



TUGAS AKHIR – RC18-4803

**PERENCANAAN RESTORASI PENGEMBALIAN  
GARIS PANTAI PADA KILANG PETROKIMIA  
RU-VI PERTAMINA BALONGAN**

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 0311154000051

Dosen Pembimbing I:  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II:  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019





TUGAS AKHIR – RC18-4803

**PERENCANAAN RESTORASI PENGEMBALIAN  
GARIS PANTAI PADA KILANG PETROKIMIA RU-VI  
PERTAMINA BALONGAN**

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 03111540000051

Dosen Pembimbing I:  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II:  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



FINAL PROJECT – RC18-4803

**RESTORATION PLANNING FOR BEACH  
RESTORATION IN RU-VI PERTAMINA  
PETROCHEMICAL REFINERY BALONGAN**

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 0311154000051

Dosen Pembimbing I:  
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Dosen Pembimbing II:  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering, Environmental, and Geo  
Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



**PERENCANAAN RESTORASI PENGEMBALIAN  
GARIS PANTAI PADA KILANG PETROKIMIA RU-  
VI PERTAMINA BALONGAN**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh:

**MADE ADHITYA YASA**

Nrp. 0311154000005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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



**SURABAYA  
JULI, 2019**



# **PERENCANAAN RESTORASI PENGEMBALIAN GARIS PANTAI PADA KILANG PETROKIMIA RU- VI PERTAMINA BALONGAN**

Nama Mahasiswa : Made Adhitya Yasa  
NRP : 0311154000051  
Jurusan : Departemen Teknik Sipil FTSLK - ITS  
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT

## **ABSTRAK**

*Minyak dan gas bumi merupakan komoditas vital yang memegang peranan penting dalam penyediaan bahan baku industri, pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri, dan penghasil devisa negara. Kebutuhan energi Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk yang menyebabkan terjadinya selisih antara produksi dengan konsumsi yang cukup tinggi. Untuk menutupi selisih antara produksi dengan konsumsi bahan bakar minyak agar tidak dilakukan impor, maka pemerintah membangun kilang minyak yang salah satunya di bangun di Kecamatan Balongan. Kecamatan Balongan dipilih sebagai tempat pembuatan kilang minyak dikarenakan fasilitas-fasilitas yang terdapat di sekitarnya sangat mudah untuk didapatkan. Kilang minyak yang di Balongan namun belum dapat memenuhi kebutuhan bahan baku minyak yang ada sehingga PT. Pertamina berencana untuk membangun kilang petrokimia guna pemanfaatan minyak mentah lebih efisien dan efektif. Mengingat PT. Pertamina berencana membangun kilang petrokimia di Balongan namun tidak cukupnya lahan untuk kilang petrokimia tersebut, maka diperlukannya reklamasi pantai yang ada di kilang minyak tersebut. Perencanaan kilang petrokimia sendiri membutuhkan sekitar 250-300 Ha dengan permasalahan geoteknik yang perlu dikaji. Kondisi tanah pada area perencanaan reklamasi di*

*dominasi oleh tanah lempung berlanau. Dalam pelaksanaannya juga diperlukan adanya perencanaan shore protection guna untuk melindungi bangunan sekitarnya dari gelombang maupun arus air laut, juga diperlukan turap untuk timbunan reklamasi serta perencanaan jalan inspeksi pada kilang petrokimia tersebut.*

*Pada tugas akhir ini akan merencanakan timbunan reklamasi dan struktur perkuatannya serta shore protection pada kilang petrokimia tersebut dengan kondisi tanah yang ada. Perencanaan dimulai dengan menghitung Hinisial yang nantinya akan digunakan untuk merencanakan pemampatan serta perkuatannya. Perkuatan yang digunakan untuk timbunan pada tugas akhir ini adalah micropile dengan jumlah dan panjang berbeda di setiap zonasinya sedangkan pada sisi memanjang dari timbunan menggunakan turap jenis pipe steel sheet pile sekaligus untuk shore protection, untuk shore protection yang digunakan pada sisi melintang dari timbunan adalah armour layer. Pada tugas akhir ini juga merencanakan jalan inspeksi dengan saluran drainase di bawahnya pada kilang petrokimia tersebut.*

*Hasil dari perencanaan restorasi ini didapatkan tinggi timbunan rencana yang berbeda di setiap elevasi seabednya yaitu 5.158 m, 5.921 m, dan 6.661 m dengan penggunaan PVD untuk mempercepat pemampatan dengan jarak 1.1 m dan 1.2, serta perkuatan yang digunakan pada masing-masing timbunan berupa micropile dengan ukuran 20x20 sedalam 10m. Shore protection yang digunakan untuk timbunan sisi 800m menggunakan armour layer dan pada sisi 2550 m menggunakan steel pipe pile dengan diameter 406,6 mm.*

*Pada tugas akhir ini juga direncanakan perkerasan jalan inspeksi yang akan melalui sepanjang saluran pembuang setebal 650 mm dan box culvert untuk penyebrangan pada saluran pembuang dengan ukuran 2560 mm x 1960 mm.*

***Kata Kunci : Perkuatan Tanah, Shore Protection, Armour Layer, Jalan Inspeksi, Drainase***

# **RESTORATION PLANNING FOR BEACH RESTORATION IN RU-VI PERTAMINA PETROCHEMICAL REFINERY BALONGAN**

Student Name : Made Adhitya Yasa  
NRP : 0311154000051  
Subcjet : Departement of Civil Engineering  
FTSLK - ITS  
Academic Advisor 1 : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi  
Academic Advisor 2 : Dr. Yudhi Lastiasih, ST, MT

## **ABSTRACT**

*Oil and gas is a vital commodity that plays an important role in providing industrial raw materials, meeting domestic energy needs, and producing foreign exchange. Indonesia's energy needs from year to year have increased along with the increase in economic growth and the number of population which caused the difference between production and consumption which is quite high. To cover the difference between production and consumption of fuel oil so as not to be imported, the government built an oil refinery, one of which was built in the District of Balongan. Balongan Subdistrict was chosen as the place for making oil refineries because the facilities around it were very easy to get. The oil refinery in Balongan, but has not been able to meet the needs of the existing oil raw material, so PT. Pertamina plans to build a petrochemical refinery to use crude oil more efficiently and effectively. Given that PT. Pertamina plans to build a petrochemical refinery in Balongan, but there is not enough land for the petrochemical refinery, so the beach reclamation is needed at the refinery. Petrochemical refinery planning alone requires around 250-300 ha with geotechnical problems that need to be assessed. Soil conditions in the reclamation planning area are dominated by silt clay. In its implementation, there is also a need for shore protection planning to protect the surrounding buildings*

*from waves and seawater flows, also required plaster for reclamation piles and inspection road planning at the petrochemical refinery.*

*The results of this final project are different heaps of plans at each seabed elevation of 5,158 m, 5,921 m and 6,661 m with the use of PVD to accelerate compression with a distance of 1.1 m and 1.2, and the reinforcement used for each heap was micropile with size of 20x20 cm as deep as 10m. Shore protection used for 800m side piles uses armor layer and on 2550 m side uses steel pipe pile with a diameter of 406.6 mm.*

*In this final project also planned an inspection pavement with 650 mm thick that will pass along drainage canal and box culvert for crossing the drainage canal with a size of 2560 mm x 1960 mm.*

***Key Words : Reinforcement, Shore Protection, Armour Layer, Inspection Road, Drainage***

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kekuatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Lintas Jalur Strata I Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tersusunnya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
2. Ibu Yudhi Lastiasih ST. MT.
3. Kedua orang tua penulis
4. Rekan-rekan mahasiswa

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Lingkup Pekerjaan.....	6
1.4. Batasan Masalah .....	6
1.5. Tujuan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1. Perencanaan Reklamasi .....	9
2.1.1. Material Reklamasi.....	9
2.1.2. Pemampatan	10
2.1.3. Parameter dan Distribusi Tekanan Tanah.....	13
2.2. Perhitungan Tinggi Timbunan.....	15
2.3. Waktu Pemampatan Tanah.....	16
2.3.1. Waktu Pemampatan.....	16
2.3.2. Percepatan Waktu Pemampatan .....	18
2.4. Timbunan Bertahap .....	24
2.5. Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar .....	24
2.5.1. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap.....	25
2.6. Cerucuk.....	26
2.7. <i>Shore Protection</i> .....	31
2.7.1. Dimensi Pemecah Gelombang.....	32

2.7.2.	Lebar Kepala Pemecah Gelombang.....	34
2.7.3.	Dimensi Batu .....	35
2.7.4.	Tebal Lapisan .....	35
2.7.5.	Jumlah Butir Batu .....	36
2.8.	Tekanan Tanah Lateral .....	37
2.9.	Turap.....	40
2.9.1	Definisi Turap .....	40
2.9.2	Tipe-tipe Dinding Turap.....	40
2.10.	Perkerasan lentur.....	44
2.10.1.	Komponen Struktur Perkerasan Lentur .....	44
2.10.2.	Material Perkerasan Lentur .....	46
2.11.	Konstruksi <i>Box Culvert</i> .....	54
2.11.1	Perhitungan Pembebanan Pada Konstruksi <i>Box Culvert</i> .....	55
2.11.2	Perhitungan Tulangan <i>Box Culvert</i> .....	57
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>59</b>
3.1.	Bagan Alir .....	59
3.2.	Penjelasan Mengenai Gambar 3.1 Mengenai Bagan Alir Tugas Akhir.....	61
<b>BAB IV ANALISIS DATA .....</b>		<b>65</b>
4.1.	Data Perencanaan.....	65
4.1.1.	Analisis Data Gelombang.....	65
4.1.2.	Analisis Geoteknik Tanah Dasar.....	69
4.1.3.	Rekapan Parameter Tanah Untuk Perhitungan..	79
4.2.	Data Material Timbunan.....	83
4.3	Data untuk Desain dan Analisis.....	84
<b>BAB V PERENCANAAN TIMBUNAN DAN SHORE PROTECTION.....</b>		<b>87</b>
5.1	Perencanaan Timbunan Preloading .....	87
5.2	Perhitungan Besar Pemampatan Tanah Dasar .....	88

5.3	Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinisial) dan Tinggi Timbunan Akhir (Hfinal).....	90
5.4	Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD .....	92
5.5	Perencanaan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD) untuk mempercepat pemampatan.....	93
5.6	Perencanaan Timbunan Bertahap .....	99
5.7	Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar ....	101
5.8	Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap... ..	103
5.9	Hasil Analisis XSTABL .....	108
5.10	Perencanaan <i>Micropile</i> .....	110
5.11	Perencanaan Turap / Soldier Pile .....	113
5.12	Perencanaan Shore Protection ( <i>Armour Layer</i> ) .....	120

**BAB VI PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR DENGAN BOX CULVERT DI BAWAHNYA..... 123**

6.1	Menentukan Umur Rencana .....	123
6.2	Menentukan nilai ESA 4 dan ESA 5 sesuai umur rencana.....	123
6.3	Menentukan Tipe Perkerasan.....	124
6.4	Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan .....	124
6.5	Menentukan Struktur Perkerasan Yang Memenuhi Syarat .....	124
6.6	Perencanaan <i>Box Culvert</i> .....	126

**BAB VII KESIMPULAN..... 135**

7.1	Kesimpulan.....	135
-----	-----------------	-----

**BIODATA PENULIS.....210**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Jumlah Kebutuhan dan Produksi Minyak Bumi di Indonesia .....	2
Gambar 1.2 Peta Lokasi Balongan-Jakarta .....	3
Gambar 1.3 Peta Lokasi Kilang Minyak RU-VI Pertamina Balongan.....	3
Gambar 1.4 General Layout RU-VI Pertamina Balongan.....	5
Gambar 2.1 Diagram Pengaruh Tegangan Tanah Akibat Timbunan .....	14
Gambar 2.2 Kedudukan Timbunan Saat Mengalami Pemampatan .....	15
Gambar 2.3 Sketsa <i>Vertical Drain</i> di Bawah Timbunan.....	19
Gambar 2.4 Pola Pemasangan PVD .....	20
Gambar 2.5 Diameter Lingkaran Ekuivalen Untuk PVD.....	20
Gambar 2.6 Timbunan Diletakkan Secara Bertahap .....	24
Gambar 2.7 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk .....	26
Gambar 2.8 Grafik Nilai $f$ .....	27
Gambar 2.9 Grafik Nilai $F_m$ .....	29
Gambar 2.10 Jenis Tekanan Tanah Berdasarkan Pergerakan Dinding .....	38
Gambar 2.10 Dinding Turap Kantilever.....	41
Gambar 2.11 Dinding Turap Diangker.....	42
Gambar 2.12 Dinding Turap dengan Landasan ( <i>Platform</i> ).....	43
Gambar 2.13 Bendungan Elak Seluler ( <i>Cofferdam</i> ).....	43
Gambar 2.14 Komponen Struktur Pekerasan Lentur .....	44

Gambar 2.15 Penyebaran Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan.....	45
Gambar 2.16 Perkerasan Tanpa Penutup Beraspal dan Lapis Permukaan Beraspal Tipis .....	54
Gambar 2.17 Kombinasi Beban (Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,5 m) .....	55
Gambar 2.18 Kombinasi Beban (Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,5 m) .....	55
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	59
Gambar 3.1 Diagram Alir (Lanjutan) .....	60
Gambar 3.1 Diagram Alir (Lanjutan) .....	61
Gambar 4.1 Data Bor Log BSP 1 .....	69
Gambar 4.2 Data Bor Log BSP 2 .....	70
Gambar 4.3 Data Bor Log BSP 3 .....	71
Gambar 5.2 Perbandingan H Final dan Sc pada Zona 1.....	92
Gambar 5.3 Hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata pada pemasangan pola segitiga.....	95
Gambar 5.4 Grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata pada pemasangan pola segiempat.....	98
Gambar 5.5 Hkritis vs SF Timbunan Zona 1.....	100
Gambar 5.6 Grafik Settlement Akibat Beban Bertahap .....	107
Gambar 5.7 Ilustrasi Hasil Analisis XSTABL Bidang Longsor Timbunan Pada Zona 1.....	109
Gambar 5.8 Spesifikasi <i>Micropile</i> .....	110
Gambar 5.9 Sketsa Turap .....	113
Gambar 6.1 Tebal Minimum Perlu Perkerasan Jalan .....	125

Gambar 6.2 Dimensi *Box Culvert* ..... 126

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <b>KD</b> untuk menentukan berat <i>armor</i> .....	33
Tabel 2.2 Hubungan antara nilai $H/HD$ dan presentasi kerusakan untuk dua tipe <i>armor</i> . .....	34
Tabel 2.3 Koefisien Lapis .....	35
Tabel 2.4 Nilai $K_0$ Untuk Berbagai Tipe Unit <i>Armor</i> . .....	36
Tabel 2.5 Faktor Distribusi Lajur (DL) .....	48
Tabel 2.6 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru .....	49
Tabel 2.7 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga ....	50
Tabel 2.8 Tebal Pondasi Minimum .....	52
Tabel 2.9 Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB .....	52
Tabel 2.10 Desain Perkerasan Lentur-Aspal Dengan Lapis Fondasi Berbutir .....	53
Tabel 2.11 Desain Perkerasan Lentur-Dengan HRS .....	53
Tabel 2.12 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri .....	56
Tabel 2.13 Faktor Beban Untuk Beban Mati.....	57
Tambahan .....	57
Tabel 2.14 Faktor Beban Akibat Beban Lajur “D” .....	57
Tabel 2.15 Faktor Beban Akibat Beban Lajur “T” .....	57
Tabel 4.1 Tinggi Gelombang Rencana.....	65
Tabel 4.2 Tinggi Gelombang Rencana (Lanjutan) .....	66
Tabel 4.3 Tinggi Gelombang Berdasarkan Periode Ulang.....	67
Tabel 4.3 Parameter Tanah Dasar BSP 1 .....	73

Tabel 4.4 Parameter Tanah Dasar BSP 2 .....	75
Tabel 4.5 Parameter Tanah Dasar BSP .....	77
Tabel 4.6 Rekapitulasi Parameter Tanah Dasar.....	79
Tabel 4.7 Tinggi Timbunan Rencana Setiap STA.....	83
Tabel 5.1 Variasi Tinggi dan Beban Timbunan .....	88
Tabel 5.2 Rekapitulasi perhitungan H <sub>inisial</sub> , H <sub>final</sub> , dan S <sub>c</sub> pada Alternatif PVD Penuh di Zona 1 .....	91
Tabel 5.3 Rekapitulasi pola pemasangan ,jarak, dan waktu pemampatan PVD.....	99
Tabel 5.4 Hasil Analisis H <sub>kritis</sub> dengan XSTABL .....	100
Tabel 5.5 Pemampatan bertahap pada Zona 1 .....	105
Tabel 5.6 Hasil analisis XSTABL Zona 1 dengan PVD sedalam kedalaman tanah lunak .....	109
Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien tekanan tanah .....	114
Tabel 5.8 Perhitungan Tegangan Vertikal .....	115
Tabel 5.9 Perhitungan Tegangan Horizontal .....	116
Tabel 5.10 Perhitungan Gaya dan Momen Aktif.....	116
Tabel 5.11 Perhitungan Gaya dan Momen Pasif .....	117
Tabel 6.1 Nilai VDF 4 dan VDF 5 Kendaraan Niaga.....	123
Tabel 6.2 Desain Perkerasan FF1 .....	124
Tabel 6.3 Dimensi <i>Box Culvert</i> .....	126
Tabel 6.4 Struktur Bahan <i>Box Culvert</i> .....	127
Tabel 6.5 Kombinasi Gaya Geser Ultimate.....	130
Tabel 6.6 Kombinasi Gaya Momen Ultimate.....	130

# **BAB I**

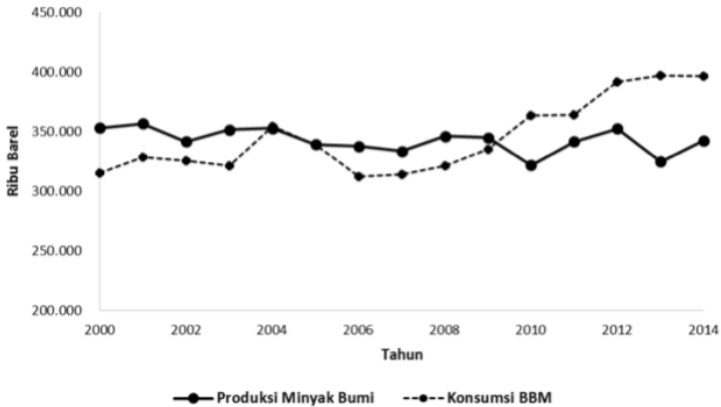
## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Minyak dan gas bumi merupakan komoditas vital yang memegang peranan penting dalam penyediaan bahan baku industri, pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri, dan penghasil devisa negara. Dalam pemenuhan energi dalam negeri, minyak dan gas bumi masih memiliki peranan terbesar dilihat dari komposisi energi final. Meskipun saat ini banyak negara yang memiliki potensi akan energi terbarukan namun sumber energi terbarukan hanya berkontribusi sedikit pada total suplai energi primer dunia dan kebutuhan minyak di dunia tidak dapat dipungkiri. Bahan bakar fosil tetap menjadi sumber energi paling utama dengan minyak berkontribusi 33%, batubara 28% dan gas alam 23% dari total sumber energi berdasarkan data dari IMF.

Kebutuhan energi Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Sementara cadangan energi tidak terbarukan, seperti minyak bumi, gas bumi, dan batu bara semakin menipis. Berdasarkan Rencana Strategis (Renstra) Kementerian ESDM Tahun 2015–2019, cadangan minyak bumi Indonesia sebesar 3,6 miliar barel diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang. Tiap tahunnya dari cadangan minyak bumi dapat diproduksi sebesar 276,92 juta barel per tahun sampai 13 tahun mendatang, sementara konsumsi BBM tahun 2014 sebesar 396,21 juta barel. Secara skematis perbedaan konsumsi dan produksi BBM di Indonesia dari tahun 2000 sampai 2014 dapat dilihat pada Gambar 1.1. Untuk menutupi selisih sebesar 119,29 juta barel, pemerintah melakukan impor BBM dan minyak mentah. Kegiatan impor BBM dan minyak mentah ini berdampak negatif bagi perekonomian di Indonesia, sehingga dibutuhkan kilang minyak yang nantinya dapat memproduksi dan dapat menutupi selisih antara konsumsi dan produksi BBM yang ada di Indonesia.

Salah satu kilang minyak yang akan ditingkatkan produksinya adalah kilang minyak di Balongan.



**Gambar 1.1.** Grafik Jumlah Kebutuhan dan Produksi Minyak Bumi di Indonesia  
(Sumber : KESDM, 2015)

Balongan merupakan sebuah kecamatan yang berada di Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Kecamatan Balongan sendiri terletak di Utara Pulau Jawa berdekatan dengan DKI Jakarta sebagai ibu kota dimana pusat pemerintahan dan pusat perdagangan bertempat. Peta lokasi Kecamatan Balongan dapat dilihat pada Gambar 1.2. Di daerah ini terdapat stasiun pengumpul minyak mentah yang dapat dilihat secara detail pada Gambar 1.3. Kilang Minyak RU-VI Pertamina Balongan ini berfungsi sebagai pengelola minyak serta Depot Balongan yang menampung minyak hasil olahan sebelum disalurkan ke konsumen di Jawa Barat dan Jakarta.



**Gambar 1.2** Peta Lokasi Balongan-Jakarta  
(Sumber : Google Earth)



**Gambar 1.3** Peta Lokasi Kilang Minyak RU-VI Pertamina  
Balongan  
(Sumber : PT. Pertamina)

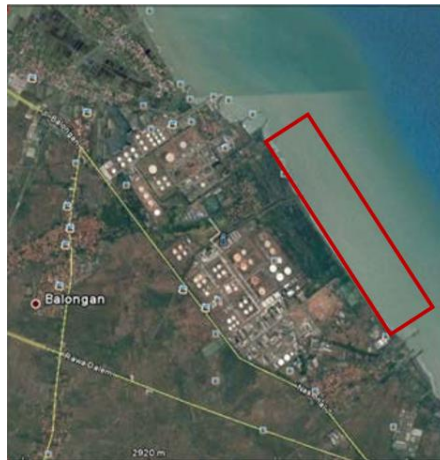
Kecamatan Balongan dipilih sebagai daerah strategis untuk perencanaan kilang minyak di Indonesia. Kondisi strategis tersebut berdasarkan beberapa faktor yaitu; bahan baku, air,

transportasi, dan tenaga kerja. Lokasi Balongan sendiri relatif dekat dengan konsumen terbesar di Indonesia yaitu Pulau Jawa dengan konsumsi bahan bakar 65% dari kebutuhan nasional dan 80% dari kebutuhan Jakarta. Di Balongan sendiri sudah terdapat Depot Unit Pembekalan dan Pemasaran Dalam Negeri (UPPDN) III dan terminal Unit Eksplorasi dan Produksi (UEP) III ditambah adanya *Convention Buoy Mooring* dan *Single Buoy Mooring* yang nantinya akan mempermudah pekerjaan selanjutnya. Selain itu pemilihan Kecamatan Balongan sebagai kilang minyak dikarenakan dekat dengan sumber gas alam (UEP III), begitu juga dengan prasarana lengkap yang ada, serta harga tanah murah dikarenakan lahan yang digunakan adalah bekas sawah. Semua kondisi ini menjadikan Balongan sebagai lokasi yang tepat untuk pembuatan kilang minyak.

PT. Pertamina berusaha supaya pemanfaatan minyak mentah lebih efektif dan efisien dengan cara membangun kerjasama dengan industri petrokimia untuk membuat fasilitas kilang petrokimia. Industri petrokimia yaitu industri yang mengaitkan produk-produk industri minyak bumi yang ada, dengan kebutuhan masyarakat akan bahan kimia atau bahan konsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Jadi, ketika konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) menurun, minyak mentah itu akan diolah untuk petrokimia sehingga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Mengingat PT Pertamina yang berencana untuk membangun fasilitas kilang petrokimia namun lahan di Balongan sudah tidak cukup dan berada di tepi pantai maka harus dilakukan reklamasi pantai yang ada di dekat kilang minyak.

Perencanaan area reklamasi untuk kilang petrokimia yang direncanakan ini membutuhkan lahan yang cukup luas dengan permasalahan geoteknik yang perlu dikaji. Untuk layout area RU-VI Pertamina Balongan yang ingin dilakukan restorasi dapat dilihat pada Gambar 1.4. Pembangunan kilang petrokimia dilahan reklamasi banyak memiliki permasalahan tersendiri, baik permasalahan *offshore* maupun *onshore*. Permasalahan geoteknik yang umum terjadi yaitu; stabilitas timbunan yang rendah,

penurunan konsolidasi yang besar dalam waktu yang panjang, abrasi, dan pencemaran lingkungan (laut) sekitar. Jenis tanah sekitar yang di uji didominasi oleh tanah lanau. Material yang digunakan untuk reklamasi pada perencanaan ini adalah sirtu. Dengan material timbunan reklamasi digunakan dominan adalah sirtu, dengan begitu kemungkinan terjadinya likuifaksi hampir tidak ada. Di lahan reklamasi itu juga akan dibangun jalan inspeksi, untuk itu semua perlu adanya perencanaan yang benar mengenai perkuatan tanah dan saluran drainase di bawah jalan inspeksi.



**Gambar 1.4** General Layout RU-VI Pertamina Balongan  
(Sumber : PT. Pertamina)

Untuk itu hasil dari tugas akhir ini adalah mendapatkan perencanaan restorasi dan *shore protection* serta perencanaan lapisan pondasi untuk jalan inspeksi dengan *box culvert* di bawahnya pada Kilang Minyak RU-VI Pertamina Balongan dengan permasalahan-permasalahan yang ada dari lokasi tersebut. Diharapkan tugas akhir ini dapat menjadi acuan dalam pengerjaan-pengerjaan lain nantinya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Secara umum berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan :

1. Bagaimana kondisi tanah di area restorasi ?
2. Bagaimana perencanaan timbunan untuk area restorasi?
3. Bagaimana perencanaan PVD pada area restorasi ?
4. Bagaimana perencanaan *shore protection* pada area restorasi ?
5. Bagaimana perencanaan lapisan pondasi untuk jalan inspeksi ?
6. Bagaimana perencanaan *box culvert* di bawah jalan inspeksi ?

## 1.3. Lingkup Pekerjaan

1. Perencanaan *shore protection*
2. Perencanaan timbunan reklamasi
3. Perencanaan perbaikan tanah
4. Perencanaan perkuatan timbunan
5. Perencanaan lapisan pondasi untuk jalan inspeksi
6. Perencanaan perkerasan jalan inspeksi
7. Perencanaan *box culvert*
8. Menghitung *Bill of Quantity*

## 1.4. Batasan Masalah

1. Tidak mengevaluasi *lay-out* dan Fasilitas pelabuhan
2. Tidak menghitung efektivitas dari alat-alat yang digunakan
3. Tidak menghitung waktu pelaksanaan proyek
4. Tidak mengevaluasi metode pelaksanaan

## 1.5. Tujuan

1. Mengetahui bagaimana kondisi tanah di area restorasi
2. Mendapatkan  $H_{\text{initial}}$  yang harus diletakkan agar dicapai  $H_{\text{timbunan}}$  yang sesuai dengan elevasi rencana



3. Mendapatkan perencanaan PVD pada area restorasi
4. Mendapatkan perencanaan *shore protection* pada area restorasi
5. Mendapatkan perencanaan lapisan pondasi untuk jalan inspeksi
6. Mendapatkan perencanaan *box culvert* yang tepat di bawah jalan inspeksi

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Perencanaan Reklamasi**

##### **2.1.1. Material Reklamasi**

Material timbunan tidak boleh berupa pasir halus berbutir homogen 100% atau material yang memiliki kandungan lempung  $\geq 20\%$ . Timbunan reklamasi di dalam laut dengan material pasir halus berbutir homogen 100% akan mengalami *liquefaction* saat terjadi gempa seismik. *Liquefaction* adalah naiknya harga tegangan pori ( $u$ ) hingga sama dengan nilai tegangan overburden ( $\sigma_0$ ), sehingga mengakibatkan tegangan efektifnya ( $\sigma'$ ) sama dengan nol. Untuk timbunan reklamasi di dalam laut dengan material dengan kandungan lempung  $\geq 20\%$ , akan mengakibatkan instabilitas didalam timbunan reklamasi tersebut akibat dari kembang susut yang besar, settlement yang besar, partikel tanah mudah bergerak, dll). Apabila kondisi-kondisi diatas terjadi pada timbunan reklamasi, maka tanah timbunan reklamasi akan runtuh atau *rupture*.

Persyaratan teknis yang biasa digunakan dalam merencanakan sebuah timbunan reklamasi menurut Wahyudi (1997) adalah sebagai berikut:

- Berupa tanah pasir bercampur kerikil dan sedikit lanau.
- Bersih dan bebas dari bahan organis dan kotoran.
- Mempunyai diameter maksimum butiran = 20 cm.
- Memiliki persentase material berdimensi halus (lebih kecil dari 0.08 mm) adalah kurang dari 20%.
- Mempunyai relative density ( $D_r$ ) minimum sebesar 80% untuk zona diatas permukaan air pasang dan minimum 60% untuk zona dibawah muka air pasang.
- Memiliki permeabilitas ( $k$ ) minimum =  $1 \times 10^{-5}$  m/s.

### 2.1.2. Pemampatan

Adalah penurunan atau deformasi yang terjadi akibat pembebanan di permukaan tanah. Besarnya penurunan tanah total dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut.

$$S_t = S_i + S_{CP} + S_{CS} + S_{lat} \dots\dots\dots(2.1)$$

- $S_t$  = penurunan total  
 $S_i$  = *immediate settlement*  
 $S_{CP}$  = *consolidation primary settlement*  
 $S_{CS}$  = *consolidation secondary settlement*  
 $S_{lat}$  = penurunan akibat pergerakan tanah lateral

Penurunan tanah akibat reklamasi pada umumnya mengabaikan penurunan akibat secondary settlement ( $S_{CS}$ ) dan akibat pergerakan tanah lateral ( $S_{lat}$ ) (Wahyudi, 1997) :

#### a. Pemampatan Segera ( $S_i$ )

Menurut Biarez (1973) dalam Wahyudi (1997) disajikan metode perhitungan besarnya penurunan tanah segera (*short term condition*) dari suatu lapisan tanah ditentukan dengan persamaan:

$$S_i = q \sum \frac{h_i}{E_i} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- $S_i$  = pemampatan segera  
 $q$  = tegangan yang bekerja pada tanah  
 $h_i$  = tebal lapisan tanah ke-i  
 $E_i$  = modulus oedometrik pada lapisan ke-i

Korelasi antara modulus young dengan modulus oedometrik :

$$E = E' \left( 1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

E = modulus elastisitas Young

$\mu$  = koefisien poisson

- Lempung lunak, E = 1380- $\gamma$ 450 kN/M $\beta$ ,  $\mu$  = 0,15-0,25
- Lempung keras, E = 5865-1 $\gamma$ 800 kN/M $\beta$ ,  $\mu$  = 0,2-0,5
- Pasir lepas, E = 10350- $\beta$ 7600 kN/M $\beta$ ,  $\mu$  = 0,2-0,4
- Pasir Padat, E = 34500-6 $\lambda$ 000 kN/M $\beta$ ,  $\mu$  = 0,25-0,45

#### b. Pemampatan Konsolidasi (Sc)

Penambahan beban di atas suatu lapisan tanah jenuh air menyebabkan tekanan air pori meningkat dan mengakibatkan air berusaha mengalir keluar dari pori-pori tanah. Keluarnya air dari pori-pori tanah menyebabkan pula berkurangnya volume tanah yang mengakibatkan penurunan lapisan tanah tersebut.

Pemampatan tanah tersebut disebut sebagai pemampatan konsolidasi primer. Besar pemampatan konsolidasi untuk jenis tanah lunak sangat bergantung pada sejarah geologis tanah. Tanah pada kedalaman tertentu telah mengalami tegangan efektif pra-konsolidasi, yakni tegangan efektif terbesar yang pernah dialami di masa lampau. Tegangan efektif pra-konsolidasi dapat lebih kecil atau sama dengan tegangan *overburden* efektif saat ini. Dengan begitu, terdapat dua jenis tanah berdasarkan sejarah tegangan, yakni:

- *Normally Consolidated Soil* (NC-Soil)  
yaitu tegangan *overburden* efektif saat ini merupakan tegangan terbesar (maksimum) yang pernah dialami tanah tersebut.
- *Over Consolidated Soil* (OC-Soil)  
yaitu tegangan *overburden* efektif saat ini lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami tanah

sebelumnya. Tegangan *overburden* efektif maksimum yang pernah dialami sebelumnya adalah tegangan prakonsolidasi.

Kategori tersebut bergantung pada nilai *Over Consolidation Ratio* (OCR), yang dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$OCR = \frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$\sigma_c'$  = Tegangan efektif pra konsolidasi

$\sigma_o'$  = Tegangan *overburden* efektif

NC-Soil memiliki angka OCR = 1 dan OC-Soil memiliki angka OCR > 1. Menurut Das (1985), besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lempung setebal H dapat dihitung dengan persamaan :

1. Untuk NC-Soil

$$Sc = C_c \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o} \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Untuk OC-Soil

Bila  $\sigma_o' + \Delta\sigma \leq \sigma_c$ , maka :

$$Sc = C_s \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o} \dots\dots\dots (2.6)$$

Bila  $\sigma_o' + \Delta\sigma \geq \sigma_c$ , maka :

$$Sc = C_s \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma_c'}{\sigma_o} + C_c \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_c} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

Sc = besar pemampatan (m)

Cc = indeks pemampatan (*compression index*)

Cs = indeks pemuaiian (*swelling indeks*)

$e_0$	= angka pori
$\sigma'_0$	= tegangan overburden
$\sigma_v$	= penambahan beban vertikal
$\sigma'_c$	= tegangan pra-konsolidasi

Tanah yang dianggap mudah mampat adalah tanah lanau/lempung dengan rentang konsistensi dari sangat lunak sampai menengah; atau *very soft to medium stiff soil* (Mochtar, 2013). Menurut Bowles (1974), nilai SPT lapisan tanah tersebut  $< 15$  (Braja M, 2002).

### 2.1.3. Parameter dan Distribusi Tekanan Tanah

Parameter-parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan *settlement* adalah sebagai berikut:

(1) Tebal Lapisan *Compressible*

Tebal lapisan *compressible* (H) yang diperhitungkan adalah yang memiliki nilai N-SPT  $< 15$ .

(2) Tegangan *Overburden* Efektif ( $\sigma'_0$ )

Tegangan *overburden* efektif adalah tegangan vertikal efektif dari tanah asli akibat beban atau lapisan tanah di atas titik tanah asli yang ditinjau. Tegangan *overburden* efektif didapatkan dengan rumusan sebagai berikut:

$$\sigma'_0 = \gamma' \times H \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

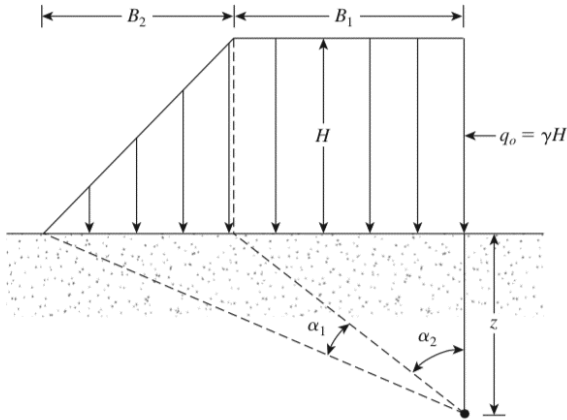
$\sigma'$  = berat efektif tanah ( $\gamma_{sat} - \gamma_w$ )

H = kedalaman lapisan hingga titik yang ditinjau

(3) Distribusi Tegangan ( $\Delta_\sigma$ )

Distribusi Tegangan Tanah merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban tambahan di atas tanah yang ditinjau di tengah- tengah lapisan. Menurut Braja M. Das (1986),

diagram tegangan tanah akibat timbunan ditunjukkan oleh **Gambar 2.1** dan **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.1** Diagram Pengaruh Tegangan Tanah Akibat Timbunan  
(Sumber : Braja M Das, 2011)

Besarnya  $\Delta\sigma'$  adalah:

$$\Delta\sigma' = 2 \times I \times q_o \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

- $q_o$  = beban timbunan ( $t/m^2$ )
- $\Delta\sigma'$  = besar distribusi tegangan di tengah tiap lapisan tanah ( $t/m^2$ )
- I = faktor pengaruh, yang dapat dilihat pada **Gambar 2.2**



$$I = \left[ \left\{ \frac{B_1 + B_2}{B_2} \right\} \times (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{B_1}{B_2} \times \alpha_2 \right] \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$B_1$  = panjang horizontal kemiringan timbunan

$B_2$  = lebar setengah timbunan

$\alpha_1 = \left[ \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{B_1 + B_2}{z} \right\} - \text{Tan}^{-1} \left( \frac{B_2}{z} \right) \right]$  (radian)

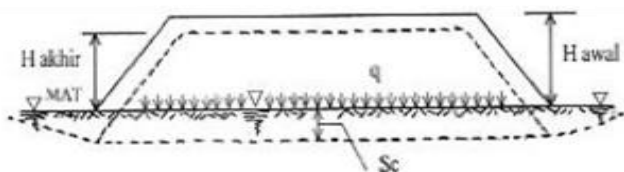
$\alpha_2 = \left[ \text{Tan}^{-1} \left( \frac{B_2}{z} \right) \right]$  (radian)

### 2.2. Perhitungan Tinggi Timbunan

Penggunaan pra-pembebanan (*preloading*) dan beban tambahan (*surcharge*) adalah untuk mempercepat proses terjadinya pemampatan yang diprediksi pada tanah dasar. Dua metode *preloading* yang umum dipakai adalah :

- Menaikkan tegangan efektif tanah
- Menurunkan tegangan air pori

Tinggi timbunan awal pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Untuk menentukan tinggi timbunan rencana, perlu diperhatikan besarnya pemampatan yang terjadi pada tanah asli seperti yang diilustrasikan pada **Gambar 2.2**. Perhitungan tinggi timbunan awal ( $H_{initial}$ ) dicari dengan menggunakan **Persamaan 2.13** s.d. **2.14**.



**Gambar 2.2** Kedudukan Timbunan Saat Mengalami Pemampatan (Sumber : Mochtar, 2013)

$$q = (H_{initial} - Sc) \times (\gamma_{timb} + Sc) \times \gamma_{timb} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$q = (H_{initial} \times \gamma_{timb}) - (Sc \times \gamma_{timb}) + (Sc \times \gamma'_{timb}) (2.12)$$

$$H_{initial} = \frac{q+(Sc \times (\gamma_{timb}-\gamma'_{timb}))}{\gamma_{timb}} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$H_{akhir} = H_{initial} - Sc \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

$H_{initial}$  = tinggi timbunan awal

$H_{akhir}$  = tinggi timbunan akhir

$Sc$  = total penurunan tanah akibat timbunan setinggi H

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

Bila  $\gamma'_{sat} = \gamma'_{timb}$ , maka :

$$q = (H_{initial} \times \gamma_{timb}) - (Sc \times \gamma_w) \dots\dots\dots (2.15)$$

$$H_{initial} = \frac{q+(Sc \times \gamma_w)}{\gamma_{timb}} \dots\dots\dots (2.16)$$

### 2.3. Waktu Pemampatan Tanah

#### 2.3.1. Waktu Pemampatan

Proses konsolidasi tanah lempung yang tebal berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Perbandingan antara pemampatan tanah pada saat  $t = \infty$  dengan pemampatan total yang terjadi disebut derajat konsolidasi. Nilai derajat konsolidasi adalah antara 0% sampai 100%. Formula derajat konsolidasi menggunakan **Persamaan 2.17** :

$$U = \frac{S_t}{S} \times 100\% \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

U = derajat konsolidasi

$S_t$  = pemampatan pada saat t

S = Pemampatan total yang terjadi

Derajat konsolidasi (U) juga diperoleh dengan **Persamaan 2.18** dan **Persamaan 2.19**.

