,26	0,30	30,0
26,25-27,50	2,018	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
27,50-28,75	2,088	59,5	0,3	0,27	0,30	30,0
28,75-30,00	2,159	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
30,00-31,25	2,229	59,5	0,3	0,28	0,30	30,0
31,25-32,50	2,299	59,5	0,3	0,29	0,30	30,0
32,50-33,75	2,381	44,5	0,3	0,36	0,36	35,7
33,75-35,00	2,475	44,5	0,3	0,37	0,37	36,8
35,00-36,25	2,569	44,5	0,3	0,38	0,38	37,9
36,25-37,50	2,662	44,5	0,3	0,39	0,39	39,0
37,50-38,75	2,756	44,5	0,37	0,40	0,40	40,1
38,75-40,00	2,850	44,5	0,37	0,41	0,41	41,2
40,00-41,25	2,944	47	0,37	0,41	0,41	41,2
41,25-42,50	3,038	47	0,37	0,42	0,42	42,2
42,50-43,75	3,132	47	0,37	0,43	0,43	43,3
43,75-45,00	3,225	47	0,37	0,44	0,44	44,4
45,00-46,25	3,320	47	0,39	0,45	0,45	45,5
46,25-47,50	3,417	47	0,39	0,47	0,47	46,6
47,50-48,75	3,513	23	0,39	0,61	0,61	61,2
48,75-50,00	3,609	23	0,39	0,63	0,63	62,7

Dengan nilai Cu diatas, hasil XSTABL adalah sebagai berikut :  
Untuk tinggi timbunan 6,0 m, SF=1,27 < SF rencana = 1,3  
Maka penimbunan harus ditunda.

**PERHITUNGAN JUMLAH DAN PANJANG GEOTEXTILE (ZONA 1)**

No. Lapis	Jumlah lembar/ lapis	Hi (m)	Ti (m)	Mri (kNm)	$\Sigma \Delta Mr$ (kNm)	$\sigma_1 = \sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	Le (m)	Ldepan (m)	Ltotal (m)	L pembulatan (m)	L pasang (m)
1	2	13,9	39,34	5911,34	5911,34	107,9257	1,131228	66,539	67,671	67,7	70
2	2	13,65	39,09	5873,78	11785,12	105,9846	1,151947	65,984	67,136	67,2	70
3	2	13,4	38,84	5836,21	17621,34	104,0435	1,173438	65,427	66,601	66,7	70
4	2	13,15	38,59	5798,65	23419,98	102,1024	1,195747	64,868	66,064	66,1	70
5	2	12,9	38,34	5761,08	29181,07	100,1613	1,21892	64,307	65,526	65,6	70
6	2	12,65	38,09	5723,52	34904,58	98,22019	1,24301	63,745	64,988	65,0	65
7	2	12,4	37,84	5685,95	40590,53	96,27908	1,26807	63,180	64,448	64,5	65
8	2	12,15	37,59	5648,38	46238,92	94,33797	1,294162	62,613	63,907	64,0	65
9	2	11,9	37,34	5610,82	51849,74	92,39686	1,321351	62,045	63,366	63,4	65
10	2	11,65	37,09	5573,25	57422,99	90,45575	1,349706	61,474	62,824	62,9	65
11	2	11,4	36,84	5535,69	62958,68	88,51464	1,379305	60,902	62,282	62,3	65
12	2	11,15	36,59	5498,12	68456,80	86,57353	1,410231	60,328	61,738	61,8	65
13	2	10,9	36,34	5460,56	73917,36	84,63242	1,442576	59,753	61,195	61,2	65
14	2	10,65	36,09	5422,99	79340,35	82,69131	1,476439	59,175	60,651	60,7	65
15	2	10,4	35,84	5385,42	84725,77	80,7502	1,51193	58,596	60,108	60,2	65
16	2	10,15	35,59	5347,86	90073,63	78,80909	1,54917	58,015	59,564	59,6	60
17	2	9,9	35,34	5310,29	95383,92	76,86798	1,58829	57,432	59,020	59,1	60
18	2	9,65	35,09	5272,73	100656,65	74,92687	1,629438	56,848	58,477	58,5	60
19	2	9,4	34,84	5235,16	105891,81	72,98576	1,672774	56,262	57,934	58,0	60
20	2	9,15	34,59	5197,60	111089,41	71,04465	1,718478	55,674	57,392	57,4	60
21	2	8,9	34,34	5160,03	116249,44	69,10353	1,76675	55,084	56,851	56,9	60
22	2	8,65	34,09	5122,46	121371,90	67,16242	1,817812	54,493	56,311	56,4	60
23	2	8,4	33,84	5084,90	126456,80	65,22131	1,871913	53,901	55,773	55,8	60
24	2	8,15	33,59	5047,33	131504,13	63,2802	1,929334	53,306	55,236	55,3	60
25	2	7,9	33,34	5009,77	136513,90	61,33909	1,990389	52,710	54,701	54,8	55
26	2	7,65	33,09	4972,20	141486,10	59,39798	2,055434	52,113	54,168	54,2	55
27	1	7,4	32,84	2467,32	143953,42	57,45687	1,062437	51,514	52,576	52,6	55
28	1	7,15	32,59	2448,53	146401,95	55,51576	1,099586	50,913	52,013	52,1	55
29	1	6,9	32,34	2429,75	148831,71	53,57465	1,139426	50,311	51,451	51,5	55
30	1	6,65	32,09	2410,97	151242,67	51,63354	1,182261	49,708	50,890	50,9	55
31	1	6,4	31,84	2392,19	153634,86	49,69243	1,228443	49,102	50,331	50,4	55
32	1	6,15	31,59	2373,40	156008,26	47,75132	1,27838	48,496	49,774	49,8	55
33	1	5,9	31,34	2354,62	158362,89	45,81021	1,332549	47,888	49,220	49,3	55
34	1	5,65	31,09	2335,84	160698,72	43,8691	1,391511	47,278	48,669	48,7	55
TOTAL	60	lembar	$\Sigma \Delta Mr =$	160698,72							

