



TUGAS AKHIR (RC09-1380)

**OPTIMASI PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DASAR
DAN ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA AREA
REKLAMASI PROYEK PEMBANGUNAN PELABUHAN PETI
KEMAS KUALA TANJUNG, MEDAN (TAHAP I)**

KARIMATUNNISA'
NRP 3112 100 143

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 2016



FINAL PROJECT (RC09-1380)

**OPTIMIZATION DESIGN OF RECLAMATION AREA FOR
PROJECT OF CONTAINER PORT AT KUALA TANJUNG,
MEDAN (PHASE I) USING SOIL IMPROVEMENT METHOD
AND EMBANKMENT STABILITY ANALYSIS**

KARIMATUNNISA'
NRP 3112 100 143

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 2016

**OPTIMASI PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH
DASAR DAN ANALISA STABILITAS TANGGUL
PADA AREA REKLAMASI PROYEK
PEMBANGUNAN PELABUHAN PETI KEMAS
KUALA TANJUNG, MEDAN (TAHAP I)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Geoteknik
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

KARIMATUNNISA'
NRP. 3112 100 143

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Noor Endah, MSc, PhD..... (Pembimbing I)

2. Putu Tantri K S, ST, MT..... (Pembimbing II)



**SURABAYA
JULI, 2016**

**OPTIMASI PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH
DASAR DAN ANALISA STABILITAS TANGGUL PADA
AREA REKLAMASI PROYEK PEMBANGUNAN
PELABUHAN PETI KEMAS KUALA TANJUNG, MEDAN
(TAHAP I)**

Nama Mahasiswa : Karimatunnisa'
NRP : 3112100143
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Konsultasi I : Prof. Ir. Noor Endah, MSc., Ph.D
Dosen Konsultasi II : Putu Tantri Kumalasari, ST., MT

ABSTRAK

Pelabuhan Kuala Tanjung merupakan pelabuhan baru yang dibangun oleh Pelindo I. Pembangunan lapangan peti kemas ini berlokasi di Kabupaten Batubara, Sumatera Utara. Geometri lapangan penumpukan peti kemas pelabuhan memiliki luas 13 Ha dengan panjang 690 m dan lebar 191 m. Dari hasil penyelidikan tanah didapatkan tanah dasar pada area reklamasi tersebut merupakan tanah lempung lunak. Untuk itu diperlukan perbaikan tanah dasar dengan metode preloading sistem surcharge dan percepatan waktu pemampatan menggunakan PVD. Namun percepatan pemampatan dengan PVD yang banyak dilakukan adalah memasang PVD seluruh tanah lunak. Metode konvensional tersebut membutuhkan biaya yang besar diawal perencanaan, oleh karena itu studi ini bertujuan untuk mendapatkan biaya perencanaan awal yang paling ekonomis dan aman dengan menawarkan alternatif panjang pemasangan PVD sedalam 2/3, 1/3 tanah lunak serta alternatif perencanaan tanpa PVD. Pada perencanaan alternatif tersebut akan berpengaruh terhadap settlement yang terjadi selama area lapangan penumpukan peti kemas telah beroperasi.

Dengan adanya pemampatan sisa maka perlu dilakukan pelapisan kembali tanah di area lapangan penumpukan peti kemas untuk mendapatkan elevasi yang telah diinginkan.

Keempat alternatif tersebut akan menghasilkan perbandingan biaya material. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa untuk perencanaan yang membutuhkan biaya awal paling ekonomis adalah alternatif tanpa PVD yaitu sebesar Rp 64.643.166.602,88. Namun ketika pelabuhan petikemas baru beroperasi selama 2 tahun, pelapisan pertama harus dilakukan dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Opsi selanjutnya adalah alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak yang mempunyai biaya awal sebesar Rp 172.588.389.106,77. Biaya awal alternatif tersebut terkesan lebih mahal namun pelaksanaan pelapisan pertama dilakukan 6 tahun setelah lapangan petikemas beroperasi. Hal tersebut tidak terlalu memberatkan owner. Dari kedua pilihan tersebut owner dapat memilih alternatif mana yang diinginkan.

Perkuatan tanggul membutuhkan geotextile sebanyak 23 lapis untuk alternatif tanpa PVD sedangkan alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak membutuhkan geotextile sebanyak 28 lapis, jarak layer pemasangan yaitu 0,25 m. Sebagai struktur pelindung timbunan pada sisi laut digunakan sheetpile baja. Sheetpile dihitung tanpa anker. Profil sheet pile yang digunakan adalah Quadruple U Box Piles CAU tipe 25-4 dan dipancang sedalam 30 m.

Kata Kunci: Geotextile, Pelabuhan Kuala Tanjung, Preloading, PVD, Reklamasi, Turap Baja.

**OPTIMIZATION DESIGN OF RECLAMATION AREA
FOR PROJECT OF CONTAINER PORT AT KUALA
TANJUNG, MEDAN (PHASE I) USING SOIL
IMPROVEMENT METHOD AND EMBANKMENT
STABILITY ANALYSIS**

Name of Student : Karimatunnisa'
Student Number : 3112100143
Major Department : Civil Engineering Department
FTSP ITS
Supervisor I : Prof. Ir. Noor Endah, MSc., Ph.D
Supervisor II : Putu Tantri Kumalasari, ST., MT

ABSTRACT

Kuala Tanjung port is a new port that was built by Pelindo I. The construction of this container field is located in Batubara district, North Sumatra. Geometry of the port of the container stacking field is measuring 13 Ha, with 690 m of length and 191 m of width. According to the result of soil inspection, the subgrade soil in the reclamation area turns out to be made of soft clay. There need to be a reinforcement for the subgrade soil using surcharge preloading system method and acceleration of the compression time using PVD. But the acceleration of compression with PVD is mostly done by using PVD for the whole soft ground. This conventional method is costly in the early planning stage. The goal of this study is to find the safest and most economic cost for the early planning stage by providing an alternative PVD installing length as deep as 2/3 or 1/3 soft soil and also planning alternative without using PVD. These planning alternatives will affect the settlement in the container stacking field area while it is operating.

Because of the leftover compression, there needs to be a soil resurfacing in the container stacking field area to acquire the desired elevation. The four alternatives would result in the comparison of the material cost. Acquired from the calculation

can be known that the most cheapest plan is the alternative without PVD that is Rp 64.643.166.602,88. But, when a container port in operation for two years, the first overlaying should be done and need much cost. Next option is alternative which using PVD 1/3 soft soil it needs initial cost Rp 172.588.389.106,77. The initial cost of these alternatives seems more expensive but the first overlaying made six years later after the container port operations. From the two options the owner can choose the desired alternative.

23 layered geotextile for alternative without PVD and 28 layered geotextile for alternative which using PVD 1/3 soft soil is needed to strengthen the embankment with 0.25 installation ranged is used. Steel sheet pile is used as a protective structure for seaside heap. Sheet pile is counted without anchor. Profile of the sheet pile that's being used is Quadruple U Box Piles CAU type 25-4 and staked to 30 m deep

Keyword: Geotextile, Kuala Tanjung Dock, Preloading, PVD, Reclamation,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir	6
1.7 Peta Lokasi	6

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 Penentuan Tinggi Timbunan	20
2.4.1 Tinggi Timbuna Awal ($H_{inisial}$)	20
2.4.2 Penentuan Tinggi Kritis(H_{cr}).....	21
2.5 Waktu Pemampatan Tanah.....	21
2.5.1 Lamanya Pemampatan Tanah	21
2.5.2 Parameter Tanah untuk Lamanya Pemampatan Konsolidasi	22

2.6	Percepatan Waktu Konsolidasi.....	23
2.6.1	<i>vertical Drain</i>	23
2.6.2	Menentukan Kedalaman <i>Vertical Drain</i>	24
2.6.3	Menentukan Waktu Konsolidasi <i>Vertical Drain</i>	24
2.7	Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode <i>Preloading</i>	28
2.7.1	Perhitungan Stabilitas Timbunan.....	30
2.7.2	Timbunan Bertahap dan Besar Pemampatan	31
2.8	Perkuatan Tanah dengan Geosintetik.....	32
2.8.1	Penggunaan <i>Geotextile</i> sebagai Konstruksi Perkuatan Timbunan.....	32
2.9	Perkuatan Lereng dengan Turap (<i>Sheet Pile</i>).....	35
2.9.1	Perencanaan Turap dengan Angker	35
2.9.2	Perencanaan Turap tanpa Angker	38
2.9.3	Perhitungan Displacement	38
2.10	Perhitungan Kontrol <i>Overall Stability</i> Kebutuhan <i>Sheetpile</i>	41
2.10.1	Menentukan Tambahan Momen Perlawanan (ΔM_R).....	41
2.10.2	Menghitung Momen Lentur yang Bekerja Pada Cerucuk.....	42
2.10.3	Menghitung Gaya Horizontal yang Mampu Ditahan Satu Tiang	43
2.10.4	Menentukan Jumlah Cerucuk	44
2.11	Peti Kemas (<i>Container</i>).....	46
2.12	Metode Tahapan Reklamasi	46

BAB III METODOLOGI PENULISAN

3.1	Bagan Alir	51
3.2	Studi Literatur	54
3.3	Pengumpulan dan Analisa Data	54
3.4	Perencanaan Lahan Reklamasi dan Tanggul.....	54

3.5 Penentuan Tinggi Pelapisan Tanah dan Kurun Waktu Pelapisan di Area <i>Container Yard</i> dan <i>Behandle Area</i>	56
3.6 Perhitungan Volume Material	57
3.7 Perhitungan Biaya Paling Ekonomis	57
3.8 Perencanaan Perkuatan Tanggul	57
3.9 Pelaksanaan Metode Konstruksi	57
3.10 Kesimpulan.....	58

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data Tanah	59
4.2 Analisa Parameter Tanah.....	60
4.2.1 Stratigrafi Tanah	60
4.2.2 Penentuan Parameter Tanah Menggunakan Metode Statistik.....	61
4.3 Tegangan Akibat Fluktuasi Muka Air.....	66
4.4 Data Tanah Timbunan.....	66
4.5 Data Spesifikasi Bahan.....	66
4.5.1 PVD (<i>Prefabricated Vertical Drain</i>)	66
4.5.2 <i>Sheetpile</i> Baja	66
4.5.3 <i>Geotextile</i>	67
4.6 Data Beban	67
4.7 Data Pasang Surut	68

BAB V PERENCANAAN GEOTEKNIK

5.1 Perhitungan Tinggi Inisial (H_{inisial})	69
5.1.1 Perhitungan Besar Pemampatan	70
5.1.2 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (H_{inisial}) dan Tinggi Timbunan Akhir (H_{final})	73
5.2 Pehitungan Waktu Pemampatan Konsolidasi Natural.....	75
5.3 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan	77
5.3.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v).....	77

5.3.2 Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)	77
5.3.3 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-rata (\bar{U})	78
5.4 Perhitungan Besar Pelapisan dan Penentuan Lama Waktu Pelapisan	83
5.5 Perhitungan Biaya	85
5.5.1 Perhitungan Volume Material.....	86
5.5.2 Perhitungan Biaya Paling Ekonomis	88
5.6 Penimbunan Bertahap	92
5.6.1 Penentuan Tinggi Timbunan Kritis.....	94
5.6.2 Perhitungan Peningkatan Kohesi <i>Undrained</i> (C_u).....	94
5.6.2.1 Menghitung Tegangan di Tiap Lapisan untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%	94
5.6.2.2 Menghitung Nilai C_u Baru.....	95
5.7 Perencanaan <i>Geotextile</i> sebagai Perkuatan Timbunan	99
5.7.1 Perhitungan <i>Geotextile</i>	99
5.7.2 Kebutuhan <i>Geotextile</i>	99
5.8 Perencanaan <i>Sheetpile</i> Baja Berangker	102
5.9 Perencanaan <i>Sheetpile</i> tanpa Angker	109
5.10 Kontrol <i>Overall Stability</i> Kebutuhan <i>Sheetpile</i> ..	114
5.11 Penentuan <i>Sheet Pile</i> yang Dipakai	118
5.12 Tahapan Pelaksanaan Reklamasi.....	118

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan.....	129
6.2 Saran.....	131

DAFTAR PUSTAKA.....	xxii
BIODATA PENULIS	xxiv

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 t	12
Tabel 2.3 Korelasi antara T_v dan U	22
Tabel 2.4 Rumus Penambahan Tegangan Efektif $U < 100\%$	30
Tabel 2.5 Nilai Faktor Geotekstil	34
Tabel 2.6 Nilai-nilai n_h untuk tanah Granuler.....	39
Tabel 2.7 Nilai-nilai n_h untuk tanah Kohesif	39
Tabel 2.8 Model Persamaan Variasi Cerucuk	45
Tabel 2.9 Ukuran dan Berat Peti Kemas	46
Tabel 4.1 Parameter Dasar Tanah	65
Tabel 4.2 Muka Air Pasang Surut	68
Tabel 5.1 Rekapitulasi Hail Perhitungan Pemampatan Setiap Alternatif	72
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan <i>Settlement</i> , H_{inisial} , H_{final} Akibat Beban Timbunan dan Surcharge Pada Alternatif Perencanaan PVD penuh.....	74
Tabel 5.3 Hail Perhitungan H_{inisial} Masing-masing Perencanaan	75
Tabel 5.4 Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi	76
Tabel 5.5 Perhitungan CV_{gabungan}	76
Tabel 5.6 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan Alternatif PVD $\frac{2}{3}$ Tanah Lunak	84
Tabel 5.7 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan Alternatif PVD $\frac{1}{3}$ Tanah.....	85
Tabel 5.8 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan tanpa PVD ..	85
Tabel 5.9 Rekapitulasi H_{awal} dan $H_{\text{pelapisan}}$ pada Masing-masing Perencanaan Alternatif 1	87
Tabel 5.10 Rekapitulasi Volume Timbunan Awal dan Volume Timbunan Pelapisan pada Masing-masing Perencanaan	87

Tabel 5.11 Perhitungan Luas area Pemasangan PVD	87
Tabel 5.12 Perhitungan Panjang Kebutuhan PVD Penawaran 1	88
Tabel 5.13 Perhitungan Biaya Masing-masing Perencanaan pada Penawaran 1	90
Tabel 5.14 Perhitungan Biaya Masing-masing Perencanaan pada Penawaran 2.....	91
Tabel 5.15 Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan H=3,2 m(Minggu ke-7), U=100%	96
Tabel 5.16 Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan H=3,2 m(Minggu ke-7), U<100%	97
Tabel 5.17 Perubahan Nilai C_u Akibat Penimbunan maksimum 3,2 m	98
Tabel 5.18 Perubahan Nilai C_u Akibat Penimbunan maksimum 8,0 m	98
Tabel 5.19 Perhitungan Panjang <i>Geotextile</i>	101
Tabel 5.20 Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif Tanah pada <i>Sheetpile</i>	104
Tabel 5.21 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah kesamping Aktif	105
Tabel 5.22 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif.....	105
Tabel 5.23 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Aktif	107
Tabel 5.24 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif.....	108
Tabel 5.25 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Aktif	111
Tabel 5.26 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif.....	112
Tabel 5.27 Rangkuman Perhitungan Kebutuhan <i>Sheetpile</i> Berdasarkan Kontrol <i>Overall Stability</i>	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pelabuhan Peti Kemas Kuala Tanjung.....	6
Gambar 1.2 Lokasi Pelabuhan Peti Kemas Kuala Tanjung.....	7
Gambar 1.3 <i>Lay Out</i> Rencana Perencanaan Proyek.....	7
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>	20
Gambar 2.4 Pemasangan <i>Vertical Drain</i> pada Kedalaman Lapisan <i>Compressible</i>	24
Gambar 2.5 Pola Susunan PVD Bujur Sangkar	26
Gambar 2.6 Pola Susunan PVD Segitiga	26
Gambar 2.7 <i>Equivalen</i> diameter (<i>dw</i>) untuk PVD	26
Gambar 2.8 Prinsip Pembebanan <i>Preloading</i> pada Pemampatan Tanah dengan Beban Awal $P_{f+s} > P_f$.	28
Gambar 2.9 Pembagian Zona Kekuatan Tanah.....	30
Gambar 2.10 Gaya-gaya pada diagram tekanan tanah	36
Gambar 2.11 Kapasitas ultimit blok anker pada tanah granuler	37
Gambar 2.12 Penentuan lokasi anker	38
Gambar 2.13 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk.....	41
Gambar 2.14 Grafik Harga <i>f</i> untuk Berbagai Jenis Tanah	44
Gambar 2.15 Grafik untuk Mencari Besar F_m	45
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	53
Gambar 4.1 Layout Lokasi Titik Bor	59
Gambar 4.2 Statigrafi Tanah	60
Gambar 4.3 Hubungan N-SPT dan Kedalaman	61
Gambar 4.4 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	64

Gambar 4.5 Penampang Profil Sheetpile (a)CAZ <i>Box Pile</i> (b) AZ <i>Steel Tube Pile</i>	67
Gambar 5.1 Pemasangan PVD Seluruh Alternatif	72
Gambar 5.2 Grafik Hubungan antara H_{inisial} dan H_{final} pada Alternatif PVD Penuh.....	74
Gambar 5.3 Perencanaan timbunan reklamasi	75
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu Alternatif PVD Penuh.....	80
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu Alternatif PVD 2/3.....	80
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu Alternatif PVD 1/3.....	81
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu Alternatif PVD Penuh Penawaran 2.....	82
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu Alternatif PVD 2/3 Penawaran 2	82
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan dan Pemampatan Pada Kedalaman yang Tidak Terlayani PVD Alternatif PVD 2/3	84
Gambar 5.10 Geometri Area Reklamasi	86
Gambar 5.11 Potongan A-A.....	86
Gambar 5.12 Luasan 5 Titik Pemasangan PVD.....	88
Gambar 5.13 Settlement Setiap Tahapan Alternatif Tanpa PVD	93
Gambar 5.14 Settlement Setiap Tahapan Alternatif PVD 1/3 Tanah Lunak	93
Gambar 5.15 Sketsa Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i>	101
Gambar 5.16 Sketsa penampang tanah pada pemasangan <i>sheet pile</i> berangker (dimensi dalam satuan meter).....	102
Gambar 5.17 Diagram tekanan tanah ke samping.....	103
Gambar 5.18 Sketsa letak angker (satuan dalam meter)	109
Gambar 5.19 Sketsa tanah pada pemasangan <i>sheet pile</i> (dimensi dalam satuan meter).....	110

Gambar 5.20 Diagram tekanan tanah ke samping	111
Gambar 5.21 Grafik Perhitungan Jumlah Cerucuk	117
Gambar 5.22 Gambar garis kelongsoran	118
Gambar 5.23 Tahapan Pelaksanaan Reklamasi.....	120
Gambar 5.24 Tahapan Pemasangan <i>Sandbag</i>	121
Gambar 5.25 <i>Sandbag</i>	121
Gambar 5.26 Pengerukan Pasir dengan Kapal <i>Dredger</i>	122
Gambar 5.27 Pengerukan Material Timbunan dengan Excavator	122
Gambar 5.28 Pengadaan <i>Stoockpile</i>	123
Gambar 5.29 Pekerjaan Reklamasi Tahap 1.....	124
Gambar 5.30 <i>Silt Barricade</i>	124
Gambar 5.31 Pelaksanaan Reklamasi Tahap 2.....	125
Gambar 5.32 Pekerjaan Pemasangan PVD	125
Gambar 5.33 Pemasangan <i>Sheetpile</i>	126
Gambar 5.34 Pekerjaan Pemasangan <i>Geotextile</i>	127

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisa Statistik Parameter Tanah.....	L1-1
Lampiran 2 Perhitungan Besar <i>Settlement</i> PVD Full	L2-5
Perhitungan Besar <i>Settlement</i> PVD 2/3	L2-9
Perhitungan Besar <i>Settlement</i> PVD 1/3	L2-13
Lampiran 3 Perhitungan Waktu Konsolidasi Natural.....	L3-17
Lampiran 4 Perhitungan <i>Overlay</i> Alternatif.....	L4-19
Lampiran 5 Perhitungan PVD Full Penawaran 1	L5-21
Perhitungan PVD 2/3 Penawaran 1	L5-24
Perhitungan PVD 1/3 Penawaran 1	L5-27
Perhitungan PVD Full Penawaran 2	L5-30
Perhitungan PVD 2/3 Penawaran 2	L5-33
Lampiran 6 Perhitungan Peningkatan Nilai Cu.....	L6-37
Lampiran 7 Perhitungan <i>Geotextile</i>	L7-51
Lampiran 8 Perhitungan Biaya Alternatif 2	L8-53
Lampiran 9 Brosur <i>Sheetpile</i>	L9-55
Lampiran 10 Brosur PVD.....	L10-57
Lampiran 11 Brosur <i>Geotextile</i>	L11-59
Lampiran 12 Brosur Ongkos Pindah Peti Kemas.....	L12-61
Lampiran 13 Brosur Ongkos Bongkar Pasang Paving Blok.....	L13-63
Lampiran 14 Brosur Harga Sirtu	L14-65

Halaman ini sengaja dikosongkan

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Besar *settlement* total pada lahan reklamasi adalah 2,47 m. Pada alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak, tebal tanah yang terlayani oleh PVD memampat sebesar 2,01 m sedangkan tebal tanah yang tidak terlayani PVD memampat sebesar 0,46 m. Pada alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak, tebal tanah yang terlayani oleh PVD memampat sebesar 1,20 m sedangkan tebal tanah yang tidak terlayani PVD memampat sebesar 1,27 m.
2. Elevasi akhir timbunan yang direncanakan adalah +3,0 m dari elevasi tanah dasar. Tinggi timbunan awal yang dibutuhkan pada perencanaan alternatif PVD penuh adalah 9,1 m, alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak adalah 8,7 m, pada alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak setinggi 8,0 m, pada perencanaan tanpa PVD setinggi 3,2 m. Timbunan awal tersebut sudah termasuk beban *surchage* setinggi 3,876 m yang setara dengan $q_{\text{surchage}}=7,172 \text{ t/m}^2$. Beban *surchage* akan dibongkar setelah pemampatan mencapai 90% ($U=90\%$).
3. Waktu tersingkat yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ($U=90\%$) pada lahan reklamasi tersebut adalah 92,653 tahun. Waktu tersebut sangat lama, sehingga dibutuhkan perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk percepatan waktu konsolidasi.
4. Dengan kecepatan penimbunan 50 cm/ minggu, dan kecepatan penimbunan tersebut dimulai setelah elevasi timbunan sejajar dengan rata rata muka air laut didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk penimbunan bertahap pada alternatif PVD penuh adalah 19 minggu, pada alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak selama 18 minggu, pada alternatif PVD $\frac{1}{3}$

tanah lunak selama 16 minggu. Sedangkan PVD hanya berfungsi maksimal selama 24 minggu (6 bulan). Sehingga dengan waktu 24 minggu, untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ($U=90\%$), selain itu setelah diperhatikan *settlement* yang terjadi akibat timbunan bertahap pada akhir waktu penimbunan didapatkan pola pemasangan PVD segitiga dengan jarak 1,10 m pada semua alternatif penawaran 1. Sedangkan penawaran 2 didapat pola pemasangan segitiga jarak 1,2 m untuk alternatif PVD penuh dengan waktu 6 bulan dan alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak didapat pola pemasangan segitiga jarak 1,3 dalam waktu 6 bulan.

5. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa untuk perencanaan yang membutuhkan biaya awal paling ekonomis adalah alternatif tanpa PVD. Namun ketika pelabuhan petikemas baru beroperasi selama 2 tahun, pelapisan pertama harus dilakukan dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Opsi selanjutnya adalah alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak, biaya awal alternatif tersebut terkesan lebih mahal namun pelaksanaan pelapisan pertama dilakukan 6 tahun setelah lapangan petikemas beroperasi. Hal tersebut tidak terlalu memberatkan *owner*. Dari kedua pilihan tersebut *owner* dapat memilih alternatif mana yang diinginkan.
6. Perkuatan tanah yang dipakai untuk mengatasi kelongsoran adalah *Geotextile*. Setelah dihitung sesuai dengan hasil program bantu DXSTABL, dibutuhkan *geotextile* sebanyak 23 lapis pada alternatif tanpa PVD dan 28 lapis pada alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak. *Geotextile* dipasang dengan jarak layer pemasangan 0,25 m.
7. Sebagai struktur pelindung timbunan pada sisi utara digunakan *sheetpile* baja. *Sheetpile* dihitung tanpa anker. Profil *sheet pile* yang digunakan adalah *Quadruple U Box Piles* CAU tipe 25-4 dan dipancang sedalam 30 m.

8. Tahapan pelaksanaan reklamasi dimulai dari pemasangan tanggul dasar sementara, kemudian pekerjaan pengerukan material reklamasi, pengadaan *stock pile* dilanjutkan dengan pemasangan *soil monitoring* dan pekerjaan reklamasi 1, kemudian pemasangan PVD. Setelah itu dilakukan pemasangan tanggul atas sementara dan pekerjaan reklamasi 2 bersamaan dilakukan pemasangan *sheet pile* dilanjut dengan pemadatan bertahap sekaligus pemasangan *geotextile* dan terakhir adalah pemasangan berm dan tanggul permanen serta pengerukan tanah untuk *dredge line*.

6.2 Saran

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran yaitu :

1. Dengan area 12 ha, akan lebih efektif dalam pelaksanaan menggunakan alat pengeruk dan penyemprot tanah seperti *Trailing Suction Hopper Dredger* untuk seluruh material timbunan yang digunakan. Dengan menggunakan alat tersebut kita dapat memanfaatkan material kerukan disekitar area proyek, sehingga mengurangi biaya material urugan yang mahal.
2. Diharapkan dalam pelaksanaan di lapangan semoga metode ini dapat diterapkan sehingga mampu meminimalisir biaya awal sehingga menguntungkan bagi *owner*.
3. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai optimasi perencanaan PVD dengan mempertimbangkan berbagai aspek.

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.

- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta : UI.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah 1*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Jakarta : Erlangga
- Hansbo, S., 1979, “*Consolidation of Clay by Band-Shaped Prefabricated Drains*”, *Ground Engineering*, Vol.12, No.5.pp.21-25
- Rusdiansyah, Mochtar, 2016. *Studi Peningkatan tahanan Geser Tanah Kohesfi Akibat Adanya Perkuatan Tiang-Tiang Vertikal Berdasarkan Pemodelan Di Laboratorium*. Disertasi Bidang Geoteknik, Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana ITS Surabaya.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Karimatunnisa', dilahirkan di Kendal, pada tanggal 3 Juni 1994. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 2 Kutoharjo – Kendal, SMP Negeri 2 Kendal, dan SMA 2 Darul Ulum Jombang. Setelah lulus dari SMA 2 Darul Ulum Jombang pada tahun 2012, 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 Lembaga Dakwah Jurusan Teknik Sipil. Penulis juga pernah mengikuti beberapa lomba tingkat nasional dan berhasil mendapat juara 2 pada *Geo Challenge Competition* di Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Selain itu penulis juga pernah menjadi grader pada mata kuliah struktur baja dan Timbunan dan Dinding Penahan Tanah. Penulis bisa dihubungi melalui *email* karimatunnisa143@gmail.com

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PELINDO I adalah salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak dalam bidang pembangunan dan pengembangan pelabuhan di Indonesia bagian barat. PELINDO I mendapat banyak tantangan dalam merespon peluang untuk menjadi perusahaan pelabuhan yang mendukung daya saing serta kemajuan perekonomian di Indonesia. Tantangan – tantangan tersebut meliputi kebutuhan pelabuhan dengan skala besar dan perubahan dinamika pasar yang semakin membutuhkan efisiensi yang tinggi. Hal ini dikarenakan pelabuhan Tanjung Belawan tidak mampu memenuhi kebutuhan tersebut karena kondisi alam yang ada. PELINDO I telah mengembangkan rencana strategis jangka panjang untuk menjawab tantangan – tantangan tersebut. Salah satu jawabannya adalah dengan membangun pelabuhan Kuala Tanjung Medan.

Pembangunan pelabuhan Kuala Tanjung tahap pertama yaitu adalah terminal peti kemas dapat menyediakan tambahan kapasitas sekitar 400,000 TEUs, dan akan mulai beroperasi pada tahun 2017. Pelabuhan Kuala Tanjung juga akan meningkatkan kapasitas dan efisiensi dari jaringan logistik nasional Indonesia dengan level produktivitas yang sebanding dengan pelabuhan-pelabuhan besar lain. Terminal pelabuhan ini juga akan meningkatkan kemampuan dalam melayani kapal kontainer yang lebih besar karena didukung oleh keadaan alam yang ada. Terminal peti kemas dirancang dapat menampung kapal-kapal berukuran besar mencapai 60.000 DWT karena kedalamannya mencapai -14 meter dari LWS.

Terminal peti kemas Kuala Tanjung bertempat di Kecamatan Kuala Tanjung, Kabupaten Batubara, Medan (Gambar 1.1). Dalam perencanaannya, pembangunan tahap I merupakan dermaga peti kemas yang terdiri dari area *container yard* dan area *behandling*. Pembangunan area tersebut menggunakan lahan reklamasi yang memiliki luas 12 ha.

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 perencanaan proyek Pelabuhan Kuala Tanjung 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 20,4 m. Dalam perencanaan terminal peti kemas di atas tanah lunak yang relatif dalam, akan timbul masalah yaitu: penurunan tanah yang besar sehingga membutuhkan volume timbunan besar sesuai dengan elevasi yang diinginkan dan daya dukung rendah yang rawan terhadap kelongsoran.

Untuk menangani masalah pemampatan dan daya dukung, perlu dilakukan perbaikan tanah dasar. Salah satu metoda yang umum dipakai adalah metode *preloading*. Sistem *preloading* adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung dengan cara memberi beban awal yang diberikan secara bertahap, yang nantinya akan dibongkar karena sudah digantikan oleh beban *container* yang beroperasi. Pembebanan ini akan membuat tanah tertekan sehingga air pori tanah akan mengalir keluar sehingga pemampatan konsolidasi cepat berakhir dan daya dukung tanah cepat meningkat. Hanya saja kecilnya permeabilitas tanah lunak dalam mengalirkan air pori menyebabkan perlunya untuk mengkombinasikan *preloading* dengan PVD. Dengan pemasangan PVD maka proses konsolidasi akan cepat selesai.

Selain permasalahan *settlement* yang harus diatasi, dalam pelaksanaan reklamasi harus dipertimbangkan stabilitas dan pengaruh arus. Oleh karena itu, selain merencanakan reklamasi perlu direncanakan juga tanggul tepi reklamasi yang berfungsi melindungi tanah timbunan dari terjangan gelombang yang dapat menyebabkan kelongsoran pada timbunan tersebut. Hal ini menyebabkan perlunya pemasangan perkuatan tanah di bawah tanggul reklamasi dan mengecek kestabilan tanggul reklamasi,

Jenis perkuatan tanah yang akan dipilih adalah *sheet pile* dan *geotextile*.

Pada umumnya kasus di lapangan *owner* lebih condong kepada metode perbaikan tanah yang mengijinkan adanya *settlement* yang terjadi setelah lapangan penumpukan tersebut beroperasi. Hal tersebut dapat menguntungkan bagi *owner* karena biaya pembangunan diawal akan lebih ekonomis dan biaya pelapisan ulang didapat setelah terminal beroperasi (setelah adanya pemasukan biaya pelabuhan).

Dalam kasus ini penulis akan menawarkan alternatif lain berupa kedalaman pemasangan PVD sedalam dua pertiga dan sepertiga dari tanah lunak serta perencanaan tanpa menggunakan PVD. Oleh karena itu pada perencanaan alternatif tersebut akan terjadi pemampatan sisa yang berlangsung selama area *container yard dan handling* telah beroperasi. Dengan adanya pemampatan sisa tersebut maka perlu dilakukan pelapisan kembali tanah urug di area *container yard dan handling* untuk mendapatkan elevasi yang telah ditentukan. Pelapisan tersebut dilakukan beberapa tahun sekali dengan mempertimbangkan besar pemampatan dan kecepatan pemampatan tanah lunak tersebut.

Studi ini bertujuan untuk mengoptimasikan perencanaan perbaikan tanah di lahan reklamasi menggunakan metode preloading dengan variasi kedalaman pemasangan PVD untuk mendapatkan hasil perencanaan yang paling ekonomis. Disamping itu, direncanakan juga perkuatan tanah di bawah tanggul reklamasi dengan menggunakan turap *sheetpile* dan geotekstil. Dalam tugas akhir ini akan dibahas juga langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan reklamasi yang berwawasan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, beberapa permasalahan yang perlu dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Berapa besar *settlement* yang akan terjadi pada lahan reklamasi dan tanggul reklamasi pada masing-masing alternatif yang ditawarkan?
2. Berapa tinggi inisial timbunan pada lahan dan tanggul reklamasi pada masing-masing alternatif yang ditawarkan?
3. Berapa waktu untuk menyelesaikan seluruh pemampatan?
4. Bagaimana perencanaan PVD pada masing-masing alternatif agar terjadi percepatan pemampatan pada lahan reklamasi?
5. Alternatif mana yang membutuhkan biaya paling ekonomis?
6. Bagaimana desain *geotextile* di bawah tanggul reklamasi agar tanggul tidak mengalami longsor?
7. Bagaimana desain *sheetpile* untuk memperkuat stabilitas lereng reklamasi?
8. Bagaimana tahapan pelaksanaan pekerjaan reklamasi agar berwawasan lingkungan sesuai dengan Peraturan Presiden No 112 Tahun 2012 Tentang Reklamasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil?

1.3 Tujuan Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan :

1. Mengetahui besar *settlement* yang akan terjadi pada lahan reklamasi dan tanggul reklamasi pada masing-masing alternatif yang ditawarkan
2. Mengetahui tinggi inisial timbunan pada lahan dan tanggul reklamasi pada masing-masing alternatif yang ditawarkan
3. Mengetahui waktu untuk menyelesaikan pemampatan jika tanpa PVD
4. Mengetahui perencanaan PVD pada masing-masing perencanaan untuk mempercepat pemampatan pada lahan reklamasi
5. Mengetahui alternatif perencanaan yang paling ekonomis
6. Mengetahui perencanaan *geotextile* di bawah tanggul yang aman terhadap terhadap kelongsoran
7. Mengetahui desain *sheet pile* untuk memperkuat stabilitas lereng reklamasi

8. Mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan reklamasi agar berwawasan lingkungan sesuai dengan Peraturan Presiden No 112 Tahun 2012 Tentang Reklamasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Tugas akhir ini dibatasi oleh hal – hal sebagai berikut, yaitu :

1. Menghitung besar *settlement* yang akan terjadi pada lahan reklamasi dan tanggul reklamasi
2. Menghitung tinggi inisial timbunan pada lahan dan tanggul reklamasi
3. Menghitung perencanaan alternatif perencanaan PVD agar terjadi percepatan pemampatan
4. Mengetahui alternatif yang paling ekonomis
5. Merencanakan perkuatan tanah di bawah tanggul agar aman dari bahaya kelongsoran menggunakan *geotextile*
6. Merencanakan perkuatan stabilitas lereng dengan desain *sheet pile*
7. Mengetahui metode pelaksanaan konstruksi
8. Data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu berupa :
 - a. *Layout* area reklamasi
 - b. Boring log dan SPT
 - c. Hasil tes laboratorium

1.5 BATASAN MASALAH

Dalam perencanaan ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu:

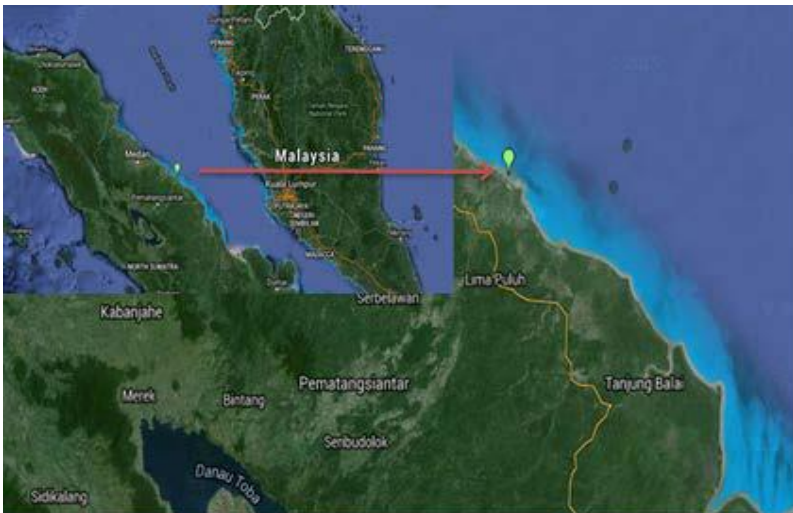
1. Data yang digunakan merupakan data sekunder.
2. Lokasi dan layout timbunan reklamasi sesuai dengan data perencanaan.
3. Tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya secara menyeluruh.
4. Tidak memperhitungkan pola arus dan sedimen.
5. Tidak mempertimbangkan bahaya *differential settlement*

1.6 Manfaat Tugas Akhir

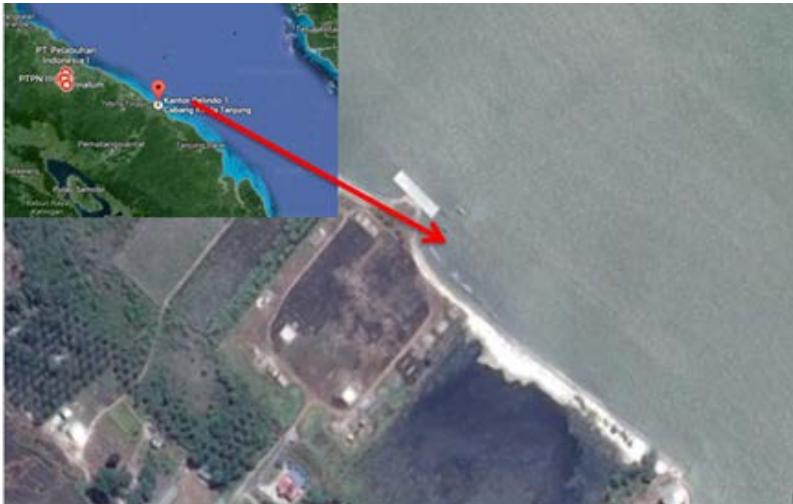
Manfaat dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah untuk mengoptimalkan perencanaan perbaikan tanah di area reklamasi sebagai masukan perencanaan Terminal peti kemas Kuala Tanjung agar aman dari rob dan tidak terjadi kelongsoran.

1.7 Peta Lokasi

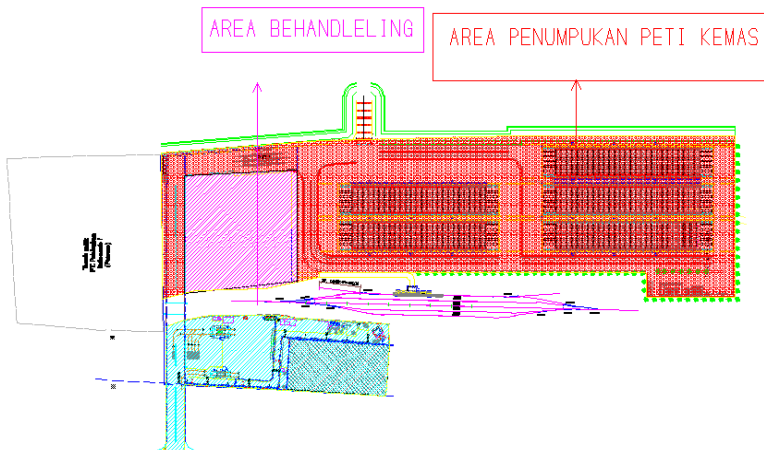
Terminal peti kemas merupakan terminal tahap pertama pelabuhan Kuala Tanjung. Pelabuhan Kuala Tanjung terletak di Selat Malaka. Berlokasi di Kecamatan Kuala Tanjung, Kabupaten Batubara, Medan Sumatra Utara. Gambar 1.1 dan 1.2, masing-masing merupakan peta lokasi sedangkan Gambar 1.3 merupakan lay out dari area yang akan di reklamasi.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Pelabuhan Kuala Tanjung Medan
(Sumber : World Port Source)



Gambar 1.2 Peta Lokasi Pelabuhan Kuala Tanjung Medan
(Sumber : Google Maps)



Gambar 1.3 Layout Perencanaan Proyek
(Sumber : PT.GEOSISTEM)

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).

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
α	= tingkat kesalahan
s	= Standar deviasi
n	= jumlah data

(μ) = 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 ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.0	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 : Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan untuk Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi di Atas Tanah-Tanah Bermasalah Jilid 2)

Tabel 2.2 Nilai luas kurva normal untuk nilai z

$\Delta z =$	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.00	—
z_0											z_0
-3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	-3.7
-3.6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	-3.6
-3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	-3.5
-3.4	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	-3.4
-3.3	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	-3.3
-3.2	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	-3.2
-3.1	0.0007	0.0007	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0009	0.0009	0.0009	0.0010	-3.1
-3.0	0.0010	0.0010	0.0011	0.0011	0.0011	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013	0.0013	-3.0
-2.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0018	0.0018	0.0019	-2.9
-2.8	0.0019	0.002	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026	-2.8
-2.7	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035	-2.7
-2.6	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047	-2.6
-2.5	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062	-2.5
-2.4	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082	-2.4
-2.3	0.0084	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107	-2.3
-2.2	0.0110	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	0.0357	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	0.1857	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 2.2 Nilai luas kurva normal untuk nilai z (lanjutan)

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	3,260	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,199	4,587
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,166	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	1,235	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

(Sumber: Statistik Untuk Teknik)

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 Penurunan Konsolidasi / *Consolidation Settlement* (S_c)

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*

σ^o = *Overburden pressure efective*

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 konsolidasi 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 ;

$$S_{c\sim} = \left[\frac{H}{1+e_o} C_s \log \frac{p_c''}{p_o''} \right] + \left[\frac{H}{1+e_o} C_c \log \frac{p_o'' + \Delta p}{p_c''} \right] \quad (2.9)$$

dimana :

H = tebal lapisan lempung (*compressible soil*)

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

C_c = *Compression Index*

C_s = *Swelling Index*

Δp = *Surcharge* (besarnya tegangan di muka tanah)

p^o = *Overburden pressure efective*

p^c = tegangan prakonsolidasi efektif

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

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

dimana :

Hi = tebal sub lapisan i

Po''i = *Overburden pressure* pada lapisan i

Δpi = variasi tegangan vertikal yang diterima oleh lapisan

ke-i

2.3.2 Parameter Tanah untuk Perhitungan *Settlement* (Sc)

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 *Surchage*

Surchage 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 :

γ_{timbunan} = berat volume dari tanah timbunan

h_{timbunan} = tinggi timbunan

Bila timbunan terendam air, maka dipakai harga γ_{timbunan} efektif (γ'')

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*

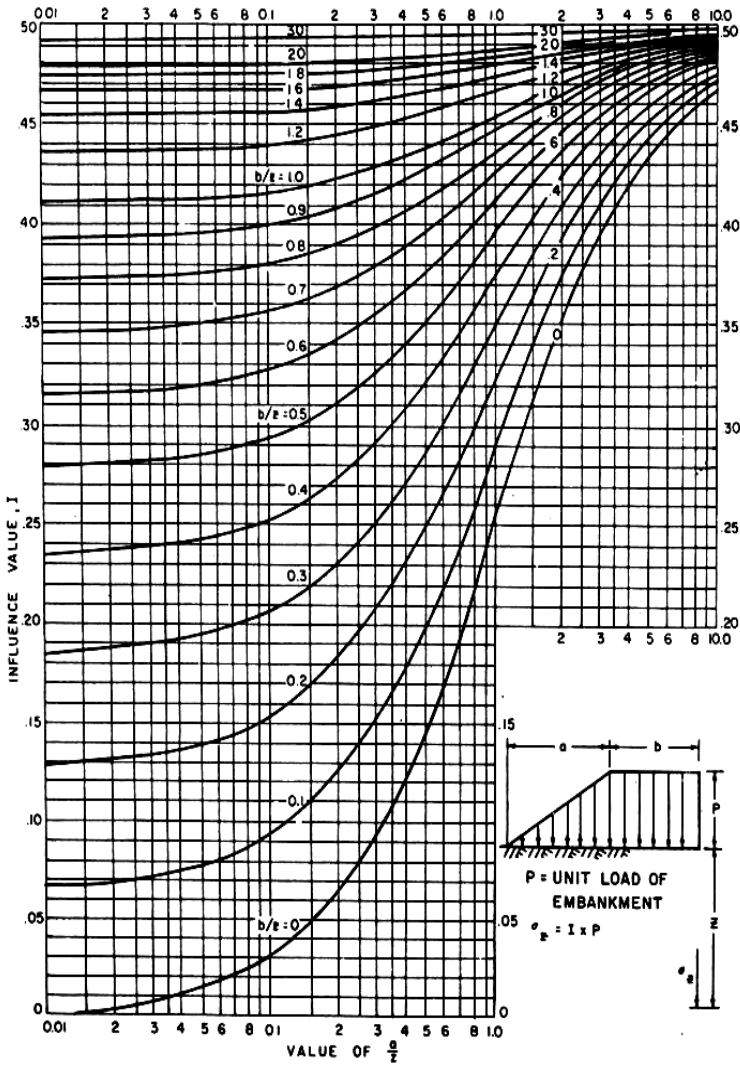
Overburden pressure effective (p_o'') adalah tegangan vertikal efektif dari tanah asli, yaitu :

$$p_o'' = \gamma'' \times h \quad (2.13)$$

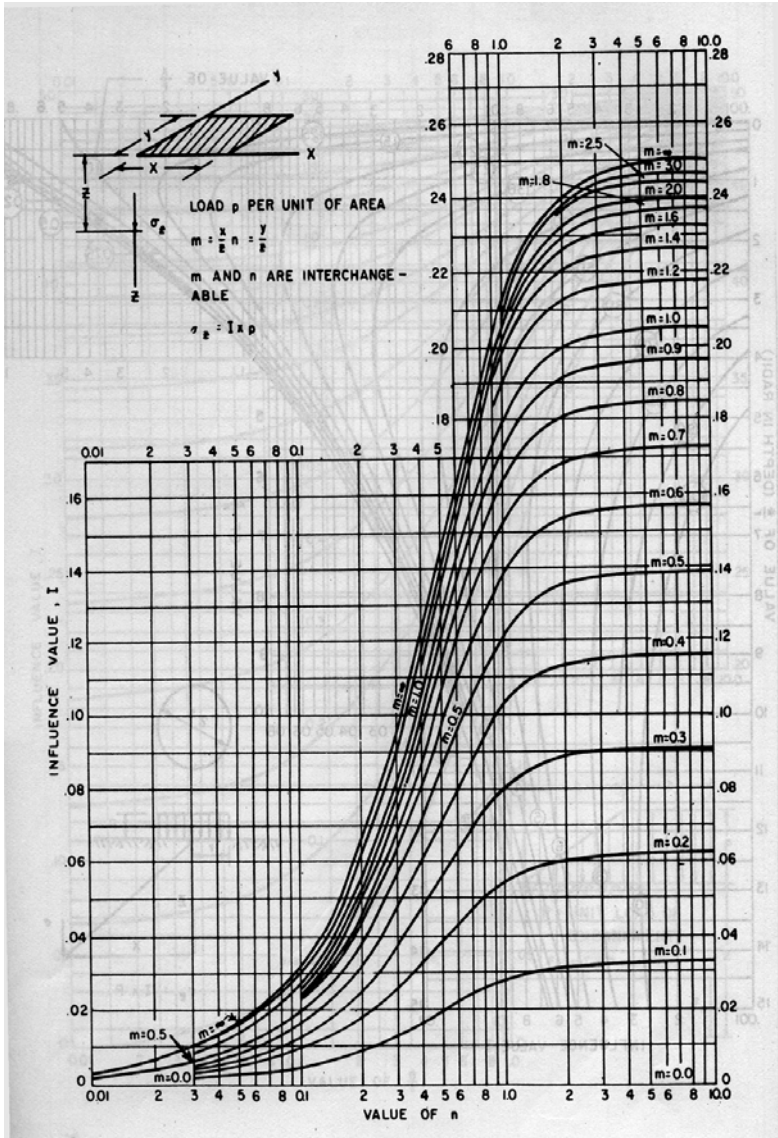
dimana :

γ'' = $\gamma_{\text{sat}} - \gamma_{\text{air}}$ (bila ada air tanah)

h = setengah dari tebal lapisan lempung yang diperhitungkan



Gambar 2.1 Grafik faktor pengaruh untuk beban bentuk trapesium
(sumber : NAVFAC DM-7, 1970)

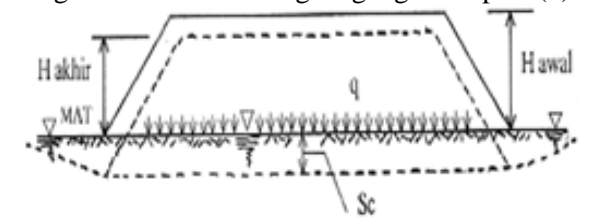


Gambar 2.2 Grafik faktor pengaruh untuk beban bentuk persegi (sumber : NAVFAC DM-7, 1970)

2.4 Penentuan Tinggi Timbunan

Penggunaan pra pembebanan (*preloading*) dan beban ekstra tambahan (*surcharge*) dalam suatu pelaksanaan reklamasi adalah untuk mempercepat terjadinya amplitudo dari *settlement* yang diprediksi. Ada 2 (dua) metode *preloading* dan *surcharge* yang umum dipakai (Gambar 2.3), yaitu :

- Dengan menaikkan harga tegangan efektif tanah (p'')
- Dengan menurunkan harga tegangan air pori (u)



Gambar 2.3 Preloading
(Sumber : Mochtar, 2000)

2.4.1 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 :
dimana :

$$q_{final} = q = (H_{initial} - S_c) \gamma_{timb} + S_c \gamma'_{timb} \quad (2.14)$$

$$q_{final} = q = (H_{initial} \times \gamma_{timb}) - (S_c \times \gamma_{timb}) + (S_c \times \gamma'_{timb}) \quad (2.15)$$

$$H_{initial} = \frac{q + (S_c \times \gamma_{timb}) - (S_c \times \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}} \quad (2.16)$$

$$H_{akhir} = H_{initial} - S_c \quad (2.17)$$

$H_{initial}$ = tinggi timbunan awal
 H_{akhir} = tinggi timbunan akhir
 S_c = total pemampatan tanah akibat timbunan H
 γ'_{timb} = berat volume efektif material timbunan
 H_w = Tinggi muka air

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

$$q = H_{initial} \cdot \gamma_{timb} - S_c \cdot \gamma_w \quad (2.18)$$

$$H_{initial} = \frac{q + S_c \cdot \gamma_w}{\gamma_{timb}} \quad (2.19)$$

2.4.2 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 :

$$H_{cr} = \frac{2 \times C_u}{\gamma_{timbunan}} \quad (2.20)$$

dimana :

C_u = kohesi tanah dasar (t/m^2)
 $\gamma_{timbunan}$ = berat volume tanah timbunan (t/m^2)
 H_{cr} = tinggi timbunan kritis (m)

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

2.5 Waktu Pemampatan Tanah

2.5.1 Lamanya Pemampatan Tanah

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

$$t = \frac{T(H_{dr})^2}{C_v} \quad (2.21)$$

Dimana :

- t = waktu konsolidasi
 Tv = faktor waktu
 Cv = koefisien vertikal (cm²/s atau m²/s)
 Hdr = panjang aliran air *drainage* di dalam tanah (m)

2.5.2 Parameter Tanah untuk Lamanya Pemampatan Konsolidasi

a. Faktor Waktu

Faktor waktu Tv 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 Tv dan U adalah (Tabel 2.3)

Tabel 2.3 Korelasi antara Tv dan U

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

Nilai U juga dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\bar{U}_v = \left(2 \sqrt{\frac{T}{\pi}} \right) \times 100\% \quad (2.22)$$

b. Koefisien Konsolidasi Vertikal (Cv)

Koefisien konsolidasi vertikal Cv diperoleh dari grafik korelasi antara besarnya pemampatan tanah dengan waktu (t).

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

$$Cv_{gab} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2} \quad (2.23)$$

dimana:

h_i = tebal lapisan i
 C_{vi} = Harga C_v lapisan i

c. Panjang aliran *drainage* H (H_{dr})

Apabila tebal lapisan lempung (*compressible soil*) kita sebut H , maka panjang aliran *drainage* H_{dr} adalah :

$H_{dr} = \frac{1}{2} H$, bila arah aliran air selama proses konsolidasi adalah dua arah (ke atas dan ke bawah)

$H_{dr} = H$, bila arah aliran *drainage*-nya satu arah (ke atas atau ke bawah). Hal ini terjadi bila di atas atau biasanya di bawah lapisan lempung tersebut merupakan lapisan yang kedap air (*impermeable*)

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*

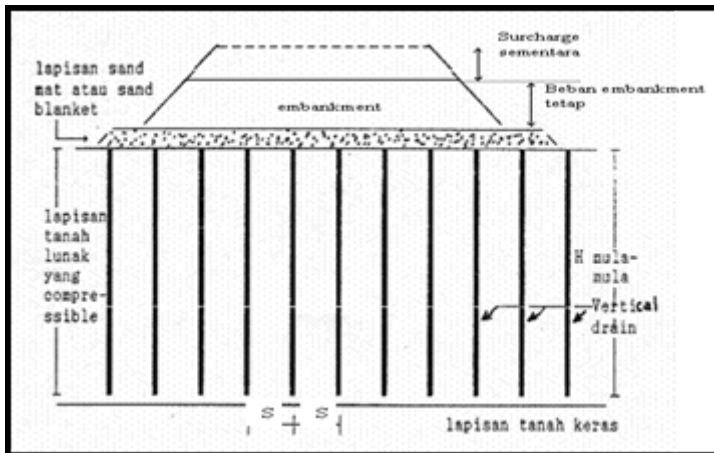
Fungsi utama digunakannya *vertical drain* dalam suatu lapisan tanah lempung "*compressible*" adalah untuk mempercepat proses konsolidasi primer. Metode perbaikan tanah dengan menggunakan *vertical drain* hakekatnya adalah untuk mereduksi waktu antara dua fase pelaksanaan di saat diterapkannya penimbunan 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 $N-SPT < 10$.