Untuk U antara 0-60%

$$U_v = \left( 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.18)$$

Untuk U > 60%

$U_v = (100 - a)\%$ , dimana nilai  $a$  adalah :

$$a = \left( \frac{1,781 - T_v}{0,933} \right) \dots\dots\dots (2.19)$$

Pemampatan konsolidasi lapisan tanah dasar yang terjadi karena keluarnya air pori ke lapisan yang lebih porus, yaitu ke atas atau ke bawah saja (*single drainage*) atau ke atas dan ke bawah (*double drainage*). Waktu konsolidasi dapat dihitung dengan **Persamaan 2.20** :

$$t = \left( \frac{T(H_{dr})^2}{c_v} \right) \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

$t$  = waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan konsolidasi

$T$  = time faktor

$H_{dr}$  = jarak terjauh air pori di lapisan tanah untuk mengalir keluar

$c_v$  = koefisien konsolidasi akibat aliran air pori arah vertical

Harga  $c_v$  untuk tanah yang memiliki banyak lapis dengan ketebalan yang berbeda-beda dan nilai  $c_v$  yang berbeda, maka  $c_v$  yang dipakai adalah  $c_v$  gabungan.  $c_v$  gabungan dapat ditentukan dengan formula seperti pada **Persamaan 2.21** :

$$C_{v\text{gabungan}} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)}{\left[ \frac{H_1}{\sqrt{c_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{c_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{c_{vn}}} \right]} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

$H_n$  = tebal lapisan

$C_{vn}$  = nilai  $C_v$  pada lapisan  $n$

### 2.3.2. Percepatan Waktu Pemampatan

Laju konsolidasi yang rendah pada lempung jenuh dapat dinaikkan dengan menggunakan *vertical drain*.

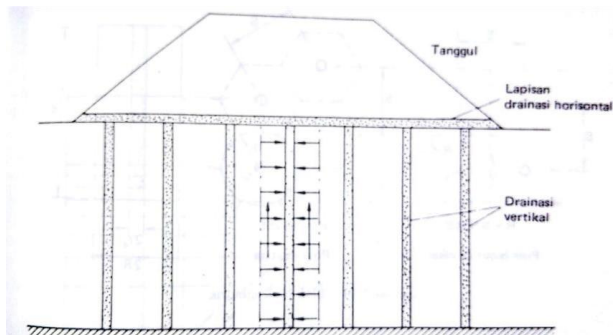
#### 1) *Vertical Drain*

*Vertical drain* berfungsi untuk mempercepat waktu pemampatan. Hal ini dikarenakan pemampatan konsolidasi yang terjadi pada tanah lempung berlangsung sangat lambat. Dengan adanya *vertical drain* maka air pori tanah tidak hanya mengalir keluar ke arah vertikal saja, tetapi juga ke arah horizontal. Metode ini digunakan saat penimbunan bertahap dan untuk mengurangi waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi rencana.

*Vertical drain* dapat berupa kolom pasir (*sand drain*) atau *pre-fabricated vertical drain* (PVD). PVD terbuat dari bahan geosintetik yang diproduksi di pabrik. Bahan ini dapat mengalirkan air dengan baik, namun masa efektif kerja bahan ini hanya 6 bulan. PVD lebih umum dipakai di lapangan dibandingkan dengan kolom pasir karena kolom pasir pemasangannya jauh lebih rumit dan juga lebih mahal. <sup>[1]</sup><sub>[5EP]</sub>

#### 2) Kedalaman *Vertical Drain*

Kedalaman *vertical drain* adalah sepanjang lapisan tanah yang mengalami konsolidasi. *Vertical drain* dipasang sepanjang lapisan tanah *compressible* ( $N\text{-SPT} < 15$ ) atau sedalam lapisan tanah yang masih mengalami pengaruh akibat distribusi tegangan dari beban di atasnya. Kedalaman *vertical drain* ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Sketsa *Vertical Drain* di Bawah Timbunan  
(Sumber : Mochtar, 2009)

### 3) Waktu Konsolidasi dengan *Vertical Drain*

Waktu konsolidasi yang dibutuhkan apabila menggunakan *vertical drain* menurut Barron (1948) adalah sebagai berikut :

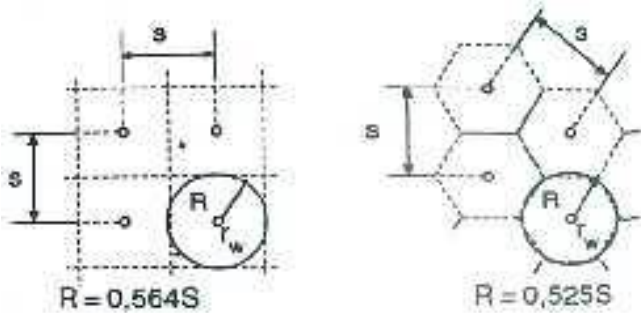
$$t = \left( \frac{D^2}{8Ch} \right) \cdot F(n) \cdot \ln \left( \frac{1}{1-U_h} \right) \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD
- D = 1.13 x S, untuk pola susunan bujur sangkar, dan
- D = 1.05 x S, untuk pola susunan segitiga
- Ch = koefisien konsolidasi tanah akibat aliran air pori arah radial
- $U_h$  = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah radial

Dimana :

$$Uh = 1 - \left( \frac{1}{\frac{t \times 8 \times ch}{e^{D^2 \times 2 \times F(n)}}} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.23)$$

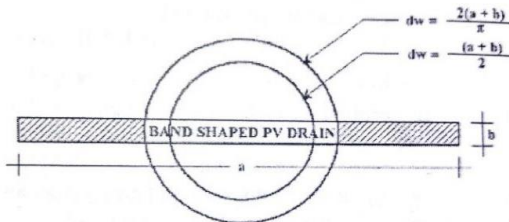


Pola bujur sangka

Pola segitiga

**Gambar 2.4** Pola Pemasangan PVD  
(Sumber : Soedarmo dan Purnomo)

Teori di atas dikembangkan oleh Hansbo (1979) dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik dari PVD. Fungsi  $F(n)$  merupakan fungsi hambatan akibat jarak antar titik pusat PVD. Harga  $F(n)$  didefinisikan **Gambar 2.5** :



**Gambar 2.5** Diameter Lingkaran Ekivalen Untuk PVD  
(Sumber : Mochtar, 2013)

$$Fn = \left( \frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[ \ln(n) - \left( \frac{3n^2-1}{4n^2} \right) \right] \dots\dots\dots (2.24)$$

atau

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

Dimana :

n = D/dw

dw = diameter ekivalen dari *vertical drain*

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

$$Fn = \ln(n) - \frac{3}{4} \text{ atau } Fn = \ln\left(\frac{D}{dw}\right) - \frac{3}{4} \dots\dots\dots (2.26)$$

V Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan **Persamaan 2.27** :

$$t = \left( \frac{D^2}{8ch} \right) (F(n) + Fs + Fr) \cdot \ln\left(\frac{1}{1-Uh}\right) \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

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

Fs = faktor hambatan tanah yang terganggu

Fr = faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri

Harga  $F_r$  merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan pada **Persamaan 2.28** :

$$F_r = \pi \cdot z \cdot (L - z) \left( \frac{kh}{qw} \right) \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

- $z$  = kedalaman titik yang ditinjau pada PVD terhadap permukaan tanah
- $L$  = panjang drain
- $Kh$  = koefisien permeabilitas arah horizontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*)
- $qw$  = *discharge capacity* (Kapasitas *discharge*) dari drain (tergantung dari jenis PVD nya)

Harga  $F_s$  merupakan faktor yang disebabkan oleh ada tidaknya perubahan pada tanah di sekitar PVD akibat pemancangan PVD tersebut. Faktor ini memasukkan pengaruh “*disturbance*” (gangguan) terhadap tanah karena pemancangan tersebut.  $F_s$  dapat dirumuskan pada **Persamaan 2.29** :

$$F_s = \left( \frac{kh}{k_s} - 1 \right) \cdot \ln \left( \frac{ds}{qw} \right) \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

- $k_s$  = koefisien permeabilitas arah horizontal pada tanah sudah terganggu (*disturbed*)
- $ds$  = diameter daerah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*
- $dw$  = diameter lingkaran ekuivalen untuk PVD

Dalam **Persamaan 2.28** dan **2.29**, adanya faktor  $F_s$  dan  $F_r$  cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Dari penyelidikan diketahui bahwa faktor yang paling penting



adalah  $F(n)$ . Besar faktor ( $F_s$ ) dapat mendekati atau bahkan lebih besar daripada  $F(n)$ , tergantung dari besarnya kerusakan pada tanahnya akibat pemancangan PVD. Dari data lapangan didapatkan harga  $F_s/F(n)$  dapat berkisar antara 1 sampai 3. Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa  $F(n) = F_s$ . Pengaruh perlawanan aliran ( $F_r$ ) umumnya kecil dan tidak begitu penting, maka harga  $F_r$  dapat dianggap nol. Dengan melihat asumsi di atas, persamaan waktu konsolidasi dapat ditulis seperti pada **Persamaan 2.30**:

$$t = \left( \frac{D^2}{8ch} \right) (2F(n)) \cdot \ln \left( \frac{1}{1-U_h} \right) \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- D = diameter ekivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*
- Ch = koefisien konsolidasi tanah akibat aliran air pori arah radial
- $F(n)$  = faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
- $U_h$  = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah radial

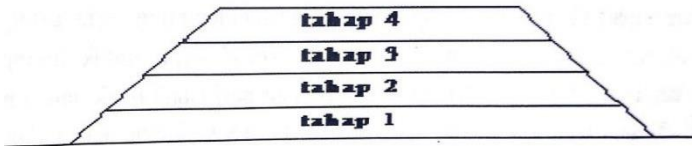
Dengan memasukkan harga t tertentu, dapat dicari nilai  $U_h$  pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran pori arah horizontal juga terjadi konsolidasi akibat aliran air vertikal  $U_v$ . Harga  $U_v$  dicari dengan **Persamaan 2.18** Kemudian dapat dicari derajat konsolidasi rata-rata ( $\bar{U}$ ) dengan **Persamaan 2.31** :

$$U = [1 - (1 - U_h) \cdot (1 - U_v)] \times 100\% \dots\dots\dots (2.31)$$

- 4) Waktu Konsolidasi dengan *Vertical Drain*  
*Prefabricated Horizontal Drain* (PHD) digunakan untuk mengalirkan aliran air dari *Prefabricated Vertical Drain* dalam tanah ke saluran drainase utama disamping kanan atau kiri timbunan yang nantinya air pori akan keluar melewati *Prefabricated Vertical Drain* dan disalurkan di atas tanah menggunakan *Prefabricated Horizontal Drain* untuk menuju saluran drainase di samping kanan/kiri timbunan

#### 2.4. Timbunan Bertahap

Pelaksanaan konstruksi timbunan secara bertahap dilakukan dengan cara menimbun tanah secara bertahap dalam jangka waktu tertentu. Metode ini bertujuan untuk mencegah kegagalan pada tanah dasar dengan cara memampatkan tanah dasar hingga tanah timbunan berikutnya diberikan, sehingga stabilitas tanah dasar dapat ditingkatkan pemberian timbunan secara bertahap dapat dilihat pada **Gambar 2.6**



**Gambar 2.6** Timbunan Diletakkan Secara Bertahap  
 (Sumber : Mochtar, 2013)

#### 2.5. Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar

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

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

$$Cu \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 0.0737 + (0.18999 - 0.0016PI) \sigma'_o \dots (2.32)$$

Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah  $\geq$  120%

$$Cu \left( \frac{kg}{cm^2} \right) = 0.0737 + (0.0454 - 0.00004PI) \sigma'_o \dots (2.33)$$

### 2.5.1. Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Timbunan yang diletakkan secara bertahap mempengaruhi persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung besar pemampatan konsolidasi. Dalam perhitungan pemampatan konsolidasi disesuaikan dengan besar beban dan pemakaian nilai  $C_c$  dan  $C_s$ . Perumusan untuk menghitung pemampatan konsolidasi yang terjadi adalah:

Apabila  $p'_o + \Delta_{p1} \leq pc$

$$Sc = \frac{C_s H}{1+e_o} \log \frac{p'_c}{p'_o + \Delta_{p1}} + \frac{C_c H}{1+e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta_{p1} + \Delta_{p2}}{p'_o + \Delta_{p1}} \right) \dots \dots \dots (2.34)$$

Apabila  $p'_o + \Delta_{p1} + \Delta_{p2} \geq pc$

$$Sc = \frac{C_s H}{1+e_o} \log \frac{p'_o + \Delta_{p1}}{p'_o} \dots \dots \dots (2.35)$$

Apabila  $p'_o + \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \Delta_{p3} \geq pc$

$$Sc = \frac{C_s H}{1+e_o} \log \left( \frac{p'_o + \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \Delta_{p3} + \Delta_{p4}}{p'_o + \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \Delta_{p3}} \right) \dots \dots \dots (2.36)$$

Dimana :

$C_c$  = indeks pemampatan (*compression index*)

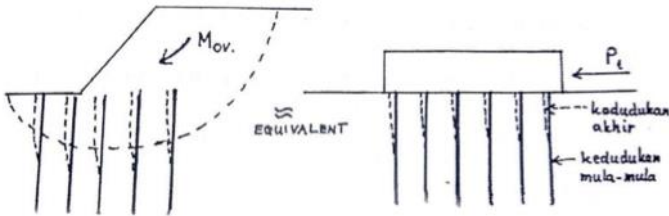
$C_s$  = indeks mengembang (*swelling index*)

$P'_o$  = tegangan efektif (*overburden*)

$\Delta p$  = penambahan tegangan akibat beban tahapan timbunan  
 $E_o$  = angka pori tanah dasar

**2.6. Cerucuk**

Penggunaan cerucuk berfungsi untuk meningkatkan tahanan geser tanah. Bila tahanan terhadap geser meningkat, maka daya dukung tanah juga akan meningkat. Konstruksi cerucuk yang dapat dipakai meliputi, cerucuk kayu, cerucuk beton (*micropile*), dan lain-lain. Untuk menghitung kebutuhan cerucuk per-meter, terlebih dahulu menentukan kekuatan satu tiang/ cerucuk untuk menahan gaya horizontal.



**Gambar 2.7** Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk  
 (Sumber : Mochtar, 2000)

Harga keamanan lereng sekurang-kurangnya bernilai 1,1 untuk kondisi beban sementara atau kendaraan dan sekurang-kurangnya bernilai 1,5 untuk kondisi beban timbunan saja. Berikut rumusan kekuatan satu cerucuk atau faktor kekuatan relative yang dijelaskan dalam NAVFAC DM 7 1971 yaitu :

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

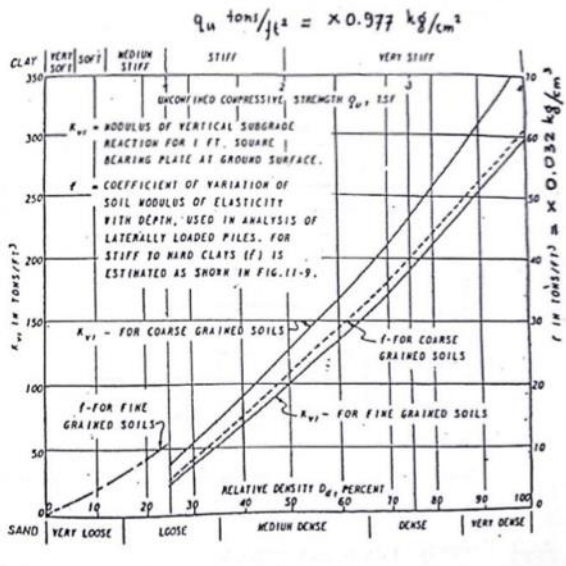
Dimana :

$E$  = modulus elastisitas tiang/cerucuk ( $\text{kg/cm}^2$ )

$I$  = momen inersia tiang/cerucuk ( $\text{cm}^2$ )

$f$  = koefisien variasi modulus tanah ( $\text{kg/cm}^3$ )

$T$  = faktor kekuatatan relatif (cm)



**Gambar 2.8** Grafik Nilai  $f$   
(Sumber : NAVFAC DM-7,1997)

Harga  $T$  yang telah diperoleh, digunakan untuk menghitung gaya horizontal ( $P$ ) yang mampu ditahan oleh satu tiang/cerucuk, yaitu:

$$P = \frac{M_p}{F_m \times T} \dots \dots \dots (2.38)$$

Dimana :

$M_p$  = momen lentur yang bekerja pada cerucuk akibat beban  
P (kg/cm)

$F_M$  = koefisien momen akibat gaya lateral P

P = gaya horizontal cerucuk (kg)

T = faktor kekuatan relatif (cm)

$$P_{maks-1\ cerucuk} = \frac{M_{Pmaks\ 1\ cerucuk}}{F_m \times T} \cdot Fk \dots\dots\dots(2.39)$$

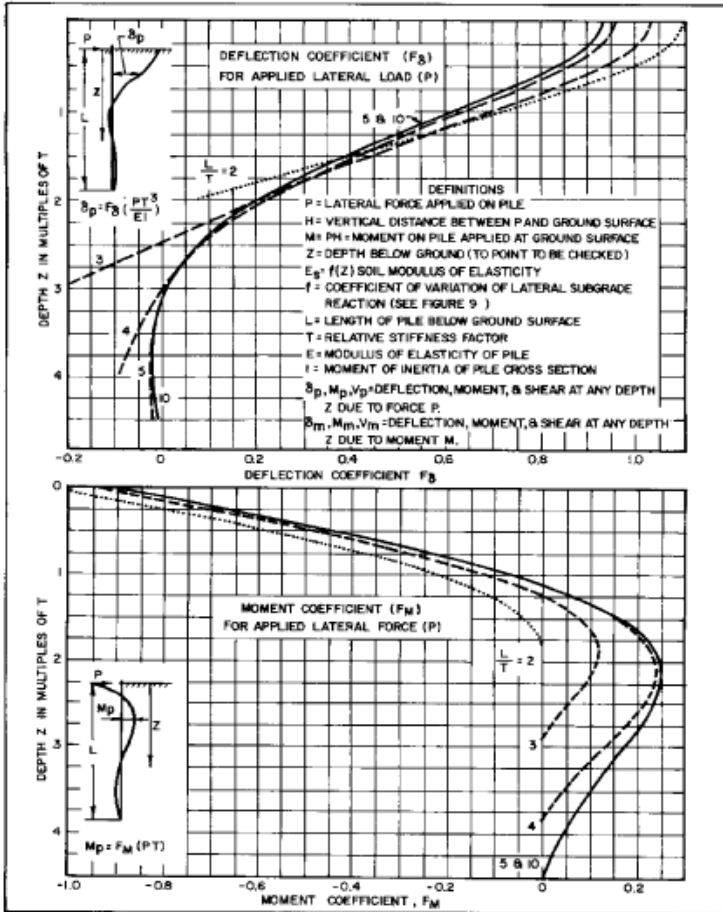
Dimana menurut Mochtar dan Arya (2002),

$$Fk = \left[ \frac{0.89 + 0.12 \frac{L}{D}}{2.69} \right] \times \left[ \frac{0.855 C_u^{-0.392}}{2.865} \right] \dots\dots\dots(2.40)$$

Dimana :

L = panjang cerucuk di bawah bidang gelincir

D = diameter cerucuk



**Gambar 2.9** Grafik Nilai  $F_m$   
 (Sumber : NAVFAC DM-7, 1971)

$$M_{p\text{maks-1cerucuk}} = \frac{\sigma_{\text{maks-bahan}} \times I_n}{\frac{D}{2}} \dots\dots\dots (2.41)$$

Dimana :

$\sigma_{maks}$  = tegangan tarik/tekan maksimum dari bahan cerucuk

$I_n$  = momen inersia penampang cerucuk terhadap garis netral penampang

D = diameter cerucuk

Variabel gaya horizontal tambahan pada bidang gelincir (Pt) yang diperlukan harus ditentukan terlebih dahulu untuk menambah kekuatan geser tanah. Gaya ini yang kemudian direncanakan untuk dipikul oleh cerucuk. Oleh karena itu, Momen Dorong ( $MD$ ) yang terjadi akibat beban timbunan dan beban lainnya perlu diperhitungkan dengan formula yaitu :

$$MD = \left[ \frac{MR}{SF-min} \right] \dots\dots\dots(2.42)$$

Dimana :

$M_D$  = Momen Dorong

SF = *Safety Factor* / Angka Keamanan

$M_R$  = Momen *resistance* / momen penahan

Angka keamanan minimum (SF-minimum), momen penahan ( $MR$ ), titik pusat bidang longsor, dan jari – jari kelongsoran dapat diperoleh dengan program bantu xstabl. Setelah itu, bisa diperhitungkan Momen Penahan Tambahan ( $\Delta MR$ ) yang diperlukan untuk meningkatkan angka keamanan SF dengan **Persamaan 2.43** :

$$(\Delta MR) = (SFren - SFmin) \times MD \dots\dots\dots(2.43)$$



Lalu dengan diperolehnya harga ( $\Delta MR$ ), besarnya tambahan gaya yang harus dipikul oleh cerucuk dapat dihitung dengan **Persamaan 2.44**:

$$P_t = \left[ \frac{(\Delta MR)}{R} \right] \dots\dots\dots (2.44)$$

Setelah mendapatkan harga  $P_t$ , bisa ditentukan jumlah cerucuk yang harus dipasang tiap satuan panjang yaitu :

$$n = \left[ \frac{P_t}{P_{max} - 1 \text{ cerucuk}} \right]$$

Atau :

$$n = \left[ \frac{(\Delta MR)}{R \times P_{max} - 1 \text{ cerucuk}} \right] \dots\dots\dots (2.45)$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai jarak antar *micropile*, Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{x}{n+2} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dimana :

- S = Jarak antar *micropile*
- x = Panjang bidang longsor
- n = Jumlah *micropile* yang dibutuhkan perimeter.

## 2.7. Shore Protection

Pemecah gelombang, begitu pula tanggul laut tergolong konstruksi yang melindungi suatu lahan, umumnya di tepi laut. Pemecah gelombang adalah struktur yang menjorok ke laut atau berada di lepas pantai dengan maksud untuk melindungi lahan daratan terhadap serangan gelombang ataupun untuk meredakan

gelombang sebelum sampai pada daratan yang harusnya dilindunginya.

### 2.7.1. Dimensi Pemecah Gelombang

Untuk menentukan berat *armor* dipergunakan rumus yang diperkembangkan oleh R.T. Hudson dan R.A. Jackson berdasarkan hasil eksperimen-eksperimen di *US Army Engineers Waterways Experiment Station* diantara tahun 1953 hingga 1961 (SPM II-Page 7-205). Rumus yang diperkembangkan Hudson dan Jackson adalah :

$$W = \frac{W_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \dots\dots\dots (2.47)$$

Dimana :

$W$  = berat unsur *armor*

$W_r$  = berat jenis netom nertulang,  $2200 \text{ kg/m}^3$

$K_D$  = koefisien stabilitas

$S_r$  = perbandingan berat jenis beton terhadap berat jenis air –  
2,2

$H_D$  = tinggi gelombang yang tidak akan menimbulkan  
kerusakan (0-5%) – *zero damage*

$H$  = kinggi muka air yang mengakibatkan sesuatu tingkat  
kerusakan tertentu

$d_s$  = Kedalaman air di muka konstruksi

Untuk laut yang mengalami *shoaling* SPM 1 memberikan rumus :

$$H = \frac{d_s}{1,28} \dots\dots\dots (2.48)$$

Bagi penentuan berat *armor* menurut rumus Hudson & Jackson, maka perlu dicari dahulu besaran koefisien  $K_D$  yakni koefisien stabilitas, baik untuk badan dari struktur pemecah gelombang maupun untuk kepalanya (puncaknya). **Tabel 2.7**

memberikan nilai  $K_D$  bagi keadaan tidak ada kerusakan pada armor.

**Tabel 2.1** Nilai  $K_D$  untuk menentukan berat armor

No-Damage Criteria and Minor Overtopping							
Armor Units	n <sup>3</sup>	Placement	Structure Trunk		Structure Head		
			$K_D^2$		$K_D$		Slope Cot $\theta$
			Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave	
Quarrystone	2	Random	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 to 3.0 5
Smooth rounded	>3	Random	1.6 <sub>4</sub>	3.2	1.4 <sub>4</sub>	2.3	
Smooth rounded	1	Random	1.6 <sub>4</sub>	2.9	1.4 <sub>4</sub>	2.3	
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	1.6	3.2	1.5
					1.3	2.8	2.0
						2.3	3.0
Rough angular	>3	Random	2.2	4.5	2.1	4.2	5
Rough angular	2	Special	5.8	7.0	5.3	6.4	5
Parallelepiped <sup>7</sup>	2	Special	7.0 - 20.0	8.5 - 24.0	--	--	
Tetrapod and Quadripod	2	Random	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5
					4.5	5.5	2.0
					3.5	4.0	3.0
Tribar	2	Random	9.0	10.0	8.2	9.0	1.5
					7.8	8.5	2.0
					6.0	6.5	3.0
Dolos	2	Random	15.8 <sup>8</sup>	31.8 <sup>8</sup>	8.0	16.0	2.0 <sup>9</sup>
					7.0	14.0	3.0
Modified cube	2	Random	6.5	7.5	----	5.0	5
Hexapod	2	Random	8.0	9.5	5.0	7.0	5
Toakane	2	Random	11.0	22.0	--	--	5
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	7.5	9.5	5
Quarrystone ( $K_{RH}$ )	-	Random	2.2	2.5	--	--	

(Sumber : *Shore Protection Manual Volume II, Table 7-8*)

Dalam buku SPM II disajikan pula tabel yang memperlihatkan hubungan antara  $H/H_D = 0$  berarti tanpa kerusakan, dan dampak dari berbagai persentase kerusakan untuk berbagai tipe armor untuk badan pemecah gelombang dengan jumlah lapisan  $n=2$ , dengan cara penempatan armor yang acak, dan gelombang tidak pecah (**Tabel 2.2**)

**Tabel 2.2** Hubungan antara nilai  $H/H_D$  dan presentasi kerusakan untuk dua tipe *armor*.

Unit		Damage (D) in Percent						
		0 to 5	5 to 10	10 to 15	15 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
Quarystone (smooth)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Quarystone (rough)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	$1.86^2$
Tetrapods & Quadripods	$H/H_{D=0}$	1.00	1.09	$1.17^3$	$1.24^3$	$1.32^3$	$1.41^3$	$1.50^3$
Tribar	$H/H_{D=0}$	1.00	1.11	$1.25^3$	$1.36^3$	$1.50^3$	$1.59^3$	$1.68^3$
Bolos	$H/H_{D=0}$	1.00	1.10	$1.14^3$	$1.17^3$	$1.20^3$	$1.24^3$	$1.27^3$

(Sumber : *Shore Protection Manual Volume II, Table 7-9*)

**2.7.2. Lebar Kepala Pemecah Gelombang**

Untuk menentukan lebar bidang datar puncak (kepala) pemecah gelombang tipe *rubble mound*, rumus yang digunakan diambil dari buku SPM II halaman 7-23, yaitu :

$$B = nK_o \left(\frac{W}{W_r}\right)^{1/3} \dots\dots\dots(2.49)$$

Dimana :

B = lebar bidang datar dalam meter

n = jumlah lapisan batu pada bidang datar, disyaratkan minimal 3 buah

$K_o$  = koefisien lapisan, untuk *tribar* dua lapis secara tersusu adalah 1,02 (Tabel 2.3)

W = berat satu unit batu

$W_r$  = berat jenis beton ( $2500 \text{ kg/m}^3$ )

**Tabel 2.3** Koefisien Lapis

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis $k_{\Delta}$	Porositas P (%)
Batu (quarrystone, halus)	2	Acak	1,02	38
Batu (quarrystone, kasar)	2	Acak	1,15	37
Batu (quarrystone, kasar)	> 3	Acak	1,10	40
Kubus	2	Acak	1,10	47
Tetrapod	2	Acak	1,04	50
Quadripod	2	Acak	0,95	49
Hexapod	2	Acak	1,15	47
Tribard	2	Acak	1,02	54
Dolos	2	Acak	1,00	63
Tribar	2	Seragam	1,13	47
Batu (quarrystone)	1	Acak	-	37

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 1999)

**2.7.3. Dimensi Batu**

Dimensi batu dapat dihitung sebagai berikut :

$$D = \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dimana :

D = dimensi batu

W = berat butir batu pelindung

$\gamma_r$  = berat jenis batu pelindung

**2.7.4. Tebal Lapisan**

Tebal lapisan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$t = n \cdot K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.51)$$

Dimana :

B = lebar puncak

n = jumlah butir batu

$K_{\Delta}$  = koefisien lapis (Tabel 2.9)

W = berat butir batu pelindung

$\gamma_r$  = berat jenis batu pelindung

**2.7.5. Jumlah Butir Batu**

Jumlah butir batu dapat dihitung dengan rumus :

$$N = A n K_{\Delta} \left(1 - \frac{P}{100}\right) \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.52)$$

Dimana :

N = jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan

A = luas permukaan

n = jumlah lapis batu dalam lapis pelindung

$K_{\Delta}$  = koefisien lapis batu alam kasar penempatan acak (Tabel 2.10)

P = porositas rerata dari lapis pelindung (%) (Tabel 2.3)

W = berat butir batu pelindung

$\gamma_r$  = berat jenis batu pelindung

**Tabel 2.4** Nilai Ko Untuk Berbagai Tipe Unit Armor

Armor Unit	n	Placement	Layer Coefficient $K_{\Delta}$	Porosity (P) %
Quarrystone (smooth) <sup>1</sup>	2	Random	1.02	38
Quarrystone (rough) <sup>2</sup>	2	Random	1.00	37
Quarrystone (rough) <sup>2</sup>	>3	Random	1.00	40
Quarrystone (parallepiped) <sup>6</sup>	2	Special	--	27
Cube (modified) <sup>1</sup>	2	Random	1.10	47
Tetrapod <sup>1</sup>	2	Random	1.04	50
Quadripod <sup>1</sup>	2	Random	0.95	49
Hexipod <sup>1</sup>	2	Random	1.15	47
Tribar <sup>1</sup>	2	Random	1.02	54
Doios <sup>4</sup>	2	Random	0.94	56
Toskane <sup>5</sup>	2	Random	1.03	52
Tribar <sup>1</sup>	1	Uniform	1.13	47
Quarrystone <sup>7</sup>	Graded	Random	--	37

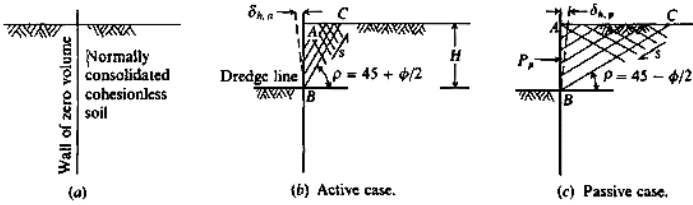
(Sumber : Shore Protection Manual Volume II, Table 7-13)

## 2.8. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting dalam sejumlah perencanaan teknik pondasi. Dinding penahan dan dinding turap (*sheet pile wall*), galian yang diperkokoh (*braced excavation*) dan galian tidak diperkokoh (*unbraced excavation*), tekanan tanah (*grain pressure*) pada dinding diafragma. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan tanah lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun analisa stabilitas (Bowles 1997). Tekanan tanah lateral dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Jika dinding tidak bergerak,  $K$  menjadi koefisien tekanan tanah diam ( $K_0$ )
2. Jika dinding menjauhi tanah hingga terjadi keruntuhan, maka nilai  $K$  mencapai minimum yang disebut tekanan tanah aktif ( $K_a$ )
3. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien  $K$  mencapai nilai maksimum yang disebut tekanan tanah pasif ( $K_p$ )

Pergerakan dari ketiga jenis tekanan tanah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1. tekanan tanah, tinggi dinding dan tekanan tanah lateral yang bekerja pada dinding dapat mempengaruhi besarnya perpindahan dinding penahan tanah.



**Gambar 2.10** Jenis Tekanan Tanah Berdasarkan Pergerakan Dinding.

(Sumber : Bowles J.E., 1997)

Tekanan tanah menurut teori Rankine :

1. Tekanan tanah aktif ( $K_a$ )

- Tekanan tanah aktif (dengan kohesi nol,  $C = 0$ )

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tekanan tanah horizontal, tekanan tanah dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tekanan tanah  $K_0$ . Untuk mendapatkan tekanan tanah horizontal dilakukan dengan cara mengalikan parameter tanah dengan  $K_0$  seperti pada **Persamaan 2.53**.

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots\dots(2.53)$$

Dimana harga  $K_a$  untuk tanah datar adalah seperti pada Persamaan (2.5).

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.54)$$

- Tekanan tanah aktif berkohesi ( $C \neq 0$ )

Kohesi (kelekatan tanah) mempunyai pengaruh mengurangi tekanan tanah aktif sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ . Sebagai akibatnya, Persamaan tekanan tanah aktif menjadi seperti pada **Persamaan 2.55**.

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 - 2c\sqrt{K_a} \dots\dots\dots(2.55)$$



2. Tekanan tanah pasif ( $K_p$ )

Dinding penahan tanah menerima tekanan tanah pasif yang dapat menahan tekanan tanah aktif. Tekanan tanah pasif ( $K_p$ ) yang besarnya seperti pada **Persamaan 2.56.**

$$K_p = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.56)$$

- Tekanan tanah pasif datar tanpa kohesi ( $C = 0$ ) seperti pada **Persamaan 2.57.**

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots\dots(2.57)$$

- Tekanan tanah pasif datar berkohesi ( $C \neq 0$ ) seperti pada **Persamaan 2.58.**

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot H^2 + 2c\sqrt{K_p} \dots\dots\dots(2.58)$$

3. Tekanan tanah diam ( $K_0$ )

Tekanan tanah diam atau biasa disebut tekanan tanah *at-rest*. Tekanan tanah lateral *at-rest* terjadi bila tidak ada pergerakan dinding penahan tanah. Pergerakan dinding penahan tanah disebabkan oleh kegiatan penggalian pada salah satu sisi dinding. Koefisien tekanan tanah *at-rest* ( $K_0$ ) yang besarnya seperti pada **Persamaan 2.59.**

$$K_0 = 1 - \sin \phi \dots\dots\dots(2.59)$$

Tekanan tanah *at-rest* ( $K_0$ ) seperti pada **Persamaan 2.60.**

$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot K_0 \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots\dots(2.60)$$

## **2.9. Turap**

### **2.9.1 Definisi Turap**

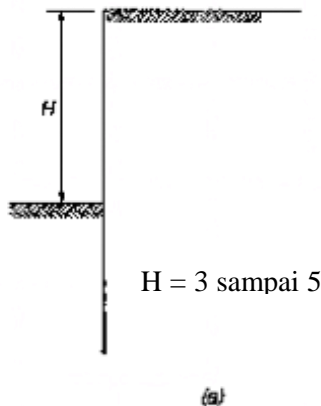
Turap adalah konstruksi yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran dan biasanya terdiri dari dinding turap dan penyangganya. Konstruksi dinding turap terdiri dari beberapa lembaran turap yang dipancangkan ke dalam tanah, serta membentuk formasi dinding menerus vertikal yang berguna untuk menahan timbunan tanah atau tanah yang berlereng. Turap terdiri dari bagian-bagian yang dibuat terlebih dahulu (*pre-fabricated*) atau dicetak terlebih dahulu (*pre-cast*). (Sri Respati, 1995)

### **2.9.2 Tipe-tipe Dinding Turap**

Terdapat 4 tipe dinding turap yaitu :

#### **1. Dinding Turap Kantilever**

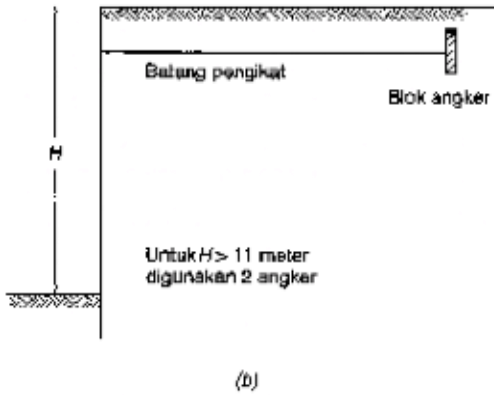
Dinding turap kantilever merupakan turap yang dalam menahan beban lateral mengandalkan tahanan tanah didepan dinding. Defleksi lateral yang terjadi relatif besar pada pemakaian turap kantilever. Karena luas tampang bahan turap yang dibutuhkan bertambah besar dengan ketinggian tanah yang ditahan (akibat momen lentur yang timbul). Turap kantilever hanya cocok untuk menahan tanah dengan ketinggian/kedalaman yang sedang.



**Gambar 2.10** Dinding Turap Kantilever  
(Sumber : Hardiyatmo, 2008)

## 2. Dinding Turap Diangker

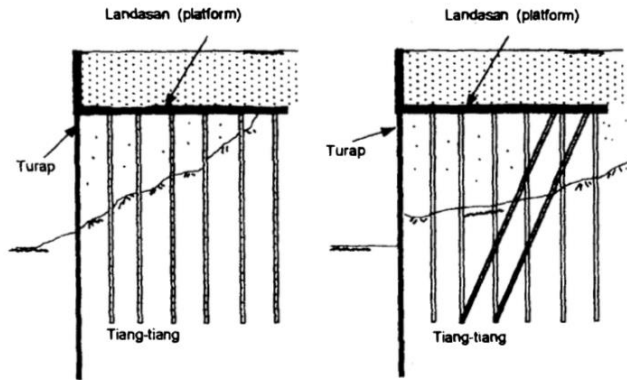
Dinding turap diangker cocok untuk menahan tebing galian yang dalam, tetapi masih juga bergantung pada kondisi tanah. Dinding turap ini menahan beban lateral dengan mengandalkan tahanan tanah pada bagian turap yang terpancang kedalam tanah dengan dibantu oleh angker yang dipasang pada bagian atasnya.



**Gambar 2.11** Dinding Turap Diangker  
(Sumber : Hardiyatmo, 2008)

3. Dinding Turap dengan Landasan (*platform*)

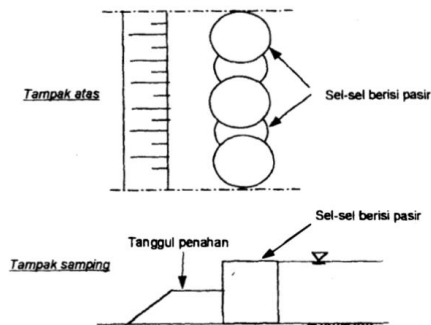
Dinding turap semacam ini dalam menahan tekanan tanah lateral dibantu oleh tiang-tiang, dimana diatas tiang tiang-tiang tersebut dibuat landasan untuk meletakkan bangunan tertentu. Tiang-tiang pendukung landasan juga berfungsi untuk mengurangi beban lateral pada turap. Dinding turap ini dibuat bila di dekat lokasi dinding turap direncanakan akan dibangun jalan kereta api, mesin derek atau bangunan-bangunan berat lainnya.



**Gambar 2.12** Dinding Turap dengan Landasan (*Platform*)  
(Sumber : Hardiyatmo, 2008)

#### 4. Bendungan Elak Seluler

Bendungan elak seluler (*cellular cofferdam*) merupakan turap yang berbentuk sel-sel yang diisi dengan pasir. Dinding ini menahan tekanan tanah dengan mengandalkan beratnya sendiri. (Hary Christady Hardiyatmo, 2002)



**Gambar 2.13** Bendungan Elak Seluler (*Cofferdam*)  
(Sumber : Hardiyatmo, 2008)

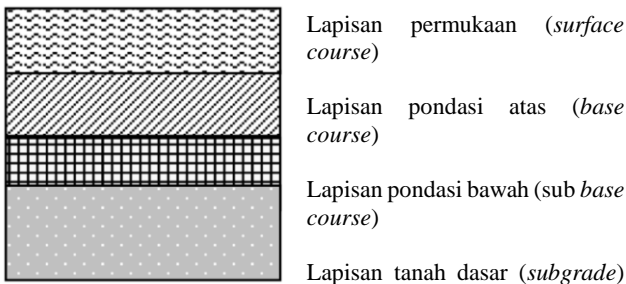
## 2.10. Perkerasan lentur

Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) ialah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya

### 2.10.1. Komponen Struktur Perkerasan Lentur

Adapun komponen-komponen struktur dari perkerasan lentur antara lain:

- Lapisan permukaan (*surface course*)
- Lapisan pondasi atas (*base course*)
- Lapisan pondasi bawah (*sub base course*)
- Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



**Gambar 2.14** Komponen Struktur Pekarasan Lentur  
(Sumber : Sukirman, 1999)

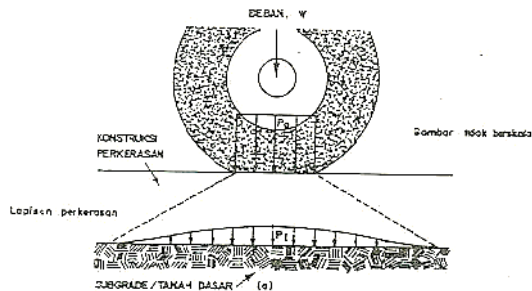
#### a. *Subgrade* (Lapisan Pondasi Tanah Dasar)

*Subgrade* berfungsi sebagai pondasi struktur perkerasan. Lapisan tanah dasar juga dapat terdiri dari lapisan bahan yang dipilih, dipadatkan dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Mungkin perlu untuk

merawat material tanah dasar untuk mencapai sifat kekuatan tertentu yang diperlukan untuk jenis perkerasan yang sedang dibangun. Tanah dasar berfungsi sebagai penyebaran beban, drainase bawah permukaan tanah dan permukaan jalan selama konstruksi.