**PERHITUNGAN JUMLAH DAN PANJANG GEOTEXTILE (ZONA 2)**

No. Lapis	Jumlah lembar/ lapis	Hi (m)	Ti (m)	Mri (kNm)	$\Sigma \Delta Mr$ (kNm)	$\sigma_1 = \sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	Le (m)	Ldepan (m)	Ltotal (m)	L pembulatan (m)	L pasang (m)
1	3	18,6	27,3	6153,27	6153,27	144,419	1,26807	54,830	56,098	56,1	57
2	3	18,35	27,05	6096,92	12250,19	142,478	1,28535	54,274	55,560	55,6	57
3	3	18,1	26,8	6040,57	18290,76	140,536	1,3031	53,712	55,015	55,1	57
4	3	17,85	26,55	5984,22	24274,98	138,595	1,32135	53,148	54,469	54,5	57
5	3	17,6	26,3	5927,87	30202,85	136,654	1,34012	52,581	53,921	54,0	57
6	3	17,35	26,05	5871,53	36074,38	134,713	1,35943	52,011	53,370	53,4	57
7	3	17,1	25,8	5815,18	41889,56	132,772	1,3793	51,438	52,818	52,9	57
8	3	16,85	25,55	5758,83	47648,38	130,831	1,39977	50,863	52,263	52,3	57
9	3	16,6	25,3	5702,48	53350,86	128,89	1,42085	50,286	51,707	51,8	57
10	3	16,35	25,05	5646,13	58996,99	126,949	1,44258	49,706	51,148	51,2	57
11	3	16,1	24,8	5589,78	64586,78	125,008	1,46498	49,124	50,588	50,6	57
12	3	15,85	24,55	5533,43	70120,21	123,066	1,48808	48,539	50,027	50,1	57
13	3	15,6	24,3	5477,08	75597,30	121,125	1,51193	47,951	49,463	49,5	50
14	3	15,35	24,05	5420,74	81018,03	119,184	1,53655	47,362	48,898	48,9	50
15	3	15,1	23,8	5364,39	86382,42	117,243	1,56199	46,770	48,332	48,4	50
16	3	14,85	23,55	5308,04	91690,46	115,302	1,58829	46,176	47,764	47,8	50
17	3	14,6	23,3	5251,69	96942,15	113,361	1,61549	45,579	47,195	47,2	50
18	3	14,35	23,05	5195,34	102137,49	111,42	1,64363	44,980	46,624	46,7	50
19	3	14,1	22,8	5138,99	107276,48	109,479	1,67277	44,379	46,052	46,1	50
20	3	13,85	22,55	5082,64	112359,13	107,538	1,70297	43,776	45,479	45,5	50
21	2	13,6	22,3	3350,86	115709,99	105,596	1,73618	43,171	44,327	44,4	45
22	2	13,35	22,05	3313,30	119023,29	103,655	1,77783	42,563	43,741	43,8	45
23	2	13,1	21,8	3275,73	122299,02	101,714	1,20031	41,954	43,154	43,2	45
24	2	12,85	21,55	3238,17	125537,19	99,7731	1,22366	41,342	42,566	42,6	45
25	2	12,6	21,3	3200,60	128737,79	97,832	1,24794	40,729	41,976	42,0	45