Gambar 2.4 Pemasangan *vertical drain* pada kedalaman lapisan *compressible*

(sumber : Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)

2.6.3 Menentukan Waktu Konsolidasi akibat *Vertical Drain*

Penentuan waktu konsolidasi didasarkan teori aliran pasir vertikal menurut Barron (1948), menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linier satu dimensi. Teori tersebut menetapkan hubungan antara waktu, diameter drain, jarak antara

drain, koefisien konsolidasi dan rata-rata derajat konsolidasi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori Barron (1948) adalah :

$$t = \left(\frac{D^2}{8.Ch} \right) . F(n) . \ln \left(\frac{1}{1 - U_h} \right) \quad (2.24)$$

dimana :

t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer
 D = diameter *equivalen* dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh PVD

Harga D = 1,13 x s untuk pola susunan bujur sangkar (Gambar 2.6)

Harga D = 1,05 x s untuk pola susunan segitiga (Gambar 2.7)

Ch = koefisien konsolidasi tanah horisontal
 = (kh/kv) . Cv (2.30)

Kh/kv = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah dasar arah horizontal dan vertikal, untuk tanah lempung yang jenuh air, harga (kh/kv) berkisar antara 2 sampai 5. (sumber : Mochtar, 2000)

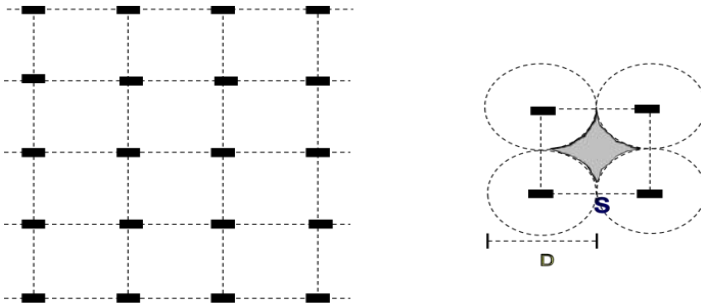
F(n) = faktor hambatan yang disebabkan karena jarak antara PVD

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

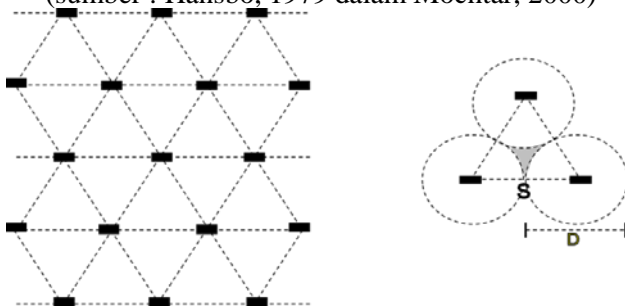
$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.25)$$

Atau

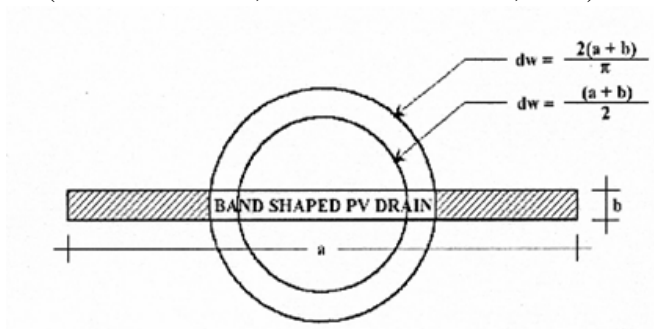
$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[\ln(n) - 3/4 - \left(\frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad (2.26)$$



Gambar 2.5 Pola susunan PVD bujur sangkar
(sumber : Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)



Gambar 2.6 Pola susunan PVD segitiga
(sumber : Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)



Gambar 2.7 *Equivalen* diameter (d_w) untuk PVD
(sumber : Hansbo, 1979 dalam Mochtar, 2000)

Dimana :

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

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

Jadi :

$$F(n) = \ln(n) - 3/4 \quad (2.27)$$

$$F(n) = \ln(D/dw) - 3/4 \quad (2.28)$$

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

$$t = \left(\frac{D^2}{8.Ch} \right) \cdot (2.F(n)) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - U_h} \right) \quad (2.29)$$

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 $U_v > 60\%$:

$$U_v = (100 - 10^a) \quad (2.30)$$

Dimana :

$$a = \frac{1.781 - Tv}{0.933} \quad (2.31)$$

$$\pi = 3.14$$

- Untuk U_v antara 0 s/d 60% :

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{tv}{\pi}} \right) \times 100\% \quad (2.32)$$

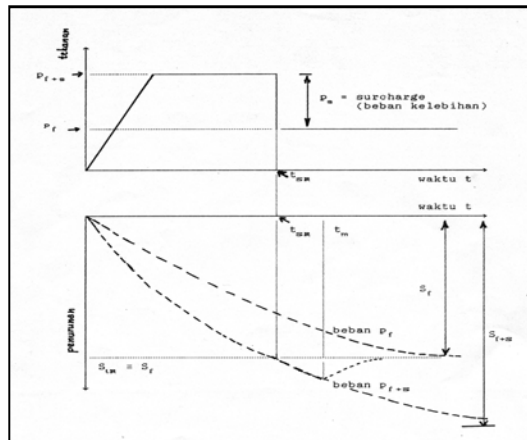
- Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari dengan cara :

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\% \quad (2.33)$$

2.7 Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode *Preloading*

Beban *preloading* yang diletakkan secara bertahap ditentukan berdasarkan besar pemampatan tanah dasar yang akan dihilangkan. Kekuatan geser tanah lempung akan mempengaruhi tinggi timbunan kritis. Sistem *precompression* atau *preloading* ialah metode perbaikan tanah dengan memberikan beban awal yang berlebih P_{f+s} sedemikian rupa sehingga pada waktu yang pendek t_{sr} didapatkan penurunan yang sama besarnya dengan total penurunan S_f dari beban rencana P_f , sebagaimana terlihat pada Gambar 2.9.

Bila pada beban awal p_{f+s} penurunan S_f terjadi pada waktu t_{sr} , beban surcharge P_s dapat dibongkar. Kemudian dengan asumsi bahwa tanah sudah termampatkan sampai S_f , beban p_f tidak lagi menyebabkan penurunan tambahan. Makin besar p_{f+s} makin pendek waktu t_{sr} .



Gambar 2.8 Prinsip Pembebanan *Preloading* pada Pemampatan Tanah dengan Beban Awal $p_{f+s} > p_f$
(Sumber: Mochtar, 2000)

Daya dukung tanah dasar meningkat karena adanya pemampatan tanah dasar sebagai akibat adanya beban timbunan yang diletakkan secara bertahap. Beban bertahap dapat diletakkan secara terus menerus sampai dengan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) dicapai. Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999) diketahui bahwa ada hubungan antara kekuatan geser *undrained* (C_u) dengan tegangan tanah vertikal efektif (σ'_v). Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,1899 - 0.0016 \text{ PI}) \sigma'_{Hakhir} \quad (2.34)$$

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

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,0454 - 0.00004 \text{ PI}) \sigma'_{Hakhir} \quad (2.35)$$

Dimana harga σ'_v dalam kg/cm^2

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

$$\sigma'_v = \left(\frac{p'_0 + \Delta p'}{p'_0} \right)^U \cdot p'_0 \quad (2.36)$$

Bila : $U = 100\% = 1$, maka $\sigma'_v = p'_0 + \Delta p'$

$U < 100\%$, maka $\sigma'_v < p'_0 + \Delta p'$

Menghitung penambahan tegangan efektif akibat beban timbunan apabila derajat konsolidasi kurang dari 100%. Perhitungan penambahan tegangan efektif $U < 100\%$ dapat dilihat pada tabel berikut.

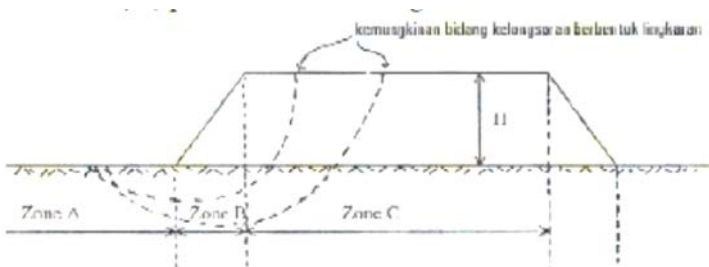
Tabel 2.4 Rumus Penambahan Tegangan Efektif
 $U < 100\%$

Tahapan Penimbunan (meter)	Umur Timbunan (minggu)	Derajat konsolidasi PVD U (%)	Δp pada $U < 100\%$
Tanah Asli		100	
h1	4	U PVD 4 minggu	$\left\{ \left(\frac{\sigma_1'}{p'0} \right)^{U4} \cdot P0' \right\} - P0'$
h2	3	U PVD 3 minggu	$\left\{ \left(\frac{\sigma_2'}{\sigma_1'} \right)^{U3} \cdot \sigma_1' \right\} - \sigma_1'$
h3	2	U PVD 2 minggu	$\left\{ \left(\frac{\sigma_3'}{\sigma_2'} \right)^{U2} \cdot \sigma_2' \right\} - \sigma_2'$
h4	4	U PVD 1 minggu	$\left\{ \left(\frac{\sigma_4'}{\sigma_3'} \right)^{U1} \cdot \sigma_3' \right\} - \sigma_3'$

(Sumber: Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

2.7.1 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 2.9 Pembagian Zona Kekuatan Tanah
 (Sumber: Mochtar, 2011)

Zona A = Tanah dalam kondisi masih asli
 $C_u = C_u$ asli

- Zona B = Zona transisi

$$C_u = \frac{C_{uA} + C_{uC}}{2} \quad (2.37)$$
- Zona C = Tanah terkonsolidasi di bawah timbunan H. σ'' di C tergantung pada tinggi H dan kecepatan penimbunan bertahap. C_u di C dihitung menggunakan persamaan (2.34) atau (2.35).

2.7.2 Timbunan Bertahap dan Besar Pemampatan

Seperti diketahui bahwa timbunan di lapangan diletakkan lapis demi lapis dengan kecepatan sesuai dengan yang direncanakan. Dengan demikian, formula yang dipergunakan untuk menghitung besar pemampatan konsolidasi perlu disesuaikan dengan besar beban dan pemakaian harga C_c dan C_s .

Untuk pembebanan secara bertahap dimana besar beban di setiap tahapan adalah Δp , digunakan persamaan berikut :

1. Bila $(p_o' + \Delta p1) \leq p_c'$

$$S_c = \frac{C_s \cdot H}{1 + e_0} \left[\log \left(\frac{p_o' + \Delta p1}{p_o'} \right) \right] \quad (2.38)$$

2. Bila $(p_o' + \Delta p1 + \Delta p2) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_s \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_c'}{p_o' + \Delta p1} + \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_o' + \Delta p1 + \Delta p2}{p_c'} \quad (2.39)$$

3. Bila $(p_o' + \Delta p1 + \Delta p2 + \Delta p3) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{p_o' + \Delta p1 + \Delta p2 + \Delta p3}{p_o' + \Delta p1 + \Delta p2} \quad (2.40)$$

Dimana: S_c = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau

H = tebal lapisan tanah *compressible*

- e_0 = angka pori awal (*initial void ratio*)
 C_c = indeks kompresi
 C_s = indeks mengembang
 Δp = beban *surchage*
 p'_0 = tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke-i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)
 p'_c = tegangan konsolidasi efektif di masa lampau (*effective past overburden pressure*)

2.8 Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

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

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)

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} \quad (2.44)$$

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

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana} \quad (2.42)$$

3. Mencari nilai tambahan Momen penahan (ΔMR) dari FS rencana

$$\Delta MR = M_{\text{resisten rencana}} - M_{\text{resisten yang terjadi}} \quad (2.43)$$

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

$$T_{\text{allow}} = T_{\text{ult}} \times \left(\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right) \quad (2.44)$$

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 _{sr}	Faktor Kimia, FS _{cd}	Faktor Biolog, FS _{sd}
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

$$\Delta MR < T_{\text{allow}} \times \sum R_i \quad (2.45)$$

Dimana :

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

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

Panjang geotextile di belakang bidang longsor dapat diketahui melalui rumusan

$$L_e = \frac{T_{\text{all}} \times SF}{(\tau_{\text{atas}} + \tau_{\text{bawah}}) \times E} \quad (2.46)$$

$$\tau_i = Cu_i + \sigma_v \tan \theta \quad (2.47)$$

Dimana :

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

SF = faktor keamanan (rencana)

E = efisiensi (diambil E = 0.8)

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

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

C = kohesi tanah

θ = sudut tahanan geser tanah

7. Menghitung panjang geotekstil di depan bidang longsor

Panjang geotekstil di depan bidang longsor dapat diperoleh dengan menggambar manual secara tepat model timbunan, daerah bidang longsor, dan panjang geotekstil di belakang bidang longsor sesuai dengan koordinat titiknya, yang diperoleh dari program XSTABL. Kebutuhan panjang total geotekstil adalah jumlah panjang geotekstil di belakang bidang longsor dan panjang geotekstil di depan bidang longsor.

2.9 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.

2.9.1 Perencanaan Turap dengan Angker

Berikut langkah perhitungan turap dengan angker :

1. Menggambar distribusi tekanan tanah aktif dan pasif. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.48)$$

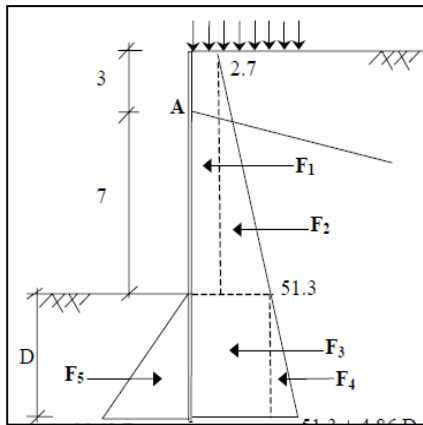
$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma_v K_p + 2c\sqrt{K_p} \quad (2.49)$$

dimana :

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\theta}{2}\right) \quad (2.50)$$

$$Kp = \tan^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right) \quad (2.51)$$

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.



Gambar 2.10 Gaya-gaya pada diagram tekanan tanah

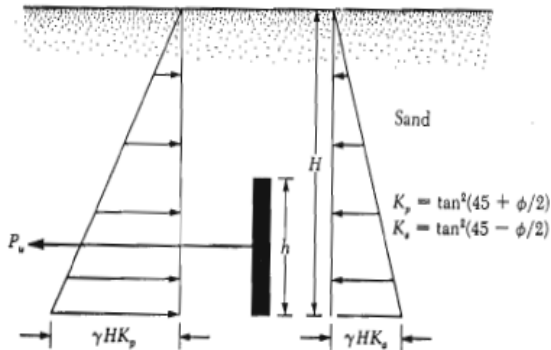
4. Perencanaan blok angkur
Menurut Teng (1962), apabila nilai $H/h \leq 1,5$ sampai 2, tinggi papan angkur dianggap = H
Untuk $B/h \approx \infty$; $P_u = B(P_p - P_a)$ (2.52)
Untuk $B/h < 5$, persamaan untuk menghitung kapasitas ultimit blok angkur pendek di dekat tanah untuk tanah granuler sebagai berikut :

$$T_{ult} \leq B(P_p - P_a) + \frac{1}{3}K_o\gamma(\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a})H^3 \text{tg} \quad (2.53)$$

Dimana :

$$P_p = \frac{1}{2}\gamma H^2 \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (2.54)$$

$$P_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (2.55)$$



Gambar 2.11 Kapasitas ultimit blok angker pada tanah granuler
(Sumber: Das,1999)

Dengan :

T = kapasitas ultimit blok angker

L = Panjang blok angker

P_a dan P_p = Tekanan aktif dan pasif total

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

H = Kedalaman dasar angker terhadap permukaan tanah

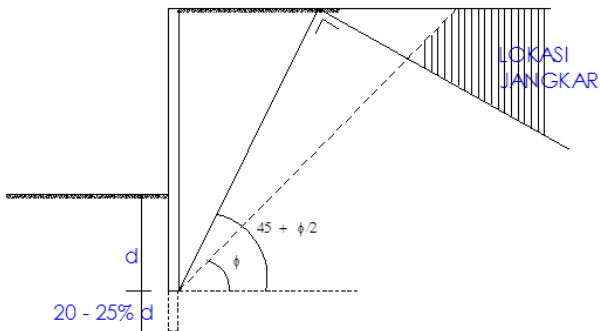
B = Lebar blok angker

5. Menentukan Panjang Baja Angker

Blok angker harus terletak pada zona tanah yang stabil. Penggambaran zona aman dapat dilihat pada Gambar 2.10.

2.9.2 Perencanaan Turap tanpa Angker

Pada dasarnya perencanaan turap tanpa angker dan dengan angker hampir sama. Yang membedakan adalah cara menentukan kedalaman *sheetpile*. Pada turap tanpa angker nilai d diperoleh dengan menyeimbangkan nilai gaya aktif dan gaya pasif ($\sum F = 0$). Kemudian momen yang digunakan dicari terhadap titik a dimana nilai $\sum F = 0$ atau nilai $E_a = E_p$. Langkah selanjutnya cara yang digunakan dalam penentuan profil sama.



Gambar 2.12 Penentuan lokasi angker

2.9.3 Perhitungan *Displacement*

Metode broms (1964a) dapat digunakan untuk menghitung defleksi lateral tiang yang berada pada lapisan tanah homogeny dan murni berupa tanah kohesif (lempung jenuh, $\phi = 0$) atau granuler (pasir, $c = 0$).

Untuk tanah kohesif letak jepit maksimum nilai

$$ZF = 1.8 T \quad (2.56)$$

$$\text{Dengan nilai } T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}} \quad (2.57)$$

$$\text{Sehingga nilai } H_u = \frac{M_{max}}{Z_f} \quad (2.58)$$

1. Tiang dalam tanah kohesif

Untuk tiang dalam tanah kohesif tiang dikaitkan dengan factor tak berdimensi βL , dengan

$$\beta = \left(\frac{kh d}{4 E_p I_p} \right) \quad (2.59)$$

dengan :

β = factor

kh = koefisien reaksi subgrade (Kn/m³)

kh = nh (z/d)

nh = koefisien reaksi subgrade (Kn/m³) tabel 2.5

Dan tabel 2.6

z = kedalaman dari permukaan tanah (m)

d = diameter tiang (m)

E_p = modulus elastis tiang (Kn/m²)

I_p = momen inersia dari penampang tiang (m⁴)

Tabel 2.6 Nilai nilai nh Untuk Tanah Granuler (c=0)

Kerapatan relative (Dr)	Tak padat	sedang	Padat
Interval nilai A	100-300	300-1000	1000-2000
Nilai A dipakai	200	600	1500
Nh, pasir kering atau lembab (terzaghi) (KN/m ³)	2425	7275	19400
Nh pasir terendam air (KN/m ³) terzaghi reese et al	1386 5300	4850 16300	11779 34000

(Sumber :Hardiyatmo, 2010)

Tabel 2.7 Nilai nilai nh Untuk Tanah Kohesif

Tanah	Nh (Kn/m ³)	Referensi
Lempung terkonsolidasi	166-3518	Reese dan Matlock (1956)
Normal lunak	277-554	Davisson – Prakash (1963)
Lempung terkonsolidasi	111-277	Peck dan Davisson (1962)
Normal organik	111-831	Davisson (1970)
Gambut	5527.7-111	Davisson (1970) Wilson dan Hilts

		(1967)
Loess	8033-11080	Bowles (1968)

(Sumber: Hardiyatmo, 2010)

Defleksi ujung tiang di permukaan tanah (y_0) dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

- a. Tiang ujung bebas berlakukan seperti tiang pendek, bila $\beta L < 1.5$ dengan besarnya defleksi tiang dipermukaan tanah :

$$y_0 = \frac{4 H (1+1.5 e/L)}{k h d l} \quad (2.60)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{6 H (1+1.5 e / L)}{k h d L} \quad (2.61)$$

dengan :

H = beban lateral (Kn)

e = jarak beban terhadap muka tanah (kn/m²)

L = Panjang Tiang (m)

- b. Tiang ujung jepit dianggap berkelakuan seperti tiang pendek bila $\beta L < 0.5$.

$$y_0 = \frac{H}{k h d L} \quad (2.62)$$

- c. Tiang ujung bebas dianggap seperti tiang panjang (tidak kaku), bila $\beta L < 2.5$ defleksi tiang dipermukaan tanah :

$$y_0 = \frac{2 H \beta (e\beta+1)}{k h d} \quad (2.63)$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\Theta = \frac{2 H \beta^2 (1+2 e \beta)}{k h d} \quad (2.64)$$

- d. Tiang ujung jepit dianggap sebagai tiang panjang (tidak kaku) bila $\beta L < 1.5$, dengan :

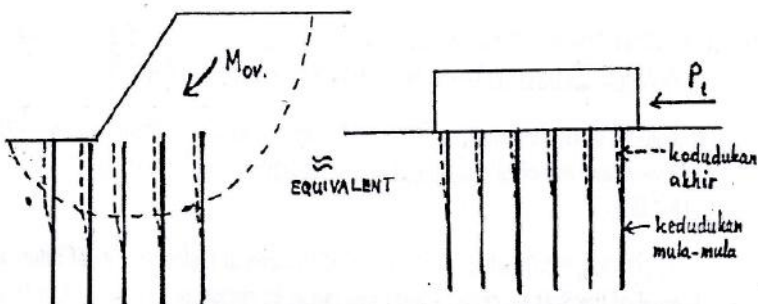
$$y_0 = \frac{H\beta}{kh d} \quad (2.65)$$

2.10 Perhitungan Kontrol *Overall Stability* Kebutuhan *Sheetpile*

Perhitungan kontrol *overall stability* untuk turap menggunakan perumusan cerucuk. Asumsi yang dipergunakan dalam konstruksi cerucuk dapat dilihat pada **Gambar 2.10**. Pada gambar tersebut kelompok tiang (cerucuk) dengan “rigid cap” pada permukaan tanah menerima gaya horizontal. Gaya horizontal ini adalah merupakan tegangan geser yang terjadi sepanjang bidang gelincir.

2.10.1 Menentukan Tambahan Momen Perlawanan (ΔM_R)

Untuk menentukan tambahan momen perlawanan (ΔM_R) yang diperlukan untuk menahan momen dorong akibat adanya beban timbunan dilakukan analisa stabilitas lereng dengan menggunakan program XSTABLE atau PLAXIS. Analisa dilakukan hingga mendapatkan bidang kelongsoran dengan angka keamanan paling kritis.



Gambar 2.13 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk (NAVFAC DM-7, 1971)

(sumber : Mochtar, 2000)

Apabila angka keamanan yang diperoleh dari analisa sama dengan atau kurang dari satu (≤ 1) maka diperlukan tambahan momen penahan (ΔM_R) yang harus diberikan untuk mencapai angka keamanan rencana ($SF_{rencana} > 1$) yang diinginkan agar tidak terjadi kelongsoran.

Momen tambahan (ΔM_R) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta M_R = (SF_{rencana} \times M_p) - M_R \quad (2.66)$$

$$M_p = M_R / SF \quad (2.67)$$

Dimana: ΔM_R = momen penahan tambahan yang akan dipikul oleh cerucuk.

M_R = momen penahan atau momen perlawanan

M_p = momen penggerak atau momen dorong

SF = angka keamanan awal (tanpa cerucuk)

$SF_{rencana}$ = angka keamanan yang direncanakan

2.10.2 Menghitung Momen Lentur yang Bekerja Pada Cerucuk

Menurut desain manual NAVFAC DM-7 (1971) dalam Mochtar (2000), besarnya momen lentur yang bekerja pada cerucuk didapat dari:

$$M_{p_{maks}} = \frac{\sigma_{max} \text{bahan} \times I_n}{c} \quad (2.68)$$

Dimana : σ_{maks} = tegangan tarik/ tekan maksimum dari bahan cerucuk

I_n = momen inersia penampang cerucuk terhadap garis yang melewati penampang

C = $\frac{1}{2} D$

D = diameter cerucuk

2.10.3 Menghitung Gaya Horizontal yang Mampu Ditahan Satu Tiang

Besarnya gaya maksimal (P_{maks}) yang dapat ditahan oleh satu tiang/ cerucuk terjadi apabila nilai M_p sama dengan nilai momen maksimum lentur bahan cerucuk. Sehingga nilai dari gaya horizontal maksimal yang dapat ditahan oleh satu tiang diperoleh dari persamaan berikut ini (NAVFAC DM-17, 1971):

$$P_{max} (Icerucuk) = \frac{Mp_{max} Icerucuk}{T \times F_M} \times Fkg \quad (2.69)$$

$$Fkg = 2,30 \times Y_t \times Y_s \times Y_n \times Y_D \quad (2.70)$$

Dengan nilai Y_t , Y_s , Y_n , Y_D dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Dimana: P_{maks} = gaya horizontal yang diterima cerucuk (kg)

Mp_{maks} = momen lentur yang bekerja pada cerucuk (kg-cm)

T = faktor kekakuan relative (cm)

F_M = koefisien momen akibat gaya lateral.

Harga F_m didapat dari **Gambar 2.9** yang merupakan grafik hubungan dari kedalaman (z) dengan L/T . Dimana L adalah panjang cerucuk yang tertahan di bawah/atas bidang gelincir.

σ_{all} = tegangan lentur ijin bahan cerucuk

I = momen inersia tiang cerucuk, cm^4

y = jarak antara serat teratas atau terbawah dari penampang cerucuk terhadap garis netral (cm)

Fkg = Faktor koreksi gabungan terhadap variasi perlakuan cerucuk

$$T = \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} \quad (2.71)$$

Dimana: E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), kg/cm²
 f = koefisien dari variasi modulus tanah (dapat dicari dari **Gambar 2.8**) yang merupakan grafik hubungan antara f dengan *unconfined compression strength* ($q_u = 2 C_u$).

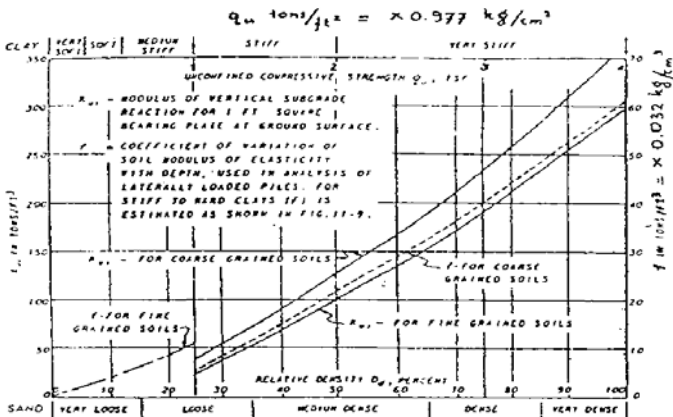
2.10.4 Menentukan Jumlah Cerucuk

Jumlah cerucuk yang dibutuhkan dapat diperoleh dari rumus berikut:

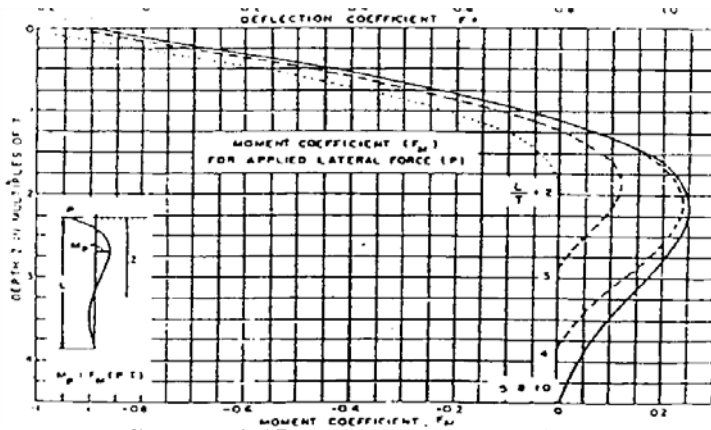
$$n = \frac{\Delta M_R}{R \times P_{\max} \text{ 1cerucuk}} \quad (2.72)$$

Dimana: R = jari-jari kelongsoran (m)

I = momen inersia tiang (cerucuk), cm⁴



Gambar 2.14 Mencari Harga f untuk Berbagai Jenis Tanah
 (sumber : NAVFAC DM-7, 1971 dalam Mochtar, 2000)



Gambar 2.15 Grafik untuk Mencari Besar F_M

(sumber: NAVFAC DM-7, 1971 dalam Mochtar, 2000)

Tabel 2.8 Model Persamaan Cerucuk Untuk Beberapa Variasi

Variasi Perlakuan Cerucuk	Model Persamaan
Rasio Tancap, $X_t = L/D$	$Y_t = 0.1(X_t) - 0.35;$ $(Y_t = 1.0 \text{ bila } L/D = 15)$ $(\text{For } 0 < L/D < 5, Y_t = 0.02 X_t)$ $(Y_{t \text{ max}} = 1.45)$
Spasi, $X_s = S/D$	$Y_s = -0.057(X_s)^2 +$ $0.614(X_s) - 0.658;$ $(Y_s = 1.0 \text{ bila } S/D = 5)$
Jumlah	$Y_n = -0.047x_n + 1.051;$ $(Y_n = 1.0 \text{ bila } X_n = 1)$
Diameter, $X_D = D/T$	$Y_D = 46.616(X_D) - 3.582;$ $(Y_D = 1.0 \text{ bila } D/T = 0.1)$ $(Y_{D \text{ min}} = 1.0 ; Y_{D \text{ max}} = 1.70)$

(Sumber: Rusdiansyah, 2016)

2.11 Peti Kemas (*Container*)

Peti kemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Organization for Standardization* (ISO) sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan diberbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal petikemas laut.

Tabel 2.9 Ukuran dan Berat Berbagai Jenis Peti Kemas

		Peti kemas 20 kaki		Peti kemas 40 kaki		Peti kemas 45 kaki	
		inggris	metrik	inggris	metrik	inggris	metrik
dimensi luar	panjang	19' 10 $\frac{1}{2}$ "	6.058 m	40' 0"	12.192 m	45' 0"	13.716 m
	lebar	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	tinggi	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m
dimensi dalam	panjang	18' 10 $\frac{5}{16}$ "	5.758 m	39' 5 $\frac{45}{64}$ "	12.032 m	44' 4"	13.556 m
	lebar	7' 8 $\frac{19}{32}$ "	2.352 m	7' 8 $\frac{19}{32}$ "	2.352 m	7' 8 $\frac{19}{32}$ "	2.352 m
	tinggi	7' 9 $\frac{57}{64}$ "	2.385 m	7' 9 $\frac{57}{64}$ "	2.385 m	8' 9 $\frac{15}{16}$ "	2.698 m
bukaan pintu	width	7' 8 $\frac{1}{8}$ "	2.343 m	7' 8 $\frac{1}{8}$ "	2.343 m	7' 8 $\frac{1}{8}$ "	2.343 m
	tinggi	7' 5 $\frac{3}{4}$ "	2.280 m	7' 5 $\frac{3}{4}$ "	2.280 m	8' 5 $\frac{49}{64}$ "	2.585 m
volume		1,169 ft ³	33.1 m ³	2,385 ft ³	67.5 m ³	3,040 ft ³	86.1 m ³
berat kotor		52,910 lb	24,000 kg	67,200 lb	30,480 kg	67,200 lb	30,480 kg
berat kosong		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	10,580 lb	4,800 kg
muatan bersih		48,060 lb	21,800 kg	58,820 lb	26,680 kg	56,620 lb	25,680 kg

(Sumber: www.tpkkoja.co.id)

2.12 Metode Tahapan Reklamasi

Menurut Peraturan Presiden No 112 Tahun 2012 Pasal 1 Tentang Reklamasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, yang dimaksud reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan oleh orang dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan lahan atau drainase. Dalam teori perencanaan kota, reklamasi pantai merupakan salah satu langkah pemekaran kota. Biasanya reklamasi dilakukan oleh negara atau kota besar dengan laju pertumbuhan dan kebutuhan lahannya meningkat pesat, tetapi mengalami kendala keterbatasan lahan. Kondisi ini tidak memungkinkan untuk melakukan pemekaran ke daratan, sehingga diperlukan daratan baru.

Pada perencanaan reklamasi, setiap orang atau kelompok yang akan melakukan reklamasi harus perpedoman pada perpres no 112 tahun 2012 dan wajib membuat perencanaan yang tercantum dalam Pasal 3 ayat (2) yaitu :

a. Penentuan lokasi

Dilakukan berdasarkan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3-K) Provinsi, Kabupaten/Kota

b. Penyusunan rencana induk;

c. Studi kelayakan

Penentuan lokasi reklamasi dan lokasi sumber material reklamasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib mempertimbangkan aspek teknis, aspek lingkungan hidup, dan aspek sosial ekonomi (tabulasi).

d. Penyusunan rancangan detail.

Dalam pasal 4 dijelaskan peraturan lokasi reklamasi dan lokasi pengambilan material untuk reklamasi yaitu pada ayat (2) yang berisi :

a. Lokasi reklamasi; dan

b. Lokasi sumber material reklamasi.

Penentuan lokasi tersebut wajib mempertimbangkan aspek teknis, aspek lingkungan hidup, dan aspek sosial ekonomi (tabulasi). Metode pelaksanaan konstruksi reklamasi harus mempertimbangkan aspek lingkungan hidup yang menganut pada asas pembangunan berkelanjutan. Dalam pelaksanaannya pembangunan reklamasi harus melihat kondisi lingkungan hidup. Kondisi lingkungan hidup yang dimaksud seperti pada pasal 8 yaitu meliputi kualitas air laut, kualitas air tanah, kualitas udara, kondisi ekosistem pesisir (mangrove, lamun, terumbu karang), flora dan fauna darat, serta biota perairan. Tahapan-tahapan pekerjaan reklamasi dipesisir pantai juga telah diatur dalam pasal 14 ayat (2) yang merupakan lanjutan dari pasal 3 ayat (2). Pentahapan tersebut meliputi :

- a. Penyiapan lahan dan pembuatan prasarana/fasilitas penunjang reklamasi;
- b. Pembersihan dan/atau perataan tanah;
- c. Pembuatan dinding penahan tanah dan/atau pemecah gelombang;
- d. Pengangkutan material reklamasi dari lokasi sumber material darat dan/atau laut;
- e. Perbaikan tanah dasar;
- f. Pengurugan material reklamasi;
- g. Penanganan, penebaran dan penimbunan material reklamasi dari darat dan/atau laut;
- h. Pengeringan, perataan dan pematangan lahan reklamasi; dan
- i. Sistem drainase.

Pelaksanaan pekerjaan reklamasi dilapangan dilakukan melalui beberapa cara. Pelaksanaan reklamasi sebagaimana dimaksud disebutkan pada pasal 22 ayat (2) dilakukan dengan cara:

- a. Pengurugan;
- b. Pengeringan lahan; dan/atau
- c. Drainase.

Pengurugan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 22 ayat (2) huruf a , telah dijabarkan pada pasal 23 yaitu dilaksanakan dengan cara:

- a. Pembangunan tanggul mengelilingi daerah yang akan direklamasi;
- b. Penebaran material reklamasi dilaksanakan lapis demi lapis melalui penimbunan material dari daratan dan/atau pemompaan secara hidrolis (hydraulic fill) material dari perairan;
- c. Perataan lahan reklamasi;
- d. Pematangan lahan melalui pemasangan peralatan pengeringan vertikal (vertical drain) dan pemadatan lahan; dan
- e. Penimbunan tanah lapisan terakhir (finishing).

Pengeringan lahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 22 ayat (2) huruf b, juga disebutkan dalam pasal 24 dilakukan dengan cara:

- a. Pembangunan tanggul kedap air mengelilingi daerah yang akan direklamasi;
- b. Pemompaan air dilaksanakan pada lahan yang akan direklamasi;
- c. Perbaikan tanah dasar melalui penimbunan dan pemadatan tanah; dan
- d. Pembuatan jaringan drainase dan/atau pompanisasi melingkari lahan reklamasi.

Drainase seperti dijelaskan dalam pasal 25 yaitu dilakukan dengan cara membuat sistem pengaliran air dengan atau tanpa pintu-pintu pengatur dan elevasi muka tanah lebih tinggi dari elevasi muka air laut. Dalam pasal 26 pelaksanaan reklamasi wajib menjaga dan memperhatikan:

- a. Keberlanjutan kehidupan dan penghidupan masyarakat;
- b. Keseimbangan antara kepentingan pemanfaatan dan kepentingan pelestarian fungsi lingkungan pesisir dan pulau-pulau kecil; serta
- c. Persyaratan teknis pengambilan, pengerukan, dan penimbunan material.

Persyaratan teknis pengambilan, pengerukan, dan penimbunan material sebagaimana dimaksud dalam Pasal 26 huruf c dijelaskan dalam pasal 30 ayat (1), yaitu meliputi:

- a. Metode pengambilan, pengerukan, dan penimbunan material yang digunakan tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan hidup, merusak ekosistem, semburan lumpur (mud explosion), gelombang lumpur (mud wave), bencana pesisir serta mematikan keberlanjutan kehidupan dan penghidupan masyarakat; dan
- b. Material reklamasi merupakan tanah dominan pasir dan tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3).

Pengambilan material yang dilakukan telah diatur dalam pasal 30 ayat (3), yaitu metode pengerukan material timbunan di perairan dilakukan dengan menggunakan kapal sesuai jenis dan kepadatan material. Sedangkan untuk metode penimbunan

material timbunan harus sesuai dengan pasal 30 ayat (4) yang dilakukan dengan:

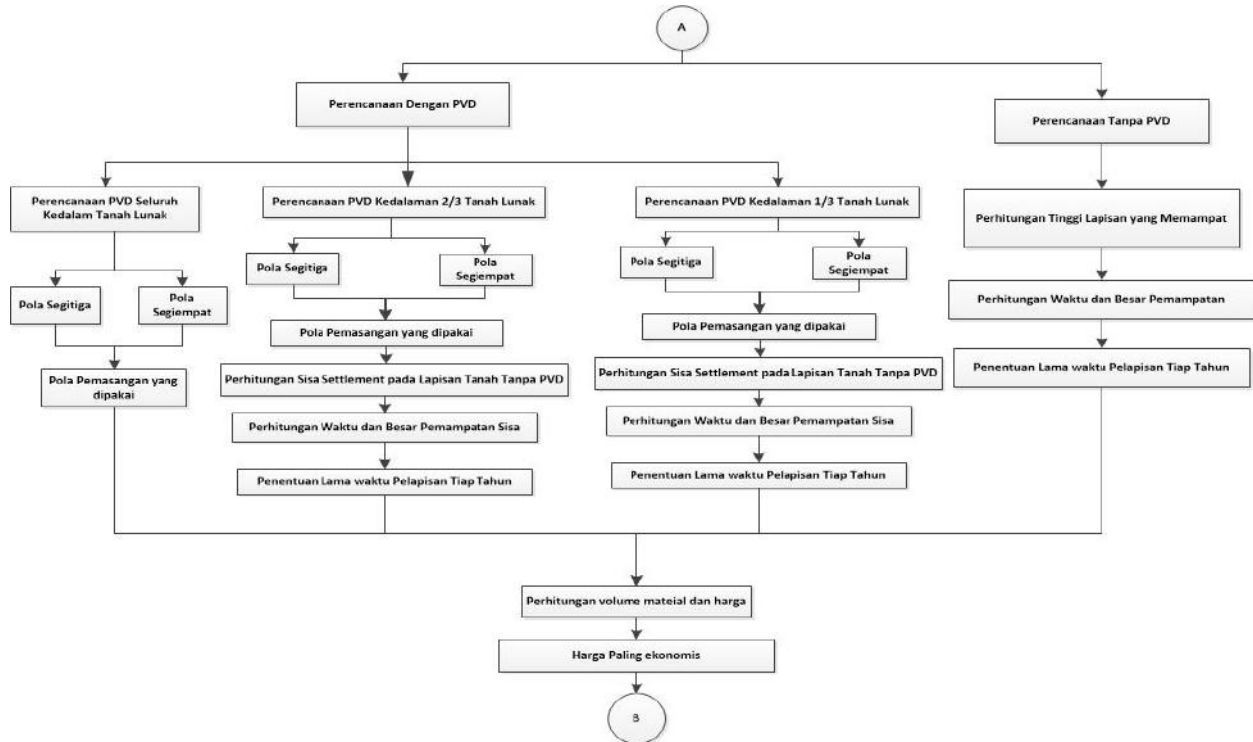
- a. Mengangkut material dengan *dumptruck*, dituangkan di lokasi reklamasi, dihamparkan dengan *bulldozer* dan diratakan dengan *grader*, setelah itu dipadatkan untuk lokasi sumber material di darat;
- b. Mengangkut material dengan kapal, ditebarkan dengan cara penyemprotan lapis demi lapis dan dipadatkan untuk lokasi sumber material di perairan; dan
- c. Menggunakan kantong pasir (*sand bag*) dan *silt barricade* untuk mencegah pencemaran lingkungan laut.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Berikut ini merupakan diagram alir Perencanaan Perbaikan Tanah di Dasar Lahan Reklamasi dan Tanggul Reklamasinya pada perencanaan Pelabuhan Kuala Tanjung Tahap Pertama, Medan, Sumatra Utara. Perencanaan dimulai dari perencanaan perbaikan tanah di dasar lahan reklamasi dan tanggulnya kemudian dilanjutkan dengan perencanaan perkuatan tanggul. Tahap metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.







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. Pemampatan Tanah Lunak
- c. Metode *Preloading*
- d. Metode *Prefabricated Vertical Drain*
- e. Metode Perkuatan dengan *Sheet Pile*
- f. Metode Perkuatan dengan Geotekstil.

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 :
 - *Boring log* dan *Standard Penetration Test* (SPT)
 - Hasil Tes Tanah Laboratorium
- c. Data perencanaan reklamasi

3.4 Perencanaan Lahan Reklamasi dan Tanggul

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

- a. Perencanaan Timbunan

Timbunan diperlukan dalam perencanaan reklamasi karena elevasi rencana *container yard* adalah +4,50 m dan *behandle area* adalah +9,0 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*) Pada Masing-masing Alternatif
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.

e. Penentuan Desain PVD Pada Masing-masing Alternatif

Pemasangan PVD pada tanah lempung ditentukan sampai pada kedalaman tanah tertentu dimana kecepatan pemampatan rata-rata per tahun (Rate of Settlement) ≤ 1.5 cm per tahun. Penentuan kedalaman PVD bergantung dari perencanaan yang akan dilakukan yang melihat nilai rate of settlement pada tanah dasar. Apabila PVD tidak dipasang sampai pada ketebalan lapisan tanah lembek, maka perlu dibuat grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs H_{final} serta $H_{initial}$ Vs $S_c(i)$ yang baru karena besar settlement pada tanah dasar menjadi berkurang.

f. Pembebanan Secara Bertahap (Preloading)

Pada pelaksanaan di lapangan, penimbunan dilakukan lapis demi lapis. Apabila daya dukung tanah dasar mencukupi maka penimbunan dilakukan secara terus menerus tanpa penundaan. Tetapi jika pada saat pentahapan penimbunan berikutnya daya dukung tanah dasar kurang mencukupi, harus dilakukan penundaan penimbunan sampai daya dukung tanah dasar mencukupi untuk dilakukan penimbunan kembali. Peningkatan daya dukung tanah dasar dapat terjadi karena adanya pemampatan akibat preloading. Oleh sebab itu, kenaikan daya dukung tanah dasar harus selalu dicek saat perencanaan. Dalam Tugas Akhir ini, perhitungan daya dukung pada tanah dasar dilakukan dengan program Xstable.

3.5 Penentuan Tinggi Pelapisan Tanah dan Kurun Waktu Pelapisan di Area *Container Yard* dan *Behandle Area*

Pada alternatif perencanaan yang diberikan pada metode kedua akan dilakukan pelapisan kembali tanah urug di Area *Container Yard* dan *Behandle Area*. Oleh karena itu harus

diketahui tinggi pelapisan tanah urug dan penentuan kurun waktu pelapisan tersebut akan dilakukan. Hal tersebut harus mempertimbangkan besar *settlement* tiap tahun dan kecepatan pemampatan (*rate of settlement*) tanah dasar.

3.6 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 Perencanaan Perbaikan Tanah di Dasar Lahan Reklamasi dan Tanggul Reklamasinya pada Terminal Peti Kemas Pelabuhan Kuala Tanjung Medan.

3.7 Perhitungan Biaya Ekonomis

Setelah perhitungan dengan semua alternatif tersebut selesai dilakukan, maka selanjutnya adalah menghitung rencana anggaran biaya. Rencana anggaran biaya pelapisan timbunan selama beberapa tahun kedepan setelah operasional pelabuhan tersebut dijalankan, besar biaya yang dihitung adalah harga volume *overlay* ditambah dengan ongkos pemindahan peti kemas pada saat pelaksanaan *overlay* dilakukan.

3.8 Perencanaan Perkuatan Tanggul

Pada perencanaan perkuatan tanggul menggunakan *sheet pile* dan geotekstil. Masing – masing perkuatan dihitung kemudian dicek kestabilan nya. Pengecekan tersebut berguna untuk menghindari kegagalan saat pelaksanaan maupun saat pelabuhan telah beroperasi. Kemudian membuat alternatif – alternatif pemilihan dengan menggunakan kombinasi diantara ketiga metode tersebut

3.9 Pelaksanaan Metode Konstruksi

Setelah perhitungan perencanaan selesai, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tahapan pelaksanaan pekerjaan yang berwawasan lingkungan dan sesuai dengan Peraturan

Presiden No 112 Tahun 2012 Tentang Reklamasi di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil

3.10 Kesimpulan

Setelah perhitungan dan perencanaan selesai, maka dapat ditarik kesimpulan manakah perencanaan yang paling ekonomis untuk area reklamasi tersebut. Selain itu juga dapat diketahui apakah tanggul dengan dimensi dan perkuatan yang dipilih telah cukup untuk mengatasi permasalahan kestabilan.

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 Pembangunan Terminal Petikemas Pelabuhan Kuala Tanjung, Medan (Tahap I) yang dilakukan oleh PT. Pelabuhan Indonesia I pada tahun 2015. Data SPT yang tersedia berjumlah tiga titik data pengeboran, satu diantaranya berada di dalam lokasi pembanguan lapangan penumpukan petikemas Pelabuhan Kuala Tanjung.

Data pengujian laboratorium yang berada dalam lokasi proyek pembangunan Pelabuhan Kuala Tanjung berjumlah tiga titik data pengeboran yaitu BH-1, BH-2, BH-3 (Gambar 4.1). Data dianalisa dengan membandingkan jenis tanah dan analisa SPT (Mochtar, 2012) untuk mendapatkan kedalaman tanah mampu mampat ($N_{SPT} \leq 10$) korelasi nilai SPT dan konsistensi tanah dapat sesuai dengan Tabel 2.1. Letak tanah mampu mampat berkisar antara -21 m hingga -22,5 m dengan elevasi rencana +3,0 dari *seabed* lokasi BH-1.



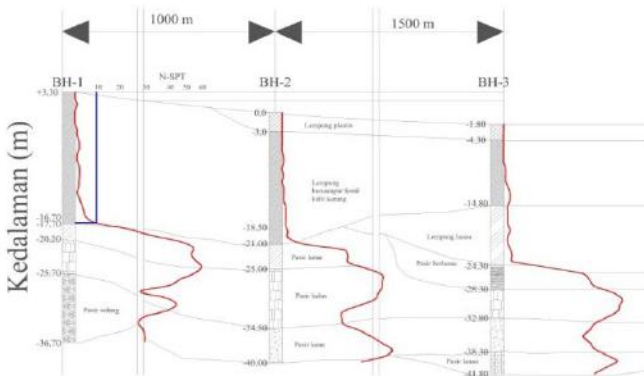
Gambar 4.1 Layout Lokasi Titik Bor
(Sumber: PT. Maratama Cipta Mandiri)

4.2 Analisa Parameter Tanah

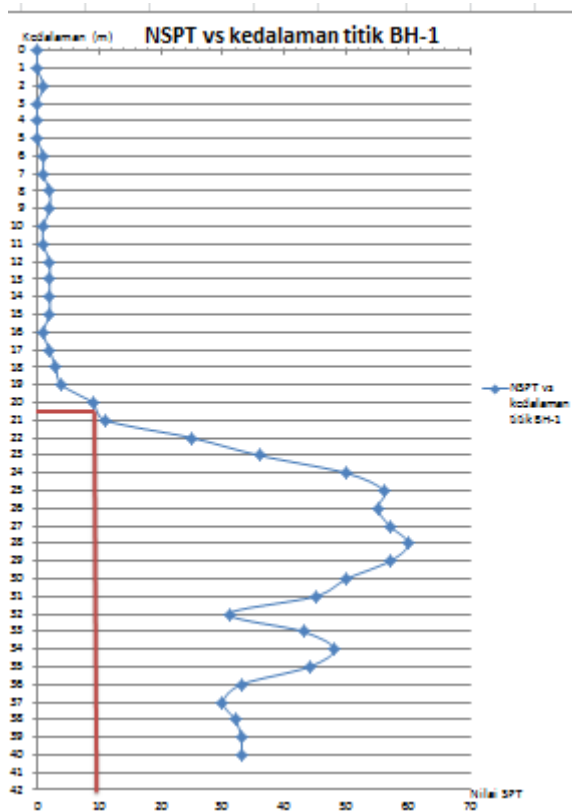
4.2.1 Stratigrafi Tanah

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

Stratigrafi tanah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa titik BH-1 berada pada ketinggian +3,30 m sedangkan titik BH-2 berada pada elevasi $\pm 0,0$ m dan BH-3 berada pada elevasi -1,8 m. Dari Gambar 4.1 area reklamasi berada di sekitar lokasi pengujian tanah titik BH-1, maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan data pada titik BH-1. Hasil dari plot dapat diketahui lokasi pengujian tanah lapangan titik BH-1 mempunyai kedalaman tanah lunak sedalam 20,4 m (Gambar 4.3).



Gambar 4.2 Stratigrafi Tanah
(Sumber: Hasil analisa)

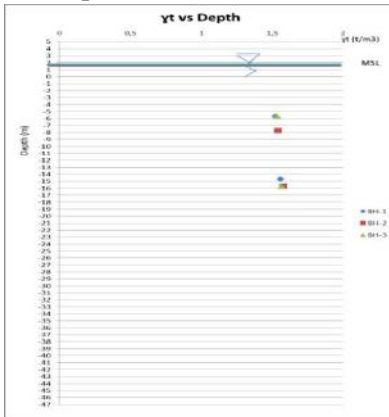


Gambar 4.3 Kedalaman Tanah Lunak Titik BH-1
(Sumber: Hasil analisa)

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% menggunakan Persamaan 2.5. Sebaran data parameter tanah setiap kedalamannya dapat dilihat pada Gambar 4.4.

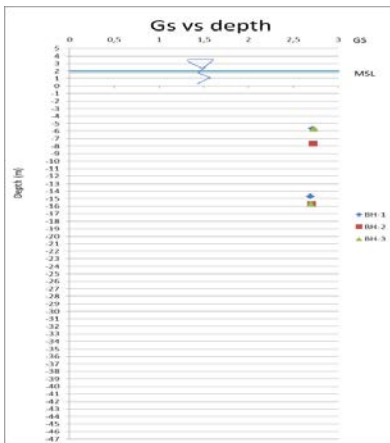
Dari gambar tersebut dapat dilihat untuk nilai γ_t , γ_{sat} dan G_s mempunyai nilai yang saling berdekatan oleh karena itu tidak perlu dilakukan analisa statistik. Sedangkan untuk parameter tanah lainnya perlu dilakukan analisa statistik karena mempunyai persebaran nilai yang cukup jauh. Hasil statistika dapat dilihat pada Lampiran 1 dan hasil analisa parameter tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 4.1.



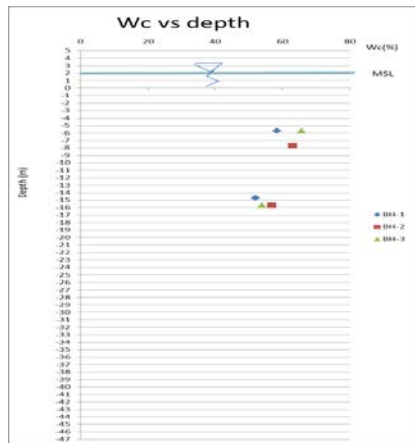
(a)



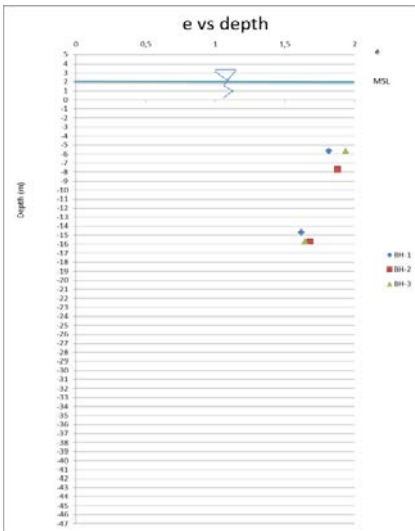
(b)



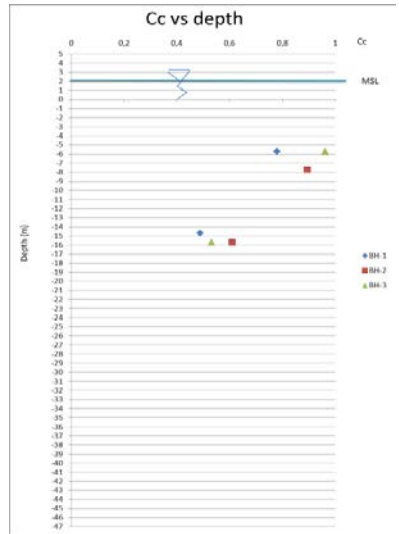
(c)



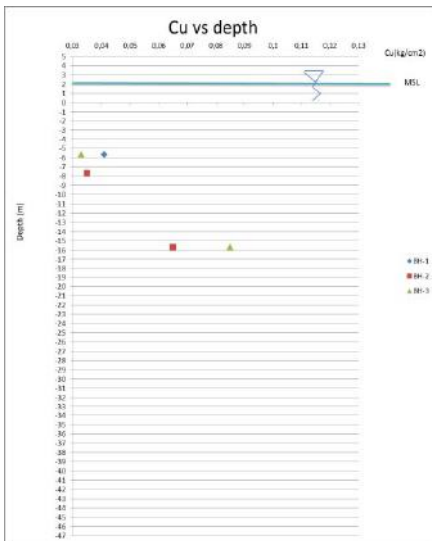
(d)



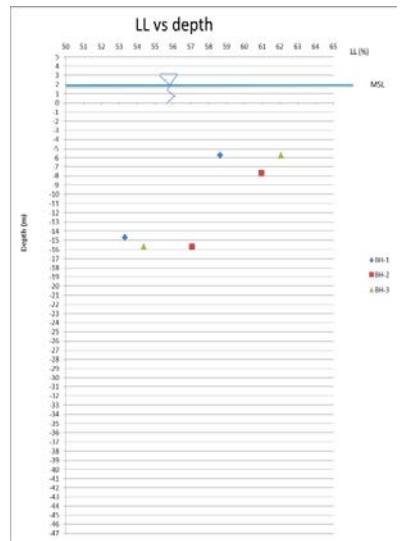
(e)



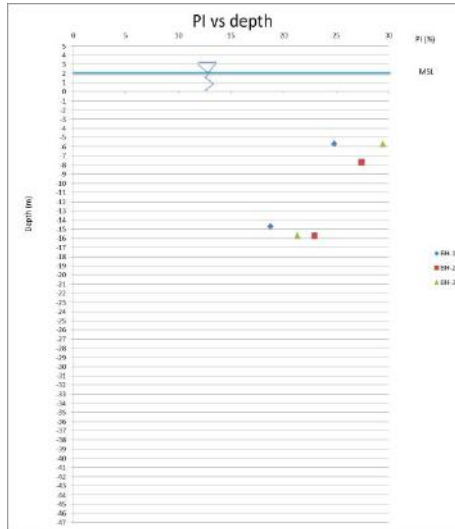
(f)



(g)



(h)



(i)

Gambar 4.4 Grafik parameter tanah menurut kedalaman (a) Berat Jenis Tanah, (b) Berat Jenis Tanah Jenuh, (c) Berat Spesifik Butiran Padat, (d) Kadar Air, (e) Angka Pori, (f) Indeks Kompresi, (g) Kuat Geser Tanah, (h) *Liquid Limit*, (i) Indeks Plastisitas

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 4.1 Parameter Dasar Tanah
(Sumber : Hasil Analisa)

Elevasi	yt(t/m3)	ysat(t/m3)	Wc(%)	Gs	e	Cc	Cu(Kg/cm2)	Ll(%)	Pl(%)	Cv(cm2/dtk)
3,30	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
2,30	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
1,30	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
0,30	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-0,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-1,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-2,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-3,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-4,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-5,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-6,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-7,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-8,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-9,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-10,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-11,70	1,525	1,589	62,347	2,713	1,878	0,8785	0,036	60,56	27,24	0,000462
-12,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-13,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-14,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-15,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-16,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-17,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-18,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-19,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-20,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-21,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-22,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-23,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-24,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-25,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-26,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-27,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-28,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-29,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-30,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-31,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-32,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-33,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-34,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-35,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298
-36,70	1,561	1,635	54,247	2,689	1,647	0,543	0,075	54,92	21,02	0,000298

4.3 Tegangan Akibat Fluktuasi Muka Air

Tegangan fluktuasi muka air didapat dari tinggi fluktuasi muka air di lapangan dikali dengan tegangan air. Besar fluktuasi air di lapangan diketahui sebesar 3,30 m.