**b. Subbase Course (Lapisan pondasi bawah)**

*Subbase* terletak tepat diatas tanah dasar, dimana komponen *subbase* terdiri dari material dengan kualitas unggul umumnya digunakan untuk konstruksi tanah dasar. Adapun fungsi dari *subbase* adalah sebagai bagian dari konstruksi perkerasan yang mendukung dan menyebarkan beban lalu lintas, mencegah tanah dasar masuk ke dalam pondasi dan sebagai lapis pertama supaya pekerjaan perkerasan berjalan lancar.



**Gambar 2.15** Penyebaran Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan  
(Sumber : Sukirman, 1999)

Keterangan : Pada **Gambar 2.22** terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata  $P_o$ . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ke tanah dasar menjadi  $P_1$  yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

c. **Base Course (Lapisan pondasi atas)**

*Base* terletak tepat di atas *subbase*, dan tepat diletakkan di atas *subgrade* apabila *subbase* dirasa tidak perlu digunakan. *Base* biasanya terdiri dari material granular seperti batu hancur, kerikil, dan pasir. Spesifikasi untuk material *base* mencakup persyaratan yang lebih ketat terutama berkenaan dengan plastisitas, gradasi, dan kekuatannya. Fungsi dari lapisan ini antara lain sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban lalu lintas dan sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

d. **Surface (Lapisan Permukaan)**

*Surface* adalah jalan atas dari perkerasan jalan dan dibangun dengan segera diatas *base*. *Surface* biasanya terdiri dari campuran agregat mineral dan bahan aspal. Lapisan ini harus mampu menahan tekanan langsung yang diakibatkan oleh beban lalu lintas yang tinggi, menahan kekuatan abrasif beban lalu lintas, memberikan ketahanan selip permukaan antara roda dan permukaan jalan, dan mencegah masuknya air permukaan akibat hujan kedalam lapisan dibawahnya. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

### 2.10.2. Material Perkerasan Lentur

Adapun material yang digunakan dalam perkerasan lentur, antara lain :

a) **Aspal**

Aspal adalah jenis mineral yang banyak digunakan untuk konstruksi jalan, khusus perkerasan lentur biasanya aspal bersifat lengket, bersifat viscoelastis pada suhu kamar, dan bewarna coklat gelap sampai hitam. Aspal adalah material memiliki sifat kedap air, merekatkan, dan



mengisi rongga. Berdasarkan cara memperolehnya aspal dibagi atas aspal alam dan aspal buatan atau aspal minyak. Adapun aspal yang biasa digunakan dalam konstruksi perkerasan yaitu Lapis Aspal Beton (LASTON) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal keras, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

#### **b) Agregat**

Kadar agregat dalam campuran bahan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya berkisar antara 90-95% dari berat total, atau berkisar antara 75-95% dari volume total (Sulaksono, 2001). Agregat merupakan bahan utama yang turut menahan beban yang diterima oleh bagian perkerasan jalan, begitu pula dalam pelaksanaan perkerasan, dimana digunakan bahan pengikat pengikat aspal, sangat dipengaruhi oleh mutu agregat. Adapun diantara lain yaitu pasir, kerikil, agregat pecah, terak dapur tinggi, dan abu agregat.

#### **c) Tanah Dasar**

Guna mempermudah sifat-sifat tanah dasar yang dipergunakan sebagai bahan tanah dasar jalan, tanah dikelompokkan berdasarkan sifat plastisitas dan ukuran butriannya. Sistem klasifikasi tanah yang umumnya digunakan dalam Teknik jalan raya adalah sistem AASHTO.

- **Menentukan Faktor Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL) Perkerasan Lentur**

Faktor distribusi arah digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan ke masing-masing arah. Jika data lalu lintas yang digunakan adalah data untuk satu arah, maka  $DD=1$ . Jika data lalu lintas yang digunakan adalah data untuk dua arah  $DD = 0,3 - 0,7$ . Untuk perencanaan umumnya diambil  $DD= 0,5$  kecuali pada kasus khusus dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu atau pada kasus dimana diperoleh data volume lalu lintas untuk masing-masing arah. Sedangkan, DL digunakan untuk menunjukkan distribusi dari tiap kendaraan ke lajur rencana. Adapun untuk nilai DL dapat dilihat pada Tabel 2.5 dengan mengetahui terlebih dahulu jumlah lajur per-arah.

**Tabel 2.5** Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur per arah	Persen sumbu standar dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

(Sumber : AASHTO, 1993)

- **Menentukan Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)**

Dengan jenis perkerasan dan elemen perkerasan yang ingin direncanakan dapat direncanakan umur rencana perkerasan jalan baru sesuai dengan **Tabel 2.6**

**Tabel 2.6** Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir <sup>(2)</sup> .	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>overlay</i> ), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based</i> (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

- **Menentukan Beban Sumbu Standar Kumulatif**  
 Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Road* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan dengan **Persamaan 2.61** :

$$ESA_{TH-1} = \Sigma LHR_{JK} \times VDF_{JK} \times 365 \times DD \times DL \times R \dots (2.61)$$

Dimana :

$ESA_{TH-1}$  = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*)

$LHR_{JK}$  = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan perhari)

$VDF_{JK}$  = faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga (**Tabel 2.21**)

$DD$  = faktor distribusi arah

$DL$  = faktor distribusi lajur (**Tabel 2.19**)

$R$  = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas Kumulatif

**Tabel 2.7** Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

**Tabel 4.4. Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga**

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua				
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-	-

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

- **Menentukan Tipe Perkerasan**  
Berdasarkan hasil ESA yang didapatkan dapat ditentukan perkerasan apa yang cocok untuk dilaksanakan berdasarkan **Tabel 2.8**

**Tabel 2.8** Struktur Perkerasan Berdasarkan ESA

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 - 10	>10 – 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1, 2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kenkil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

- Menentukan Tebal Struktur Pondasi Perkerasan**  
 Dengan perkerasan lentur yang direncanakan berdasarkan CBR rencana dapat dilihat tebal minimum pondasi untuk perkerasan pada **Tabel 2.9**

**Tabel 2.8** Tebal Pondasi Minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESAs)			
			< 2	2 - 4	> 4	
Tebal minimum perbaikan tanah dasar						
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2.5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Bertaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis penopang <sup>(5)</sup>	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(6)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)			Lapis penopang berbutir <sup>(5)</sup>	1000	1250	1500

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

- **Menentukan Struktur Perkerasan**

Perkerasan dapat didesain dengan berdasarkan jumlah ESA yang didapatkan dan dilihat pada **Tabel 2.10** s.d **Tabel 2.12** yang terdapat di dalam manual desain perkerasan jalan yang cocok,.

**Tabel 2.9** Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB

	F1 <sup>2</sup>	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESAs lihat bagan desain 3A – 3B dan 3 C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku <sup>3</sup>			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 <sup>6</sup> ESAs)	> 10 - 30	> 30 – 50	> 50 – 100	> 100 – 200	> 200 – 500
Jenis permukaan pengikat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC <sup>4</sup>	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB <sup>3</sup>	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

**Tabel 2.10** Desain Perkerasan Lentur-Aspal Dengan Lapis Fondasi Berbutir

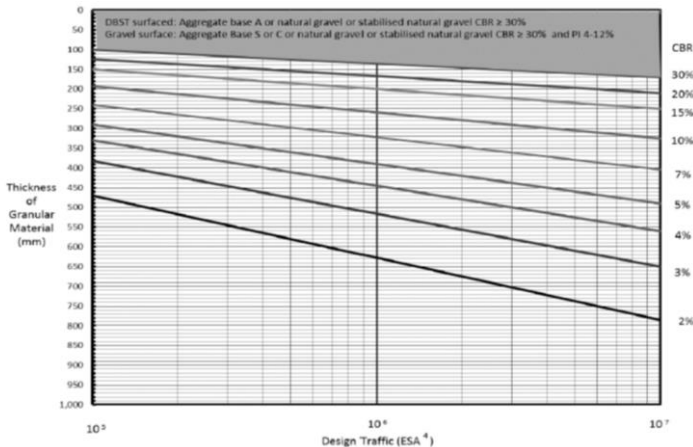
STRUKTUR PERKERASAN									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ ESA5)	< 2	$\geq 2 - 4$	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

**Tabel 2.11** Desain Perkerasan Lentur-Dengan HRS

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ CESA <sub>0</sub> )	FF1 < 0,5	$0,5 \leq FF2 \leq 4,0$
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% <sup>3</sup>	150	125

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)



**Gambar 2.16** Perkerasan Tanpa Penutup Beraspal dan Lapis Permukaan Beraspal Tipis  
(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

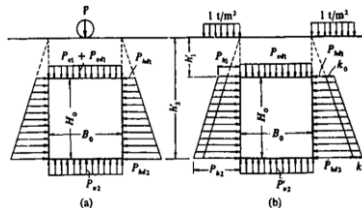
### 2.11. Konstruksi *Box Culvert*

Konstruksi gorong-gorong persegi (*box culvert*) merupakan struktur beton bertulang yang mempunyai salah satu fungsi saluran drainase pada jalan. Panjang box culvert tipe *single* dan tipe *double* sama yaitu lebar jalan ditambah dua kali lebar bahu jalan dan dua kali tebal dinding sayap sedangkan dimensinya beda. Konstruksi gorong-gorong persegi beton bertulang, direncanakan dapat menampung berbagai variasi lebar perkerasan jalan, sehingga pada prinsipnya panjang gorong-gorong persegi (*box culvert*) adalah bebas tetapi, tetapi pada perhitungan volume dan berat besi tulangan diambil ter-batas dengan lebar perkerasan jalan yang umumnya yaitu 3,5 ; 4,5 ; 6 dan 7 meter



### 2.11.1 Perhitungan Pembebanan Pada Konstruksi *Box Culvert*

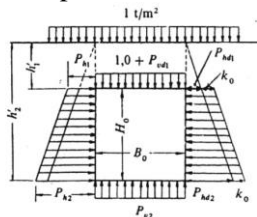
Pada *box culvert* yang biasa, perubahan-perubahan kombinasi pembebanan tergantung dari tinggi tanah penutup di atas gorong-gorong lebih tinggi atau lebih rendah dari 3,50 meter. Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,50 meter maka dalam keadaan ini perhitungan dibuat dalam dua kombinasi seperti terlihat pada gambar (a) dan (b). Selanjutnya bila momen lentur dan gaya geser pada tiap – tiap titik telah didapat dari kedua perhitungan kombinasi tersebut, maka salah satu hasil yang lebih besar yang dipakai untuk perencanaan penampang.



**Gambar 2.17** Kombinasi Beban (Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,5 m)

(Sumber : Arman, 2010)

Apabila tebal tanah penutup lebih besar dari pada 3,5 meter, maka hal ini tidak ada masalah jika gaya-gaya penampang didapat dari kombinasi pembebanan dalam **Gambar 2.25**



**Gambar 2.18** Kombinasi Beban (Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,5 m)

(Sumber : Arman, 2010)

Pada konstruksi gorong-gorong persegi (*box culvert*) ini, terdapat beberapa faktor-faktor pembebanan yang diuraikan sebagai berikut :

1. Berat Sendiri

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikulnya.

**Tabel 2.12** Faktor Beban Untuk Berat Sendiri

Jangka Waktu	Faktor Beban			
	KS;MS		KU;MS	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, Alumunium	1,0	1,1	0,90
	Beton Pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton Cor di Tempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

(Sumber : RSNI T-02-2005)

2. Berat Mati Tambahan/Utilitas

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

**Tabel 2.13** Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan

Jangka Waktu	Faktor Beban			
	KS;MA		KU;MA	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Keadaan Umum	1,0 (1)	2,0	0,7
	Keadaan Khusus	1,0	1,4	0,8
CATATAN (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas				

(Sumber : RSNI T-02-2005)

3. Beban Lajur “D”

**Tabel 2.14** Faktor Beban Akibat Beban Lajur “D”

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	KS;TD	KU;TD
Tetap	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T-02-2005)

4. Pembebanan Truk “T”

**Tabel 2.15** Faktor Beban Akibat Beban Lajur “T”

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	KS;TT	KU;TT
Tetap	1,0	1,8

(Sumber : RSNI T-02-2005)

### 2.11.2 Perhitungan Tulangan *Box Culvert*

- Distribusi tegangan beton

Redistribusi momen harus dilakukan hanya bila penampang dimana momen direduksi didesain sedemikian

sehingga  $\rho$  atau  $\rho - \rho'$  tidak lebih besar dari 0,50  $\rho_b$ , dimana :

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.62)$$

- Tahanan momen

Tentukan terlebih dahulu spesifikasi beton dan baja yang direncanakan, didapatkan nilai tahanan momen ( $R_n$ ) &  $R_{max}$  dimana  $R_n < R_{max}$

$$R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b d^2} \dots\dots\dots (2.63)$$

$$R_n \max = 0.75 \times \rho_b \times f_y \times \left[ 1 - \left( \frac{\frac{1}{2} \times 0.75 \times \rho_b \times f_y}{0.85 \times f_c} \right) \right] \dots\dots\dots (2.64)$$

- Rasio tulangan perlu

$$\rho = 0.85 \times f_c / f_y \times \left[ 1 - \left( \frac{1 - 2 \times R_n}{0.85 \times f_c} \right) \right] \dots\dots\dots (2.65)$$

$$\rho_{min} = 0.0025$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s = \rho \times b \times d \dots\dots\dots (2.66)$$

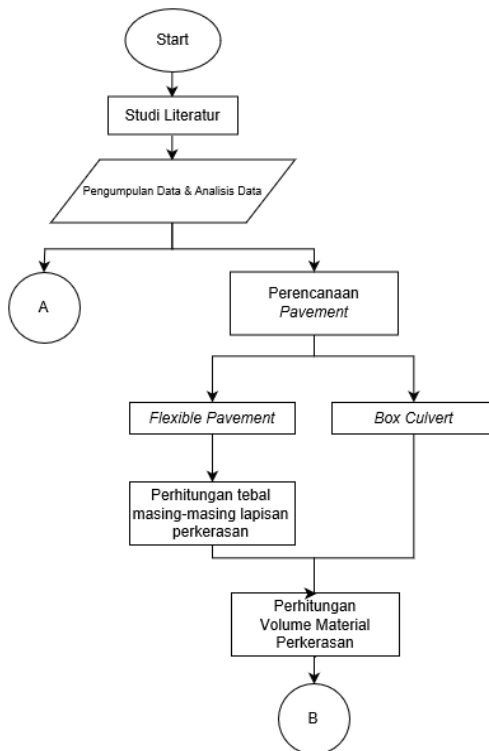
- Jarak tulangan perlu

$$s = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{b}{A_s} \dots\dots\dots (2.67)$$

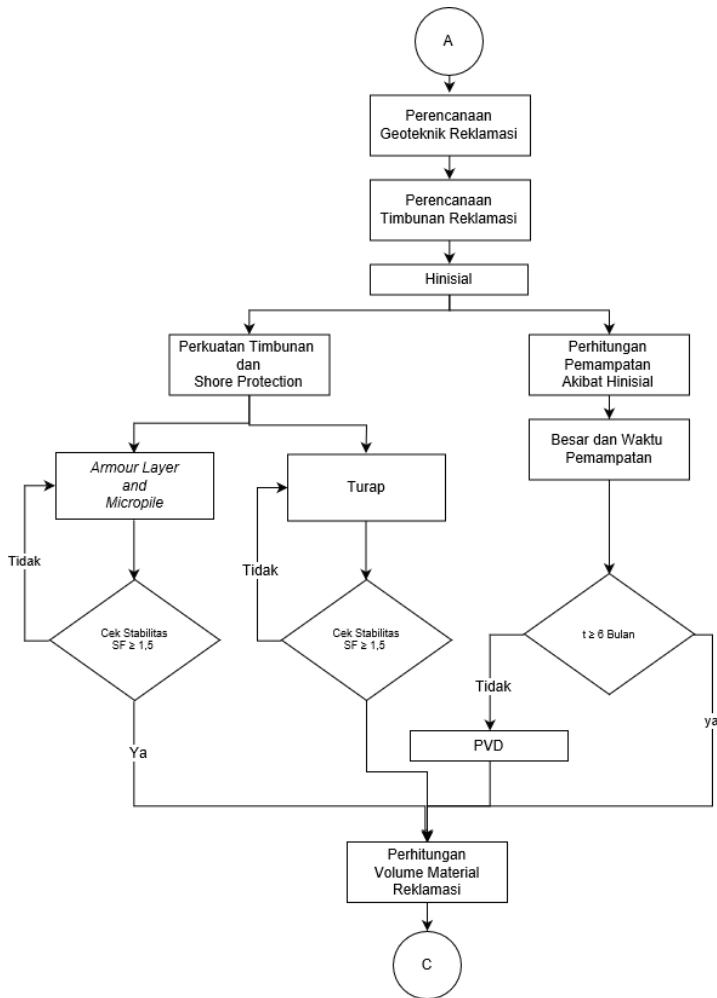
## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Bagan Alir

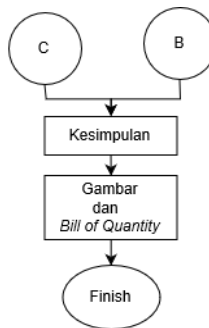
Berikut ini merupakan diagram alir perencanaan reklamasi pada Pertamina RU-VI Balongan. Perencanaan dimulai dengan menganalisis data sekunder, kemudian perencanaan reklamasi dan Shore Protection dilanjutkan perencanaan perkuatan tanah timbunan.



Gambar 3.1 Diagram Alir



**Gambar 3.1** Diagram Alir (Lanjutan)



**Gambar 3.1** Diagram Alir (Lanjutan)

### 3.2. Penjelasan Mengenai Gambar 3.1 Mengenai Bagan Alir Tugas Akhir.

- Studi Literatur

Studi Literatur yang dimaksud adalah mengumpulkan materi – materi yang akan digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan. Bisa dari jurnal, *text book*, catatan kuliah, maupun Tugas Akhir dengan topik serupa.

- Pengumpulan Data

Pengumpulan Data adalah proses pengambilan data – data yang diperlukan untuk memecahkan masalah yang terjadi. Data – data yang dimaksud pada Tugas Akhir ini adalah data tanah dan data perencanaan reklamasi, serta LHR untuk perencanaan perkerasan jalan.

- Perencanaan Tinggi Preloading Timbunan Awal ( $H_{\text{inisial}}$ )

Menghitung tinggi awal atau  $H_{\text{inisial}}$  timbunan yang dibutuhkan untuk preloading. Penentuan tinggi awal timbunan yang dimaksudkan adalah tinggi timbunan sebelum terjadi pemampatan.

- Perencanaan Perbaikan Tanah dengan PVD  
Perencanaan perbaikan tanah menggunakan PVD berfungsi untuk mempercepat pemampatan. Perencanaan perbaikan meliputi perhitungan tipe pemasangan PVD, jarak antar PVD, dan kedalaman PVD.
- Perencanaan Perkuatan Tanah dengan *Micropile*  
Perencanaan perkuatan tanah dengan *micropile* untuk mencapai keamanan yang direncanakan.
- Perencanaan *Shore Protection*  
*Shore Protection* pada perencanaan detail reklamasi ini berfungsi supaya tanah material reklamasi tidak mengalami kerusakan akibat arus maupun gelombang air laut. *Shore Protection* adalah suatu konstruksi yang diharapkan dapat melindungi segala sesuatu yang berada di balik *shore protection* tersebut dari kerusakan akibat arus dan gelombang air laut. *Shore Protection* yang direncanakan pada tugas akhir ini menggunakan *armour layer* dan turap
- Perencanaan Perkerasan Perkerasan Lentur  
Perhitungan tebal lapisan perkerasan jalan dengan menggunakan manual desain perkerasan jalan untuk konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*).
- Perencanaan Perkuatan *Box Culvert*  
Perhitungan dimensi box culvert yang diperlukan beserta tulangan yang dipakai pada *box culvert* yang dimana akan dibebani oleh jalan inspeksi.
- Kesimpulan  
Kesimpulan berupa pemaparan hasil perencanaan tugas akhir berupa perencanaan timbunan reklamasi, *shore protection*, perkuatan tanah untuk jalan inspeksi beserta saluran yang



terdapat di bawahnya paling efisien dan nantinya akan didapatkan gambar beserta *bill of quantity*-nya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV ANALISIS DATA

### 4.1. Data Perencanaan

*Layout* restorasi dan peta batimetri pada Proyek Pembangunan Kilang Petrokimia RU-VI Pertamina Balongan dapat dilihat pada Lampiran 12.

#### 4.1.1. Analisis Data Gelombang

Data gelombang yang digunakan adalah hasil dari pengukuran oleh PT.Pertamina yang ditujukan pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Tinggi Gelombang Rencana

Wave Transform Analysis						
No	Kedalaman Air di P3 (di Tengah Laut)	H (m)	T (detik)	d (m)	Lo (m/detik)	Co
1	6.06	1.36	10.19	3	161.98	15.89
2	6.06	2.30	10.19	3	161.98	15.89
3	6.06	1.36	10.19	3.52	161.98	15.89
4	6.06	2.30	10.19	3.52	161.98	15.89
5	6.06	1.36	10.19	4.04	161.98	15.89
6	6.06	2.30	10.19	4.04	161.98	15.89

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.2** Tinggi Gelombang Rencana (Lanjutan)

Wave Transform Analysis						
No	d/Lo	d/L	Ks (koef. Shoaling)	H Shoaling	H Pecah	H Desain
1	0.0185	0.05611	1.24	1.69	2.34	1.69
2	0.0185	0.05611	1.24	2.85	2.34	
3	0.0217	0.06057	1.201	1.63	2.75	
4	0.0217	0.06057	1.201	2.76	2.75	2.75
5	0.0249	0.06478	1.169	1.59	3.15	
6	0.0249	0.06478	1.169	2.69	3.15	

(Sumber : PT. Pertamina)

Frekuensi gelombang merupakan faktor yang mempengaruhi perencanaan bangunan pantai. Untuk menetapkan gelombang periode ulang tertentu dibutuhkan data gelombang dengan jangka waktu pengukuran yang cukup panjang (beberapa tahun). Periode ulang adalah suatu interval rata-rata yang dinyatakan dalam satuan waktu (tahun) antara peristiwa terjadinya gelombang yang tertentu melampauinya. Data untuk menetapkan gelombang dengan periode ulang tertentu tersebut biasa merupakan data pengukuran langsung gelombang atau data gelombang hasil *hindcasting*. Dalam tugas akhir ini nilai tinggi gelombang berdasarkan periode ulang menggunakan hasil perhitungan yang telah

dilakukan oleh PT. Pertamina. Dalam perencanaan Shore Protection pada lahan restorasi Balongan ini menggunakan umur rencana 100 tahun pada station P3. Hasil perhitungan ditunjukkan dalam **Tabel 4.3**

**Tabel 4.3** Tinggi Gelombang Berdasarkan Periode Ulang

Wave Return Period									
STATION	Return Period (Yr)	Hs (m)	Hmax (m)	Hswell (m)	Tp (s)	Tswell (s)	Tm02 (s)	Tz (s)	Tass (s)
P1	1	1.31	2.11	0.05	7.91	22.95	4.92	4.75	5.94
	2	1.40	2.37	0.06	8.30	23.52	5.19	5.06	6.23
	10	1.87	3.08	0.11	9.29	24.77	5.71	6.04	6.93
	25	2.13	3.59	0.16	9.79	25.10	5.85	6.96	7.22
	50	2.34	3.72	0.20	10.16	25.27	5.92	7.62	7.52
	100	2.56	3.97	0.25	10.53	25.40	5.98	8.11	7.89

(Sumber : PT. Pertamina)

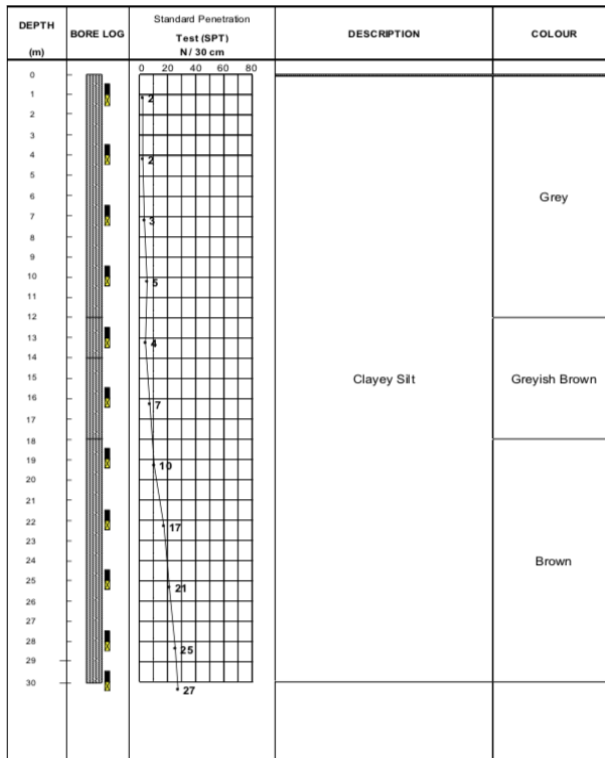
**Tabel 4.4** Tinggi Gelombang Berdasarkan Periode Ulang (lanjutan)

Wave Return Period									
STATION	Return Period (Yr)	Hs (m)	Hmax (m)	Hswell (m)	Tp (s)	Tswell (s)	Tm02 (s)	Tz (s)	Tass (s)
P2	1	1.41	2.27	0.05	7.03	18.48	5.01	4.22	5.34
	2	1.50	2.52	0.06	7.34	18.86	5.51	4.55	5.58
	10	1.98	3.27	0.08	8.15	20.58	6.18	5.29	6.08
	25	2.22	3.70	0.10	8.55	21.27	6.39	6.08	6.30
	50	2.40	3.80	0.12	8.85	21.72	6.51	6.72	6.55
	100	2.58	4.07	0.15	9.15	22.11	6.60	6.97	6.85
P3	1	0.75	1.22	0.04	7.42	17.96	4.15	4.45	5.64
	2	0.83	1.40	0.04	7.73	18.22	4.33	4.78	5.87
	10	1.05	1.70	0.06	8.83	19.55	4.73	5.64	6.59
	25	1.17	1.94	0.07	9.38	20.06	4.92	6.67	6.91
	50	1.26	2.13	0.09	9.79	20.39	5.05	7.42	7.24
	100	1.36	2.30	0.11	10.19	20.68	5.18	7.77	7.63

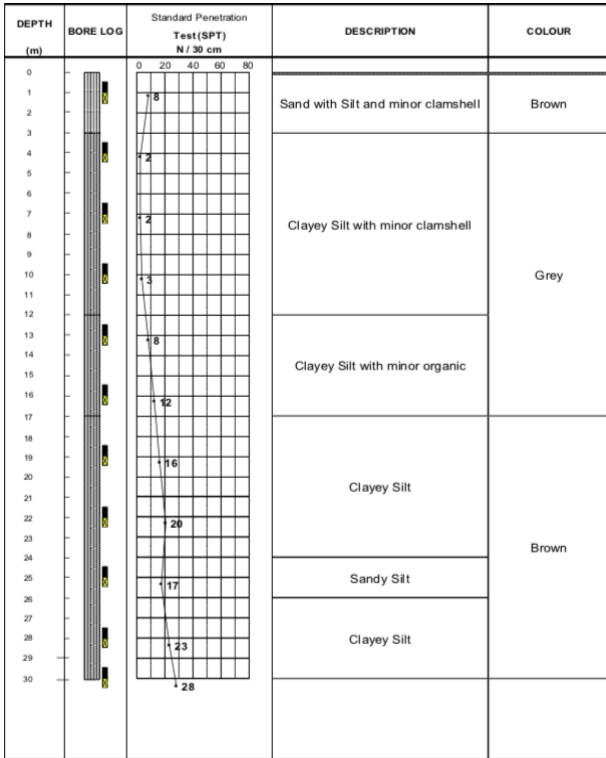
(Sumber : PT. Pertamina)

#### 4.1.2. Analisis Geoteknik Tanah Dasar

Data tanah yang tersedia pada proyek ini yaitu BSP1, BSP2, BSP3, BSP4, BJ1, BJ2, BJ3, BT1, BT2, dan BX1. Namun dalam perencanaan ini akan menggunakan data tanah BSP1, BSP2, dan BSP 3 karena titik pengeboran tersebut berada di area restorasi. Data tersebut berupa hasil bor log seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1** s.d. **Gambar 4.3**, hasil parameter tanah dapat dilihat pada **Gambar 4.2** s.d. **Gambar 4.8**.



**Gambar 4.1** Data Bor Log BSP 1  
(Sumber : PT. Pertamina)



**Gambar 4.2** Data Bor Log BSP 2  
(Sumber : PT. Pertamina)



DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N/ 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR
0				
1		15	Silty Sand	Brown
2				
3			Clayey Silt	Grey
4		2		
5				
6				
7		3		
8				
9				
10		2		
11				
12				
13		3		
14				
15				
16		8		
17				
18				
19		14	Brownish Grey	
20				
21			Brown	
22		12		
23				
24				
25		17		
26				
27				
28		21		
29				
30		26		

**Gambar 4.3** Data Bor Log BSP 3  
(Sumber : PT. Pertamina)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**Tabel 4.3** Parameter Tanah Dasar BSP 1

BSP 1												
DEPTH (Meter)	VOLUMETRIC + GRAVIMETRIC						CONSOLIDATION					Keterangan
	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_t$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	Pp	Cc	Cv	
-1	2.623	1.00	100	38.45	*		1.28	1.81	*	0.75	0.000783	Soft Silt
-4	2.635	0.97	100	59.57	*		1.32	1.83	*	0.71	0.000817	Medium Silt
-7	2.611	1.04	100	71.41	*		1.17	1.79	*	0.79	0.000750	Very Soft Silt
-10	2.506	1.20	100	78.07	*		1.09	1.69	*	0.98	0.000592	Very Soft Silt
-13	2.593	1.38	100	78.09	*		1.07	1.67	*	1.18	0.000567	Very Soft Silt
-16	2.589	1.19	100	72.24	*		1.15	1.73	*	0.97	0.000650	Very Soft Silt
-19	2.644	1.02	100	64.36	*		1.29	1.82	*	0.77	0.000792	Soft Silt
-22	2.584	0.76	100	47.10	*		1.43	1.90	*	0.47	0.000933	Medium Silt
-25	2.603	0.89	100	46.58	*		1.35	1.85	*	0.62	0.000850	Medium Silt
-28	2.681	0.79	100	41.83	*		1.50	1.94	*	0.50	0.001000	Medium Silt
-31	2.642	0.84	100	43.16	*		1.42	1.89	*	0.57	0.000917	Stiffy Silt

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.3** Parameter Tanah Dasar BSP 1 (Lanjutan)

DEPTH (Meter)	SIEVE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS			DIRECT TEST		Unconfined test	k (cm/sec)
	Gravel	Sand	Silt	Clay	LL	PL	IP	C	$\phi$	$\phi_u$	
-1	0.10	5.08	54.21	40.60	77.44	33.30	43.44	0.34	8	0.37	*
-4	0.19	19.52	53.26	27.03	77.29	35.26	42.30	0.30	11	0.32	*
-7	0.39	3.77	53.53	42.30	82.45	36.12	46.33	0.35	7	0.29	*
-10	0.17	0.90	59.22	39.71	84.45	37.30	47.35	0.39	6	0.28	*
-13	0.00	0.68	58.85	40.46	84.69	37.25	47.44	0.37	6	0.27	*
-16	0.00	0.62	56.51	42.87	84.16	36.10	48.06	0.41	5	0.29	*
-19	0.60	7.52	54.68	37.20	82.14	37.12	45.02	0.33	8	0.27	*
-22	0.00	0.57	62.93	36.50	83.55	35.36	48.19	0.40	5	0.32	*
-25	0.06	2.64	54.25	43.05	82.25	36.11	46.14	0.36	7	0.31	*
-28	4.29	6.10	51.42	38.19	77.61	33.29	44.32	0.32	9	0.36	*
-31	3.89	8.42	47.80	39.89	78.69	35.16	43.53	0.31	10	0.33	*

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.4** Parameter Tanah Dasar BSP 2

BSP 2												
DEPTH (Meter)	VOLUMETRIC + GRAVIMETRIC						CONSOLIDATION			Keterangan		
	G <sub>s</sub>	e	S <sub>r</sub>	W <sub>c</sub>	n	γ <sub>t</sub>	γ <sub>d</sub>	γ <sub>sat</sub>	P <sub>p</sub>		C <sub>c</sub>	C <sub>v</sub>
-1	2.693	0.91	100	27.95	*		1.41	1.89	*	0.65	0.000909	Medium Silt
-4	2.593	2.06	100	78.83	*		0.83	1.52	*	1.97	0.000229	Very Soft Silt
-7	2.589	2.42	100	84.80	*		0.74	1.47	*	2.38	0.000142	Very Soft Silt
-10	2.631	2.14	100	78.45	*		0.83	1.52	*	2.05	0.000229	Very Soft Silt
-13	2.624	1.06	100	40.23	*		1.25	1.79	*	0.81	0.000750	Medium Silt
-16	2.617	1.07	100	40.85	*		1.23	1.78	*	0.83	0.000733	Medium Silt
-19	2.585	1.30	100	50.72	*		1.10	1.69	*	1.09	0.000600	Stiffy Silt
-22	2.566	1.06	100	44.38	*		1.20	1.76	*	0.82	0.000700	Stiffy Silt
-25	2.664	0.71	100	26.56	*		1.55	1.98	*	0.41	0.000266	Stiffy Silt
-28	2.613	1.15	100	44.70	*		1.19	1.75	*	0.92	0.000686	Stiffy Silt
-31	2.627	1.13	100	39.96	*		1.21	1.77	*	0.89	0.000709	Hard Silt

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.4** Parameter Tanah Dasar BSP 2 (Lanjutan)

DEPTH (Meter)	SIEVE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS			DIRECT TEST		Unconfined test	k (cm/sec)
	Gravel	Sand	Silt	Clay	LL	PL	IP	C	$\phi$	$\phi_u$	
-1	0.10	5.08	54.21	40.60	*	*	*	0.31	21	0	*
-4	0.19	19.52	53.26	27.03	84.33	37.17	47.16	0.38	6	0.29	*
-7	0.39	3.77	53.53	42.30	85.37	37.22	48.15	0.41	5	0.27	*
-10	0.17	0.90	59.22	39.71	78.55	37.10	41.45	0.33	10	0.28	*
-13	0.00	0.68	58.85	40.46	77.37	33.31	44.05	0.35	8	0.36	*
-16	0.00	0.62	56.51	42.87	80.10	35.39	44.71	0.37	7	0.34	*
-19	0.60	7.52	54.68	37.20	84.33	36.08	48.25	0.42	5	0.31	*
-22	0.00	0.57	62.93	36.50	78.47	34.19	44.28	0.39	6	0.33	*
-25	0.06	2.64	54.25	43.05	*	*	*	0.32	14	0	*
-28	4.29	6.10	51.42	38.19	81.54	35.14	46.40	0.36	7	0.32	*
-31	3.89	8.42	47.80	39.89	75.45	33.28	42.17	0.34	8	0.33	*

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.5** Parameter Tanah Dasar BSP

BSP 3												
DEPTH (Meter)	VOLUMETRIC + GRAVIMETRIC						CONSOLIDATION			Keterangan		
	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_t$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	Pp		Cc	Cv
-1	2.597	2.33	100	83.37	*		0.77	1.48	*	2.27	0.00017	Very Soft Silt
-4	2.608	2.39	100	79.60	*		0.76	1.48	*	2.34	0.00016	Very Soft Silt
-7	2.591	2.31	100	82.70	*		0.77	1.48	*	2.26	0.00017	Very Soft Silt
-10	2.612	2.39	100	81.45	*		0.76	1.48	*	2.35	0.00016	Soft Silt
-13	2.604	2.21	100	74.89	*		0.80	1.50	*	2.14	0.00020	Soft Silt
-16	2.621	1.19	100	43.92	*		1.17	1.74	*	0.97	0.00067	Medium Silt
-19	2.615	1.07	100	41.74	*		1.23	1.78	*	0.83	0.00073	Medium Silt
-22	2.633	1.05	100	34.27	*		1.26	1.80	*	0.81	0.00076	Stiffy Silt
-25	2.674	1.09	100	38.50	*		1.27	1.80	*	0.85	0.00077	Stiffy Silt
-28	2.588	1.01	100	36.88	*		1.25	1.79	*	0.76	0.00075	Hard Silt
-31	2.602	0.90	100	31.84	*		1.34	1.85	*	0.63	0.00086	Hard Silt

(Sumber : PT. Pertamina)

**Tabel 4.5** Parameter Tanah Dasar BSP 3 (Lanjutan)

DEPTH (Meter)	SIEVE ANALYSIS				ATTERBERG LIMITS			DIRECT TEST		Unconfined test	k (cm/sec)
	Gravel	Sand	Silt	Clay	LL	PL	IP	C	$\phi$	$\phi_u$	
-1	0.10	5.08	54.21	40.60	85.90	37.10	48.81	0.40	6	0.27	*
-4	0.19	19.52	53.26	27.03	81.32	36.25	45.07	0.34	8	0.27	*
-7	0.39	3.77	53.53	42.30	84.36	37.12	47.24	0.38	6	0.29	*
-10	0.17	0.90	59.22	39.71	81.61	36.31	45.30	0.33	8	0.25	*
-13	0.00	0.68	58.85	40.46	82.38	36.04	46.34	0.36	7	0.29	*
-16	0.00	0.62	56.51	42.87	77.17	35.11	42.07	0.31	10	0.29	*
-19	0.60	7.52	54.68	37.20	79.52	36.36	43.16	0.32	9	0.33	*
-22	0.00	0.57	62.93	36.50	73.57	32.14	41.34	0.30	11	0.31	*
-25	0.06	2.64	54.25	43.05	73.49	34.36	39.14	0.28	14	0.34	*
-28	4.29	6.10	51.42	38.19	81.48	33.14	48.34	0.41	5	0.31	*
-31	3.89	8.42	47.80	39.89	76.44	30.32	46.12	0.35	7	0.36	*

(Sumber : PT. Pertamina)



#### 4.1.3. Rekapitan Parameter Tanah Untuk Perhitungan

Dengan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan oleh PT. Pertamina, maka dapat disimpulkan parameter tanah yang dipakai untuk perhitungan ditunjukkan seperti pada **Tabel 4.6 s.d Tabel 4.8**

**Tabel 4.6** Rekapitulasi Parameter Tanah Dasar

Depth			Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	z	Gs	e	Wc	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$
0	-	1	Silt	4	Soft Silt	0.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
1	-	2	Silt	4	Soft Silt	1.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
2	-	3	Silt	4	Soft Silt	2.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
3	-	4	Silt	4	Soft Silt	3.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
4	-	5	Silt	4	Soft Silt	4.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
5	-	6	Silt	4	Soft Silt	5.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
6	-	7	Silt	4	Soft Silt	6.5	2.59	1.42	67.41	1.11	1.70
7	-	8	Silt	3	Very Soft Silt	0.5	2.56	1.85	79.48	0.95	1.60
8	-	9	Silt	3	Very Soft Silt	1.5	2.56	1.85	79.48	0.95	1.60
9	-	10	Silt	3	Very Soft Silt	2.5	2.56	1.85	79.48	0.95	1.60
10	-	11	Silt	10	Medium Silt	0.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
11	-	12	Silt	10	Medium Silt	1.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90

(Sumber : Hasil Perhitungan)

**Tabel 4.6** Rekapitulasi Parameter Tanah Dasar (Lanjutan)

Depth		Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	z	Gs	e	Wc	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$
12	- 13	Silt	10	Medium Silt	2.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
13	- 14	Silt	10	Medium Silt	3.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
14	- 15	Silt	10	Medium Silt	4.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
15	- 16	Silt	10	Medium Silt	5.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
16	- 17	Silt	10	Medium Silt	6.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
17	- 18	Silt	10	Medium Silt	7.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
18	- 19	Silt	10	Medium Silt	8.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
19	- 20	Silt	10	Medium Silt	9.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
20	- 21	Silt	10	Medium Silt	10.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
21	- 22	Silt	10	Medium Silt	11.5	2.58	0.89	52.73	1.43	1.90
22	- 23	Silt	21	Stiffy Silt	0.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
23	- 24	Silt	21	Stiffy Silt	1.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
24	- 25	Silt	21	Stiffy Silt	2.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
25	- 26	Silt	21	Stiffy Silt	3.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
26	- 27	Silt	21	Stiffy Silt	4.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
27	- 28	Silt	21	Stiffy Silt	5.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
28	- 29	Silt	21	Stiffy Silt	6.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00
29	- 30	Silt	21	Stiffy Silt	7.5	2.60	0.71	38.89	1.59	2.00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

**Tabel 4.6** Rekapitulasi Parameter Tanah Dasar (Lanjutan)

Depth			$\gamma_{sat}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cc	Cs	Cv	$\sigma'_o$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.035	0.066
1	-	2	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.105	0.199
2	-	3	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.175	0.332
3	-	4	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.245	0.465
4	-	5	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.315	0.598
5	-	6	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.385	0.731
6	-	7	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.455	0.864
7	-	8	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.520	0.988
8	-	9	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.580	1.102
9	-	10	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.640	1.216
10	-	11	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.715	1.367
11	-	12	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.805	1.539
12	-	13	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.895	1.711
13	-	14	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.985	1.883
14	-	15	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.075	2.056
15	-	16	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.165	2.228
16	-	17	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.255	2.400

(Sumber : Hasil Perhitungan)

**Tabel 4.6** Rekapitulasi Parameter Tanah Dasar (Lanjutan)

Depth			$\gamma_{sat}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cc	Cs	Cv	$\sigma'_o$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )
17	-	18	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.345	2.572
18	-	19	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.435	2.744
19	-	20	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.525	2.916
20	-	21	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.615	3.088
21	-	22	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.705	3.260
22	-	23	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	1.800	3.469
23	-	24	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	1.900	3.661
24	-	25	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.000	3.854
25	-	26	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.100	4.047
26	-	27	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.200	4.239
27	-	28	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.300	4.432
28	-	29	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.400	4.625
29	-	30	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.500	4.818

(Sumber : Hasil Perhitungan)

#### 4.2. Data Material Timbunan

Dalam perencanaan ini material timbunan yang digunakan adalah :

$$C = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,85 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 30$$

Potongan melintang dari timbunan dapat dilihat **Lampiran 12** Timbunan pada elevasi *seabed* yang ditinjau memiliki variasi tinggi timbunan yang berbeda. Untuk mengetahui besarnya tinggi timbunan rencana dihitung berdasarkan nilai elevasi rencana dan elevasi *existing*.