26	2	12,35	21,05	3163,04	131900,83	95,8909	1,2732	40,113	41,386	41,4	45
27	2	12,1	20,8	3125,47	135026,30	93,9497	1,29951	39,495	40,794	40,8	45
28	2	11,85	20,55	3087,90	138114,20	92,0086	1,32693	38,875	40,202	40,3	45
29	2	11,6	20,3	3050,34	141164,54	90,0675	1,35552	38,253	39,609	39,7	40
30	2	11,35	20,05	3012,77	144177,31	88,1264	1,38538	37,629	39,015	39,1	40
31	2	11,1	19,8	2975,21	147152,52	86,1853	1,41658	37,004	38,420	38,5	40
32	2	10,85	19,55	2937,64	150090,16	84,2442	1,44922	36,376	37,825	37,9	40
33	2	10,6	19,3	2900,08	152990,23	82,3031	1,4834	35,746	37,230	37,3	40
34	2	10,35	19,05	2862,51	155852,74	80,362	1,51923	35,115	36,634	36,7	40
35	2	10,1	18,8	2824,94	158677,69	78,4209	1,55684	34,481	36,038	36,1	40
36	2	9,85	18,55	2787,38	161465,06	76,4798	1,59635	33,846	35,443	35,5	40
37	2	9,6	18,3	2749,81	164214,88	74,5386	1,63792	33,209	34,847	34,9	35
38	2	9,35	18,05	2712,25	166927,12	72,5975	1,68172	32,570	34,252	34,3	35
39	2	9,1	17,8	2674,68	169601,80	70,6564	1,72792	31,929	33,657	33,7	35
40	2	8,85	17,55	2637,11	172238,92	68,7153	1,77673	31,287	33,064	33,1	35
41	2	8,6	17,3	2599,55	174838,47	66,7742	1,82838	30,642	32,471	32,5	35
42	2	8,35	17,05	2561,98	177400,45	64,8331	1,88312	29,996	31,879	31,9	35
43	2	8,1	16,8	2524,42	179924,87	62,892	1,94124	29,348	31,290	31,3	35
44	2	7,85	16,55	2486,85	182411,72	60,9509	2,00307	28,699	30,702	30,8	35
45	2	7,6	16,3	2449,29	184861,01	59,0098	2,06896	28,047	30,116	30,2	35
46	2	7,35	16,05	2411,72	187272,73	57,0686	2,13933	27,394	29,533	29,6	30
47	2	7,1	15,8	2374,15	189646,88	55,1275	2,21466	26,739	28,954	29,0	30
48	2	6,85	15,55	2336,59	191983,47	53,1864	2,29549	26,083	28,378	28,4	30
49	2	6,6	15,3	2299,02	194282,49	51,2453	2,38244	25,425	27,807	27,9	30
50	2	6,35	15,05	2261,46	196543,95	49,3042	2,47623	24,765	27,241	27,3	30
51	2	6,1	14,8	2223,89	198767,84	47,3631	2,57772	24,103	26,681	26,7	30
52	2	5,85	14,55	2186,33	200954,17	45,422	2,68788	23,440	26,128	26,2	30
53	2	5,6	14,3	2148,76	203102,93	43,4809	2,80787	22,690	25,498	25,5	30
TOTAL	88	lembar	$\Sigma \Delta Mr =$	203102,93							