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{fluktuasi air}} &= 3,3 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3 \\ &= 3,3 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

4.4 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 :

$$C = 0$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,85 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_t = 1,85 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

- Geometri Timbunan

Tinggi tanah timbunan (H_{final}) direncanakan hingga elevasi +3,0 m dengan luas area timbunan reklamasi 132.000 m².

4.5 Data Spesifikasi Bahan

4.5.1 PVD (*prefabricated Vertical Drain*)

Jenis PVD yang digunakan pada perencanaan ini adalah CeTeau Drain CT-D822 produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi sebagai berikut:

- *Weight* = 75 g/m
- *Thickness* (a) = 100 mm
- *Width* (b) = 4 mm

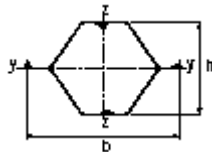
Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

4.5.2 *Sheet pile* Baja

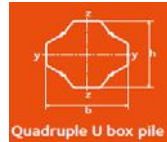
Tipe *sheet pile* = CAZ Box Piles 40-700n

Section modulus y-y = 14105 cm³

Section modulus z-z	= 11205 cm ³
Tipe <i>sheet pile</i>	= <i>Quadruple U Box Piles</i> tipe CAU 25-4
Section modulus	= 16820 cm ³
Momen Inersia	= 1064910 cm ⁴



(a)



(b)

Gambar 4.5 Penampang Profil *Sheetpile* (a) CAZ Box Pile, (b) *Quadruple U Box Piles*

(Sumber: *General Catalog of Arcelor Mittal*)

Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

4.5.3 Geotextile

Pada perencanaan ini digunakan *geotextile woven* PET 300 yang diproduksi oleh PT. Tencate Polyfelt dengan *Tensile Strength* 300 KN/m². Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 11.

4.6 Data Beban

Reklamasi akan dibebani dengan beban kontainer. Data kontainer dapat dilihat pada Tabel 2.5. Reklamasi direncanakan dapat menahan beban kontainer 40 TEUs (40feet) dengan jumlah 4 tumpuk (4 Tiers).

Kontainer 40 TEUs, 4 Tiers (q_{surchage})

$$q_{\text{container}} = 4 \times \frac{\text{Berat kontainer}}{\text{Luas alas kontainer}}$$

$$q_{\text{container}} = 4 \times \frac{31}{12,192 \times 2,438} \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{container}} = 4 \times 1,042 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{container}} = 4,172 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{lalu lintas}} = 2,4 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{paving}} = 0,25 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 = 0,6 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{total}} = 7,172 \text{ ton/m}^2$$

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

$$H_{\text{bongkar}} = \frac{q_{\text{total}}}{\gamma_{\text{timb}}} = \frac{7,172 \text{ t/m}^2}{1,85 \text{ t/m}^3} = 3,876 \text{ m}$$

4.7 Data Pasang Surut

Data pasang surut muka air laut di Pelabuhan Kuala Tanjung Medan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Muka Air Pasang Surut Pelabuhan Kuala Tanjung

Highest Water Spring (HWS)	: 3,74	m
Mean Sea Level (MSL)	: 2,01	m
Lowest Water Spring (LWS)	: 1,84	m
Tunggang Pasang	: 3,256	m

(Sumber: Rencana Induk Pelabuhan Kuala Tanjung)

BAB V PERENCANAAN GEOTEKNIK

5.1 Perhitungan Tinggi Inisial (H_{inisial})

Perhitungan konsolidasi pada perencanaan ini dilakukan berdasarkan pemampatan tanah akibat konsolidasi primer (*primary consolidation*) yaitu pada kondisi *overconsolidated* dengan pertimbangan kondisi tanah dipengaruhi oleh fluktuasi muka air laut.

Pengaruh dari fluktuasi muka air tersebut menyebabkan terjadinya tegangan akibat fluktuasi air sebesar $3,3 \text{ t/m}^2$. Dari perhitungan tersebut diperoleh besar pemampatan (S_c), tinggi timbunan awal (H_{inisial}) dan tinggi timbunan akhir (H_{final}) untuk perencanaan.

Untuk mendapatkan nilai H_{inisial} dilakukan perhitungan pemampatan tanah dasar dengan variasi pemberian beban timbunan (q) sebagai berikut, yaitu:

$$\begin{aligned} q = 6 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 6 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \\ q = 8 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 8 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \\ q = 10 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 10 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \\ q = 12 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 12 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \\ q = 14 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 14 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \\ q = 16 \text{ t/m}^2 &\rightarrow q_{\text{timbunan}} + q_{\text{surchage}} = 16 \text{ t/m}^2 + 7,172 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada perencanaan ini dilakukan perhitungan tinggi initial pada masing-masing alternatif yang ditawarkan, yaitu:

1. Alternatif panjang PVD penuh
2. Alternatif panjang PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak
3. Alternatif panjang PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak
4. Alternatif tanpa PVD

Akibat dari variasi kedalaman PVD yang berbeda tersebut mengakibatkan tinggi H_{inisial} pada masing-masing

alternatif akan berbeda karena besar tanah lunak yang akan memampat karena PVD besarnya juga berbeda.

5.1.1 Perhitungan Besar Pemampatan (*Settlement*)

Berdasarkan hasil analisis data tanah sebelumnya, diperoleh tebal lapisan *compressible* pada area reklamasi yang akan direncanakan adalah 20,4 m. Lapisan *compressible* memiliki N-SPT kurang dari 10 dengan jenis konsistensi tanah *very soft* hingga *medium stiff*. Perhitungan *settlement* dapat diperoleh pada Persamaan 2.9. *Settlement* dihitung akibat beban timbunan dan *surcharge*. Berikut ini adalah contoh perhitungan *settlement* pada tanah dasar di lapisan pertama pada alternatif dimana PVD dipasang diseluruh kedalaman tanah lunak, akibat beban timbunan dan beban *surcharge* sebesar 13,172 t/m².

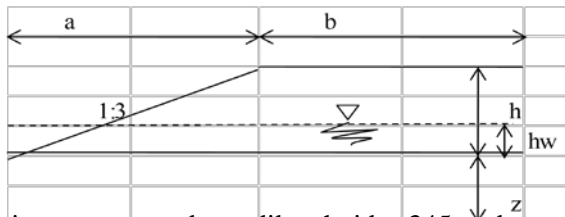
h	$= 1,2 \text{ m}$	γ_w	$= 1.0 \text{ t/m}^3$
C_s	$= 0,1757$	$\gamma_{\text{sat timb}}$	$= 1.85 \text{ t/m}^3$
C_c	$= 0,8785$	γ'_{timb}	$= 1.85 \text{ t/m}^3$
e_o	$= 1,88$	$\gamma_{\text{sat tanah}}$	$= 1,589 \text{ t/m}^3$

1. Tegangan *overburden* efektif (P'_o)

Tegangan *overburden* efektif dihitung di tengah lapisan tanah dengan Persamaan 2.11.

$$\begin{aligned} P'_o &= \gamma' \times \left(\frac{1}{2} \times h\right) \\ &= 0.589 \text{ t/m}^3 \times 0,6 \\ &= 0,3534 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

2. Penambahan tegangan (Δp)



Dari perencanaan dapat diketahui $b = 345 \text{ m}$ dan $z = 0,6 \text{ m}$, maka besar $b/z = 575$ sehingga dari bacaan Gambar 2.1, dipakai

faktor distribusi tegangan maksimum $I = 0.5$ maka perhitungan dengan Persamaan 2.12 untuk timbunan total dapat dikali 2.

$$\begin{aligned}\Delta p &= 2 \times I \times q \\ &= 2 \times 0,5 \times 13,172 \text{ t/m}^3 \\ &= 13,172 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

3. Besarnya pemampatan (S_c)

Dengan menggunakan Persamaan 2.9 didapatkan :

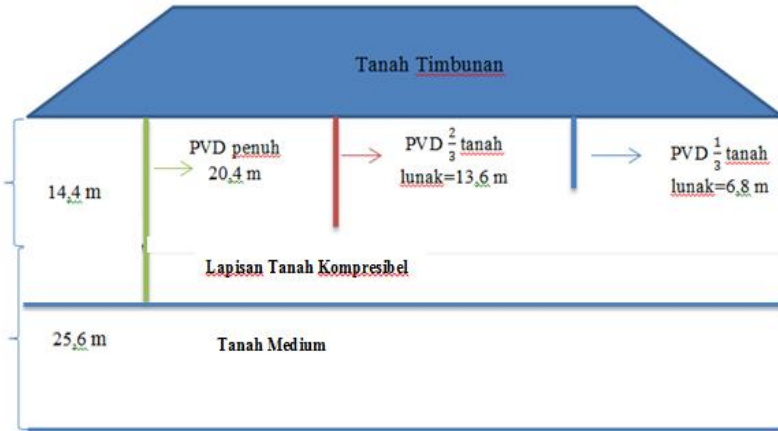
$$\begin{aligned}S_{c\sim} &= \left[\frac{H}{1+e_0} C_s \log \frac{p_c''}{p_o''} \right] + \left[\frac{H}{1+e_0} C_c \log \frac{p_o'' + \Delta p}{p_c''} \right] \\ &= \frac{1,2}{1+1,88} \left[0,176 \log \left(\frac{3,653}{0,353} \right) + 0,879 \log \left(\frac{13,525}{3,653} \right) \right] \\ &= 0,283 \text{ m}\end{aligned}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah pada alternatif PVD penuh akibat beban timbunan $q = 13,172 \text{ t/m}^2$ adalah sebesar 2,3143 m.

Karena beban peti kemas atau beban *surchage* sudah di konversikan dengan tinggi timbunan maka tidak perlu menghitung konsolidasi akibat peti kemas. Jadi *settlement* akibat beban $13,172 \text{ t/m}^2$ (beban timbunan + beban peti kemas yang sudah terkonversi dengan timbunan) sebesar 2,3143 m.

Pada perhitungan *settlement* alternatif perencanaan PVD $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$, dan perencanaan tanpa PVD sama seperti *settlement* pada alternatif PVD penuh, namun yang membedakan adalah besar lapisan tanah mampu mampat yang pemampatannya akan selesai menggunakan bantuan PVD.

Dari hasil perhitungan diketahui bawah tebal tanah mampu mampat yang akan dilayani PVD sepanjang $\frac{2}{3}$ tanah lunak adalah 13,6 m dan tebal tanah mampu mampat yang akan dilayani PVD sepanjang $\frac{1}{3}$ tanah lunak adalah 6,8 m (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Pemasangan PVD Seluruh Alternatif
(Sumber: Hasil Analisa)

Oleh karena itu besar pemampatan pada tanah tersebut harus diselesaikan menggunakan PVD dan timbunan *preloading*. Sedangkan pemampatan sisa tanah lunak dibawahnya akan diselesaikan dengan pelapisan kembali dalam jangka waktu tertentu. Berikut Tabel 5.1 adalah hasil rekapitulasi hasil perhitungan pemampatan pada setiap alternatif yang ditawarkan.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pemampatan Setiap Alternatif

Variasi alternatif Pemakaian PVD	Settlement (m)	
	Tebal Tanah Terlayani PVD	Tebal Tanah Tidak Terlayani PVD
Sepanjang Tanah Lunak	2,47	0
$\frac{2}{3}$ Tanah Lunak	2,01	0,46
$\frac{1}{3}$ Tanah Lunak	1,20	1,27
Tanpa PVD	0,00	2,46

(Sumber: Hasil Analisa)

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

Tinggi timbunan awal dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.19.

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

Dimana :

$$\begin{aligned} S_c \text{ akibat } (q_{\text{timbunan} + \text{petikemas}}) &= 13,172 \text{ t/m}^3 &= 2,3143 \text{ m} \\ \gamma_{\text{timbunan}} &= 1,85 \text{ ton/m}^2 \\ \gamma_{\text{sat timb}} &= 1,85 \text{ ton/m}^2 \\ \gamma_w &= 1,0 \text{ ton/m}^2 \\ \gamma'_{\text{timb}} &= 0,85 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_{inisial \text{ timb}} &= \frac{13,172 + 2,3143 \times (1,85 - 0,85)}{1,85} \\ &= 8,371 \text{ m} \end{aligned}$$

$H_{\text{surcharge}}$ 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_{final} adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_{\text{final}} &= (H_{\text{inisial}} - S_c - H_{\text{surcharge}}) + \text{tebal paving} \\ &= (8,371 \text{ m} - 2,3143 \text{ m} - 3,8767 \text{ m}) + 0,25 \\ &= 2,429 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan kembali pada 3 alternatif dengan variasi beban timbunan lain yang sudah ditentukan. Perhitungan *settlement* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 dan dari perhitungan akibat variasi beban di atas didapat hasil yang disajikan pada Tabel 5.2.

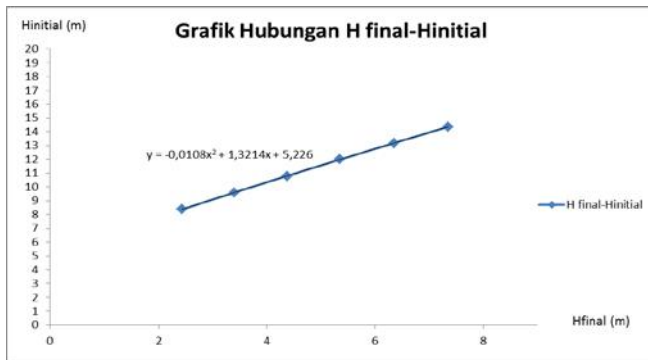
Dengan menggunakan persamaan yang dihasilkan dari Gambar 5.1 maka tinggi timbunan awal yang dibutuhkan untuk mencapai tinggi timbunan akhir elevasi 3,0 m dari tanah dasar dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{inisial}} &= -0,0108x^2 + 1,3214x + 5,226 \\
 &= -0,0108(3)^2 + 1,3214(3) + 5,226 \\
 &= 9,093 \text{ m} = 9,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan *Settlement*, H_{inisial} , dan H_{final} Akibat Beban Timbunan dan *Surcharge* pada Alternatif Perencanaan PVD Penuh

NO	Beban q(t/m ²)	Scakibat timbunan+peti kemas(m)	Hinitial timbunan	H surcharge(m)	Tebal paving(m)	Hfinal(m)
A	B	F	C	D	I	J=C-F-D+I
1	13,172	2,314	8,371	3,877	0,25	2,430
2	15,172	2,569	9,590	3,877	0,25	3,394
3	17,172	2,800	10,795	3,877	0,25	4,369
4	19,172	3,010	11,990	3,877	0,25	5,354
5	21,172	3,203	13,176	3,877	0,25	6,346
6	23,172	3,381	14,353	3,877	0,25	7,345

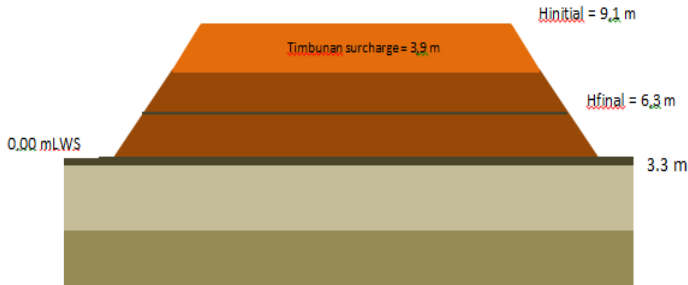
(Sumber: Hasil Analisa)



Gambar 5.2 Grafik Hubungan antara H_{inisial} dan H_{final} pada alternatif pemasangan PVD penuh
(Sumber: Hasil Analisa)

Jadi untuk memperoleh H_{final} elevasi +3,0 m pada alternatif 1 harus direncanakan tinggi timbunan awal (H_{inisial})

hingga elevasi 12,4 m dari seabed atau 9,1 m LWS. Sketsa perencanaan timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Perencanaan timbunan reklamasi
(Sumber: Hasil Analisa)

Dengan cara yang sama diperoleh hasil perhitungan tinggi H_{inisial} pada masing-masing alternatif yang ditawarkan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan H_{inisial} Masing-masing Perencanaan

Variasi yang dilakukan	H_{inisial} (m)	H_{sisia} (m)
PVD full	9,1	0
2/3 PVD	8,7	0,4593
1/3 PVD	8	1,2691
Tanpa PVD	3,2	2,2663

(Sumber : Hasil Analisa)

5.2 Perhitungan Waktu Pemampatan Konsolidasi

Setelah didapatkan besar pemampatan yang terjadi akibat beban timbunan dan beban *surcharge*, dilakukan perhitungan waktu konsolidasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan tersebut menggunakan Persamaan 2.21. 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 5.4. Selengkapnya pada Lampiran 3.

Tabel 5.4 Parameter Tanah untuk Perhitungan Waktu Konsolidasi

CV (cm ² /det)	Tebal Lapisan (m)	Kedalaman
0,0004620	14,4	0-14,4
0,0002980	6	14,4-20,4

(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 2.23 dan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.5 Perhitungan $C_{vgabungan}$

CV (cm ² /det)	Tebal Lapisan (m)	Kedalaman	C_v gab (cm ² /det)
0,0004620	14,4	0-14,4	0,0004020
0,0002980	6	14,4-20,4	

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $C_{vgabungan}=0,000402$ cm²/dtk = 1,215 m²/tahun. Dengan $U = 90\%$ didapat $T_v = 0,848$ (Berdasarkan Tabel 2.5). Tebal lapisan *drainage* (H_{dr}) sebesar 20,4 m, karena terdapat lapisan pasir di bawah tanah mampu mampat, maka besar H_{dr} harus dibagi dua. Hal itu disebabkan air pada lapisan tanah mampu mampat tersebut dapat mengalir menuju ke atas dan ke bawah. Sehingga dengan menggunakan Persamaan 2.21, didapatkan waktu konsolidasi sebagai berikut :

$$t = \frac{0.848 \cdot (20,4/2)^2}{1,215} = 92,653 \text{ tahun}$$

Karena waktu pemampatan yang lama, yaitu 92,653 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, perhitungan PVD dilakukan pada masing-masing alternatif. Namun untuk contoh perhitungan yang diberikan adalah PVD yang dipasang sepanjang lapisan tanah yang terkonsolidasi atau hingga lapisan tanah dengan nilai N-SPT 10, yaitu sedalam 20,4 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, 1,1 m, 1,2 m, 1,5 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 2.22. Sesuai dengan persamaan tersebut, untuk memperoleh nilai U_v maka terlebih dahulu perlu mengetahui nilai T_v . Nilai T_v didapat dari Persamaan 2.21.

$$\begin{aligned}
 C_{vgabungan} &= 0,000402 \text{ cm}^2/\text{dtk} \\
 t &= 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik} \\
 H_{dr \text{ penuh}} &= 20,4 \text{ m} = 2040 \text{ cm} \\
 H_{dr}/2 &= 1020 \text{ cm} \\
 T_v &= \frac{604800 \times 0,000402}{(1020)^2} = 0,00002337 \\
 \bar{U}_v &= \left(2 \sqrt{\frac{0,00002337}{\pi}} \right) \times 100\% = 1,725\% = 0,01725
 \end{aligned}$$

5.3.2 Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)

Derajat konsolidasi horizontal diperoleh dari Persamaan 2.24. 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 0,8 m dan lebar PVD 10 cm pada alternatif pertama sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C_{vgab} &= 0,000402 \text{ cm}^2/\text{dtk} \\
 K_h/K_v &= 2 \\
 \text{Lebar PVD (a)} &= 100 \text{ mm} \\
 \text{Tebal PVD (b)} &= 4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_w &= (a+b)/2 \\ &= (100+4)/2 \\ &= 52 \text{ mm}\end{aligned}$$

1. Perhitungan $F_{(n)}$ untuk pola segitiga dengan $S = 1,50 \text{ m}$

$$\begin{aligned}D &= 1,05 \times S \\ &= 1,05 \times 800 \\ &= 840 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= D/d_w \\ &= 840/52 \\ &= 16,15\end{aligned}$$

Perhitungan $F_{(n)}$ menggunakan Persamaan 2.28

$$\begin{aligned}F_{(n)} &= \left[\ln(16,15) - \frac{3}{4} \right] \\ &= 2,032\end{aligned}$$

2. Perhitungan U_h

Berikut adalah perhitungan U_h untuk pola segitiga dengan spasi 1,5 m.

$$D = 840 \text{ mm}$$

$$F_{(n)} = 2,032$$

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

$$\begin{aligned}C_h &= C_v \times (K_i/K_v) \\ &= 0,02431 \text{ m}^2/\text{minggu} \times (2) \\ &= 0,0486 \text{ m}^2/\text{minggu}\end{aligned}$$

$$U_h = 1 - \left[\frac{1}{e^{\left[\frac{1 \times 8 \times 0,0486}{84^2 \times 2 \times 2,032} \right]}} \right] \times 100\% = 13,525\%$$

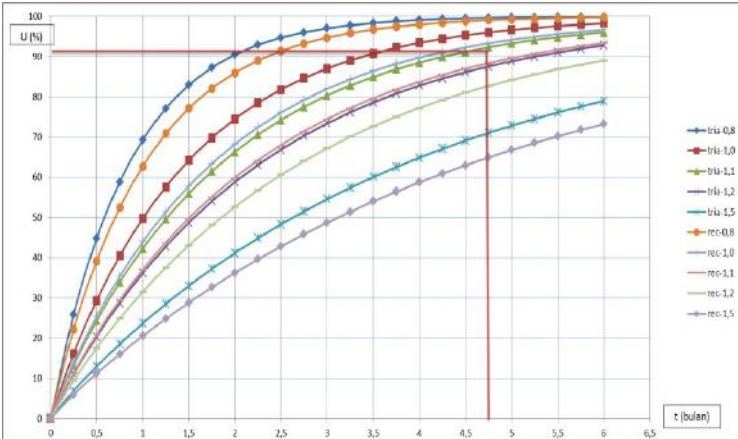
5.3.3 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-Rata (\bar{U})

Setelah nilai U_v dan U_h didapatkan, selanjutnya perlu dilakukan perhitungan \bar{U} menggunakan Persamaan 2.33. Berikut adalah perhitungan \bar{U} rata-rata untuk pola pemasangan segitiga dengan spasi 1,50 m.

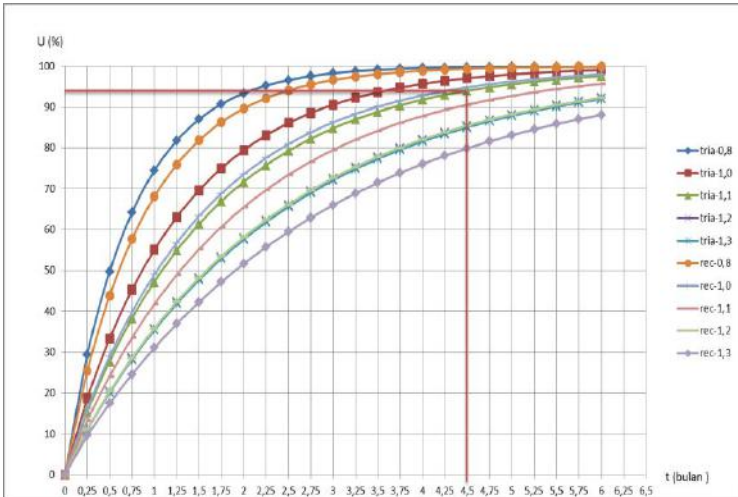
$$\begin{aligned}\bar{U} &= [1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)] \times 100\% \\ &= [1 - (1 - 0,1353) \cdot (1 - 0,0089)] \times 100\% \\ &= 14,29 \%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan lainnya dengan jarak PVD bervariasi dapat dilihat pada Lampiran 5. Dari perhitungan tersebut dihasilkan grafik hubungan $U_{rata-rata}$ dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi (\bar{U}) yang dibutuhkan (Gambar 5.4). Dari grafik tersebut dipilih pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak pemasangan 1,10 m dan derajat konsolidasi yang terjadi adalah 91% pada waktu akhir proses tahapan penimbunan selesai yaitu 19 minggu. Dengan cara yang sama pada alternatif perencanaan pemasangan PVD $\frac{2}{3}$ didapatkan pola pemasangan segitiga jarak 1,10 m dan diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi 94% adalah 18 minggu (Gambar 5.5). Sedangkan alternatif perencanaan pemasangan PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak didapatkan pola pemasangan segitiga jarak 1,10 m dan diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi 92% adalah 16 minggu (Gambar 5.6). Hasil perhitungan untuk panjang PVD $\frac{2}{3}$ dan $\frac{1}{3}$ tanah lunak dapat dilihat pada Lampiran 5.

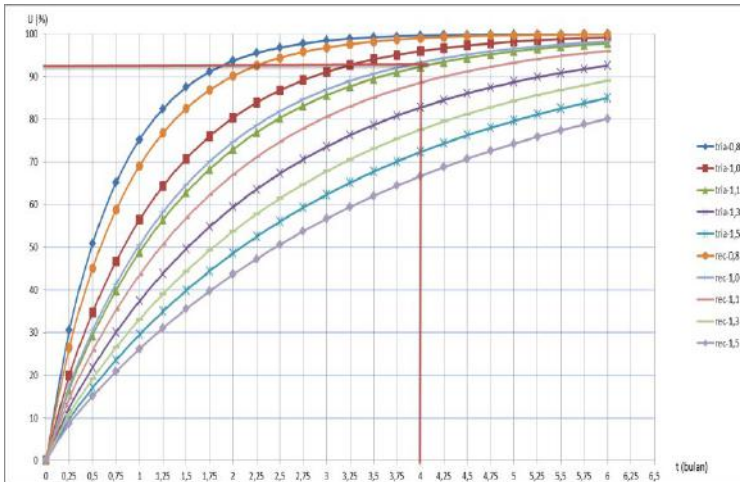
Dari Gambar 5.3 - Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa jarak dan pola pemasangan PVD adalah sama yaitu menggunakan pola segitiga dengan jarak 1,10 m namun mempunyai waktu yang berbeda. Karena tujuan dari studi ini adalah mendapatkan hasil perencanaan yang optimum dengan melakukan berbagai alternatif, maka dilakukan alternatif lain yang selanjutnya disebut sebagai alternatif penawaran 2 yaitu dengan menyamakan waktu tunggu konsolidasi dengan pemakaian PVD. Waktu yang ditentukan adalah 6 bulan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan jarak pemasangan PVD yang lebih renggang sehingga akan berdampak pada harga material yang digunakan lebih ekonomis.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu untuk Alternatif PVD Penuh (Sumber: Hasil Analisa)



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu untuk Alternatif PVD $\frac{2}{3}$ Tanah Lunak (Sumber: Hasil Analisa)

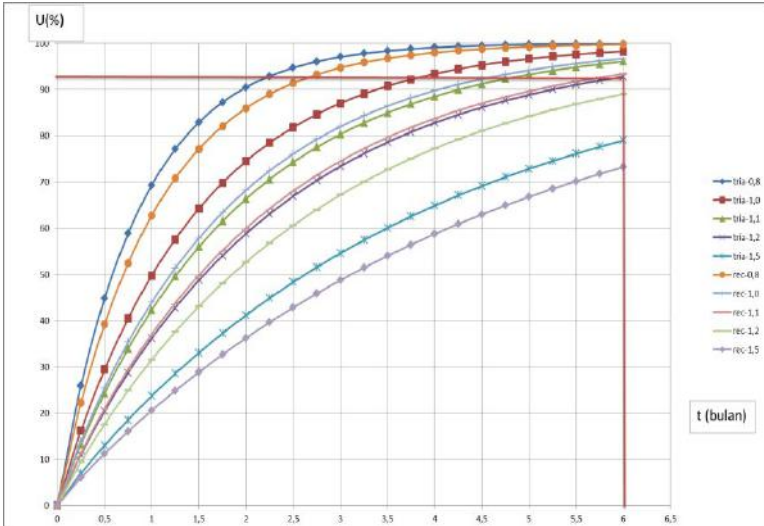


Gambar 5.6 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu untuk Alternatif PVD $\frac{1}{3}$ Tanah Lunak
(Sumber: Hasil Analisa)

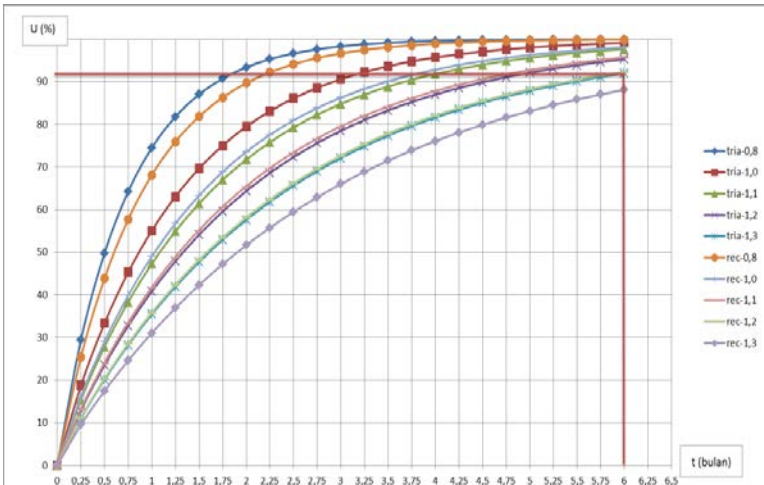
Dari hasil perhitungan PVD penawaran 2 ini didapatkan :

- a.) pola pemasangan segitiga jarak 1,2 m untuk alternatif PVD penuh dengan waktu konsolidasi yang tercapai adalah 92% (Gambar 5.7),
- b.) pola segitiga jarak 1,3 m untuk alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak dengan waktu konsolidasi yang tercapai adalah 92% (Gambar 5.8).

Pada penawaran 2 yang ditawarkan hanya alternatif PVD penuh dan alternatif PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak saja, hal tersebut dikarenakan alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak dan alternatif perencanaan tanpa PVD mengalami *differential settlement* besar dan melebihi yang diijinkan. Pembahasan mengenai *differential settlement* dapat dilihat pada Sub bab 5.6 berikutnya.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu untuk Alternatif PVD Penuh Penawaran 2 (Sumber: Hasil Analisa)



Gambar 5.8 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Waktu untuk Alternatif PVD $\frac{2}{3}$ Tanah Lunak Penawaran 2 (Sumber: Hasil Analisa)

5.4 Perhitungan Besar Pelapisan Ulang dan Penentuan Lama Waktu Pelapisan Ulang

Perhitungan pelapisan ulang dilakukan pada alternatif PVD $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$ tanah lunak serta alternatif jika tanpa menggunakan PVD. Pelapisan ulang perlu dilakukan karena pada ketiga alternatif perencanaan tersebut terdapat *settlement* sisa yang terjadi pada tebal lapisan tanah lunak yang tidak menggunakan PVD. Besar *settlement* sisa telah diperhitungkan pada Sub bab 5.1 dan dapat dilihat pada Tabel 5.1. Penentuan besar pelapisan yang harus dilakukan adalah ketika sudah terjadi penurunan tanah setinggi 0,3 m. Dari besar penurunan tersebut dapat diketahui kapan harus dilakukan pelapisan ulang.

Contoh perhitungan pelapisan ulang pada alternatif perencanaan PVD $\frac{2}{3}$ tanah lunak dengan data perencanaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Total } H_{dr} &= 20,4 \text{ m} \\ H_{dr} \text{ dengan PVD} &= 13,6 \text{ m} \\ H_{dr} \text{ sisa} &= 6,8 \text{ m} = 680 \text{ cm} \\ C_{v_{gabungan}} \text{ pada } H_{dr} \text{ sisa} &= 0,0003123 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ S_c \text{ sisa} &= 0,46 \text{ m} \end{aligned}$$

Pertama yang dilakukan adalah tentukan waktu 1 tahun dalam detik, kemudian hitung faktor konsolidasi (T_v) dengan Persamaan 2.21, lalu menghitung besar derajat konsolidasi (U) dan S_c tahun ke t . Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 5.8.

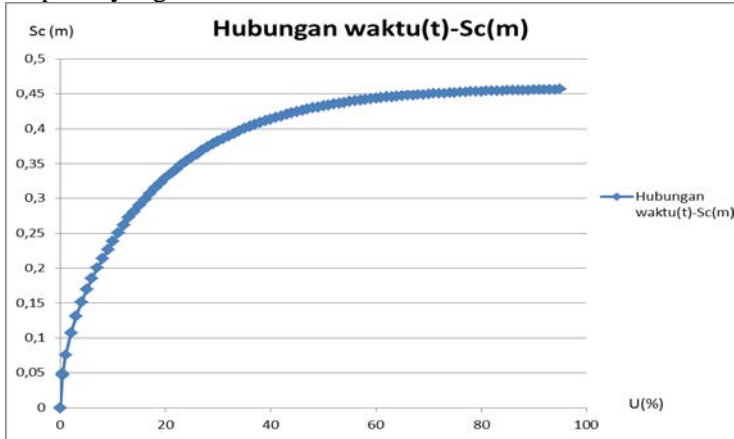
$$T_v = \frac{C_v \times t}{(H_{dr}^2)} = \frac{0,0003123 \times 11826000}{680^2} = 0,00799$$

$$U_v = \left(\frac{4T_v}{\pi}\right)^{1/2} \times 100\% = \left(\frac{4 \cdot 0,00799}{\pi}\right)^{1/2} \times 100\% = 10,084 \%$$

$$S_{c1 \text{ tahun}} = 10,084 \% \times 0,46 \text{ m} = 0,0756 \text{ m} = 7,6 \text{ cm}$$

Besar pelapisan yang dilakukan pada waktu ke $t = S_{c_i} - S_{c_{(i-1)}}$. Dari Gambar 5.9 dapat ditentukan tinggi dan waktu pelapisan

yang akan dilakukan. Berikut adalah penentuan tahun dan besar pelapisan yang dilakukan.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Antara Derajat Konsolidasi (U) dan Pemampatan (Sc) Pada Kedalaman yang Tidak Terlayani PVD Alternatif PVD $\frac{2}{3}$ Tanah Lunak
(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.6 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan Alternatif PVD $\frac{2}{3}$ Tanah Lunak

Banyak Overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Overlay	t(detik)	Tv	U(%)	Sc(m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,5	6 bulan	15768000	0,010649	11,6445	0,053	0,053
2	95	95 tahun	2995920000	2,023404	99,4502	0,457	0,40329

(Sumber : Hasil Analisa)

Dengan cara yang sama seperti di atas, maka dapat ditentukan pula besar dan waktu pelapisan untuk perencanaan alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak dan perencanaan jika tanpa menggunakan PVD. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa perencanaan pelapisan untuk alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak yaitu

sebanyak 9 kali dan berakhir pada tahun ke 245 (Tabel 5.7). Sedangkan untuk alternatif tanpa PVD didapatkan jumlah pelapisan sebanyak 17 kali hingga waktu ke 150 tahun (Tabel 5.8).

Tabel 5.7 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan Alternatif PVD $\frac{1}{3}$
Tanah Lunak

Banyak Overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Overlay	t(detik)	Tv	U(%)	Sc (m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,5	6 bulan	15768000	0,00682	9,318331	0,118259	0,12
2	6,239396713	6 tahun 3 bulan	1,97E+08	0,085102	32,91732	0,417754	0,30
3	18,4054969	18 tahun 5 bulan	5,8E+08	0,25104	56,53624	0,717501	0,30
4	41,76770588	41 tahun 9 bulan	1,32E+09	0,569688	80,1254	1,016871	0,30
5	100	100 tahun	3,15E+09	1,363943	97,20098	1,233578	0,22

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.8 Penentuan Lama dan Besar Pelapisan tanpa PVD

Banyak overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Pelapisan	t(detik)	Tv	U (%)	Sc (m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,146	1,75 bulan	4599000	0,001777	4,756	0,117	0,117
2	1,846956527	1 tahun 10 bulan	58245621	0,022503	16,927	0,417	0,300
3	5,457684279	5 tahun 5,5 bulan	1,72E+08	0,066495	29,097	0,717	0,300
4	10,9776308	10 tahun 12 bulan	3,46E+08	0,133749	41,267	1,017	0,300
5	18,39462783	18 tahun 5 bulan	5,8E+08	0,224116	53,418	1,317	0,300
6	28,4970878	28 tahun 6 bulan	8,99E+08	0,347202	65,584	1,617	0,300
7	42,99971169	43 tahun	1,36E+09	0,523898	77,748	1,916	0,300
8	69,31745819	69 tahun 4 bulan	2,19E+09	0,844547	89,914	2,216	0,300
9	150	150 tahun	4,73E+09	1,827564	99,109	2,443	0,227

(Sumber : Hasil Analisa)

Dengan cara yang sama juga diperoleh perhitungan besar dan waktu penentuan pelapisan untuk penawaran 2. Hasil perhitungan material PVD penawaran 2 dapat dilihat pada Lampiran 8.

5.5 Perhitungan Biaya

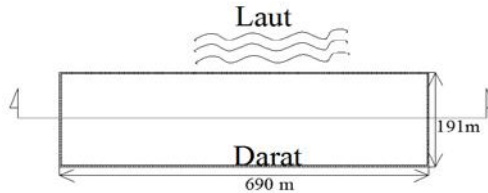
Sebelum memperhitungkan biaya yang dibutuhkan, terlebih dahulu harus menghitung volume material. Volume

material yang diperhitungkan untuk perbandingan biaya adalah volume material timbunan dan material PVD.

5.5.1 Perhitungan Volume Material

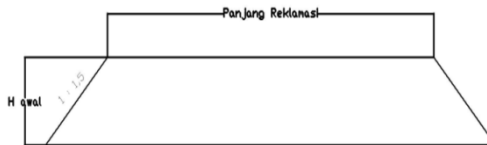
1. Volume material timbunan

Material timbunan reklamasi merupakan pasir yang di ambil dari beberapa wilayah di Kabupaten Batubara Sumatera Utara. Kemiringan lereng timbunan (z) adalah 1 : 1,5. Perhitungan Volume dapat dilihat pada (Tabel 5.10). Data geometri timbunan dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan 5.11.



Gambar 5.10 Geometri Area Reklamasi

Karena H_{awal} pada masing-masing perencanaan berbeda-beda, maka tinggi timbunan juga akan berbeda. Dapat dilihat pada Tabel 5.9. Dengan cara yang sama juga diperoleh perhitungan volume material timbunan untuk penawaran 2. Hasil perhitungan volume material timbunan penawaran 2 dapat dilihat pada Lampiran 8.



Gambar 5.11 Potongan A-A

2. Material PVD

Pemasangan PVD pada setiap alternatif dan penawaran perencanaan adalah berbeda (Tabel 5.9). PVD dipasang pada timbunan mencapai ketinggian lebih dari MSL. Karena timbunan pada saat dilakukan pemasangan PVD berada pada elevasi di bawah $H_{inisial}$, lebar timbunan lebih besar daripada lebar timbunan

yang direncanakan. Luasan timbunan pada saat dilakukan pemasangan PVD dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.9 Rekapitulasi H_{awal} dan $H_{pelapisan}$ pada Masing-masing Perencanaan untuk Penawaran 1

Variasi alternatif Pemakaian PVD	waktu pemakaian PVD t(bln)	Jarak dan pola pemasangan PVD	Sc sisa total (m)	Sc sisa pada tahap PVD/ tahap penimbunan waktu ke-t (m)	H inisial (m)	Hawal (m)	H overlay total yg harus dilakukan(m)
a	b	c	d	e	f	g= e + f	h
PVD full	4,75	1,1-triangle	0	0	9,093	9,1	0
2/3 Tanah Lunak	4,5	1,1-triangle	0,459	0,046	8,634	8,7	0,413
1/3 Tanah Lunak	4	1,1-triangle	1,269	0,121	7,824	7,9	1,148
Tanpa PVD	0	0	2,465	0,117	3,117	3,2	2,347

(Sumber : Hasil Analisa)

Tabel 5.10 Rekapitulasi Volume Timbunan Awal dan Volume Timbunan Pelapisan pada Masing-masing Perencanaan

Variasi yang dilakukan	Luas Timbunan Awal (m ²)	Lebar (m)	Volume timbunan awal(m ³)	Luas Timbunan Overlay	Volume Timbunan Overlay
PVD full	6327,74415	191	1193779,556	0	0
2/3 PVD	6044,21213	191	1140288,972	128611,366	53114,2226
1/3 PVD	5549,071941	191	1046876,814	128611,366	146801,927
Tanpa PVD	2196,457469	191	414379,2731	128611,366	301914,417

(Sumber: Hasil Analisa)

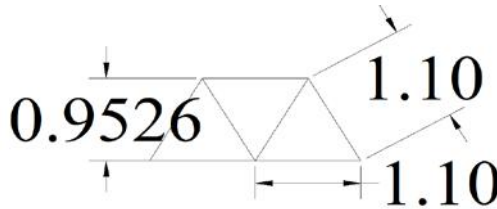
Tabel 5.11 Perhitungan Luas area Pemasangan PVD

Variasi yang dilakukan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas Pemasangan PVD (m ²)
PVD full	708,996	191	133757,7674
2/3 PVD	707,757053	191	133524,0301
1/3 PVD	705,5509854	191	133107,8378
Tanpa PVD	691,0689178	191	130375,6799

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari Gambar 5.9 diperoleh luasan pemasangan setiap 5 titik pemasangan PVD. Pada pemasangan PVD pola segitiga

dengan jarak 1,10 m, diperoleh hasil bahwa terdapat 5 titik pemasangan PVD setiap luasan : $0,95 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} = 2,095 \text{ m}^2$. Perhitungan luasan 5 titik pemasangan PVD dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Luasan 5 Titik Pemasangan PVD

Oleh karena itu, kebutuhan PVD dapat dihitung seperti diberikan pada Tabel 5.12. Dengan cara yang sama juga diperoleh perhitungan jumlah material PVD untuk penawaran 2. Hasil perhitungan material PVD penawaran 2 dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 5.12 Perhitungan Panjang Kebutuhan PVD Penawaran 1

Variasi yang dilakukan	Luas Pemasangan PVD (m ²)	Luas Pemasangan 5 titik PVD (m ²)	Jumlah Titik PVD	Panjang PVD per titik(m)	Panjang Total Kebutuhan PVD(m)
PVD full	133757,7674	2,0958	319111,9132	20,4	6509883,029
2/3 PVD	133524,0301	2,0958	318554,2757	13,6	4332338,15
1/3 PVD	133107,8378	2,0958	317561,347	6,8	2159417,16
Tanpa PVD	130375,6799	2,0958	0	0	0

(Sumber: Hasil Analisa)

5.5.2 Perhitungan Biaya Paling Ekonomis

Biaya yang diperhitungkan pada perencanaan ini adalah biaya material yang digunakan pada masing-masing alternatif perencanaan. Selain biaya material, biaya ongkos pemindahan peti kemas dan bongkar pasang paving pada saat dilakukan pelapisan juga ikut diperhitungkan.

Daftar harga untuk perhitungan biaya adalah sebagai berikut:

-Sirtu per m ³	= Rp 156.000,00
-PVD per m	= Rp 6.000,00
-Ongkos pindah peti pemas per peti 2 kali jalan	= Rp324.000,00
-Ongkos bongkar pasang paving per m ²	= Rp 19.430,00

Berikut hasil perhitungan biaya masing-masing alternatif untuk penawaran 1 dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan untuk hasil perhitungan biaya penawaran 2 dapat dilihat pada Tabel 5.14. Terdapat dua perhitungan biaya yaitu biaya total keseluruhan yang mencakup seluruh biaya material pelaksanaan awal dan biaya pelapisan. Sedangkan biaya awal adalah total biaya yang dibutuhkan diawal pelaksanaan tanpa mencakup biaya pelapisan.

Pelapisan dilakukan dengan membagi area penumpukan peti kemas menjadi 8 bagian sama besar, satu sisi dilakukan pelapisan terlebih dahulu sedangkan sisi yang lain dilakukan setelah pelapisan dan pemasangan paving blok pada sisi sebelumnya selesai. Hal tersebut bertujuan agar operasional bongkar muat peti kemas tetap berjalan selama pelapisan berlangsung.

Jumlah pelapisan pada masing-masing alternatif dapat dilihat pada kolom di Tabel 5.13 dan Tabel 5.14. Sumber harga sirtu dapat dilihat pada Lampiran 14, ongkos bongkar pasang paving dapat dilihat pada Lampiran 13, sedangkan ongkos pindah peti kemas dapat dilihat pada Lampiran 12.

Tabel 5.13 Perhitungan Biaya Setiap Alternatif pada Penawaran 1

	PVD seluruh kedalaman tanah lunak	PVD sedalam 2/3 tanah lunak	PVD sedalam 1/3 tanah lunak	Tanpa PVD
Biaya Awal yang Harus Dikeluarkan	Rp 225.288.908.889,26	Rp 203.882.650.044,49	Rp176.269.285.995,41	Rp 64.643.166.602,88
Biaya Overlay, Pada Tahun :				
2 tahun	-	-	-	Rp 13.131.157.837,99
5 tahun	-	-	-	Rp 13.131.125.946,86
6 tahun	-	-	Rp 13.122.141.595,18	-
11 tahun	-	-	-	Rp 13.130.787.698,07
18,5 tahun	-	-	Rp 13.126.877.556,02	Rp 13.122.529.480,93
28,5 tahun	-	-	-	Rp 13.128.881.791,71
42 tahun	-	-	Rp 13.119.807.522,27	-
43 tahun	-	-	-	Rp 13.128.067.469,11
69 tahun	-	-	-	Rp 13.129.482.192,23
95 tahun	-	Rp 15.065.223.109,15	-	-
100 tahun	-	-	Rp 11.572.338.385,76	-
150 tahun	-	-	-	Rp 11.757.871.863,91
Biaya Total	Rp 225.288.908.889,26	Rp 218.947.873.153,65	Rp227.210.451.054,64	Rp168.303.070.883,69

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.14 Perhitungan Biaya Setiap Alternatif pada Penawaran 2

	PVD seluruh kedalaman tanah lunak	PVD sedalam 2/3 tanah lunak	PVD sedalam 1/3 tanah lunak	Tanpa PVD
Biaya Awal yang Harus Dikeluarkan	Rp 219.050.270.986,06	Rp 196.499.506.359,00	Rp 172.588.389.106,77	Rp 64.643.166.602,88
Biaya Overlay, Pada Tahun :				
2 tahun	-	-	-	Rp 13.131.157.837,99
5 tahun	-	-	-	Rp 13.131.125.946,86
6 tahun	-	-	Rp 13.122.141.595,18	-
11 tahun	-	-	-	Rp 13.130.787.698,07
18,5 tahun	-	-	Rp 13.126.877.556,02	Rp 13.122.529.480,93
28,5 tahun	-	-	-	Rp 13.128.881.791,71
42 tahun	-	-	Rp 13.119.807.522,27	-
43 tahun	-	-	-	Rp 13.128.067.469,11
69 tahun	-	-	-	Rp 13.129.482.192,23
95 tahun	-	Rp 15.065.223.109,15	-	-
100 tahun	-	-	Rp 11.572.338.385,76	-
150 tahun	-	-	-	Rp 11.757.871.863,91
Biaya Total	Rp 219.050.270.986,06	Rp 211.564.729.468,15	Rp 223.529.554.166,01	Rp 168.303.070.883,69

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa untuk perencanaan yang membutuhkan biaya awal paling ekonomis adalah alternatif tanpa PVD yaitu sebesar Rp 64.643.166.602,88. Namun ketika pelabuhan petikemas baru beroperasi selama 2 tahun, pelapisan pertama harus dilakukan dan membutuhkan biaya yang cukup besar. Opsi selanjutnya adalah alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak dengan jarak PVD yaitu 1,3 m dan waktu PVD selama 6 bulan yang mempunyai biaya awal sebesar Rp 172.588.389.106,77. Biaya awal alternatif tersebut terkesan lebih mahal namun pelaksanaan pelapisan pertama dilakukan 6 tahun setelah lapangan petikemas beroperasi. Hal tersebut tidak terlalu memberatkan *owner*. Dari kedua pilihan tersebut *owner* dapat memilih alternatif mana yang diinginkan.

5.6 Penimbunan Bertahap

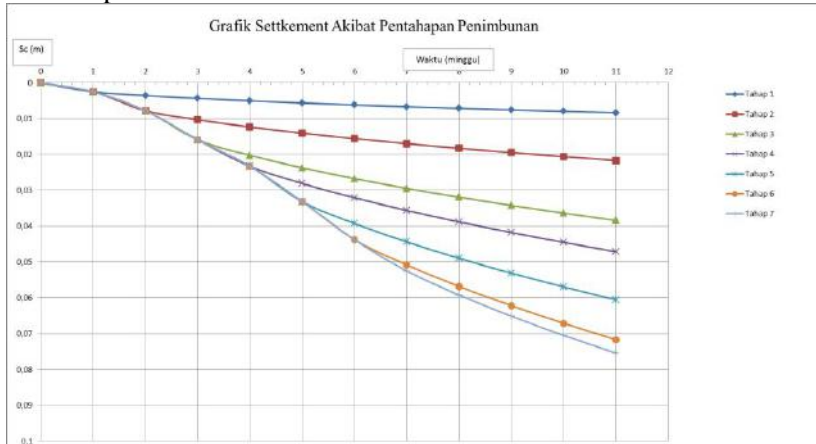
Pelaksanaan penimbunan di lapangan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan asumsi kecepatan penimbunan 50 cm/minggu. Karena sebelumnya penimbunan sudah diberi perkuatan pada sisi luar, maka tidak perlu dilakukan pengecekan Cu terlebih dahulu. Dengan tinggi timbunan awal (H_{inisial}) yang didapat dari perhitungan pada Sub bab 5.1, maka jumlah tahapan penimbunan pada perencanaan alternatif tanpa PVD adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_{\text{inisial}} &= 3,2 \text{ meter} \\ \text{Kecepatan pentahapan timb.} &= 0,5 \text{ m/minggu} \\ \text{Jumlah tahapan (n)} &= (3,2 / 0,5) = 7 \text{ tahap} \end{aligned}$$

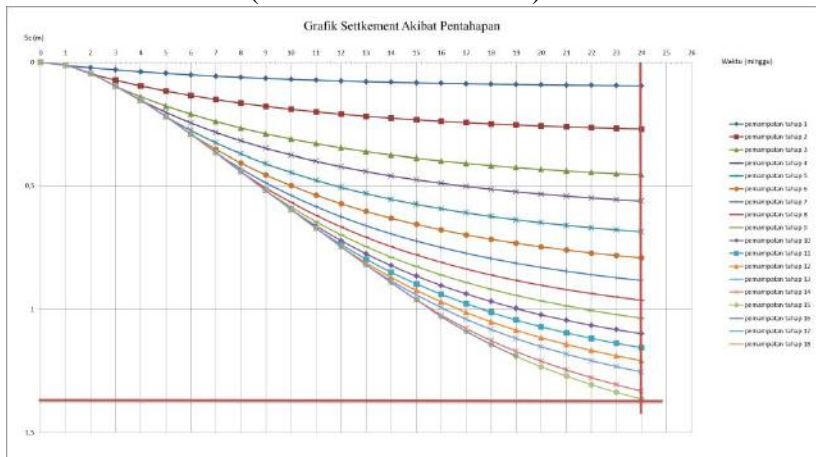
Kemudian dicari pemampatan akibat penimbunan bertahap. Pemampatan tiap tahapan dihitung dengan Persamaan 2.38 sampai Persamaan 2.40 yang selanjutnya didapatkan gambar grafik hubungan antara waktu atau tahapan penimbunan dengan *settlement* seperti Gambar 5.13.

Dengan kecepatan pentahapan timbunan 0,5 m/minggu dan jumlah pentahapan sebanyak 16 tahap didapatkan

grafik *settlement* akibat timbunan bertahap alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak seperti Gambar 5.14.



Gambar 5.13 Settlement Setiap Tahapan Timbunan Alternatif Tanpa PVD
(Sumber : Hasil Analisa)



Gambar 5.14 Settlement Setiap Tahapan Timbunan Alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak
(Sumber : Hasil Analisa)

5.6.1 Penentuan Tinggi Timbunan Kritis (H_{cr})

Tinggi penimbunan harus memperhatikan tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang masih mampu dipikul oleh tanah dasar agar timbunan tidak mengalami kelongsoran. Dengan bantuan program bantu XSTABL, diperoleh tinggi timbunan kritis sebesar 1,00 m dengan *Safety Factor* (SF) = 1,326, nilai tersebut hampir mendekati $SF_{rencana} = 1,3$.