Contoh perhitungan tinggi timbunan pada elevasi *seabed* - 0.5 m

$$\text{elevasi rencana} = + 3.00$$

$$\text{elevasi existing} = - 0.50$$

$$\text{tinggi pavement} = + 0.35$$

$$\begin{aligned} \text{tinggi timbunan} &= \text{elevasi rencana} - \text{elevasi existing} \\ &\quad - \text{tinggi pavement} \\ &= 3.0 - (-0.5) - 0.35 \\ &= 3.15 \text{ m} \end{aligned}$$

Rekapitulasi tinggi timbunan ada pada Tabel 4.11

**Tabel 4.7** Tinggi Timbunan Rencana Setiap STA

Zona	Elevasi Rencana (m)	Elevasi Eksisting (m)	Tinggi Pavement (m)	Tinggi Timbunan (m)
1	3.5	-0.5	0.35	3.15
2	4	-1	0.35	3.65
3	4.5	-1.5	0.35	4.15

### 4.3 Data untuk Desain dan Analisis

#### 4.3.1. Data Beban

Beban yang akan digunakan adalah beban lalu lintas dan beban perkerasan. Untuk beban perkerasan menggunakan beban flexible pavement dan lantai kerja dengan ketinggian 350 mm. Beban yang digunakan untuk setiap STA terdapat pada **Lampiran 3**.

#### 4.3.2. Data Spesifikasi Bahan

- ***Pre-fabricated Vertical Drain (PVD)***

Jenis PVD yang akan digunakan adalah Flood Drain yang diproduksi oleh PT. Nylex (Malaysia) Berhad. Spesifikasi material sebagai berikut:

Weight = 75 g/m  
 Thickness (a) = 100 mm  
 Width (b) = 50 m

- **Cerucuk**

Perkuatan timbunan yang akan digunakan pada sisi melintang timbunan adalah *micropile* dengan spesifikasi

:

Dimensi = 20x20 cm

- **Turap**

Jenis cerucuk yang digunakan adalah *steel pipe* yang di produksi oleh Bakrie. Spesifikasi material cerucuk yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bahan = *Steel Pipe Piles*  
 Diameter = 40.66 cm

- ***Armour Layer***

Spesifikasi batuan yang di pakai untuk *armour layer* adalah sebagai berikut :

Material = batuan alam

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB V**

### **PERENCANAAN TIMBUNAN DAN *SHORE* *PROTECTION***

#### **5.1 Perencanaan Timbunan Preloading**

Dalam merencanakan timbunan perlu dicari besarnya penurunan tanah dasar akibat beban rencana yang akan diterima oleh tanah dasar. Dari besarnya turunan yang terjadi akan dapat ditentukan besarnya tinggi timbunan awal ( $H_{\text{inisial}}$ ), sehingga tinggi timbunan setelah penurunan dan pembongkaran *preloading* dapat sesuai dengan tinggi akhir timbunan rencana ( $H_{\text{final}}$ ).

Untuk mendapatkan nilai  $H_{\text{inisial}}$  diperlukan perhitungan pemampatan tanah dasar dengan variasi pemberian beban timbunan ( $q$ ) untuk mengetahui besarnya penurunan tanah dasar. Dari variasi pemberian beban timbunan akan didapatkan variasi tinggi timbunan *preloading*. Tinggi timbunan *preloading* juga dipengaruhi oleh beban perkerasan. Berikut merupakan perhitungan tinggi timbunan *preloading* dan beban timbunan pada zona 1.

$$H \text{ timbunan} = H_{\text{beban perkerasan}} + H_{\text{beban timbunan}}$$

Hbeban perkerasan dan lalu lintas di setiap zona dapat dilihat pada **Lampiran 3**, sedangkan Hbeban timbunan diasumsikan.

$$H_{\text{beban perkerasan}} = 0.35 \text{ m}$$

$$H_{\text{beban timbunan}} = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{timbunan}} &= 0.35 \text{ m} + 3 \text{ m} \\ &= 3.35 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q \text{ timbunan} &= \gamma \text{ timbunan} \times H_{\text{beban timbunan}} \\ &= 1.85 \text{ t/m}^3 \times 3 = 5.55 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q \text{ perkerasan} &= \gamma \text{ perkerasan} \times H_{\text{beban perkerasan}} \\ &= 2.2 \text{ t/m}^3 \times 0.35 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q \text{ total} &= 0.77 \text{ t/m}^2 \\
 &= 5.55 \text{ t/m}^2 + 0.77 \text{ t/m}^2 \\
 &= 6.32 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah itu dilakukan cara perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai  $q$  dari masing-masing  $H$  timbunan yang dapat dilihat pada **Tabel 5.1**

**Tabel 5.1** Variasi Tinggi dan Beban Timbunan

H perkerasan (m)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
q perkerasan ( $\text{t/m}^2$ )	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
H beban timbunan (m)	3	5	7	9	11
q timbunan (m)	5.55	9.25	12.95	16.65	20.35
q total ( $\text{t/m}^2$ )	6,32	10.02	13.72	17.42	21.12

(Sumber : Hasil Perhitungan)

## 5.2 Perhitungan Besar Pemampatan Tanah Dasar

Perhitungan besar pemampatan dihitung akibat tinggi timbunan yang mengakibatkan variasi beban timbunan dan beban perkerasan. Untuk menghitung pemampatan tanah dasar diperlukan perhitungan tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, Tegangan yang akan dihitung adalah tegangan tanah vertikal efektif yaitu tegangan overburden ( $\sigma_o'$ ), tegangan yang pernah terjadi pada tanah pada masa lampau yaitu tegangan prakonsolidasi ( $\sigma_c'$ ), dan tegangan akibat beban yang bekerja pada tanah yaitu distribusi tegangan ( $\Delta\sigma$ ). Perhitungan tegangan ditinjau pada setiap kedalaman berdasarkan konsistensi tanah.

Contoh perhitungan tegangan untuk kedalaman 0-1 m dengan tinggi timbunan awal sebesar 3 m:

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

$$z = 0.5$$

Tegangan overburden ( $\sigma_o'$ ):

$$\begin{aligned}
 \sigma_o' &= \gamma' \times z \\
 &= (1.7-1) \times 0.5
 \end{aligned}$$

$$= 0.35 \text{ t/m}^2$$

Tegangan prakonsolidasi ( $\sigma_c'$ ):

$$\sigma_c' = \sigma_o' + \text{hfluktuasi} \times \text{yair laut } (\gamma_w)$$

hfluktuasi diasumsikan sebesar 2 m

$$\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\sigma_c' = 0.35 \text{ t/m}^2 + (2 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3)$$

$$= 2.35 \text{ t/m}^2$$

Distribusi tegangan ( $\Delta\sigma$ ):

Menghitung distribusi tegangan :

$$B1 = 1268 \text{ m}$$

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

$$\alpha_1 = \tan^{-1}[(1268+6)/0.5] - \tan^{-1}(1268/0.5)$$

$$\alpha_1 = 0.0001$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\frac{1268}{0.5}\right)$$

$$\alpha_2 = 89.9774$$

$$\Delta\sigma = 5.55/180[\{(1268+6)/6\}(0.0001+89.9774) - 1268/6(89.9774)]$$

$$= 2.775 \text{ t/m}^2$$

$$= 5.55 \text{ t/m}^2 \text{ (2 sisi)}$$

Hasil perhitungan distribusi tegangan ( $\Delta\sigma$ ) untuk setiap kedalaman dengan variasi tinggi timbunan pada seluruh zona yang ditinjau ditunjukkan pada Lampiran 5.

Setelah mendapatkan tegangan pada tanah dihitung pemampatan konsolidasi primer (*primary settlement*) yang terjadi menggunakan **Persamaan 2.7**. Karena tanah pada kondisi *overconsolidated soil* (OC-Soil) serta jumlah tegangan overburden efektif dan distribusi tegangan kurang dari tegangan prakonsolidasi maka :

$$S_c = C_s \cdot \frac{H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma_c'}{\sigma_o} + C_c \cdot \frac{H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma_o' + \Delta\sigma}{\sigma_o}$$

$$Sc = 0.12 \cdot \frac{1}{1+1.42} \cdot \log \frac{2.35}{0.35} + 0.85 \cdot \frac{1}{1+1.42} \cdot \log \frac{5.55}{2.35}$$

$$Sc = 0.182 \text{ m}$$

Hasil pemampatan tiap kedalaman diakumulasikan sehingga didapatkan hasil pemampatan total dari satu variasi tinggi timbunan. Lalu langkah-langkah tersebut dilakukan kembali pada variasi tinggi timbunan yang berbeda sesuai dengan rencananya sebelumnya.

### 5.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (Hinisial) dan Tinggi Timbunan Akhir (Hfinal)

Tinggi H Inisial dapat diperoleh dengan menggunakan **Persamaan 2.13**. Berikut merupakan contoh perhitungan H inisial di zona 1 dengan kedalaman tanah lunak 22 meter.

$$H_{inisial} = (q_{timbunan} + Sc \times (\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})) / \gamma_{timb}$$

Dimana :

$$Sc \text{ total akibat } q_{timbunan} 5.55 \text{ t/m}^2 = 1.46 \text{ m}$$

$$\gamma_{timb} = 1.85 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma'_{timb} = 0.85 \text{ t/m}^2$$

$$H_{inisial} = (5.55 + 1.46 \times (1.85 - 0.85)) / 1.85 = 3.79 \text{ m}$$

Hbeban merupakan tinggi timbunan yang mewakili beban perkerasan dan beban lalu lintas. Hbeban atau selanjutnya disebut Hbongkar, akan dibongkar setelah timbunan mengalami pemampatan sebesar yang direncanakan. Hfinal dihitung menggunakan **Persamaan 2.14**:

Dimana:

$$H \text{ inisial} = 3.79 \text{ m}$$

$$Sc \text{ total} = 1.5 \text{ m}$$

$$H_{pavement} = 0.35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{final} &= H_{inisial} - Sc + H_{pavement} \\ &= 3.79 - 1.5 + 0.35 \\ &= 2.64 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama dengan variasi tinggi timbunan lain yang sudah

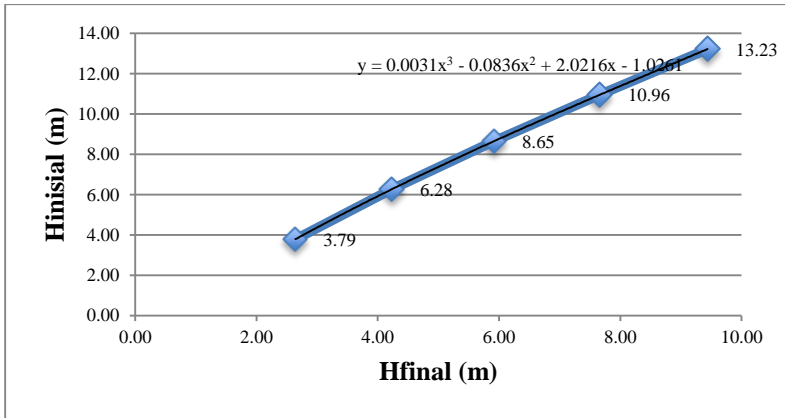
ditentukan. Perhitungan tersebut kemudian direkapitulasi sehingga menunjukkan hasil yang ditunjukkan pada **Tabel 5.2**.

Hubungan Hinisial dan Hfinal pada **Tabel 5.2** kemudian dibuatkan grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 5.1**, sedangkan hubungan Hfinal dan Sc ditunjukkan pada **Gambar 5.2**. Persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.1** digunakan untuk menghitung Hinisial timbunan untuk mencapai Hfinal yang menggunakan data tanah zona 1. Sedangkan persamaan yang didapatkan dari **Gambar 5.2** digunakan untuk mencari besar pemampatan yang terjadi. Berikut contoh perhitungan untuk Hfinal 3.5 m :

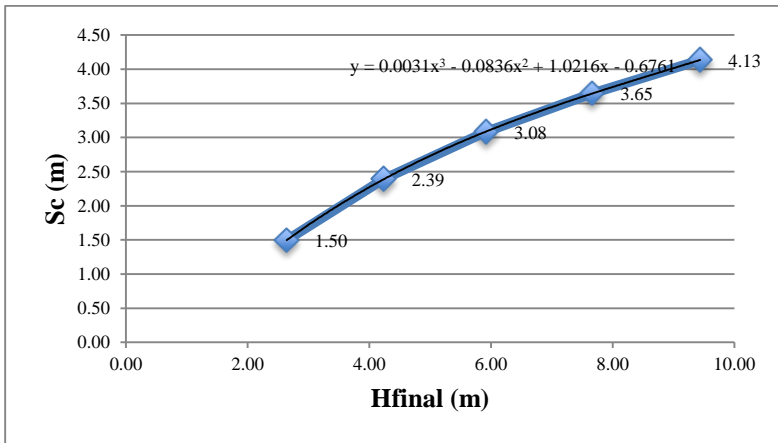
$$\begin{aligned}
 \text{Hinisial} &= 0.0031 x^3 - 0.0836 x^2 + 2.0216 x - 1.0261 \\
 &= 0.0031 x 3.5^3 - 0.0836 x 3.5^2 + 2.0216 x 0.35 \\
 &\quad - 1.0261 \\
 &= 5.158 \text{ m} \\
 \text{Sc} &= 0.0031 x^3 - 0.0836 x^2 + 1.0216 x - 0.6761 \\
 &= 0.0031 x 3.5^3 - 0.0836 x 3.5^2 + 1.0216 x 3.5 \\
 &\quad - 0.6761 \\
 &= 2.008 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.2** Rekapitulasi perhitungan Hinisial, Hfinal, dan Sc pada Alternatif PVD Penuh di Zona 1

H rencana (m)	Q timbunan (t/m <sup>2</sup> )	Settlement akibat Q (m)	H Initial (m)	Tebal pavement (m)	Sc <sub>pavement</sub> (m)	Sc Total	H Final (m)
3	5.55	1.46	3.79	0.35	0.039	1.50	2.64
5	9.25	2.36	6.28	0.35	0.029	2.39	4.24
7	12.95	3.06	8.65	0.35	0.023	3.08	5.92
9	16.65	3.63	10.96	0.35	0.015	3.65	7.67
11	20.35	4.12	13.23	0.35	0.018	4.13	9.44



**Gambar 5.1** Perbandingan Hinisial dan H Final pada Zona 1



**Gambar 5.2** Perbandingan H Final dan Sc pada Zona 1

#### 5.4 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD

Kecepatan pemampatan dari lapisan tanah bergantung kepada nilai koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) pada tiap lapisan tanah. Dikarenakan nilai  $C_v$  berbeda-beda tiap lapisan tanah maka dapat dihitung harga  $C_v$  gabungan menggunakan **Persamaan 2.21**.

Lamanya waktu pemampatan dapat dicari menggunakan **Persamaan 2.20**. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pemampatan tanpa PVD untuk derajat konsolidasi 90%

$$\begin{aligned}
 Hdr &= 22 \text{ m} \\
 C_v \text{ gabungan} &= 0.000710 \text{ cm}^2/\text{detik} \\
 &= 2.333966195 \text{ cm}^2/\text{tahun} \\
 T &= 0,848 \text{ (U 90\%)} \\
 t &= \frac{T_{90\%} \times Hdr^2}{C_v \text{ gabungan}} = \frac{0,848 \times 22^2}{2.334} \\
 &= 176 \text{ tahun.}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan waktu pemampatan yang cukup lama (44 tahun) maka diperlukan percepatan pemampatan tanah dasar dengan menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

### 5.5 Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk mempercepat pemampatan

Perencanaan PVD dilakukan pada masing-masing variasi kedalaman disetiap zona. Pada perencanaan PVD dihitung dengan pola pemasangan segitiga dan segiempat dengan variasi jarak pemasangan PVD. Variasi jarak pemasangan tiap PVD yang dihitung adalah 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; dan 1,2 meter.

Data spesifikasi PVD yang digunakan :

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

$$b = 50 \text{ mm}$$

- Perencanaan PVD Pola Pemasangan Segitiga

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola pemasangan segitiga dengan jarak pemasangan (s) 1,1 m dan kedalaman 22 m.

$$\begin{aligned}
 C_v &= 0.000710 \text{ cm}^2/\text{detik} \\
 C_v &= 429.706 \text{ cm}^2/\text{minggu} \\
 Ch &= 3 \times C_v = 3 \times 429.706 \\
 &= 1289.117 \text{ cm}^2/\text{minggu}
 \end{aligned}$$

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

$$S = 1.1 \text{ m}$$

Untuk menghitung diameter ekivalen pola pemasangan segitiga menggunakan :

$$\begin{aligned}
 D &= 1,05 \times s = 1,05 \times 1.1 : 1000 = 1155 \text{ mm} \\
 dw &= \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(0,01+0,005)}{\pi} = 95.541 \text{ mm} \\
 n &= \frac{D}{dw} = \frac{1155}{95.541} = 12.089
 \end{aligned}$$

Dikarenakan nilai  $n < 20$  maka untuk mencari nilai fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PvD ( $F(n)$ ) digunakan **Persamaan 2.25**

$$\begin{aligned}
 F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\
 &= \left( \frac{12.089^2}{12.089^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(12.089) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4 \cdot 12.089^2} \right) \right] \\
 &= 1.7526
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_v &= \frac{t \times C_v}{(Hdr)^2} \\
 &= \frac{1 \times 429.706}{(22^2)} \\
 &= 0,000089
 \end{aligned}$$

Setelah didapat faktor waktu dapat dicari nilai derajat konsolidasi tanah arah vertikal, horizontal, dan rata-rata dengan menggunakan **Persamaan 2.18, 2.19** dan, **2.31**.

$$\begin{aligned}
 U_v &= 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \\
 &= 2 \sqrt{\frac{0,000089}{\pi}} \\
 &= 0,011 \\
 &= 1.1 \%
 \end{aligned}$$

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



$$= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{1 \times 8 \times 1289.117}{1.155^2 \times 2 \times 1.7526} \right)}} \right) \right]$$

$$= 0,198$$

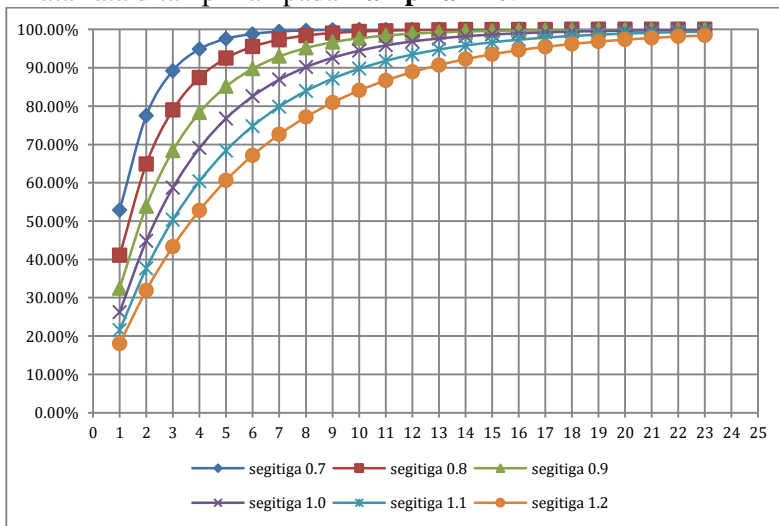
$$= 19.8\%$$

$$\text{Urata-rata} = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v)$$

$$= 1 - (1 - 0.198)(1 - 0,011)$$

$$= 20.65\%$$

Perhitungan di atas dilakukan untuk seluruh jarak pemasangan PVD (s) yang direncanakan dan ditinjau setiap minggu.. Selanjutnya dibuat grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) pola segitiga seperti pada **Gambar 5.3**. Hasil perhitungan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) untuk setiap jarak pemasangan s pola pemasangan segitiga dan grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata ditampilkan pada **Lampiran 10**.



**Gambar 5.3** Hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata pada pemasangan pola segitiga.  
(sumber : hasil analisis)

- Perencanaan PVD Pola Pemasangan Segiempat

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola pemasangan segiempat dengan jarak pemasangan (s) 1.1 m dan kedalaman 22 m.

$$\begin{aligned}C_v &= 0.000747 \text{ cm}^2/\text{detik} \\C_v &= 429.706 \text{ cm}^2/\text{minggu} \\C_h &= 3 \times C_v = 3 \times 429.706 \\&= 1289.117 \text{ cm}^2/\text{minggu} \\Waktu (t) &= 1 \text{ minggu} \\S &= 1.1 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk menghitung diameter ekivalen pola pemasangan segitiga menggunakan :

$$\begin{aligned}D &= 1.13 \times s = 1.13 \times 1.1 = 1243 \text{ mm} \\dw &= \frac{2(a+b)}{\pi} = \frac{2(0,01+0,005)}{\pi} = 95.541 \text{ mm} \\n &= \frac{D}{dw} = \frac{1243}{95.541} = 13.010\end{aligned}$$

Dikarenakan nilai  $n < 20$  maka untuk mencari nilai fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat Pvd (F(n)) digunakan **Persamaan 2.24**

$$\begin{aligned}F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\&= \left( \frac{13.010^2}{13.010^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(13.010) - \frac{3}{4} - \left( \frac{1}{4 \cdot 13.010^2} \right) \right] \\&= 1.825\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_v &= \frac{t \times C_v}{(Hdr)^2} \\&= \frac{1 \times 429.706}{(22^2)} \\&= 0,000089\end{aligned}$$

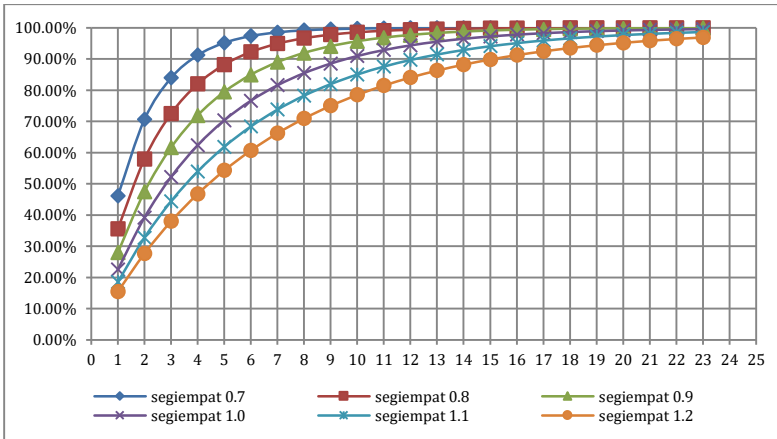
Setelah didapat faktor waktu dapat dicari nilai derajat konsolidasi tanah arah horizontal ,vertical dan rata-rata dengan menggunakan **Persamaan 2.18, 2.19** dan, **2.31**.

$$\begin{aligned} U_v &= 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \\ &= 2 \sqrt{\frac{0,000089}{\pi}} \\ &= 0,011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_h &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right) \right] \\ &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{1 \times 8 \times 1289,117}{1243^2 \times 2 \times 1,825} \right)}} \right) \right] \\ &= 0,167 \\ &= 16.7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Urata-rata} &= 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \\ &= 1 - (1 - 0,011)(1 - 0,167) \\ &= 17.6\% \end{aligned}$$

Perhitungan di atas dilakukan untuk seluruh jarak pemasangan PVD (s) yang direncanakan dan ditinjau setiap minggu. Selanjutnya dibuat grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) pola segiempat seperti pada **Gambar 5.3**. Hasil perhitungan derajat konsolidasi rata-rata (Urata-rata) untuk setiap jarak pemasangan (s) dan grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata dengan pola pemasangan segitiga dan segiempat ditampilkan pada **Lampiran.10**.



**Gambar 5.4** Grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi rata-rata pada pemasangan pola segiempat.  
(Sumber : hasil analisis)

PVD direncanakan waktu tunggu pemampatannya selama 16-24 minggu, karena jika umur PVD lebih dari 24 minggu cenderung mengalami *clogging* yang menyebabkan berkurangnya kemampuan *vertical drain*. Derajat konsolidasi yang direncanakan sebesar 90%. Sehingga di dapat jarak pemasangan ( $s$ ) untuk pola segitiga  $s = 1.1$  membutuhkan waktu selama 11 minggu, sedangkan untuk pola segiempat  $s = 1$  membutuhkan waktu selama 10 minggu.

Dari hasil perhitungan pola pemasangan PVD dapat disimpulkan pola dan jarak pemasangan PVD yang direncanakan adalah pola segitiga dengan jarak pemasangan 1.1 m dengan alasan pemasangan segitiga lebih efektif dibanding pola segiempat, serta dapat mencapai derajat konsolidasi 90% dalam waktu 11 minggu tanpa meninjau metode pemasangan PVD tersebut. Rekapitulasi pola pemasangan PVD ,jarak, dan waktu pemampatan PVD di setiap zona dan seluruh kedalaman dapat dilihat pada **Tabel 5.3**.

**Tabel 5.3** Rekapitulasi pola pemasangan ,jarak, dan waktu pemampatan PVD.

Zona	Kedalaman PVD (m)	Pola Pemasangan	S (m)
1	22	Segitiga	1.1
2	22	Segitiga	1.1
3	22	Segitiga	1.2

(sumber : hasil analisis)

### 5.6 Perencanaan Timbunan Bertahap

Perencanaan penimbunan bertahap yang dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan metode pelaksanaan di lapangan, timbunan diletakan secara bertahap dengan kecepatan penimbunan sesuai yang direncanakan. Pada Tugas Akhir ini, penahapan timbunan dilakukan dengan menggunakan perencanaan kecepatan 0,5 m/minggu. Dengan nilai tinggi awal timbunan (Hinisial) yang didapatkan dari perhitungan pada **subbab 5.3**. maka akan didapatkan banyaknya jumlah tahap timbunan yang berbeda.

Dalam menentukan jadwal pada penahapan timbunan perlu dianalisis dahulu tinggi timbunan kritis (Hcr) untuk mengetahui tinggi timbunan pelaksanaan maksimum yang mampu dipikul oleh tanah dasar dengan menggunakan data tanah dasar awal. Analisis ini dilakukan menggunakan progam bantu XSTABL dengan mencari nilai *Safety Faktor* (SF) kritis. Analisis menggunakan XSTABL.

Menghitung tinggi H kritis dengan nilai SF = 1 didapatkan tinggi kritis untuk timbunan zona 1 sebesar 2.160 m, hasil analisis h kritis untuk zona 1 dapat dilihat pada **Tabel 5.4**. Sedangkan pada zona tersebut memiliki h inisial sebesar 5.158 m dan tahapan yang diperlukan pada zona adalah sebanyak 11 tahap, tetapi dikarenakan tinggi timbunan kritis yang mampu diterima tanah sebesar 2.160 m , maka penahapan penimbunan untuk tahap 1 sampai dengan 4 dapat dilakukan secara menerus. Untuk tahap selanjutnya, daya dukung tanah harus cukup kuat

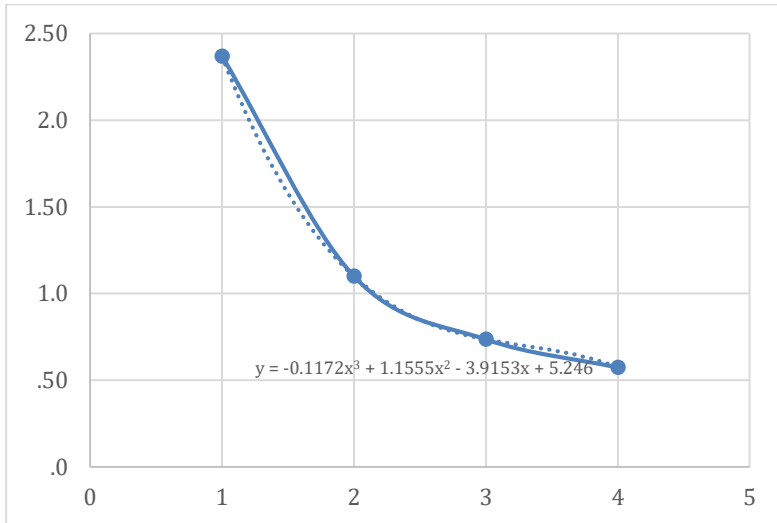
menahan penimbunan berikutnya. Selanjutnya perlu dihitung kenaikan daya dukung tanah dasar pada minggu tersebut. Nilai H kritis pada zona 1 dapat dilihat pada **Gambar 5.4**.

Berikut adalah contoh hasil analisis stabilitas dengan program bantu XSTABL untuk mendapatkan tinggi timbunan kritis, yaitu saat nilai SF mendekati 1 di zona kedalaman PVD sedalam tanah lunak.

**Tabel 5.4** Hasil Analisis Hkritis dengan XSTABL

H	SF
4	.574
3	.736
2	1.1
1	2.369

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 5.5** Hkritis vs SF Timbunan Zona 1

(Sumber : Hasil Analisis)

Untuk jadwal penahapan timbunan setiap zona dan seluruh variasi kedalaman PVD dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

### 5.7 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar

Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Dasar (Cu) perlu dilakukan karena dengan adanya kenaikan tegangan yang diterima oleh tanah dasar akan menyebabkan terjadi kenaikan daya dukung tanah dasar. Untuk menghitung kenaikan tanah dasar perlu menghitung tegangan yang diterima oleh tanah dasar akibat timbunan per tahapnya.

Berikut adalah contoh perhitungan tegangan untuk kedalaman 0-7m untuk timbunan tahap 1.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi timbunan pertahap} &= 0,5 \text{ m} \\ z &= 1 \text{ m} \\ q &= 0.5 \times 1,85 \\ &= 0,925 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan } \textit{overburden} (\sigma_o') : \\ \sigma_o' &= 0.35 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} B1 &= 1277 \text{ m} \\ B2 &= 1 \text{ m} \\ \alpha 1 &= \tan^{-1} \left( \frac{1+1277}{0,5} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{1277}{1} \right) = 0.00002 \\ \alpha 2 &= \tan^{-1} \left( \frac{1277}{1} \right) = 89.98 \\ \Delta\sigma_{1,1/2\text{timb}} &= \frac{0,925}{\pi} \left[ \begin{array}{l} \left( \frac{1277+1}{1} \right) (0,00002 + 89.98) \\ - \frac{1277}{1} 89.98 \end{array} \right] \\ &= 0,462 \text{ t/m}^2 \\ \Delta\sigma_1 &= 2 \times \Delta\sigma_{1,1/2\text{timb}} \\ &= 2 \times 0,462 \end{aligned}$$

$$= 0,925 \text{ t/m}^2$$

Perubahan tegangan akibat tahap 1 ( $\sigma_1'$ ) ketika  $U = 100\%$  :

$$\begin{aligned}\sigma_n' &= \sigma_{n-1}' + \Delta\sigma_n' \\ \sigma_1' &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1 \\ &= 0.35 + 0,925 \\ &= 1.275 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Harga  $P_0$ ,  $\sigma_1'$ ,  $\sigma_2'$ , dan seterusnya berbeda-beda untuk setiap kedalaman tanah.

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_1 &= \left[ \left( \frac{\sigma_1'}{\sigma_0'} \right)^{U_1} \times \sigma_0' \right] - \sigma_0' \\ &= \left[ \left( \frac{1.275}{0.35} \right)^{0.9178} \times 0.35 \right] - 0.35 \\ &= 0,797 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Perubahan tegangan akibat tahap 1 ( $\sigma_1'$ ) ketika  $U < 100\%$

$$\begin{aligned}\sigma_1' &= \sigma_0' + \Delta\sigma_1 \\ &= 0.35 + 0,792 \\ &= 1.142 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Setelah menghitung perubahan tegangan per minggu dapat dihitung kenaikan daya dukung tanah dasar ( $C_u$ ). Perhitungan menggunakan **Persamaan 2.32** karena nilai *Plasticity Index* (PI) pada tanah kurang dari 120%. Berikut adalah contoh perhitungan  $C_u$  baru dilapisan 1 pada zona 1 kedalaman PVD penuh.

$C_{u \text{ baru}} = 0,737 + [0,1899 - 0,0016 \text{ PI}] \sigma_1'$   
tegangan menggunakan tegangan pada lapisan ke-4 yaitu pada titik lapisan Hkritis berada.

$$\begin{aligned}\text{PI} &= 46\% \\ \sigma_1' &= 1.142 \text{ t/m}^2 \\ C_{u \text{ baru}} &= 0,737 + [0,1899 - 0,0016 (46)] 1.142/10 \\ &= 0.087 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil perhitungan  $C_u$  baru pada setiap zona dapat dilihat pada **Lampiran 7**.



## 5.8 Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Perhitungan pemampatan akibat penimpunan bertahap dihitung menggunakan **Persamaan 2.34**, **2.35**, dan **2.36** sesuai dengan perubahan tegangan akibat setiap tahap timbunan. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan akibat timbunan bertahap di zona 1 saat kedalaman PVD penuh pada kedalaman 1 m.

- Akibat tahap 1

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

$$\sigma_c' = 2.35 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_0' = 0.35 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_1' = 1.275 \text{ t/m}^2$$

(perubahan tegangan akibat tahap 1 saat  
 $U = 100\%$ )

$$e_o = 1.42$$

$$C_c = 0.85$$

$$C_s = 0,121$$

karena  $\sigma_1' \leq \sigma_c$ , perhitungan menggunakan **Persamaan 2.34**

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta p_1}{\sigma'_0} \\ S_c &= \frac{0,121 \times 1}{1 + 1,42} \log \frac{0,35 + 0,925}{0,35} \\ S_c &= 0,028 \text{ m} \end{aligned}$$

- Akibat tahap 3

$$\sigma_2' = 2.2 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_3' = 3.125 \text{ t/m}^2$$

karena  $\sigma_2' \leq \sigma_c' \leq \sigma_3'$ , perhitungan menggunakan **Persamaan 2.35**

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_s H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_c}{\sigma'_0 + \Delta p_2} + \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{\sigma_c} \\ S_c &= \frac{0,121 \times 1}{1 + 1,42} \log \frac{2,35}{0,35 + 1,85} + \frac{0,85 \times 1}{1 + 1,42} \end{aligned}$$

$$Sc = \log \frac{0.35 + 1.85 + 0,925}{2.35} = 0.045 \text{ m}$$

- Akibat tahap 4

$$\sigma_3' = 3.125 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_4' = 4.050 \text{ t/m}^2$$

karena  $\sigma_c' \leq \sigma_3' \leq \sigma_4'$ , perhitungan menggunakan

**Persamaan 2.36**

$$Sc = \frac{C_{cH}}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_{0} + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{\sigma'_{0} + \Delta p_1 + \Delta p_2}$$

$$Sc = \frac{0.85 \times 1}{1 + 1.42} \log \frac{0.35 + 0,925 + 0,925 + 0,925}{0.35 + 0,925 + 0,925}$$

$$Sc = 0.040 \text{ m}$$

Setelah menghitung Sc pada kedalaman 1 m dapat dilakukan perhitungan Sc dengan cara yang sama pada setiap kedalaman yang ditinjau. Selanjutnya pemampatan seluruh kedalaman diakumulasikan untuk mendapatkan nilai pemampatan yang terjadi akibat seluruh tahap. Hasil perhitungan pemampatan akibat timbunan bertahap di seluruh STA dilampirkan pada **Lampiran 5**.

Pemampatan yang terjadi akan sesuai dengan derajat konsolidasi yang dipengaruhi PVD. Besarnya pemampatan akibat penahapan digunakan untuk menghitung pemampatan yang terjadi perminggunya. Berikut adalah contoh perhitungan pemampatan di zona 1 saat PVD penuh pada minggu 1 dan 2 :

- Minggu 1

$$Sc = Sc_{1total} \text{ (Sc kumulatif akibat tahap 1)} = 0,103 \text{ m}$$

$$U_1 = 21.5\%$$

$$Sc\text{-minggu 1} = 0,103 \times 0,215$$

- Minggu 2
  - Sc = 0.174
  - U<sub>2</sub> = 37.6%
  - Sc-minggu 2 = 0,174 × 0,376
  - = 0,066m

Setelah itu akan didapat grafik hubungan antara waktu dan pemampatan tiap tahap. Contoh grafik hubungan antara waktu dan pemampatan yang disebabkan besaran pemampatan tanah pada tiap tahap penimbunan zona 1 dengan HInisial 6.04 m dapat dilihat pada **Gambar 5.5**.