**PERHITUNGAN JUMLAH DAN PANJANG GEOTEXTILE (ZONA 3)**

No. Lapis	Jumlah lembar/ lapis	Hi (m)	Ti (m)	Mri (kNm)	$\sum \Delta Mr$ (kNm)	$\sigma_1 = \sigma_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	Le (m)	Ldepan (m)	Ltotal (m)	L pembulatan (m)	L pasang (m)
1	2	15,83	41,71	6267,47	6267,47	122,911	0,99331	62,136	63,130	63,2	65
2	2	15,58	41,46	6229,90	12497,37	120,97	1,00925	61,635	62,644	62,7	65
3	2	15,33	41,21	6192,34	18689,71	119,029	1,02571	61,131	62,156	62,2	65
4	2	15,08	40,96	6154,77	24844,48	117,088	1,04271	60,623	61,666	61,7	65
5	2	14,83	40,71	6117,21	30961,68	115,147	1,06029	60,113	61,174	61,2	65
6	2	14,58	40,46	6079,64	37041,32	113,206	1,07847	59,601	60,679	60,7	65
7	2	14,33	40,21	6042,07	43083,40	111,264	1,09728	59,085	60,182	60,2	65
8	2	14,08	39,96	6004,51	49087,90	109,323	1,11677	58,567	59,683	59,7	60
9	2	13,83	39,71	5966,94	55054,85	107,382	1,13695	58,046	59,183	59,2	60
10	2	13,58	39,46	5929,38	60984,22	105,441	1,15788	57,522	58,680	58,7	60
11	2	13,33	39,21	5891,81	66876,03	103,5	1,1796	56,996	58,175	58,2	60
12	2	13,08	38,96	5854,24	72730,28	101,559	1,20215	56,467	57,669	57,7	60
13	2	12,83	38,71	5816,68	78546,96	99,6178	1,22557	55,936	57,161	57,2	60
14	2	12,58	38,46	5779,11	84326,07	97,6767	1,24993	55,402	56,652	56,7	60
15	2	12,33	38,21	5741,55	90067,62	95,7356	1,27527	54,866	56,141	56,2	60
16	2	12,08	37,96	5703,98	95771,60	93,7945	1,30166	54,328	55,629	55,7	60
17	2	11,83	37,71	5666,42	101438,02	91,8533	1,32917	53,787	55,116	55,2	60
18	2	11,58	37,46	5628,85	107066,87	89,9122	1,35786	53,244	54,601	54,7	55
19	2	11,33	37,21	5591,28	112658,15	87,9711	1,38783	52,698	54,086	54,1	55
20	2	11,08	36,96	5553,72	118211,87	86,03	1,41914	52,150	53,569	53,6	55
21	2	10,83	36,71	5516,15	123728,02	84,0889	1,4519	51,600	53,052	53,1	55
22	2	10,58	36,46	5478,59	129206,61	82,1478	1,48621	51,048	52,534	52,6	55
23	2	10,33	36,21	5441,02	134647,63	80,2067	1,52218	50,494	52,016	52,1	55
24	2	10,08	35,96	5403,46	140051,09	78,2656	1,55993	49,937	51,497	51,5	55
25	2	9,83	35,71	5365,89	145416,98	76,3245	1,5996	49,378	50,978	51,0	55
26	2	9,58	35,46	5328,32	150745,30	74,3834	1,64134	48,817	50,459	50,5	55
27	2	9,33	35,21	5290,76	156036,06	72,4422	1,68532	48,255	49,940	50,0	50
28	2	9,08	34,96	5253,19	161289,26	70,5011	1,73173	47,690	49,421	49,5	50
29	2	8,83	34,71	5215,63	166504,88	68,56	1,78076	47,123	48,903	49,0	50
30	2	8,58	34,46	5178,06	171682,95	66,6189	1,83264	46,554	48,386	48,4	50
31	2	8,33	34,21	5140,50	176823,44	64,6778	1,88764	45,983	47,870	47,9	50
32	2	8,08	33,96	5102,93	181926,37	62,7367	1,94605	45,410	47,356	47,4	50
33	2	7,83	33,71	5065,36	186991,74	60,7956	2,00818	44,835	46,843	46,9	50
34	2	7,58	33,46	5027,80	192019,53	58,8545	2,07442	44,258	46,333	46,4	50
35	2	7,33	33,21	4990,23	197009,77	56,9134	2,14517	43,679	45,825	45,9	50
36	2	7,08	32,96	4952,67	201962,43	54,9723	2,22091	43,099	45,320	45,4	50
37	2	6,83	32,71	4915,10	206877,54	53,0311	2,30221	42,517	44,819	44,9	45
38	2	6,58	32,46	4877,54	211755,07	51,09	2,38968	41,932	44,322	44,4	45
39	2	6,33	32,21	4839,97	216595,04	49,1489	2,48406	41,346	43,830	43,9	45
40	1	6,08	31,96	2401,20	218996,24	47,2078	1,2931	40,758	42,051	42,1	45
41	1	5,83	31,71	2382,42	221378,66	45,2667	1,34855	40,169	41,517	41,6	45
42	1	5,58	31,46	2363,64	223742,30	43,3256	1,40897	39,577	40,986	41,0	45
TOTAL	68	lembar	$\sum \Delta Mr =$	223742,30							