Karena tinggi timbunan kritis yang mampu diterima tanah (H_{cr}) pada alternatif ini adalah 1,00 meter maka penimbunan dilaksanakan hingga mencapai H_{kritis} tanpa menghitung peningkatan nilai C_u pada tanah dasar. Selanjutnya timbunan akan dilakukan dengan pemadatan dengan kecepatan 0,5 meter/minggu hingga setinggi $H_{inisial}$ yaitu 3,2 m untuk alternatif tanpa PVD dan 8,0 m untuk alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak.

5.6.2 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 nilai C_u pada perencanaan perkuatan tanggul setelah timbunan mencapai H final.

5.6.2.1 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 , σ_1' , σ_2' dan seterusnya berbeda-beda untuk setiap kedalaman tanah.

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

Dimana :

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

Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat beban bertahap dari tahap 1 hingga tahap 7 dengan derajat konsolidasi 100% pada alternatif tanpa PVD dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Setelah mendapatkan nilai perubahan tegangan akibat beban bertahap dengan $U = 100\%$, maka untuk mendapatkan nilai C_u baru harus menghitung penambahan tegangan efektif akibat beban timbunan apabila $U < 100\%$. Hasil perhitungan penambahan tegangan dapat dilihat pada Tabel 5.16. Untuk perhitungan tegangan dan peningkatan nilai C_u alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak dapat dilihat pada Lampiran 6.

5.6.2.2 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 2.34. Hasil C_u baru pada alternatif tanpa PVD dapat dilihat di Tabel 5.17 sedangkan C_u baru alternatif PVD $\frac{1}{3}$ tanah lunak dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.15 Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan H = 3,2 m (Minggu ke-7), U=100%

Perubahan Tegangan		Derajat Konsolidasi U=100%								
		Po'	σ_1'	σ_2'	σ_3'	σ_4'	σ_5'	σ_6'	σ_7'	
Tinggi Timbunan		H= 0m	H= 0,5m	H= 1,0m	H= 1,5m	H= 2,0m	H= 2,5m	H= 3,0m	H= 3,5m	
LAPIS KE -	1	1,2	0,353	1,278	2,203	3,128	4,053	4,978	5,903	6,273
	2	1,2	1,060	1,985	2,910	3,835	4,760	5,685	6,610	6,980
	3	1,2	1,767	2,692	3,617	4,542	5,467	6,392	7,317	7,687
	4	1,2	2,474	3,399	4,324	5,249	6,174	7,099	8,024	8,394
	5	1,2	3,181	4,106	5,031	5,956	6,881	7,806	8,731	9,101
	6	1,2	3,887	4,812	5,737	6,662	7,587	8,512	9,437	9,807
	7	1,2	4,594	5,519	6,444	7,369	8,294	9,219	10,144	10,514
	8	1,2	5,301	6,226	7,151	8,076	9,001	9,926	10,851	11,221
	9	1,2	6,008	6,933	7,858	8,783	9,708	10,633	11,558	11,928
	10	1,2	6,715	7,640	8,565	9,490	10,415	11,340	12,264	12,634
	11	1,2	7,421	8,346	9,271	10,196	11,121	12,046	12,971	13,341
	12	1,2	8,128	9,053	9,978	10,903	11,828	12,753	13,678	14,048
	13	1,2	8,863	9,788	10,713	11,637	12,562	13,487	14,412	14,782
	14	1,2	9,625	10,550	11,475	12,399	13,324	14,249	15,174	15,544
	15	1,2	10,387	11,312	12,236	13,161	14,086	15,011	15,936	16,306
	16	1,2	11,149	12,074	12,998	13,923	14,848	15,773	16,698	17,068
	17	1,2	11,911	12,836	13,760	14,685	15,610	16,535	17,460	17,830

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.16 Penambahan Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan H = 3,2 m (Minggu ke-7),
U<100%

Derajat Konsolidasi U<100%										
Perubahan Tegangan		Po'	$\Delta P1'$	$\Delta P2'$	$\Delta P3'$	$\Delta P4'$	$\Delta P5'$	$\Delta P6'$	$\Delta P7'$	
		t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	
Tinggi Timbunan		H=0m	H= 0,5m	H= 1,0m	H= 1,5m	H= 2,0m	H= 2,5m	H= 3,0m	H= 3,5m	
Umur Timbunan		-	24 mg	23 mg	22 mg	21 mg	20 mg	19 mg	18 mg	
Kedalaman/ U(%)		1	0,04756	0,0440	0,0402	0,03595	0,0311	0,0254	0,01798	
LAPIS KE -	1	1,2	0,353	0,022	0,031	0,031	0,029	0,026	0,022	0,006
	2	2,4	1,060	0,032	0,034	0,032	0,030	0,026	0,022	0,006
	3	3,6	1,767	0,036	0,035	0,033	0,030	0,027	0,022	0,006
	4	4,8	2,474	0,038	0,036	0,034	0,031	0,027	0,022	0,007
	5	6	3,181	0,039	0,037	0,034	0,031	0,027	0,022	0,007
	6	7,2	3,887	0,040	0,037	0,035	0,031	0,027	0,022	0,007
	7	8,4	4,594	0,040	0,038	0,035	0,031	0,027	0,022	0,007
	8	9,6	5,301	0,041	0,038	0,035	0,032	0,027	0,023	0,007
	9	10,8	6,008	0,041	0,038	0,035	0,032	0,028	0,023	0,007
	10	12	6,715	0,041	0,039	0,035	0,032	0,028	0,023	0,007
	11	13,2	7,421	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	12	14,4	8,128	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	13	15,6	8,863	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	14	16,8	9,625	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	15	18	10,387	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	16	19,2	11,149	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007
	17	20,4	11,911	0,042	0,039	0,036	0,032	0,028	0,023	0,007

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.17 Perubahan Nilai C_u Akibat Penimbunan maksimum
3,2 m

Kedalaman	$\Sigma\sigma'$		PI	Cu Lama Zona A	Cu Transisi Zona B	Cu Baru Zona C	
	m	kg/cm ²	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
LAPIS KE -	1	1,2	0,0521	27,24	0,0363	0,0588	0,0813
	2	2,4	0,1243	27,24	0,0363	0,0641	0,0919
	3	3,6	0,1957	27,24	0,0363	0,0693	0,1023
	4	4,8	0,2668	27,24	0,0363	0,0745	0,1127
	5	6	0,3377	27,24	0,0363	0,0797	0,1231
	6	7,2	0,4086	27,24	0,0363	0,0849	0,1335
	7	8,4	0,4795	27,24	0,0363	0,0901	0,1439
	8	9,6	0,5503	27,24	0,0363	0,0953	0,1542
	9	10,8	0,6211	27,24	0,0363	0,1005	0,1646
	10	12	0,6918	27,24	0,0363	0,1056	0,1749
	11	13,2	0,7626	27,24	0,0363	0,1108	0,1853
	12	14,4	0,8333	27,24	0,0363	0,1160	0,1956
	13	15,6	0,9068	27,24	0,0363	0,1214	0,2064
	14	16,8	0,9831	27,24	0,0363	0,1269	0,2175
	15	18	1,0593	27,24	0,0363	0,1325	0,2287
	16	19,2	1,1356	27,24	0,0363	0,1381	0,2399
	17	20,4	1,2118	27,24	0,0363	0,1437	0,2510

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.18 Perubahan Nilai C_u Akibat Penimbunan maksimum
8,0 m

Kedalaman	$\Sigma\sigma'$		PI	Cu Lama Zona A	Cu Transisi Zona B	Cu Baru Zona C	
	m	kg/cm ²	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
LAPIS KE -	1	0,4	1,196	27,24	0,0363	0,1425	0,2486
	2	0,8	1,224	27,24	0,0363	0,1446	0,2528
	3	1,2	1,250	27,24	0,0363	0,1464	0,2565
	4	1,6	1,274	27,24	0,0363	0,1483	0,2602
	5	2	1,299	27,24	0,0363	0,1501	0,2638
	6	2,4	1,323	27,24	0,0363	0,1518	0,2673
	7	2,8	1,348	27,24	0,0363	0,1536	0,2709
	8	3,2	1,372	27,24	0,0363	0,1554	0,2744
	9	3,6	1,396	27,24	0,0363	0,1571	0,2779
	10	4	1,420	27,24	0,0363	0,1589	0,2814
	11	4,4	1,444	27,24	0,0363	0,1606	0,2849
	12	4,8	1,468	27,24	0,0363	0,1624	0,2884
	13	5,2	1,492	27,24	0,0363	0,1641	0,2919
	14	5,6	1,515	27,24	0,0363	0,1659	0,2954
	15	6	1,539	27,24	0,0363	0,1676	0,2989
	16	6,4	1,563	27,24	0,0363	0,1694	0,3024
	17	6,8	1,587	27,24	0,0363	0,1711	0,3059

5.7 Perencanaan *Geotextile* sebagai Perkuatan Timbunan

Geotextile digunakan sebagai perkuatan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah timbunan.

5.7.1 Perhitungan *Geotextile*

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

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

$$\begin{array}{ll} FS_{id} & = 1.5 \\ FS_{cr} & = 2.5 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} FS_{cd} & = 1.25 \\ FS_{bd} & = 1.15 \end{array}$$

$$\begin{aligned} T_{allow} &= 200 \left[\frac{1}{1,15 \times 2,5 \times 1,25 \times 1,15} \right] \\ &= 37,101 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.7.2 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 3,2 m pada alternatif tanpa PVD 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 2.46 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. Pemasangan *geotextile* masih dalam ketinggian timbunan dibawah H_{kritis} . Sehingga timbunan tidak longsor. Gambar pemasangan *geotextile* dapat dilihat pada Gambar 5.17.

Berikut adalah perhitungan kebutuhan dan panjang *geotextile* pada alternatif yang dipilih :

Dari analisa program bantu XSTABL didapat :

$$\begin{aligned} SF &= 0,419 \\ R &= 18,5 \text{ m} \\ M_R &= 7150 \text{ kNm} \\ M_D &= \frac{M_R}{SF} = 17064,44 \text{ kNm} \\ SF_{\text{rencana}} &= 1,3 \\ \Delta M_R &= (SF_{\text{rencana}} * M_D) - M_R \\ &= 15033,77 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan $\Delta M_R \leq T_{\text{allow}} \times \sum R_i$, didapat kebutuhan *geotextile* sebanyak 26 lapis dengan 9 lapis terdiri dari 2 lembar dan 8 lapis masing-masing 1 lembar.

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Tanah timbunan: } \phi &= 30^\circ \\ C &= 0 \text{ t/m}^2 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,85 \text{ t/m}^2 \\ \gamma_{\text{timb}} &= 1,85 \text{ t/m}^2 \\ \gamma' &= 0,85 \text{ t/m}^2 \\ \text{Tanah dasar : } \phi &= 0^\circ \\ C &= 8,53 \text{ KPa} \\ \Gamma_{\text{tanah}} &= 15,89 \text{ KN/m}^3 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan Persamaan 2.47 :

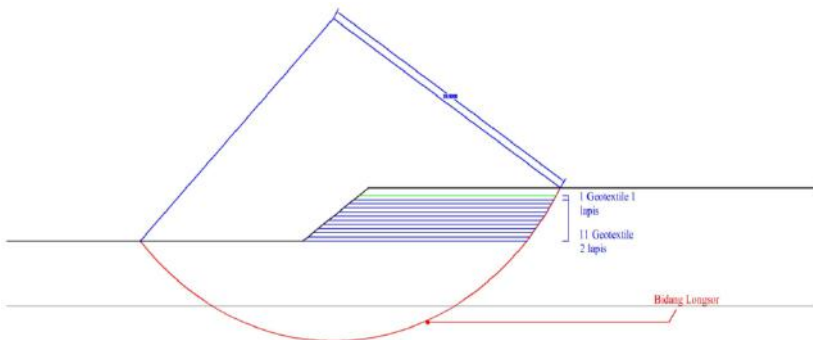
$$\begin{aligned} \tau &= C + \sigma' \tan \delta \\ \tau_1 \text{ timbunan} &= 34,179 \text{ KN/m}^2 \\ \tau_2 \text{ tanah dasar} &= 8,53 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

Maka panjang *geotextile* di belakang bidang longsor adalah :

$$L_e = \frac{T_{allow} S F_{rencana}}{2 \tau_i E}$$

$$L_e = 2,117 \text{ m}$$

Dari Gambar 5.15 didapatkan panjang geotextile di depan bidang longsor adalah 16,387 m untuk lapis pertama. Tabel panjang pemasangan geotextile di lapangan disajikan pada Tabel 5.19. Perhitungan *Geotextile* lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 5.15 Sketsa Perkuatan Tanah dengan *Geotextile*
(Sumber: Hasil Analisa)

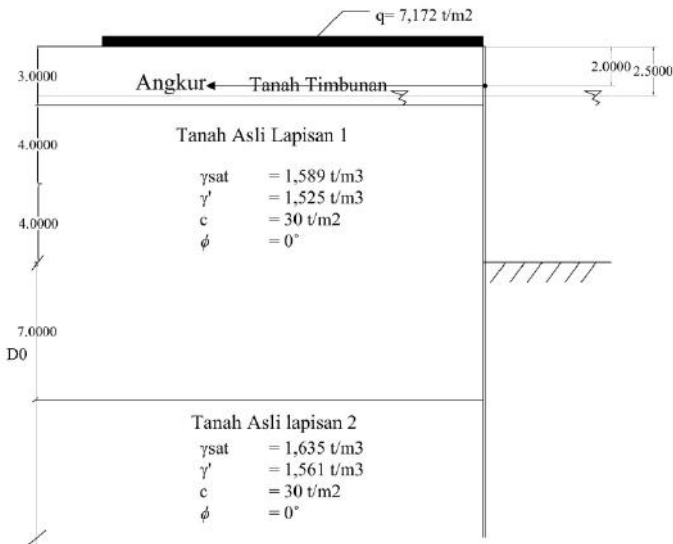
Tabel 5.19 Perhitungan Panjang *Geotextile*

Jumlah(n)	Hi	Ti	tan θ	Cu	σ_v	Ka	σ_h	τ_1	τ_2	Le	Lo	Lr	L total	Jumlah lapis	ΔMR	ΔMR kumulatif
	m	m		kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m				
1	3,2	13,46	0,577	0	59,2	0,577	34,179	34,179	8,530	2,117	1,000	16,387	40,000	2	1498,157	1498,157
2	2,95	13,21	0,577	0	54,575	0,577	31,509	31,509	31,509	1,435	1,000	16,247	38,000	2	1470,33	2968,487
3	2,70	12,96	0,577	0	49,95	0,577	28,839	28,839	28,839	1,568	1,000	16,096	38,000	2	1442,504	4410,991
4	2,45	12,71	0,577	0	45,325	0,577	26,168	26,168	26,168	1,728	1,000	15,94	38,000	2	1414,678	5825,67
5	2,20	12,46	0,577	0	40,7	0,577	23,498	23,498	23,498	1,924	1,000	15,776	38,000	2	1386,852	7212,522
6	1,95	12,21	0,577	0	36,075	0,577	20,828	20,828	20,828	2,171	1,000	15,604	38,000	2	1359,026	8571,548
7	1,70	11,96	0,577	0	31,45	0,577	18,158	18,158	18,158	2,490	1,000	15,427	38,000	2	1331,2	9902,748
8	1,45	11,71	0,577	0	26,825	0,577	15,487	15,487	15,487	2,920	1,000	15,243	39,000	2	1303,374	11206,12
9	1,20	11,46	0,577	0	22,2	0,577	12,817	12,817	12,817	3,528	1,000	15,0519	40,000	2	1275,548	12481,67
10	0,95	11,21	0,577	0	17,575	0,577	10,147	10,147	10,147	4,456	1,000	14,855	41,000	2	1247,722	13729,39
11	0,70	10,96	0,577	0	12,95	0,577	7,477	7,477	7,477	6,048	1,000	14,653	44,000	2	1219,896	14949,29
12	0,45	10,71	0,577	0	8,325	0,577	4,806	4,806	4,806	9,408	1,000	14,444	25,000	1	596,0348	15545,32
												Total	914,000			

(Sumber: Hasil Analisa)

5.8 Perencanaan *Sheetpile* Baja Berangker

Pada perencanaan perkuatan tanah di sisi dermaga digunakan *sheetpile* baja yang dikombinasi dengan angker. *Sheetpile* dipasang sebelum proses pemampatan selesai dan timbunan *surcharge* telah dibongkar. Timbunan akan dikeruk hingga kedalaman 11.0 m. *Sheetpile* direncanakan memikul beban horizontal akibat tanah timbunan setinggi 3.0 m, tanah asli setinggi 8,0 m dan beban kontainer 4 tiers ($q_{\text{surcharge}} = 7,172 \text{ t/m}^2$). Gambar sketsa tanah pada Gambar 5.16.



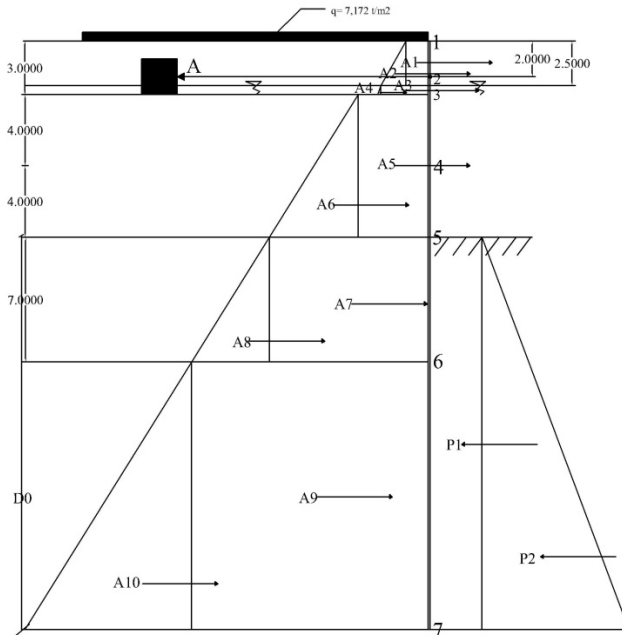
Gambar 5.16 Sketsa penampang tanah pada pemasangan *sheet pile* berangker (dimensi dalam satuan meter)

Karakteristik tanah urug :

γ_{sat}	$= 1,85 \text{ t/m}^3$	ϕ	$= 30^\circ$
γ'	$= 0,85 \text{ t/m}^3$	K_a	$= 0,33$
q	$= 7,172 \text{ t/m}^2$	K_p	$= 3$
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 5.20. Adapun diagram tekanan tanah diberikan pada Gambar 5.17, dan perhitungannya pada Tabel 5.21 serta Tabel 5.22.



Gambar 5.17 Diagram Tekanan Tanah Kesamping

Tabel 5.20 Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif Tanah pada *Sheetpile*

AKTIF												
titik	Depth(m)	γ (Kn/m3)	γ' (Kn/m3)	C(Kn/M2)	$\phi(^{\circ})$	45- $\phi/2$	45+ $\phi/2$	Ka	Kp	q(Kn/M2)	$\sigma^{\prime}Va$ (Kn/m2)	$\sigma^{\prime}Ha$ (Kn/m2)
1	0	18,13	18,13	0	30	30	60	0,333	-	70,286	70,286	23,429
2A	2,5	18,13	18,13	0	30	30	60	0,333	-	70,286	115,611	38,537
2B	2,5	18,13	8,32	0	30	30	60	0,333	-	70,286	115,611	38,537
3A	0,5	18,13	8,32	0	30	30	60	0,333	-	70,286	119,771	39,924
3B	0,5	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	119,771	59,771
4A	4	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	142,819	82,819
4B	4	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	142,819	82,819
5A	4	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	165,868	105,868
5B	4	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	165,868	105,868
6A	7	15,572	5,7622	30	0	45	45	1,000	-	70,286	206,204	146,204
6B	7	16,023	6,213	30	0	45	45	1,000	-	70,286	206,204	146,204
7	D0-7	16,023	6,213	30	0	45	45	1,000	-	70,286	6,213 D0 + 162,713	6,213 D0 + 102,713
PASIF												
titik	Depth(m)	γ (Kn/m3)	γ' (Kn/m3)	C(Kn/M2)	$\phi(^{\circ})$	45- $\phi/2$	45+ $\phi/2$	Ka	Kp	q (Kn/m2)	$\sigma^{\prime}Vp$ (KN/m2)	$\sigma^{\prime}HP$ (KN/m2)
5	0	15,572	5,762	30	0	45	45	-	1	-	0	60
7	D0	15,572	5,762	30	0	45	45	-	1	-	5,762 D0	5,762 D0 + 60

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.21 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah kesamping Aktif

Gaya	Besar Gaya (Kn)	Jarak terhadap titik A(m)	Momen terhadap titik A (KnM)
A1	58,571	0,75	-43,9285
A2	18,885	0,333	-6,295
A3	19,268	0,750	14,451
A4	0,347	0,833	0,289
A5	478,165	5,000	2390,824
A6	184,390	6,333	1167,806
A7	741,077	12,500	9263,468
A8	141,174	13,667	1929,377
A9	146,204 D0 - 1023,428	0,5 D0 + 12,5	73,102 D02 + 1315,836 D0 - 12792,85
A10	3,1065 D02 - 43,491 D0 + 152,22	0,667 D0 + 11,333	1,765 D03 + 6,212 D02 - 391,403 D0 + 1725,109

(Sumber: Hasil Analisa)

$$\sum M_{\text{aktif}} = 1,765 d^3 + 50,314 d^2 + 924,433 d + 3648,249 \text{ (KN.m)}$$

Tabel 5.22 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah kesamping Pasif

Gaya	Besar Gaya (Kn)	Jarak terhadap titik	Momen terhadap titik A (KnM)
P1	60 D0	0,5 D0 + 9	(-) 30 D02 + 540 D0
P2	2,881 D02	0,667 D0 + 9	(-) (1,921 D03 + 25,929 D02)

(Sumber: Hasil Analisa)

$$\sum M_{\text{pasif}} = - (1,921 d^3 + 55,929 d^2 + 540 d) \text{ (KN.m) (Counter clockwise)}$$

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

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{total}} &= 1,765 d^3 + 50,314 d^2 + 924,433 d + 3648,249 - (1,921 d^3 + 55,929 d^2 + 540 d) \\ &= -0,156 D0^3 - 5,615 D0^2 + 384,433 D0 + 3648,249 \end{aligned}$$

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

$$\sum M_{\text{total}} = \sum M_{\text{aktif}} + \sum M_{\text{pasif}} = 0; \text{ maka :}$$

$$= -0,156 Do^3 - 5,615Do^2 + 384,433 Do + 3648,249$$

Dengan menggunakan cara coba-coba, didapatkan nilai $Do = 10,56$ m. Untuk keamanan nilai Do dikalikan dengan angka keamanan, $SF = 1,2$. $Do = 1,2 \times 10,56 = 12,672$ m. Sehingga total panjang turap yang dibutuhkan adalah $11 + 12,672 = 23,672$ m ≈ 24 m

2. Penentuan Profil *Sheetpile*

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

$$\sum M_{total} = -0,156 Do^3 - 5,615Do^2 + 384,433 Do + 3648,249$$

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

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

$$-0,468 x^2 - 11,23 x + 384,433 = 0, \text{ atau}$$

$$0,468 x^2 + 11,23 x - 384,433 = 0$$

Nilai x diperoleh dengan rumus ABC sebagai berikut :

$$x_{1,2} = \frac{-11,23 \pm \sqrt{11,23^2 - 4 \cdot 0,468 \cdot (-384,433)}}{2 \cdot 0,468}$$

Diperoleh :

$$x_1 = 19,073 \text{ m (memenuhi)}$$

$$x_2 = -43,069$$

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

$$\begin{aligned} \sum M_{total} &= -0,156 Do^3 - 5,615Do^2 + 384,433 Do + 3648,249 \\ &= -0,156(19,073)^3 - 5,615(19,073)^2 + 384,433 (19,073) + \\ &\quad 3648,249 \\ &= 2234,305 \text{ KNm} \end{aligned}$$

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

$$W = \frac{\sum M_{total}}{\bar{\sigma}} = \frac{2234,305}{210 \times 10^3} = 0,010639 m^3 = 10639,55 \text{ cm}^3$$

Digunakan profil Steel Pipe Piles tipe CAZ 40-700N dengan *modulus section* $W=11205 \text{ cm}^3 > 10639,55 \text{ cm}^3$, dengan dimensi :

$$b = 1400 \text{ mm}$$

$$h = 1002 \text{ mm}$$

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 5.23 dan Tabel 5.24.

Tabel 5.23 Gaya dan Momen Akibat Tekanan Tanah Kesamping Aktif

Gaya	Besar Gaya (KN)
A1	58,571
A2	18,885
A3	19,268
A4	0,347
A5	478,165
A6	184,390
A7	741,077
A8	141,174
A9	520,486
A10	39,372

(Sumber: Hasil Analisa)

$$\sum E_{\text{aktif}} = 2201,737 \text{ KN}$$

Tabel 5.24 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Kesamping Pasif

Gaya	Besar Gaya (KN)
P1	633,600
P2	321,2706816
T	T

(Sumber: Hasil Analisa)

$$\sum E_{\text{pasif}} = (954,871 + T) \text{ KN}$$

Nilai T didapatkan pada kondisi seimbang, sebagai berikut :

$$-\sum E_{\text{aktif}} + \sum E_{\text{pasif}} + F = 0$$

$$- 2201,737 + 954,871 + T = 0$$

$$T = 1246,87 \text{ KN} = 124,687 \text{ ton}$$

Direncanakan jarak antar angker 2 meter, maka :

$$2 \cdot T = 249,37 \text{ t}$$

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

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

$$1000 = \frac{249,37 \cdot 1000}{0,25\pi d^2}$$

$$D = 4,67 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

Maka, diameter baja angker (D) adalah 5 cm.

4. Perencanaan Blok Angker

Asumsi dimensi blok angker :

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

$$h = 2 \text{ m}$$

$$K_o = 0,4$$

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

$$3/2 = 1,5 \leq 1,5 \text{ (OK)}$$

Maka tinggi blok angker dapat dianggap = H = 3 m.

Gaya yang bekerja pada blok angker dihitung sebagai berikut :

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_p x 2 = \frac{1}{2} x 3^2 x 1,85 x 3 x 2 = 49,95 \text{ ton}$$

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_a x 2 = \frac{1}{2} x 3^2 x 1,85 x 0,3 x 2 = 4,995 \text{ ton}$$

Dengan Persamaan 2.53, dimensi blok anker dihitung sebagai berikut :

$$T_{ult} \leq B(P_p - P_a) + \frac{1}{3}K_o\gamma(\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a})H^3 \text{tg}\phi$$

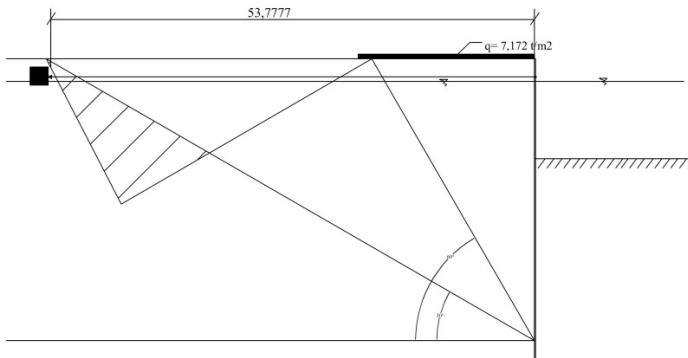
L = Lebar blok anker

$$191,82 \leq B(49,95 - 4,995) + \frac{1}{3}0,41,85 \cdot (\sqrt{3} + \sqrt{0,33}) \cdot 3^3 \cdot \text{tg} 30$$

$B \geq 1,96 \text{ m}$, dipakai $B = 2,0 \text{ n m}$

5. Perhitungan Panjang Baja Angker

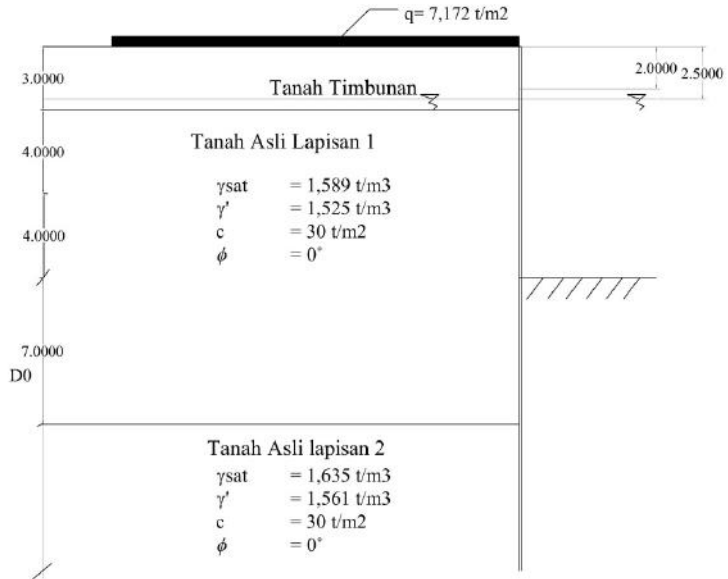
Letak anker harus terletak pada zona tanah yang stabil. Dari sketsa skalatis (sesuai skala) letak blok anker didapatkan panjang batang anker yang digunakan (L) = 54 m. Sketsa panjang anker disajikan pada Gambar 5.18.



Gambar 5.18 Sketsa letak anker (satuan dalam meter)

5.9 Perencanaan Sheetpile tanpa Angker

Sketsa lapisan tanah di belakang sheetpile tanpa anker (*cantilever wall*) dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut ini :



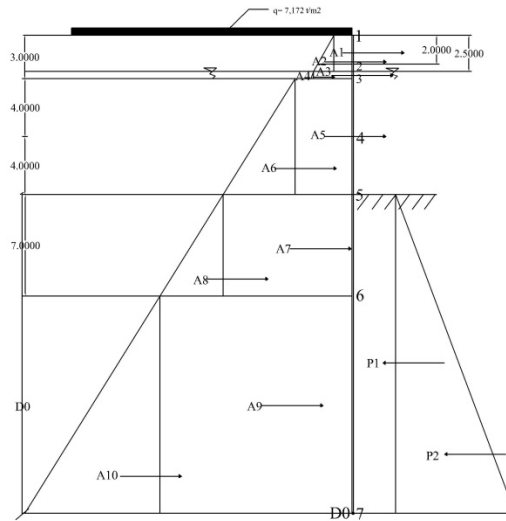
Gambar 5.19 Sketsa tanah pada pemasangan *sheet pile* (dimensi dalam satuan meter)

Karakteristik tanah urug :

γ	$= 1,85 \text{ t/m}^3$	ϕ	$= 30^\circ$
γ'	$= 0,85 \text{ t/m}^3$	K_a	$= 0,33$
q	$= 7,172 \text{ t/m}^2$	K_p	$= 3$
c	$= 0 \text{ t/m}^2$		

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

1. Menghitung gaya yang Bekerja pada *sheepile*; Perhitungan tegangan vertikal dan horizontal diberikan pada Tabel 5.20. Adapun diagram tekanan tanah horizontal diberikan pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Diagram tekanan tanah kesamping

Perhitungan momen didapat dari mengalikan gaya aktif dan pasif terhadap jarak titik D0. Perhitungan gaya dan momen terdapat pada Tabel 5.25 serta Tabel 5.26.

Tabel 5.25 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Aktif

Gaya	Besar Gaya (Kn)	Jarak terhadap titik D0(m)	Momen terhadap titik A (KnM)
A1	58,571	16,75 + D0	981,07 + 58,571 D0
A2	18,885	16,333 + D0	308,46 + 18,885 D0
A3	19,268	15,25 + D0	293,84 + 19,268 D0
A4	0,347	15,167 + D0	5,258 + 0,347 D0
A5	478,165	11 + D0	5259,8 + 478,165 D0
A6	184,390	9,667 + D0	1782,5 + 184,39 D0
A7	741,077	D0- 3,5	741,077 D0 - 2593,8
A8	141,174	D0-4,667	141,174 D0 - 658,86
A9	146,204 D0 - 1023,428	0,5 D0 - 3,5	73,102 D0 ² - 1023,428 D0 + 3581,99
A10	3,1065 D0 ² - 43,491 D0 + 152,22	0,333 D0 - 2,333	0,636 D0 ³ - 21,744 D0 ² + 152,205 D0 - 355,129

(Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 5.26 Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Pasif

Gaya	Besar Gaya (Kn)	Jarak terhadap titik A(m)	Momen terhadap titik A (KnM)
P1	60 D0	0,5 D0	30 D0 ²
P2	2,881 D0 ²	0,333 D0	0,96033 D0 ³

(Sumber: Hasil Analisa)

Untuk mendapatkan kedalaman *sheetpile* dalam tanah (D0), momen aktif dan momen pasif dihitung dalam kondisi seimbang

$$\begin{aligned}\sum M_{\text{total}} &= 0,636 D0^3 + 51,358 D0^2 + 770,655 D0 + 8605,161 - \\ &\quad (0,9603 D0^3 + 30 D0^2) \\ &= -0,324 D0^3 + 21,358 D0^2 + 770,655 D0 + 8605,16\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\sum M_{\text{total}} &= \sum M_{\text{aktif}} + \sum M_{\text{pasif}} = 0; \text{ maka :} \\ &= -0,324 D0^3 + 21,358 D0^2 + 770,655 D0 + 8605,16\end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara coba-coba, didapatkan nilai Do = 15,57 m. Untuk keamanan nilai Do dikalikan dengan angka keamanan, SF = 1,2. Do = 1,2 x 15,57 = 18,684 m. Sehingga total panjang turap yang dibutuhkan adalah 11 + 18,684 = 29,684 m ≈ 30 m.

2. Penentuan Profil *Sheetpile*

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

$$\sum M_{\text{total}} = -0,324 D0^3 + 21,358 D0^2 + 770,655 D0 + 8605,16$$

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

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

$$-0,972 x^2 + 42,716 x + 770,655 = 0, \text{ atau}$$

$$0,972x^2 - 42,716 x - 770,655 = 0$$

Nilai x diperoleh dengan rumus ABC sebagai berikut :

$$x_{1,2} = \frac{42,716 \pm \sqrt{42,716^2 - 4 \cdot 0,972 \cdot (-770,655)}}{2 \cdot 0,972}$$

Diperoleh :

$$x_1 = 6,754 \text{ m (memenuhi)}$$

$$x_2 = -73,069$$

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

$$\begin{aligned}\sum M_{total} &= -0,324 D_0^3 + 21,358 D_0^2 + 770,655 D_0 + 8605,16 \\ &= -0,324(6,754)^3 + 21,358(6,754)^2 + 770,655 (6,754) + \\ &\quad 8605,16 \\ &= 3287,56 \text{ KNm}\end{aligned}$$

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

$$W = \frac{\sum M_{total}}{\bar{\sigma}} = \frac{3287,56}{210 \times 10^3} = 0,01566 \text{ m}^3 = 15655,1 \text{ cm}^3$$

Digunakan profil Steel Pipe Piles tipe CAU 25-4 dengan *modulus section* $W=16820 \text{ cm}^3 > 15655,1 \text{ cm}^3$, dengan dimensi :

$$h = 1266 \text{ mm}$$

$$b = 1266 \text{ mm}$$

3. Perhitungan *Displacement*

$$\text{Momen inersia penampang} = 0.0106491 \text{ m}^4$$

Perhitungan *displacement* menggunakan metode *Broms*

dengan memperhitungkan tanah pada *kohesif*

Jarak momen terhadap muka tanah (e) = 0 m

$$\text{Momen design} = 3287,56 \text{ KN.m}$$

Untuk letak jepit maksimum nilai $Z_f = 1.8 \text{ T}$

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}}$$

$N_h = 3518 \text{ kn/m}^3$ (*koefisien reaksi subgrade* tanah lempung Tabel 2.6)

$$\begin{aligned}T &= \sqrt[5]{\frac{250000 \times 0,0106491}{3518}} \\ &= 0,946 \text{ m}\end{aligned}$$

$$Z_f = 1.8 \times 0,946 = 1,7024 \text{ m}$$

Sehingga letak jepit *sheetpile* baja

$$H_u = \frac{3287,56}{1,7024} = 1931,122 \text{ KN}$$

untuk tiang dalam tanah *kohesif defleksi* tiang dikaitkan dengan factor tak berdimensi (βL), dengan :

$$\begin{aligned} kh &= nh (z/d) \\ &= 3518 \times (30/1,372) \\ &= 76924,198 \text{ KN/m}^3 \\ \beta &= \left(\frac{kh d}{4 E_p I_p} \right) \\ &= \left(\frac{76924,198 \times 1,372}{4 \times 250000 \times 0,0106491} \right) \\ &= 9,910 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } \beta L &= 9,91 \times 30 \\ &= 297,32 \text{ m} > 2.5 \text{ m} \text{ termasuk tiang} \\ &\text{panjang.} \end{aligned}$$

Perhitungan *defleksi* tiang ujung bebas seperti tiang panjang (tidak kaku).

$$\begin{aligned} y_0 &= \frac{2 H \beta (e\beta + 1)}{kh d} \\ &= \frac{2 \times 1931,122 \times 9,91 (0 \times 9,91 + 1)}{76924,198 \times 1,372} \\ &= 0,036 \text{ m} \\ &= 3,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Rotasi tiang (Θ)

$$\begin{aligned} \Theta &= \frac{2 H \beta^2 (1 + 2 e \beta)}{kh d} \\ &= \frac{2 \times 1931,122 \times 9,91^2 (1 + 2 \times 0 \times 9,91)}{76924,198 \times 1,372} \\ &= 0,035 \text{ m} \\ &= 3,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

5.10 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)

$$C_u = 0,0363 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 2 \times 0,0363 = 0,0726 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 0,0743 \text{ ton/ft}^2$$

(Lihat grafik NAVFAC, DM-7, 1971)

$$f = 1 \text{ ton/ft}^3 = 0,032 \text{ kg/cm}^3$$

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

Nilai *section modulus* dan momen inersia bahan diperoleh dari brosur bahan yang dipergunakan yaitu CAZ 40-700.

Diperoleh :

$$I = 804300 \text{ cm}^4$$

$$w = 11205 \text{ cm}^3$$

$$D = 1,156 \text{ m}$$

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)

$$T = \left(\frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}} = \left(\frac{250000 \cdot 902800}{0,032} \right)^{\frac{1}{5}} = 362,778 \text{ cm} = 3,63 \text{ m}$$

5. Koefisien momen akibat gaya lateral (Fm)

$$Lb = 15 \text{ m}$$

$$Lb/T = 4,13$$

(Dari grafik NAVFAC, DM-7, 1971)

$$Fm = 1$$

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

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

$$= \frac{1600 \text{ kg/cm}^2 \times 902800 \text{ cm}^3}{0,578 \text{ cm}} = 22264 \text{ ton.cm}$$

7. Faktor koreksi gabungan (Fkg)

Perhitungan faktor koreksi gabungan menggunakan Persamaan 2.60, dimana nilai model persamaan pada variasi perlakuan cerucuk adalah sebagai berikut:

- $Y_t = 0,1 (X_t) - 0,35$ dimana $X_t = L_b/D = 12,98$
 $Y_t = 0,817$
- $Y_s = - 0.057(X_s)^2 + 0.614(X_s) - 0.658$ dimana $X_s = 3D$
 $Y_s = 0,671$
- $Y_D = 46.616(X_D) - 3.582$ dimana $X_D = D/T = 0,311$
 $Y_D = 10,933$; $Y_{Dmax} = 2$
- $Y_n = - 0.047x_n + 1.051$ dimana $X_n = \text{jumlah cerucuk}$
 $Y_n = 1,004$

$$Fkg = 2,30 \times Y_t \times Y_s \times Y_n \times Y_D = 2,53$$

8. Gaya horizontal yang mampu dipikul 1 buah cerucuk :

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T} \times Fkg = \frac{222,64}{1 \times 3,63} \times Fkg = 155,54 \text{ ton}$$

Jumlah *sheetpile* yang dibutuhkan :

Dari XSTABL diperoleh :

$$SF = 0,201$$

$$MR = 7445 \text{ kNm}$$

$$R = 29,49$$

$$Md = MR/SF = 7445/0,201 = 37040 \text{ kNm}$$

$$\Delta MR = SF_{rencana} \times Md - MR = 33300 \text{ kNm} = 3330 \text{ tm}$$

Maka jumlah *sheetpile* yang dibutuhkan :

$$n = \frac{3330}{170,6 \times 29,49} = 0,725 \approx 1$$

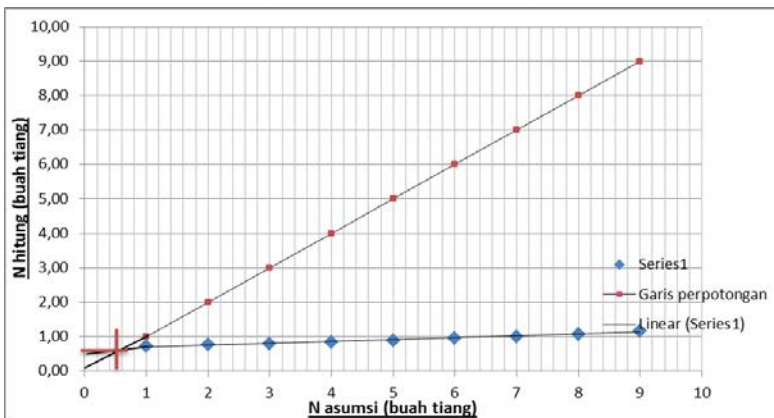
Perhitungan diwakilkan untuk tipe CAZ 44-700 karena memiliki nilai *momen inersia* (I) dan *section modulus* (w) yang lebih kecil, sehingga akan membutuhkan lebih banyak *sheetpile*. Perhitungan berikutnya ditampilkan pada Tabel 5.27. Dari berbagai hasil program XSTABL, diperoleh garis kelongsoran untuk beberapa nilai *safety factor* (SF). Gambar garis longsor

dapat dilihat pada Gambar 5.22 yang selanjutnya dapat dicari panjang *sheet pile* diatas bidang longsor (L_a). Dari gambar didapatkan panjang L_a terpanjang adalah 7,74 m. Kedalaman *sheet pile* yang terbenam dalam tanah yang aman terhadap *overall stability* adalah $L_a + L_b = 22,74$ m.

Tabel 5.27 Rangkuman Perhitungan Kebutuhan *Sheetpile* Berdasarkan Kontrol *Overall Stability*

Tipe Sheet Pile	Jumlah tiang	Bending moment capacity (tf.m) Crack	T (m)	Fm	Fkg	P (ton)	n (buah)
CAZ-40-700N	1	222,64	3,6278	1	2,53	155,54	0,725975
CAZ-40-700N	2	222,64	3,6278	1	2,42	148,26	0,761629
CAZ-40-700N	3	222,64	3,6278	1	2,30	140,97	0,800966
CAZ-40-700N	4	222,64	3,6278	1	2,18	133,69	0,844588
CAZ-40-700N	5	222,64	3,6278	1	2,06	126,41	0,893234
CAZ-40-700N	6	222,64	3,6278	1	1,94	119,13	0,947827
CAZ-40-700N	7	222,64	3,6278	1	1,82	111,85	1,009528
CAZ-40-700N	8	222,64	3,6278	1	1,70	104,57	1,079821
CAZ-40-700N	9	222,64	3,6278	1	1,59	97,29	1,160636

(Sumber: Hasil Analisa)

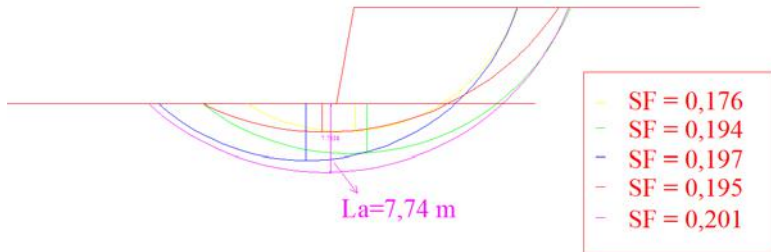


Gambar 5.21 Grafik Perhitungan Jumlah Cerucuk

(Sumber: Hasil Analisa)

Dari Tabel 5.27 dapat dilihat bahwa jumlah kebutuhan *sheet pile* terbanyak adalah $1,05 \approx 1$ buah kemudian hasil

perolehan kebutuhan *sheetpile* diplotkan dengan perhitungan coba-coba *n sheet pile* (Gambar 5.21). Pada grafik tersebut akan terjadi perpotongan dua garis dimana titik perpotongan tersebut adalah kebutuhan jumlah *sheet pile* yang harus dipasang. Jumlah *sheet pile* yang harus dipasang adalah $0,5 \approx 1$ buah.



Gambar 5.22 Garis kelongsoran untuk beberapa nilai SF
(Sumber: Hasil Analisa)

5.11 Penentuan *Sheet Pile* yang Dipakai

Metode *sheet pile* yang dipilih adalah *sheet pile* tanpa angkur karena metode pelaksanaannya lebih mudah diterapkan. Sedangkan panjang kebutuhan *sheet pile* adalah 304 m. Panjang *sheet pile* ini dipakai karena tekanan tanah aktif pasif yang bekerja lebih besar dari pada *overall stability* yang terjadi.

5.12 Tahapan Pelaksanaan Reklamasi

Pelaksanaan reklamasi dikerjakan setelah perairan yang akan direklamasi telah dibersihkan dari sampah dan karang tanpa merusak habitat aslinya. Dengan adanya peraturan pemerintah mengenai pelaksanaan reklamasi yang ramah lingkungan, maka terumbu karang yang telah dibersihkan tersebut diganti dengan menanam terumbu karang kembali di sekitar area reklamasi. Hal

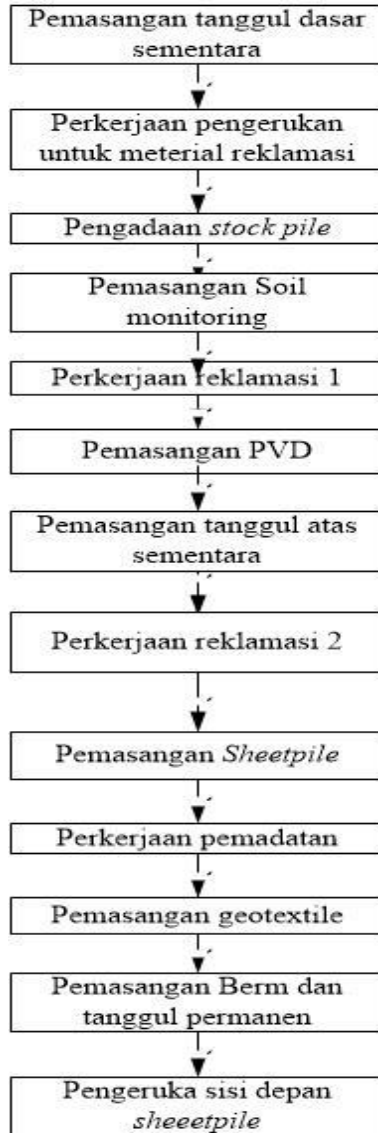
tersebut dilakukan sesuai dengan pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Dalam pelaksanaan reklamasi juga perlu diperhatikan dari mana asal material reklamasi (quarry), dari darat atau dari laut. Dalam perencanaan ini untuk tahap reklamasi 2 dipakai material reklamasi yang berasal dari darat dengan menggunakan *dumptruck* untuk pengangkutan material lalu dituangkan di lokasi reklamasi, dihamparkan dengan *bulldozer* dan diratakan dengan *grader*, setelah itu dipadatkan. Sedangkan untuk tahap reklamasi 1 dipakai material dari laut dengan menggunakan kapal dredger untuk pengerukan lalu ditransportasikan menggunakan kapal *barge* yang diarahkan oleh tug boat. Dari kapal barge tersebut, material dipompa ke area reklamasi. Tahap-tahap pelaksanaan reklamasi dapat dilihat pada Gambar 5.23.

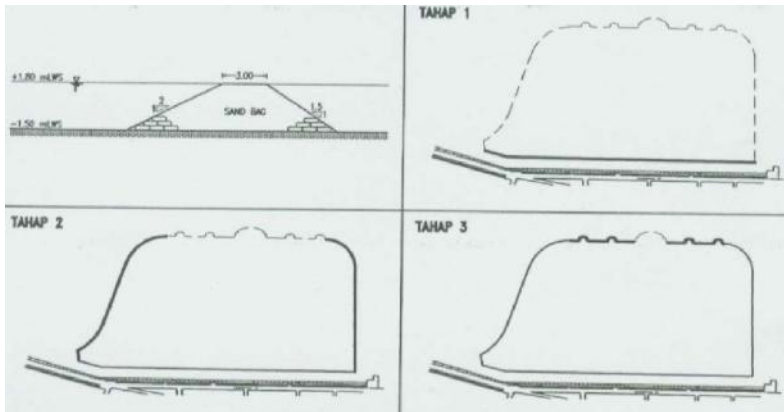
a. Pemasangan tanggul sementara

Pekerjaan tanggul sementara berguna sebagai perimeter penahan material reklamasi agar tidak keluar. Pekerjaan tanggul sementara dilakukan dua tahap yaitu tahap dasar dan atas.

Tanggul dasar sementara menggunakan *sandbag* yang dipasang hingga elevasi +3.80 m yaitu pada saat air laut pasang dan dengan kemiringan 1:1,5. Tanggul atas sementara dilakukan sebelum memulai reklamasi tahap kedua. Tanggul atas juga berupa *sand bag* yang disusun hingga elevasi akhir. Tahap pemasangan *sandbag* dapat dilihat pada Gambar 5.24 dan contoh *sandbag* yang biasa digunakan padat dilihat pada Gambar 5.25.



Gambar 5.23Tahapan Pelaksanaan Reklamasi
(Sumber: Wahyudi, 1997)



Gambar 5.24 Tahapan Pemasangan *Sandbag*
(Sumber: Wahyudi, 1997)



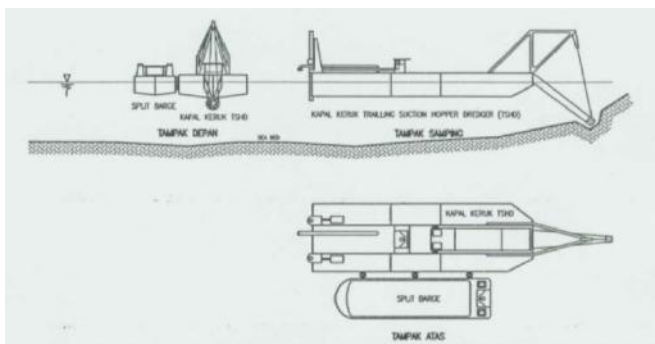
Gambar 5.25 *Sandbag*

(Sumber: Bahan Ajar Pelaksanaan Reklamasi oleh Musta'in, 2015)

b. Pekerjaan pengerukan

Dilakukan pengerukan dari laut untuk mendapatkan material reklamasi tahap 1 berupa pasir dan sedikit kerikil. Pengerukan dilakukan dengan kapal *dredger* (Gambar 5.26) lalu ditransportasikan dengan kapal tongkang menuju stock pile.

Sedangkan untuk pengerukan material dari darat dilakukan menggunakan *excavator* lalu ditransportasikan dengan *dumptruck* (Gambar 5.27) menuju *stock pile* untuk mendapatkan material reklamasi yang sesuai dengan sifat fisis tanah pada Bab 4.



Gambar 5.26 Pengerukan Pasir dengan Kapal *Dredger*
(Sumber: Wahyudi, 1997)

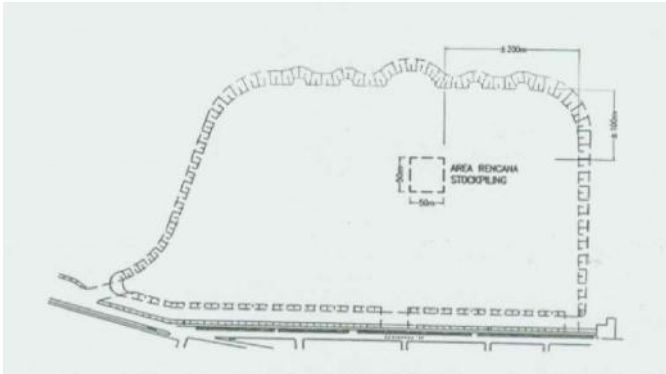


Gambar 5.27 Pengerukan Material Timbunan dengan *Excavator*
(Sumber: sumatra.bisnis.com)

c. Pengadaan *stock pile*

Diperlukan *stock pile* sebagai penumpukan material reklamasi yang dapat diletakkan di tengah-tengah area reklamasi. *Stock pile* diperlukan agar pekerjaan pengerukan dapat dilakukan

secara berkelanjutan tanpa terhambat oleh pekerjaan lain. Gambar pengadaan stock pile dapat dilihat pada Gambar 5.28.



Gambar 5.28 Pengadaan *Stock Pile*

(Sumber: Wahyudi, 1997)

d. Pemasangan instrumen *soil monitoring*

Pemasangan *instrument soil monitoring* perlu dilakukan untuk mengetahui volume reklamasi, *settlement* yang terjadi, dan juga *sliding*. Termasuk kemiringan timbunan dan juga tanggul diperhatikan agar tidak terjadi kelongsoran. Alat-alat yang dipasang adalah *settlement plate*, untuk mengetahui *settlement* yang terjadi, *piezometer* untuk mengetahui tekanan air tanah, dan *inclinometer* untuk mengetahui pergerakan tanah, jika terjadi *sliding*. *Instrument soil monitoring* dipasang setelah reklamasi tahap 1 pada elevasi +3.80 m dan dilakukan *soil monitoring* hingga hingga selesainya waktu konsolidasi rencana.

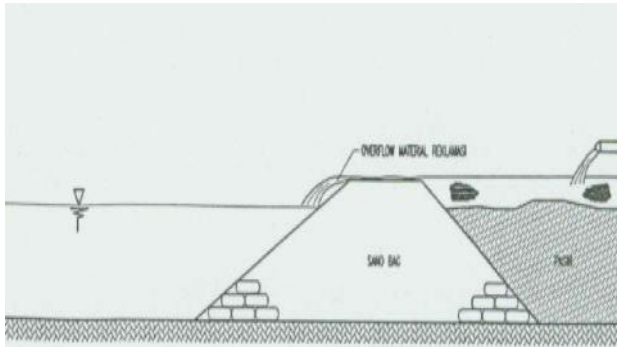
e. Pekerjaan reklamasi

Pekerjaan reklamasi dilaksanakan dua tahap, yaitu tahap pertama tanpa pemadatan dari level dasar laut hingga elevasi +3,80 m (Gambar 5.29). Lalu tahap 2 dilakukan setelah pemasangan PVD dan horizontal drain hingga tinggi timbunan rencana, termasuk tinggi timbunan preloading.