**Tabel 5.5** Pemampatan bertahap pada Zona 1

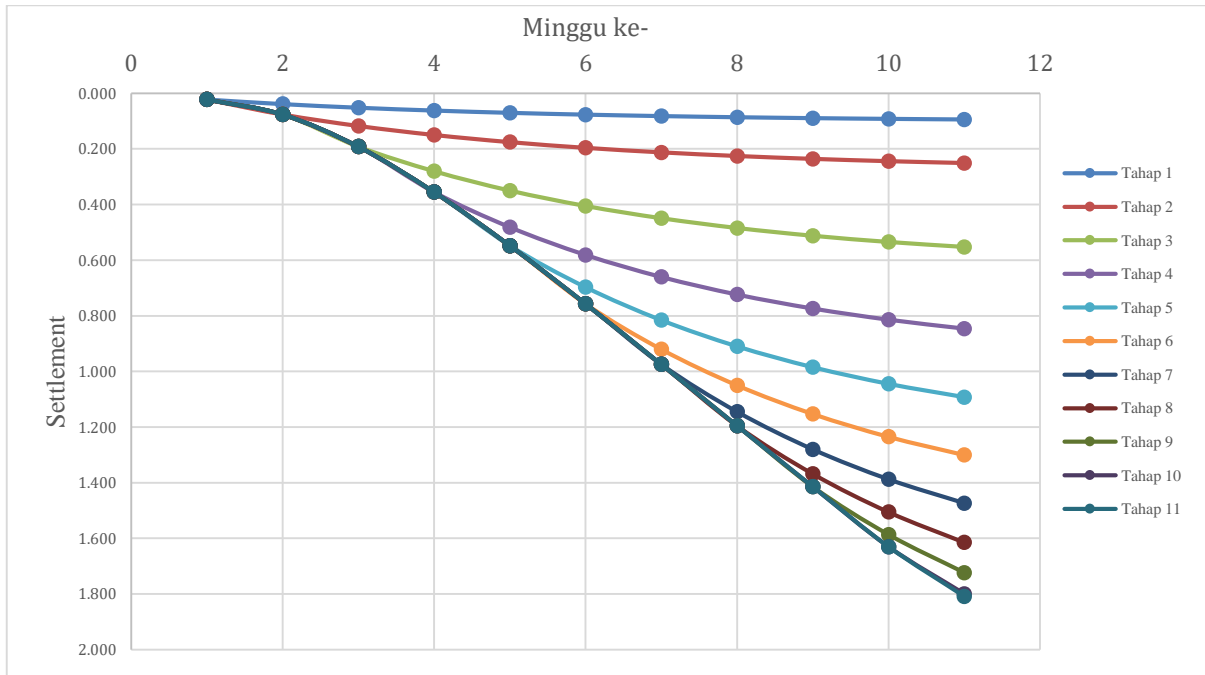
Tahapan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Minggu ke	U%											
1	21.5%	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
2	37.6%	0.039	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
3	50.3%	0.052	0.117	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192
4	60.4%	0.062	0.150	0.280	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355	0.355
5	68.4%	0.070	0.176	0.350	0.481	0.548	0.548	0.548	0.548	0.548	0.548	0.548

(Sumber : Hasil Analisis)

**Tabel 5.5** Pemampatan bertahap pada Zona 1(Lanjutan)

Tahapan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Minggu ke	U%											
6	74.8%	0.077	0.196	0.405	0.581	0.697	0.757	0.757	0.757	0.757	0.757	0.757
7	79.8%	0.082	0.213	0.450	0.661	0.816	0.920	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975
8	83.9%	0.086	0.226	0.485	0.724	0.910	1.050	1.145	1.195	1.195	1.195	1.195
9	87.1%	0.090	0.236	0.513	0.774	0.985	1.153	1.281	1.368	1.415	1.415	1.415
10	89.7%	0.092	0.245	0.535	0.814	1.045	1.235	1.388	1.505	1.587	1.630	1.630
11	91.8%	0.095	0.251	0.553	0.846	1.093	1.301	1.474	1.615	1.724	1.800	1.813

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 5.6** Grafik Settlement Akibat Beban Bertahap  
(Sumber : Hasil Analisis)

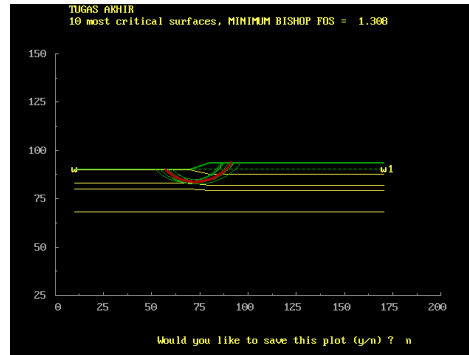
### 5.9 Hasil Analisis XSTABL

Setelah menghitung perbaikan tanah dengan menggunakan metode *pre-loading* yang dikombinasikan PVD sedalam kedalaman tanah lunak, akan dilakukan analisis dengan menggunakan program bantu XSTABL untuk mengetahui nilai *Safety Faktor* (SF) pada setiap zona yang akan ditinjau. Nilai SF nantinya digunakan sebagai parameter untuk menghitung kebutuhan perkuatan timbunan. Pada analisis XSTABL untuk mendapatkan nilai SF, setiap zona yang memiliki kedalaman tanah lunak yang hampir sama akan dikelompokkan menjadi satu zona seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Nilai SF dari variasi tinggi timbunan yang terdapat pada kelompok zona tersebut akan digunakan untuk mendapatkan kedalaman dan jumlah kebutuhan perkuatan stabilitas timbunan. Contoh hasil analisis XSTABL pada zona 1 yang telah direkapitulasi dapat dilihat pada **Gambar 5.7** dan **Tabel 5.6**.

**Tabel 5.6** Hasil analisis XSTABL Zona 1 dengan PVD sedalam kedalaman tanah lunak

FOS	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.308	72.69	105.56	22.33	56.67	91.28	10810
1.327	73.02	103.43	19.49	58.89	89.61	8602
1.349	73.73	104.58	20.81	58.89	91.15	98120
1.379	73.23	107.77	24.29	56.67	92.67	12500
1.386	75.34	103.55	19.65	61.11	92.04	9379
1.388	70.69	104.3	20.03	56.67	87.37	8290
1.397	72.77	101.16	16.14	61.11	86.81	6136
1.400	69.2	104.85	20.94	54.44	86.6	8600
1.418	67.69	104.99	21.54	52.22	85.71	8717
1.452	73.77	111.35	28.8	54.44	96.13	17900

(Sumber : Hasil Analisis)



**Gambar 5.7** Ilustrasi Hasil Analisis XSTABL Bidang Longsor Timbunan Pada Zona 1  
(Sumber : Hasil Analisis)

Dari hasil analisis diketahui :

- SF (terkecil) = 1.308
- jari-jari kelongsoran (r) = 22.33 m
- Momen Penahan (Mres) = 10810 kNm
- Momen dorong =  $\left(\frac{Mres}{SF}\right) = \left(\frac{10810}{1.308}\right)$   
= 8264.526 kNm
- koordinat titik pusat pusat garis  
longsor (yo) = 105.56 m  
longsor (xo) = 72.69 m

Hasil analisis XSTABL disetiap STA dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

### 5.10 Perencanaan *Micropile*

Perencanaan penggunaan *micropile* dimaksudkan untuk menaikan tahanan geser tanah. Bila tahanan geser tanah meningkat, maka daya dukung tanah akan meningkat, jadi penggunaan *micropile* bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah. Dalam tugas akhir ini direncanakan perkuatan *micropile* digunakan yaitu *micropile* 200 mm dan 200 mm masing-masing menggunakan jenis *class C* dengan spesifikasi yang terdapat pada **Gambar 5.8**.



**Jasa Pancang TP 20x20 cm Rp 25.000**

Jasa pancang alat Hydraulic Injection 90 ton or 120 ton

CitraLand adalah perusahaan terbesar di Surabaya yang menggunakan material dari jasa kami dari tahun 2013 alat beratnya. Tentunya untuk masuk ke proyek CitraLand harus melewati seleksi yang sangat ketat mengenai produk dan pelayanan. Kami sudah membuktikan bahwa kami TERBAIK

Tiang Pancang 20 x 20 cm  
**Rp 90.000**

**Spesifikasi Tiang Pancang 20x20 cm**

- Tulangan Utama PC-Wire 4 diameter 7mm
- Spiral Wire Rod diameter 3mm
- Anchor/Join 4 diameter 8mm

**1** Concrete Quality  
K-500 or 28 days

**2** Axial Load : 63.5t ton m

**3** Cracking Moment : 1,0t ton m

**4** Ultimate Moment : 1,7t ton m

**5** Bending Moment : 0,86 ton m

**NB : Spesifikasi lainnya silahkan kirim permintaan Anda**

**Order**



**Gambar 5.8** Spesifikasi *Micropile*



Berikut contoh perhitungan kekuatan micropile pada zona 1 dengan menggunakan micropile diameter 200 mm.

Dari hasil analisa XSTABL pada Gambar 6.1 diketahui :

$$SF = 1.308$$

$$\begin{aligned} M_{Res} &= 8264.526 \text{ kNm} \\ &= 826.45 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$R = 22.33 \text{ m}$$

Direncanakan kekuatan micropile dengan spesifikasi :

$$\text{Crack moment} = 2.988 \text{ tm}$$

$$I = 133333333.3 \text{ mm}^4$$

$$= 1333.333 \text{ cm}^4$$

$$E = 33892,182 \text{ kg/cm}^3$$

$$EI = 3333333333 \text{ cm}$$

Langkah pertama yaitu menghitung faktor kekuatan relatif (T) dengan menggunakan **Persamaan 2.37**. setelah mendapatkan nilai T dilanjutkan dengan menghitung gaya horizontal yang dapat ditahan oleh satu tiang dengan menggunakan **Persamaan 2.38**.

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

$$f = 0,064 \text{ kg/cm}^3$$

$$T = \left( \frac{3333333333}{0,064} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 139.104 \text{ cm}$$

$$= 1,39 \text{ m}$$

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

$$F_m = 1$$

$$P = \frac{2.988}{1 \times 1,39}$$

$$= 2.148 \text{ t}$$

Menghitung P Max,

$$\begin{aligned}
 Fk &= 2.643 [(0.89+0.12 L/D)/2.69] \times [(0.855 \\
 &\quad Cu^{-0.392})/2.865] \\
 &= 1.574 \\
 P &= P \times Fk \\
 &= 2.148 \times 1.574 \\
 &= 33.809 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai faktor kekuatan relatif dan gaya horizontal yang dapat ditahan oleh satu *micropile*, langkah selanjutnya yaitu menghitung jumlah *micropile* yang dibutuhkan dengan menggunakan **Persamaan 2.45**.

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\Delta MR}{P \times R} \\
 n &= \frac{1586.789}{33.809 \times 22.33} \\
 n &= 2.102 = 3 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

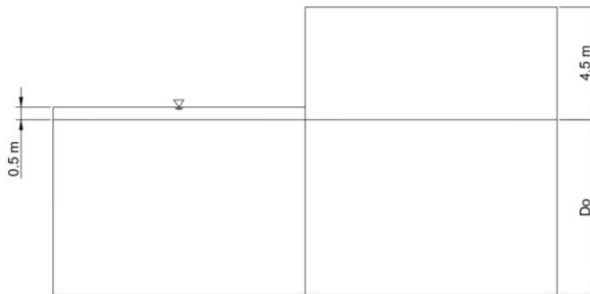
Kemudian untuk mendapatkan nilai jarak antar *micropile*, Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{x}{n+2} \\
 S &= \frac{34.61}{3+2} = 6.9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Namun dikarenakan terdapatnya penempatan PVD pada lokasi dimana *micropile* akan ditempatkan maka *micropile* ditempatkan di sebelah kaki lereng timbunan dengan jarak  $S = 1$  m

### 5.11 Perencanaan Turap / Soldier Pile

Turap akan direncanakan sebagai struktur dinding penahan tanah timbunan reklamasi untuk mengurangi tekanan tanah horizontal akibat tanah timbunan. Sketsa gambar tanah ditunjukkan pada Gambar 7.1.



**Gambar 5.9** Sketsa Turap

Perencanaan turap dapat dihitung sebagai berikut.

- Perhitungan koefisien tekanan tanah

Koefisien tekanan tanah aktif dan diperoleh dengan menggunakan rumus Rankine yaitu :

- Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right), \text{ dimana :}$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{9}{2} \right)$$

$$K_a = 0.729$$

- Koefisien tekanan Tanah pasif

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right), \text{ dimana :}$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{9}{2} \right)$$

$$K_p = 1.371$$

Untuk perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif lainnya ditunjukkan pada Tabel 6.1 di bawah ini.

**Tabel 5.7** Perhitungan Koefisien tekanan tanah

Tanah	$\phi$	Ka	Kp
Timbunan	30	0.333	-
Very Soft Silt	9	0.729	1.371
Medium Silt	7	0.783	1.278
Stiff Silt	9	0.729	1.371
Very Stiff Silt	9	0.729	1.371

(Sumber : Hasil Analisis)

- Perhitungan tegangan tanah  
 Perhitungan tegangan vertikal efektif aktif dan pasif  
 Diasumsikan pada tidak ada beban di atas tanah timbunan
  - Titik 1  
 $\sigma_{va1}' = q = 0 \text{ t/m}^2$
  - Titik 2  
 $\sigma_{va2}' = \sigma_v1 + \gamma'x h$   
 $= 0 + 1.85 \times 3$   
 $= 5.55 \text{ t/m}^2$
  - Titik 6  
 $\sigma_{vp6}' = 0 + 1.01D_0$

Perhitungan tegangan pada titik lain ditunjukkan dalam **Tabel 5.8**.

**Tabel 5.8** Perhitungan Tegangan Vertikal

Titik	$\sigma_v'$ active (ton/m <sup>2</sup> )	$\sigma_v'$ passive (ton/m <sup>2</sup> )
1	0	0
2	5.550	0
3	5.550	0
4	8.325	0
5	8.325	0
6	8.325+0.6Do	0+0.7Do

(Sumber : Hasil Analisis)

Tegangan horizontal aktif dan pasif akibat tanah  
Diasumsikan pada tidak ada beban di atas tanah timbunan

- Titik 1

$$\begin{aligned}\sigma_{ha1}' &= \sigma_{va1} \cdot K_a - 2c \sqrt{K_a} \\ &= 0 \times 0.333 - 2 \times 0 \times \sqrt{0.333} \\ &= 0\end{aligned}$$

- Titik 2

$$\begin{aligned}\sigma_{ha2}' &= \sigma_{va2} \cdot K_a - 2c \sqrt{K_a} \\ &= 5.55 \times 0.333 - 2 \times 0 \times \sqrt{0.333} \\ &= 1.850\end{aligned}$$

- Titik 5

$$\begin{aligned}\sigma_{hp5}' &= \sigma_{vp5} \cdot K_p + 2c \sqrt{K_p} \\ &= 0 \times 1.371 + 2 \times 2.027 \times \sqrt{1.371} \\ &= 4.725\end{aligned}$$

- Titik 6

$$\begin{aligned}\sigma_{hp6}' &= \sigma_{vp6} \cdot K_p + 2c \sqrt{K_p} \\ &= 0.7Do \times 1.371 + 2 \times 2.027 \times \sqrt{1.371}\end{aligned}$$

$$= 4.725 + 0.96D_o$$

**Tabel 5.9** Perhitungan Tegangan Horizontal

Titik	oh active (ton/m <sup>2</sup> )	oh' passive (ton/m <sup>2</sup> )
1	0	0
2	1.850	0
3	1.850	0
4	2.775	0
5	2.626	4.725
6	2.626 + 0.437D <sub>o</sub>	4.725 + 0.96D <sub>o</sub>

(Sumber : Hasil Analisis)

Berdasarkan perhitungan tegangan horizontal, maka dapat dihitung tekanan tanah aktif dan pasif. Berikut adalah perhitungan tekanan tanah aktif :

$$\begin{aligned}
 Ea_1 &= 2.775 \times \frac{4.5}{2} &&= 6.244 \\
 Ea_2 &= 2.626 \times D_o &&= 2.626D_o \\
 Ea_3 &= [(2.626 + 0.437D_o) - 2.626] \times \frac{D_o}{2} = 0.404D_o^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan momen akibat tekanan tanah aktif ditabelkan seperti pada **Tabel 6.4**.

**Tabel 5.10** Perhitungan Gaya dan Momen Aktif

No	Tekanan Tanah Aktif	Lengan (m)	Momen (tm)
<b>1</b>	6.244	1.5 + D <sub>o</sub>	9.366 + 6.244D <sub>o</sub>
<b>2</b>	2.626D <sub>o</sub>	0.5D <sub>o</sub>	1.313D <sub>o</sub> <sup>2</sup>
<b>3</b>	0.218D <sub>o</sub> <sup>2</sup>	0.3D <sub>o</sub>	0.0727D <sub>o</sub> <sup>3</sup>

(Sumber : Hasil Analisis)

$$\text{Tekanan aktif } \Sigma M_{\text{aktif}} = 9.366 + 6.244D_o + 1.313D_o^2 + 0.0727D_o^3$$

Berikut adalah perhitungan tekanan tanah pasif :

$$E_{p_1} = 4.725 \times D_o = 4.725D_o$$

$$E_{p_2} = [(4.725 + 0.96D_o) - 4.725] \times \frac{D_o}{2} = 0.48D_o^2$$

Untuk perhitungan momen akibat tekanan tanah aktif ditabelkan seperti pada **Tabel 6.5**.

**Tabel 5.11** Perhitungan Gaya dan Momen Pasif

No	Tekanan Tanah Pasif	Lengan (m)	Momen (tm)
1	4.725D <sub>o</sub>	0.5D <sub>o</sub>	2.363D <sub>o</sub> <sup>2</sup>
2	0.48D <sub>o</sub> <sup>2</sup>	0.3D <sub>o</sub>	0.16D <sub>o</sub> <sup>3</sup>

(Sumber : Hasil Analisis)

$$\text{Tekanan aktif } \Sigma M_{\text{pasif}} = 2.363D_o^2 + 0.16D_o^3$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{\text{total}} &= \Sigma M_{\text{aktif}} - \Sigma M_{\text{pasif}} \\ &= (9.366 + 6.244D + 1.313 + 0.0727D_o^3) - (2.363D_o^2 + 0.16D_o^3) \\ &= 9.366 + 6.244D_o - 1.05D_o^2 - 0.0873D_o^3 \end{aligned}$$

Dalam kondisi seimbang  $\Sigma M_{\text{total}} = \Sigma M_{\text{aktif}} - \Sigma M_{\text{pasif}} = 0$ , maka;

$$9.366 + 6.244D_o - 1.05D_o^2 - 0.0873D_o^3 = 0$$

Perhitungan tegangan horizontal aktif dan pasif air yang bekerja pada turap

$$\sigma_{ha} = \gamma_w \times (2.5 + D_o) = \gamma_w \times (2.5 + D_o) = 2.5 + D_o$$

$$\sigma_{hp} = \gamma_w \times (1.5 + D_o) = \gamma_w \times (1.5 + D_o) = 1.5 + D_o$$

**Tabel 5.12** Perhitungan Tegangan Horizontal

oh active	oh' passive
2.5+Do	1.5+Do

Berdasarkan perhitungan tegangan horizontal, maka dapat dihitung tekanan air aktif dan pasif. Berikut adalah perhitungan tekanan air aktif :

$$Ea = 0.5 \times \gamma_w \times (2.5 + Do)^2 = 0.5 \times (2.5 + Do)^2$$

**Tabel 5.13** Perhitungan Gaya dan Momen Aktif

Tekanan Tanah Aktif	Lengan	Momen
$0.5 \times (2.5 + Do)^2$	$\frac{(2.5 + Do)}{3}$	$\frac{Do^3}{6} + 1.25Do^2 + 3.125Do + 2.604$

Berikut perhitungan tekanan air pasif :

$$Ep = 0.5 \times \gamma_w \times (1.5 + Do)^2 = 0.5 \times (1.5 + Do)^2$$

**Tabel 5.13** Perhitungan Gaya dan Momen Pasif

Tekanan Tanah Pasif	Lengan	Momen
$0.5 \times (1.5 + Do)^2$	$\frac{(1.5 + Do)}{3}$	$\frac{Do^3}{6} + 0.75Do^2 + 1.125Do + 0.5625$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{total} &= \Sigma M_{aktif} - \Sigma M_{pasif} \\ &= \left( \frac{Do^3}{6} + 1.25 Do^2 + 3.125Do + 2.604 \right) - \left( \frac{Do^3}{6} + 0.75Do^2 + 1.125Do + 0.5625 \right) \\ &= 0.5Do^2 + 2Do + 2.04202 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{total} &= \Sigma M_{total_{tanah}} + \Sigma M_{total_{air}} \\ &= 11.40802 + 8.244Do - 0.55Do^2 - 0.0873Do^3 \end{aligned}$$



Dengan menggunakan cara *trial and error*, didapatkan nilai  $D_o = 7.85$  m. Untuk keamanan nilai  $D_o$  dikalikan  $SF = 1.2$ . Sehingga  $d = 1.2 \times 7.85 = 9.42$  m. Jadi panjang turap yang masuk kedalam tanah adalah 5m, total panjang turap yang dibutuhkan adalah  $4.5 \text{ m} + 9.42 \text{ m} = 13.92 \text{ m} = 14 \text{ m}$

Letak momen maksimum dapat diperoleh dengan mendefereensialkan persamaan momen total diatas terhadap  $x$ ,

$$11.40802 + 8.244D_o - 0.55D_o^2 - 0.0873D_o^3 = 0$$

$$\frac{d\Delta M_{total}}{dx} = 0, \text{ maka :}$$

$$8.244 - 1.1D_o - 0.262D_o^2 = 0$$

Dengan menggunakan cara *tiral and error*, didapatkan nilai  $x = 3.89$  m. dan untuk mendapatkan momen maksimum yang bekerja pada turap dengan memasukan  $x = 3.89$  m pada  $11.40802 + 8.244D_o - 0.55 D_o^2 - 0.0873 D_o^3$  maka di dapatkan moment maksimum sebesar 22.25 tm

- Perencanaan Profile *Steel Pipe Pile*

Profil soldier pile dapat dihitung melalui section modulus. Nilai section modulus akibat momen yang bekerja didapatkan dengan membagi  $M_{max}$  dengan tegangan ijin baja, yakni sebesar  $2110 \text{ kg/cm}^2$ . Berikut diberikan perhitungan kontrol *steel pipe pile*

$$M_u = 2225336.84 \text{ kgcm}$$

$$\sigma_{ijin} = 210 \text{ MPa} = 2110 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \frac{M_u}{\sigma_{ijin}} = 1054.662 \text{ cm}^3$$

Direncanakan *steel pipe pile* dengan spesifikasi :

$$d_2 = 457.2 \text{ mm}$$

$$t = 16 \text{ mm}$$

$$d_1 = 457.2 - 16 = 441.2 \text{ mm}$$

$$s = \frac{\pi(d_2^4 - d_1^4)}{32d^2}$$

$$= 1245.404 (> S_{ijin} = \text{OK})$$

### 5.12 Perencanaan Shore Protection (*Armour Layer*)

Sesuai dengan desain kriteria, maka nilai-nilai parameter dalam perencanaan Shore Protection sebagai berikut :

- Elevasi muka air pasang (HWL) : +2 m
- Berat jenis armour ( $\gamma_r$ ) : 2.5 T
- Sudut kemiringan : 1:2
- Koefisien stabilitas (Kd) : 4.5
- Koefisien packing (K) : 1.02
- Tinggi gelombang signifikan : 1.36 m
- Porositas : 37%

Berat pelindung :

$$\begin{aligned} W &= \frac{\gamma_r H^3}{K_D (Sr-1)^3 \cot \theta} \\ &= \frac{2.5 \times 1.36^3}{4.5 \times (2.475-1)^3 \times 2} \\ &= 0.705 \text{ T} \end{aligned}$$

Lebar puncak pemecah gelombang :

$$\begin{aligned} B &= n' \cdot K \left( \frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/3} \\ &= 3 \times 1.02 \times \left( \frac{0.705}{2.5} \right)^{1/3} \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensi batu :

$$\begin{aligned} D &= \left( \frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/3} \\ &= \left( \frac{0.705}{2.5} \right)^{1/3} \\ &= 0.656 \text{ m} \end{aligned}$$

Tebal lapis lindung :

$$t = n \cdot K \left( \frac{W}{\gamma_r} \right)^{1/3}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2x1.02x \left(\frac{0.705}{2.5}\right)^{1/3} \\
 &= 1.4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jumlah batu lapis pelindung :

$$\begin{aligned}
 N &= A. n. K. \left(1 - \frac{p}{100}\right) \left(\frac{W}{\gamma_r}\right)^{1/3} \\
 &= 7343.247 x 2x1.02x \left(1 - \frac{38}{100}\right) x \left(\frac{0.705}{2.5}\right)^{1/3} \\
 &= 6091.668 \text{ butir} = 6092 \text{ Butir}
 \end{aligned}$$

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI

### PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR DENGAN BOX CULVERT DI BAWAHNYA

#### 6.1 Menentukan Umur Rencana

Menentukan umur rencana pada perkerasan yang akan digunakan dapat dilihat melalui kriteria yang ada. Untuk lapisan berupa aspal dan lapisan berbutir seperti yang ada pada **Tabel 2.20**, maka digunakan umur rencana 20 tahun

#### 6.2 Menentukan nilai ESA 4 dan ESA 5 sesuai umur rencana

Pada kondisi riilnya beban yang dibawa kendaraan kadang berlebih, sehingga untuk VDF 4 dan VDF 5 diambil beban aktual untuk menjamin kekuatannya. Nilai VDF yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 6.1**

**Tabel 6.1** Nilai VDF 4 dan VDF 5 Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Jawa			
	Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1.0	1.0	1.0	1.0

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

Perhitungan nilai ESA :

Jumlah kendaraan perhari = 10 kendaraan

LHR = 10 x 365

= 3650 kendaraan/tahun

DD = 50%

DL = 100%

$$R = \frac{(1+0.01 \times 3.5)^{20-1}}{0.01 \times 3.5}$$

= 28.28

ESA 4 = 1x3650x50% x 100% x 28.28

= 51610.419

$$\begin{aligned} \text{ESA 5} &= 1 \times 3650 \times 50\% \times 100\% \times 28.28 \\ &= 51610.419 \end{aligned}$$

### 6.3 Menentukan Tipe Perkerasan

Dengan hasil ESA >4-10, maka digunakan tipe perkerasan dengan factor 1,2 berdasarkan **Tabel 2.22**

### 6.4 Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan

Dengan CBR tanah dasar 5% berdasarkan tabel maka diambil tebal minimum perbaikan tanah dasar dibutuhkan 100 mm

### 6.5 Menentukan Struktur Perkerasan Yang Memenuhi Syarat

Dikarenakan jalan inspeksi yang hanya dilewati oleh mobil inspeksi dimana beban yang akan diterima perkerasan di bawahnya tidak akan besar maka total ESA untuk 20 tahun tidak lebih dari  $0.5 \times 10^6$  maka rencana perkerasan yang akan dipakai adalah perkerasan lentur FF1

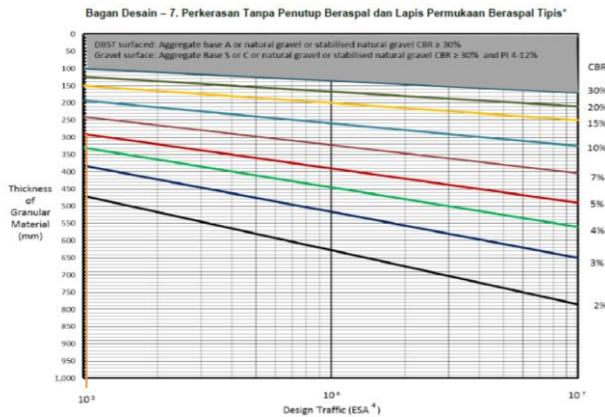
**Tabel 6.2** Desain Perkerasan FF1

Jenis Permukaan	HRS atau Penterasi Makadam
Struktur Perkerasan	Tebal Lapisan (mm)
HRS WC	50
HRS Base	-
LFA Kelas A	150
LFA Kelas A atau B	150

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)

$$\text{Total tebal perkerasan : } 50 + 150 + 150 = 350 \text{ mm}$$

Menghitung tebal minimum perlu perkerasan bahu jalan dengan menggunakan grafik pada **Gambar 6.1** dengan menarik beban dengan CBR, dapat dilihat pada **Gambar 6.1**



**Gambar 6.1** Tebal Minimum Perlu Perkerasan Jalan  
(Sumber : Hasil Analisis)

Sehingga 350 mm > 300 mm (OK)

Lapisan permukaan untuk LFA kelas S memiliki minimum 125 mm dan maksimum 200 mm karena lapisan permukaan HRS WC hanya memiliki tebal 50 mm maka diambil minimum untuk lapisan LFA kelas S sebesar 125 mm, sehingga untuk bahu jalan dapat direncanakan seperti berikut :

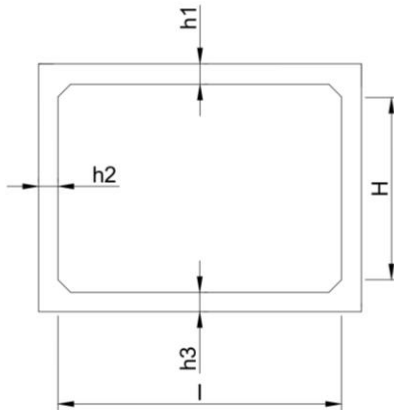
LFA Kelas S	= 125 mm
LFA Kelas A	= 350 mm – 125 mm
	= 225 mm
Lapisan Pondasi	= 300 mm

## 6.6 Perencanaan *Box Culvert*

Dimensi dapat dilihat pada **Tabel 6.3**

**Tabel 6.3** Dimensi *Box Culvert*

Lebar Box Culver (sisi dalam) (I)	2.2 m
Tinggi Box Culvert (sisi dalam)(H)	1.6 m
Tebal Plat Atas (h1)	0.2 m
Tebal Plat Dinding (h2)	0.18 m
Tebal Plat Bawah (h3)	0.18 m
Tebal Selimut Beton (ts)	0.02 m
Tebal Lapisan Aspal (ta)	0.35 m
Tinggi Genangan Air Hujan (th)	0.05 m



**Gambar 6.2** Dimensi *Box Culvert*

Bahan struktur *box culvert* yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 6.4**



**Tabel 6.4** Struktur Bahan *Box Culvert*

Mutu Beton (K-350)			
1	Kuat tekan beton	29.05	Mpa
2	modulus elastik	25332.084	Mpa
3	Angka poisson	0.2	
4	Modulus geser	10555.035	Mpa

**Tabel 6.4** Struktur Bahan *Box Culvert* (Lanjutan)

Mutu Baja			
1	Untuk Baja Tulangan > 12mm	U-39	
2	Tegangan Leleh Baja	390	Mpa
3	Untuk Baja Tulangan < 12mm	U-24	
4	Tegangan Leleh Baja	240	Mpa
Berat Jenis Bahan			
1	Berat beton bertulang (wc)	25	Kn/m <sup>3</sup>
2	Berat beton tidak bertulang (wc 1)	24	Kn/m <sup>3</sup>
3	Berat aspal pada (wa)	22	Kn/m <sup>3</sup>
4	Berat jenis air (ww)	9.8	Kn/m <sup>3</sup>

### 6.6.1. Analisis Beban

#### 1. Beban Sendiri

- Berat sendiri plat lantai (Qms)
 
$$= L \times (h_1 + h_3) \times wc$$

$$= 2.56 \times 0.38 \times 25$$

$$= 24.32 \text{ kN/m}$$
- Berat sendiri plat dinding (Qms)
 
$$= H \times h_2 \times wc$$

$$= 1.6 \times 0.18 \times 25$$

$$= 7.2 \text{ kN/m}$$

(1 sisi)

$$= 14.4 \text{ kN/m}$$
- Qms total
 
$$= 24.32 + 14.4$$

$$= 38.72 \text{ kN/m}$$
- Vms
 
$$= \frac{1}{2} \times q \times L$$

$$= \frac{1}{2} \times 38.72 \times$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.65 \\
 &= 49.56 \text{ kN} \\
 - \text{ Mms} &= 1/8 \times q \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 38.72 \times \\
 &\quad 2.65^2 \\
 &= 31.72 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

## 2. Beban Mati Tambahan

$$\begin{aligned}
 - \text{ Lapisan Aspal} &= 0.35 \times L \times w_a \\
 &= 0.35 \times 2.56 \times 22 \\
 &= 19.712 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Air Hujan} &= 0.05 \times L \times w_w \\
 &= 0.05 \times 2.56 \times 9.8 \\
 &= 1.254 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Qma total} &= 19.712 + 1.254 \\
 &= 20.966 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Vma} &= 1/2 \times q \times L \\
 &= 1/2 \times 20.966 \times 2.56 \\
 &= 26.837 \text{ kN} \\
 - \text{ Mma} &= 1/8 \times q \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 20.966 \times \\
 &\quad 2.56^2 \\
 &= 17.176 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

## 3. Beban Lalu Lintas

### a. Beban Lajur "D" (TD)

$$\begin{aligned}
 - q (<30 \text{ m}) &= 8 \text{ kPa} \\
 - \text{ KEL (p)} &= 44 \text{ kN/m} \\
 - \text{ DLA (<50m)} &= 0.4 \\
 - Q_{TD} &= q \times L \\
 &= 8 \times 2.56 \\
 &= 20.48 \text{ kN/m} \\
 - P_{TD} &= (1+\text{DLA}) \times \text{KEL} \times L \\
 &= (1+0.4) \times 44 \times 2.56 \\
 &= 157.696 \text{ kN} \\
 - V_{TD} &= 1/2 \times (Q_{TD} \times L + P_{TD})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times (8 \times 2.56 + 157.696) \\
 &= 105.06 \text{ kN} \\
 - \quad M_{TD} &= \frac{1}{8} \times Q_{TD} \times L^2 + \frac{1}{4} \times P_{TD} \times L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \times 8 \times 2.56^2 + \\
 &\quad \frac{1}{4} \times 105.06 \times 2.56^2 \\
 &= 117.703 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

b. Beban Truk "T" (TT)

$$\begin{aligned}
 - \quad T &= 80 \text{ kN} \\
 - \quad DLA &= 0.4 \\
 - \quad P_{TT} &= \frac{1}{2} \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times 80 \\
 &= 40 \text{ kN} \\
 - \quad V_{TT} &= \frac{1}{2} \times P_{TT} \\
 &= \frac{1}{2} \times 40 \\
 &= 20 \text{ kN} \\
 - \quad M_{TT} &= \frac{1}{2} \times P_{TT} \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 40 \times 2.56 \\
 &= 51.2 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Untuk kombinasi Geser Ultimate yang sudah dikalikan faktor pembebanan dapat dilihat pada **Tabel 6.5** dan kombinasi momen ultimate yang sudah dikalikan dengan faktor pembebanan dapat dilihat pada **Tabel 6.6**

**Tabel 6.5** Kombinasi Gaya Geser Ultimate

Kombinasi Gaya Geser Ultimate				Kombinasi
No	Jenis Beban	Faktor Beban	V (kN)	V <sub>u</sub> (kN)
1	Berat sendiri (MS)	1.3	49.562	64.430
2	Beban mati tambahan (MA)	1.3	26.837	34.888
3	Beban lajur "D" (TD/TT)	1.0	105.062	105.062
Total				204.381

(Sumber : Hasil Analisis)

**Tabel 6.6** Kombinasi Gaya Momen Ultimate

Kombinasi Momen Ultimate				Kombinasi
No	Jenis Beban	Faktor Beban	M (kNm)	M <sub>u</sub> (kNm)
1	Berat sendiri (MS)	1.3	31.719	41.235
2	Beban mati tambahan (MA)	1.3	17.176	22.328
3	Beban lajur "D" (TD/TT)	1.0	117.703	117.703
Total				181.266

(Sumber : Hasil Analisis)

**6.6.2. Perhitungan Tulangan Arah X**

Diketahui :

$$b = 2560 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$d' = 20 \text{ mm}$$

$$d = 180 \text{ mm}$$

$$f_c' = 29.05 \text{ MPa}$$

$$f_y = 390 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200000 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tulangan pakai} = D 13$$

- Faktor distribusi tegangan beton ( $B1=0.85$ )
 
$$\begin{aligned} pb &= B1 \times 0,85 \times fc/fy \times 600/(600+fy) \\ &= 0.85 \times 0.85 \times 29.05/390 \times 600/(600+390) \\ &= 0.0326 \end{aligned}$$
- Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\Phi=0.8$ )
 
$$\begin{aligned} R_{max} &= 0,75 \times Pb \times fy \times [1 - 1/2 \times 0,75 \times pb \times fy / (0,85 \times fc')] \\ &= 7.697 \\ M_n &= Mu / \Phi \\ &= 181.266 / 0.8 \\ &= 226.583 \text{ kNm} \\ R_n &= M_n \times 10^6 / (b \times d^2) \\ &= 2.732 (<R_{max} = \text{OK}) \end{aligned}$$
- Rasio tulangan yang diperlukan
 
$$\begin{aligned} p &= 0,85 \times fc'/fy \\ &\quad \times [1 - \sqrt{\{1 - 2xR_n / (0,85x fc')\}}] \\ &= 0,85 \times 29.05/390 \times \\ &\quad [1 - \sqrt{\{1 - 2x2.732 / (0,85x29.05)\}}] \\ &= 0.007 \text{ (p min} = 0.0025) \\ p_{pakai} &= 0.007 \end{aligned}$$
- Luas tulangan yang diperlukan
 
$$\begin{aligned} A &= p \times b \times d \\ &= 0.007 \times 2560 \times 180 \\ &= 3429.208 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$
- Jarak tulangan yang diperlukan
 
$$\begin{aligned} S &= \pi/4 \times D^2 \times b/As \\ &= \pi/4 \times 13^2 \times 2560/3429.208 \\ &= 100 \text{ mm} \\ S_{pakai} &= 100 \text{ mm (Smax} = 200\text{mm)} \end{aligned}$$

### 6.6.3. Perhitungan Tulangan Arah Y

Diketahui :

b	= 2560 mm
h	= 200 mm
d'	= 20 mm
d	= 180 mm
fc'	= 29.05 MPa
fy	= 390 MPa
Es	= 200000 Mpa
Tulangan pakai	= D 13

- Faktor distribusi tegangan beton ( $B1=0.85$ )
 
$$p_b = B1 \times 0,85 \times f_c/f_y \times 600/(600+f_y)$$

$$= 0.85 \times 0.85 \times 29.05/390 \times 600/(600+390)$$

$$= 0.0326$$
- Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\Phi=0.8$ )
 
$$R_{max} = 0,75 \times P_b \times f_y \times [1 - 1/2 \times 0,75 \times p_b \times f_y / (0,85 \times f_c')]$$

$$= 7.697$$

$$M_n = M_u / \Phi$$

$$= 181.266 / 0.8$$

$$= 226.583 \text{ kNm}$$

$$R_n = M_n \times 10^6 / (b \times d^2)$$

$$= 2.732 (< R_{max} = \text{OK})$$
- Rasio tulangan yang diperlukan
 
$$p = 0,85 \times f_c' / f_y$$

$$\times [1 - \sqrt{\{1 - 2xR_n / (0,85x f_c')\}}]$$

$$= 0,85 \times 29.05 / 390 \times$$

$$[1 - \sqrt{\{1 - 2x2.732 / (0,85x29.05)\}}]$$

$$= 0.007 \text{ (p min} = 0.0025)$$

$$p_{pakai} = 0.007$$
- Luas tulangan yang diperlukan
 
$$A = p \times b \times d$$

$$= 0.007 \times 2560 \times 180$$

$$= 3429.208 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan yang diperlukan
  - S  $= \pi/4 \times D^2 \times b/As$
  - $= \pi/4 \times 13^2 \times 2560/3429.208$
  - $= 100 \text{ mm}$
  - $S_{pakai} = 100 \text{ mm (Smax = 200mm)}$

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB VII KESIMPULAN**

### **7.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis di dalam tugas akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi tanah dasar di area restorasi dominan berupa lanau dengan konsistensi *soft silt* pada kedalaman 1 sampai 7 meter, *very soft silt* pada kedalaman 7 sampai 10 meter, *medium silt* pada kedalaman 10 sampai 22 meter, dan *stiffy silt* pada kedalaman 22 sampai 30 meter, dengan nilai SPT kurang dari 15 sedalam 22 m
2. Tinggi timbunan pelaksanaan (Hinisial) untuk setiap seabed dari elevasi -0,5 mlws s/d -1.5 mlws masing-masing didapatkan : 5.158 m, 5.921 m, dan 6.661 m,
3. Perencanaan PVD dilaksanakan sedalam kedalaman tanah lunak dimana tanah masih dikatakan lunak NSPT < 10 yaitu sampai kedalaman 22 m dengan pola segitiga dengan jarak PVD setiap seabed dari elevasi -0.5 s/d -1.5 mlws masing masing : 1.1 m, 1.1 m, dan 1.2 m
4. Perancangan *shore protection* menggunakan 2 jenis yaitu :
  - a) *armour layer* dengan material batu alam setebal 1 m lapisan pertama dan 0.4 lapisan kedua. *Armour layer* diletakkan di bagian samping timbunan sepanjang 8000 m yang tidak mengarah langsung terhadap arah datang angin
  - b) Turap *soldier pile* dengan material baja sedalam 14 m dengan ukuran 457.2mm pada bagian timbunan yang mengarah langsung terhadap arah datangnya angin sepanjang 2550 m
5. Lapisan perkerasan untuk jalan yang direncanakan dalam tugas akhir ini adalah lapisan perkerasan untuk jalan inspeksi dimana perkerasan yang sesuai dengan berat dan banyaknya kendaraan yang lewat adalah perkerasan lentur dengan HRS WC 50 mm, HRS Base 0 mm, LFA Kelas A

150 mm dan untuk subgradenya LFA kelas B 150 mm, serta pondasi subgrade ditambah dengan 300 mm

6. *Box culvert* yang akan dibangun berdasarkan gaya-gaya yang bekerja didapatkan dimensi *box culvert* 2560 mm x 1980 mm dengan tulangan D13 – 100mm

## DAFTAR PUSTAKA



- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *RSNI T-02-2005 Peraturan Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional.
- Das, Braja M, 2011. *Principle of Foundation Engineering 7<sup>th</sup> Edition*, Global engineering, USA.
- Hardiyatmo, Christady Hary. 1994. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Joseph E.Bowles, P.E., S.E. 1997. *Foundation Analysis and Design*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kementerian Pekerjaan Umum., 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan No 04/SE/Db/2017*, Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga
- NAVFAC DM-7. 1971. *Design Manual, Soil Mechanics, Foundation and Earth Structure*. Virginia USA: Dept. Of Navy Naval Facilities Engineering Command.
- Soehoed, A. R, 2004. *Reklamasi Laut Dangkal Canal Estate Pantai Mutiara Pluit*. PT. Penerbit Djembatan.