**PERHITUNGAN KEBUTUHAN GEOTEXTILE (ZONA 1)**

No. Lapis	Jumlah lembar/ lapis	L pasang (m)	Lebar Pemasangan (m)	Luas Geotextile (m <sup>2</sup> )
1	2	70	202,5	28350
2	2	70	202,5	28350
3	2	70	202,5	28350
4	2	70	202,5	28350
5	2	70	202,5	28350
6	2	65	202,5	26325
7	2	65	202,5	26325
8	2	65	202,5	26325
9	2	65	202,5	26325
10	2	65	202,5	26325
11	2	65	202,5	26325
12	2	65	202,5	26325
13	2	65	202,5	26325
14	2	65	202,5	26325
15	2	65	202,5	26325
16	2	60	202,5	24300
17	2	60	202,5	24300
18	2	60	202,5	24300
19	2	60	202,5	24300
20	2	60	202,5	24300
21	2	60	202,5	24300
22	2	60	202,5	24300
23	2	60	202,5	24300
24	2	60	202,5	24300
25	2	55	202,5	22275
26	2	55	202,5	22275
27	1	55	202,5	11137,5
28	1	55	202,5	11137,5
29	1	55	202,5	11137,5
30	1	55	202,5	11137,5
31	1	55	202,5	11137,5
32	1	55	202,5	11137,5
33	1	55	202,5	11137,5
34	1	55	202,5	11137,5
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>Total Luas Geotextile</b>		<b>757350</b>

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN GEOTEXTILE (ZONA 2)**

No. Lapis	Jumlah lembar/lapis	L pasang (m)	Lebar pemasangan (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	3	57	202,5	34627,5
2	3	57	202,5	34627,5
3	3	57	202,5	34627,5
4	3	57	202,5	34627,5
5	3	57	202,5	34627,5
6	3	57	202,5	34627,5
7	3	57	202,5	34627,5
8	3	57	202,5	34627,5
9	3	57	202,5	34627,5
10	3	57	202,5	34627,5
11	3	57	202,5	34627,5
12	3	57	202,5	34627,5
13	3	50	202,5	30375
14	3	50	202,5	30375
15	3	50	202,5	30375
16	3	50	202,5	30375
17	3	50	202,5	30375
18	3	50	202,5	30375
19	3	50	202,5	30375
20	3	50	202,5	30375
21	2	45	202,5	18225
22	2	45	202,5	18225
23	2	45	202,5	18225
24	2	45	202,5	18225
25	2	45	202,5	18225
26	2	45	202,5	18225
27	2	45	202,5	18225
28	2	45	202,5	18225
29	2	40	202,5	16200
30	2	40	202,5	16200
31	2	40	202,5	16200
32	2	40	202,5	16200
33	2	40	202,5	16200
34	2	40	202,5	16200
35	2	40	202,5	16200
36	2	40	202,5	16200
37	2	35	202,5	14175
38	2	35	202,5	14175
39	2	35	202,5	14175
40	2	35	202,5	14175
41	2	35	202,5	14175
42	2	35	202,5	14175
43	2	35	202,5	14175
44	2	35	202,5	14175
45	2	35	202,5	14175
46	2	30	202,5	12150
47	2	30	202,5	12150
48	2	30	202,5	12150
49	2	30	202,5	12150
50	2	30	202,5	12150
51	2	30	202,5	12150
52	2	30	202,5	12150
53	2	30	202,5	12150
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>	<b>Total Luas Geotextile</b>		<b>1158705</b>

**PERHITUNGAN KEBUTUHAN GEOTEXTILE (ZONA 3)**

No. Lapis	Jumlah lembar/ lapis	L pasang (m)	Panjang pemasangan (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	2	65	805	104650
2	2	65	805	104650
3	2	65	805	104650
4	2	65	805	104650
5	2	65	805	104650
6	2	65	805	104650
7	2	65	805	104650
8	2	60	805	96600
9	2	60	805	96600
10	2	60	805	96600
11	2	60	805	96600
12	2	60	805	96600
13	2	60	805	96600
14	2	60	805	96600
15	2	60	805	96600
16	2	60	805	96600
17	2	60	805	96600
18	2	55	805	88550
19	2	55	805	88550
20	2	55	805	88550
21	2	55	805	88550
22	2	55	805	88550
23	2	55	805	88550
24	2	55	805	88550
25	2	55	805	88550
26	2	55	805	88550
27	2	50	805	80500
28	2	50	805	80500
29	2	50	805	80500
30	2	50	805	80500
31	2	50	805	80500
32	2	50	805	80500
33	2	50	805	80500
34	2	50	805	80500
35	2	50	805	80500
36	2	50	805	80500
37	2	45	805	72450
38	2	45	805	72450
39	2	45	805	72450
40	1	45	805	36225
41	1	45	805	36225
42	1	45	805	36225
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>Total Luas Geotextile</b>		<b>3626525</b>