Reklamasi tahap 1 dimulai dengan membagi area reklamasi per segmen agar air keruh pada area reklamsi keluar melewati

atas tanggul sementara (*over flow*) dan setelah itu dilakukan perataan menggunakan *bulldozer*. Air keruh dan lempung yang melewati atas tanggul ditangkap oleh *silt barricade* dan dikumpulkan pada suatu tepi daratan agar tidak menimbulkan polusi air laut (Gambar 5.30).

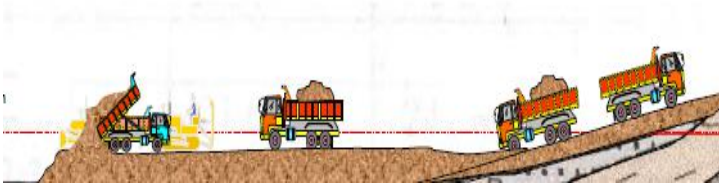
Pada tahap 2 dilakukan secara berkala setiap 50cm juga membutuhkan pemadatan dengan menggunakan alat berat. Namun dalam pemadatan perlu diperhatikan agar tidak merusak instrument *soil monitoring*. Pelaksanaan reklamasi tahap 2 dapat dilihat pada Gambar 5.31.



Gambar 5.29 Pekerjaan Reklamasi Tahap 1
(Sumber: Wahyudi, 1997)



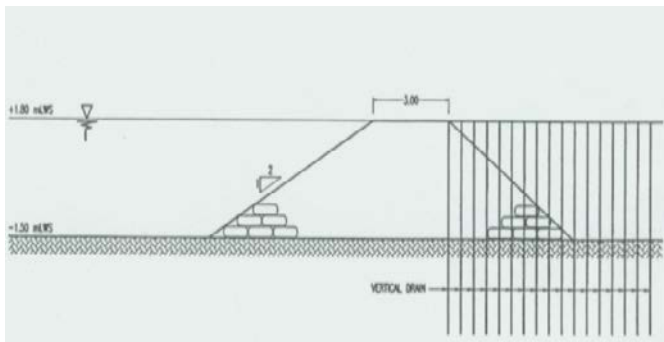
Gambar 5.30 Silt Barricade
(Sumber: erosionpollution.com)



Gambar 5.31 Pelaksanaan Reklamasi Tahap 2
(Sumber: Bahan Ajar Pelaksanaan Reklamasi oleh Musta'in, 2015)

f. Pemasangan PVD

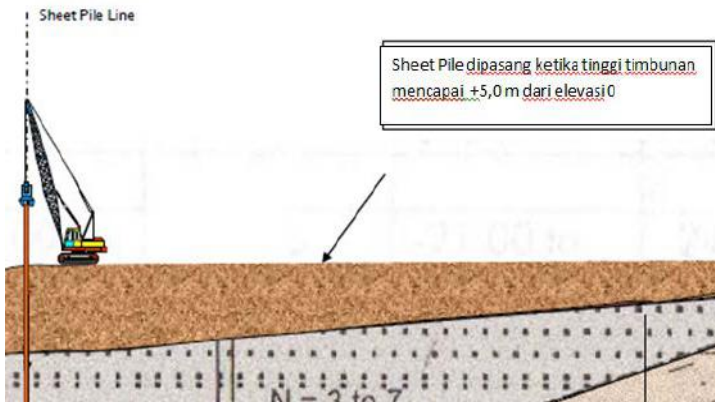
PVD yang berbentuk lembaran dipasang dengan menggunakan alat pancang yang dilengkapi dengan mandrel khusus dan dipotong bila telah selesai dipancang. Pola pemasangan PVD pun perlu diperhatikan, dalam perencanaan ini dipakai pola segitiga dengan spasi 1,3 m seperti pada Sub bab 5.4. Setelah PVD selesai dirangkai, diperlukan horizontal drain untuk membuang air yang telah diserap oleh PVD, horizontal drain dapat berupa pasir kasar ataupun lembaran seperti PVD. Dalam perencanaan ini digunakan horizontal drain berupa lapisan pasir setebal 50cm. Pemasangan PVD dapat dilihat pada Gambar 5.32.



Gambar 5.32 Pekerjaan Pemasangan PVD
(Sumber: Wahyudi, 1997)

g. Pemasangan *sheetpile*

Pemasangan *sheetpile* dilakukan setelah pekerjaan reklamasi tahap satu dan lantai kerja sudah siap. *Sheetpile* dipasang sepanjang lahan reklamasi sisi laut. Ilustrasi pemasangan *sheetpile* dapat dilihat pada Gambar 5.33.



Gambar 5.33 Pemasangan Sheetpile

(Sumber: Bahan Ajar Pelaksanaan Reklamasi oleh Musta'in, 2015)

h. Pemasangan *geotextile*

Geotextile mulai digelar pada dasar reklamasi tahap 2 hingga mencapai tinggi 4 m. Cara pemasangan *geotextile* yaitu dipasang dari posisi berm hingga tepi atas *sandbag* lalu dilipat ke atas. Pemasangan *geotextile* dapat dilihat pada Gambar 5.34.



Gambar 5.34 Pekerjaan Pemasangan *Geotextile*
(Sumber: geosistem.co.id)

i. Pemasangan berm dan tanggul permanen

Setelah *geotextile* digelar, berm perlu dipasang sesegera mungkin. Berm ditata berbentuk trapesium. Setelah itu dipasang *secondary layer* berupa batuan kecil hingga sedang dengan berat maksimum 20 kg diatas *geotextile* hingga setebal 50cm. Diselesaikan dengan pemasangan *primary layer* menggunakan batu besar dengan berat maksimum 60 kg setebal 90cm.

j. Pengerukan pada sisi depan *sheetpile*

Pengerukan ini dilakukan setelah timbunan mencapai H_{final} dan H_{bongkar} telah dibongkar. Tinggi tanah yang harus dikeruk adalah 8 m.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 1 Analisa Statistik Parameter Tanah

γ_t (t/m³)

Elevasi (m)	γ_t (t/m ³)	n	γ_t (t/m ³)
+4 – (-11,70)	1,525	3	1,525
	1,541		
	1,539		
(-11,70) – (-36,70)	1,561	3	1,561
	1,581		
	1,571		

γ_{sat} (t/m³)

Elevasi (m)	γ_{sat} (t/m ³)	n	γ_{sat} (t/m ³)
+4 – (-11,70)	1,608	3	1,589
	1,598		
	1,589		
(-11,70) – (-36,70)	1,645	3	1,635
	1,635		
	1,642		

Gs

Elevasi (m)	γ_{sat} (t/m ³)	n	γ_{sat} (t/m ³)
+4 – (-11,70)	2,713	3	2,713
	2,721		
	2,73		
(-11,70) – (-36,70)	2,689	3	2,689
	2,702		
	2,689		

Angka Pori (e)

Elevasi (m)	e	n	mean	std	batas atas	batas bawah	e
+4 – (-11,70)	1,8165	3	1,8777	0,04965	1,961	1,794	1,8777
	1,8785						
	1,9381						
(-11,70) – (-36,70)	1,618	3	1,6475	0,02556	1,6905	1,6044	1,6475
	1,6803						
	1,6441						

Wc (%)

Elevasi (m)	Wc (%)	n	mean	std	batas atas	batas bawah	Wc (%)
+4 – (-11,70)	58,34	3	62,347	3,0343	67,461	57,231	62,34
	63,02						
	65,65						
(-11,70) – (-36,70)	51,99	3	54,247	1,975	57,576	50,917	54,24
	56,8						
	53,95						

Cc

Elevasi (m)	Cc	n	mean	std	batas atas	batas bawah	Cc
+4 – (-11,70)	0,7793	3	0,8785	0,07541	1,0056	0,7513	0,878
	0,8942						
	0,962						
(-11,70) – (-36,70)	0,4879	3	0,5428	0,05	0,627	0,4583	0,542
	0,609						
	0,5314						

C_u (kg/cm²)

Elevasi (m)	Cu (kg/cm ²)	n	mean	std	batas atas	batas bawah	Cu (kg/cm ²)
+4 – (-11,70)	0,041	3	0,0363	0,0034	0,0421	0,0306	0,0363
	0,035						
	0,033						
(-11,70) – (-36,70)		2	0,075	0,01	0,1196	0,0303	0,075
	0,065						
	0,085						

PI (%)

Elevasi (m)	PI (%)	n	mean	std	batas atas	batas bawah	PI (%)
+4 – (-11,70)	24,84	3	27,24	1,8976	30,439	24,041	27,24
	27,4						
	29,48						
(-11,70) – (-36,70)	18,74	3	21,023	1,73	23,94	18,106	21,023
	22,96						
	21,35						

LL (%)

Elevasi (m)	LL (%)	n	mean	std	batas atas	batas bawah	LL (%)
+4 – (-11,70)	58,65	3	60,56	1,4212	62,957	58,162	60,56
	60,97						
	62,06						
(-11,70) – (-36,70)	53,32	3	54,923	1,5784	57,584	52,262	54,923
	57,07						
	54,38						

Lampiran 2 Perhitungan Besar *Settlement* PVD Penuh
Pemampatan akibat timbunan

q=13,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	13.1720	13.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.283
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	13.1720	14.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.233
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	13.1720	14.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.206
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	13.1720	15.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.186
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	13.1720	16.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.170
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	13.1720	17.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.157
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	13.1719	17.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.146
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	13.1719	18.4729	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.137
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	13.1719	19.1797	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.129
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	13.1718	19.8864	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.122
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	13.1717	20.5931	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.116
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	13.1717	21.2999	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.110
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	13.1716	22.0342	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.070
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	13.1714	22.7960	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.067
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	13.1713	23.5579	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.064
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	13.1712	24.3198	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.061
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	13.1710	25.0816	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.059
										Sc	2.314

q= 15,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	15.1720	15.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.305
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	15.1720	16.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.254
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	15.1720	16.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.226
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	15.1720	17.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.205
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	15.1720	18.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.188
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	15.1720	19.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.175
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	15.1719	19.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.163
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	15.1719	20.4729	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.153
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	15.1718	21.1796	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.145
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	15.1718	21.8864	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.137
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	15.1717	22.5931	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.130
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	15.1716	23.2998	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.124
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	15.1715	24.0341	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.080
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	15.1714	24.7960	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.076
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	15.1712	25.5578	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.073
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	15.1710	26.3196	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.070
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	15.1708	27.0814	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.067
										Sc	2.569

q= 17,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	17.1720	17.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.324
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	17.1720	18.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.273
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	17.1720	18.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.243
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	17.1720	19.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.222
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	17.1720	20.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.205
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	17.1720	21.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.191
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	17.1719	21.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.179
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	17.1719	22.4729	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.168
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	17.1718	23.1796	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.159
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	17.1718	23.8864	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.151
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	17.1717	24.5931	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.144
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	17.1716	25.2998	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.137
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	17.1714	26.0340	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.088
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	17.1713	26.7959	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.084
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	17.1711	27.5577	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.081
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	17.1709	28.3195	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.077
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	17.1707	29.0813	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.074
										Sc	2.800

q= 19,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	19.1720	19.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.341
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	19.1720	20.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.289
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	19.1720	20.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.259
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	19.1720	21.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.237
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	19.1720	22.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.220
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	19.1719	23.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.205
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	19.1719	23.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.193
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	19.1719	24.4729	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.182
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	19.1718	25.1796	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.172
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	19.1717	25.8863	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.164
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	19.1716	26.5930	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.156
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	19.1715	27.2997	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.149
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	19.1714	28.0340	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.096
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	19.1712	28.7958	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.092
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	19.1710	29.5576	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.088
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	19.1708	30.3194	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.085
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	19.1706	31.0812	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.082
										Sc	3.010

$q=21,172 \text{ t/m}^2$

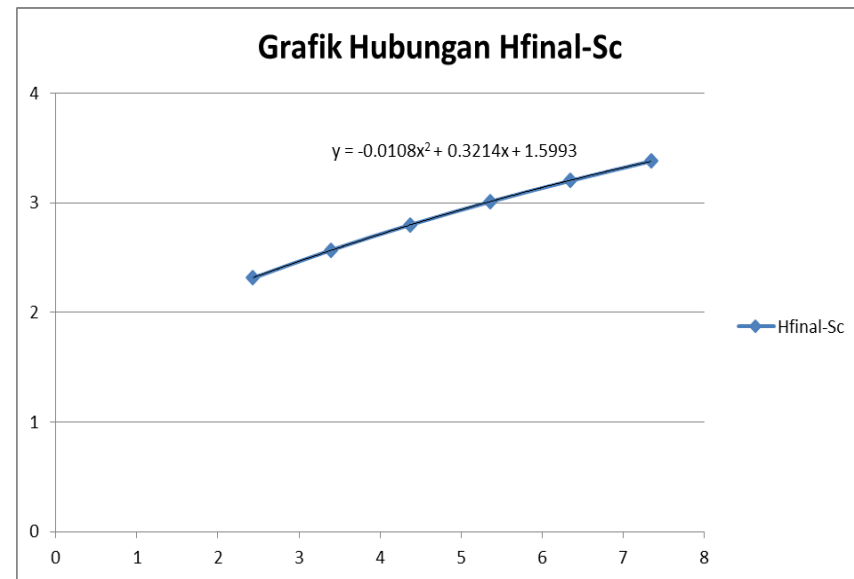
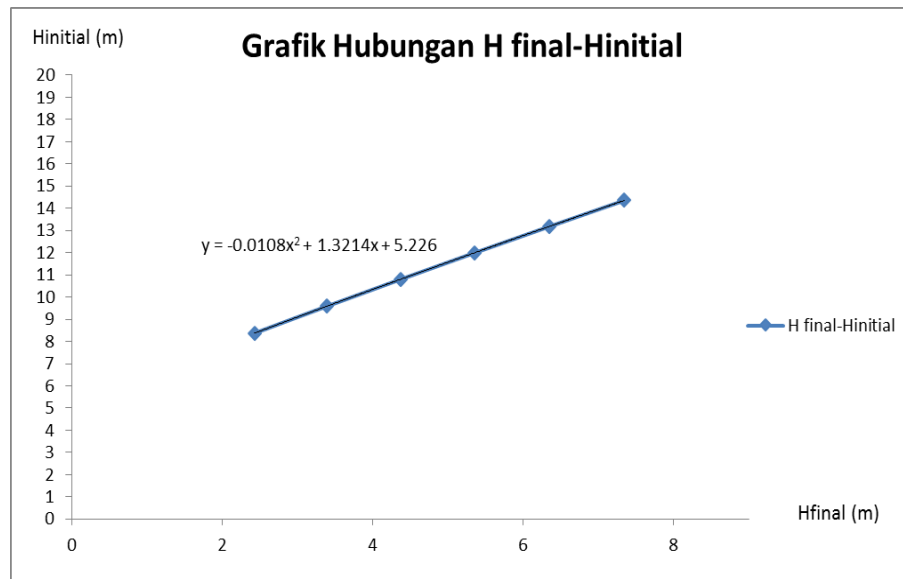
Hi (m)	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$ (t/m2)	$\Delta\sigma'$ (t/m2)	$\Delta\sigma' + \sigma'o$ (t/m2)	Pfluktiasi (t/m2)	$\sigma'c$ (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	21.1720	21.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.356
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	21.1720	22.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.304
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	21.1720	22.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.274
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	21.1720	23.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.251
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	21.1720	24.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.233
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	21.1719	25.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.218
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	21.1719	25.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.205
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	21.1719	26.4729	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.194
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	21.1718	27.1796	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.184
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	21.1717	27.8863	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.176
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	21.1716	28.5930	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.168
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	21.1715	29.2997	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.161
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	21.1713	30.0339	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.103
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	21.1711	30.7957	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.099
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	21.1709	31.5575	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.095
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	21.1707	32.3193	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.092
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	21.1704	33.0810	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.088
										Sc	3.203

$q= 23,172 \text{ t/m}^2$

Hi (m)	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$ (t/m2)	$\Delta\sigma'$ (t/m2)	$\Delta\sigma' + \sigma'o$ (t/m2)	Pfluktiasi (t/m2)	$\sigma'c$ (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	23.1720	23.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.371
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	23.1720	24.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.318
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	23.1720	24.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.287
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	23.1720	25.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.264
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	23.1720	26.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.246
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	23.1719	27.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.230
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	4.5942	23.1719	27.7661	3.3	7.8942	1.718296983	RUMUS 2	0.217
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	5.301	23.1718	28.4728	3.3	8.601	1.622524052	RUMUS 2	0.206
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.0078	23.1718	29.1796	3.3	9.3078	1.549285928	RUMUS 2	0.196
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	6.7146	23.1717	29.8863	3.3	10.0146	1.491466357	RUMUS 2	0.187
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	7.4214	23.1716	30.5930	3.3	10.7214	1.444660037	RUMUS 2	0.179
1.2	0.8785	0.1757	1.8777	8.1282	23.1714	31.2996	3.3	11.4282	1.405993947	RUMUS 2	0.171
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	8.8626	23.1713	32.0339	3.3	12.1626	1.372351229	RUMUS 2	0.110
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	9.6246	23.1711	32.7957	3.3	12.9246	1.342871392	RUMUS 2	0.106
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	10.3866	23.1708	33.5574	3.3	13.6866	1.317717059	RUMUS 2	0.102
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.1486	23.1706	34.3192	3.3	14.4486	1.296001292	RUMUS 2	0.098
1.2	0.5428	0.1086	1.6475	11.9106	23.1703	35.0809	3.3	15.2106	1.277064128	RUMUS 2	0.095
										Sc	3.381

Rekapitulasi *Settlement* total

NO	Beban q(t/m2)	Sc akibat timbunan+pe	Hinitial timbunan	H surcharge(m)	Tebal paving(m)	Hfinal(m)
A	B	F	C	D	I	J=C-F-D+I
1	13.172	2.314	8.371	3.877	0.25	2.430
2	15.172	2.569	9.590	3.877	0.25	3.394
3	17.172	2.800	10.795	3.877	0.25	4.369
4	19.172	3.010	11.990	3.877	0.25	5.354
5	21.172	3.203	13.176	3.877	0.25	6.346
6	23.172	3.381	14.353	3.877	0.25	7.345



Lampiran 2 Perhitungan Besar *Settlement* Alternatif PVD 2/3 Tanah Lunak
Pemampatan Akibat Timbunan

q=13,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	13.1720	13.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.199
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	13.1720	13.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.169
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	13.1720	14.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.152
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	13.1720	14.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.140
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	13.1720	15.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.130
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	13.1720	15.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.122
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	13.1720	16.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.115
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	13.1720	16.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.109
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	13.1720	17.1772	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.103
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	13.1719	17.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.099
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	13.1719	18.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.094
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	13.1719	18.5907	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.090
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	13.1719	19.0619	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.087
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	13.1718	19.5330	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.084
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	13.1718	20.0042	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.081
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	13.1718	20.4754	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.078
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	13.1717	20.9465	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.075
											1.925

q= 15,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	15.1720	15.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.214
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	15.1720	15.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.183
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	15.1720	16.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.166
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	15.1720	16.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.153
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	15.1720	17.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.143
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	15.1720	17.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.134
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	15.1720	18.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.127
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	15.1720	18.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.121
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	15.1720	19.1772	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.115
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	15.1719	19.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.110
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	15.1719	20.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.105
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	15.1719	20.5907	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.101
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	15.1719	21.0619	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.097
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	15.1718	21.5330	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.094
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	15.1718	22.0042	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.091
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	15.1717	22.4753	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.088
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	15.1717	22.9465	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.085
											2.127

q= 17,172 t/m²

Hi	Cc	Cs	eo	σ'o	Δσ'	Δσ' + σ'o	Pfluktuasi	σ'c	OCR	rumus	SC
(m)				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		SC	(m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	17.1720	17.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.227
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	17.1720	17.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.195
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	17.1720	18.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.178
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	17.1720	18.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.165
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	17.1720	19.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.155
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	17.1720	19.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.146
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	17.1720	20.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.138
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	17.1720	20.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.132
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	17.1719	21.1771	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.126
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	17.1719	21.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.120
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	17.1719	22.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.115
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	17.1719	22.5907	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.111
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	17.1718	23.0618	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.107
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	17.1718	23.5330	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.103
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	17.1717	24.0041	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.100
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	17.1717	24.4753	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.097
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	17.1716	24.9464	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.094
										Sc	2.308

q= 19,172 t/m²

Hi	Cc	Cs	eo	σ'o	Δσ'	Δσ' + σ'o	Pfluktuasi	σ'c	OCR	rumus	SC
(m)				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		SC	(m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	19.1720	19.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.238
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	19.1720	19.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.207
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	19.1720	20.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.189
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	19.1720	20.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.176
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	19.1720	21.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.165
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	19.1720	21.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.156
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	19.1720	22.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.148
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	19.1720	22.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.141
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	19.1719	23.1771	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.135
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	19.1719	23.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.130
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	19.1719	24.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.125
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	19.1719	24.5907	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.120
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	19.1718	25.0618	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.116
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	19.1718	25.5330	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.112
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	19.1717	26.0041	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.108
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	19.1716	26.4752	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.105
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	19.1716	26.9464	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.102
										Sc	2.472

q=21,172 t/m²

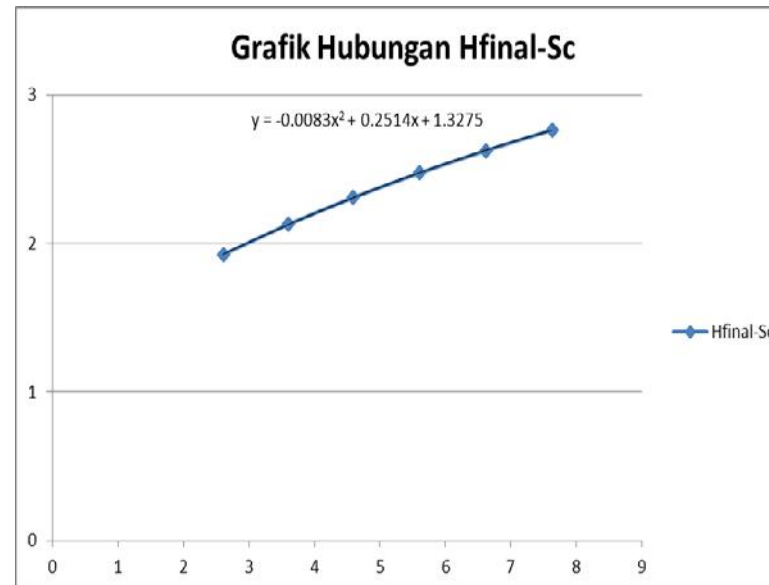
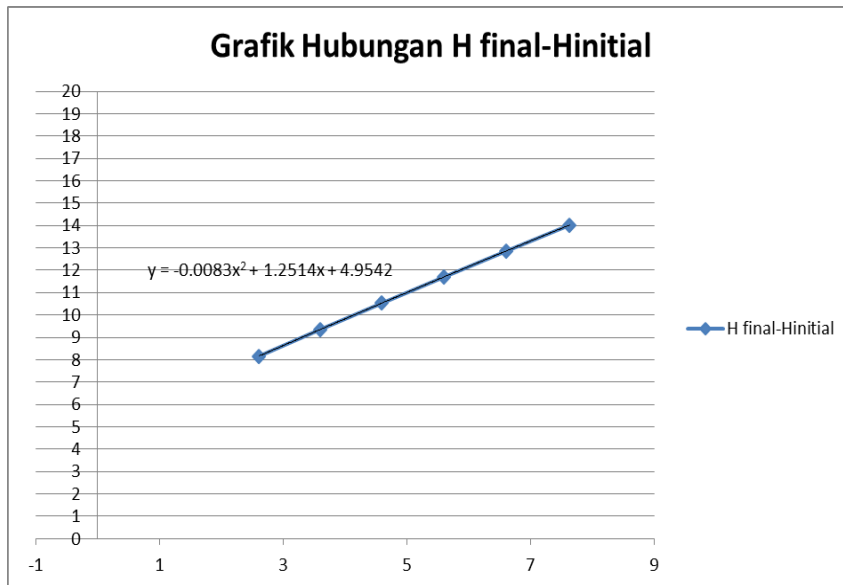
Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	21.1720	21.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.248
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	21.1720	21.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.217
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	21.1720	22.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.199
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	21.1720	22.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.185
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	21.1720	23.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.175
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	21.1720	23.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.165
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	21.1720	24.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.157
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	21.1720	24.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.150
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	21.1719	25.1771	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.144
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	21.1719	25.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.138
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	21.1719	26.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.133
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	21.1718	26.5906	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.128
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	21.1718	27.0618	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.124
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	21.1717	27.5329	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.120
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	21.1717	28.0041	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.116
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	21.1716	28.4752	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.113
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	21.1715	28.9463	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.109
										Sc	2.623

q= 23,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m2)	Δσ' (t/m2)	Δσ' + σ'o (t/m2)	Pfluktuasi (t/m2)	σ'c (t/m2)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.2356	23.1720	23.4076	3.3	3.5356	15.00679117	RUMUS 2	0.258
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	0.7068	23.1720	23.8788	3.3	4.0068	5.66893039	RUMUS 2	0.226
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.178	23.1720	24.3500	3.3	4.478	3.801358234	RUMUS 2	0.208
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	1.6492	23.1720	24.8212	3.3	4.9492	3.000970167	RUMUS 2	0.194
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.1204	23.1720	25.2924	3.3	5.4204	2.55631013	RUMUS 2	0.183
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	2.5916	23.1720	25.7636	3.3	5.8916	2.273344652	RUMUS 2	0.174
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.0628	23.1720	26.2348	3.3	6.3628	2.077445475	RUMUS 2	0.166
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	3.534	23.1720	26.7060	3.3	6.834	1.933786078	RUMUS 2	0.159
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.0052	23.1719	27.1771	3.3	7.3052	1.823928892	RUMUS 2	0.152
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.4764	23.1719	27.6483	3.3	7.7764	1.737199535	RUMUS 2	0.146
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	4.9476	23.1719	28.1195	3.3	8.2476	1.666990056	RUMUS 2	0.141
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.4188	23.1718	28.5906	3.3	8.7188	1.60899092	RUMUS 2	0.136
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	5.89	23.1718	29.0618	3.3	9.19	1.560271647	RUMUS 2	0.132
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.3612	23.1717	29.5329	3.3	9.6612	1.518770043	RUMUS 2	0.127
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	6.8324	23.1717	30.0041	3.3	10.1324	1.482992799	RUMUS 2	0.124
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.3036	23.1716	30.4752	3.3	10.6036	1.451831973	RUMUS 2	0.120
0.8	0.8785	0.1757	1.8777	7.7748	23.1715	30.9463	3.3	11.0748	1.424448217	RUMUS 2	0.116
										Sc	2.762

Rekapitulasi *Settlement* total

NO	Beban q(t/m2)	Sc akibat timbunan+peti	Hinitial timbunan	H surcharge(m)	Tebal paving(m)	Hfinal(m)
A	B	F	C	D	I	J=C-F-D+I
1	13.172	1.924735163	8.16039739	3.87676	0.25	2.609
2	15.172	2.126642890	9.35061778	3.87676	0.25	3.597
3	17.172	2.307923556	10.5296884	3.87676	0.25	4.595
4	19.172	2.472446373	11.6997007	3.87676	0.25	5.600
5	21.172	2.623075558	12.862203	3.87676	0.25	6.612
6	23.172	2.761993214	14.0183747	3.87676	0.25	7.630



Lampiran 2 Perhitungan Besar *Settlement* Alternatif PVD 1/3 Tanah Lunak Pemampatan Akibat Timbunan

q=13,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m ²)	Δσ' (t/m ²)	Δσ' + σ'o (t/m ²)	Pfluktuasi (t/m ²)	σ'c (t/m ²)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	13.1720	13.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.108
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	13.1720	13.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.094
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	13.1720	13.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.087
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	13.1720	13.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.082
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	13.1720	14.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.078
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	13.1720	14.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.074
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	13.1720	14.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.071
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	13.1720	14.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.069
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	13.1720	15.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.066
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	13.1720	15.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.064
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	13.1720	15.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.062
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	13.1720	15.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.060
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	13.1720	16.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.058
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	13.1720	16.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.057
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	13.1720	16.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.055
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	13.1720	16.8238	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.054
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	13.1720	17.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.052
											1.190

q= 15,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m ²)	Δσ' (t/m ²)	Δσ' + σ'o (t/m ²)	Pfluktuasi (t/m ²)	σ'c (t/m ²)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	15.1720	15.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.115
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	15.1720	15.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.102
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	15.1720	15.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.094
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	15.1720	15.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.089
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	15.1720	16.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.085
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	15.1720	16.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.081
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	15.1720	16.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.078
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	15.1720	16.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.075
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	15.1720	17.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.073
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	15.1720	17.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.070
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	15.1720	17.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.068
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	15.1720	17.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.066
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	15.1720	18.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.064
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	15.1720	18.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.063
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	15.1720	18.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.061
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	15.1720	18.8238	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.060
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	15.1720	19.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.058
											1.303

q= 17,172 t/m²

Hi	Cc	Cs	eo	σ'o	Δσ'	Δσ' + σ'o	Pfluktuasi	σ'c	OCR	rumus	SC
(m)				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		SC	(m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	17.1720	17.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.122
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	17.1720	17.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.108
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	17.1720	17.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.101
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	17.1720	17.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.095
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	17.1720	18.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.091
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	17.1720	18.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.087
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	17.1720	18.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.084
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	17.1720	18.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.081
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	17.1720	19.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.078
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	17.1720	19.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.076
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	17.1720	19.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.074
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	17.1720	19.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.072
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	17.1720	20.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.070
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	17.1720	20.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.068
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	17.1720	20.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.067
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	17.1720	20.8238	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.065
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	17.1720	21.0594	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.064
										Sc	1.402

q= 19,172 t/m²

Hi	Cc	Cs	eo	σ'o	Δσ'	Δσ' + σ'o	Pfluktuasi	σ'c	OCR	rumus	SC
(m)				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		SC	(m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	19.1720	19.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.127
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	19.1720	19.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.114
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	19.1720	19.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.106
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	19.1720	19.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.101
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	19.1720	20.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.096
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	19.1720	20.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.093
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	19.1720	20.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.089
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	19.1720	20.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.086
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	19.1720	21.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.084
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	19.1720	21.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.081
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	19.1720	21.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.079
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	19.1720	21.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.077
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	19.1720	22.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.075
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	19.1720	22.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.073
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	19.1720	22.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.071
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	19.1720	22.8238	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.070
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	19.1719	23.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.068
										Sc	1.492

q=21,172 t/m²

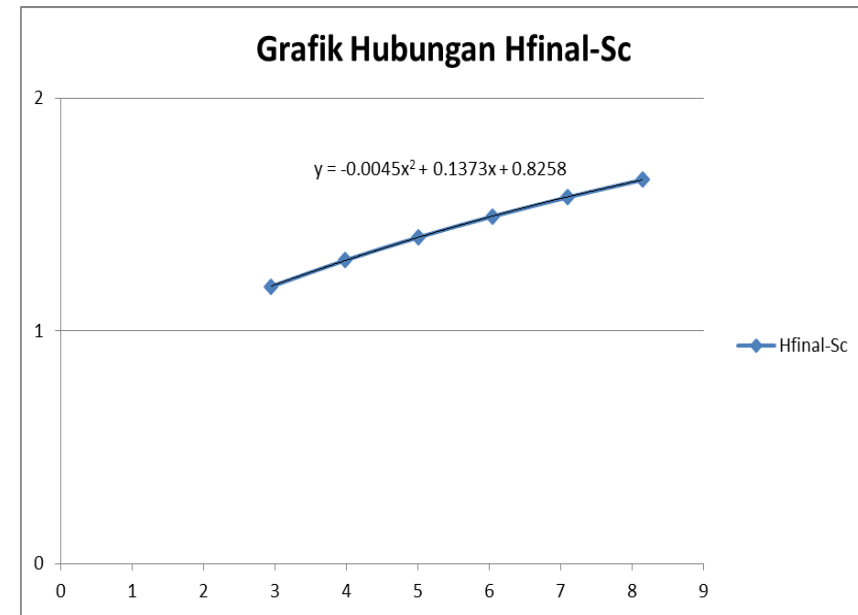
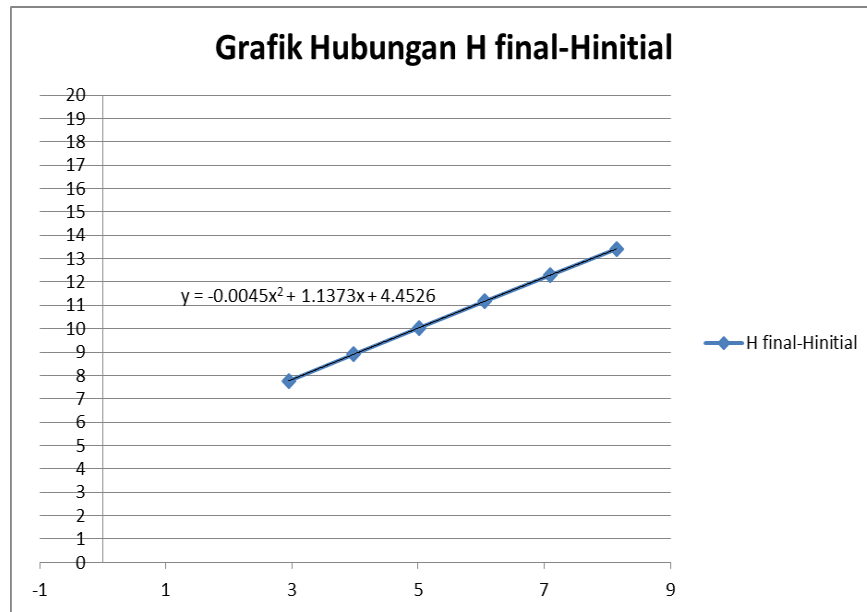
Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m ²)	Δσ' (t/m ²)	Δσ' + σ'o (t/m ²)	Pfluktuasi (t/m ²)	σ'c (t/m ²)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	21.1720	21.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.133
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	21.1720	21.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.119
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	21.1720	21.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.111
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	21.1720	21.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.106
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	21.1720	22.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.101
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	21.1720	22.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.098
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	21.1720	22.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.094
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	21.1720	22.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.091
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	21.1720	23.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.089
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	21.1720	23.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.086
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	21.1720	23.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.084
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	21.1720	23.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.082
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	21.1720	24.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.080
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	21.1720	24.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.078
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	21.1720	24.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.076
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	21.1720	24.8238	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.074
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	21.1719	25.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.073
										Sc	1.574

q= 23,172 t/m²

Hi (m)	Cc	Cs	eo	σ'o (t/m ²)	Δσ' (t/m ²)	Δσ' + σ'o (t/m ²)	Pfluktuasi (t/m ²)	σ'c (t/m ²)	OCR	rumus SC	SC (m)
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.1178	23.1720	23.2898	3.3	3.4178	29.01358234	RUMUS 2	0.137
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.3534	23.1720	23.5254	3.3	3.6534	10.33786078	RUMUS 2	0.124
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.589	23.1720	23.7610	3.3	3.889	6.602716469	RUMUS 2	0.116
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	0.8246	23.1720	23.9966	3.3	4.1246	5.001940335	RUMUS 2	0.110
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.0602	23.1720	24.2322	3.3	4.3602	4.11262026	RUMUS 2	0.106
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.2958	23.1720	24.4678	3.3	4.5958	3.546689304	RUMUS 2	0.102
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.5314	23.1720	24.7034	3.3	4.8314	3.154890949	RUMUS 2	0.099
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	1.767	23.1720	24.9390	3.3	5.067	2.867572156	RUMUS 2	0.096
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.0026	23.1720	25.1746	3.3	5.3026	2.647857785	RUMUS 2	0.093
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.2382	23.1720	25.4102	3.3	5.5382	2.474399071	RUMUS 2	0.090
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.4738	23.1720	25.6458	3.3	5.7738	2.333980112	RUMUS 2	0.088
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.7094	23.1720	25.8814	3.3	6.0094	2.217981841	RUMUS 2	0.086
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	2.945	23.1720	26.1170	3.3	6.245	2.120543294	RUMUS 2	0.084
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.1806	23.1720	26.3526	3.3	6.4806	2.037540087	RUMUS 2	0.082
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.4162	23.1720	26.5882	3.3	6.7162	1.965985598	RUMUS 2	0.080
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.6518	23.1719	26.8237	3.3	6.9518	1.903663947	RUMUS 2	0.078
0.4	0.8785	0.1757	1.8777	3.8874	23.1719	27.0593	3.3	7.1874	1.848896435	RUMUS 2	0.077
										Sc	1.648

Rekapitulasi *Settlement* total

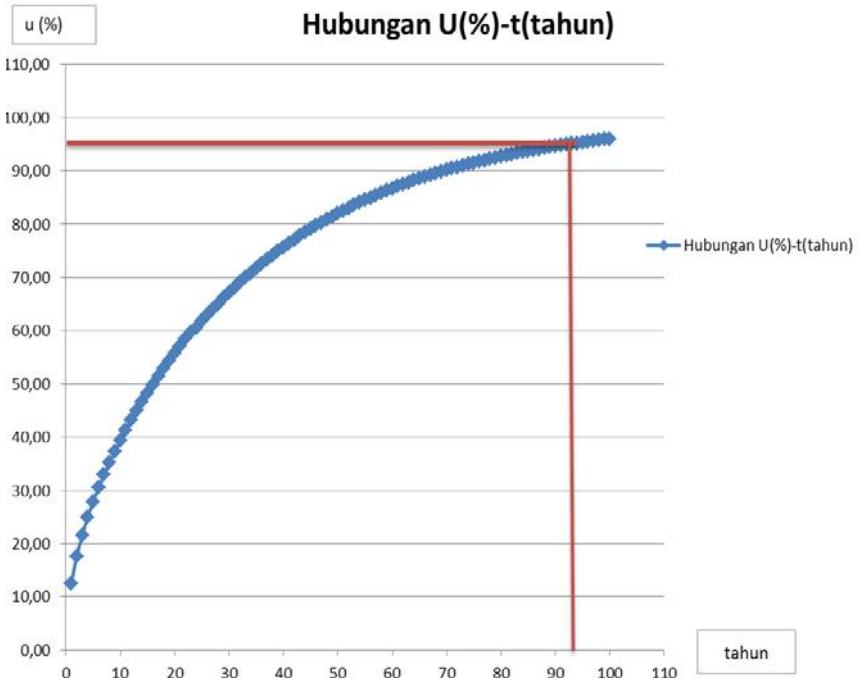
NO	Beban q(t/m ²)	Sc akibat timbunan+peti	Hinitial timbunan	H surcharge(m)	Tebal paving(m)	Hfinal(m)
A	B	F	C	D	I	J=C-F-D+I
1	13.172	1.190409500	7.7634646	3.87676	0.25	2.946
2	15.172	1.302606369	8.9051926	3.87676	0.25	3.976
3	17.172	1.402321979	10.040174	3.87676	0.25	5.011
4	19.172	1.492065683	11.169765	3.87676	0.25	6.051
5	21.172	1.573656845	12.29495	3.87676	0.25	7.095
6	23.172	1.648457227	13.416463	3.87676	0.25	8.141



Lampiran 3 Perhitungan Waktu Pemampatan Asli

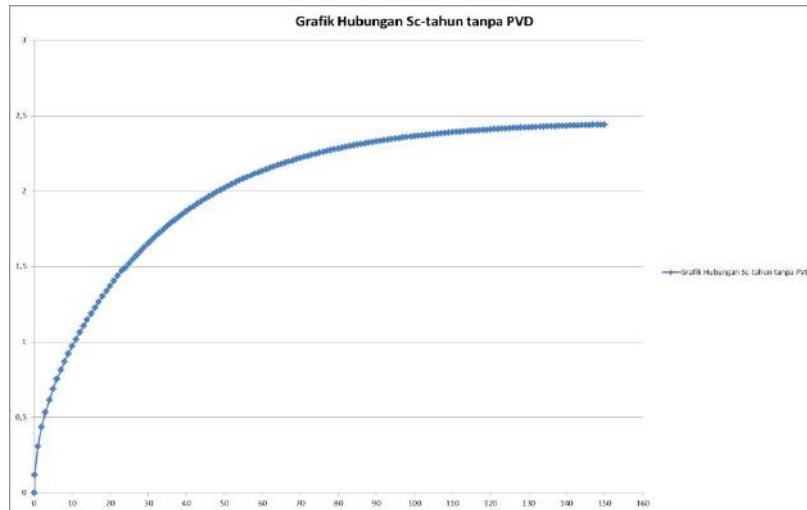
t(tahun)	t(detik)	Tv	a	U
1	31536000	0,012	1,90	12,46
2	63072000	0,024	1,88	17,61
3	94608000	0,037	1,87	21,57
4	126144000	0,049	1,86	24,91
5	157680000	0,061	1,84	27,85
6	189216000	0,073	1,83	30,51
7	220752000	0,085	1,82	32,95
8	252288000	0,097	1,80	35,23
9	283824000	0,110	1,79	37,37
10	315360000	0,122	1,78	39,39
11	346896000	0,134	1,77	41,31
12	378432000	0,146	1,75	43,15
13	409968000	0,158	1,74	44,91
14	441504000	0,171	1,73	46,60
15	473040000	0,183	1,71	48,24
16	504576000	0,195	1,70	49,82
17	536112000	0,207	1,69	51,35
18	567648000	0,219	1,67	52,84
19	599184000	0,231	1,66	54,29
20	630720000	0,244	1,65	55,70
21	662256000	0,256	1,63	57,08
22	693792000	0,268	1,62	58,42
23	725328000	0,280	1,61	59,73
24	756864000	0,292	1,60	60,60
25	788400000	0,305	1,58	61,77
26	819936000	0,317	1,57	62,90
27	851472000	0,329	1,56	64,00
28	883008000	0,341	1,54	65,07
29	914544000	0,353	1,53	66,10
30	946080000	0,366	1,52	67,10
31	977616000	0,378	1,50	68,08
32	1009152000	0,390	1,49	69,02
33	1040688000	0,402	1,48	69,94
34	1072224000	0,414	1,46	70,83
35	1103760000	0,426	1,45	71,70
36	1135296000	0,439	1,44	72,53
37	1166832000	0,451	1,43	73,35
38	1198368000	0,463	1,41	74,14
39	1229904000	0,475	1,40	74,90
40	1261440000	0,487	1,39	75,65
41	1292976000	0,500	1,37	76,37
42	1324512000	0,512	1,36	77,07
43	1356048000	0,524	1,35	77,75
44	1387584000	0,536	1,33	78,41
45	1419120000	0,548	1,32	79,05
46	1450656000	0,560	1,31	79,67
47	1482192000	0,573	1,30	80,27
48	1513728000	0,585	1,28	80,85
49	1545264000	0,597	1,27	81,42
50	1576800000	0,609	1,26	81,97

GRAFIK WAKTU PEMAMPATAN ASLI



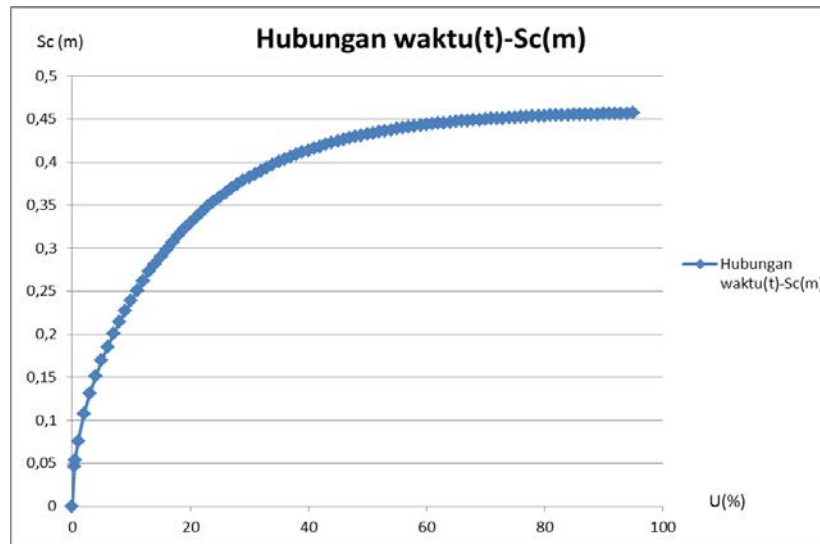
Lampiran 4 Perhitungan Pelapisan Penawaran 1

Alternatif Tanpa PVD



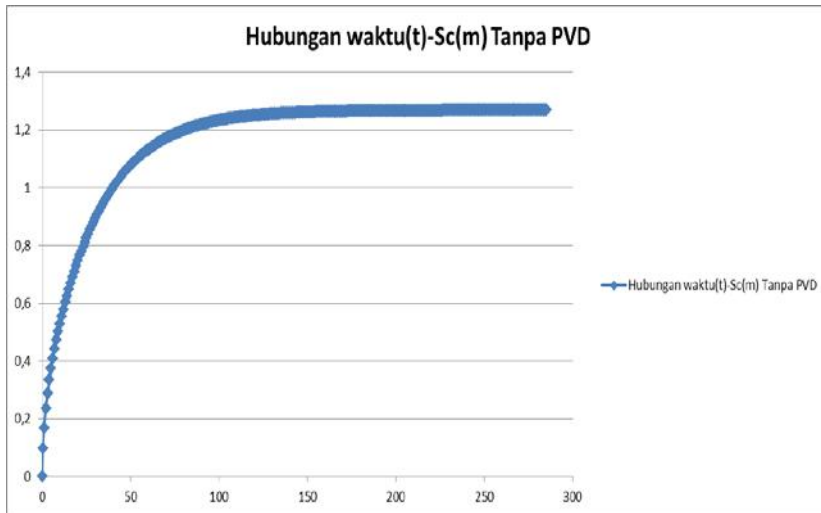
Banyak overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Pelapisan	t(detik)	Tv	a	U (%)	Sc (m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,146	1,75 bulan	4599000	0,001777	1,906992	4,756	0,117	0,117
2	1,846956527	1 tahun 10 bulan	58245621	0,022503	1,884777	16,927	0,417	0,300
3	5,457684279	5 tahun 5,5 bulan	1,72E+08	0,066495	1,837626	29,097	0,717	0,300
4	10,9776308	10 tahun 12 bulan	3,46E+08	0,133749	1,765543	41,267	1,017	0,300
5	18,39462783	18 tahun 5 bulan	5,8E+08	0,224116	1,668686	53,418	1,317	0,300
6	28,4970878	28 tahun 6 bulan	8,99E+08	0,347202	1,536761	65,584	1,617	0,300
7	42,99971169	43 tahun	1,36E+09	0,523898	1,347376	77,748	1,916	0,300
8	69,31745819	69 tahun 4 bulan	2,19E+09	0,844547	1,003701	89,914	2,216	0,300
9	150	150 tahun	4,73E+09	1,827564	-0,04991	99,109	2,443	0,227

Alternatif PVD 2/3 Tanah lunak



Banyak Overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Overlay	t(detik)	Tv	a	U (%)	Sc(m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,375	4,5 bulan	11826000	0,007987	1,90033535	10,0844	0,046	0,046
2	95	95 tahun	2995920000	2,023404	-0,2598112	99,4502	0,457	0,41046

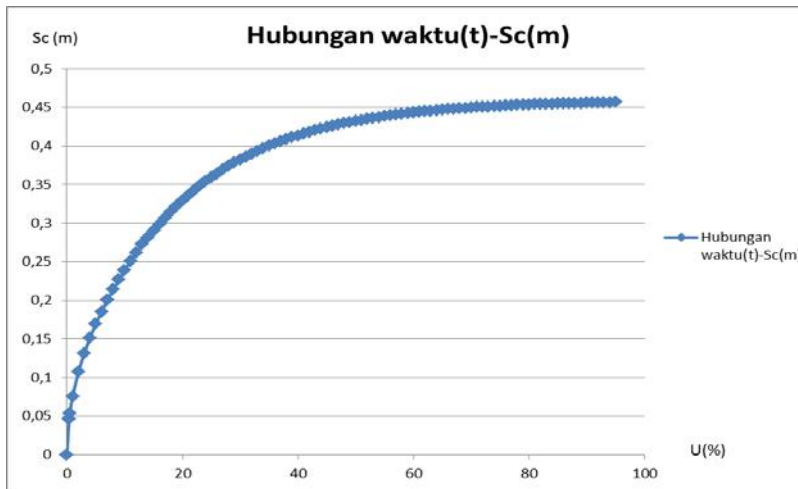
Alternatif PVD 1/3 Tanah lunak



Banyak Overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Overlay	t(detik)	Tv	a	U(%)	Sc (m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,5	6 bulan	15768000	0,00682	1,901587	9,318331	0,118	0,12
2	6,239396713	6 tahun 3 bulan	1,97E+08	0,085102	1,817683	32,91732	0,418	0,30
3	18,4054969	18 tahun 5 bulan	5,8E+08	0,25104	1,639828	56,53624	0,718	0,30
4	41,76770588	41 tahun 9 bulan	1,32E+09	0,569688	1,298298	80,1254	1,017	0,30
5	100	100 tahun	3,15E+09	1,363943	0,447007	97,20098	1,234	0,22

Lampiran 4 Perhitungan Pelapisan Penawaran 2

Alternatif PVD 2/3 Tanah Lunak



Banyak Overlay	Overlay Tahun ke-	Waktu Overlay	t(detik)	Tv	a	U(%)	Sc(m)	Tinggi Pelapisan yang dilakukan (m)
1	0,5	6 bulan	15768000	0,010649	1,89748179	11,6445	0,053	0,053
2	95	95 tahun	2995920000	2,023404	-0,2598112	99,4502	0,457	0,40329

Lampiran 5 Rekapitulasi Perhitungan PVD Full

Segitiga-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,145319514	13,5254	14,29735
0,5	0,000125176	1,262452088	0,581278056	44,08168	44,78762
0,75	0,000187763	1,54618172	0,871917084	58,18508	58,83162
1	0,000250351	1,785376864	1,162556112	68,73141	69,28967
1,25	0,000312939	1,996112017	1,45319514	76,6178	77,08453
1,5	0,000375527	2,186631158	1,743834168	82,51513	82,89746
1,75	0,000438115	2,36183159	2,034473196	86,92507	87,23387
2	0,000500702	2,524904175	2,325112224	90,22275	90,46962
2,25	0,00056329	2,678065296	2,615751252	92,68872	92,88452
2,5	0,000625878	2,822928686	2,90639028	94,53273	94,68706
2,75	0,000688466	2,960712584	3,197029308	95,91165	96,0327
3	0,000751054	3,092363439	3,487668336	96,94279	97,03733
3,25	0,000813641	3,218633915	3,778307364	97,71386	97,78745
3,5	0,000876229	3,340134266	4,068946393	98,29046	98,34756
3,75	0,000938817	3,457367431	4,359585421	98,72163	98,76583
4	0,001001405	3,570753728	4,650224449	99,04405	99,07819
4,25	0,001063993	3,680648696	4,940863477	99,28516	99,31147
4,5	0,00112658	3,787356263	5,231502505	99,46545	99,4857
4,75	0,001189168	3,891138664	5,522141533	99,60027	99,61583
5	0,001251756	3,992224034	5,812780561	99,70109	99,71302
5,25	0,001314344	4,090812312	6,103419589	99,77648	99,78562
5,5	0,001376932	4,187079891	6,394058617	99,83285	99,83985
5,75	0,001439519	4,281183323	6,684697645	99,87501	99,88036
6	0,001502107	4,373262316	6,975336673	99,90653	99,91062

Segitiga-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,16760492	15,43121	16,18615
0,5	0,000125176	1,262452088	0,33520984	28,4812	29,38409
0,75	0,000187763	1,54618172	0,50281476	39,51742	40,45259
1	0,000250351	1,785376864	0,670419679	48,85061	49,76382
1,25	0,000312939	1,996112017	0,838024599	56,74358	57,60703
1,5	0,000375527	2,186631158	1,005629519	63,41857	64,21847
1,75	0,000438115	2,36183159	1,173234439	69,06353	69,7942
2	0,000500702	2,524904175	1,340839359	73,8374	74,49798
2,25	0,00056329	2,678065296	1,508444279	77,87461	78,46714
2,5	0,000625878	2,822928686	1,676049199	81,28882	81,81703
2,75	0,000688466	2,960712584	1,843654119	84,17619	84,64468
3	0,000751054	3,092363439	2,011259038	86,61799	87,03181
3,25	0,000813641	3,218633915	2,178863958	88,683	89,04725
3,5	0,000876229	3,340134266	2,346468878	90,42935	90,74902
3,75	0,000938817	3,457367431	2,514073798	91,90622	92,18605
4	0,001001405	3,570753728	2,681678718	93,15518	93,3996
4,25	0,001063993	3,680648696	2,849283638	94,21142	94,42448
4,5	0,00112658	3,787356263	3,016888558	95,10467	95,29007
4,75	0,001189168	3,891138664	3,184493478	95,86008	96,02117
5	0,001251756	3,992224034	3,352098397	96,49892	96,63869
5,25	0,001314344	4,090812312	3,519703317	97,03918	97,1603
5,5	0,001376932	4,187079891	3,687308237	97,49607	97,60091
5,75	0,001439519	4,281183323	3,854913157	97,88246	97,97311
6	0,001502107	4,373262316	4,022518077	98,20922	98,28753

Segitiga-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,13290004	12,44474	13,22633
0,5	0,000125176	1,262452088	0,265800081	23,34076	24,30855
0,75	0,000187763	1,54618172	0,398700121	32,88081	33,91859
1	0,000250351	1,785376864	0,531600162	41,23361	42,28282
1,25	0,000312939	1,996112017	0,664500202	48,54694	49,574
1,5	0,000375527	2,186631158	0,797400243	54,95014	55,93521
1,75	0,000438115	2,36183159	0,930300283	60,55647	61,48806
2	0,000500702	2,524904175	1,063200324	65,46512	66,33709
2,25	0,00056329	2,678065296	1,196100364	69,76289	70,57266
2,5	0,000625878	2,822928686	1,329000405	73,52582	74,27317
2,75	0,000688466	2,960712584	1,461900445	76,82047	77,50675
3	0,000751054	3,092363439	1,594800486	79,7051	80,33269
3,25	0,000813641	3,218633915	1,727700526	82,23075	82,80267
3,5	0,000876229	3,340134266	1,860600567	84,44208	84,96174
3,75	0,000938817	3,457367431	1,993500607	86,37823	86,84918
4	0,001001405	3,570753728	2,126400647	88,07342	88,49929
4,25	0,001063993	3,680648696	2,259300688	89,55765	89,942
4,5	0,00112658	3,787356263	2,392200728	90,85717	91,20345
4,75	0,001189168	3,891138664	2,525100769	91,99498	92,30646
5	0,001251756	3,992224034	2,658000809	92,99118	93,27099
5,25	0,001314344	4,090812312	2,79090085	93,86341	94,11445
5,5	0,001376932	4,187079891	2,92380089	94,62709	94,85206
5,75	0,001439519	4,281183323	3,056700931	95,29574	95,49713
6	0,001502107	4,373262316	3,189600971	95,88117	96,0613