Triatmodjo, Bambang. 1999. *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.

Wahyudi, Herman. 1998. *Teknik Reklamasi*. Jurusan Teknik Sipil FTSLK-ITS Surabaya

# LAMPIRAN 1

## Hasil Borlog BSP1, BSP2, dan BSP3

	<b>JASA KONSULTANSI OFFSHORE SITE ASSESSMENT AND DEVELOPMENT STUDY RDMP PROJECT RU VI BALONGAN PERTAMINA</b>	
<b>Document Number No. 002/V10100/2017-SO-TS-3021</b>		<b>FINAL REPORT</b>
		<b>Revision : B00</b>



**Table 3.2 : Bor and SPT point BSP1**

Bore No. : BSP1  
 Project : SHORE PROTECTION AREA  
 Location : RU VI BALONGAN  
 Elevation of seabed : +1.30 mLWS  
 Depth from seabed : 30 m  
 Date : 6 January 2018

Coordinates of GPS (UTM) X = 0211529  
 Y = 9296142  
 Diameter of Bore : 73 mm  
 Diameter of Casing : 89 mm

### BORE LOG

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N/30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties			Mechanical Properties								
						Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dry Density ( $\gamma_d$ ) ( $g/cm^3$ )	Specific Gravity GS	Unconfined Test qu $kg/cm^2$	Direct Shear Test		Atterberg Test					
													c $kg/cm^2$	$\phi$ ( $^\circ$ )	LL %	PL %	IP %				
0																					
1		15	Clayey Silt with Sand		2 + 2 + 3 = 5 1.00 - 1.50 m	0.10	5.08	54.21	40.60	38.45	1.279	2.623	0.37	0.34	8	0.00	0.00	0.00			
2																					
3																					
4		18																			
5			Clayey Silt	Grey	2 + 3 + 5 = 8 4.00 - 4.50 m	0.19	19.52	53.26	27.03	59.57	1.322	2.635	0.32	0.30	11	0.00	0.00	0.00			
6																					
7		2					1 + 1 + 1 = 2 7.00 - 7.50 m	0.39	3.77	53.53	42.30	71.41	1.169	2.611	0.29	0.35	7	0.00	0.00	0.00	
8																					
9																					
10		2					1 + 1 + 1 = 2 10.00 - 10.50 m	0.17	0.90	59.22	39.71	78.07	1.093	2.506	0.28	0.39	6	0.00	0.00	0.00	
11																					
12																					
13		2					1 + 1 + 1 = 2 13.00 - 13.50 m	0.00	0.68	58.85	40.46	78.09	1.074	2.593	0.27	0.37	6	0.00	0.00	0.00	
14																					
15																					
16		2			1 + 2 + 2 = 4 16.00 - 16.50 m	0.00	0.62	56.51	42.87	72.24	1.147	2.589	0.29	0.41	5	0.00	0.00	0.00			
17																					
18																					
19		15		Blackish Grey	1 + 2 + 3 = 5 19.00 - 19.50 m	0.60	7.52	54.68	37.20	64.36	1.293	2.644	0.27	0.33	8	0.00	0.00	0.00			
20																					
21																					
22																					
23		19		Brownish Grey	2 + 3 + 6 = 9 22.00 - 22.50 m	0.00	0.57	62.93	36.50	47.10	1.433	2.584	0.32	0.40	5	0.00	0.00	0.00			
24																					
25																					
26		11			2 + 4 + 7 = 11 25.00 - 25.50 m	0.06	2.64	54.25	43.05	46.58	1.346	2.603	0.31	0.36	7	0.00	0.00	0.00			
27																					
28																					
29		14		Brown	3 + 6 + 8 = 14 28.00 - 28.50 m	4.29	6.10	51.42	38.19	41.83	1.495	2.681	0.36	0.32	9	0.00	0.00	0.00			
30		18			5 + 8 + 10 = 18 30.00 - 30.50 m	3.89	8.42	47.80	39.89	43.16	1.422	2.642	0.33	0.31	10	0.00	0.00	0.00			

NOTE :  Undisturbed Soil Sampling  
 SPT



	<b>JASA KONSULTANSI OFFSHORE SITE ASSESSMENT AND DEVELOPMENT STUDY RDMP PROJECT RU VI BALONGAN PERTAMINA</b>	

Table 3.4 : Bor and SPT point BSP3

Bore No. : BSP3  
 Project : CONSTRUCTION NEW JETTY  
 Location : RU VI BALONGAN  
 Elevation : -0,20 m LWS  
 of sea bed  
 Depth from : 30 m  
 sea bed  
 Date : 4 January 2018

Coordinates of GPS (UTM) X = 0212531  
 Y = 0294494  
 Diameter of Bore : 73 mm  
 Diameter of Casing : 89 mm

**BORE LOG**

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	S P T Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties			Mechanical Properties						
						Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dry Density ( $\gamma_d$ ) ( $g/cm^3$ )	Specific Gravity GS	Unconfined Test $q_u$ $kg/cm^2$	Direct Shear Test $c$ $kg/cm^2$	$\phi$ ( $^\circ$ )	LL %	PL %	IP %	
0																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			

NOTE: ■ Undisturbed Soil Sampling  
 ▣ SPT

**LAMPIRAN 2**  
Rekapitulasi Data Tanah

Tabel 2.1. Data Tanah BSP 1

BSP 1																					
Depth	Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_T$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cu	Cc	Cs	Cv	Cv rata-rata
1	Silt	5	Soft Silt	2.623	1.11	100	38.45			1.28	1.81	1.85	77.44	33.30	43%	8	0.34	0.75	0.13	0.000783	0.001405
4	Silt	8	Medium Silt	2.623	1.11	100	59.57			1.32	1.83	1.85	77.29	35.26	42%	11	0.30	0.71	0.12	0.000783	0.001405
7	Silt	2	Very Soft Silt	2.506	1.53	100	71.41			1.17	1.79	1.85	82.45	36.12	46%	7	0.35	0.79	0.14	0.000567	0.001405
10	Silt	2	Very Soft Silt	2.506	1.53	100	78.07			1.09	1.69	1.85	84.45	37.30	47%	6	0.39	0.98	0.15	0.000567	0.001405
13	Silt	2	Very Soft Silt	2.506	1.53	100	78.09			1.07	1.67	1.85	84.69	37.25	47%	6	0.37	1.18	0.16	0.000567	0.001405
16	Silt	4	Very Soft Silt	2.584	1.35	100	72.24			1.15	1.73	1.85	84.16	36.10	48%	5	0.41	0.97	0.15	0.000650	0.001405
19	Silt	5	Soft Silt	2.584	1.35	100	64.36			1.29	1.82	1.85	82.14	37.12	45%	8	0.33	0.77	0.13	0.000650	0.001405
22	Silt	9	Medium Silt	2.584	1.35	100	47.10			1.43	1.90	1.85	83.55	35.36	48%	5	0.40	0.47	0.13	0.000650	0.001405
25	Silt	11	Medium Silt	2.603	1.01	100	46.58			1.35	1.85	1.85	82.25	36.11	46%	7	0.36	0.62	0.13	0.000850	0.001405
28	Silt	14	Medium Silt	2.603	1.01	100	41.83			1.50	1.94	1.85	77.61	33.29	44%	9	0.32	0.50	0.12	0.000850	0.001405
31	Silt	18	Stiffy Silt	2.603	1.01	100	43.16			1.42	1.89	1.85	78.69	35.16	44%	10	0.31	0.57	0.12	0.000850	0.001405



Tabel 2.2. Data Tanah BSP 2

BSP 2																					
Depth	Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_T$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cu	Cc	Cs	Cv	Cv rata-rata
1	Silt	8	Medium Silt	2.591	2.27	100	27.95			1.41	1.89	1.85	NP	NP	NP	21	0.31	0.65	0.13	0.000142	0.000404
4	Silt	2	Very Soft Silt	2.591	2.27	100	78.83			0.83	1.52	1.85	84.33	37.17	47%	6	0.38	1.97	0.20	0.000142	0.000404
7	Silt	2	Very Soft Silt	2.591	2.27	100	84.80			0.74	1.47	1.85	85.37	37.22	48%	5	0.41	2.38	0.24	0.000142	0.000404
10	Silt	3	Very Soft Silt	2.591	2.27	100	78.45			0.83	1.52	1.85	78.55	37.10	41%	10	0.33	2.05	0.20	0.000142	0.000404
13	Silt	8	Medium Silt	2.604	1.45	100	40.23			1.25	1.79	1.85	77.37	33.31	44%	8	0.35	0.81	0.13	0.000600	0.000404
16	Silt	12	Medium Silt	2.604	1.45	100	40.85			1.23	1.78	1.85	80.10	35.39	45%	7	0.37	0.83	0.13	0.000600	0.000404
19	Silt	16	Stiffy Silt	2.604	1.45	100	50.72			1.10	1.69	1.85	84.33	36.08	48%	5	0.42	1.09	0.15	0.000600	0.000404
22	Silt	20	Stiffy Silt	2.604	1.45	100	44.38			1.20	1.76	1.85	78.47	34.19	44%	6	0.39	0.82	0.13	0.000600	0.000404
25	Silt	17	Stiffy Silt	2.588	1.28	100	26.56			1.55	1.98	1.85	NP	NP	NP	14	0.32	0.41	0.08	0.000266	0.000404
28	Silt	23	Stiffy Silt	2.588	1.28	100	44.70			1.19	1.75	1.85	81.54	35.14	46%	7	0.36	0.92	0.14	0.000266	0.000404
31	Silt	28	Hard Silt	2.588	1.28	100	39.96			1.21	1.77	1.85	75.45	33.28	42%	8	0.34	0.89	0.13	0.000266	0.000404

Tabel 2.3. Data Tanah BSP 3

BSP 3																					
Depth	Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_T$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cu	Cc	Cs	Cv	Cv rata-rata
1	Silt	2	Very Soft Silt	2.589	2.58	100	83.37			0.77	1.48	1.85	85.90	37.10	49%	6	0.40	2.27	0.23	0.000159	0.000457
4	Silt	2	Very Soft Silt	2.589	2.58	100	79.60			0.76	1.48	1.85	81.32	36.25	45%	8	0.34	2.34	0.23	0.000159	0.000457
7	Silt	3	Very Soft Silt	2.589	2.58	100	82.70			0.77	1.48	1.85	84.36	37.12	47%	6	0.38	2.26	0.23	0.000159	0.000457
10	Silt	5	Soft Silt	2.589	2.58	100	81.45			0.76	1.48	1.85	81.61	36.31	45%	8	0.33	2.35	0.23	0.000159	0.000457
13	Silt	4	Soft Silt	2.589	2.38	a	74.89			0.80	1.50	1.85	82.38	36.04	46%	7	0.36	2.14	0.21	0.000159	0.000457
16	Silt	7	Medium Silt	2.566	1.31	100	43.92			1.17	1.74	1.85	77.17	35.11	42%	10	0.31	0.97	0.13	0.000671	0.000457
19	Silt	10	Medium Silt	2.566	1.31	100	41.74			1.23	1.78	1.85	79.52	36.36	43%	9	0.32	0.83	0.13	0.000671	0.000457
22	Silt	17	Stiffy Silt	2.566	1.31	100	34.27			1.26	1.80	1.85	73.57	32.14	41%	11	0.30	0.81	0.12	0.000671	0.000457
25	Silt	21	Stiffy Silt	2.613	1.17	100	38.50			1.27	1.80	1.85	73.49	34.36	39%	14	0.28	0.85	0.12	0.000750	0.000457
28	Silt	26	Hard Silt	2.613	1.17	100	36.88			1.25	1.79	1.85	81.48	33.14	48%	5	0.41	0.76	0.13	0.000750	0.000457
31	Silt	27	Hard Silt	2.613	1.17	100	31.84			1.34	1.85	1.85	76.44	30.32	46%	7	0.35	0.63	0.12	0.000750	0.000457

Tabel 2.4. Rata-Rata Data Tanah BSP 1, BSP 2, dan BSP 3 Perkedalaman

RATA-RATA																					
Depth	Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	Gs	e	Sr	Wc	n	$\gamma_T$	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cu	Cc	Cs	Cv	Cv rata-rata
1	Silt	5	Soft Silt	2.601	1.99	100	49.92			1.15	1.73	1.85	81.67	35.20	46%	12	0.35	1.22	0.16	0.000361	0.000755
4	Silt	4	Soft Silt	2.601	1.99	100	72.67			0.97	1.61	1.85	80.98	36.23	45%	8	0.34	1.67	0.18	0.000361	0.000755
7	Silt	2	Very Soft Silt	2.562	2.13	100	79.64			0.89	1.58	1.85	84.06	36.82	47%	6	0.38	1.81	0.20	0.000289	0.000755
10	Silt	3	Very Soft Silt	2.562	2.13	100	79.32			0.89	1.56	1.85	81.54	36.90	45%	8	0.35	1.79	0.19	0.000289	0.000755
13	Silt	5	Soft Silt	2.566	1.79	100	64.40			1.04	1.65	1.85	81.48	35.53	46%	7	0.36	1.38	0.17	0.000442	0.000755
16	Silt	8	Medium Silt	2.585	1.37	100	52.34			1.18	1.75	1.85	80.48	35.53	45%	7	0.36	0.92	0.14	0.000640	0.000755
19	Silt	10	Medium Silt	2.585	1.37	100	52.27			1.21	1.76	1.85	82.00	36.52	45%	7	0.36	0.90	0.14	0.000640	0.000755
22	Silt	15	Medium Silt	2.585	1.37	100	41.92			1.30	1.82	1.85	78.53	33.90	45%	7	0.36	0.70	0.13	0.000640	0.000755
25	Silt	16	Stiffy Silt	2.601	1.15	100	37.21			1.39	1.88	1.85	77.87	35.24	43%	12	0.32	0.63	0.11	0.000622	0.000755
28	Silt	21	Stiffy Silt	2.601	1.15	100	41.14			1.31	1.83	1.85	80.21	33.86	46%	7	0.36	0.73	0.13	0.000622	0.000755
31	Silt	24	Stiffy Silt	2.601	1.15	100	38.32			1.32	1.83	1.85	76.86	32.92	44%	8	0.33	0.70	0.12	0.000622	0.000755

Tabel 2.5. Rata-Rata Data Tanah BSP 1, BSP 2, dan BSP 3 Perkedalaman 1 Meter

RATA-RATA																						
Depth			Jenis Tanah	NSPT	Konsistensi Tanah	z	Gs	e	Sr	Wc	$\gamma_d$	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	LL	PL	IP	$\phi$	Cc	Cs	Cv	$\sigma'_o$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )
0	-	1	Silt	4	Soft Silt	0.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.035	0.066
1	-	2	Silt	4	Soft Silt	1.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.105	0.199
2	-	3	Silt	4	Soft Silt	2.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.175	0.332
3	-	4	Silt	4	Soft Silt	3.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.245	0.465
4	-	5	Silt	4	Soft Silt	4.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.315	0.598
5	-	6	Silt	4	Soft Silt	5.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.385	0.731
6	-	7	Silt	4	Soft Silt	6.5	2.59	1.42	100.00	67.41	1.11	1.70	1.85	82.24	36.08	46	9	0.85	0.12	0.00061	0.455	0.864
7	-	8	Silt	3	Very Soft Silt	0.5	2.56	1.85	100.00	79.48	0.95	1.60	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.520	0.988
8	-	9	Silt	3	Very Soft Silt	1.5	2.56	1.85	100.00	79.48	0.95	1.60	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.580	1.102
9	-	10	Silt	3	Very Soft Silt	2.5	2.56	1.85	100.00	79.48	0.95	1.60	1.85	82.80	36.86	46	7	1.03	0.15	0.00040	0.640	1.216
10	-	11	Silt	10	Medium Silt	0.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.715	1.367
11	-	12	Silt	10	Medium Silt	1.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.805	1.539
12	-	13	Silt	10	Medium Silt	2.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.895	1.711
13	-	14	Silt	10	Medium Silt	3.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	0.985	1.883
14	-	15	Silt	10	Medium Silt	4.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.075	2.056
15	-	16	Silt	10	Medium Silt	5.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.165	2.228
16	-	17	Silt	10	Medium Silt	6.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.255	2.400
17	-	18	Silt	10	Medium Silt	7.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.345	2.572
18	-	19	Silt	10	Medium Silt	8.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.435	2.744
19	-	20	Silt	10	Medium Silt	9.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.525	2.916
20	-	21	Silt	10	Medium Silt	10.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.615	3.088
21	-	22	Silt	10	Medium Silt	11.5	2.58	0.89	100.00	52.73	1.43	1.90	1.85	80.62	35.37	45	7	0.66	0.09	0.00093	1.705	3.260
22	-	23	Silt	21	Stiffy Silt	0.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	1.800	3.469
23	-	24	Silt	21	Stiffy Silt	1.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	1.900	3.661
24	-	25	Silt	21	Stiffy Silt	2.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.000	3.854
25	-	26	Silt	21	Stiffy Silt	3.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.100	4.047
26	-	27	Silt	21	Stiffy Silt	4.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.200	4.239
27	-	28	Silt	21	Stiffy Silt	5.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.300	4.432
28	-	29	Silt	21	Stiffy Silt	6.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.400	4.625
29	-	30	Silt	21	Stiffy Silt	7.5	2.60	0.71	100.00	38.89	1.59	2.00	1.85	78.31	34.00	44	9	0.52	0.07	0.00384	2.500	4.818

### LAMPIRAN 3

#### Rekapitulasi Hinisial, Hfinal, dan Sc dari Seluruh Variasi Tinggi Timbunan

Tabel 3.1 Rekapitulasi Hinisial, Hfinal, dan Sc dari Seluruh Variasi Tinggi Timbunan

H rencana (m)	Q timbunan (t/m <sup>2</sup> )	Settlement akibat Q (m)	H Initial (m)	Tebal pavement (m)	Sc <sub>pavement</sub> (m)	Sc Total	H Final (m)
3	5.55	1.46	3.79	0.35	0.039	1.50	2.64
5	9.25	2.36	6.28	0.35	0.029	2.39	4.24
7	12.95	3.06	8.65	0.35	0.023	3.08	5.92
9	16.65	3.63	10.96	0.35	0.015	3.65	7.67
11	20.35	4.12	13.23	0.35	0.018	4.13	9.44

Tabel 3.2 Hfinal, Hinisial, dan Sc pada Elevasi Seabed -0.5 m

Elevasi seabed = - 0.5			
Hfinal	=	3.500	m
H initial	=	5.158	m
Settlement ( Sc)	=	2.008	m

Tabel 3.3 Hfinal, Hinisial, dan Sc pada Elevasi Seabed – 1 m

Elevasi seabed = - 1.0			
Hfinal	=	4.000	m
H initial	=	5.921	m
Settlement ( Sc)	=	2.271	m

Tabel 3.4 Hfinal, Hinisial, dan Sc pada Elevasi Seabed – 1.5 m

Elevasi seabed = - 1.5			
Hfinal	=	4.500	m
H initial	=	6.661	m
Settlement ( Sc)	=	2.511	m

## LAMPIRAN 4 Spesifikasi PVD

### Spesifikasi *Prefabricated Vertical Drain*

# CeTeau-Drain CT-D812

## 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-D812
Drain Body	Configuration	-	
	Material	-	PP
	Colour	-	white
Filter Jacket	Material	-	PET
	Colour	-	grey
Assembled Drain	Weight	g/m	70
	Width	mm	100
	Thickness	mm	3

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D812
<b>Filter Jacket</b>				
Grab Tensile Strength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	E	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4533	N	120
Pore Size	$O_{90}$	ASTM D4751	$\mu\text{m}$	< 75
Permeability	k	ASTM D4491	$\text{m}^2/\text{s}$	> $1.0 \times 10^{-8}$
<b>Assembled Drain</b>				
Tensile Strength	F	ASTM D4595	kN	2.50
Elongation at break	E	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4595	kN	2.1
Elongation at 1 kN tensile strength	E	ASTM D4595	%	1.0
Discharge capacity at 100 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$92 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 150 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$89 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 200 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$87 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 250 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$86 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 300 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$85 \times 10^{-6}$
Discharge capacity at 350 kPa	$q_v$	ASTM D4716	$\text{m}^3/\text{s}$	$84 \times 10^{-6}$

Transport details	Unit	CT-D812
Roll length	m	300
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	135,000

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

Agent & Distributor in Indonesia Area :

### PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> Floor  
Jl. Rungkut Industri Raya No.10 Surabaya 60293  
Tel. 62-31-8475062 Fax. 62-31-8475063  
Email : [info@geosistem.co.id](mailto:info@geosistem.co.id) Website : [www.geosistem.co.id](http://www.geosistem.co.id)





# Spesifikasi Steel Pipe Pile

## STEEL PIPE PILES ERW : Electric Resistance Welded

ISO 9001 : 2008  
OHSAS 18001 : 2007  
CERTIFIED

### Specification


Nominal Size	Outside Diameter		Wall Thickness	Mass	Cross Sectional Area	Moment of Inertia	Radius of Gyration	Elastis Modulus	Plastic Modulus	Torsional Modulus	Torsional Inertia	Superficia Area
inch	inch	mm	t mm	M Kg/m	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	I cm	Z cm <sup>3</sup>	S cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C cm <sup>3</sup>	O m <sup>2</sup> /m
16	16.000	406,4	6,00	59,20	75,50	15128	14,2	745	962	30257	1489	1,28
			6,35	62,60	79,80	15961	14,2	785	1016	31922	1571	1,28
			7,11	70,00	89,10	17771	14,1	875	1134	35542	1749	1,28
			7,92	77,80	99,10	19677	14,1	968	1258	39354	1937	1,28
			8,74	85,70	109,10	21582	14,1	1062	1382	43164	2124	1,28
			9,00	88,20	112,40	22193	14,1	1092	1422	44385	2184	1,28
			9,52	93,10	118,60	23372	14,0	1150	1500	46745	2300	1,28
			11,13	108,40	138,10	27000	14,0	1329	1739	54000	2657	1,28
			11,90	115,70	147,40	28703	14,0	1413	1853	57405	2825	1,28
			12,00	116,70	148,70	28937	14,0	1424	1867	57874	2848	1,28
			12,70	123,20	157,00	30450	13,9	1499	1969	60901	2997	1,28
			14,00	135,40	172,50	33244	13,9	1636	2157	66487	3272	1,28
			16,00	154,00	196,10	37430	13,8	1842	2440	74860	3684	1,28
18	18.000	457,2	6,00	66,80	85,00	21647	16,0	947	1222	43294	1894	1,44
			6,35	70,60	89,90	22845	15,94	999	1291	456920	1999	1,44
			7,11	78,90	1005,00	25452	15,92	1113	1440	50903	2227	1,44
			7,92	87,70	117,70	28200	15,89	1234	1599	56400	2467	1,44
			8,74	96,60	123,10	30952	15,86	1354	1758	61904	2708	1,44
			9,00	99,50	127,00	31835	15,8	1393	1808	63668	2785	1,44
			9,52	105,10	133,80	33541	15,83	1467	1908	67082	2934	1,44
			11,13	122,40	155,90	38798	15,78	1697	2215	77597	3394	1,44
			11,90	130,60	166,40	41272	15,75	1805	2360	82544	3611	1,44
			12,00	131,80	167,80	41612	15,7	1820	2379	83225	3641	1,44
			12,70	139,10	177,30	43814	15,72	1917	2510	87628	3833	1,44
			14,00	152,90	194,80	47885	15,68	2095	2751	95770	4189	1,44
			16,00	174,00	221,70	54005	15,61	2362	3116	108011	4725	1,44
20	20.000	508,0	6,00	74,30	94,60	29811	17,7	1174	1512	59623	2347	1,60
			6,35	78,50	100,00	31469	17,7	1239	1598	62938	2478	1,60
			7,11	87,80	111,80	35077	17,7	1381	1784	70154	2762	1,60
			7,92	97,60	124,40	38886	17,7	1531	1981	77772	3062	1,60
			8,74	107,60	137,00	42704	17,7	1681	2179	85407	3362	1,60
			9,00	110,70	141,10	43928	17,6	1730	2241	87857	3459	1,60
			9,52	117,00	149,00	46300	17,6	1823	2366	92599	3646	1,60
			11,13	136,30	173,60	53614	17,6	2111	2748	107229	4222	1,60
			11,90	145,50	185,40	57062	17,5	2247	2929	114123	4493	1,60
			12,00	146,80	187,00	57536	17,5	2265	2953	115072	4530	1,60
			12,70	155,00	197,50	60609	17,5	2386	3116	121217	4772	1,60
			14,00	170,50	217,20	66298	17,5	2610	3417	132595	5220	1,60
			16,00	194,00	247,20	74871	17,4	2948	3874	149742	5895	1,60
24	24.000	609,6	6,00	89,30	113,80	51821	21,3	1700	2186	103641	3400	1,91
			6,35	94,40	120,30	54721	21,33	1795	2311	109442	3591	1,91
			7,11	105,60	134,50	61041	21,30	2003	2581	122081	4005	1,91
			7,92	117,50	149,60	67723	21,27	2222	2867	135446	4444	1,91
			9,52	140,80	179,40	80763	21,22	2650	3428	161526	5299	1,91
			11,13	164,20	209,20	93673	21,16	3073	3987	187345	6146	1,91
			11,90	175,30	223,30	99772	21,14	3273	4252	199544	6547	1,91
			12,00	176,80	225,30	100612	21,1	3301	4286	201223	6602	1,91
			12,70	186,90	238,00	106058	21,11	3480	4526	212117	6959	1,91
			14,00	205,50	261,80	116164	21,06	3811	4967	232328	7622	1,91
			16,00	234,10	298,20	131449	20,99	4313	5639	262898	8625	1,91

Chemical Composition : Phosphorous (P) 0.050 % max

#### Mechanical Properties:

	Yield Strength (min)	Tensile Strength (min)	Elongation (min)	Gauge Length
Grade 1	30 000 psi (205 Mpa) 21.1 kg/mm <sup>2</sup>	50 000 psi (345 MPa) 35.2 kg/mm <sup>2</sup>	30%	2 inch
Grade 2	35 000 psi (240 Mpa) 24.6 kg/mm <sup>2</sup>	60 000 psi (415 MPa) 42.2 kg/mm <sup>2</sup>	25%	2 inch
Grade 3	45 000 psi (310 Mpa) 31.6 kg/mm <sup>2</sup>	66 000 psi (455 MPa) 46.4 kg/mm <sup>2</sup>	20%	2 inch

Pipe Length : 6 meter per joint / 12 meter per joint  
 Length Tolerance : ± 2%  
 Wall Thickness Tolerance : Plus (+) (not specified)  
 Minus (-) 12.5 % max  
 Outside Diameter Tolerance : ± 1%

Marking :  ASTM A252-2/E 8" x 6.35 mm x 6000 mm 28,26 Kg/M

Note: For other thicknesses can be produced by order



# STEEL PIPE PILES

ERW : Electric Resistance Welded

ISO 9001 : 2008  
OHSAS 18001 : 2007  
CERTIFIED

## Specification

Nominal Size	Outside Diameter		Wall Thickness	Mass	Cross Sectional Area	Moment of Inertia	Radius of Gyration	Elastis Modulus	Plastic Modulus	Torsional Modulus	Torsional Inertia	Superficial Area			
inch	inch	mm	t mm	M Kg/m	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	I cm	Z cm <sup>3</sup>	S cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C cm <sup>3</sup>	O m <sup>2</sup> /m			
4	4.500	114.3	3,96	10,80	13,70	209	3,9	37	48	418	73	0,36			
			4,16	11,30	14,40	218	3,9	38	50	437	76	0,36			
			4,37	11,80	15,10	228	3,9	40	53	456	80	0,36			
			4,78	12,90	16,40	247	3,9	43	57	494	86	0,36			
			5,16	13,90	17,70	264	3,9	46	62	528	92	0,36			
			5,56	14,90	19,00	281	3,9	49	66	563	98	0,36			
			6,35	16,90	21,50	315	3,8	55	74	629	110	0,36			
6	6.625	168,3	3,96	16,00	20,40	690	5,8	82	107	1380	164	0,53			
			4,00	16,20	20,60	697	5,8	83	108	1394	166	0,53			
			4,16	16,80	21,40	722	5,8	86	112	1444	172	0,53			
			4,37	17,70	22,50	756	5,8	90	117	1512	180	0,53			
			4,78	19,30	24,50	821	5,8	98	128	1641	195	0,53			
			5,16	20,70	26,40	880	5,8	105	137	1760	209	0,53			
			5,56	22,30	28,40	941	5,8	112	147	1882	224	0,53			
			6,00	24,00	30,60	1009	5,7	120	158	2017	240	0,53			
			6,35	25,30	32,30	1060	5,7	126	167	2120	252	0,53			
			7,11	28,20	36,00	1170	5,7	139	185	2341	278	0,53			
			8	8.625	219,1	4,00	21,20	27,00	1564	7,6	143,0	185	3128,0	286,0	0,69
4,37	23,10	29,50				1698	7,6	155	201	3397	310	0,69			
4,78	25,20	32,20				1847	7,6	169	220	3694	337	0,69			
5,16	27,20	34,70				1984	7,6	181	236	3967	362	0,69			
5,56	29,30	37,30				2126	7,6	194	254	4251	388	0,69			
6,00	31,60	40,20				2282	7,5	208	273	4564	417	0,69			
6,35	33,30	42,40				2401	7,5	219	287	4803	438	0,69			
7,11	37,10	47,30				2661	7,5	243	320	5321	486	0,69			
7,92	41,20	52,50				2931	7,5	268	353	5862	535	0,69			
8,18	42,50	54,20				3016	7,5	275	364	6032	551	0,69			
8,74	45,30	57,70				3198	7,4	292	387	6395	584	0,69			
9,00	46,60	59,40				3284	7,4	300	398	6568	600	0,69			
10	10.750	273,1				4,00	26,50	33,80	3058	9,5	224	290	6117	448	0,86
						4,78	31,60	40,30	3623	9,5	265	344	7247	531	0,86
			5,16	34,10	43,40	3895	9,5	285	370	7790	571	0,86			
			5,56	36,70	46,70	4179	9,5	306	398	8357	612	0,86			
			6,00	39,50	50,30	4487	9,4	329	428	8974	657	0,86			
			6,35	41,70	53,20	4731	9,4	347	452	9461	693	0,86			
			7,11	46,60	59,40	5253	9,4	385	503	10505	769	0,86			
			7,92	51,80	65,90	5799	9,4	425	557	11597	849	0,86			
			8,18	53,40	68,00	5972	9,4	437	574	11944	875	0,86			
			9,00	58,60	74,60	6511	9,3	477	628	13021	954	0,86			
			9,27	60,30	76,80	6686	9,3	490	645	13372	979	0,86			
			11,13	71,90	91,50	7864	9,3	576	764	15727	1152	0,86			
			12,00	77,20	98,40	8396	9,2	615	818	16792	1230	0,86			
			12,70	81,50	103,80	8818	9,2	646	862	17635	1292	0,86			
12	12.750	323,9	4,78	37,60	47,90	6096	11,3	376	487	12191	753	1,02			
			5,16	40,50	51,60	6557	11,3	405	524	13114	810	1,02			
			5,56	43,60	55,60	7039	11,3	435	563	14078	869	1,02			
			6,00	47,00	59,90	7565	11,2	467	606	15131	935	1,02			
			6,35	49,70	63,30	7980	11,2	493	640	15961	986	1,02			
			7,11	55,50	70,70	8872	11,2	548	713	17745	1096	1,02			
			7,92	61,70	78,60	9809	11,2	606	791	19617	1212	1,02			
			8,38	65,20	83,00	10334	11,2	638	834	20668	1276	1,02			
			8,74	67,90	86,50	10742	11,2	663	868	21483	1327	1,02			
			9,00	69,90	89,00	11035	11,1	682	892	22069	1363	1,02			
			9,52	73,80	94,00	11615	11,1	717	941	23231	1435	1,02			
			11,13	85,80	109,30	13377	11,1	826	1089	26754	1652	1,02			
			12,00	92,30	117,50	14306	11,0	884	1167	28612	1767	1,02			
			12,70	97,40	124,10	15041	11,0	929	1230	30082	1858	1,02			
14	14.000	355,6	5,56	48,00	61,10	9362	12,4	527	681	18724	1053	1,12			
			6,00	51,70	65,90	10071	12,4	566	733	20141	1133	1,12			
			6,35	54,70	69,60	10621	12,4	597	775	21242	1195	1,12			
			7,11	61,10	77,80	11816	12,3	665	864	23631	1329	1,12			
			7,92	67,90	86,50	13072	12,3	735	958	26143	1470	1,12			
			8,74	74,70	95,20	14325	12,3	806	1052	28650	1611	1,12			
			9,00	76,90	98,00	14726	12,3	828	1081	29452	1657	1,12			
			9,52	81,20	103,50	15500	12,2	872	1141	31000	1744	1,12			
			11,13	94,50	120,40	17875	12,2	1005	1321	35750	2011	1,12			
			11,90	100,80	128,40	18987	12,2	1068	1406	37973	2136	1,12			
			12,00	102,00	130,00	19140	12,2	1077	1417	38279	2153	1,12			
			12,70	107,30	136,70	20125	12,1	1132	1494	40250	2264	1,12			



**LAMPIRAN 5**  
**Distribusi Tegangan untuk Setiap Variasi Timbunan**

Zona 1 (elevasi seabed -0.5 m)

TAHAP 1												
h	0.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1277	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 1}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma' o$	$\sigma' 1$	$\sigma' c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		m	
0.5	0.0000	89.98	0.925	0.850	0.121	1.420	0.350	1.275	2.350	Kondisi 1	0.028	0.028
1.5	0.0001	89.93	0.925	0.850	0.121	1.420	1.050	1.975	3.050	Kondisi 1	0.014	0.042
2.5	0.0001	89.89	0.925	0.850	0.121	1.420	1.750	2.675	3.750	Kondisi 1	0.009	0.051
3.5	0.0001	89.84	0.925	0.850	0.121	1.420	2.450	3.375	4.450	Kondisi 1	0.007	0.058
4.5	0.0002	89.80	0.925	0.850	0.121	1.420	3.150	4.075	5.150	Kondisi 1	0.006	0.064
5.5	0.0002	89.75	0.925	0.850	0.121	1.420	3.850	4.775	5.850	Kondisi 1	0.005	0.068
6.5	0.0002	89.71	0.925	0.850	0.121	1.420	4.550	5.475	6.550	Kondisi 1	0.004	0.073
7.5	0.0003	89.66	0.925	1.031	0.147	1.850	5.200	6.125	7.200	Kondisi 1	0.004	0.076
8.5	0.0003	89.62	0.925	1.031	0.147	1.850	5.800	6.725	7.800	Kondisi 1	0.003	0.080
9.5	0.0003	89.57	0.925	1.031	0.147	1.850	6.400	7.325	8.400	Kondisi 1	0.003	0.083
10.5	0.0004	89.53	0.925	0.662	0.095	0.890	7.150	8.075	9.150	Kondisi 1	0.003	0.085
11.5	0.0004	89.48	0.925	0.662	0.095	0.890	8.050	8.975	10.050	Kondisi 1	0.002	0.088
12.5	0.0004	89.44	0.925	0.662	0.095	0.890	8.950	9.875	10.950	Kondisi 1	0.002	0.090
13.5	0.0005	89.39	0.925	0.662	0.095	0.890	9.850	10.775	11.850	Kondisi 1	0.002	0.092
14.5	0.0005	89.35	0.925	0.662	0.095	0.890	10.750	11.675	12.750	Kondisi 1	0.002	0.093
15.5	0.0005	89.30	0.925	0.662	0.095	0.890	11.650	12.575	13.650	Kondisi 1	0.002	0.095
16.5	0.0006	89.26	0.925	0.662	0.095	0.890	12.550	13.475	14.550	Kondisi 1	0.002	0.097
17.5	0.0006	89.22	0.925	0.662	0.095	0.890	13.450	14.375	15.450	Kondisi 1	0.001	0.098
18.5	0.0006	89.17	0.925	0.662	0.095	0.890	14.350	15.275	16.350	Kondisi 1	0.001	0.099
19.5	0.0007	89.13	0.925	0.662	0.095	0.890	15.250	16.175	17.250	Kondisi 1	0.001	0.101
20.5	0.0007	89.08	0.925	0.662	0.095	0.890	16.150	17.075	18.150	Kondisi 1	0.001	0.102
21.5	0.0008	89.04	0.925	0.662	0.095	0.890	17.050	17.975	19.050	Kondisi 1	0.001	0.103

TAHAP 2												
h	1	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1276	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 2}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma' o$	$\sigma' 2$	$\sigma' c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		m	
0.5	0.0000	89.98	1.850	0.850	0.121	1.420	0.350	2.200	2.350	Kondisi 1	0.040	0.040
1.5	0.0001	89.93	1.850	0.850	0.121	1.420	1.050	2.900	3.050	Kondisi 1	0.022	0.062
2.5	0.0001	89.89	1.850	0.850	0.121	1.420	1.750	3.600	3.750	Kondisi 1	0.016	0.078
3.50	0.0001	89.84	1.850	0.850	0.121	1.420	2.450	4.300	4.450	Kondisi 1	0.012	0.090
4.50	0.0002	89.80	1.850	0.850	0.121	1.420	3.150	5.000	5.150	Kondisi 1	0.010	0.100
5.50	0.0002	89.75	1.850	0.850	0.121	1.420	3.850	5.700	5.850	Kondisi 1	0.009	0.109
6.50	0.0002	89.71	1.850	0.850	0.121	1.420	4.550	6.400	6.550	Kondisi 1	0.007	0.116
7.50	0.0003	89.66	1.850	1.031	0.147	1.850	5.200	7.050	7.200	Kondisi 1	0.007	0.123
8.50	0.0003	89.62	1.850	1.031	0.147	1.850	5.800	7.650	7.800	Kondisi 1	0.006	0.129
9.50	0.0003	89.57	1.850	1.031	0.147	1.850	6.400	8.250	8.400	Kondisi 1	0.006	0.135
10.50	0.0004	89.53	1.850	0.662	0.095	0.890	7.150	9.000	9.150	Kondisi 1	0.005	0.140
11.50	0.0004	89.48	1.850	0.662	0.095	0.890	8.050	9.900	10.050	Kondisi 1	0.004	0.144
12.50	0.0004	89.44	1.850	0.662	0.095	0.890	8.950	10.800	10.950	Kondisi 1	0.004	0.149
13.50	0.0005	89.39	1.850	0.662	0.095	0.890	9.850	11.700	11.850	Kondisi 1	0.004	0.152
14.50	0.0005	89.35	1.850	0.662	0.095	0.890	10.750	12.600	12.750	Kondisi 1	0.003	0.156
15.50	0.0005	89.30	1.850	0.662	0.095	0.890	11.650	13.500	13.650	Kondisi 1	0.003	0.159
16.50	0.0006	89.26	1.850	0.662	0.095	0.890	12.550	14.400	14.550	Kondisi 1	0.003	0.162
17.50	0.0006	89.21	1.850	0.662	0.095	0.890	13.450	15.300	15.450	Kondisi 1	0.003	0.165
18.50	0.0007	89.17	1.850	0.662	0.095	0.890	14.350	16.200	16.350	Kondisi 1	0.003	0.167
19.50	0.0007	89.12	1.850	0.662	0.095	0.890	15.250	17.100	17.250	Kondisi 1	0.002	0.170
20.50	0.0007	89.08	1.850	0.662	0.095	0.890	16.150	18.000	18.150	Kondisi 1	0.002	0.172
21.50	0.0008	89.03	1.850	0.662	0.095	0.890	17.050	18.900	19.050	Kondisi 1	0.002	0.174