Segitiga-spasi 1,2 m

t	Tv	Uv	x	Uh	Ur
(month)		(%)		(%)	(%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,107686766	10,20912	11,01067
0,5	0,000125176	1,262452088	0,215373531	19,37598	20,39382
0,75	0,000187763	1,54618172	0,323060297	27,60698	28,72631
1	0,000250351	1,785376864	0,430747063	34,99767	36,15821
1,25	0,000312939	1,996112017	0,538433829	41,63383	42,79889
1,5	0,000375527	2,186631158	0,646120594	47,59251	48,73846
1,75	0,000438115	2,36183159	0,75380736	52,94285	54,05426
2	0,000500702	2,524904175	0,861494126	57,74697	58,81382
2,25	0,00056329	2,678065296	0,969180892	62,06063	63,07667
2,5	0,000625878	2,822928686	1,076867657	65,93391	66,89557
2,75	0,000688466	2,960712584	1,184554423	69,41176	70,31739
3	0,000751054	3,092363439	1,292241189	72,53455	73,38388
3,25	0,000813641	3,218633915	1,399927955	75,33853	76,13229
3,5	0,000876229	3,340134266	1,50761472	77,85625	78,59588
3,75	0,000938817	3,457367431	1,615301486	80,11693	80,80436
4	0,001001405	3,570753728	1,722988252	82,14681	82,78431
4,25	0,001063993	3,680648696	1,830675017	83,96947	84,5595
4,5	0,00112658	3,787356263	1,938361783	85,60604	86,15119
4,75	0,001189168	3,891138664	2,046048549	87,07554	87,57845
5	0,001251756	3,992224034	2,153735315	88,39501	88,85831
5,25	0,001314344	4,090812312	2,26142208	89,57978	90,00605
5,5	0,001376932	4,187079891	2,369108846	90,64359	91,03535
5,75	0,001439519	4,281183323	2,476795612	91,5988	91,95847
6	0,001502107	4,373262316	2,584482378	92,45649	92,78639

Segitiga-spasi 1,5 m

t	Tv	Uv	x	Uh	Ur
(month)		(%)		(%)	(%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,063139637	6,118763	6,95683
0,5	0,000125176	1,262452088	0,126279273	11,86313	12,97582
0,75	0,000187763	1,54618172	0,18941891	17,25602	18,53539
1	0,000250351	1,785376864	0,252558547	22,31893	23,70583
1,25	0,000312939	1,996112017	0,315698183	27,07205	28,52777
1,5	0,000375527	2,186631158	0,37883782	31,53434	33,03143
1,75	0,000438115	2,36183159	0,441977457	35,72359	37,24169
2	0,000500702	2,524904175	0,505117093	39,65651	41,18012
2,25	0,00056329	2,678065296	0,56825673	43,34878	44,86594
2,5	0,000625878	2,822928686	0,631396367	46,81514	48,31651
2,75	0,000688466	2,960712584	0,694536003	50,06939	51,54769
3	0,000751054	3,092363439	0,75767564	53,12453	54,57409
3,25	0,000813641	3,218633915	0,820815276	55,99273	57,40916
3,5	0,000876229	3,340134266	0,883954913	58,68543	60,06539
3,75	0,000938817	3,457367431	0,94709455	61,21337	62,55436
4	0,001001405	3,570753728	1,010234186	63,58663	64,88686
4,25	0,001063993	3,680648696	1,073373823	65,81468	67,07292
4,5	0,00112658	3,787356263	1,13651346	67,9064	69,1219
4,75	0,001189168	3,891138664	1,199653096	69,87013	71,04252
5	0,001251756	3,992224034	1,262792733	71,7137	72,84296
5,25	0,001314344	4,090812312	1,32593237	73,44448	74,53081
5,5	0,001376932	4,187079891	1,389072006	75,06934	76,11321
5,75	0,001439519	4,281183323	1,452211643	76,59479	77,59681
6	0,001502107	4,373262316	1,51535128	78,0269	78,98784

Segiempat-spasi 0,8 m

t	Tv	Uv	x	Uh	Ur
(month)		(%)		(%)	(%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,24219225	21,50947	22,21015
0,5	0,000125176	1,262452088	0,4843845	38,39237	39,17014
0,75	0,000187763	1,54618172	0,726576749	51,64385	52,39152
1	0,000250351	1,785376864	0,968768999	62,045	62,72264
1,25	0,000312939	1,996112017	1,210961249	70,20892	70,80359
1,5	0,000375527	2,186631158	1,453153499	76,61683	77,12813
1,75	0,000438115	2,36183159	1,695345748	81,64642	82,0799
2	0,000500702	2,524904175	1,937537998	85,59418	85,95791
2,25	0,00056329	2,678065296	2,179730248	88,6928	88,99561
2,5	0,000625878	2,822928686	2,421922498	91,12492	91,37545
2,75	0,000688466	2,960712584	2,664114748	93,0339	93,24015
3	0,000751054	3,092363439	2,906306997	94,53227	94,70135
3,25	0,000813641	3,218633915	3,148499247	95,70835	95,84648
3,5	0,000876229	3,340134266	3,390691497	96,63146	96,74398
3,75	0,000938817	3,457367431	3,632883747	97,35602	97,44743
4	0,001001405	3,570753728	3,875075997	97,92472	97,99883
4,25	0,001063993	3,680648696	4,117268246	98,3711	98,43106
4,5	0,00112658	3,787356263	4,359460496	98,72147	98,76989
4,75	0,001189168	3,891138664	4,601652746	98,99648	99,03552
5	0,001251756	3,992224034	4,843844996	99,21233	99,24377
5,25	0,001314344	4,090812312	5,086037245	99,38175	99,40704
5,5	0,001376932	4,187079891	5,328229495	99,51473	99,53505
5,75	0,001439519	4,281183323	5,570421745	99,61911	99,63542
6	0,001502107	4,373262316	5,812613995	99,70104	99,71411

Segiempat-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,140150334	13,07724	13,85319
0,5	0,000125176	1,262452088	0,280300669	24,44435	25,3982
0,75	0,000187763	1,54618172	0,420451003	34,32494	35,3404
1	0,000250351	1,785376864	0,560601338	42,91343	43,93264
1,25	0,000312939	1,996112017	0,700751672	50,37878	51,36928
1,5	0,000375527	2,186631158	0,840902006	56,86787	57,81101
1,75	0,000438115	2,36183159	0,981052341	62,50836	63,39385
2	0,000500702	2,524904175	1,121202675	67,41124	68,23407
2,25	0,00056329	2,678065296	1,26135301	71,67295	72,43157
2,5	0,000625878	2,822928686	1,401503344	75,37735	76,07243
2,75	0,000688466	2,960712584	1,541653679	78,59731	79,23098
3	0,000751054	3,092363439	1,681804013	81,39619	81,97149
3,25	0,000813641	3,218633915	1,821954347	83,82906	84,34954
3,5	0,000876229	3,340134266	1,962104682	85,94377	86,41327
3,75	0,000938817	3,457367431	2,102255016	87,78194	88,20436
4	0,001001405	3,570753728	2,242405351	89,37973	89,75895
4,25	0,001063993	3,680648696	2,382555685	90,76857	91,10834
4,5	0,00112658	3,787356263	2,522706019	91,97578	92,27969
4,75	0,001189168	3,891138664	2,662856354	93,02513	93,29653
5	0,001251756	3,992224034	2,803006688	93,93725	94,17929
5,25	0,001314344	4,090812312	2,943157023	94,73009	94,94567
5,5	0,001376932	4,187079891	3,083307357	95,41925	95,61105
5,75	0,001439519	4,281183323	3,223457691	96,01829	96,18875
6	0,001502107	4,373262316	3,363608026	96,53898	96,69034

Segiempat-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,111272562	10,53051	11,3292
0,5	0,000125176	1,262452088	0,222545123	19,95211	20,96268
0,75	0,000187763	1,54618172	0,333817685	28,38157	29,48892
1	0,000250351	1,785376864	0,445090246	35,92336	37,06736
1,25	0,000312939	1,996112017	0,556362808	42,67096	43,81531
1,5	0,000375527	2,186631158	0,667635369	48,708	49,82957
1,75	0,000438115	2,36183159	0,778907931	54,10931	55,19317
2	0,000500702	2,524904175	0,890180493	58,94184	59,97852
2,25	0,00056329	2,678065296	1,001453054	63,26547	64,24925
2,5	0,000625878	2,822928686	1,112725616	67,13381	68,0616
2,75	0,000688466	2,960712584	1,223998177	70,59479	71,46539
3	0,000751054	3,092363439	1,335270739	73,69131	74,50487
3,25	0,000813641	3,218633915	1,4465433	76,46175	77,21936
3,5	0,000876229	3,340134266	1,557815862	78,94045	79,64386
3,75	0,000938817	3,457367431	1,669088424	81,15813	81,80956
4	0,001001405	3,570753728	1,780360985	83,14227	83,74422
4,25	0,001063993	3,680648696	1,891633547	84,91748	85,47261
4,5	0,00112658	3,787356263	2,002906108	86,50574	87,01682
4,75	0,001189168	3,891138664	2,11417867	87,92676	88,39655
5	0,001251756	3,992224034	2,225451232	89,19813	89,62937
5,25	0,001314344	4,090812312	2,336723793	90,33563	90,73098
5,5	0,001376932	4,187079891	2,447996355	91,35333	91,71538
5,75	0,001439519	4,281183323	2,559268916	92,26387	92,59507
6	0,001502107	4,373262316	2,670541478	93,07853	93,38122

Segiempat-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,25878E-05	0,892688432	0,090259961	8,630637	9,446281
0,5	0,000125176	1,262452088	0,180519923	16,5164	17,57034
0,75	0,000187763	1,54618172	0,270779884	23,72156	24,90097
1	0,000250351	1,785376864	0,361039846	30,30488	31,5492
1,25	0,000312939	1,996112017	0,451299807	36,32001	37,59113
1,5	0,000375527	2,186631158	0,541559769	41,816	43,08827
1,75	0,000438115	2,36183159	0,63181973	46,83765	48,09325
2	0,000500702	2,524904175	0,722079692	51,4259	52,65235
2,25	0,00056329	2,678065296	0,812339653	55,61815	56,80673
2,5	0,000625878	2,822928686	0,902599614	59,44859	60,59333
2,75	0,000688466	2,960712584	0,992859576	62,94843	64,04542
3	0,000751054	3,092363439	1,083119537	66,14622	67,1931
3,25	0,000813641	3,218633915	1,173379499	69,06802	70,0636
3,5	0,000876229	3,340134266	1,26363946	71,73764	72,68165
3,75	0,000938817	3,457367431	1,353899422	74,17687	75,06967
4	0,001001405	3,570753728	1,444159383	76,40557	77,24807
4,25	0,001063993	3,680648696	1,534419345	78,44192	79,23539
4,5	0,00112658	3,787356263	1,624679306	80,30252	81,04853
4,75	0,001189168	3,891138664	1,714939267	82,00253	82,70284
5	0,001251756	3,992224034	1,805199229	83,55583	84,21232
5,25	0,001314344	4,090812312	1,89545919	84,97507	85,58971
5,5	0,001376932	4,187079891	1,985719152	86,27181	86,84662
5,75	0,001439519	4,281183323	2,075979113	87,45664	87,99365
6	0,001502107	4,373262316	2,166239075	88,53922	89,04043

Lampiran 5 Rekapitulasi Perhitungan PVD 2/3 Tanah Lunak
Segitiga-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,3340572	28,3987	29,42661
0,5	0,00032372	2,030203815	0,6681145	48,7326	49,7734
0,75	0,00048558	2,48648171	1,0021717	63,2919	64,2046
1	0,000647439	2,871141769	1,3362289	73,7165	74,47114
1,25	0,000809299	3,210034085	1,6702862	81,1807	81,78479
1,5	0,000971159	3,516416157	2,0043434	86,5251	86,99896
1,75	0,001133019	3,79816355	2,3384007	90,3518	90,71827
2	0,001294879	4,06040763	2,6724579	93,0918	93,37228
2,25	0,001456739	4,306712654	3,0065151	95,0536	95,26665
2,5	0,001618599	4,539673738	3,3405724	96,4583	96,61911
2,75	0,001780458	4,761249984	3,6746296	97,4641	97,58486
3	0,001942318	4,97296342	4,0086868	98,1843	98,27457
3,25	0,002104178	5,176024434	4,3427441	98,6999	98,76721
3,5	0,002266038	5,371414405	4,6768013	99,0691	99,11913
3,75	0,002427898	5,559942129	5,0108585	99,3335	99,37054
4	0,002589758	5,742283539	5,3449158	99,5228	99,55017
4,25	0,002751618	5,91901039	5,678973	99,6583	99,67852
4,5	0,002913478	6,090611444	6,0130303	99,7553	99,77024
4,75	0,003075337	6,257508412	6,3470875	99,8248	99,83578
5	0,003237197	6,420068169	6,6811447	99,8746	99,88262
5,25	0,003399057	6,578612244	7,015202	99,9102	99,9161
5,5	0,003560917	6,733424302	7,3492592	99,9357	99,94002
5,75	0,003722777	6,884756103	7,6833164	99,954	99,95713
6	0,003884637	7,032832314	8,0173737	99,967	99,96935

Segitiga-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,192643	17,5224	18,70641
0,5	0,00032372	2,030203815	0,385286	31,9744	33,35548
0,75	0,00048558	2,48648171	0,57793	43,8941	45,28919
1	0,000647439	2,871141769	0,770573	53,7252	55,05382
1,25	0,000809299	3,210034085	0,963216	61,8337	63,05881
1,5	0,000971159	3,516416157	1,155859	68,5213	69,62823
1,75	0,001133019	3,79816355	1,348502	74,0371	75,02324
2	0,001294879	4,06040763	1,541146	78,5864	79,45592
2,25	0,001456739	4,306712654	1,733789	82,3386	83,09923
2,5	0,001618599	4,539673738	1,926432	85,4333	86,09458
2,75	0,001780458	4,761249984	2,119075	87,9857	88,55776
3	0,001942318	4,97296342	2,311719	90,0909	90,58369
3,25	0,002104178	5,176024434	2,504362	91,8272	92,25025
3,5	0,002266038	5,371414405	2,697005	93,2593	93,62136
3,75	0,002427898	5,559942129	2,889648	94,4404	94,74953
4	0,002589758	5,742283539	3,082291	95,4146	95,6779
4,25	0,002751618	5,91901039	3,274935	96,2181	96,44192
4,5	0,002913478	6,090611444	3,467578	96,8808	97,07073
4,75	0,003075337	6,257508412	3,660221	97,4273	97,5883
5	0,003237197	6,420068169	3,852864	97,8781	98,01434
5,25	0,003399057	6,578612244	4,045507	98,2499	98,36505
5,5	0,003560917	6,733424302	4,238151	98,5566	98,65377
5,75	0,003722777	6,884756103	4,430794	98,8095	98,89146
6	0,003884637	7,032832314	4,623437	99,0181	99,08716

Segitiga-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,152754	14,1659	15,39811
0,5	0,00032372	2,030203815	0,305508	26,3251	27,82082
0,75	0,00048558	2,48648171	0,458261	36,7618	38,33419
1	0,000647439	2,871141769	0,611015	45,72	47,2785
1,25	0,000809299	3,210034085	0,763769	53,4093	54,90487
1,5	0,000971159	3,516416157	0,916523	60,0093	61,41553
1,75	0,001133019	3,79816355	1,069277	65,6743	66,97807
2	0,001294879	4,06040763	1,222031	70,5369	71,73319
2,25	0,001456739	4,306712654	1,374784	74,7106	75,79973
2,5	0,001618599	4,539673738	1,527538	78,2931	79,27848
2,75	0,001780458	4,761249984	1,680292	81,368	82,25516
3	0,001942318	4,97296342	1,833046	84,0074	84,80273
3,25	0,002104178	5,176024434	1,9858	86,2729	86,98344
3,5	0,002266038	5,371414405	2,138553	88,2175	88,85037
3,75	0,002427898	5,559942129	2,291307	89,8866	90,44888
4	0,002589758	5,742283539	2,444061	91,3192	91,81771
4,25	0,002751618	5,91901039	2,596815	92,5489	92,98998
4,5	0,002913478	6,090611444	2,749569	93,6045	93,99398
4,75	0,003075337	6,257508412	2,902322	94,5104	94,85395
5	0,003237197	6,420068169	3,055076	95,2881	95,5906
5,25	0,003399057	6,578612244	3,20783	95,9556	96,22164
5,5	0,003560917	6,733424302	3,360584	96,5285	96,76225
5,75	0,003722777	6,884756103	3,513338	97,0203	97,22542
6	0,003884637	7,032832314	3,666092	97,4424	97,62225

Segitiga-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,123774	11,642	12,91049
0,5	0,00032372	2,030203815	0,247548	21,9287	23,51373
0,75	0,00048558	2,48648171	0,371322	31,0178	32,73304
1	0,000647439	2,871141769	0,495096	39,0488	40,79875
1,25	0,000809299	3,210034085	0,61887	46,1447	47,8735
1,5	0,000971159	3,516416157	0,742644	52,4146	54,08788
1,75	0,001133019	3,79816355	0,866418	57,9545	59,55145
2	0,001294879	4,06040763	0,990192	62,8495	64,35792
2,25	0,001456739	4,306712654	1,113966	67,1745	68,58823
2,5	0,001618599	4,539673738	1,23774	70,9961	72,31277
2,75	0,001780458	4,761249984	1,361514	74,3727	75,59292
3	0,001942318	4,97296342	1,485288	77,3563	78,48234
3,25	0,002104178	5,176024434	1,609061	79,9925	81,02806
3,5	0,002266038	5,371414405	1,732835	82,3218	83,27133
3,75	0,002427898	5,559942129	1,856609	84,3799	85,24834
4	0,002589758	5,742283539	1,980383	86,1984	86,9909
4,25	0,002751618	5,91901039	2,104157	87,8052	88,52697
4,5	0,002913478	6,090611444	2,227931	89,2249	89,88116
4,75	0,003075337	6,257508412	2,351705	90,4793	91,07509
5	0,003237197	6,420068169	2,475479	91,5877	92,12781
5,25	0,003399057	6,578612244	2,599253	92,5671	93,05608
5,5	0,003560917	6,733424302	2,723027	93,4324	93,87466
5,75	0,003722777	6,884756103	2,846801	94,197	94,59655
6	0,003884637	7,032832314	2,970575	94,8726	95,23322

Segitiga-spasi 1,3 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,102111	9,70709	11,00331
0,5	0,00032372	2,030203815	0,204222	18,4719	20,12709
0,75	0,00048558	2,48648171	0,306334	26,3859	28,21631
1	0,000647439	2,871141769	0,408445	33,5317	35,44009
1,25	0,000809299	3,210034085	0,510556	39,9838	41,91037
1,5	0,000971159	3,516416157	0,612667	45,8097	47,71521
1,75	0,001133019	3,79816355	0,714779	51,07	52,9284
2	0,001294879	4,06040763	0,81689	55,8196	57,61355
2,25	0,001456739	4,306712654	0,919001	60,1083	61,82629
2,5	0,001618599	4,539673738	1,021112	63,9806	65,61576
2,75	0,001780458	4,761249984	1,123224	67,477	69,02553
3	0,001942318	4,97296342	1,225335	70,6341	72,09442
3,25	0,002104178	5,176024434	1,327446	73,4846	74,85708
3,5	0,002266038	5,371414405	1,429557	76,0585	77,34451
3,75	0,002427898	5,559942129	1,531669	78,3825	79,58445
4	0,002589758	5,742283539	1,633378	80,481	81,6018
4,25	0,002751618	5,91901039	1,735891	82,3757	83,41888
4,5	0,002913478	6,090611444	1,838002	84,0865	85,05573
4,75	0,003075337	6,257508412	1,940114	85,6312	86,53036
5	0,003237197	6,420068169	2,042225	87,026	87,85896
5,25	0,003399057	6,578612244	2,144336	88,2854	89,05608
5,5	0,003560917	6,733424302	2,246447	89,4226	90,13479
5,75	0,003722777	6,884756103	2,348559	90,4493	91,10687
6	0,003884637	7,032832314	2,45067	91,3764	91,9829

Segiempat-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,2783731	24,29856	25,38531
0,5	0,00032372	2,030203815	0,5567461	42,69293	43,85638
0,75	0,00048558	2,48648171	0,8351192	56,61772	57,69641
1	0,000647439	2,871141769	1,1134922	67,15899	68,1019
1,25	0,000809299	3,210034085	1,3918653	75,13889	75,93694
1,5	0,000971159	3,516416157	1,6702383	81,17978	81,84158
1,75	0,001133019	3,79816355	1,9486114	85,75282	86,29395
2	0,001294879	4,06040763	2,2269844	89,21468	89,65261
2,25	0,001456739	4,306712654	2,5053575	91,83536	92,18699
2,5	0,001618599	4,539673738	2,7837305	93,81925	94,09984
2,75	0,001780458	4,761249984	3,0621036	95,32108	95,54386
3	0,001942318	4,97296342	3,3404766	96,45799	96,63414
3,25	0,002104178	5,176024434	3,6188497	97,31865	97,45744
3,5	0,002266038	5,371414405	3,8972227	97,97018	98,07921
3,75	0,002427898	5,559942129	4,1755958	98,4634	98,54883
4	0,002589758	5,742283539	4,4539688	98,83677	98,90357
4,25	0,002751618	5,91901039	4,7323419	99,11942	99,17154
4,5	0,002913478	6,090611444	5,010715	99,33339	99,37399
4,75	0,003075337	6,257508412	5,289088	99,49536	99,52694
5	0,003237197	6,420068169	5,5674611	99,61798	99,64251
5,25	0,003399057	6,578612244	5,8458341	99,71081	99,72983
5,5	0,003560917	6,733424302	6,1242072	99,78108	99,79582
5,75	0,003722777	6,884756103	6,4025802	99,83427	99,84568
6	0,003884637	7,032832314	6,6809533	99,87454	99,88337

Segiempat-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,1610872	14,87822	16,1002
0,5	0,00032372	2,030203815	0,3221744	27,54282	29,01385
0,75	0,00048558	2,48648171	0,4832617	38,32316	39,85674
1	0,000647439	2,871141769	0,6443489	47,49957	49,00693
1,25	0,000809299	3,210034085	0,8054361	55,3107	56,74524
1,5	0,000971159	3,516416157	0,9665233	61,95967	63,29733
1,75	0,001133019	3,79816355	1,1276105	67,61939	68,84926
2	0,001294879	4,06040763	1,2886978	72,43705	73,55622
2,25	0,001456739	4,306712654	1,449785	76,53793	77,54837
2,5	0,001618599	4,539673738	1,6108722	80,02867	80,9353
2,75	0,001780458	4,761249984	1,7719594	83,00004	83,80945
3	0,001942318	4,97296342	1,9330467	85,52933	86,24896
3,25	0,002104178	5,176024434	2,0941339	87,68231	88,31988
3,5	0,002266038	5,371414405	2,2552211	89,51496	90,07816
3,75	0,002427898	5,559942129	2,4163083	91,07495	91,57118
4	0,002589758	5,742283539	2,5773955	92,40284	92,83909
4,25	0,002751618	5,91901039	2,7384828	93,53316	93,91593
4,5	0,002913478	6,090611444	2,89957	94,49531	94,83058
4,75	0,003075337	6,257508412	3,0606572	95,31431	95,60752
5	0,003237197	6,420068169	3,2217444	96,01146	96,26753
5,25	0,003399057	6,578612244	3,3828316	96,60488	96,82823
5,5	0,003560917	6,733424302	3,5439189	97,11001	97,30461
5,75	0,003722777	6,884756103	3,7050061	97,53999	97,70936
6	0,003884637	7,032832314	3,8660933	97,906	98,05327

Segiempat-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,1278954	12,00546	13,26869
0,5	0,00032372	2,030203815	0,2557909	22,56961	24,14161
0,75	0,00048558	2,48648171	0,3836863	31,86549	33,55964
1	0,000647439	2,871141769	0,5115817	40,04535	41,76673
1,25	0,000809299	3,210034085	0,6394772	47,24318	48,93669
1,5	0,000971159	3,516416157	0,7673726	53,57688	55,20931
1,75	0,001133019	3,79816355	0,895268	59,15019	60,70173
2	0,001294879	4,06040763	1,0231635	64,0544	65,51394
2,25	0,001456739	4,306712654	1,1510589	68,36983	69,73205
2,5	0,001618599	4,539673738	1,2789543	72,16718	73,4307
2,75	0,001780458	4,761249984	1,4068498	75,50864	76,67473
3	0,001942318	4,97296342	1,5347452	78,44894	79,52067
3,25	0,002104178	5,176024434	1,6626406	81,03624	82,01781
3,5	0,002266038	5,371414405	1,7905361	83,31293	84,20926
3,75	0,002427898	5,559942129	1,9184315	85,31629	86,1327
4	0,002589758	5,742283539	2,0463269	87,07914	87,82109
4,25	0,002751618	5,91901039	2,1742224	88,63035	89,30332
4,5	0,002913478	6,090611444	2,3021178	89,99533	90,60467
4,75	0,003075337	6,257508412	2,4300132	91,19643	91,74732
5	0,003237197	6,420068169	2,5579087	92,25334	92,75068
5,25	0,003399057	6,578612244	2,6858041	93,18336	93,6318
5,5	0,003560917	6,733424302	2,8136995	94,00173	94,40562
5,75	0,003722777	6,884756103	2,941595	94,72185	95,08524
6	0,003884637	7,032832314	3,0694904	95,35552	95,68216

Segiempat-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435570885	0,1037438	9,854377	11,14848
0,5	0,00032372	2,030203815	0,2074876	18,73767	20,38746
0,75	0,00048558	2,48648171	0,3112314	26,74556	28,56702
1	0,000647439	2,871141769	0,4149751	33,96433	35,86031
1,25	0,000809299	3,210034085	0,5187189	40,47173	42,38261
1,5	0,000971159	3,516416157	0,6224627	46,33787	48,22486
1,75	0,001133019	3,79816355	0,7262065	51,62594	53,46327
2	0,001294879	4,06040763	0,8299503	56,3929	58,16353
2,25	0,001456739	4,306712654	0,9336941	60,69011	62,38308
2,5	0,001618599	4,539673738	1,0374379	64,56386	66,17254
2,75	0,001780458	4,761249984	1,1411817	68,05587	69,57681
3	0,001942318	4,97296342	1,2449254	71,20376	72,63579
3,25	0,002104178	5,176024434	1,3486692	74,04145	75,38507
3,5	0,002266038	5,371414405	1,452413	76,59951	77,85644
3,75	0,002427898	5,559942129	1,5561568	78,90548	80,07832
4	0,002589758	5,742283539	1,6599006	80,98421	82,07615
4,25	0,002751618	5,91901039	1,7636444	82,8581	83,87273
4,5	0,002913478	6,090611444	1,8673882	84,54733	85,48849
4,75	0,003075337	6,257508412	1,9711319	86,07009	86,94176
5	0,003237197	6,420068169	2,0748757	87,4428	88,24898
5,25	0,003399057	6,578612244	2,1786195	88,68023	89,42491
5,5	0,003560917	6,733424302	2,2823633	89,79572	90,48282
5,75	0,003722777	6,884756103	2,3861071	90,80129	91,4346
6	0,003884637	7,032832314	2,4898509	91,70777	92,29095

Lampiran 5 Rekapiltasi Perhitungan PVD 1/3 Tanah Lunak
Segitiga-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,33405724	28,39872	30,45449
0,5	0,001294879	4,06040763	0,66811447	48,73257	50,81423
0,75	0,001942318	4,97296342	1,00217171	63,29186	65,11734
1	0,002589758	5,742283539	1,33622894	73,7165	75,22578
1,25	0,003237197	6,420068169	1,67028618	81,18068	82,38889
1,5	0,003884637	7,032832314	2,00434342	86,52513	87,47279
1,75	0,004532076	7,5963271	2,33840065	90,35182	91,08473
2	0,005179516	8,120815259	2,67245789	93,09178	93,65278
2,25	0,005826955	8,613425308	3,00651513	95,05362	95,47968
2,5	0,006474394	9,079347476	3,34057236	96,45833	96,77989
2,75	0,007121834	9,522499969	3,6746296	97,46412	97,7056
3	0,007769273	9,94592684	4,00868683	98,18428	98,36487
3,25	0,008416713	10,35204887	4,34274407	98,69992	98,8345
3,5	0,009064152	10,74282881	4,67680131	99,06913	99,16913
3,75	0,009711592	11,11988426	5,01085854	99,33348	99,4076
4	0,010359031	11,48456708	5,34491578	99,52276	99,57757
4,25	0,011006471	11,83802078	5,67897302	99,65829	99,69874
4,5	0,01165391	12,18122289	6,01303025	99,75533	99,78514
4,75	0,012301349	12,51501682	6,34708749	99,82482	99,84674
5	0,012948789	12,84013634	6,68114472	99,87457	99,89067
5,25	0,013596228	13,15722449	7,01520196	99,91019	99,922
5,5	0,014243668	13,4668486	7,3492592	99,93569	99,94435
5,75	0,014891107	13,76951221	7,68331643	99,95396	99,9603
6	0,015538547	14,06566463	8,01737367	99,96703	99,97167

Segitiga-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,19264321	17,52238	19,89043
0,5	0,001294879	4,06040763	0,38528643	31,97442	34,73654
0,75	0,001942318	4,97296342	0,57792964	43,89412	46,68425
1	0,002589758	5,742283539	0,77057285	53,72521	56,38244
1,25	0,003237197	6,420068169	0,96321607	61,83365	64,28396
1,5	0,003884637	7,032832314	1,15585928	68,52131	70,73515
1,75	0,004532076	7,5963271	1,34850249	74,03712	76,00935
2	0,005179516	8,120815259	1,54114571	78,58644	80,32539
2,25	0,005826955	8,613425308	1,73378892	82,3386	83,85985
2,5	0,006474394	9,079347476	1,92643213	85,4333	86,75586
2,75	0,007121834	9,522499969	2,11907535	87,98573	89,12979
3	0,007769273	9,94592684	2,31171856	90,09092	91,07647
3,25	0,008416713	10,35204887	2,50436177	91,82723	92,67328
3,5	0,009064152	10,74282881	2,69700499	93,25929	93,98343
3,75	0,009711592	11,11988426	2,8896482	94,44042	95,05864
4	0,010359031	11,48456708	3,08229141	95,41459	95,94121
4,25	0,011006471	11,83802078	3,27493463	96,21807	96,66577
4,5	0,01165391	12,18122289	3,46757784	96,88075	97,26071
4,75	0,012301349	12,51501682	3,66022105	97,42732	97,74929
5	0,012948789	12,84013634	3,85286427	97,87811	98,15057
5,25	0,013596228	13,15722449	4,04550748	98,24992	98,48018
5,5	0,014243668	13,4668486	4,2381507	98,55657	98,75096
5,75	0,014891107	13,76951221	4,43079391	98,8095	98,97342
6	0,015538547	14,06566463	4,62343712	99,0181	99,15621

Segitiga-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,15275381	14,1659	16,63032
0,5	0,001294879	4,06040763	0,30550763	26,32507	29,31657
0,75	0,001942318	4,97296342	0,45826144	36,76179	39,9066
1	0,002589758	5,742283539	0,61101526	45,72005	48,83696
1,25	0,003237197	6,420068169	0,76376907	53,40929	56,40045
1,5	0,003884637	7,032832314	0,91652289	60,00929	62,82177
1,75	0,004532076	7,5963271	1,0692767	65,67433	68,28182
2	0,005179516	8,120815259	1,22203052	70,53687	72,92952
2,25	0,005826955	8,613425308	1,37478433	74,71059	76,88887
2,5	0,006474394	9,079347476	1,52753815	78,29306	80,26391
2,75	0,007121834	9,522499969	1,68029196	81,36804	83,14227
3	0,007769273	9,94592684	1,83304578	84,00743	85,59804
3,25	0,008416713	10,35204887	1,98579959	86,27292	87,69395
3,5	0,009064152	10,74282881	2,1385534	88,21748	89,48326
3,75	0,009711592	11,11988426	2,29130722	89,88658	91,01118
4	0,010359031	11,48456708	2,44406103	91,31924	92,31619
4,25	0,011006471	11,83802078	2,59681485	92,54895	93,431
4,5	0,01165391	12,18122289	2,74956866	93,60446	94,38351
4,75	0,012301349	12,51501682	2,90232248	94,51044	95,19746
5	0,012948789	12,84013634	3,05507629	95,28809	95,8931
5,25	0,013596228	13,15722449	3,20783011	95,95557	96,48771
5,5	0,014243668	13,4668486	3,36058392	96,5285	96,996
5,75	0,014891107	13,76951221	3,51333774	97,02027	97,43056
6	0,015538547	14,06566463	3,66609155	97,44238	97,80212

Segitiga-spasi 1,3 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,10211124	9,70709	12,29953
0,5	0,001294879	4,06040763	0,20422248	18,4719	21,78228
0,75	0,001942318	4,97296342	0,30633372	26,38591	30,04671
1	0,002589758	5,742283539	0,40844496	33,53169	37,34849
1,25	0,003237197	6,420068169	0,5105562	39,98383	43,83691
1,5	0,003884637	7,032832314	0,61266744	45,80966	49,62077
1,75	0,004532076	7,5963271	0,71477868	51,06996	54,78685
2	0,005179516	8,120815259	0,81688992	55,81964	59,40745
2,25	0,005826955	8,613425308	0,91900116	60,10827	63,54431
2,5	0,006474394	9,079347476	1,0211124	63,9806	67,25092
2,75	0,007121834	9,522499969	1,12322364	67,47703	70,57403
3	0,007769273	9,94592684	1,22533487	70,63407	73,55478
3,25	0,008416713	10,35204887	1,32744611	73,48464	76,22953
3,5	0,009064152	10,74282881	1,42955735	76,05851	78,63051
3,75	0,009711592	11,11988426	1,53166859	78,38253	80,78637
4	0,010359031	11,48456708	1,63377983	80,48096	82,72264
4,25	0,011006471	11,83802078	1,73589107	82,37569	84,46206
4,5	0,01165391	12,18122289	1,83800231	84,0865	86,02496
4,75	0,012301349	12,51501682	1,94011355	85,63124	87,42949
5	0,012948789	12,84013634	2,04222479	87,02603	88,6919
5,25	0,013596228	13,15722449	2,14433603	88,28542	89,82673
5,5	0,014243668	13,4668486	2,24644727	89,42257	90,84701
5,75	0,014891107	13,76951221	2,34855851	90,44933	91,76441
6	0,015538547	14,06566463	2,45066975	91,37642	92,58938

Segitiga-spasi 1,5 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,07257199	7,000121	9,670279
0,5	0,001294879	4,06040763	0,14514398	13,51022	17,02206
0,75	0,001942318	4,97296342	0,21771597	19,56461	23,56464
1	0,002589758	5,742283539	0,29028796	25,19519	29,49069
1,25	0,003237197	6,420068169	0,36285995	30,43161	34,89795
1,5	0,003884637	7,032832314	0,43543194	35,30149	39,85162
1,75	0,004532076	7,5963271	0,50800393	39,83046	44,40113
2	0,005179516	8,120815259	0,58057592	44,0424	48,58661
2,25	0,005826955	8,613425308	0,65314791	47,9595	52,44197
2,5	0,006474394	9,079347476	0,7257199	51,6024	55,99658
2,75	0,007121834	9,522499969	0,79829189	54,99029	59,27634
3	0,007769273	9,94592684	0,87086387	58,14102	62,30428
3,25	0,008416713	10,35204887	0,94343586	61,0712	65,10113
3,5	0,009064152	10,74282881	1,01600785	63,79626	67,68557
3,75	0,009711592	11,11988426	1,08857984	66,33057	70,07457
4	0,010359031	11,48456708	1,16115183	68,68747	72,28358
4,25	0,011006471	11,83802078	1,23372382	70,87938	74,32669
4,5	0,01165391	12,18122289	1,30629581	72,91786	76,2168
4,75	0,012301349	12,51501682	1,3788678	74,81364	77,96572
5	0,012948789	12,84013634	1,45143979	76,57672	79,5843
5,25	0,013596228	13,15722449	1,52401178	78,21638	81,0825
5,5	0,014243668	13,4668486	1,59658377	79,74126	82,46947
5,75	0,014891107	13,76951221	1,66915576	81,15939	83,75365
6	0,015538547	14,06566463	1,74172775	82,47826	84,94281

Segiempat-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,278373	24,29856	26,47206
0,5	0,001294879	4,06040763	0,556746	42,69293	45,01983
0,75	0,001942318	4,97296342	0,835119	56,61772	58,77511
1	0,002589758	5,742283539	1,113492	67,15899	69,04482
1,25	0,003237197	6,420068169	1,391865	75,13889	76,73499
1,5	0,003884637	7,032832314	1,670238	81,17978	82,50337
1,75	0,004532076	7,5963271	1,948611	85,75282	86,83508
2	0,005179516	8,120815259	2,226984	89,21468	90,09054
2,25	0,005826955	8,613425308	2,505357	91,83536	92,53861
2,5	0,006474394	9,079347476	2,783731	93,81925	94,38042
2,75	0,007121834	9,522499969	3,062104	95,32108	95,76663
3	0,007769273	9,94592684	3,340477	96,45799	96,81028
3,25	0,008416713	10,35204887	3,61885	97,31865	97,59622
3,5	0,009064152	10,74282881	3,897223	97,97018	98,18824
3,75	0,009711592	11,11988426	4,175596	98,4634	98,63427
4	0,010359031	11,48456708	4,453969	98,83677	98,97036
4,25	0,011006471	11,83802078	4,732342	99,11942	99,22366
4,5	0,01165391	12,18122289	5,010715	99,33339	99,41459
4,75	0,012301349	12,51501682	5,289088	99,49536	99,55852
5	0,012948789	12,84013634	5,567461	99,61798	99,66703
5,25	0,013596228	13,15722449	5,845834	99,71081	99,74886
5,5	0,014243668	13,4668486	6,124207	99,78108	99,81056
5,75	0,014891107	13,76951221	6,40258	99,83427	99,85709
6	0,015538547	14,06566463	6,680953	99,87454	99,89219

Segiempat-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,161087	14,87822	17,32218
0,5	0,001294879	4,06040763	0,322174	27,54282	30,48488
0,75	0,001942318	4,97296342	0,483262	38,32316	41,39033
1	0,002589758	5,742283539	0,644349	47,49957	50,5143
1,25	0,003237197	6,420068169	0,805436	55,3107	58,17978
1,5	0,003884637	7,032832314	0,966523	61,95967	64,63498
1,75	0,004532076	7,5963271	1,127611	67,61939	70,07913
2	0,005179516	8,120815259	1,288698	72,43705	74,67539
2,25	0,005826955	8,613425308	1,449785	76,53793	78,55882
2,5	0,006474394	9,079347476	1,610872	80,02867	81,84193
2,75	0,007121834	9,522499969	1,771959	83,00004	84,61886
3	0,007769273	9,94592684	1,933047	85,52933	86,96858
3,25	0,008416713	10,35204887	2,094134	87,68231	88,95744
3,5	0,009064152	10,74282881	2,255221	89,51496	90,64135
3,75	0,009711592	11,11988426	2,416308	91,07495	92,06741
4	0,010359031	11,48456708	2,577396	92,40284	93,27534
4,25	0,011006471	11,83802078	2,738483	93,53316	94,29871
4,5	0,01165391	12,18122289	2,89957	94,49531	95,16585
4,75	0,012301349	12,51501682	3,060657	95,31431	95,90073
5	0,012948789	12,84013634	3,221744	96,01146	96,52359
5,25	0,013596228	13,15722449	3,382832	96,60488	97,05159
5,5	0,014243668	13,4668486	3,543919	97,11001	97,4992
5,75	0,014891107	13,76951221	3,705006	97,53999	97,87872
6	0,015538547	14,06566463	3,866093	97,906	98,20053

Segiempat-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,127895	12,00546	14,53191
0,5	0,001294879	4,06040763	0,255791	22,56961	25,7136
0,75	0,001942318	4,97296342	0,383686	31,86549	35,25379
1	0,002589758	5,742283539	0,511582	40,04535	43,48812
1,25	0,003237197	6,420068169	0,639477	47,24318	50,63021
1,5	0,003884637	7,032832314	0,767373	53,57688	56,84174
1,75	0,004532076	7,5963271	0,895268	59,15019	62,25328
2	0,005179516	8,120815259	1,023163	64,0544	66,97347
2,25	0,005826955	8,613425308	1,151059	68,36983	71,09427
2,5	0,006474394	9,079347476	1,278954	72,16718	74,69422
2,75	0,007121834	9,522499969	1,40685	75,50864	77,84083
3	0,007769273	9,94592684	1,534745	78,44894	80,59239
3,25	0,008416713	10,35204887	1,662641	81,03624	82,99938
3,5	0,009064152	10,74282881	1,790536	83,31293	85,10559
3,75	0,009711592	11,11988426	1,918431	85,31629	86,9491
4	0,010359031	11,48456708	2,046327	87,07914	88,56304
4,25	0,011006471	11,83802078	2,174222	88,63035	89,97629
4,5	0,01165391	12,18122289	2,302118	89,99533	91,21402
4,75	0,012301349	12,51501682	2,430013	91,19643	92,2982
5	0,012948789	12,84013634	2,557909	92,25334	93,24802
5,25	0,013596228	13,15722449	2,685804	93,18336	94,08024
5,5	0,014243668	13,4668486	2,8137	94,00173	94,80951
5,75	0,014891107	13,76951221	2,941595	94,72185	95,44863
6	0,015538547	14,06566463	3,06949	95,35552	96,0088

Segiempat-spasi 1,3 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,000647439	2,871141769	0,085666	8,209957	10,84538
0,5	0,001294879	4,06040763	0,171333	15,74588	19,16694
0,75	0,001942318	4,97296342	0,256999	22,66311	26,50904
1	0,002589758	5,742283539	0,342665	29,01243	33,08874
1,25	0,003237197	6,420068169	0,428332	34,84048	39,02377
1,5	0,003884637	7,032832314	0,513998	40,19005	44,39638
1,75	0,004532076	7,5963271	0,599664	45,10042	49,27077
2	0,005179516	8,120815259	0,685331	49,60765	53,69992
2,25	0,005826955	8,613425308	0,770997	53,74484	57,729
2,5	0,006474394	9,079347476	0,856664	57,54237	61,39725
2,75	0,007121834	9,522499969	0,94233	61,02812	64,73922
3	0,007769273	9,94592684	1,027996	64,2277	67,78558
3,25	0,008416713	10,35204887	1,113663	67,16459	70,56373
3,5	0,009064152	10,74282881	1,199329	69,86036	73,09821
3,75	0,009711592	11,11988426	1,284995	72,33481	75,41115
4	0,010359031	11,48456708	1,370662	74,60611	77,52249
4,25	0,011006471	11,83802078	1,456328	76,69094	79,45027
4,5	0,01165391	12,18122289	1,541994	78,6046	81,21082
4,75	0,012301349	12,51501682	1,627661	80,36116	82,81896
5	0,012948789	12,84013634	1,713327	81,9735	84,28812
5,25	0,013596228	13,15722449	1,798993	83,45347	85,63053
5,5	0,014243668	13,4668486	1,88466	84,81193	86,85728
5,75	0,014891107	13,76951221	1,970326	86,05886	87,97849
6	0,015538547	14,06566463	2,055993	87,20342	89,00335

Lampiran 5 Rekapitulasi Perhitungan PVD *Full*

Segitiga-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,26E-05	0,89269	0,29064	25,2214	25,889
0,5	0,000125	1,26245	0,58128	44,0817	44,7876
0,75	0,000188	1,54618	0,87192	58,1851	58,8316
1	0,00025	1,78538	1,16256	68,7314	69,2897
1,25	0,000313	1,99611	1,4532	76,6178	77,0845
1,5	0,000376	2,18663	1,74383	82,5151	82,8975
1,75	0,000438	2,36183	2,03447	86,9251	87,2339
2	0,000501	2,5249	2,32511	90,2228	90,4696
2,25	0,000563	2,67807	2,61575	92,6887	92,8845
2,5	0,000626	2,82293	2,90639	94,5327	94,6871
2,75	0,000688	2,96071	3,19703	95,9117	96,0327
3	0,000751	3,09236	3,48767	96,9428	97,0373
3,25	0,000814	3,21863	3,77831	97,7139	97,7874
3,5	0,000876	3,34013	4,06895	98,2905	98,3476
3,75	0,000939	3,45737	4,35959	98,7216	98,7658
4	0,001001	3,57075	4,65022	99,0441	99,0782
4,25	0,001064	3,68065	4,94086	99,2852	99,3115
4,5	0,001127	3,78736	5,2315	99,4655	99,4857
4,75	0,001189	3,89114	5,52214	99,6003	99,6158
5	0,001252	3,99222	5,81278	99,7011	99,713
5,25	0,001314	4,09081	6,10342	99,7765	99,7856
5,5	0,001377	4,18708	6,39406	99,8329	99,8399
5,75	0,00144	4,28118	6,6847	99,875	99,8804
6	0,001502	4,37326	6,97534	99,9065	99,9106

Segitiga-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,26E-05	0,89269	0,1676	15,4312	16,1861
0,5	0,000125	1,26245	0,33521	28,4812	29,3841
0,75	0,000188	1,54618	0,50281	39,5174	40,4526
1	0,00025	1,78538	0,67042	48,8506	49,7638
1,25	0,000313	1,99611	0,83802	56,7436	57,607
1,5	0,000376	2,18663	1,00563	63,4186	64,2185
1,75	0,000438	2,36183	1,17323	69,0635	69,7942
2	0,000501	2,5249	1,34084	73,8374	74,498
2,25	0,000563	2,67807	1,50844	77,8746	78,4671
2,5	0,000626	2,82293	1,67605	81,2888	81,817
2,75	0,000688	2,96071	1,84365	84,1762	84,6447
3	0,000751	3,09236	2,01126	86,618	87,0318
3,25	0,000814	3,21863	2,17886	88,683	89,0473
3,5	0,000876	3,34013	2,34647	90,4293	90,749
3,75	0,000939	3,45737	2,51407	91,9062	92,186
4	0,001001	3,57075	2,68168	93,1552	93,3996
4,25	0,001064	3,68065	2,84928	94,2114	94,4245
4,5	0,001127	3,78736	3,01689	95,1047	95,2901
4,75	0,001189	3,89114	3,18449	95,8601	96,0212
5	0,001252	3,99222	3,3521	96,4989	96,6387
5,25	0,001314	4,09081	3,5197	97,0392	97,1603
5,5	0,001377	4,18708	3,68731	97,4961	97,6009
5,75	0,00144	4,28118	3,85491	97,8825	97,9731
6	0,001502	4,37326	4,02252	98,2092	98,2875

Segitiga-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,26E-05	0,89269	0,1329	12,4447	13,2263
0,5	0,000125	1,26245	0,2658	23,3408	24,3085
0,75	0,000188	1,54618	0,3987	32,8808	33,9186
1	0,00025	1,78538	0,5316	41,2336	42,2828
1,25	0,000313	1,99611	0,6645	48,5469	49,574
1,5	0,000376	2,18663	0,7974	54,9501	55,9352
1,75	0,000438	2,36183	0,9303	60,5565	61,4881
2	0,000501	2,5249	1,0632	65,4651	66,3371
2,25	0,000563	2,67807	1,1961	69,7629	70,5727
2,5	0,000626	2,82293	1,329	73,5258	74,2732
2,75	0,000688	2,96071	1,4619	76,8205	77,5067
3	0,000751	3,09236	1,5948	79,7051	80,3327
3,25	0,000814	3,21863	1,7277	82,2307	82,8027
3,5	0,000876	3,34013	1,8606	84,4421	84,9617
3,75	0,000939	3,45737	1,9935	86,3782	86,8492
4	0,001001	3,57075	2,1264	88,0734	88,4993
4,25	0,001064	3,68065	2,2593	89,5577	89,942
4,5	0,001127	3,78736	2,3922	90,8572	91,2034
4,75	0,001189	3,89114	2,5251	91,995	92,3065
5	0,001252	3,99222	2,658	92,9912	93,271
5,25	0,001314	4,09081	2,7909	93,8634	94,1144
5,5	0,001377	4,18708	2,9238	94,6271	94,8521
5,75	0,00144	4,28118	3,0567	95,2957	95,4971
6	0,001502	4,37326	3,1896	95,8812	96,0613

Segitiga-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,26E-05	0,89269	0,10769	10,2091	11,0107
0,5	0,000125	1,26245	0,21537	19,376	20,3938
0,75	0,000188	1,54618	0,32306	27,607	28,7263
1	0,00025	1,78538	0,43075	34,9977	36,1582
1,25	0,000313	1,99611	0,53843	41,6338	42,7989
1,5	0,000376	2,18663	0,64612	47,5925	48,7385
1,75	0,000438	2,36183	0,75381	52,9428	54,0543
2	0,000501	2,5249	0,86149	57,747	58,8138
2,25	0,000563	2,67807	0,96918	62,0606	63,0767
2,5	0,000626	2,82293	1,07687	65,9339	66,8956
2,75	0,000688	2,96071	1,18455	69,4118	70,3174
3	0,000751	3,09236	1,29224	72,5345	73,3839
3,25	0,000814	3,21863	1,39993	75,3385	76,1323
3,5	0,000876	3,34013	1,50761	77,8562	78,5959
3,75	0,000939	3,45737	1,6153	80,1169	80,8044
4	0,001001	3,57075	1,72299	82,1468	82,7843
4,25	0,001064	3,68065	1,83068	83,9695	84,5595
4,5	0,001127	3,78736	1,93836	85,606	86,1512
4,75	0,001189	3,89114	2,04605	87,0755	87,5784
5	0,001252	3,99222	2,15374	88,395	88,8583
5,25	0,001314	4,09081	2,26142	89,5798	90,0061
5,5	0,001377	4,18708	2,36911	90,6436	91,0354
5,75	0,00144	4,28118	2,4768	91,5988	91,9585
6	0,001502	4,37326	2,58448	92,4565	92,7864

Segitiga-spasi 1,5 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,26E-05	0,89269	0,06314	6,11876	6,95683
0,5	0,000125	1,26245	0,12628	11,8631	12,9758
0,75	0,000188	1,54618	0,18942	17,256	18,5354
1	0,00025	1,78538	0,25256	22,3189	23,7058
1,25	0,000313	1,99611	0,3157	27,072	28,5278
1,5	0,000376	2,18663	0,37884	31,5343	33,0314
1,75	0,000438	2,36183	0,44198	35,7236	37,2417
2	0,000501	2,5249	0,50512	39,6565	41,1801
2,25	0,000563	2,67807	0,56826	43,3488	44,8659
2,5	0,000626	2,82293	0,6314	46,8151	48,3165
2,75	0,000688	2,96071	0,69454	50,0694	51,5477
3	0,000751	3,09236	0,75768	53,1245	54,5741
3,25	0,000814	3,21863	0,82082	55,9927	57,4092
3,5	0,000876	3,34013	0,88395	58,6854	60,0654
3,75	0,000939	3,45737	0,94709	61,2134	62,5544
4	0,001001	3,57075	1,01023	63,5866	64,8869
4,25	0,001064	3,68065	1,07337	65,8147	67,0729
4,5	0,001127	3,78736	1,13651	67,9064	69,1219
4,75	0,001189	3,89114	1,19965	69,8701	71,0425
5	0,001252	3,99222	1,26279	71,7137	72,843
5,25	0,001314	4,09081	1,32593	73,4445	74,5308
5,5	0,001377	4,18708	1,38907	75,0693	76,1132
5,75	0,00144	4,28118	1,45221	76,5948	77,5968
6	0,001502	4,37326	1,51535	78,0269	78,9878

Segiempat-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,3E-05	0,892688	0,24219	21,5095	22,21015
0,5	0,00013	1,262452	0,48438	38,3924	39,17014
0,75	0,00019	1,546182	0,72658	51,6438	52,39152
1	0,00025	1,785377	0,96877	62,045	62,72264
1,25	0,00031	1,996112	1,21096	70,2089	70,80359
1,5	0,00038	2,186631	1,45315	76,6168	77,12813
1,75	0,00044	2,361832	1,69535	81,6464	82,0799
2	0,0005	2,524904	1,93754	85,5942	85,95791
2,25	0,00056	2,678065	2,17973	88,6928	88,99561
2,5	0,00063	2,822929	2,42192	91,1249	91,37545
2,75	0,00069	2,960713	2,66411	93,0339	93,24015
3	0,00075	3,092363	2,90631	94,5323	94,70135
3,25	0,00081	3,218634	3,1485	95,7084	95,84648
3,5	0,00088	3,340134	3,39069	96,6315	96,74398
3,75	0,00094	3,457367	3,63288	97,356	97,44743
4	0,001	3,570754	3,87508	97,9247	97,99883
4,25	0,00106	3,680649	4,11727	98,3711	98,43106
4,5	0,00113	3,787356	4,35946	98,7215	98,76989
4,75	0,00119	3,891139	4,60165	98,9965	99,03552
5	0,00125	3,992224	4,84384	99,2123	99,24377
5,25	0,00131	4,090812	5,08604	99,3818	99,40704
5,5	0,00138	4,18708	5,32823	99,5147	99,53505
5,75	0,00144	4,281183	5,57042	99,6191	99,63542
6	0,0015	4,373262	5,81261	99,701	99,71411

Segiempat-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,3E-05	0,892688	0,14015	13,0772	13,85319
0,5	0,00013	1,262452	0,2803	24,4443	25,3982
0,75	0,00019	1,546182	0,42045	34,3249	35,3404
1	0,00025	1,785377	0,5606	42,9134	43,93264
1,25	0,00031	1,996112	0,70075	50,3788	51,36928
1,5	0,00038	2,186631	0,8409	56,8679	57,81101
1,75	0,00044	2,361832	0,98105	62,5084	63,39385
2	0,0005	2,524904	1,1212	67,4112	68,23407
2,25	0,00056	2,678065	1,26135	71,673	72,43157
2,5	0,00063	2,822929	1,4015	75,3773	76,07243
2,75	0,00069	2,960713	1,54165	78,5973	79,23098
3	0,00075	3,092363	1,6818	81,3962	81,97149
3,25	0,00081	3,218634	1,82195	83,8291	84,34954
3,5	0,00088	3,340134	1,9621	85,9438	86,41327
3,75	0,00094	3,457367	2,10226	87,7819	88,20436
4	0,001	3,570754	2,24241	89,3797	89,75895
4,25	0,00106	3,680649	2,38256	90,7686	91,10834
4,5	0,00113	3,787356	2,52271	91,9758	92,27969
4,75	0,00119	3,891139	2,66286	93,0251	93,29653
5	0,00125	3,992224	2,80301	93,9372	94,17929
5,25	0,00131	4,090812	2,94316	94,7301	94,94567
5,5	0,00138	4,18708	3,08331	95,4192	95,61105
5,75	0,00144	4,281183	3,22346	96,0183	96,18875
6	0,0015	4,373262	3,36361	96,539	96,69034

Segiempat-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,3E-05	0,892688	0,11127	10,5305	11,3292
0,5	0,00013	1,262452	0,22255	19,9521	20,96268
0,75	0,00019	1,546182	0,33382	28,3816	29,48892
1	0,00025	1,785377	0,44509	35,9234	37,06736
1,25	0,00031	1,996112	0,55636	42,671	43,81531
1,5	0,00038	2,186631	0,66764	48,708	49,82957
1,75	0,00044	2,361832	0,77891	54,1093	55,19317
2	0,0005	2,524904	0,89018	58,9418	59,97852
2,25	0,00056	2,678065	1,00145	63,2655	64,24925
2,5	0,00063	2,822929	1,11273	67,1338	68,0616
2,75	0,00069	2,960713	1,224	70,5948	71,46539
3	0,00075	3,092363	1,33527	73,6913	74,50487
3,25	0,00081	3,218634	1,44654	76,4617	77,21936
3,5	0,00088	3,340134	1,55782	78,9404	79,64386
3,75	0,00094	3,457367	1,66909	81,1581	81,80956
4	0,001	3,570754	1,78036	83,1423	83,74422
4,25	0,00106	3,680649	1,89163	84,9175	85,47261
4,5	0,00113	3,787356	2,00291	86,5057	87,01682
4,75	0,00119	3,891139	2,11418	87,9268	88,39655
5	0,00125	3,992224	2,22545	89,1981	89,62937
5,25	0,00131	4,090812	2,33672	90,3356	90,73098
5,5	0,00138	4,18708	2,448	91,3533	91,71538
5,75	0,00144	4,281183	2,55927	92,2639	92,59507
6	0,0015	4,373262	2,67054	93,0785	93,38122

Segiempat-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	6,3E-05	0,892688	0,09026	8,63064	9,446281
0,5	0,00013	1,262452	0,18052	16,5164	17,57034
0,75	0,00019	1,546182	0,27078	23,7216	24,90097
1	0,00025	1,785377	0,36104	30,3049	31,5492
1,25	0,00031	1,996112	0,4513	36,32	37,59113
1,5	0,00038	2,186631	0,54156	41,816	43,08827
1,75	0,00044	2,361832	0,63182	46,8376	48,09325
2	0,0005	2,524904	0,72208	51,4259	52,65235
2,25	0,00056	2,678065	0,81234	55,6182	56,80673
2,5	0,00063	2,822929	0,9026	59,4486	60,59333
2,75	0,00069	2,960713	0,99286	62,9484	64,04542
3	0,00075	3,092363	1,08312	66,1462	67,1931
3,25	0,00081	3,218634	1,17338	69,068	70,0636
3,5	0,00088	3,340134	1,26364	71,7376	72,68165
3,75	0,00094	3,457367	1,3539	74,1769	75,06967
4	0,001	3,570754	1,44416	76,4056	77,24807
4,25	0,00106	3,680649	1,53442	78,4419	79,23539
4,5	0,00113	3,787356	1,62468	80,3025	81,04853
4,75	0,00119	3,891139	1,71494	82,0025	82,70284
5	0,00125	3,992224	1,8052	83,5558	84,21232
5,25	0,00131	4,090812	1,89546	84,9751	85,58971
5,5	0,00138	4,18708	1,98572	86,2718	86,84662
5,75	0,00144	4,281183	2,07598	87,4566	87,99365
6	0,0015	4,373262	2,16624	88,5392	89,04043

Lampiran 5 Rekapitulasi Perhitungan PVD 2/3 Tanah Lunak
Segitiga-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,33405724	28,39872	29,42661
0,5	0,00032372	2,030204	0,66811447	48,73257	49,7734
0,75	0,00048558	2,486482	1,00217171	63,29186	64,2046
1	0,000647439	2,871142	1,33622894	73,7165	74,47114
1,25	0,000809299	3,210034	1,67028618	81,18068	81,78479
1,5	0,000971159	3,516416	2,00434342	86,52513	86,99896
1,75	0,001133019	3,798164	2,33840065	90,35182	90,71827
2	0,001294879	4,060408	2,67245789	93,09178	93,37228
2,25	0,001456739	4,306713	3,00651513	95,05362	95,26665
2,5	0,001618599	4,539674	3,34057236	96,45833	96,61911
2,75	0,001780458	4,76125	3,6746296	97,46412	97,58486
3	0,001942318	4,972963	4,00868683	98,18428	98,27457
3,25	0,002104178	5,176024	4,34274407	98,69992	98,76721
3,5	0,002266038	5,371414	4,67680131	99,06913	99,11913
3,75	0,002427898	5,559942	5,01085854	99,33348	99,37054
4	0,002589758	5,742284	5,34491578	99,52276	99,55017
4,25	0,002751618	5,91901	5,67897302	99,65829	99,67852
4,5	0,002913478	6,090611	6,01303025	99,75533	99,77024
4,75	0,003075337	6,257508	6,34708749	99,82482	99,83578
5	0,003237197	6,420068	6,68114472	99,87457	99,88262
5,25	0,003399057	6,578612	7,01520196	99,91019	99,9161
5,5	0,003560917	6,733424	7,3492592	99,93569	99,94002
5,75	0,003722777	6,884756	7,68331643	99,95396	99,95713
6	0,003884637	7,032832	8,01737367	99,96703	99,96935

Segitiga-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,19264321	17,52238	18,70641
0,5	0,00032372	2,030204	0,38528643	31,97442	33,35548
0,75	0,00048558	2,486482	0,57792964	43,89412	45,28919
1	0,000647439	2,871142	0,77057285	53,72521	55,05382
1,25	0,000809299	3,210034	0,96321607	61,83365	63,05881
1,5	0,000971159	3,516416	1,15585928	68,52131	69,62823
1,75	0,001133019	3,798164	1,34850249	74,03712	75,02324
2	0,001294879	4,060408	1,54114571	78,58644	79,45592
2,25	0,001456739	4,306713	1,73378892	82,3386	83,09923
2,5	0,001618599	4,539674	1,92643213	85,4333	86,09458
2,75	0,001780458	4,76125	2,11907535	87,98573	88,55776
3	0,001942318	4,972963	2,31171856	90,09092	90,58369
3,25	0,002104178	5,176024	2,50436177	91,82723	92,25025
3,5	0,002266038	5,371414	2,69700499	93,25929	93,62136
3,75	0,002427898	5,559942	2,8896482	94,44042	94,74953
4	0,002589758	5,742284	3,08229141	95,41459	95,6779
4,25	0,002751618	5,91901	3,27493463	96,21807	96,44192
4,5	0,002913478	6,090611	3,46757784	96,88075	97,07073
4,75	0,003075337	6,257508	3,66022105	97,42732	97,5883
5	0,003237197	6,420068	3,85286427	97,87811	98,01434
5,25	0,003399057	6,578612	4,04550748	98,24992	98,36505
5,5	0,003560917	6,733424	4,2381507	98,55657	98,65377
5,75	0,003722777	6,884756	4,43079391	98,8095	98,89146
6	0,003884637	7,032832	4,62343712	99,0181	99,08716

Segitiga-spasi 1,1 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,15275381	14,1659	15,39811
0,5	0,00032372	2,030204	0,30550763	26,32507	27,82082
0,75	0,00048558	2,486482	0,45826144	36,76179	38,33419
1	0,000647439	2,871142	0,61101526	45,72005	47,2785
1,25	0,000809299	3,210034	0,76376907	53,40929	54,90487
1,5	0,000971159	3,516416	0,91652289	60,00929	61,41553
1,75	0,001133019	3,798164	1,0692767	65,67433	66,97807
2	0,001294879	4,060408	1,22203052	70,53687	71,73319
2,25	0,001456739	4,306713	1,37478433	74,71059	75,79973
2,5	0,001618599	4,539674	1,52753815	78,29306	79,27848
2,75	0,001780458	4,76125	1,68029196	81,36804	82,25516
3	0,001942318	4,972963	1,83304578	84,00743	84,80273
3,25	0,002104178	5,176024	1,98579959	86,27292	86,98344
3,5	0,002266038	5,371414	2,1385534	88,21748	88,85037
3,75	0,002427898	5,559942	2,29130722	89,88658	90,44888
4	0,002589758	5,742284	2,44406103	91,31924	91,81771
4,25	0,002751618	5,91901	2,59681485	92,54895	92,98998
4,5	0,002913478	6,090611	2,74956866	93,60446	93,99398
4,75	0,003075337	6,257508	2,90232248	94,51044	94,85395
5	0,003237197	6,420068	3,05507629	95,28809	95,5906
5,25	0,003399057	6,578612	3,20783011	95,95557	96,22164
5,5	0,003560917	6,733424	3,36058392	96,5285	96,76225
5,75	0,003722777	6,884756	3,51333774	97,02027	97,22542
6	0,003884637	7,032832	3,66609155	97,44238	97,62225

Segitiga-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,12377396	11,64205	12,91049
0,5	0,00032372	2,030204	0,24754792	21,92872	23,51373
0,75	0,00048558	2,486482	0,37132188	31,01781	32,73304
1	0,000647439	2,871142	0,49509584	39,04875	40,79875
1,25	0,000809299	3,210034	0,6188698	46,14472	47,8735
1,5	0,000971159	3,516416	0,74264376	52,41458	54,08788
1,75	0,001133019	3,798164	0,86641772	57,9545	59,55145
2	0,001294879	4,060408	0,99019168	62,84945	64,35792
2,25	0,001456739	4,306713	1,11396564	67,17454	68,58823
2,5	0,001618599	4,539674	1,2377396	70,99609	72,31277
2,75	0,001780458	4,76125	1,36151356	74,37274	75,59292
3	0,001942318	4,972963	1,48528752	77,35628	78,48234
3,25	0,002104178	5,176024	1,60906148	79,99247	81,02806
3,5	0,002266038	5,371414	1,73283544	82,32176	83,27133
3,75	0,002427898	5,559942	1,8566094	84,37986	85,24834
4	0,002589758	5,742284	1,98038335	86,19837	86,9909
4,25	0,002751618	5,91901	2,10415731	87,80516	88,52697
4,5	0,002913478	6,090611	2,22793127	89,22489	89,88116
4,75	0,003075337	6,257508	2,35170523	90,47933	91,07509
5	0,003237197	6,420068	2,47547919	91,58773	92,12781
5,25	0,003399057	6,578612	2,59925315	92,56709	93,05608
5,5	0,003560917	6,733424	2,72302711	93,43244	93,87466
5,75	0,003722777	6,884756	2,84680107	94,19703	94,59655
6	0,003884637	7,032832	2,97057503	94,87262	95,23322

Segitiga-spasi 1,3 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,10211124	9,70709	11,00331
0,5	0,00032372	2,030204	0,20422248	18,4719	20,12709
0,75	0,00048558	2,486482	0,30633372	26,38591	28,21631
1	0,000647439	2,871142	0,40844496	33,53169	35,44009
1,25	0,000809299	3,210034	0,5105562	39,98383	41,91037
1,5	0,000971159	3,516416	0,61266744	45,80966	47,71521
1,75	0,001133019	3,798164	0,71477868	51,06996	52,9284
2	0,001294879	4,060408	0,81688992	55,81964	57,61355
2,25	0,001456739	4,306713	0,91900116	60,10827	61,82629
2,5	0,001618599	4,539674	1,0211124	63,9806	65,61576
2,75	0,001780458	4,76125	1,12322364	67,47703	69,02553
3	0,001942318	4,972963	1,22533487	70,63407	72,09442
3,25	0,002104178	5,176024	1,32744611	73,48464	74,85708
3,5	0,002266038	5,371414	1,42955735	76,05851	77,34451
3,75	0,002427898	5,559942	1,53166859	78,38253	79,58445
4	0,002589758	5,742284	1,63377983	80,48096	81,6018
4,25	0,002751618	5,91901	1,73589107	82,37569	83,41888
4,5	0,002913478	6,090611	1,83800231	84,0865	85,05573
4,75	0,003075337	6,257508	1,94011355	85,63124	86,53036
5	0,003237197	6,420068	2,04222479	87,02603	87,85896
5,25	0,003399057	6,578612	2,14433603	88,28542	89,05608
5,5	0,003560917	6,733424	2,24644727	89,42257	90,13479
5,75	0,003722777	6,884756	2,34855851	90,44933	91,10687
6	0,003884637	7,032832	2,45066975	91,37642	91,9829

Segiempat-spasi 0,8 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,27837	24,29856	25,38531
0,5	0,00032372	2,030204	0,55675	42,69293	43,85638
0,75	0,00048558	2,486482	0,83512	56,61772	57,69641
1	0,000647439	2,871142	1,11349	67,15899	68,1019
1,25	0,000809299	3,210034	1,39187	75,13889	75,93694
1,5	0,000971159	3,516416	1,67024	81,17978	81,84158
1,75	0,001133019	3,798164	1,94861	85,75282	86,29395
2	0,001294879	4,060408	2,22698	89,21468	89,65261
2,25	0,001456739	4,306713	2,50536	91,83536	92,18699
2,5	0,001618599	4,539674	2,78373	93,81925	94,09984
2,75	0,001780458	4,76125	3,0621	95,32108	95,54386
3	0,001942318	4,972963	3,34048	96,45799	96,63414
3,25	0,002104178	5,176024	3,61885	97,31865	97,45744
3,5	0,002266038	5,371414	3,89722	97,97018	98,07921
3,75	0,002427898	5,559942	4,1756	98,4634	98,54883
4	0,002589758	5,742284	4,45397	98,83677	98,90357
4,25	0,002751618	5,91901	4,73234	99,11942	99,17154
4,5	0,002913478	6,090611	5,01071	99,33339	99,37399
4,75	0,003075337	6,257508	5,28909	99,49536	99,52694
5	0,003237197	6,420068	5,56746	99,61798	99,64251
5,25	0,003399057	6,578612	5,84583	99,71081	99,72983
5,5	0,003560917	6,733424	6,12421	99,78108	99,79582
5,75	0,003722777	6,884756	6,40258	99,83427	99,84568
6	0,003884637	7,032832	6,68095	99,87454	99,88337

Segiempat-spasi 1,0 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,16109	14,87822	16,1002
0,5	0,00032372	2,030204	0,32217	27,54282	29,01385
0,75	0,00048558	2,486482	0,48326	38,32316	39,85674
1	0,000647439	2,871142	0,64435	47,49957	49,00693
1,25	0,000809299	3,210034	0,80544	55,3107	56,74524
1,5	0,000971159	3,516416	0,96652	61,95967	63,29733
1,75	0,001133019	3,798164	1,12761	67,61939	68,84926
2	0,001294879	4,060408	1,2887	72,43705	73,55622
2,25	0,001456739	4,306713	1,44978	76,53793	77,54837
2,5	0,001618599	4,539674	1,61087	80,02867	80,9353
2,75	0,001780458	4,76125	1,77196	83,00004	83,80945
3	0,001942318	4,972963	1,93305	85,52933	86,24896
3,25	0,002104178	5,176024	2,09413	87,68231	88,31988
3,5	0,002266038	5,371414	2,25522	89,51496	90,07816
3,75	0,002427898	5,559942	2,41631	91,07495	91,57118
4	0,002589758	5,742284	2,5774	92,40284	92,83909
4,25	0,002751618	5,91901	2,73848	93,53316	93,91593
4,5	0,002913478	6,090611	2,89957	94,49531	94,83058
4,75	0,003075337	6,257508	3,06066	95,31431	95,60752
5	0,003237197	6,420068	3,22174	96,01146	96,26753
5,25	0,003399057	6,578612	3,38283	96,60488	96,82823
5,5	0,003560917	6,733424	3,54392	97,11001	97,30461
5,75	0,003722777	6,884756	3,70501	97,53999	97,70936
6	0,003884637	7,032832	3,86609	97,906	98,05327

Segiempat-spasi 1,1 m

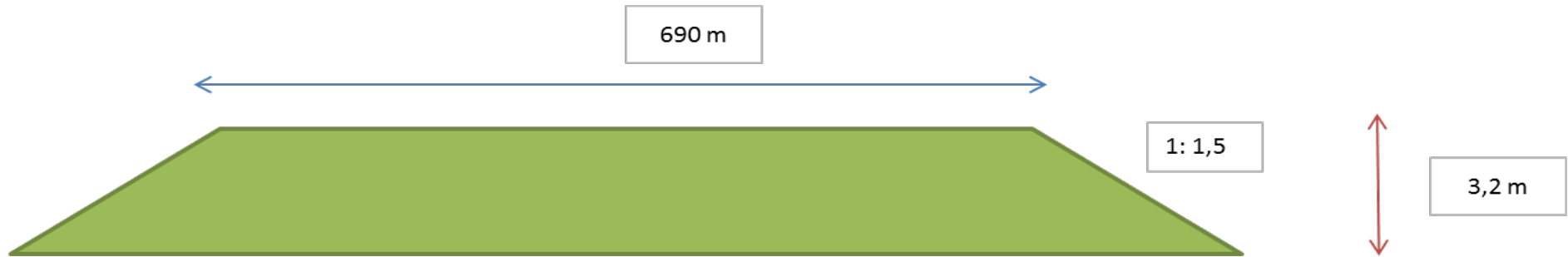
t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,1279	12,00546	13,26869
0,5	0,00032372	2,030204	0,25579	22,56961	24,14161
0,75	0,00048558	2,486482	0,38369	31,86549	33,55964
1	0,000647439	2,871142	0,51158	40,04535	41,76673
1,25	0,000809299	3,210034	0,63948	47,24318	48,93669
1,5	0,000971159	3,516416	0,76737	53,57688	55,20931
1,75	0,001133019	3,798164	0,89527	59,15019	60,70173
2	0,001294879	4,060408	1,02316	64,0544	65,51394
2,25	0,001456739	4,306713	1,15106	68,36983	69,73205
2,5	0,001618599	4,539674	1,27895	72,16718	73,4307
2,75	0,001780458	4,76125	1,40685	75,50864	76,67473
3	0,001942318	4,972963	1,53475	78,44894	79,52067
3,25	0,002104178	5,176024	1,66264	81,03624	82,01781
3,5	0,002266038	5,371414	1,79054	83,31293	84,20926
3,75	0,002427898	5,559942	1,91843	85,31629	86,1327
4	0,002589758	5,742284	2,04633	87,07914	87,82109
4,25	0,002751618	5,91901	2,17422	88,63035	89,30332
4,5	0,002913478	6,090611	2,30212	89,99533	90,60467
4,75	0,003075337	6,257508	2,43001	91,19643	91,74732
5	0,003237197	6,420068	2,55791	92,25334	92,75068
5,25	0,003399057	6,578612	2,6858	93,18336	93,6318
5,5	0,003560917	6,733424	2,8137	94,00173	94,40562
5,75	0,003722777	6,884756	2,94159	94,72185	95,08524
6	0,003884637	7,032832	3,06949	95,35552	95,68216

Segiempat-spasi 1,2 m

t (month)	Tv	Uv (%)	x	Uh (%)	Ur (%)
0	0	0	0	0	0
0,25	0,00016186	1,435571	0,10374	9,854377	11,14848
0,5	0,00032372	2,030204	0,20749	18,73767	20,38746
0,75	0,00048558	2,486482	0,31123	26,74556	28,56702
1	0,000647439	2,871142	0,41498	33,96433	35,86031
1,25	0,000809299	3,210034	0,51872	40,47173	42,38261
1,5	0,000971159	3,516416	0,62246	46,33787	48,22486
1,75	0,001133019	3,798164	0,72621	51,62594	53,46327
2	0,001294879	4,060408	0,82995	56,3929	58,16353
2,25	0,001456739	4,306713	0,93369	60,69011	62,38308
2,5	0,001618599	4,539674	1,03744	64,56386	66,17254
2,75	0,001780458	4,76125	1,14118	68,05587	69,57681
3	0,001942318	4,972963	1,24493	71,20376	72,63579
3,25	0,002104178	5,176024	1,34867	74,04145	75,38507
3,5	0,002266038	5,371414	1,45241	76,59951	77,85644
3,75	0,002427898	5,559942	1,55616	78,90548	80,07832
4	0,002589758	5,742284	1,6599	80,98421	82,07615
4,25	0,002751618	5,91901	1,76364	82,8581	83,87273
4,5	0,002913478	6,090611	1,86739	84,54733	85,48849
4,75	0,003075337	6,257508	1,97113	86,07009	86,94176
5	0,003237197	6,420068	2,07488	87,4428	88,24898
5,25	0,003399057	6,578612	2,17862	88,68023	89,42491
5,5	0,003560917	6,733424	2,28236	89,79572	90,48282
5,75	0,003722777	6,884756	2,38611	90,80129	91,4346
6	0,003884637	7,032832	2,48985	91,70777	92,29095

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 6 Perhitungan Peningkatan Nilai Cu Alternatif Tanpa PVD



Tabel Pemadatan Bertahap

	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,2
0,5	1 mg						
1	2 mg	1 mg					
1,5	3 mg	2 mg	1 mg				
2	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg			
2,5	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg		
3	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg	
3,2	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg

Pemadatan ke-1	H timbunan ke 1 =		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	Cc	Cs	eo	σ' _o	Δσ' ₁	∑ _n Δσ'	σ' _c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)												
1	1,2	0,6	0,750	349,05	466,40	465,40	0,000211	89,90151	0,46250000	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	1,278	3,653	10,338	0,041	
2	1,2	1,8	0,750	349,05	466,40	465,40	0,000633	89,70454	0,46249997	0,9249999	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	1,985	4,360	4,113	0,020	
3	1,2	3	0,750	349,05	466,40	465,40	0,001056	89,50757	0,46249988	0,9249998	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	2,692	5,067	2,868	0,013	
4	1,2	4,2	0,750	349,05	466,40	465,40	0,001478	89,31061	0,46249966	0,9249993	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	3,399	5,774	2,334	0,010	
5	1,2	5,4	0,750	349,05	466,40	465,40	0,001900	89,11367	0,46249928	0,9249986	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	4,106	6,481	2,038	0,008	
6	1,2	6,6	0,750	349,05	466,40	465,40	0,002322	88,91675	0,46249868	0,9249974	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	4,812	7,187	1,849	0,007	
7	1,2	7,8	0,750	349,05	466,40	465,40	0,002744	88,71986	0,46249782	0,9249956	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	5,519	7,894	1,718	0,006	
8	1,2	9	0,750	349,05	466,40	465,40	0,003165	88,523	0,46249665	0,9249933	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	6,226	8,601	1,623	0,005	
9	1,2	10,2	0,750	349,05	466,40	465,40	0,003587	88,32617	0,46249512	0,9249902	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	6,933	9,308	1,549	0,005	
10	1,2	11,4	0,750	349,05	466,40	465,40	0,004008	88,12938	0,46249319	0,9249864	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	7,640	10,015	1,491	0,004	
11	1,2	12,6	0,750	349,05	466,40	465,40	0,004429	87,93264	0,46249081	0,9249816	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	8,346	10,721	1,445	0,004	
12	1,2	13,8	0,750	349,05	466,40	465,40	0,004849	87,73594	0,46248793	0,9249759	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	9,053	11,428	1,406	0,003	
13	1,2	15	0,750	349,05	466,40	465,40	0,005269	87,5393	0,46248451	0,9249690	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	9,788	12,163	1,372	0,003	
14	1,2	16,2	0,750	349,05	466,40	465,40	0,005689	87,34271	0,46248049	0,9249610	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	10,550	12,925	1,343	0,003	
15	1,2	17,4	0,750	349,05	466,40	465,40	0,006109	87,14619	0,46247583	0,9249517	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	11,312	13,687	1,318	0,003	
16	1,2	18,6	0,750	349,05	466,40	465,40	0,006528	86,94974	0,46247049	0,9249410	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	12,074	14,449	1,296	0,003	
17	1,2	19,8	0,750	349,05	466,40	465,40	0,006946	86,75335	0,46246442	0,9249288	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	12,836	15,211	1,277	0,002	
																				0,140

Pemadatan ke-2	H timbunan ke 2=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	Cc	Cs	eo	σ' _o	Δσ' ₂	∑ _n Δσ'	σ' _c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)												
1	1,2	1,1	0,750	348,3	465,40	464,40	0,000389	89,81905	0,46249999	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	2,203	3,653	10,338	0,058	
2	1,2	2,3	0,750	348,3	465,40	464,40	0,000813	89,62165	0,46249994	0,9249999	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	2,910	4,360	4,113	0,032	
3	1,2	3,5	0,750	348,3	465,40	464,40	0,001237	89,42427	0,46249980	0,9249996	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	3,617	5,067	2,868	0,023	
4	1,2	4,7	0,750	348,3	465,40	464,40	0,001661	89,22689	0,46249952	0,9249990	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	4,324	5,774	2,334	0,018	
5	1,2	5,9	0,750	348,3	465,40	464,40	0,002085	89,02954	0,46249905	0,9249981	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	5,031	6,481	2,038	0,015	
6	1,2	7,1	0,750	348,3	465,40	464,40	0,002509	88,8322	0,46249834	0,9249967	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	5,737	7,187	1,849	0,012	
7	1,2	8,3	0,750	348,3	465,40	464,40	0,002932	88,6349	0,46249735	0,9249947	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	6,444	7,894	1,718	0,011	
8	1,2	9,5	0,750	348,3	465,40	464,40	0,003355	88,43763	0,46249603	0,9249921	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	7,151	8,601	1,623	0,010	
9	1,2	10,7	0,750	348,3	465,40	464,40	0,003778	88,24039	0,46249433	0,9249887	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	7,858	9,308	1,549	0,009	
10	1,2	11,9	0,750	348,3	465,40	464,40	0,004201	88,0432	0,46249221	0,9249844	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	8,565	10,015	1,491	0,008	
11	1,2	13,1	0,750	348,3	465,40	464,40	0,004624	87,84605	0,46248961	0,9249792	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	9,271	10,721	1,445	0,007	
12	1,2	14,3	0,750	348,3	465,40	464,40	0,005046	87,64895	0,46248649	0,9249730	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	9,978	11,428	1,406	0,007	
13	1,2	15,5	0,750	348,3	465,40	464,40	0,005468	87,45191	0,46248280	0,9249656	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	10,713	12,163	1,372	0,006	
14	1,2	16,7	0,750	348,3	465,40	464,40	0,005889	87,25493	0,46247849	0,9249570	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	11,475	12,925	1,343	0,006	
15	1,2	17,9	0,750	348,3	465,40	464,40	0,006310	87,05802	0,46247353	0,9249471	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	12,236	13,687	1,318	0,005	
16	1,2	19,1	0,750	348,3	465,40	464,40	0,006731	86,86117	0,46246785	0,9249357	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	12,998	14,449	1,296	0,005	
17	1,2	20,3	0,750	348,3	465,40	464,40	0,007151	86,6644	0,46246142	0,9249228	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	13,760	15,211	1,277	0,005	
																				0,234

Pemadatan ke-3	H timbunan ke 3=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^3$	$\sum_0^i \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)												
1	1,2	1,6	0,750	347,55	464,40	463,40	0,000568	89,73623	0,46249998	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	3,128	3,653	10,338	0,069	
2	1,2	2,8	0,750	347,55	464,40	463,40	0,000994	89,53841	0,46249990	0,9249998	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	3,835	4,360	4,113	0,041	
3	1,2	4	0,750	347,55	464,40	463,40	0,001420	89,3406	0,46249970	0,9249994	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	4,542	5,067	2,868	0,030	
4	1,2	5,2	0,750	347,55	464,40	463,40	0,001846	89,14281	0,46249934	0,9249987	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	5,249	5,774	2,334	0,024	
5	1,2	6,4	0,750	347,55	464,40	463,40	0,002271	88,94504	0,46249878	0,9249976	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	5,956	6,481	2,038	0,020	
6	1,2	7,6	0,750	347,55	464,40	463,40	0,002697	88,74729	0,46249796	0,9249959	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	6,662	7,187	1,849	0,017	
7	1,2	8,8	0,750	347,55	464,40	463,40	0,003122	88,54958	0,46249683	0,9249937	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	7,369	7,894	1,718	0,015	
8	1,2	10	0,750	347,55	464,40	463,40	0,003547	88,35189	0,46249534	0,9249907	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	8,076	8,601	1,623	0,013	
9	1,2	11,2	0,750	347,55	464,40	463,40	0,003972	88,15425	0,46249346	0,9249869	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	8,783	9,308	1,549	0,012	
10	1,2	12,4	0,750	347,55	464,40	463,40	0,004396	87,95665	0,46249113	0,9249823	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	9,490	10,015	1,491	0,011	
11	1,2	13,6	0,750	347,55	464,40	463,40	0,004820	87,7591	0,46248830	0,9249766	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	10,196	10,721	1,445	0,010	
12	1,2	14,8	0,750	347,55	464,40	463,40	0,005244	87,5616	0,46248492	0,9249698	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	10,903	11,428	1,406	0,009	
13	1,2	16	0,750	347,55	464,40	463,40	0,005668	87,36416	0,46248096	0,9249619	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	11,637	12,163	1,372	0,009	
14	1,2	17,2	0,750	347,55	464,40	463,40	0,006091	87,16678	0,46247635	0,9249527	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	12,399	12,925	1,343	0,008	
15	1,2	18,4	0,750	347,55	464,40	463,40	0,006514	86,96947	0,46247106	0,9249421	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	13,161	13,687	1,318	0,008	
16	1,2	19,6	0,750	347,55	464,40	463,40	0,006936	86,77224	0,46246504	0,9249301	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	13,923	14,449	1,296	0,007	
17	1,2	20,8	0,750	347,55	464,40	463,40	0,007357	86,57508	0,46245824	0,9249165	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	14,685	15,211	1,277	0,007	
																				0,310

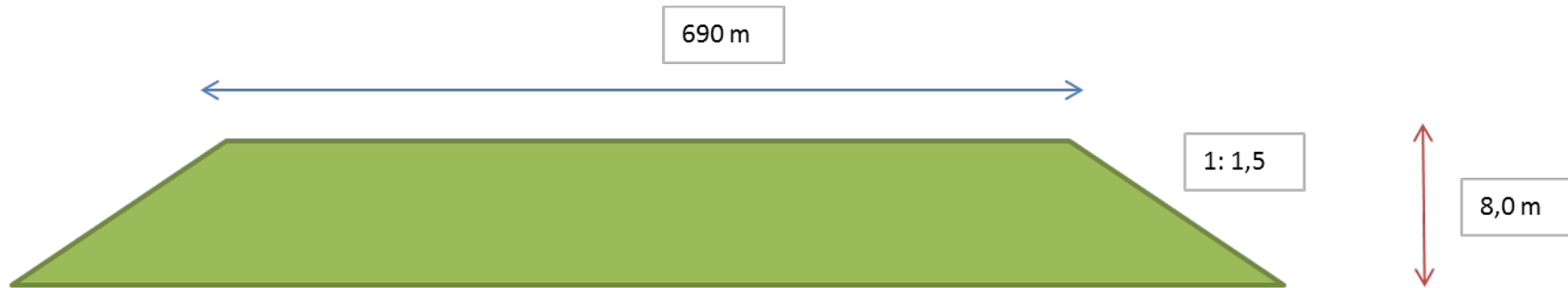
Pemadatan ke-4	H timbunan ke 4=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^4$	$\sum_0^i \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)												
1	1,2	2,1	0,750	346,8	463,40	462,40	0,000749	89,65306	0,46249996	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	4,053	3,653	10,338	0,021466	
2	1,2	3,3	0,750	346,8	463,40	462,40	0,001176	89,45481	0,46249983	0,9249997	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	4,760	4,360	4,113	0,018	
3	1,2	4,5	0,750	346,8	463,40	462,40	0,001604	89,25658	0,46249957	0,9249991	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	5,467	5,067	2,868	0,016	
4	1,2	5,7	0,750	346,8	463,40	462,40	0,002032	89,05837	0,46249913	0,9249983	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	6,174	5,774	2,334	0,014	
5	1,2	6,9	0,750	346,8	463,40	462,40	0,002459	88,86018	0,46249846	0,9249969	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	6,881	6,481	2,038	0,012	
6	1,2	8,1	0,750	346,8	463,40	462,40	0,002886	88,66202	0,46249751	0,9249950	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	7,587	7,187	1,849	0,011	
7	1,2	9,3	0,750	346,8	463,40	462,40	0,003313	88,46389	0,46249623	0,9249925	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	8,294	7,894	1,718	0,010	
8	1,2	10,5	0,750	346,8	463,40	462,40	0,003740	88,2658	0,46249458	0,9249892	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	9,001	8,601	1,623	0,009	
9	1,2	11,7	0,750	346,8	463,40	462,40	0,004167	88,06774	0,46249250	0,9249850	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	9,708	9,308	1,549	0,009	
10	1,2	12,9	0,750	346,8	463,40	462,40	0,004593	87,86974	0,46248995	0,9249799	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	10,415	10,015	1,491	0,008	
11	1,2	14,1	0,750	346,8	463,40	462,40	0,005019	87,67178	0,46248688	0,9249738	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	11,121	10,721	1,445	0,007	
12	1,2	15,3	0,750	346,8	463,40	462,40	0,005444	87,47388	0,46248324	0,9249665	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	11,828	11,428	1,406	0,007	
13	1,2	16,5	0,750	346,8	463,40	462,40	0,005869	87,27604	0,46247898	0,9249580	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	12,562	12,163	1,372	0,007	
14	1,2	17,7	0,750	346,8	463,40	462,40	0,006294	87,07827	0,46247407	0,9249481	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	13,324	12,925	1,343	0,006	
15	1,2	18,9	0,750	346,8	463,40	462,40	0,006718	86,88057	0,46246844	0,9249369	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	14,086	13,687	1,318	0,006	
16	1,2	20,1	0,750	346,8	463,40	462,40	0,007142	86,68293	0,46246206	0,9249241	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	14,848	14,449	1,296	0,006	
17	1,2	21,3	0,750	346,8	463,40	462,40	0,007565	86,48538	0,46245487	0,9249097	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	15,610	15,211	1,277	0,005	
																				0,171

Pemadatan ke-5	H timbunan ke 5=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ₅	∑ ₀ ⁱ Δσ'	σ' _c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	1,2	2,6	0,750	346,05	462,40	461,40	0,000931	89,56952	0,46249992	0,9249998	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	4,978	3,653	10,338	0,033	
2	1,2	3,8	0,750	346,05	462,40	461,40	0,001360	89,37086	0,46249974	0,9249995	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	5,685	4,360	4,113	0,028	
3	1,2	5	0,750	346,05	462,40	461,40	0,001790	89,1722	0,46249941	0,9249988	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	6,392	5,067	2,868	0,025	
4	1,2	6,2	0,750	346,05	462,40	461,40	0,002219	88,97357	0,46249888	0,9249978	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	7,099	5,774	2,334	0,022	
5	1,2	7,4	0,750	346,05	462,40	461,40	0,002648	88,77496	0,46249809	0,9249962	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	7,806	6,481	2,038	0,020	
6	1,2	8,6	0,750	346,05	462,40	461,40	0,003077	88,57638	0,46249700	0,9249940	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	8,512	7,187	1,849	0,018	
7	1,2	9,8	0,750	346,05	462,40	461,40	0,003506	88,37784	0,46249556	0,9249911	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	9,219	7,894	1,718	0,017	
8	1,2	11	0,750	346,05	462,40	461,40	0,003935	88,17933	0,46249372	0,9249874	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	9,926	8,601	1,623	0,016	
9	1,2	12,2	0,750	346,05	462,40	461,40	0,004363	87,98087	0,46249144	0,9249829	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	10,633	9,308	1,549	0,014	
10	1,2	13,4	0,750	346,05	462,40	461,40	0,004791	87,78246	0,46248866	0,9249773	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	11,340	10,015	1,491	0,014	
11	1,2	14,6	0,750	346,05	462,40	461,40	0,005219	87,5841	0,46248534	0,9249707	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	12,046	10,721	1,445	0,013	
12	1,2	15,8	0,750	346,05	462,40	461,40	0,005646	87,3858	0,46248142	0,9249628	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	12,753	11,428	1,406	0,012	
13	1,2	17	0,750	346,05	462,40	461,40	0,006073	87,18756	0,46247687	0,9249537	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	13,487	12,163	1,372	0,011	
14	1,2	18,2	0,750	346,05	462,40	461,40	0,006499	86,98939	0,46247163	0,9249433	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	14,249	12,925	1,343	0,011	
15	1,2	19,4	0,750	346,05	462,40	461,40	0,006925	86,79128	0,46246566	0,9249313	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	15,011	13,687	1,318	0,010	
16	1,2	20,6	0,750	346,05	462,40	461,40	0,007350	86,59326	0,46245890	0,9249178	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	15,773	14,449	1,296	0,010	
17	1,2	21,8	0,750	346,05	462,40	461,40	0,007775	86,39532	0,46245132	0,9249026	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	16,535	15,211	1,277	0,009	
																				0,282

Pemadatan ke-6	H timbunan ke 6=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ₆	∑ ₀ ⁱ Δσ'	σ' _c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	1,2	3,1	0,750	345,3	461,40	460,40	0,001115	89,48563	0,46249986	0,9249997	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	5,903	3,653	10,338	0,027	
2	1,2	4,3	0,750	345,3	461,40	460,40	0,001546	89,28654	0,46249962	0,9249992	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	6,610	4,360	4,113	0,024	
3	1,2	5,5	0,750	345,3	461,40	460,40	0,001977	89,08746	0,46249921	0,9249984	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	7,317	5,067	2,868	0,022	
4	1,2	6,7	0,750	345,3	461,40	460,40	0,002409	88,88841	0,46249857	0,9249971	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	8,024	5,774	2,334	0,019	
5	1,2	7,9	0,750	345,3	461,40	460,40	0,002840	88,68938	0,46249766	0,9249953	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	8,731	6,481	2,038	0,018	
6	1,2	9,1	0,750	345,3	461,40	460,40	0,003270	88,49038	0,46249642	0,9249928	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	9,437	7,187	1,849	0,016	
7	1,2	10,3	0,750	345,3	461,40	460,40	0,003701	88,29142	0,46249481	0,9249896	0,879	0,176	1,878	4,594	0,925	10,144	7,894	1,718	0,015	
8	1,2	11,5	0,750	345,3	461,40	460,40	0,004131	88,09251	0,46249278	0,9249856	0,879	0,176	1,878	5,301	0,925	10,851	8,601	1,623	0,014	
9	1,2	12,7	0,750	345,3	461,40	460,40	0,004561	87,89363	0,46249028	0,9249806	0,879	0,176	1,878	6,008	0,925	11,558	9,308	1,549	0,013	
10	1,2	13,9	0,750	345,3	461,40	460,40	0,004991	87,69481	0,46248726	0,9249745	0,879	0,176	1,878	6,715	0,925	12,264	10,015	1,491	0,012	
11	1,2	15,1	0,750	345,3	461,40	460,40	0,005420	87,49605	0,46248368	0,9249674	0,879	0,176	1,878	7,421	0,925	12,971	10,721	1,445	0,012	
12	1,2	16,3	0,750	345,3	461,40	460,40	0,005849	87,29734	0,46247947	0,9249589	0,879	0,176	1,878	8,128	0,925	13,678	11,428	1,406	0,011	
13	1,2	17,5	0,750	345,3	461,40	460,40	0,006277	87,0987	0,46247461	0,9249492	0,879	0,176	1,878	8,863	0,925	14,412	12,163	1,372	0,011	
14	1,2	18,7	0,750	345,3	461,40	460,40	0,006705	86,90013	0,46246903	0,9249381	0,879	0,176	1,878	9,625	0,925	15,174	12,925	1,343	0,010	
15	1,2	19,9	0,750	345,3	461,40	460,40	0,007133	86,70163	0,46246270	0,9249254	0,879	0,176	1,878	10,387	0,925	15,936	13,687	1,318	0,010	
16	1,2	21,1	0,750	345,3	461,40	460,40	0,007560	86,50322	0,46245556	0,9249111	0,879	0,176	1,878	11,149	0,925	16,698	14,449	1,296	0,009	
17	1,2	22,3	0,750	345,3	461,40	460,40	0,007986	86,30488	0,46244756	0,9248951	0,879	0,176	1,878	11,911	0,925	17,460	15,211	1,277	0,009	
																				0,252

Pemadatan ke-7	H timbunan ke 7=		0,2	m	ytim (t/m3) =	1,85	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\Delta\sigma'7$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	$\sigma'c$	OCR	Sc						
	Htimbunan (m)	z	B2	B1	(B1+B2)/B2	B1/B2														t/m^2	t/m^2	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)
		(m)	(m)	(m)																					
1	1,2	3,3	0,300	345	1151,00	1150,00	0,000476	89,45197	0,18499993	0,3699999	0,879	0,176	1,878	0,353	0,370	6,273	3,653	10,338	0,010						
2	1,2	4,5	0,300	345	1151,00	1150,00	0,000649	89,25271	0,18499983	0,3699997	0,879	0,176	1,878	1,060	0,370	6,980	4,360	4,113	0,009						
3	1,2	5,7	0,300	345	1151,00	1150,00	0,000822	89,05346	0,18499965	0,3699993	0,879	0,176	1,878	1,767	0,370	7,687	5,067	2,868	0,008						
4	1,2	6,9	0,300	345	1151,00	1150,00	0,000995	88,85424	0,18499937	0,3699987	0,879	0,176	1,878	2,474	0,370	8,394	5,774	2,334	0,007						
5	1,2	8,1	0,300	345	1151,00	1150,00	0,001168	88,65504	0,18499899	0,3699980	0,879	0,176	1,878	3,181	0,370	9,101	6,481	2,038	0,007						
6	1,2	9,3	0,300	345	1151,00	1150,00	0,001341	88,45588	0,18499847	0,3699969	0,879	0,176	1,878	3,887	0,370	9,807	7,187	1,849	0,006						
7	1,2	10,5	0,300	345	1151,00	1150,00	0,001514	88,25675	0,18499779	0,3699956	0,879	0,176	1,878	4,594	0,370	10,514	7,894	1,718	0,006						
8	1,2	11,7	0,300	345	1151,00	1150,00	0,001686	88,05767	0,18499695	0,3699939	0,879	0,176	1,878	5,301	0,370	11,221	8,601	1,623	0,005						
9	1,2	12,9	0,300	345	1151,00	1150,00	0,001859	87,85863	0,18499591	0,3699918	0,879	0,176	1,878	6,008	0,370	11,928	9,308	1,549	0,005						
10	1,2	14,1	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002031	87,65965	0,18499466	0,3699893	0,879	0,176	1,878	6,715	0,370	12,634	10,015	1,491	0,005						
11	1,2	15,3	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002203	87,46072	0,18499318	0,3699864	0,879	0,176	1,878	7,421	0,370	13,341	10,721	1,445	0,004						
12	1,2	16,5	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002375	87,26185	0,18499145	0,3699829	0,879	0,176	1,878	8,128	0,370	14,048	11,428	1,406	0,004						
13	1,2	17,7	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002547	87,06305	0,18498944	0,3699789	0,879	0,176	1,878	8,863	0,370	14,782	12,163	1,372	0,004						
14	1,2	18,9	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002719	86,86432	0,18498715	0,3699743	0,879	0,176	1,878	9,625	0,370	15,544	12,925	1,343	0,004						
15	1,2	20,1	0,300	345	1151,00	1150,00	0,002890	86,66567	0,18498456	0,3699691	0,879	0,176	1,878	10,387	0,370	16,306	13,687	1,318	0,004						
16	1,2	21,3	0,300	345	1151,00	1150,00	0,003062	86,46709	0,18498163	0,3699633	0,879	0,176	1,878	11,149	0,370	17,068	14,449	1,296	0,003						
17	1,2	22,5	0,300	345	1151,00	1150,00	0,003233	86,2686	0,18497836	0,3699567	0,879	0,176	1,878	11,911	0,370	17,830	15,211	1,277	0,003						
																			0,094						

Lampiran 6 Perhitungan Peningkatan Nilai Cu Alternatif PVD 1/3 Tanah Lunak



	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
0,5	1 mg															
1	2 mg	1 mg														
1,5	3 mg	2 mg	1 mg													
2	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg												
2,5	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg											
3	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg										
3,5	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg									
4	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg								
4,5	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg							
5	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg						
5,5	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg					
6	12 mg	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg				
6,5	13 mg	12 mg	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg			
7	14 mg	13 mg	12 mg	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg		
7,5	15 mg	14 mg	13 mg	12 mg	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg	
8	16 mg	15 mg	14 mg	13 mg	12 mg	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg

Pemadatan ke-1	H timbunan ke 1 =		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^1$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc										
	Htimbunan (m)	z			B2	B1															(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	σ'_o	$\Delta\sigma^1$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
1	0,4	0,2	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000068	89,96783	0,46250000	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	1,043	3,418	29,014	0,023											
2	0,4	0,6	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000203	89,9035	0,46250000	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	1,278	3,653	10,338	0,014											
3	0,4	1	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000338	89,83917	0,46250000	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	1,514	3,889	6,603	0,010											
4	0,4	1,4	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000473	89,77484	0,46249999	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	1,750	4,125	5,002	0,008											
5	0,4	1,8	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000608	89,71051	0,46249997	0,92499999	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	1,985	4,360	4,113	0,007											
6	0,4	2,2	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000743	89,64618	0,46249995	0,92499999	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	2,221	4,596	3,547	0,006											
7	0,4	2,6	0,750	356,25	476,00	475,00	0,000878	89,58185	0,46249992	0,92499998	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	2,456	4,831	3,155	0,005											
8	0,4	3	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001014	89,51752	0,46249988	0,92499998	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	2,692	5,067	2,868	0,004											
9	0,4	3,4	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001149	89,45319	0,46249983	0,92499997	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	2,928	5,303	2,648	0,004											
10	0,4	3,8	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001284	89,38887	0,46249976	0,92499995	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	3,163	5,538	2,474	0,004											
11	0,4	4,2	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001419	89,32454	0,46249968	0,92499994	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	3,399	5,774	2,334	0,003											
12	0,4	4,6	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001554	89,26022	0,46249958	0,92499992	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	3,634	6,009	2,218	0,003											
13	0,4	5	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001689	89,1959	0,46249946	0,92499989	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	3,870	6,245	2,121	0,003											
14	0,4	5,4	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001824	89,13158	0,46249932	0,92499986	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	4,106	6,481	2,038	0,003											
15	0,4	5,8	0,750	356,25	476,00	475,00	0,001959	89,06727	0,46249916	0,92499983	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	4,341	6,716	1,966	0,003											
16	0,4	6,2	0,750	356,25	476,00	475,00	0,002094	89,00295	0,46249897	0,92499979	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	4,577	6,952	1,904	0,002											
17	0,4	6,6	0,750	356,25	476,00	475,00	0,002229	88,93864	0,46249876	0,92499975	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	4,812	7,187	1,849	0,002											
																				0,104										

Pemadatan ke-2	H timbunan ke 2=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^2$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc										
	Htimbunan (m)	z			B2	B1															(B1+B2)/B2	B1/B2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	σ'_o	$\Delta\sigma^2$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
1	0,4	0,7	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000238	89,88718	0,46250000	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	1,968	3,418	29,014	0,030											
2	0,4	1,1	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000373	89,82271	0,46249999	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	2,203	3,653	10,338	0,019											
3	0,4	1,5	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000509	89,75825	0,46249999	0,92500000	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	2,439	3,889	6,603	0,015											
4	0,4	1,9	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000645	89,69378	0,46249997	0,92499999	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	2,675	4,125	5,002	0,012											
5	0,4	2,3	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000780	89,62932	0,46249995	0,92499999	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	2,910	4,360	4,113	0,011											
6	0,4	2,7	0,750	355,5	475,00	474,00	0,000916	89,56485	0,46249991	0,92499998	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	3,146	4,596	3,547	0,009											
7	0,4	3,1	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001052	89,50039	0,46249987	0,92499997	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	3,381	4,831	3,155	0,008											
8	0,4	3,5	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001187	89,43592	0,46249981	0,92499996	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	3,617	5,067	2,868	0,008											
9	0,4	3,9	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001323	89,37146	0,46249974	0,92499995	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	3,853	5,303	2,648	0,007											
10	0,4	4,3	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001459	89,307	0,46249965	0,92499993	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	4,088	5,538	2,474	0,006											
11	0,4	4,7	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001594	89,24255	0,46249955	0,92499991	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	4,324	5,774	2,334	0,006											
12	0,4	5,1	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001730	89,17809	0,46249942	0,92499988	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	4,559	6,009	2,218	0,006											
13	0,4	5,5	0,750	355,5	475,00	474,00	0,001866	89,11364	0,46249928	0,92499986	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	4,795	6,245	2,121	0,005											
14	0,4	5,9	0,750	355,5	475,00	474,00	0,002001	89,04919	0,46249911	0,92499982	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	5,031	6,481	2,038	0,005											
15	0,4	6,3	0,750	355,5	475,00	474,00	0,002137	88,98474	0,46249891	0,92499978	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	5,266	6,716	1,966	0,005											
16	0,4	6,7	0,750	355,5	475,00	474,00	0,002273	88,92029	0,46249869	0,92499974	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	5,502	6,952	1,904	0,004											
17	0,4	7,1	0,750	355,5	475,00	474,00	0,002408	88,85585	0,46249844	0,92499969	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	5,737	7,187	1,849	0,004											
																				0,191										

Pemadatan ke-3	H timbunan ke 3=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ³	∑ _σ ⁱ Δσ' ³	σ' _c	OCR	S _c
	H _{timbunan} (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	0,4	1,2	0,750	354,75	474,00	473,00	0,000409	89,80619	0,46249999	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	2,893	3,418	29,014	0,034	
2	0,4	1,6	0,750	354,75	474,00	473,00	0,000545	89,74159	0,46249998	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	3,128	3,653	10,338	0,023	
3	0,4	2	0,750	354,75	474,00	473,00	0,000681	89,67698	0,46249996	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	3,364	3,889	6,603	0,018	
4	0,4	2,4	0,750	354,75	474,00	473,00	0,000818	89,61238	0,46249994	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	3,600	4,125	5,002	0,016	
5	0,4	2,8	0,750	354,75	474,00	473,00	0,000954	89,54778	0,46249990	0,9249998	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	3,835	4,360	4,113	0,014	
6	0,4	3,2	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001090	89,48318	0,46249986	0,9249997	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	4,071	4,596	3,547	0,012	
7	0,4	3,6	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001227	89,41858	0,46249980	0,9249996	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	4,306	4,831	3,155	0,011	
8	0,4	4	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001363	89,35399	0,46249972	0,9249994	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	4,542	5,067	2,868	0,010	
9	0,4	4,4	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001499	89,28939	0,46249963	0,9249993	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	4,778	5,303	2,648	0,009	
10	0,4	4,8	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001635	89,2248	0,46249952	0,9249990	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	5,013	5,538	2,474	0,009	
11	0,4	5,2	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001771	89,16021	0,46249938	0,9249988	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	5,249	5,774	2,334	0,008	
12	0,4	5,6	0,750	354,75	474,00	473,00	0,001908	89,09562	0,46249923	0,9249985	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	5,484	6,009	2,218	0,007	
13	0,4	6	0,750	354,75	474,00	473,00	0,002044	89,03103	0,46249905	0,9249981	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	5,720	6,245	2,121	0,007	
14	0,4	6,4	0,750	354,75	474,00	473,00	0,002180	88,96645	0,46249885	0,9249977	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	5,956	6,481	2,038	0,007	
15	0,4	6,8	0,750	354,75	474,00	473,00	0,002316	88,90186	0,46249862	0,9249972	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	6,191	6,716	1,966	0,006	
16	0,4	7,2	0,750	354,75	474,00	473,00	0,002452	88,83729	0,46249836	0,9249967	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	6,427	6,952	1,904	0,006	
17	0,4	7,6	0,750	354,75	474,00	473,00	0,002588	88,77271	0,46249808	0,9249962	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	6,662	7,187	1,849	0,006	
																				0,203

Pemadatan ke-4	H timbunan ke 4=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ⁴	∑ _σ ⁱ Δσ' ⁴	σ' _c	OCR	S _c
	H _{timbunan} (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	0,4	1,7	0,750	354	473,00	472,00	0,000582	89,72485	0,46249998	0,9250000	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	3,818	3,418	29,014	0,008	
2	0,4	2,1	0,750	354	473,00	472,00	0,000719	89,66011	0,46249996	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	4,053	3,653	10,338	0,007	
3	0,4	2,5	0,750	354	473,00	472,00	0,000855	89,59538	0,46249993	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	4,289	3,889	6,603	0,007	
4	0,4	2,9	0,750	354	473,00	472,00	0,000992	89,53064	0,46249989	0,9249998	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	4,525	4,125	5,002	0,006	
5	0,4	3,3	0,750	354	473,00	472,00	0,001129	89,4659	0,46249984	0,9249997	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	4,760	4,360	4,113	0,006	
6	0,4	3,7	0,750	354	473,00	472,00	0,001266	89,40117	0,46249978	0,9249996	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	4,996	4,596	3,547	0,006	
7	0,4	4,1	0,750	354	473,00	472,00	0,001403	89,33643	0,46249970	0,9249994	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	5,231	4,831	3,155	0,005	
8	0,4	4,5	0,750	354	473,00	472,00	0,001540	89,2717	0,46249960	0,9249992	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	5,467	5,067	2,868	0,005	
9	0,4	4,9	0,750	354	473,00	472,00	0,001676	89,20697	0,46249948	0,9249990	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	5,703	5,303	2,648	0,005	
10	0,4	5,3	0,750	354	473,00	472,00	0,001813	89,14225	0,46249934	0,9249987	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	5,938	5,538	2,474	0,005	
11	0,4	5,7	0,750	354	473,00	472,00	0,001950	89,07752	0,46249918	0,9249984	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	6,174	5,774	2,334	0,005	
12	0,4	6,1	0,750	354	473,00	472,00	0,002087	89,0128	0,46249900	0,9249980	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	6,409	6,009	2,218	0,004	
13	0,4	6,5	0,750	354	473,00	472,00	0,002223	88,94808	0,46249879	0,9249976	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	6,645	6,245	2,121	0,004	
14	0,4	6,9	0,750	354	473,00	472,00	0,002360	88,88336	0,46249855	0,9249971	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	6,881	6,481	2,038	0,004	
15	0,4	7,3	0,750	354	473,00	472,00	0,002497	88,81864	0,46249829	0,9249966	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	7,116	6,716	1,966	0,004	
16	0,4	7,7	0,750	354	473,00	472,00	0,002634	88,75393	0,46249799	0,9249960	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	7,352	6,952	1,904	0,004	
17	0,4	8,1	0,750	354	473,00	472,00	0,002770	88,68922	0,46249766	0,9249953	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	7,587	7,187	1,849	0,004	
																				0,119