TAHAP 3												
h	1.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1275	m										
z m	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 3$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'3$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.500	0.0000	89.978	2.775	0.850	0.121	1.420	0.350	3.125	2.350	Kondisi 2	0.04	0.045
1.500	0.0001	89.933	2.775	0.850	0.121	1.420	1.050	3.825	3.050	Kondisi 2	0.04	0.081
2.500	0.0001	89.888	2.775	0.850	0.121	1.420	1.750	4.525	3.750	Kondisi 2	0.03	0.110
3.500	0.0001	89.843	2.775	0.850	0.121	1.420	2.450	5.225	4.450	Kondisi 2	0.03	0.135
4.500	0.0002	89.798	2.775	0.850	0.121	1.420	3.150	5.925	5.150	Kondisi 2	0.02	0.157
5.500	0.0002	89.753	2.775	0.850	0.121	1.420	3.850	6.625	5.850	Kondisi 2	0.02	0.177
6.500	0.0002	89.708	2.775	0.850	0.121	1.420	4.550	7.325	6.550	Kondisi 2	0.02	0.194
7.500	0.0003	89.663	2.775	1.031	0.147	1.850	5.200	7.975	7.200	Kondisi 2	0.02	0.211
8.500	0.0003	89.618	2.775	1.031	0.147	1.850	5.800	8.575	7.800	Kondisi 2	0.02	0.226
9.500	0.0003	89.573	2.775	1.031	0.147	1.850	6.400	9.175	8.400	Kondisi 2	0.01	0.241
10.500	0.0004	89.528	2.775	0.662	0.095	0.890	7.150	9.925	9.150	Kondisi 2	0.01	0.253
11.500	0.0004	89.483	2.775	0.662	0.095	0.890	8.050	10.825	10.050	Kondisi 2	0.01	0.265
12.500	0.0004	89.438	2.775	0.662	0.095	0.890	8.950	11.725	10.950	Kondisi 2	0.01	0.276
13.500	0.0005	89.394	2.775	0.662	0.095	0.890	9.850	12.625	11.850	Kondisi 2	0.01	0.286
14.500	0.0005	89.349	2.775	0.662	0.095	0.890	10.750	13.525	12.750	Kondisi 2	0.01	0.295
15.500	0.0005	89.304	2.775	0.662	0.095	0.890	11.650	14.425	13.650	Kondisi 2	0.01	0.304
16.500	0.0006	89.259	2.775	0.662	0.095	0.890	12.550	15.325	14.550	Kondisi 2	0.01	0.312
17.500	0.0006	89.214	2.775	0.662	0.095	0.890	13.450	16.225	15.450	Kondisi 2	0.01	0.319
18.500	0.0007	89.169	2.775	0.662	0.095	0.890	14.350	17.125	16.350	Kondisi 2	0.01	0.327
19.500	0.0007	89.124	2.775	0.662	0.095	0.890	15.250	18.025	17.250	Kondisi 2	0.01	0.333
20.500	0.0007	89.079	2.775	0.662	0.095	0.890	16.150	18.925	18.150	Kondisi 2	0.01	0.340
21.500	0.0008	89.034	2.775	0.662	0.095	0.890	17.050	19.825	19.050	Kondisi 2	0.01	0.346

TAHAP 4												
h	2	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1274	m										
z m	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 4$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'4$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	3.700	0.850	0.121	1.420	0.350	4.050	2.350	Kondisi 3	0.040	0.040
1.50	0.0001	89.93	3.700	0.850	0.121	1.420	1.050	4.750	3.050	Kondisi 3	0.033	0.073
2.50	0.0001	89.89	3.700	0.850	0.121	1.420	1.750	5.450	3.750	Kondisi 3	0.028	0.101
3.50	0.0001	89.84	3.700	0.850	0.121	1.420	2.450	6.150	4.450	Kondisi 3	0.025	0.126
4.50	0.0002	89.80	3.700	0.850	0.121	1.420	3.150	6.850	5.150	Kondisi 3	0.022	0.148
5.50	0.0002	89.75	3.700	0.850	0.121	1.420	3.850	7.550	5.850	Kondisi 3	0.020	0.168
6.50	0.0002	89.71	3.700	0.850	0.121	1.420	4.550	8.250	6.550	Kondisi 3	0.018	0.186
7.50	0.0003	89.66	3.700	1.031	0.147	1.850	5.200	8.900	7.200	Kondisi 3	0.017	0.203
8.50	0.0003	89.62	3.700	1.031	0.147	1.850	5.800	9.500	7.800	Kondisi 3	0.016	0.219
9.50	0.0003	89.57	3.700	1.031	0.147	1.850	6.400	10.100	8.400	Kondisi 3	0.015	0.234
10.50	0.0004	89.53	3.700	0.662	0.095	0.890	7.150	10.850	9.150	Kondisi 3	0.014	0.248
11.50	0.0004	89.48	3.700	0.662	0.095	0.890	8.050	11.750	10.050	Kondisi 3	0.012	0.261
12.50	0.0004	89.44	3.700	0.662	0.095	0.890	8.950	12.650	10.950	Kondisi 3	0.012	0.272
13.50	0.0005	89.39	3.700	0.662	0.095	0.890	9.850	13.550	11.850	Kondisi 3	0.011	0.283
14.50	0.0005	89.35	3.700	0.662	0.095	0.890	10.750	14.450	12.750	Kondisi 3	0.010	0.293
15.50	0.0005	89.30	3.700	0.662	0.095	0.890	11.650	15.350	13.650	Kondisi 3	0.009	0.302
16.50	0.0006	89.26	3.700	0.662	0.095	0.890	12.550	16.250	14.550	Kondisi 3	0.009	0.311
17.50	0.0006	89.21	3.700	0.662	0.095	0.890	13.450	17.150	15.450	Kondisi 3	0.008	0.320
18.50	0.0007	89.17	3.700	0.662	0.095	0.890	14.350	18.050	16.350	Kondisi 3	0.008	0.328
19.50	0.0007	89.12	3.700	0.662	0.095	0.890	15.250	18.950	17.250	Kondisi 3	0.008	0.335
20.50	0.0007	89.08	3.700	0.662	0.095	0.890	16.150	19.850	18.150	Kondisi 3	0.007	0.343
21.50	0.0008	89.03	3.700	0.662	0.095	0.890	17.050	20.750	19.050	Kondisi 3	0.007	0.350

TAHAP 5												
h	2.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1273	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 5}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'5$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	4.625	0.850	0.121	1.420	0.350	4.975	2.350	Kondisi 3	0.031	0.031
1.50	0.0001	89.93	4.625	0.850	0.121	1.420	1.050	5.675	3.050	Kondisi 3	0.027	0.059
2.50	0.0001	89.89	4.625	0.850	0.121	1.420	1.750	6.375	3.750	Kondisi 3	0.024	0.082
3.50	0.0001	89.84	4.625	0.850	0.121	1.420	2.450	7.075	4.450	Kondisi 3	0.021	0.104
4.50	0.0002	89.80	4.625	0.850	0.121	1.420	3.150	7.775	5.150	Kondisi 3	0.019	0.123
5.50	0.0002	89.75	4.625	0.850	0.121	1.420	3.850	8.475	5.850	Kondisi 3	0.018	0.141
6.50	0.0002	89.71	4.625	0.850	0.121	1.420	4.550	9.175	6.550	Kondisi 3	0.016	0.157
7.50	0.0003	89.66	4.625	1.031	0.147	1.850	5.200	9.825	7.200	Kondisi 3	0.016	0.173
8.50	0.0003	89.62	4.625	1.031	0.147	1.850	5.800	10.425	7.800	Kondisi 3	0.015	0.187
9.50	0.0003	89.57	4.625	1.031	0.147	1.850	6.400	11.025	8.400	Kondisi 3	0.014	0.201
10.50	0.0004	89.53	4.625	0.662	0.095	0.890	7.150	11.775	9.150	Kondisi 3	0.012	0.213
11.50	0.0004	89.48	4.625	0.662	0.095	0.890	8.050	12.675	10.050	Kondisi 3	0.012	0.225
12.50	0.0004	89.44	4.625	0.662	0.095	0.890	8.950	13.575	10.950	Kondisi 3	0.011	0.236
13.50	0.0005	89.39	4.625	0.662	0.095	0.890	9.850	14.475	11.850	Kondisi 3	0.010	0.246
14.50	0.0005	89.35	4.625	0.662	0.095	0.890	10.750	15.375	12.750	Kondisi 3	0.009	0.255
15.50	0.0005	89.30	4.625	0.662	0.095	0.890	11.650	16.275	13.650	Kondisi 3	0.009	0.264
16.50	0.0006	89.26	4.625	0.662	0.095	0.890	12.550	17.175	14.550	Kondisi 3	0.008	0.272
17.50	0.0006	89.21	4.625	0.662	0.095	0.890	13.450	18.075	15.450	Kondisi 3	0.008	0.280
18.50	0.0007	89.17	4.625	0.662	0.095	0.890	14.350	18.975	16.350	Kondisi 3	0.008	0.288
19.50	0.0007	89.12	4.625	0.662	0.095	0.890	15.250	19.875	17.250	Kondisi 3	0.007	0.295
20.50	0.0007	89.08	4.625	0.662	0.095	0.890	16.150	20.775	18.150	Kondisi 3	0.007	0.302
21.50	0.0008	89.03	4.625	0.662	0.095	0.890	17.050	21.675	19.050	Kondisi 3	0.007	0.309

TAHAP 6												
h	3	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1272	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 6}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'6$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	5.550	0.850	0.121	1.420	0.350	5.900	2.350	Kondisi 3	0.026	0.026
1.50	0.0001	89.93	5.550	0.850	0.121	1.420	1.050	6.600	3.050	Kondisi 3	0.023	0.049
2.50	0.0001	89.89	5.550	0.850	0.121	1.420	1.750	7.300	3.750	Kondisi 3	0.021	0.070
3.50	0.0001	89.84	5.550	0.850	0.121	1.420	2.450	8.000	4.450	Kondisi 3	0.019	0.088
4.50	0.0002	89.80	5.550	0.850	0.121	1.420	3.150	8.700	5.150	Kondisi 3	0.017	0.106
5.50	0.0002	89.75	5.550	0.850	0.121	1.420	3.850	9.400	5.850	Kondisi 3	0.016	0.121
6.50	0.0002	89.71	5.550	0.850	0.121	1.420	4.550	10.100	6.550	Kondisi 3	0.015	0.136
7.50	0.0003	89.66	5.550	1.031	0.147	1.850	5.200	10.750	7.200	Kondisi 3	0.014	0.150
8.50	0.0003	89.62	5.550	1.031	0.147	1.850	5.800	11.350	7.800	Kondisi 3	0.013	0.164
9.50	0.0003	89.57	5.550	1.031	0.147	1.850	6.400	11.950	8.400	Kondisi 3	0.013	0.176
10.50	0.0004	89.53	5.550	0.662	0.095	0.890	7.150	12.700	9.150	Kondisi 3	0.012	0.188
11.50	0.0004	89.48	5.550	0.662	0.095	0.890	8.050	13.600	10.050	Kondisi 3	0.011	0.198
12.50	0.0004	89.44	5.550	0.662	0.095	0.890	8.950	14.500	10.950	Kondisi 3	0.010	0.208
13.50	0.0005	89.39	5.550	0.662	0.095	0.890	9.850	15.400	11.850	Kondisi 3	0.009	0.218
14.50	0.0005	89.35	5.550	0.662	0.095	0.890	10.750	16.300	12.750	Kondisi 3	0.009	0.227
15.50	0.0005	89.30	5.550	0.662	0.095	0.890	11.650	17.200	13.650	Kondisi 3	0.008	0.235
16.50	0.0006	89.26	5.550	0.662	0.095	0.890	12.550	18.100	14.550	Kondisi 3	0.008	0.243
17.50	0.0006	89.21	5.550	0.662	0.095	0.890	13.450	19.000	15.450	Kondisi 3	0.008	0.251
18.50	0.0007	89.17	5.550	0.662	0.095	0.890	14.350	19.900	16.350	Kondisi 3	0.007	0.258
19.50	0.0007	89.12	5.550	0.662	0.095	0.890	15.250	20.800	17.250	Kondisi 3	0.007	0.265
20.50	0.0007	89.08	5.550	0.662	0.095	0.890	16.150	21.700	18.150	Kondisi 3	0.007	0.272
21.50	0.0008	89.03	5.550	0.662	0.095	0.890	17.050	22.600	19.050	Kondisi 3	0.006	0.278

TAHAP 7												
h	3.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1271	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 7$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'7$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	6.475	0.850	0.121	1.420	0.350	6.825	2.350	Kondisi 3	0.022	0.022
1.50	0.0001	89.93	6.475	0.850	0.121	1.420	1.050	7.525	3.050	Kondisi 3	0.020	0.042
2.50	0.0001	89.89	6.475	0.850	0.121	1.420	1.750	8.225	3.750	Kondisi 3	0.018	0.060
3.50	0.0001	89.84	6.475	0.850	0.121	1.420	2.450	8.925	4.450	Kondisi 3	0.017	0.077
4.50	0.0002	89.80	6.475	0.850	0.121	1.420	3.150	9.625	5.150	Kondisi 3	0.015	0.093
5.50	0.0002	89.75	6.475	0.850	0.121	1.420	3.850	10.325	5.850	Kondisi 3	0.014	0.107
6.50	0.0002	89.71	6.475	0.850	0.121	1.420	4.550	11.025	6.550	Kondisi 3	0.013	0.120
7.50	0.0003	89.66	6.475	1.031	0.147	1.850	5.200	11.675	7.200	Kondisi 3	0.013	0.133
8.50	0.0003	89.62	6.475	1.031	0.147	1.850	5.800	12.275	7.800	Kondisi 3	0.012	0.146
9.50	0.0003	89.57	6.475	1.031	0.147	1.850	6.400	12.875	8.400	Kondisi 3	0.012	0.157
10.50	0.0004	89.53	6.475	0.662	0.095	0.890	7.150	13.625	9.150	Kondisi 3	0.011	0.168
11.50	0.0004	89.48	6.475	0.662	0.095	0.890	8.050	14.525	10.050	Kondisi 3	0.010	0.178
12.50	0.0004	89.44	6.475	0.662	0.095	0.890	8.950	15.425	10.950	Kondisi 3	0.009	0.187
13.50	0.0005	89.39	6.475	0.662	0.095	0.890	9.850	16.325	11.850	Kondisi 3	0.009	0.196
14.50	0.0005	89.35	6.475	0.662	0.095	0.890	10.750	17.225	12.750	Kondisi 3	0.008	0.205
15.50	0.0005	89.30	6.475	0.662	0.095	0.890	11.650	18.125	13.650	Kondisi 3	0.008	0.213
16.50	0.0006	89.26	6.475	0.662	0.095	0.890	12.550	19.025	14.550	Kondisi 3	0.008	0.220
17.50	0.0006	89.21	6.475	0.662	0.095	0.890	13.450	19.925	15.450	Kondisi 3	0.007	0.227
18.50	0.0007	89.17	6.475	0.662	0.095	0.890	14.350	20.825	16.350	Kondisi 3	0.007	0.234
19.50	0.0007	89.12	6.475	0.662	0.095	0.890	15.250	21.725	17.250	Kondisi 3	0.007	0.241
20.50	0.0007	89.08	6.475	0.662	0.095	0.890	16.150	22.625	18.150	Kondisi 3	0.006	0.247
21.50	0.0008	89.03	6.475	0.662	0.095	0.890	17.050	23.525	19.050	Kondisi 3	0.006	0.253

TAHAP 8												
h	4	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1270	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 8$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'8$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	7.400	0.850	0.121	1.420	0.350	7.750	2.350	Kondisi 3	0.019	0.019
1.50	0.0001	89.93	7.400	0.850	0.121	1.420	1.050	8.450	3.050	Kondisi 3	0.018	0.037
2.50	0.0001	89.89	7.400	0.850	0.121	1.420	1.750	9.150	3.750	Kondisi 3	0.016	0.053
3.50	0.0001	89.84	7.400	0.850	0.121	1.420	2.450	9.850	4.450	Kondisi 3	0.015	0.068
4.50	0.0002	89.80	7.400	0.850	0.121	1.420	3.150	10.550	5.150	Kondisi 3	0.014	0.082
5.50	0.0002	89.75	7.400	0.850	0.121	1.420	3.850	11.250	5.850	Kondisi 3	0.013	0.095
6.50	0.0002	89.71	7.400	0.850	0.121	1.420	4.550	11.950	6.550	Kondisi 3	0.012	0.108
7.50	0.0003	89.66	7.400	1.031	0.147	1.850	5.200	12.600	7.200	Kondisi 3	0.012	0.120
8.50	0.0003	89.62	7.400	1.031	0.147	1.850	5.800	13.200	7.800	Kondisi 3	0.011	0.131
9.50	0.0003	89.57	7.400	1.031	0.147	1.850	6.400	13.800	8.400	Kondisi 3	0.011	0.142
10.50	0.0004	89.53	7.400	0.662	0.095	0.890	7.150	14.550	9.150	Kondisi 3	0.010	0.152
11.50	0.0004	89.48	7.400	0.662	0.095	0.890	8.050	15.450	10.050	Kondisi 3	0.009	0.161
12.50	0.0004	89.44	7.400	0.662	0.095	0.890	8.950	16.350	10.950	Kondisi 3	0.009	0.170
13.50	0.0005	89.39	7.400	0.662	0.095	0.890	9.850	17.250	11.850	Kondisi 3	0.008	0.179
14.50	0.0005	89.35	7.400	0.662	0.095	0.890	10.750	18.150	12.750	Kondisi 3	0.008	0.187
15.50	0.0005	89.30	7.400	0.662	0.095	0.890	11.650	19.050	13.650	Kondisi 3	0.008	0.194
16.50	0.0006	89.26	7.400	0.662	0.095	0.890	12.550	19.950	14.550	Kondisi 3	0.007	0.201
17.50	0.0006	89.21	7.400	0.662	0.095	0.890	13.450	20.850	15.450	Kondisi 3	0.007	0.208
18.50	0.0007	89.17	7.400	0.662	0.095	0.890	14.350	21.750	16.350	Kondisi 3	0.007	0.215
19.50	0.0007	89.12	7.400	0.662	0.095	0.890	15.250	22.650	17.250	Kondisi 3	0.006	0.221
20.50	0.0007	89.08	7.400	0.662	0.095	0.890	16.150	23.550	18.150	Kondisi 3	0.006	0.227
21.50	0.0008	89.03	7.400	0.662	0.095	0.890	17.050	24.450	19.050	Kondisi 3	0.006	0.233

TAHAP 9												
h	4.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93							
B1	1269	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 9}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'9$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	8.325	0.850	0.121	1.420	0.350	8.675	2.350	Kondisi 3	0.017	0.017
1.50	0.0001	89.93	8.325	0.850	0.121	1.420	1.050	9.375	3.050	Kondisi 3	0.016	0.033
2.50	0.0001	89.89	8.325	0.850	0.121	1.420	1.750	10.075	3.750	Kondisi 3	0.015	0.048
3.50	0.0001	89.84	8.325	0.850	0.121	1.420	2.450	10.775	4.450	Kondisi 3	0.014	0.061
4.50	0.0002	89.80	8.325	0.850	0.121	1.420	3.150	11.475	5.150	Kondisi 3	0.013	0.074
5.50	0.0002	89.75	8.325	0.850	0.121	1.420	3.850	12.175	5.850	Kondisi 3	0.012	0.086
6.50	0.0002	89.71	8.325	0.850	0.121	1.420	4.550	12.875	6.550	Kondisi 3	0.011	0.098
7.50	0.0003	89.66	8.325	1.031	0.147	1.850	5.200	13.525	7.200	Kondisi 3	0.011	0.109
8.50	0.0003	89.62	8.325	1.031	0.147	1.850	5.800	14.125	7.800	Kondisi 3	0.011	0.119
9.50	0.0003	89.57	8.325	1.031	0.147	1.850	6.400	14.725	8.400	Kondisi 3	0.010	0.130
10.50	0.0004	89.53	8.325	0.662	0.095	0.890	7.150	15.475	9.150	Kondisi 3	0.009	0.139
11.50	0.0004	89.48	8.325	0.662	0.095	0.890	8.050	16.375	10.050	Kondisi 3	0.009	0.148
12.50	0.0004	89.44	8.325	0.662	0.095	0.890	8.950	17.275	10.950	Kondisi 3	0.008	0.156
13.50	0.0005	89.39	8.325	0.662	0.095	0.890	9.850	18.175	11.850	Kondisi 3	0.008	0.164
14.50	0.0005	89.35	8.325	0.662	0.095	0.890	10.750	19.075	12.750	Kondisi 3	0.008	0.172
15.50	0.0006	89.30	8.325	0.662	0.095	0.890	11.650	19.975	13.650	Kondisi 3	0.007	0.179
16.50	0.0006	89.26	8.325	0.662	0.095	0.890	12.550	20.875	14.550	Kondisi 3	0.007	0.186
17.50	0.0006	89.21	8.325	0.662	0.095	0.890	13.450	21.775	15.450	Kondisi 3	0.007	0.193
18.50	0.0007	89.16	8.325	0.662	0.095	0.890	14.350	22.675	16.350	Kondisi 3	0.006	0.199
19.50	0.0007	89.12	8.325	0.662	0.095	0.890	15.250	23.575	17.250	Kondisi 3	0.006	0.205
20.50	0.0007	89.07	8.325	0.662	0.095	0.890	16.150	24.475	18.150	Kondisi 3	0.006	0.211
21.50	0.0008	89.03	8.325	0.662	0.095	0.890	17.050	25.375	19.050	Kondisi 3	0.006	0.216

TAHAP 10												
h	5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93							
B1	1268	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 10}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'10$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	9.250	0.850	0.121	1.420	0.350	9.600	2.350	Kondisi 3	0.015	0.015
1.50	0.0001	89.93	9.250	0.850	0.121	1.420	1.050	10.300	3.050	Kondisi 3	0.014	0.030
2.50	0.0001	89.89	9.250	0.850	0.121	1.420	1.750	11.000	3.750	Kondisi 3	0.013	0.043
3.50	0.0001	89.84	9.250	0.850	0.121	1.420	2.450	11.700	4.450	Kondisi 3	0.013	0.056
4.50	0.0002	89.80	9.250	0.850	0.121	1.420	3.150	12.400	5.150	Kondisi 3	0.012	0.068
5.50	0.0002	89.75	9.250	0.850	0.121	1.420	3.850	13.100	5.850	Kondisi 3	0.011	0.079
6.50	0.0002	89.71	9.250	0.850	0.121	1.420	4.550	13.800	6.550	Kondisi 3	0.011	0.089
7.50	0.0003	89.66	9.250	1.031	0.147	1.850	5.200	14.450	7.200	Kondisi 3	0.010	0.100
8.50	0.0003	89.62	9.250	1.031	0.147	1.850	5.800	15.050	7.800	Kondisi 3	0.010	0.110
9.50	0.0003	89.57	9.250	1.031	0.147	1.850	6.400	15.650	8.400	Kondisi 3	0.010	0.119
10.50	0.0004	89.53	9.250	0.662	0.095	0.890	7.150	16.400	9.150	Kondisi 3	0.009	0.128
11.50	0.0004	89.48	9.250	0.662	0.095	0.890	8.050	17.300	10.050	Kondisi 3	0.008	0.136
12.50	0.0004	89.44	9.250	0.662	0.095	0.890	8.950	18.200	10.950	Kondisi 3	0.008	0.144
13.50	0.0005	89.39	9.250	0.662	0.095	0.890	9.850	19.100	11.850	Kondisi 3	0.008	0.152
14.50	0.0005	89.34	9.250	0.662	0.095	0.890	10.750	20.000	12.750	Kondisi 3	0.007	0.159
15.50	0.0006	89.30	9.250	0.662	0.095	0.890	11.650	20.900	13.650	Kondisi 3	0.007	0.166
16.50	0.0006	89.25	9.250	0.662	0.095	0.890	12.550	21.800	14.550	Kondisi 3	0.007	0.173
17.50	0.0006	89.21	9.250	0.662	0.095	0.890	13.450	22.700	15.450	Kondisi 3	0.006	0.179
18.50	0.0007	89.16	9.250	0.662	0.095	0.890	14.350	23.600	16.350	Kondisi 3	0.006	0.185
19.50	0.0007	89.12	9.250	0.662	0.095	0.890	15.250	24.500	17.250	Kondisi 3	0.006	0.191
20.50	0.0007	89.07	9.250	0.662	0.095	0.890	16.150	25.400	18.150	Kondisi 3	0.006	0.197
21.50	0.0008	89.03	9.250	0.662	0.095	0.890	17.050	26.300	19.050	Kondisi 3	0.005	0.202

TAHAP 11												
h	5.16	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	0.32	m	q		0.30							
B1	1268	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 11}{t/m2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'l1$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)									
0.50	0.0000	89.98	9.546	0.850	0.121	1.420	0.350	9.896	2.350	Kondisi 3	0.005	0.005
1.50	0.0000	89.93	9.546	0.850	0.121	1.420	1.050	10.596	3.050	Kondisi 3	0.004	0.009
2.50	0.0000	89.89	9.546	0.850	0.121	1.420	1.750	11.296	3.750	Kondisi 3	0.004	0.013
3.50	0.0000	89.84	9.546	0.850	0.121	1.420	2.450	11.996	4.450	Kondisi 3	0.004	0.017
4.50	0.0001	89.80	9.546	0.850	0.121	1.420	3.150	12.696	5.150	Kondisi 3	0.004	0.020
5.50	0.0001	89.75	9.546	0.850	0.121	1.420	3.850	13.396	5.850	Kondisi 3	0.003	0.024
6.50	0.0001	89.71	9.546	0.850	0.121	1.420	4.550	14.096	6.550	Kondisi 3	0.003	0.027
7.50	0.0001	89.66	9.546	1.031	0.147	1.850	5.200	14.746	7.200	Kondisi 3	0.003	0.030
8.50	0.0001	89.62	9.546	1.031	0.147	1.850	5.800	15.346	7.800	Kondisi 3	0.003	0.033
9.50	0.0001	89.57	9.546	1.031	0.147	1.850	6.400	15.946	8.400	Kondisi 3	0.003	0.036
10.50	0.0001	89.53	9.546	0.662	0.095	0.890	7.150	16.696	9.150	Kondisi 3	0.003	0.039
11.50	0.0001	89.48	9.546	0.662	0.095	0.890	8.050	17.596	10.050	Kondisi 3	0.003	0.042
12.50	0.0001	89.44	9.546	0.662	0.095	0.890	8.950	18.496	10.950	Kondisi 3	0.002	0.044
13.50	0.0002	89.39	9.546	0.662	0.095	0.890	9.850	19.396	11.850	Kondisi 3	0.002	0.046
14.50	0.0002	89.34	9.546	0.662	0.095	0.890	10.750	20.296	12.750	Kondisi 3	0.002	0.049
15.50	0.0002	89.30	9.546	0.662	0.095	0.890	11.650	21.196	13.650	Kondisi 3	0.002	0.051
16.50	0.0002	89.25	9.546	0.662	0.095	0.890	12.550	22.096	14.550	Kondisi 3	0.002	0.053
17.50	0.0002	89.21	9.546	0.662	0.095	0.890	13.450	22.996	15.450	Kondisi 3	0.002	0.055
18.50	0.0002	89.16	9.546	0.662	0.095	0.890	14.350	23.896	16.350	Kondisi 3	0.002	0.057
19.50	0.0002	89.12	9.546	0.662	0.095	0.890	15.250	24.796	17.250	Kondisi 3	0.002	0.058
20.50	0.0002	89.07	9.546	0.662	0.095	0.890	16.150	25.696	18.150	Kondisi 3	0.002	0.060
21.50	0.0002	89.03	9.546	0.662	0.095	0.890	17.050	26.596	19.050	Kondisi 3	0.002	0.062

Zona 2 (elevasi seabed -1 m)

TAHAP 1												
h	0.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1279	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 11}{t/m2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'l$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
	(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)									
0.5	0.0000	89.98	0.925	0.850	0.121	1.420	0.350	1.275	2.350	Kondisi 1	0.028	0.028
1.5	0.0001	89.93	0.925	0.850	0.121	1.420	1.050	1.975	3.050	Kondisi 1	0.014	0.042
2.5	0.0001	89.89	0.925	0.850	0.121	1.420	1.750	2.675	3.750	Kondisi 1	0.009	0.051
3.5	0.0001	89.84	0.925	0.850	0.121	1.420	2.450	3.375	4.450	Kondisi 1	0.007	0.058
4.5	0.0002	89.80	0.925	0.850	0.121	1.420	3.150	4.075	5.150	Kondisi 1	0.006	0.064
5.5	0.0002	89.75	0.925	0.850	0.121	1.420	3.850	4.775	5.850	Kondisi 1	0.005	0.068
6.5	0.0002	89.71	0.925	0.850	0.121	1.420	4.550	5.475	6.550	Kondisi 1	0.004	0.073
7.5	0.0003	89.66	0.925	1.031	0.147	1.850	5.200	6.125	7.200	Kondisi 1	0.004	0.076
8.5	0.0003	89.62	0.925	1.031	0.147	1.850	5.800	6.725	7.800	Kondisi 1	0.003	0.080
9.5	0.0003	89.57	0.925	1.031	0.147	1.850	6.400	7.325	8.400	Kondisi 1	0.003	0.083
10.5	0.0004	89.53	0.925	0.662	0.095	0.890	7.150	8.075	9.150	Kondisi 1	0.003	0.085
11.5	0.0004	89.48	0.925	0.662	0.095	0.890	8.050	8.975	10.050	Kondisi 1	0.002	0.088
12.5	0.0004	89.44	0.925	0.662	0.095	0.890	8.950	9.875	10.950	Kondisi 1	0.002	0.090
13.5	0.0005	89.40	0.925	0.662	0.095	0.890	9.850	10.775	11.850	Kondisi 1	0.002	0.092
14.5	0.0005	89.35	0.925	0.662	0.095	0.890	10.750	11.675	12.750	Kondisi 1	0.002	0.093
15.5	0.0005	89.31	0.925	0.662	0.095	0.890	11.650	12.575	13.650	Kondisi 1	0.002	0.095
16.5	0.0006	89.26	0.925	0.662	0.095	0.890	12.550	13.475	14.550	Kondisi 1	0.002	0.097
17.5	0.0006	89.22	0.925	0.662	0.095	0.890	13.450	14.375	15.450	Kondisi 1	0.001	0.098
18.5	0.0006	89.17	0.925	0.662	0.095	0.890	14.350	15.275	16.350	Kondisi 1	0.001	0.099
19.5	0.0007	89.13	0.925	0.662	0.095	0.890	15.250	16.175	17.250	Kondisi 1	0.001	0.101
20.5	0.0007	89.08	0.925	0.662	0.095	0.890	16.150	17.075	18.150	Kondisi 1	0.001	0.102
21.5	0.0008	89.04	0.925	0.662	0.095	0.890	17.050	17.975	19.050	Kondisi 1	0.001	0.103



TAHAP 2												
h	l	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	l	m	q		0.93	t/m2						
B1	1278	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 2$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'2$	$\sigma'c$	jenis	$Sc$	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		m	
0.5	0.0000	89.98	1.850	0.850	0.121	1.420	0.350	2.200	2.350	Kondisi 1	0.040	0.040
1.5	0.0001	89.93	1.850	0.850	0.121	1.420	1.050	2.900	3.050	Kondisi 1	0.022	0.062
2.5	0.0001	89.89	1.850	0.850	0.121	1.420	1.750	3.600	3.750	Kondisi 1	0.016	0.078
3.50	0.0001	89.84	1.850	0.850	0.121	1.420	2.450	4.300	4.450	Kondisi 1	0.012	0.090
4.50	0.0002	89.80	1.850	0.850	0.121	1.420	3.150	5.000	5.150	Kondisi 1	0.010	0.100
5.50	0.0002	89.75	1.850	0.850	0.121	1.420	3.850	5.700	5.850	Kondisi 1	0.009	0.109
6.50	0.0002	89.71	1.850	0.850	0.121	1.420	4.550	6.400	6.550	Kondisi 1	0.007	0.116
7.50	0.0003	89.66	1.850	1.031	0.147	1.850	5.200	7.050	7.200	Kondisi 1	0.007	0.123
8.50	0.0003	89.62	1.850	1.031	0.147	1.850	5.800	7.650	7.800	Kondisi 1	0.006	0.129
9.50	0.0003	89.57	1.850	1.031	0.147	1.850	6.400	8.250	8.400	Kondisi 1	0.006	0.135
10.50	0.0004	89.53	1.850	0.662	0.095	0.890	7.150	9.000	9.150	Kondisi 1	0.005	0.140
11.50	0.0004	89.48	1.850	0.662	0.095	0.890	8.050	9.900	10.050	Kondisi 1	0.004	0.144
12.50	0.0004	89.44	1.850	0.662	0.095	0.890	8.950	10.800	10.950	Kondisi 1	0.004	0.149
13.50	0.0005	89.39	1.850	0.662	0.095	0.890	9.850	11.700	11.850	Kondisi 1	0.004	0.152
14.50	0.0005	89.35	1.850	0.662	0.095	0.890	10.750	12.600	12.750	Kondisi 1	0.003	0.156
15.50	0.0005	89.31	1.850	0.662	0.095	0.890	11.650	13.500	13.650	Kondisi 1	0.003	0.159
16.50	0.0006	89.26	1.850	0.662	0.095	0.890	12.550	14.400	14.550	Kondisi 1	0.003	0.162
17.50	0.0006	89.22	1.850	0.662	0.095	0.890	13.450	15.300	15.450	Kondisi 1	0.003	0.165
18.50	0.0006	89.17	1.850	0.662	0.095	0.890	14.350	16.200	16.350	Kondisi 1	0.003	0.167
19.50	0.0007	89.13	1.850	0.662	0.095	0.890	15.250	17.100	17.250	Kondisi 1	0.002	0.170
20.50	0.0007	89.08	1.850	0.662	0.095	0.890	16.150	18.000	18.150	Kondisi 1	0.002	0.172
21.50	0.0008	89.04	1.850	0.662	0.095	0.890	17.050	18.900	19.050	Kondisi 1	0.002	0.174

TAHAP 3												
h	1.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	l	m	q		0.93	t/m2						
b	1277	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 3$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'3$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.500	0.0000	89.978	2.775	0.850	0.121	1.420	0.350	3.125	2.350	Kondisi 2	0.04	0.045
1.500	0.0001	89.933	2.775	0.850	0.121	1.420	1.050	3.825	3.050	Kondisi 2	0.04	0.081
2.500	0.0001	89.888	2.775	0.850	0.121	1.420	1.750	4.525	3.750	Kondisi 2	0.03	0.110
3.500	0.0001	89.843	2.775	0.850	0.121	1.420	2.450	5.225	4.450	Kondisi 2	0.03	0.135
4.500	0.0002	89.798	2.775	0.850	0.121	1.420	3.150	5.925	5.150	Kondisi 2	0.02	0.157
5.500	0.0002	89.753	2.775	0.850	0.121	1.420	3.850	6.625	5.850	Kondisi 2	0.02	0.177
6.500	0.0002	89.708	2.775	0.850	0.121	1.420	4.550	7.325	6.550	Kondisi 2	0.02	0.194
7.500	0.0003	89.663	2.775	1.031	0.147	1.850	5.200	7.975	7.200	Kondisi 2	0.02	0.211
8.500	0.0003	89.619	2.775	1.031	0.147	1.850	5.800	8.575	7.800	Kondisi 2	0.02	0.226
9.500	0.0003	89.574	2.775	1.031	0.147	1.850	6.400	9.175	8.400	Kondisi 2	0.01	0.241
10.500	0.0004	89.529	2.775	0.662	0.095	0.890	7.150	9.925	9.150	Kondisi 2	0.01	0.253
11.500	0.0004	89.484	2.775	0.662	0.095	0.890	8.050	10.825	10.050	Kondisi 2	0.01	0.265
12.500	0.0004	89.439	2.775	0.662	0.095	0.890	8.950	11.725	10.950	Kondisi 2	0.01	0.276
13.500	0.0005	89.394	2.775	0.662	0.095	0.890	9.850	12.625	11.850	Kondisi 2	0.01	0.286
14.500	0.0005	89.349	2.775	0.662	0.095	0.890	10.750	13.525	12.750	Kondisi 2	0.01	0.295
15.500	0.0005	89.305	2.775	0.662	0.095	0.890	11.650	14.425	13.650	Kondisi 2	0.01	0.304
16.500	0.0006	89.260	2.775	0.662	0.095	0.890	12.550	15.325	14.550	Kondisi 2	0.01	0.312
17.500	0.0006	89.215	2.775	0.662	0.095	0.890	13.450	16.225	15.450	Kondisi 2	0.01	0.319
18.500	0.0006	89.170	2.775	0.662	0.095	0.890	14.350	17.125	16.350	Kondisi 2	0.01	0.327
19.500	0.0007	89.125	2.775	0.662	0.095	0.890	15.250	18.025	17.250	Kondisi 2	0.01	0.333
20.500	0.0007	89.080	2.775	0.662	0.095	0.890	16.150	18.925	18.150	Kondisi 2	0.01	0.340
21.500	0.0008	89.035	2.775	0.662	0.095	0.890	17.050	19.825	19.050	Kondisi 2	0.01	0.346

TAHAP 4												
h	2	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1276	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 4}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$ (t/m2)	$\sigma'4$ (t/m2)	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
0.50	0.0000	89.98	3.700	0.850	0.121	1.420	0.350	4.050	2.350	Kondisi 3	0.040	0.040
1.50	0.0001	89.93	3.700	0.850	0.121	1.420	1.050	4.750	3.050	Kondisi 3	0.033	0.073
2.50	0.0001	89.89	3.700	0.850	0.121	1.420	1.750	5.450	3.750	Kondisi 3	0.028	0.101
3.50	0.0001	89.84	3.700	0.850	0.121	1.420	2.450	6.150	4.450	Kondisi 3	0.025	0.126
4.50	0.0002	89.80	3.700	0.850	0.121	1.420	3.150	6.850	5.150	Kondisi 3	0.022	0.148
5.50	0.0002	89.75	3.700	0.850	0.121	1.420	3.850	7.550	5.850	Kondisi 3	0.020	0.168
6.50	0.0002	89.71	3.700	0.850	0.121	1.420	4.550	8.250	6.550	Kondisi 3	0.018	0.186
7.50	0.0003	89.66	3.700	1.031	0.147	1.850	5.200	8.900	7.200	Kondisi 3	0.017	0.203
8.50	0.0003	89.62	3.700	1.031	0.147	1.850	5.800	9.500	7.800	Kondisi 3	0.016	0.219
9.50	0.0003	89.57	3.700	1.031	0.147	1.850	6.400	10.100	8.400	Kondisi 3	0.015	0.234
10.50	0.0004	89.53	3.700	0.662	0.095	0.890	7.150	10.850	9.150	Kondisi 3	0.014	0.248
11.50	0.0004	89.48	3.700	0.662	0.095	0.890	8.050	11.750	10.050	Kondisi 3	0.012	0.261
12.50	0.0004	89.44	3.700	0.662	0.095	0.890	8.950	12.650	10.950	Kondisi 3	0.012	0.272
13.50	0.0005	89.39	3.700	0.662	0.095	0.890	9.850	13.550	11.850	Kondisi 3	0.011	0.283
14.50	0.0005	89.35	3.700	0.662	0.095	0.890	10.750	14.450	12.750	Kondisi 3	0.010	0.293
15.50	0.0005	89.30	3.700	0.662	0.095	0.890	11.650	15.350	13.650	Kondisi 3	0.009	0.302
16.50	0.0006	89.26	3.700	0.662	0.095	0.890	12.550	16.250	14.550	Kondisi 3	0.009	0.311
17.50	0.0006	89.21	3.700	0.662	0.095	0.890	13.450	17.150	15.450	Kondisi 3	0.008	0.320
18.50	0.0007	89.17	3.700	0.662	0.095	0.890	14.350	18.050	16.350	Kondisi 3	0.008	0.328
19.50	0.0007	89.12	3.700	0.662	0.095	0.890	15.250	18.950	17.250	Kondisi 3	0.008	0.335
20.50	0.0007	89.08	3.700	0.662	0.095	0.890	16.150	19.850	18.150	Kondisi 3	0.007	0.343
21.50	0.0008	89.03	3.700	0.662	0.095	0.890	17.050	20.750	19.050	Kondisi 3	0.007	0.350