Pemadatan ke-5	H timbunan ke 5=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	C _c	C _s	e _o	σ'_o	$\Delta\sigma^5$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)												
1	0,4	2,2	0,750	353,25	472,00	471,00	0,000756	89,64317	0,46249995	0,9249999	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	4,743	3,418	29,014	0,012	
2	0,4	2,6	0,750	353,25	472,00	471,00	0,000893	89,5783	0,46249992	0,9249998	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	4,978	3,653	10,338	0,011	
3	0,4	3	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001031	89,51342	0,46249988	0,9249998	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	5,214	3,889	6,603	0,010	
4	0,4	3,4	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001168	89,44855	0,46249983	0,9249997	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	5,450	4,125	5,002	0,010	
5	0,4	3,8	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001306	89,38368	0,46249976	0,9249995	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	5,685	4,360	4,113	0,009	
6	0,4	4,2	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001443	89,31881	0,46249967	0,9249993	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	5,921	4,596	3,547	0,009	
7	0,4	4,6	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001580	89,25394	0,46249957	0,9249991	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	6,156	4,831	3,155	0,009	
8	0,4	5	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001718	89,18907	0,46249945	0,9249989	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	6,392	5,067	2,868	0,008	
9	0,4	5,4	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001855	89,12421	0,46249930	0,9249986	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	6,628	5,303	2,648	0,008	
10	0,4	5,8	0,750	353,25	472,00	471,00	0,001993	89,05935	0,46249913	0,9249983	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	6,863	5,538	2,474	0,008	
11	0,4	6,2	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002130	88,99449	0,46249894	0,9249979	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	7,099	5,774	2,334	0,007	
12	0,4	6,6	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002267	88,92963	0,46249872	0,9249974	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	7,334	6,009	2,218	0,007	
13	0,4	7	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002405	88,86478	0,46249848	0,9249970	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	7,570	6,245	2,121	0,007	
14	0,4	7,4	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002542	88,79992	0,46249820	0,9249964	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	7,806	6,481	2,038	0,007	
15	0,4	7,8	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002679	88,73508	0,46249789	0,9249958	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	8,041	6,716	1,966	0,006	
16	0,4	8,2	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002816	88,67023	0,46249755	0,9249951	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	8,277	6,952	1,904	0,006	
17	0,4	8,6	0,750	353,25	472,00	471,00	0,002954	88,60539	0,46249718	0,9249944	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	8,512	7,187	1,849	0,006	
																				0,141

Pemadatan ke-6	H timbunan ke 6=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	C _c	C _s	e _o	σ'_o	$\Delta\sigma^6$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)												
1	0,4	2,7	0,750	352,5	471,00	470,00	0,000932	89,56115	0,46249991	0,9249998	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	5,668	3,418	29,014	0,009	
2	0,4	3,1	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001070	89,49614	0,46249987	0,9249997	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	5,903	3,653	10,338	0,009	
3	0,4	3,5	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001208	89,43112	0,46249981	0,9249996	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	6,139	3,889	6,603	0,009	
4	0,4	3,9	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001346	89,36612	0,46249974	0,9249995	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	6,375	4,125	5,002	0,008	
5	0,4	4,3	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001484	89,30111	0,46249964	0,9249993	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	6,610	4,360	4,113	0,008	
6	0,4	4,7	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001622	89,2361	0,46249954	0,9249991	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	6,846	4,596	3,547	0,008	
7	0,4	5,1	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001760	89,1711	0,46249941	0,9249988	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	7,081	4,831	3,155	0,007	
8	0,4	5,5	0,750	352,5	471,00	470,00	0,001898	89,1061	0,46249926	0,9249985	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	7,317	5,067	2,868	0,007	
9	0,4	5,9	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002036	89,0411	0,46249908	0,9249982	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	7,553	5,303	2,648	0,007	
10	0,4	6,3	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002173	88,9761	0,46249888	0,9249978	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	7,788	5,538	2,474	0,007	
11	0,4	6,7	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002311	88,9111	0,46249866	0,9249973	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	8,024	5,774	2,334	0,006	
12	0,4	7,1	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002449	88,84611	0,46249840	0,9249968	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	8,259	6,009	2,218	0,006	
13	0,4	7,5	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002587	88,78112	0,46249812	0,9249962	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	8,495	6,245	2,121	0,006	
14	0,4	7,9	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002725	88,71614	0,46249780	0,9249956	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	8,731	6,481	2,038	0,006	
15	0,4	8,3	0,750	352,5	471,00	470,00	0,002863	88,65116	0,46249745	0,9249949	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	8,966	6,716	1,966	0,006	
16	0,4	8,7	0,750	352,5	471,00	470,00	0,003001	88,58618	0,46249706	0,9249941	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	9,202	6,952	1,904	0,006	
17	0,4	9,1	0,750	352,5	471,00	470,00	0,003138	88,5212	0,46249664	0,9249933	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	9,437	7,187	1,849	0,005	
																				0,121

Pemadatan ke-7	H timbunan ke 7=		0,5	m	ytim (t/m3) = 1,85		α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^7$	$\sum_{i=1}^n \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)													
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)	m										
1	0,4	3,2	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001109	89,47877	0,46249985	0,9249997	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	6,593	3,418	29,014	0,008
2	0,4	3,6	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001248	89,41362	0,46249979	0,9249996	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	6,828	3,653	10,338	0,008
3	0,4	4	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001386	89,34848	0,46249971	0,9249994	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	7,064	3,889	6,603	0,007
4	0,4	4,4	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001525	89,28333	0,46249962	0,9249992	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	7,300	4,125	5,002	0,007
5	0,4	4,8	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001663	89,21819	0,46249950	0,9249990	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	7,535	4,360	4,113	0,007
6	0,4	5,2	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001802	89,15305	0,46249937	0,9249987	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	7,771	4,596	3,547	0,007
7	0,4	5,6	0,750	351,75	470,00	469,00	0,001940	89,08791	0,46249921	0,9249984	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	8,006	4,831	3,155	0,007
8	0,4	6	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002079	89,02277	0,46249903	0,9249981	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	8,242	5,067	2,868	0,006
9	0,4	6,4	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002217	88,95763	0,46249882	0,9249976	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	8,478	5,303	2,648	0,006
10	0,4	6,8	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002356	88,8925	0,46249859	0,9249972	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	8,713	5,538	2,474	0,006
11	0,4	7,2	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002494	88,82737	0,46249832	0,9249966	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	8,949	5,774	2,334	0,006
12	0,4	7,6	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002633	88,76225	0,46249803	0,9249961	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	9,184	6,009	2,218	0,006
13	0,4	8	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002771	88,69712	0,46249770	0,9249954	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	9,420	6,245	2,121	0,005
14	0,4	8,4	0,750	351,75	470,00	469,00	0,002910	88,632	0,46249734	0,9249947	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	9,656	6,481	2,038	0,005
15	0,4	8,8	0,750	351,75	470,00	469,00	0,003048	88,56689	0,46249694	0,9249939	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	9,891	6,716	1,966	0,005
16	0,4	9,2	0,750	351,75	470,00	469,00	0,003186	88,50177	0,46249650	0,9249930	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	10,127	6,952	1,904	0,005
17	0,4	9,6	0,750	351,75	470,00	469,00	0,003325	88,43667	0,46249603	0,9249921	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	10,362	7,187	1,849	0,005
																			0,106

Pemadatan ke-8	H timbunan ke 8=		0,5	m	ytim (t/m3) = 1,85		α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^8$	$\sum_{i=1}^n \Delta\sigma^i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)													
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)	m										
1	0,4	3,7	0,750	351	469,00	468,00	0,001288	89,39605	0,46249977	0,9249995	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	7,518	3,418	29,014	0,007
2	0,4	4,1	0,750	351	469,00	468,00	0,001427	89,33076	0,46249969	0,9249994	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	7,753	3,653	10,338	0,007
3	0,4	4,5	0,750	351	469,00	468,00	0,001566	89,26548	0,46249959	0,9249992	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	7,989	3,889	6,603	0,007
4	0,4	4,9	0,750	351	469,00	468,00	0,001705	89,2002	0,46249947	0,9249989	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	8,225	4,125	5,002	0,006
5	0,4	5,3	0,750	351	469,00	468,00	0,001844	89,13492	0,46249933	0,9249987	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	8,460	4,360	4,113	0,006
6	0,4	5,7	0,750	351	469,00	468,00	0,001983	89,06964	0,46249916	0,9249983	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	8,696	4,596	3,547	0,006
7	0,4	6,1	0,750	351	469,00	468,00	0,002122	89,00436	0,46249897	0,9249979	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	8,931	4,831	3,155	0,006
8	0,4	6,5	0,750	351	469,00	468,00	0,002262	88,93909	0,46249876	0,9249975	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	9,167	5,067	2,868	0,006
9	0,4	6,9	0,750	351	469,00	468,00	0,002401	88,87382	0,46249851	0,9249970	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	9,403	5,303	2,648	0,005
10	0,4	7,3	0,750	351	469,00	468,00	0,002540	88,80855	0,46249824	0,9249965	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	9,638	5,538	2,474	0,005
11	0,4	7,7	0,750	351	469,00	468,00	0,002679	88,74329	0,46249794	0,9249959	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	9,874	5,774	2,334	0,005
12	0,4	8,1	0,750	351	469,00	468,00	0,002818	88,67802	0,46249760	0,9249952	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	10,109	6,009	2,218	0,005
13	0,4	8,5	0,750	351	469,00	468,00	0,002957	88,61277	0,46249722	0,9249944	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	10,345	6,245	2,121	0,005
14	0,4	8,9	0,750	351	469,00	468,00	0,003096	88,54751	0,46249681	0,9249936	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	10,581	6,481	2,038	0,005
15	0,4	9,3	0,750	351	469,00	468,00	0,003235	88,48226	0,46249636	0,9249927	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	10,816	6,716	1,966	0,005
16	0,4	9,7	0,750	351	469,00	468,00	0,003374	88,41702	0,46249587	0,9249917	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	11,052	6,952	1,904	0,005
17	0,4	10,1	0,750	351	469,00	468,00	0,003512	88,35177	0,46249534	0,9249907	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	11,287	7,187	1,849	0,005
																			0,095

Pemadatan ke-9	H timbunan ke 9=		0,5	m	ytim (t/m3) = 1,85		α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^9$	$\sum_{i=1}^n \Delta\sigma'_i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z			B2	B1													
		(m)	(m)	(m)	(t/m2)	(t/m2)													
1	0,4	4,2	0,750	350,25	468,00	467,00	0,001468	89,31297	0,46249966	0,9249993	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	8,443	3,418	29,014	0,006
2	0,4	4,6	0,750	350,25	468,00	467,00	0,001608	89,24755	0,46249956	0,9249991	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	8,678	3,653	10,338	0,006
3	0,4	5	0,750	350,25	468,00	467,00	0,001747	89,18213	0,46249943	0,9249989	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	8,914	3,889	6,603	0,006
4	0,4	5,4	0,750	350,25	468,00	467,00	0,001887	89,11671	0,46249928	0,9249986	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	9,150	4,125	5,002	0,006
5	0,4	5,8	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002027	89,05129	0,46249911	0,9249982	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	9,385	4,360	4,113	0,006
6	0,4	6,2	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002166	88,98588	0,46249892	0,9249978	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	9,621	4,596	3,547	0,005
7	0,4	6,6	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002306	88,92046	0,46249869	0,9249974	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	9,856	4,831	3,155	0,005
8	0,4	7	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002446	88,85505	0,46249844	0,9249969	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	10,092	5,067	2,868	0,005
9	0,4	7,4	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002585	88,78965	0,46249816	0,9249963	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	10,328	5,303	2,648	0,005
10	0,4	7,8	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002725	88,72424	0,46249784	0,9249957	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	10,563	5,538	2,474	0,005
11	0,4	8,2	0,750	350,25	468,00	467,00	0,002865	88,65884	0,46249749	0,9249950	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	10,799	5,774	2,334	0,005
12	0,4	8,6	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003004	88,59345	0,46249711	0,9249942	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	11,034	6,009	2,218	0,005
13	0,4	9	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003144	88,52806	0,46249668	0,9249934	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	11,270	6,245	2,121	0,005
14	0,4	9,4	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003283	88,46267	0,46249622	0,9249924	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	11,506	6,481	2,038	0,004
15	0,4	9,8	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003423	88,39728	0,46249572	0,9249914	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	11,741	6,716	1,966	0,004
16	0,4	10,2	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003562	88,3319	0,46249517	0,9249903	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	11,977	6,952	1,904	0,004
17	0,4	10,6	0,750	350,25	468,00	467,00	0,003702	88,26652	0,46249458	0,9249892	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	12,212	7,187	1,849	0,004
																			0,086

Pemadatan ke-10	H timbunan ke 10=		0,5	m	ytim (t/m3) = 1,85		α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma^{10}$	$\sum_{i=1}^n \Delta\sigma'_i$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z			B2	B1													
		(m)	(m)	(m)	(t/m2)	(t/m2)													
1	0,4	4,7	0,750	349,5	467,00	466,00	0,001650	89,22955	0,46249952	0,9249990	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	9,368	3,418	29,014	0,006
2	0,4	5,1	0,750	349,5	467,00	466,00	0,001790	89,16398	0,46249939	0,9249988	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	9,603	3,653	10,338	0,005
3	0,4	5,5	0,750	349,5	467,00	466,00	0,001930	89,09842	0,46249924	0,9249985	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	9,839	3,889	6,603	0,005
4	0,4	5,9	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002071	89,03287	0,46249906	0,9249981	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	10,075	4,125	5,002	0,005
5	0,4	6,3	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002211	88,96731	0,46249885	0,9249977	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	10,310	4,360	4,113	0,005
6	0,4	6,7	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002351	88,90176	0,46249862	0,9249972	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	10,546	4,596	3,547	0,005
7	0,4	7,1	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002491	88,83621	0,46249836	0,9249967	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	10,781	4,831	3,155	0,005
8	0,4	7,5	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002632	88,77067	0,46249807	0,9249961	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	11,017	5,067	2,868	0,005
9	0,4	7,9	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002772	88,70512	0,46249774	0,9249955	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	11,253	5,303	2,648	0,005
10	0,4	8,3	0,750	349,5	467,00	466,00	0,002912	88,63958	0,46249738	0,9249948	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	11,488	5,538	2,474	0,004
11	0,4	8,7	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003052	88,57405	0,46249698	0,9249940	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	11,724	5,774	2,334	0,004
12	0,4	9,1	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003192	88,50852	0,46249655	0,9249931	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	11,959	6,009	2,218	0,004
13	0,4	9,5	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003332	88,44299	0,46249607	0,9249921	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	12,195	6,245	2,121	0,004
14	0,4	9,9	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003473	88,37746	0,46249556	0,9249911	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	12,431	6,481	2,038	0,004
15	0,4	10,3	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003613	88,31194	0,46249500	0,9249900	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	12,666	6,716	1,966	0,004
16	0,4	10,7	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003753	88,24643	0,46249439	0,9249888	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	12,902	6,952	1,904	0,004
17	0,4	11,1	0,750	349,5	467,00	466,00	0,003893	88,18092	0,46249374	0,9249875	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	13,137	7,187	1,849	0,004
																			0,078

Pemadatan ke-11	H timbunan ke 11=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma'_{11}$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)												
1	0,4	5,2	0,750	348,75	466,00	465,00	0,001833	89,14576	0,46249935	0,9249987	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	10,293	3,418	29,014	0,005	
2	0,4	5,6	0,750	348,75	466,00	465,00	0,001974	89,08006	0,46249919	0,9249984	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	10,528	3,653	10,338	0,005	
3	0,4	6	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002115	89,01436	0,46249900	0,9249980	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	10,764	3,889	6,603	0,005	
4	0,4	6,4	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002256	88,94867	0,46249879	0,9249976	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	11,000	4,125	5,002	0,005	
5	0,4	6,8	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002396	88,88298	0,46249855	0,9249971	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	11,235	4,360	4,113	0,005	
6	0,4	7,2	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002537	88,81729	0,46249828	0,9249966	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	11,471	4,596	3,547	0,004	
7	0,4	7,6	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002678	88,7516	0,46249798	0,9249960	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	11,706	4,831	3,155	0,004	
8	0,4	8	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002819	88,68592	0,46249764	0,9249953	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	11,942	5,067	2,868	0,004	
9	0,4	8,4	0,750	348,75	466,00	465,00	0,002960	88,62024	0,46249727	0,9249945	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	12,178	5,303	2,648	0,004	
10	0,4	8,8	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003100	88,55456	0,46249686	0,9249937	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	12,413	5,538	2,474	0,004	
11	0,4	9,2	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003241	88,48889	0,46249641	0,9249928	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	12,649	5,774	2,334	0,004	
12	0,4	9,6	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003382	88,42322	0,46249592	0,9249918	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	12,884	6,009	2,218	0,004	
13	0,4	10	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003523	88,35756	0,46249539	0,9249908	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	13,120	6,245	2,121	0,004	
14	0,4	10,4	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003663	88,2919	0,46249482	0,9249896	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	13,356	6,481	2,038	0,004	
15	0,4	10,8	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003804	88,22625	0,46249420	0,9249884	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	13,591	6,716	1,966	0,004	
16	0,4	11,2	0,750	348,75	466,00	465,00	0,003945	88,1606	0,46249353	0,9249871	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	13,827	6,952	1,904	0,004	
17	0,4	11,6	0,750	348,75	466,00	465,00	0,004085	88,09495	0,46249281	0,9249856	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	14,062	7,187	1,849	0,004	
																				0,072

Pemadatan ke-12	H timbunan ke 12=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma'_{12}$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			(t/m2)	(t/m2)			(t/m2)	(t/m2)												
1	0,4	5,7	0,750	348	465,00	464,00	0,002018	89,06162	0,46249914	0,9249983	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	11,218	3,418	29,014	0,005	
2	0,4	6,1	0,750	348	465,00	464,00	0,002159	88,99578	0,46249895	0,9249979	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	11,453	3,653	10,338	0,004	
3	0,4	6,5	0,750	348	465,00	464,00	0,002301	88,92994	0,46249873	0,9249975	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	11,689	3,889	6,603	0,004	
4	0,4	6,9	0,750	348	465,00	464,00	0,002442	88,86411	0,46249848	0,9249970	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	11,925	4,125	5,002	0,004	
5	0,4	7,3	0,750	348	465,00	464,00	0,002584	88,79828	0,46249819	0,9249964	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	12,160	4,360	4,113	0,004	
6	0,4	7,7	0,750	348	465,00	464,00	0,002725	88,73246	0,46249788	0,9249958	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	12,396	4,596	3,547	0,004	
7	0,4	8,1	0,750	348	465,00	464,00	0,002866	88,66663	0,46249753	0,9249951	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	12,631	4,831	3,155	0,004	
8	0,4	8,5	0,750	348	465,00	464,00	0,003008	88,60081	0,46249715	0,9249943	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	12,867	5,067	2,868	0,004	
9	0,4	8,9	0,750	348	465,00	464,00	0,003149	88,535	0,46249673	0,9249935	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	13,103	5,303	2,648	0,004	
10	0,4	9,3	0,750	348	465,00	464,00	0,003291	88,46918	0,46249627	0,9249925	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	13,338	5,538	2,474	0,004	
11	0,4	9,7	0,750	348	465,00	464,00	0,003432	88,40338	0,46249577	0,9249915	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	13,574	5,774	2,334	0,004	
12	0,4	10,1	0,750	348	465,00	464,00	0,003573	88,33757	0,46249522	0,9249904	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	13,809	6,009	2,218	0,004	
13	0,4	10,5	0,750	348	465,00	464,00	0,003714	88,27177	0,46249463	0,9249893	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	14,045	6,245	2,121	0,004	
14	0,4	10,9	0,750	348	465,00	464,00	0,003856	88,20598	0,46249399	0,9249880	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	14,281	6,481	2,038	0,004	
15	0,4	11,3	0,750	348	465,00	464,00	0,003997	88,14019	0,46249331	0,9249866	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	14,516	6,716	1,966	0,003	
16	0,4	11,7	0,750	348	465,00	464,00	0,004138	88,0744	0,46249257	0,9249851	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	14,752	6,952	1,904	0,003	
17	0,4	12,1	0,750	348	465,00	464,00	0,004279	88,00862	0,46249179	0,9249836	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	14,987	7,187	1,849	0,003	
																				0,070

Pemadatan ke-13	H timbunan ke 13=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ₁₃	∑ ₀ ⁱ Δσ'	σ' _c	OCR	S _c
	H _{timbunan} (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	0,4	6,2	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002204	88,97712	0,46249889	0,9249978	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	12,143	3,418	29,014	0,004	
2	0,4	6,6	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002346	88,91114	0,46249866	0,9249973	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	12,378	3,653	10,338	0,004	
3	0,4	7	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002488	88,84517	0,46249840	0,9249968	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	12,614	3,889	6,603	0,004	
4	0,4	7,4	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002630	88,77919	0,46249811	0,9249962	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	12,850	4,125	5,002	0,004	
5	0,4	7,8	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002772	88,71323	0,46249778	0,9249956	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	13,085	4,360	4,113	0,004	
6	0,4	8,2	0,750	347,25	464,00	463,00	0,002914	88,64726	0,46249743	0,9249949	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	13,321	4,596	3,547	0,004	
7	0,4	8,6	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003056	88,5813	0,46249703	0,9249941	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	13,556	4,831	3,155	0,004	
8	0,4	9	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003198	88,51534	0,46249660	0,9249932	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	13,792	5,067	2,868	0,004	
9	0,4	9,4	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003340	88,44939	0,46249612	0,9249922	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	14,028	5,303	2,648	0,004	
10	0,4	9,8	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003482	88,38344	0,46249561	0,9249912	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	14,263	5,538	2,474	0,004	
11	0,4	10,2	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003624	88,3175	0,46249505	0,9249901	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	14,499	5,774	2,334	0,003	
12	0,4	10,6	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003766	88,25156	0,46249444	0,9249889	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	14,734	6,009	2,218	0,003	
13	0,4	11	0,750	347,25	464,00	463,00	0,003908	88,18562	0,46249379	0,9249876	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	14,970	6,245	2,121	0,003	
14	0,4	11,4	0,750	347,25	464,00	463,00	0,004049	88,11969	0,46249309	0,9249862	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	15,206	6,481	2,038	0,003	
15	0,4	11,8	0,750	347,25	464,00	463,00	0,004191	88,05376	0,46249233	0,9249847	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	15,441	6,716	1,966	0,003	
16	0,4	12,2	0,750	347,25	464,00	463,00	0,004333	87,98784	0,46249153	0,9249831	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	15,677	6,952	1,904	0,003	
17	0,4	12,6	0,750	347,25	464,00	463,00	0,004475	87,92193	0,46249067	0,9249813	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	15,912	7,187	1,849	0,003	
																				0,062

Pemadatan ke-14	H timbunan ke 14=		0,5	m	y _{tim} (t/m ³) =		1,85	α ₁	α ₂	Δσ	2Δσ	C _c	C _s	e _o	σ' _o	Δσ' ₁₄	∑ ₀ ⁱ Δσ'	σ' _c	OCR	S _c
	H _{timbunan} (m)	z (m)			B ₂ (m)	B ₁ (m)														
			(t/m ²)	(t/m ²)			(t/m ²)	(t/m ²)	m											
1	0,4	6,7	0,750	346,5	463,00	462,00	0,002392	88,89225	0,46249859	0,9249972	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	13,068	3,418	29,014	0,004	
2	0,4	7,1	0,750	346,5	463,00	462,00	0,002535	88,82614	0,46249832	0,9249966	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	13,303	3,653	10,338	0,004	
3	0,4	7,5	0,750	346,5	463,00	462,00	0,002677	88,76003	0,46249802	0,9249960	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	13,539	3,889	6,603	0,004	
4	0,4	7,9	0,750	346,5	463,00	462,00	0,002820	88,69392	0,46249768	0,9249954	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	13,775	4,125	5,002	0,004	
5	0,4	8,3	0,750	346,5	463,00	462,00	0,002963	88,62781	0,46249731	0,9249946	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	14,010	4,360	4,113	0,004	
6	0,4	8,7	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003105	88,56171	0,46249691	0,9249938	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	14,246	4,596	3,547	0,004	
7	0,4	9,1	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003248	88,49561	0,46249646	0,9249929	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	14,481	4,831	3,155	0,004	
8	0,4	9,5	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003390	88,42951	0,46249597	0,9249919	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	14,717	5,067	2,868	0,003	
9	0,4	9,9	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003533	88,36342	0,46249544	0,9249909	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	14,953	5,303	2,648	0,003	
10	0,4	10,3	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003675	88,29734	0,46249487	0,9249897	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	15,188	5,538	2,474	0,003	
11	0,4	10,7	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003818	88,23126	0,46249425	0,9249885	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	15,424	5,774	2,334	0,003	
12	0,4	11,1	0,750	346,5	463,00	462,00	0,003960	88,16518	0,46249358	0,9249872	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	15,659	6,009	2,218	0,003	
13	0,4	11,5	0,750	346,5	463,00	462,00	0,004103	88,09911	0,46249286	0,9249857	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	15,895	6,245	2,121	0,003	
14	0,4	11,9	0,750	346,5	463,00	462,00	0,004245	88,03304	0,46249209	0,9249842	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	16,131	6,481	2,038	0,003	
15	0,4	12,3	0,750	346,5	463,00	462,00	0,004387	87,96698	0,46249126	0,9249825	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	16,366	6,716	1,966	0,003	
16	0,4	12,7	0,750	346,5	463,00	462,00	0,004530	87,90092	0,46249038	0,9249808	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	16,602	6,952	1,904	0,003	
17	0,4	13,1	0,750	346,5	463,00	462,00	0,004672	87,83487	0,46248945	0,9249789	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	16,837	7,187	1,849	0,003	
																				0,058

Pemadatan ke-15	H timbunan ke 15=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma'_{15}$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			m																	
1	0,4	7,2	0,750	345,75	462,00	461,00	0,002581	88,80703	0,46249823	0,9249965	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	13,993	3,418	29,014	0,004	
2	0,4	7,6	0,750	345,75	462,00	461,00	0,002725	88,74077	0,46249792	0,9249958	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	14,228	3,653	10,338	0,004	
3	0,4	8	0,750	345,75	462,00	461,00	0,002868	88,67452	0,46249758	0,9249952	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	14,464	3,889	6,603	0,004	
4	0,4	8,4	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003011	88,60827	0,46249720	0,9249944	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	14,700	4,125	5,002	0,003	
5	0,4	8,8	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003154	88,54203	0,46249678	0,9249936	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	14,935	4,360	4,113	0,003	
6	0,4	9,2	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003298	88,47579	0,46249632	0,9249926	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	15,171	4,596	3,547	0,003	
7	0,4	9,6	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003441	88,40955	0,46249582	0,9249916	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	15,406	4,831	3,155	0,003	
8	0,4	10	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003584	88,34332	0,46249527	0,9249905	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	15,642	5,067	2,868	0,003	
9	0,4	10,4	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003727	88,27709	0,46249468	0,9249894	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	15,878	5,303	2,648	0,003	
10	0,4	10,8	0,750	345,75	462,00	461,00	0,003870	88,21087	0,46249404	0,9249881	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	16,113	5,538	2,474	0,003	
11	0,4	11,2	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004013	88,14465	0,46249336	0,9249867	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	16,349	5,774	2,334	0,003	
12	0,4	11,6	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004156	88,07843	0,46249262	0,9249852	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	16,584	6,009	2,218	0,003	
13	0,4	12	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004299	88,01222	0,46249183	0,9249837	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	16,820	6,245	2,121	0,003	
14	0,4	12,4	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004442	87,94602	0,46249099	0,9249820	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	17,055	6,481	2,038	0,003	
15	0,4	12,8	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004585	87,87982	0,46249009	0,9249802	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	17,291	6,716	1,966	0,003	
16	0,4	13,2	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004728	87,81363	0,46248913	0,9249783	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	17,527	6,952	1,904	0,003	
17	0,4	13,6	0,750	345,75	462,00	461,00	0,004871	87,74744	0,46248811	0,9249762	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	17,762	7,187	1,849	0,003	
																				0,054

Pemadatan ke-16	H timbunan ke 16=		0,5	m	ytim (t/m3) =		1,85	α_1	α_2	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	Cc	Cs	eo	σ'_o	$\Delta\sigma'_{16}$	$\sum_{\sigma}^i \Delta\sigma'$	σ'_c	OCR	Sc
	Htimbunan (m)	z (m)			B2 (m)	B1 (m)														
			m																	
1	0,4	7,7	0,750	345	461,00	460,00	0,002773	88,72144	0,46249783	0,9249957	0,879	0,176	1,878	0,118	0,925	14,918	3,418	29,014	0,003	
2	0,4	8,1	0,750	345	461,00	460,00	0,002916	88,65504	0,46249747	0,9249949	0,879	0,176	1,878	0,353	0,925	15,153	3,653	10,338	0,003	
3	0,4	8,5	0,750	345	461,00	460,00	0,003060	88,58865	0,46249708	0,9249942	0,879	0,176	1,878	0,589	0,925	15,389	3,889	6,603	0,003	
4	0,4	8,9	0,750	345	461,00	460,00	0,003204	88,52226	0,46249664	0,9249933	0,879	0,176	1,878	0,825	0,925	15,625	4,125	5,002	0,003	
5	0,4	9,3	0,750	345	461,00	460,00	0,003348	88,45588	0,46249617	0,9249923	0,879	0,176	1,878	1,060	0,925	15,860	4,360	4,113	0,003	
6	0,4	9,7	0,750	345	461,00	460,00	0,003492	88,3895	0,46249566	0,9249913	0,879	0,176	1,878	1,296	0,925	16,096	4,596	3,547	0,003	
7	0,4	10,1	0,750	345	461,00	460,00	0,003635	88,32312	0,46249510	0,9249902	0,879	0,176	1,878	1,531	0,925	16,331	4,831	3,155	0,003	
8	0,4	10,5	0,750	345	461,00	460,00	0,003779	88,25675	0,46249449	0,9249890	0,879	0,176	1,878	1,767	0,925	16,567	5,067	2,868	0,003	
9	0,4	10,9	0,750	345	461,00	460,00	0,003923	88,19039	0,46249384	0,9249877	0,879	0,176	1,878	2,003	0,925	16,803	5,303	2,648	0,003	
10	0,4	11,3	0,750	345	461,00	460,00	0,004066	88,12403	0,46249313	0,9249863	0,879	0,176	1,878	2,238	0,925	17,038	5,538	2,474	0,003	
11	0,4	11,7	0,750	345	461,00	460,00	0,004210	88,05767	0,46249238	0,9249848	0,879	0,176	1,878	2,474	0,925	17,274	5,774	2,334	0,003	
12	0,4	12,1	0,750	345	461,00	460,00	0,004354	87,99132	0,46249157	0,9249831	0,879	0,176	1,878	2,709	0,925	17,509	6,009	2,218	0,003	
13	0,4	12,5	0,750	345	461,00	460,00	0,004497	87,92497	0,46249071	0,9249814	0,879	0,176	1,878	2,945	0,925	17,745	6,245	2,121	0,003	
14	0,4	12,9	0,750	345	461,00	460,00	0,004641	87,85863	0,46248979	0,9249796	0,879	0,176	1,878	3,181	0,925	17,980	6,481	2,038	0,003	
15	0,4	13,3	0,750	345	461,00	460,00	0,004784	87,7923	0,46248881	0,9249776	0,879	0,176	1,878	3,416	0,925	18,216	6,716	1,966	0,003	
16	0,4	13,7	0,750	345	461,00	460,00	0,004928	87,72597	0,46248777	0,9249755	0,879	0,176	1,878	3,652	0,925	18,452	6,952	1,904	0,003	
17	0,4	14,1	0,750	345	461,00	460,00	0,005071	87,65965	0,46248667	0,9249733	0,879	0,176	1,878	3,887	0,925	18,687	7,187	1,849	0,003	
																				0,051

Lampiran 7 Perhitungan *Geotextile* Alternatif Tanpa PVD 2/3 Tanah Lunak

Jumlah(n)	Hi	Ti	tan θ	Cu	σ_v	Ka	σ_h	τ_1	τ_2	Le	Lo	Lr	L total	Jumlah lapis	ΔMR	ΔMR	
	m	m		kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m		kNm	komulatif	
1	3,2	13,46	0,577	0	59,2	0,577	34,179	34,179	8,530	2,117	1,000	16,387	40,000	2	1498,157	1498,157	
2	2,95	13,21	0,577	0	54,575	0,577	31,509	31,509	31,509	1,435	1,000	16,247	38,000	2	1470,33	2968,487	
3	2,70	12,96	0,577	0	49,95	0,577	28,839	28,839	28,839	1,568	1,000	16,096	38,000	2	1442,504	4410,991	
4	2,45	12,71	0,577	0	45,325	0,577	26,168	26,168	26,168	1,728	1,000	15,94	38,000	2	1414,678	5825,67	
5	2,20	12,46	0,577	0	40,7	0,577	23,498	23,498	23,498	1,924	1,000	15,776	38,000	2	1386,852	7212,522	
6	1,95	12,21	0,577	0	36,075	0,577	20,828	20,828	20,828	2,171	1,000	15,604	38,000	2	1359,026	8571,548	
7	1,70	11,96	0,577	0	31,45	0,577	18,158	18,158	18,158	2,490	1,000	15,427	38,000	2	1331,2	9902,748	
8	1,45	11,71	0,577	0	26,825	0,577	15,487	15,487	15,487	2,920	1,000	15,243	39,000	2	1303,374	11206,12	
9	1,20	11,46	0,577	0	22,2	0,577	12,817	12,817	12,817	3,528	1,000	15,0519	40,000	2	1275,548	12481,67	
10	0,95	11,21	0,577	0	17,575	0,577	10,147	10,147	10,147	4,456	1,000	14,855	41,000	2	1247,722	13729,39	
11	0,70	10,96	0,577	0	12,95	0,577	7,477	7,477	7,477	6,048	1,000	14,653	44,000	2	1219,896	14949,29	
12	0,45	10,71	0,577	0	8,325	0,577	4,806	4,806	4,806	9,408	1,000	14,444	25,000	1	596,0348	15545,32	
													Total	914,000			

Perhitungan *Geotextile* Alternatif PVD 1/3 Tanah Lunak

Jumlah(n)	Hi	Ti	tan θ	Cu	σ_v	Ka	σ_h	τ_1	τ_2	Le	Lo	Lr	L total	Jumlah lapis	ΔMR	ΔMR	
	m	m		kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m		kNm	komulatif	
1	8,0	11,57	0,577	0	148	0,577	85,448	85,448	11,560	0,932	1,000	17,858	40,000	2	1287,791	1287,791	
2	7,75	11,32	0,577	0	143,375	0,577	82,778	82,778	82,778	0,546	1,000	17,717	39,000	2	1259,965	2547,757	
3	7,50	11,07	0,577	0	138,75	0,577	80,107	80,107	80,107	0,564	1,000	17,567	39,000	2	1232,139	3779,896	
4	7,25	10,82	0,577	0	134,125	0,577	77,437	77,437	77,437	0,584	1,000	17,408	38,000	2	1204,313	4984,209	
5	7,00	10,57	0,577	0	129,5	0,577	74,767	74,767	74,767	0,605	1,000	17,241	38,000	2	1176,487	6160,696	
6	6,75	10,32	0,577	0	124,875	0,577	72,097	72,097	72,097	0,627	1,000	17,066	38,000	2	1148,661	7309,357	
7	6,50	10,07	0,577	0	120,25	0,577	69,426	69,426	69,426	0,651	1,000	16,883	38,000	2	1120,835	8430,191	
8	6,25	9,82	0,577	0	115,625	0,577	66,756	66,756	66,756	0,677	1,000	16,692	37,000	2	1093,009	9523,2	
9	6,00	9,57	0,577	0	111	0,577	64,086	64,086	64,086	0,706	1,000	16,495	37,000	2	1065,183	10588,38	
10	5,75	9,32	0,577	0	106,375	0,577	61,416	61,416	61,416	0,736	1,000	16,291	37,000	2	1037,357	11625,74	
11	5,50	9,07	0,577	0	101,75	0,577	58,745	58,745	58,745	0,770	1,000	16,079	36,000	2	1009,53	12635,27	
12	5,25	8,82	0,577	0	97,125	0,577	56,075	56,075	56,075	0,806	1,000	15,863	36,000	2	981,7043	13616,97	
13	5,00	8,57	0,577	0	92,5	0,577	53,405	53,405	53,405	0,847	1,000	15,639	35,000	2	953,8783	14570,85	
14	4,75	8,32	0,577	0	87,875	0,577	50,735	50,735	50,735	0,891	1,000	15,411	35,000	2	926,0522	15496,9	
													Total	523,000			

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 8 Perhitungan Biaya Alternatif Penawaran 2

Rekapitulasi H_{awal}

Variasi alternatif Pemakaian PVD	waktu pemakaian PVD t(bln)	Jarak dan pola pemasangan PVD	Settlement (m)		Sc sisa pada tahap PVD / tahap penimbunan waktu ke-t (m)	Hawal
			Dengan PVD	Tanpa PVD		
Sepanjang Tanah Lunak	6	1,2-triangle	2,4663	0	0	9,1
2/3 Tanah Lunak	6	1,3-triangle	2,007	0,4593	0,053483029	8,7
1/3 Tanah Lunak	6	1,3-triangle	1,1972	1,2691	0,12	8

Rekapitulasi Volume Timbunan

Variasi yang dilakukan	Luas Timbunan Awal (m ²)	Lebar (m)	Volume timbunan awal(m ³)	Luas Timbunan Overlay (m ²)	Volume Timbunan Overlay (m ²)
PVD full	6327,74	191	1193780	128611,4	0
Alternatif PVD 2/3 Tanah Lunak	6044,31	191	1140307	128611,4	52789
Alternatif PVD 1/3 Tanah Lunak	5549,043107	191	1046871	128611,4	143442,6544

Rekapitulasi Kebutuhan PVD

Variasi yang dilakukan	Luas Pemasangan PVD (m ²)	Luas Pemasangan 5 titik PVD (m ²)	Jumlah Titik PVD	Panjang PVD per	Panjang Total Kebutuhan PVD(m)
PVD full	133757,7674	2,4942	268142,6493	20,4	5470110,046
PVD 2/3 Tanah Lunak	133528,0855	2,9272	228084,2489	13,6	3101945,785
PVD 1/3 Tanah Lunak	133106,4778	2,9272	227364,0853	6,8	1546075,78

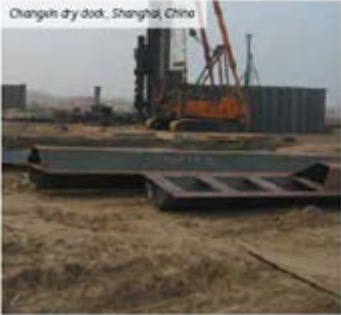

Rekapitulasi Harga

	PVD seluruh kedalaman tanah lunak	PVD sedalam 2/3 tanah lunak	PVD sedalam 1/3 tanah lunak	Tanpa PVD
Biaya Awal yang Harus Dikeluarkan	Rp 219.050.270.986,06	Rp 196.499.506.359,00	Rp 172.588.389.106,77	Rp 64.643.166.602,88
Biaya Overlay, Pada Tahun :				
2 tahun	-	-	-	Rp 13.131.157.837,99
5 tahun	-	-	-	Rp 13.131.125.946,86
6 tahun	-	-	Rp 13.122.141.595,18	-
11 tahun	-	-	-	Rp 13.130.787.698,07
18,5 tahun	-	-	Rp 13.126.877.556,02	Rp 13.122.529.480,93
28,5 tahun	-	-	-	Rp 13.128.881.791,71
42 tahun	-	-	Rp 13.119.807.522,27	-
43 tahun	-	-	-	Rp 13.128.067.469,11
69 tahun	-	-	-	Rp 13.129.482.192,23
95 tahun	-	Rp 15.199.358.782,49	-	-
100 tahun	-	-	Rp 11.572.338.385,76	-
150 tahun	-	-	-	Rp 11.757.871.863,91
Biaya Total	Rp 219.050.270.986,06	Rp 211.698.865.141,49	Rp 223.529.554.166,01	Rp 168.303.070.883,69

Lampiran 9 Brosur Spesifikasi Profil *Sheet Pile* yang Dipakai

Section	Width		Penetration	Sectional area	Total section	Mass ^a	Moment of inertia		Elastic section modulus		Min. radius of gyration	Coating area ^b
	k	h					YY	ZZ	YY	ZZ		
	mm	mm										
CUZ quadrangle box piles												
CAU 14-4	1222	1222	453	397	11150	211.6	692000	11225	41.7	4.02		
CAU 16-4	1225	1225	454	440	11182	245.0	770270	12575	41.8	4.02		
CAU 18-4	1258	1258	471	451	11226	254.0	800550	13140	42.8	4.20		
CAU 20-4	1261	1261	472	484	11271	287.6	910010	14400	42.9	4.20		
CAU 23-4	1262	1262	481	520	11877	406.4	978870	15510	43.4	4.30		
CAU 25-4	1268	1268	482	562	12020	441.6	1064970	16400	43.5	4.30		
CU quadrangle box piles												
CU 12-4	1025	1025	388	227	7562	264.4	294000	7690	34.2	3.26		
CU 12-10/10-4	1025	1025	388	315	7562	278.4	414800	8995	34.2	3.26		
CU 18-4	1095	1095	417	292	8271	307.6	507240	8270	36.0	3.61		
CU 22-4	1115	1115	432	429	8556	344.6	583000	10635	36.8	3.80		
CU 28-4	1120	1120	445	519	8788	407.2	725720	12955	37.4	3.83		
CU 32-4	1120	1120	440	582	8782	456.8	811100	14480	37.2	3.87		
CGU quadrangle box piles												
CGU 146-4	1081	1081	404	228	7987	257.1	408070	7385	35.4	3.57		
CGU 186-4	1095	1095	417	292	8271	307.6	507240	8270	36.0	3.65		
CGU 226-4	1115	1115	432	429	8556	344.6	583000	10635	36.8	3.80		
CGU 286-4	1120	1120	445	519	8788	407.2	725720	12955	37.4	3.83		
CGU 326-4	1120	1120	440	582	8782	456.8	811100	14480	37.2	3.87		

¹⁾ The mass of the welds is not taken into account.
²⁾ Outside surface, excluding inside of interlocks.

Box pile / 33

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 10 Brosur PVD Tipe CT 822

CeTeau-Drain CT-D822

Drain Body

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

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

Filter Jacket

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

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

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

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D822
Filter Jacket				
Grab Tensile Strength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	II	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4533	N	120
Pore Size	CL	ASTM D4751	µm	< 75
Permeability	R	ASTM D4491	m/s	> 1.0 x 10 ⁷
Assembled Drain				
Tensile Strength	F	ASTM D4695	kN	2.75
Elongation at break	E	ASTM D4695	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4695	kN	2.2
Elongation at 1 kN tensile strength	E	ASTM D4695	%	1.5
Discharge capacity at 100 kPa	Q ₁	ASTM D4716	m ³ /s	158 x 10 ⁻⁶
Discharge capacity at 150 kPa	Q ₂	ASTM D4716	m ³ /s	157 x 10 ⁻⁶
Discharge capacity at 200 kPa	Q ₃	ASTM D4716	m ³ /s	155 x 10 ⁻⁶
Discharge capacity at 250 kPa	Q ₄	ASTM D4716	m ³ /s	150 x 10 ⁻⁶
Discharge capacity at 300 kPa	Q ₅	ASTM D4716	m ³ /s	141 x 10 ⁻⁶
Discharge capacity at 350 kPa	Q ₆	ASTM D4716	m ³ /s	135 x 10 ⁻⁶

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

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

Agent & Distributor in Indonesia Area : PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SER Building, 1 Floor
Jl. Rongki Industri Raya No. 10 Surabaya 60259
Tel. 62-31-8475062 Fax. 62-31-8475063
Email : info@geosistem.id Website : www.geosistem.co.id




Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 11 Brosur Spesifikasi *Geotextile*

TenCate Polyfelt Geolon PET reinforcement fabrics

TenCate Polyfelt Geolon PET reinforcement fabrics are high-strength-woven-geosynthetics made from high-tenacity polyester filaments, specially designed to meet high, long-term load requirements.



TenCate Polyfelt Geolon PET reinforcement fabrics

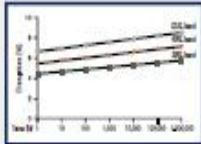
TECHNICAL DATA

Type of product	Woven multifilament yarn fabric									
	Raw material	High-tenacity polyester								
Mechanical properties	Unit									
Max. tensile strength	MD	110	175	175	220	320	440	600	800	1,100
	CD	100	160	160	200	300	400	500	600	800
Elongation at nominal strength	MD	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	CD	12	12	10	12	12	12	12	12	12
Tensile strength at 6% (20-100°C)	MD	90	150	150	200	300	400	500	600	800
Delivery dimensions	Unit									
Width	m	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Length	m	200	300	200	300	200	300	100	100	100

Product advantages and applications

The Geolon PET product range has been specially designed to meet the demands of reinforced soil structures with a planned service life over 100 years. Its excellent creep behaviour and resistance to damage during installation makes Geolon PET an extremely cost-efficient solution for soil reinforcement. The product portfolio includes an extensive selection of standard items with tensile strengths of 100 - 1000

kN/m in the machine direction and up to 200 kN/m in the cross direction. Production flexibility allows the development of customised products, designed to precisely meet project demands. The main area of application consists of embankments on weak soils, piles or over cavities. Geolon PET is particularly effective in underwater applications, as it sinks and thus makes installation considerably easier.



Creep elongation of Geolon PET at various loads

Applications

- Reinforced slope embankments
- Retaining wall and embankments
- Retaining construction
- Soil construction
- Drainage

The advantages of Geolon PET at a glance:

- Optimum tension/elongation behaviour
- Limited creep
- Extensive range of standard products from stock, special products up to 1,200 kN/m, on request
- Supply on steel cores ensuring easy, risk-free installation

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 12 Edaran Ongkos Pindah Peti Kemas



TABEL TARIF PELAYANAN JASA PENJUMPUKAN PETIKEKAS DAN GERAKAN LAPANGAN INTERNASIONAL DI PT. TERMINAL PETIKEKAS SURABAYA (PT. TPS) BERLAKU EFEKTIF : 1 MARET 2015 PUKUL 00.01 WIB.

LAHIRAN B : SURAT EDARAN DIREKSI
PT. TERMINAL PETIKEKAS SURABAYA
NOMOR : **02/SE/PT-4.05/TPS-2015**
TANGGAL : **20 JAN 2015**

G.	URAIAN	MASA	SEMI CONTAINER						BARANG BERBAHAYA (Dangerous Goods)				DR. CL. OR. REEFER			UNCONTAINERIZED				CHASSIS	
			FULL		EMPTY																
			39'	45'	45'	39'	45'	45'	39'	45'	39'	45'	45'	< 25 TON	25 TO 35 TON	> 35 TON	39'	45'	39'	45'	
	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)	(Rp.)		
1	PENJUMPUKAN PETIKEKAS	Masa 1 (1 - 3)	38.000	53.000	81.000	17.800	35.900	43.200	75.000	148.000	175.000	83.000	126.000	187.000	81.000	139.000	182.000	25.000	82.000		
		Masa 2 (4 - 8)	67.000	115.000	218.250	43.750	87.000	109.475	174.000	340.000	437.000	181.000	274.000	395.750	187.000	316.000	395.750	65.000	157.000		
		Masa 3 (9 - 15)	170.000	305.000	402.000	87.000	175.000	219.750	380.000	780.000	979.000	316.000	533.000	787.000	278.000	530.000	787.000	137.000	290.000		
		Masa 4 (16 - 44)	282.000	508.000	694.250	133.250	282.000	335.125	515.000	1.050.000	1.312.000	472.000	784.000	1.131.250	472.000	845.000	1.131.250	198.000	392.000		
2	LIFT ON / LIFT OFF / DACK	-	518.000	524.000	608.000	708.000	740.000	303.000	216.000	339.000	405.000	70	118.000	334.000	404.000						
		-											70	448.000	972.000	1.218.000	848.000	872.000	1.218.000		
3	BERAHAN CISTNA K. TAMPAL ALAT KEHUSUS & DEMISAN ALAT KEHUSUS	-	803.000	174.000	951.000	275.000	437.000	811.000	813.000	704.000	762.000	70	820.000	784.000	305.000						
		-											70	1.287.000	3.089.000	3.209.000	1.387.000	2.889.000	2.884.000		
4	PENGALIHAN BELAK	-	553.000	784.000	840.000	376.000	412.000	511.000	823.000	704.000	394.000	70	511.000	784.000	802.000						
		-											3024	1.287.000	3.089.000	3.209.000	1.387.000	2.889.000	2.884.000		
5	DAMPIL LUBRIK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	204.000	316.000	374.000							
		-											70	184.000	288.000	308.000					
6	MONITORING	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	59.000	80.000	96.000							
		-											70	48.000	66.000	88.000					
7	STRIPPING	-	300.000	403.000	403.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-				280.000	429.000	483.000													
8	STRIPPING	-	-	-	-	280.000	429.000	483.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-																			
9	REKULASE	-	91.000	114.000	143.000	68.000	88.000	109.500	31.000	126.000	161.000	81.000	134.000	181.000	247.000	321.000	484.000				
		-																			
10	CATER BRANDE (L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-																			
11	DERRATA	-	96.718	83.000	93.989	26.250	37.000	37.000	88.000	103.000	125.000	-	-	-	129.000	191.000	286.000				
		-																			
12	PERBAKALAN STAGE K. DEK PETIKEKAS & PENYALOKAN/UMMET (KAMPUS)	-	10.000	15.000	15.000	16.000	15.000	16.000	13.000	14.000	14.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
		-																			
13	WISIKENY (DOLBER)	-	80.000	80.000	80.000	26.000	26.000	26.000	32.000	32.000	32.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	
		-																			
14	CLOSING	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CARRIED	-	780.000	1.000.000	1.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	DOCUMENT	-	800.000	1.000.000	750.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 13 Ongkos Bongkar Pasang Paving Blok Menurut HSPK Surabaya Tahun 2015

24.08.01.06	Kanstin BDCM 21.5		m		
	Bahan/Material:				
20.01.01.02.02.F	Semen PC 50 Kg	0.04544	Zak	66,000.00	2,999.04
20.01.01.04.03.F	Pasir Pasang/Plester	0.0054	M3	168,400.00	909.36
20.01.01.29.01.F	Kanstin BDCM 21.5 m	5	Buah	14,000.00	70,000.00
				Jumlah:	73,908.40
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.001	Orang Hari	120,000.00	120.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.025	Orang Hari	110,000.00	2,750.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.05	Orang Hari	105,000.00	5,250.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.05	Orang Hari	99,000.00	4,950.00
				Jumlah:	13,070.00
				Nilai HSPK:	86,978.40
24.08.01.12	Pembongkaran Paving Dipakai Kembali		m2		
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.02	Orang Hari	120,000.00	2,400.00
23.02.04.01.05.F	Tenaga Kasar	0.04	Orang Hari	99,000.00	3,960.00
				Nilai HSPK:	6,360.00

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 14 Harga Sirtu Menurut HSPK Surabaya Tahun 2015

20.01.01.05.07.06.F	Kapur Pasang	0.248	M3	92,900.00	23,039.20
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.08	Orang Hari	120,000.00	9,600.00
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0.04	Orang Hari	110,000.00	4,400.00
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.4	Orang Hari	105,000.00	42,000.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.8	Orang Hari	99,000.00	79,200.00
				Jumlah:	135,200.00
				Nilai HSPK :	302,203.20
24.01.02.18	Tanah Urug Katel		m3		
	Bahan:				
20.01.01.04.08.F	Tanah Katel	1.2	M3	116,100.00	139,320.00
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	Orang Hari	120,000.00	3,000.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.25	Orang Hari	99,000.00	24,750.00
				Jumlah:	27,750.00
				Nilai HSPK :	167,070.00
24.01.02.19	Pengurangan urug dengan Pemadatan Menggunakan Alat Berat		m3		
	Bahan:				
20.01.01.04.05.F	Sirtu	1.2	M3	156,000.00	187,200.00
	Upah:				
23.02.05.09.04.02.F	Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	0.012	Hari	503,200.00	6,038.40
23.02.05.09.04.04.F	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.088	jam	66,100.00	5,816.80
23.02.05.11.01.01.F	Sewa Excavator 6m3	0.022	jam	132,200.00	2,908.40
23.02.05.11.06.03.F	Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5 jam	0.004	jam	223,700.00	894.80
23.02.05.11.06.07.F	Sewa Motor Grader 225 - 140 pk Min 5 jam	0.008	jam	279,600.00	2,236.80
23.02.05.11.08.01.F	Sewa Vibrator Roller Min 5 jam	0.012	jam	137,300.00	1,647.60
				Jumlah:	19,542.80
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.021	Orang Hari	120,000.00	2,520.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.25	Orang Hari	99,000.00	24,750.00
				Jumlah:	27,270.00
				Nilai HSPK :	234,012.80
24.01.02.20	Pengerukan Saluran (manual)		m3		
	Bahan:				
20.01.01.38.01.F	Glanging 25 kg (isi 150 kg sedimen)	12	Lembar	2,150.00	25,800.00
	Upah:				
23.02.05.09.04.01.F	Sewa Truk Kelas 3 Dalam Kota	0.01	Hari	778,500.00	7,785.00
	Upah:				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.04	Orang Hari	120,000.00	4,800.00
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.4	Orang Hari	99,000.00	39,600.00
				Jumlah:	44,400.00
				Nilai HSPK :	77,985.00
24.01.02.21	Pengurangan Pasir Untuk Paving		m3		
	Bahan :				
20.01.01.04.01.F	Pasir Urug	1.2	M3	143,500.00	172,200.00
				Jumlah:	172,200.00

Halaman ini sengaja dikosongkan