TAHAP 5												
h	2.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1275	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 5}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$ (t/m2)	$\sigma'5$ (t/m2)	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
0.50	0.0000	89.98	4.625	0.850	0.121	1.420	0.350	4.975	2.350	Kondisi 3	0.031	0.031
1.50	0.0001	89.93	4.625	0.850	0.121	1.420	1.050	5.675	3.050	Kondisi 3	0.027	0.059
2.50	0.0001	89.89	4.625	0.850	0.121	1.420	1.750	6.375	3.750	Kondisi 3	0.024	0.082
3.50	0.0001	89.84	4.625	0.850	0.121	1.420	2.450	7.075	4.450	Kondisi 3	0.021	0.104
4.50	0.0002	89.80	4.625	0.850	0.121	1.420	3.150	7.775	5.150	Kondisi 3	0.019	0.123
5.50	0.0002	89.75	4.625	0.850	0.121	1.420	3.850	8.475	5.850	Kondisi 3	0.018	0.141
6.50	0.0002	89.71	4.625	0.850	0.121	1.420	4.550	9.175	6.550	Kondisi 3	0.016	0.157
7.50	0.0003	89.66	4.625	1.031	0.147	1.850	5.200	9.825	7.200	Kondisi 3	0.016	0.173
8.50	0.0003	89.62	4.625	1.031	0.147	1.850	5.800	10.425	7.800	Kondisi 3	0.015	0.187
9.50	0.0003	89.57	4.625	1.031	0.147	1.850	6.400	11.025	8.400	Kondisi 3	0.014	0.201
10.50	0.0004	89.53	4.625	0.662	0.095	0.890	7.150	11.775	9.150	Kondisi 3	0.012	0.213
11.50	0.0004	89.48	4.625	0.662	0.095	0.890	8.050	12.675	10.050	Kondisi 3	0.012	0.225
12.50	0.0004	89.44	4.625	0.662	0.095	0.890	8.950	13.575	10.950	Kondisi 3	0.011	0.236
13.50	0.0005	89.39	4.625	0.662	0.095	0.890	9.850	14.475	11.850	Kondisi 3	0.010	0.246
14.50	0.0005	89.35	4.625	0.662	0.095	0.890	10.750	15.375	12.750	Kondisi 3	0.009	0.255
15.50	0.0005	89.30	4.625	0.662	0.095	0.890	11.650	16.275	13.650	Kondisi 3	0.009	0.264
16.50	0.0006	89.26	4.625	0.662	0.095	0.890	12.550	17.175	14.550	Kondisi 3	0.008	0.272
17.50	0.0006	89.21	4.625	0.662	0.095	0.890	13.450	18.075	15.450	Kondisi 3	0.008	0.280
18.50	0.0007	89.17	4.625	0.662	0.095	0.890	14.350	18.975	16.350	Kondisi 3	0.008	0.288
19.50	0.0007	89.12	4.625	0.662	0.095	0.890	15.250	19.875	17.250	Kondisi 3	0.007	0.295
20.50	0.0007	89.08	4.625	0.662	0.095	0.890	16.150	20.775	18.150	Kondisi 3	0.007	0.302
21.50	0.0008	89.03	4.625	0.662	0.095	0.890	17.050	21.675	19.050	Kondisi 3	0.007	0.309



TAHAP 6												
h	3	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1274	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 6}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'6$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	5.550	0.850	0.121	1.420	0.350	5.900	2.350	Kondisi 3	0.026	0.026
1.50	0.0001	89.93	5.550	0.850	0.121	1.420	1.050	6.600	3.050	Kondisi 3	0.023	0.049
2.50	0.0001	89.89	5.550	0.850	0.121	1.420	1.750	7.300	3.750	Kondisi 3	0.021	0.070
3.50	0.0001	89.84	5.550	0.850	0.121	1.420	2.450	8.000	4.450	Kondisi 3	0.019	0.088
4.50	0.0002	89.80	5.550	0.850	0.121	1.420	3.150	8.700	5.150	Kondisi 3	0.017	0.106
5.50	0.0002	89.75	5.550	0.850	0.121	1.420	3.850	9.400	5.850	Kondisi 3	0.016	0.121
6.50	0.0002	89.71	5.550	0.850	0.121	1.420	4.550	10.100	6.550	Kondisi 3	0.015	0.136
7.50	0.0003	89.66	5.550	1.031	0.147	1.850	5.200	10.750	7.200	Kondisi 3	0.014	0.150
8.50	0.0003	89.62	5.550	1.031	0.147	1.850	5.800	11.350	7.800	Kondisi 3	0.013	0.164
9.50	0.0003	89.57	5.550	1.031	0.147	1.850	6.400	11.950	8.400	Kondisi 3	0.013	0.176
10.50	0.0004	89.53	5.550	0.662	0.095	0.890	7.150	12.700	9.150	Kondisi 3	0.012	0.188
11.50	0.0004	89.48	5.550	0.662	0.095	0.890	8.050	13.600	10.050	Kondisi 3	0.011	0.198
12.50	0.0004	89.44	5.550	0.662	0.095	0.890	8.950	14.500	10.950	Kondisi 3	0.010	0.208
13.50	0.0005	89.39	5.550	0.662	0.095	0.890	9.850	15.400	11.850	Kondisi 3	0.009	0.218
14.50	0.0005	89.35	5.550	0.662	0.095	0.890	10.750	16.300	12.750	Kondisi 3	0.009	0.227
15.50	0.0005	89.30	5.550	0.662	0.095	0.890	11.650	17.200	13.650	Kondisi 3	0.008	0.235
16.50	0.0006	89.26	5.550	0.662	0.095	0.890	12.550	18.100	14.550	Kondisi 3	0.008	0.243
17.50	0.0006	89.21	5.550	0.662	0.095	0.890	13.450	19.000	15.450	Kondisi 3	0.008	0.251
18.50	0.0007	89.17	5.550	0.662	0.095	0.890	14.350	19.900	16.350	Kondisi 3	0.007	0.258
19.50	0.0007	89.12	5.550	0.662	0.095	0.890	15.250	20.800	17.250	Kondisi 3	0.007	0.265
20.50	0.0007	89.08	5.550	0.662	0.095	0.890	16.150	21.700	18.150	Kondisi 3	0.007	0.272
21.50	0.0008	89.03	5.550	0.662	0.095	0.890	17.050	22.600	19.050	Kondisi 3	0.006	0.278

TAHAP 7												
h	3.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1273	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p 7}{t/m 2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'7$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	6.475	0.850	0.121	1.420	0.350	6.825	2.350	Kondisi 3	0.022	0.022
1.50	0.0001	89.93	6.475	0.850	0.121	1.420	1.050	7.525	3.050	Kondisi 3	0.020	0.042
2.50	0.0001	89.89	6.475	0.850	0.121	1.420	1.750	8.225	3.750	Kondisi 3	0.018	0.060
3.50	0.0001	89.84	6.475	0.850	0.121	1.420	2.450	8.925	4.450	Kondisi 3	0.017	0.077
4.50	0.0002	89.80	6.475	0.850	0.121	1.420	3.150	9.625	5.150	Kondisi 3	0.015	0.093
5.50	0.0002	89.75	6.475	0.850	0.121	1.420	3.850	10.325	5.850	Kondisi 3	0.014	0.107
6.50	0.0002	89.71	6.475	0.850	0.121	1.420	4.550	11.025	6.550	Kondisi 3	0.013	0.120
7.50	0.0003	89.66	6.475	1.031	0.147	1.850	5.200	11.675	7.200	Kondisi 3	0.013	0.133
8.50	0.0003	89.62	6.475	1.031	0.147	1.850	5.800	12.275	7.800	Kondisi 3	0.012	0.146
9.50	0.0003	89.57	6.475	1.031	0.147	1.850	6.400	12.875	8.400	Kondisi 3	0.012	0.157
10.50	0.0004	89.53	6.475	0.662	0.095	0.890	7.150	13.625	9.150	Kondisi 3	0.011	0.168
11.50	0.0004	89.48	6.475	0.662	0.095	0.890	8.050	14.525	10.050	Kondisi 3	0.010	0.178
12.50	0.0004	89.44	6.475	0.662	0.095	0.890	8.950	15.425	10.950	Kondisi 3	0.009	0.187
13.50	0.0005	89.39	6.475	0.662	0.095	0.890	9.850	16.325	11.850	Kondisi 3	0.009	0.196
14.50	0.0005	89.35	6.475	0.662	0.095	0.890	10.750	17.225	12.750	Kondisi 3	0.008	0.205
15.50	0.0005	89.30	6.475	0.662	0.095	0.890	11.650	18.125	13.650	Kondisi 3	0.008	0.213
16.50	0.0006	89.26	6.475	0.662	0.095	0.890	12.550	19.025	14.550	Kondisi 3	0.008	0.220
17.50	0.0006	89.21	6.475	0.662	0.095	0.890	13.450	19.925	15.450	Kondisi 3	0.007	0.227
18.50	0.0007	89.17	6.475	0.662	0.095	0.890	14.350	20.825	16.350	Kondisi 3	0.007	0.234
19.50	0.0007	89.12	6.475	0.662	0.095	0.890	15.250	21.725	17.250	Kondisi 3	0.007	0.241
20.50	0.0007	89.08	6.475	0.662	0.095	0.890	16.150	22.625	18.150	Kondisi 3	0.006	0.247
21.50	0.0008	89.03	6.475	0.662	0.095	0.890	17.050	23.525	19.050	Kondisi 3	0.006	0.253

TAHAP 8												
h	4	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1272	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 8$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'8$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	7.400	0.850	0.121	1.420	0.350	7.750	2.350	Kondisi 3	0.019	0.019
1.50	0.0001	89.93	7.400	0.850	0.121	1.420	1.050	8.450	3.050	Kondisi 3	0.018	0.037
2.50	0.0001	89.89	7.400	0.850	0.121	1.420	1.750	9.150	3.750	Kondisi 3	0.016	0.053
3.50	0.0001	89.84	7.400	0.850	0.121	1.420	2.450	9.850	4.450	Kondisi 3	0.015	0.068
4.50	0.0002	89.80	7.400	0.850	0.121	1.420	3.150	10.550	5.150	Kondisi 3	0.014	0.082
5.50	0.0002	89.75	7.400	0.850	0.121	1.420	3.850	11.250	5.850	Kondisi 3	0.013	0.095
6.50	0.0002	89.71	7.400	0.850	0.121	1.420	4.550	11.950	6.550	Kondisi 3	0.012	0.108
7.50	0.0003	89.66	7.400	1.031	0.147	1.850	5.200	12.600	7.200	Kondisi 3	0.012	0.120
8.50	0.0003	89.62	7.400	1.031	0.147	1.850	5.800	13.200	7.800	Kondisi 3	0.011	0.131
9.50	0.0003	89.57	7.400	1.031	0.147	1.850	6.400	13.800	8.400	Kondisi 3	0.011	0.142
10.50	0.0004	89.53	7.400	0.662	0.095	0.890	7.150	14.550	9.150	Kondisi 3	0.010	0.152
11.50	0.0004	89.48	7.400	0.662	0.095	0.890	8.050	15.450	10.050	Kondisi 3	0.009	0.161
12.50	0.0004	89.44	7.400	0.662	0.095	0.890	8.950	16.350	10.950	Kondisi 3	0.009	0.170
13.50	0.0005	89.39	7.400	0.662	0.095	0.890	9.850	17.250	11.850	Kondisi 3	0.008	0.179
14.50	0.0005	89.35	7.400	0.662	0.095	0.890	10.750	18.150	12.750	Kondisi 3	0.008	0.187
15.50	0.0005	89.30	7.400	0.662	0.095	0.890	11.650	19.050	13.650	Kondisi 3	0.008	0.194
16.50	0.0006	89.26	7.400	0.662	0.095	0.890	12.550	19.950	14.550	Kondisi 3	0.007	0.201
17.50	0.0006	89.21	7.400	0.662	0.095	0.890	13.450	20.850	15.450	Kondisi 3	0.007	0.208
18.50	0.0007	89.17	7.400	0.662	0.095	0.890	14.350	21.750	16.350	Kondisi 3	0.007	0.215
19.50	0.0007	89.12	7.400	0.662	0.095	0.890	15.250	22.650	17.250	Kondisi 3	0.006	0.221
20.50	0.0007	89.08	7.400	0.662	0.095	0.890	16.150	23.550	18.150	Kondisi 3	0.006	0.227
21.50	0.0008	89.03	7.400	0.662	0.095	0.890	17.050	24.450	19.050	Kondisi 3	0.006	0.233

TAHAP 9												
h	4.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93							
b	1271	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 9$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'9$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	8.325	0.850	0.121	1.420	0.350	8.675	2.350	Kondisi 3	0.017	0.017
1.50	0.0001	89.93	8.325	0.850	0.121	1.420	1.050	9.375	3.050	Kondisi 3	0.016	0.033
2.50	0.0001	89.89	8.325	0.850	0.121	1.420	1.750	10.075	3.750	Kondisi 3	0.015	0.048
3.50	0.0001	89.84	8.325	0.850	0.121	1.420	2.450	10.775	4.450	Kondisi 3	0.014	0.061
4.50	0.0002	89.80	8.325	0.850	0.121	1.420	3.150	11.475	5.150	Kondisi 3	0.013	0.074
5.50	0.0002	89.75	8.325	0.850	0.121	1.420	3.850	12.175	5.850	Kondisi 3	0.012	0.086
6.50	0.0002	89.71	8.325	0.850	0.121	1.420	4.550	12.875	6.550	Kondisi 3	0.011	0.098
7.50	0.0003	89.66	8.325	1.031	0.147	1.850	5.200	13.525	7.200	Kondisi 3	0.011	0.109
8.50	0.0003	89.62	8.325	1.031	0.147	1.850	5.800	14.125	7.800	Kondisi 3	0.011	0.119
9.50	0.0003	89.57	8.325	1.031	0.147	1.850	6.400	14.725	8.400	Kondisi 3	0.010	0.130
10.50	0.0004	89.53	8.325	0.662	0.095	0.890	7.150	15.475	9.150	Kondisi 3	0.009	0.139
11.50	0.0004	89.48	8.325	0.662	0.095	0.890	8.050	16.375	10.050	Kondisi 3	0.009	0.148
12.50	0.0004	89.44	8.325	0.662	0.095	0.890	8.950	17.275	10.950	Kondisi 3	0.008	0.156
13.50	0.0005	89.39	8.325	0.662	0.095	0.890	9.850	18.175	11.850	Kondisi 3	0.008	0.164
14.50	0.0005	89.35	8.325	0.662	0.095	0.890	10.750	19.075	12.750	Kondisi 3	0.008	0.172
15.50	0.0006	89.30	8.325	0.662	0.095	0.890	11.650	19.975	13.650	Kondisi 3	0.007	0.179
16.50	0.0006	89.26	8.325	0.662	0.095	0.890	12.550	20.875	14.550	Kondisi 3	0.007	0.186
17.50	0.0006	89.21	8.325	0.662	0.095	0.890	13.450	21.775	15.450	Kondisi 3	0.007	0.193
18.50	0.0007	89.17	8.325	0.662	0.095	0.890	14.350	22.675	16.350	Kondisi 3	0.006	0.199
19.50	0.0007	89.12	8.325	0.662	0.095	0.890	15.250	23.575	17.250	Kondisi 3	0.006	0.205
20.50	0.0007	89.08	8.325	0.662	0.095	0.890	16.150	24.475	18.150	Kondisi 3	0.006	0.211
21.50	0.0008	89.03	8.325	0.662	0.095	0.890	17.050	25.375	19.050	Kondisi 3	0.006	0.216

TAHAP 10												
h	5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93							
b	1270	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p_{10}}{t/m^2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'_{10}$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	9.250	0.850	0.121	1.420	0.350	9.600	2.350	Kondisi 3	0.015	0.015
1.50	0.0001	89.93	9.250	0.850	0.121	1.420	1.050	10.300	3.050	Kondisi 3	0.014	0.030
2.50	0.0001	89.89	9.250	0.850	0.121	1.420	1.750	11.000	3.750	Kondisi 3	0.013	0.043
3.50	0.0001	89.84	9.250	0.850	0.121	1.420	2.450	11.700	4.450	Kondisi 3	0.013	0.056
4.50	0.0002	89.80	9.250	0.850	0.121	1.420	3.150	12.400	5.150	Kondisi 3	0.012	0.068
5.50	0.0002	89.75	9.250	0.850	0.121	1.420	3.850	13.100	5.850	Kondisi 3	0.011	0.079
6.50	0.0002	89.71	9.250	0.850	0.121	1.420	4.550	13.800	6.550	Kondisi 3	0.011	0.089
7.50	0.0003	89.66	9.250	1.031	0.147	1.850	5.200	14.450	7.200	Kondisi 3	0.010	0.100
8.50	0.0003	89.62	9.250	1.031	0.147	1.850	5.800	15.050	7.800	Kondisi 3	0.010	0.110
9.50	0.0003	89.57	9.250	1.031	0.147	1.850	6.400	15.650	8.400	Kondisi 3	0.010	0.119
10.50	0.0004	89.53	9.250	0.662	0.095	0.890	7.150	16.400	9.150	Kondisi 3	0.009	0.128
11.50	0.0004	89.48	9.250	0.662	0.095	0.890	8.050	17.300	10.050	Kondisi 3	0.008	0.136
12.50	0.0004	89.44	9.250	0.662	0.095	0.890	8.950	18.200	10.950	Kondisi 3	0.008	0.144
13.50	0.0005	89.39	9.250	0.662	0.095	0.890	9.850	19.100	11.850	Kondisi 3	0.008	0.152
14.50	0.0005	89.35	9.250	0.662	0.095	0.890	10.750	20.000	12.750	Kondisi 3	0.007	0.159
15.50	0.0006	89.30	9.250	0.662	0.095	0.890	11.650	20.900	13.650	Kondisi 3	0.007	0.166
16.50	0.0006	89.26	9.250	0.662	0.095	0.890	12.550	21.800	14.550	Kondisi 3	0.007	0.173
17.50	0.0006	89.21	9.250	0.662	0.095	0.890	13.450	22.700	15.450	Kondisi 3	0.006	0.179
18.50	0.0007	89.17	9.250	0.662	0.095	0.890	14.350	23.600	16.350	Kondisi 3	0.006	0.185
19.50	0.0007	89.12	9.250	0.662	0.095	0.890	15.250	24.500	17.250	Kondisi 3	0.006	0.191
20.50	0.0007	89.08	9.250	0.662	0.095	0.890	16.150	25.400	18.150	Kondisi 3	0.006	0.197
21.50	0.0008	89.03	9.250	0.662	0.095	0.890	17.050	26.300	19.050	Kondisi 3	0.005	0.202

TAHAP 11												
h	5.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1269	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p_{11}}{t/m^2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'_{11}$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	10.175	0.850	0.121	1.420	0.350	10.525	2.350	Kondisi 3	0.014	0.014
1.50	0.0001	89.93	10.175	0.850	0.121	1.420	1.050	11.225	3.050	Kondisi 3	0.013	0.027
2.50	0.0001	89.89	10.175	0.850	0.121	1.420	1.750	11.925	3.750	Kondisi 3	0.012	0.039
3.50	0.0001	89.84	10.175	0.850	0.121	1.420	2.450	12.625	4.450	Kondisi 3	0.012	0.051
4.50	0.0002	89.80	10.175	0.850	0.121	1.420	3.150	13.325	5.150	Kondisi 3	0.011	0.062
5.50	0.0002	89.75	10.175	0.850	0.121	1.420	3.850	14.025	5.850	Kondisi 3	0.010	0.072
6.50	0.0002	89.71	10.175	0.850	0.121	1.420	4.550	14.725	6.550	Kondisi 3	0.010	0.082
7.50	0.0003	89.66	10.175	1.031	0.147	1.850	5.200	15.375	7.200	Kondisi 3	0.010	0.092
8.50	0.0003	89.62	10.175	1.031	0.147	1.850	5.800	15.975	7.800	Kondisi 3	0.009	0.101
9.50	0.0003	89.57	10.175	1.031	0.147	1.850	6.400	16.575	8.400	Kondisi 3	0.009	0.111
10.50	0.0004	89.53	10.175	0.662	0.095	0.890	7.150	17.325	9.150	Kondisi 3	0.008	0.119
11.50	0.0004	89.48	10.175	0.662	0.095	0.890	8.050	18.225	10.050	Kondisi 3	0.008	0.127
12.50	0.0004	89.44	10.175	0.662	0.095	0.890	8.950	19.125	10.950	Kondisi 3	0.008	0.134
13.50	0.0005	89.39	10.175	0.662	0.095	0.890	9.850	20.025	11.850	Kondisi 3	0.007	0.142
14.50	0.0005	89.35	10.175	0.662	0.095	0.890	10.750	20.925	12.750	Kondisi 3	0.007	0.148
15.50	0.0006	89.30	10.175	0.662	0.095	0.890	11.650	21.825	13.650	Kondisi 3	0.007	0.155
16.50	0.0006	89.25	10.175	0.662	0.095	0.890	12.550	22.725	14.550	Kondisi 3	0.006	0.161
17.50	0.0006	89.21	10.175	0.662	0.095	0.890	13.450	23.625	15.450	Kondisi 3	0.006	0.167
18.50	0.0007	89.16	10.175	0.662	0.095	0.890	14.350	24.525	16.350	Kondisi 3	0.006	0.173
19.50	0.0007	89.12	10.175	0.662	0.095	0.890	15.250	25.425	17.250	Kondisi 3	0.006	0.179
20.50	0.0007	89.07	10.175	0.662	0.095	0.890	16.150	26.325	18.150	Kondisi 3	0.005	0.184
21.50	0.0008	89.03	10.175	0.662	0.095	0.890	17.050	27.225	19.050	Kondisi 3	0.005	0.190

TAHAP 12												
h	5.92	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	0.84	m	q		0.78	t/m2						
b	1268	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p12}{t/m2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'l2$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
0.50	0.0000	89.98	10.952	0.850	0.121	1.420	0.350	11.302	2.350	Kondisi 3	0.011	0.011
1.50	0.0000	89.93	10.952	0.850	0.121	1.420	1.050	12.002	3.050	Kondisi 3	0.010	0.021
2.50	0.0001	89.89	10.952	0.850	0.121	1.420	1.750	12.702	3.750	Kondisi 3	0.010	0.031
3.50	0.0001	89.84	10.952	0.850	0.121	1.420	2.450	13.402	4.450	Kondisi 3	0.009	0.040
4.50	0.0001	89.80	10.952	0.850	0.121	1.420	3.150	14.102	5.150	Kondisi 3	0.009	0.048
5.50	0.0002	89.75	10.952	0.850	0.121	1.420	3.850	14.802	5.850	Kondisi 3	0.008	0.057
6.50	0.0002	89.71	10.952	0.850	0.121	1.420	4.550	15.502	6.550	Kondisi 3	0.008	0.065
7.50	0.0002	89.66	10.952	1.031	0.147	1.850	5.200	16.152	7.200	Kondisi 3	0.008	0.072
8.50	0.0003	89.62	10.951	1.031	0.147	1.850	5.800	16.751	7.800	Kondisi 3	0.007	0.080
9.50	0.0003	89.57	10.951	1.031	0.147	1.850	6.400	17.351	8.400	Kondisi 3	0.007	0.087
10.50	0.0003	89.53	10.951	0.662	0.095	0.890	7.150	18.101	9.150	Kondisi 3	0.007	0.094
11.50	0.0003	89.48	10.951	0.662	0.095	0.890	8.050	19.001	10.050	Kondisi 3	0.006	0.100
12.50	0.0004	89.44	10.951	0.662	0.095	0.890	8.950	19.901	10.950	Kondisi 3	0.006	0.106
13.50	0.0004	89.39	10.951	0.662	0.095	0.890	9.850	20.801	11.850	Kondisi 3	0.006	0.112
14.50	0.0004	89.34	10.951	0.662	0.095	0.890	10.750	21.701	12.750	Kondisi 3	0.006	0.117
15.50	0.0005	89.30	10.951	0.662	0.095	0.890	11.650	22.601	13.650	Kondisi 3	0.005	0.123
16.50	0.0005	89.25	10.951	0.662	0.095	0.890	12.550	23.501	14.550	Kondisi 3	0.005	0.128
17.50	0.0005	89.21	10.951	0.662	0.095	0.890	13.450	24.401	15.450	Kondisi 3	0.005	0.133
18.50	0.0006	89.16	10.951	0.662	0.095	0.890	14.350	25.301	16.350	Kondisi 3	0.005	0.137
19.50	0.0006	89.12	10.951	0.662	0.095	0.890	15.250	26.201	17.250	Kondisi 3	0.005	0.142
20.50	0.0006	89.07	10.951	0.662	0.095	0.890	16.150	27.101	18.150	Kondisi 3	0.004	0.146
21.50	0.0006	89.03	10.951	0.662	0.095	0.890	17.050	28.001	19.050	Kondisi 3	0.004	0.151

Zona 3 (elevasi seabed -1.5 m)

TAHAP 1												
h	0.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	1	m	q		0.93	t/m2						
B1	1280	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p1}{t/m2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'l$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m												
0.5	0.0000	89.98	0.925	0.850	0.121	1.420	0.350	1.275	2.350	Kondisi 1	0.028	0.028
1.5	0.0001	89.93	0.925	0.850	0.121	1.420	1.050	1.975	3.050	Kondisi 1	0.014	0.042
2.5	0.0001	89.89	0.925	0.850	0.121	1.420	1.750	2.675	3.750	Kondisi 1	0.009	0.051
3.5	0.0001	89.84	0.925	0.850	0.121	1.420	2.450	3.375	4.450	Kondisi 1	0.007	0.058
4.5	0.0002	89.80	0.925	0.850	0.121	1.420	3.150	4.075	5.150	Kondisi 1	0.006	0.064
5.5	0.0002	89.75	0.925	0.850	0.121	1.420	3.850	4.775	5.850	Kondisi 1	0.005	0.068
6.5	0.0002	89.71	0.925	0.850	0.121	1.420	4.550	5.475	6.550	Kondisi 1	0.004	0.073
7.5	0.0003	89.66	0.925	1.031	0.147	1.850	5.200	6.125	7.200	Kondisi 1	0.004	0.076
8.5	0.0003	89.62	0.925	1.031	0.147	1.850	5.800	6.725	7.800	Kondisi 1	0.003	0.080
9.5	0.0003	89.57	0.925	1.031	0.147	1.850	6.400	7.325	8.400	Kondisi 1	0.003	0.083
10.5	0.0004	89.53	0.925	0.662	0.095	0.890	7.150	8.075	9.150	Kondisi 1	0.003	0.085
11.5	0.0004	89.49	0.925	0.662	0.095	0.890	8.050	8.975	10.050	Kondisi 1	0.002	0.088
12.5	0.0004	89.44	0.925	0.662	0.095	0.890	8.950	9.875	10.950	Kondisi 1	0.002	0.090
13.5	0.0005	89.40	0.925	0.662	0.095	0.890	9.850	10.775	11.850	Kondisi 1	0.002	0.092
14.5	0.0005	89.35	0.925	0.662	0.095	0.890	10.750	11.675	12.750	Kondisi 1	0.002	0.093
15.5	0.0005	89.31	0.925	0.662	0.095	0.890	11.650	12.575	13.650	Kondisi 1	0.002	0.095
16.5	0.0006	89.26	0.925	0.662	0.095	0.890	12.550	13.475	14.550	Kondisi 1	0.002	0.097
17.5	0.0006	89.22	0.925	0.662	0.095	0.890	13.450	14.375	15.450	Kondisi 1	0.001	0.098
18.5	0.0006	89.17	0.925	0.662	0.095	0.890	14.350	15.275	16.350	Kondisi 1	0.001	0.099
19.5	0.0007	89.13	0.925	0.662	0.095	0.890	15.250	16.175	17.250	Kondisi 1	0.001	0.101
20.5	0.0007	89.08	0.925	0.662	0.095	0.890	16.150	17.075	18.150	Kondisi 1	0.001	0.102
21.5	0.0008	89.04	0.925	0.662	0.095	0.890	17.050	17.975	19.050	Kondisi 1	0.001	0.103

TAHAP 2												
h	l	m	g timbunan		1.85	t/m3						
B2	l	m	q		0.93	t/m2						
B1	1279	m										
z m	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 2$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'2$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
			t/m2				(t/m2)	(t/m2)	(t/m2)		m	
0.5	0.0000	89.98	1.850	0.850	0.121	1.420	0.350	2.200	2.350	Kondisi 1	0.040	0.040
1.5	0.0001	89.93	1.850	0.850	0.121	1.420	1.050	2.900	3.050	Kondisi 1	0.022	0.062
2.5	0.0001	89.89	1.850	0.850	0.121	1.420	1.750	3.600	3.750	Kondisi 1	0.016	0.078
3.50	0.0001	89.84	1.850	0.850	0.121	1.420	2.450	4.300	4.450	Kondisi 1	0.012	0.090
4.50	0.0002	89.80	1.850	0.850	0.121	1.420	3.150	5.000	5.150	Kondisi 1	0.010	0.100
5.50	0.0002	89.75	1.850	0.850	0.121	1.420	3.850	5.700	5.850	Kondisi 1	0.009	0.109
6.50	0.0002	89.71	1.850	0.850	0.121	1.420	4.550	6.400	6.550	Kondisi 1	0.007	0.116
7.50	0.0003	89.66	1.850	1.031	0.147	1.850	5.200	7.050	7.200	Kondisi 1	0.007	0.123
8.50	0.0003	89.62	1.850	1.031	0.147	1.850	5.800	7.650	7.800	Kondisi 1	0.006	0.129
9.50	0.0003	89.57	1.850	1.031	0.147	1.850	6.400	8.250	8.400	Kondisi 1	0.006	0.135
10.50	0.0004	89.53	1.850	0.662	0.095	0.890	7.150	9.000	9.150	Kondisi 1	0.005	0.140
11.50	0.0004	89.48	1.850	0.662	0.095	0.890	8.050	9.900	10.050	Kondisi 1	0.004	0.144
12.50	0.0004	89.44	1.850	0.662	0.095	0.890	8.950	10.800	10.950	Kondisi 1	0.004	0.149
13.50	0.0005	89.40	1.850	0.662	0.095	0.890	9.850	11.700	11.850	Kondisi 1	0.004	0.152
14.50	0.0005	89.35	1.850	0.662	0.095	0.890	10.750	12.600	12.750	Kondisi 1	0.003	0.156
15.50	0.0005	89.31	1.850	0.662	0.095	0.890	11.650	13.500	13.650	Kondisi 1	0.003	0.159
16.50	0.0006	89.26	1.850	0.662	0.095	0.890	12.550	14.400	14.550	Kondisi 1	0.003	0.162
17.50	0.0006	89.22	1.850	0.662	0.095	0.890	13.450	15.300	15.450	Kondisi 1	0.003	0.165
18.50	0.0006	89.17	1.850	0.662	0.095	0.890	14.350	16.200	16.350	Kondisi 1	0.003	0.167
19.50	0.0007	89.13	1.850	0.662	0.095	0.890	15.250	17.100	17.250	Kondisi 1	0.002	0.170
20.50	0.0007	89.08	1.850	0.662	0.095	0.890	16.150	18.000	18.150	Kondisi 1	0.002	0.172
21.50	0.0008	89.04	1.850	0.662	0.095	0.890	17.050	18.900	19.050	Kondisi 1	0.002	0.174

TAHAP 3												
h	1.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	l	m	q		0.93	t/m2						
b	1278	m										
z m	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p 3$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'3$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.500	0.0000	89.978	2.775	0.850	0.121	1.420	0.350	3.125	2.350	Kondisi 2	0.04	0.045
1.500	0.0001	89.933	2.775	0.850	0.121	1.420	1.050	3.825	3.050	Kondisi 2	0.04	0.081
2.500	0.0001	89.888	2.775	0.850	0.121	1.420	1.750	4.525	3.750	Kondisi 2	0.03	0.110
3.500	0.0001	89.843	2.775	0.850	0.121	1.420	2.450	5.225	4.450	Kondisi 2	0.03	0.135
4.500	0.0002	89.798	2.775	0.850	0.121	1.420	3.150	5.925	5.150	Kondisi 2	0.02	0.157
5.500	0.0002	89.753	2.775	0.850	0.121	1.420	3.850	6.625	5.850	Kondisi 2	0.02	0.177
6.500	0.0002	89.709	2.775	0.850	0.121	1.420	4.550	7.325	6.550	Kondisi 2	0.02	0.194
7.500	0.0003	89.664	2.775	1.031	0.147	1.850	5.200	7.975	7.200	Kondisi 2	0.02	0.211
8.500	0.0003	89.619	2.775	1.031	0.147	1.850	5.800	8.575	7.800	Kondisi 2	0.02	0.226
9.500	0.0003	89.574	2.775	1.031	0.147	1.850	6.400	9.175	8.400	Kondisi 2	0.01	0.241
10.500	0.0004	89.529	2.775	0.662	0.095	0.890	7.150	9.925	9.150	Kondisi 2	0.01	0.253
11.500	0.0004	89.485	2.775	0.662	0.095	0.890	8.050	10.825	10.050	Kondisi 2	0.01	0.265
12.500	0.0004	89.440	2.775	0.662	0.095	0.890	8.950	11.725	10.950	Kondisi 2	0.01	0.276
13.500	0.0005	89.395	2.775	0.662	0.095	0.890	9.850	12.625	11.850	Kondisi 2	0.01	0.286
14.500	0.0005	89.350	2.775	0.662	0.095	0.890	10.750	13.525	12.750	Kondisi 2	0.01	0.295
15.500	0.0005	89.305	2.775	0.662	0.095	0.890	11.650	14.425	13.650	Kondisi 2	0.01	0.304
16.500	0.0006	89.260	2.775	0.662	0.095	0.890	12.550	15.325	14.550	Kondisi 2	0.01	0.312
17.500	0.0006	89.216	2.775	0.662	0.095	0.890	13.450	16.225	15.450	Kondisi 2	0.01	0.319
18.500	0.0006	89.171	2.775	0.662	0.095	0.890	14.350	17.125	16.350	Kondisi 2	0.01	0.327
19.500	0.0007	89.126	2.775	0.662	0.095	0.890	15.250	18.025	17.250	Kondisi 2	0.01	0.333
20.500	0.0007	89.081	2.775	0.662	0.095	0.890	16.150	18.925	18.150	Kondisi 2	0.01	0.340
21.500	0.0008	89.036	2.775	0.662	0.095	0.890	17.050	19.825	19.050	Kondisi 2	0.01	0.346

TAHAP 4												
h	2	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1277	m										
z m	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\frac{\Delta p_4}{t/m^2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'_o$	$\sigma'_4$	$\sigma'_c$	jenis	Sc	sc kum
							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	3.700	0.850	0.121	1.420	0.350	4.050	2.350	Kondisi 3	0.040	0.040
1.50	0.0001	89.93	3.700	0.850	0.121	1.420	1.050	4.750	3.050	Kondisi 3	0.033	0.073
2.50	0.0001	89.89	3.700	0.850	0.121	1.420	1.750	5.450	3.750	Kondisi 3	0.028	0.101
3.50	0.0001	89.84	3.700	0.850	0.121	1.420	2.450	6.150	4.450	Kondisi 3	0.025	0.126
4.50	0.0002	89.80	3.700	0.850	0.121	1.420	3.150	6.850	5.150	Kondisi 3	0.022	0.148
5.50	0.0002	89.75	3.700	0.850	0.121	1.420	3.850	7.550	5.850	Kondisi 3	0.020	0.168
6.50	0.0002	89.71	3.700	0.850	0.121	1.420	4.550	8.250	6.550	Kondisi 3	0.018	0.186
7.50	0.0003	89.66	3.700	1.031	0.147	1.850	5.200	8.900	7.200	Kondisi 3	0.017	0.203
8.50	0.0003	89.62	3.700	1.031	0.147	1.850	5.800	9.500	7.800	Kondisi 3	0.016	0.219
9.50	0.0003	89.57	3.700	1.031	0.147	1.850	6.400	10.100	8.400	Kondisi 3	0.015	0.234
10.50	0.0004	89.53	3.700	0.662	0.095	0.890	7.150	10.850	9.150	Kondisi 3	0.014	0.248
11.50	0.0004	89.48	3.700	0.662	0.095	0.890	8.050	11.750	10.050	Kondisi 3	0.012	0.261
12.50	0.0004	89.44	3.700	0.662	0.095	0.890	8.950	12.650	10.950	Kondisi 3	0.012	0.272
13.50	0.0005	89.39	3.700	0.662	0.095	0.890	9.850	13.550	11.850	Kondisi 3	0.011	0.283
14.50	0.0005	89.35	3.700	0.662	0.095	0.890	10.750	14.450	12.750	Kondisi 3	0.010	0.293
15.50	0.0005	89.30	3.700	0.662	0.095	0.890	11.650	15.350	13.650	Kondisi 3	0.009	0.302
16.50	0.0006	89.26	3.700	0.662	0.095	0.890	12.550	16.250	14.550	Kondisi 3	0.009	0.311
17.50	0.0006	89.22	3.700	0.662	0.095	0.890	13.450	17.150	15.450	Kondisi 3	0.008	0.320
18.50	0.0006	89.17	3.700	0.662	0.095	0.890	14.350	18.050	16.350	Kondisi 3	0.008	0.328
19.50	0.0007	89.13	3.700	0.662	0.095	0.890	15.250	18.950	17.250	Kondisi 3	0.008	0.335
20.50	0.0007	89.08	3.700	0.662	0.095	0.890	16.150	19.850	18.150	Kondisi 3	0.007	0.343
21.50	0.0008	89.04	3.700	0.662	0.095	0.890	17.050	20.750	19.050	Kondisi 3	0.007	0.350

TAHAP 5												
h	2.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1276	m										
z m	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\frac{\Delta p_5}{t/m^2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'_o$	$\sigma'_5$	$\sigma'_c$	jenis	Sc	sc kum
							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	4.625	0.850	0.121	1.420	0.350	4.975	2.350	Kondisi 3	0.031	0.031
1.50	0.0001	89.93	4.625	0.850	0.121	1.420	1.050	5.675	3.050	Kondisi 3	0.027	0.059
2.50	0.0001	89.89	4.625	0.850	0.121	1.420	1.750	6.375	3.750	Kondisi 3	0.024	0.082
3.50	0.0001	89.84	4.625	0.850	0.121	1.420	2.450	7.075	4.450	Kondisi 3	0.021	0.104
4.50	0.0002	89.80	4.625	0.850	0.121	1.420	3.150	7.775	5.150	Kondisi 3	0.019	0.123
5.50	0.0002	89.75	4.625	0.850	0.121	1.420	3.850	8.475	5.850	Kondisi 3	0.018	0.141
6.50	0.0002	89.71	4.625	0.850	0.121	1.420	4.550	9.175	6.550	Kondisi 3	0.016	0.157
7.50	0.0003	89.66	4.625	1.031	0.147	1.850	5.200	9.825	7.200	Kondisi 3	0.016	0.173
8.50	0.0003	89.62	4.625	1.031	0.147	1.850	5.800	10.425	7.800	Kondisi 3	0.015	0.187
9.50	0.0003	89.57	4.625	1.031	0.147	1.850	6.400	11.025	8.400	Kondisi 3	0.014	0.201
10.50	0.0004	89.53	4.625	0.662	0.095	0.890	7.150	11.775	9.150	Kondisi 3	0.012	0.213
11.50	0.0004	89.48	4.625	0.662	0.095	0.890	8.050	12.675	10.050	Kondisi 3	0.012	0.225
12.50	0.0004	89.44	4.625	0.662	0.095	0.890	8.950	13.575	10.950	Kondisi 3	0.011	0.236
13.50	0.0005	89.39	4.625	0.662	0.095	0.890	9.850	14.475	11.850	Kondisi 3	0.010	0.246
14.50	0.0005	89.35	4.625	0.662	0.095	0.890	10.750	15.375	12.750	Kondisi 3	0.009	0.255
15.50	0.0005	89.30	4.625	0.662	0.095	0.890	11.650	16.275	13.650	Kondisi 3	0.009	0.264
16.50	0.0006	89.26	4.625	0.662	0.095	0.890	12.550	17.175	14.550	Kondisi 3	0.008	0.272
17.50	0.0006	89.21	4.625	0.662	0.095	0.890	13.450	18.075	15.450	Kondisi 3	0.008	0.280
18.50	0.0007	89.17	4.625	0.662	0.095	0.890	14.350	18.975	16.350	Kondisi 3	0.008	0.288
19.50	0.0007	89.12	4.625	0.662	0.095	0.890	15.250	19.875	17.250	Kondisi 3	0.007	0.295
20.50	0.0007	89.08	4.625	0.662	0.095	0.890	16.150	20.775	18.150	Kondisi 3	0.007	0.302
21.50	0.0008	89.03	4.625	0.662	0.095	0.890	17.050	21.675	19.050	Kondisi 3	0.007	0.309

TAHAP 6												
h	3	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1275	m										
z	α1	α2	Δp6	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'6	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	5.550	0.850	0.121	1.420	0.350	5.900	2.350	Kondisi 3	0.026	0.026
1.50	0.0001	89.93	5.550	0.850	0.121	1.420	1.050	6.600	3.050	Kondisi 3	0.023	0.049
2.50	0.0001	89.89	5.550	0.850	0.121	1.420	1.750	7.300	3.750	Kondisi 3	0.021	0.070
3.50	0.0001	89.84	5.550	0.850	0.121	1.420	2.450	8.000	4.450	Kondisi 3	0.019	0.088
4.50	0.0002	89.80	5.550	0.850	0.121	1.420	3.150	8.700	5.150	Kondisi 3	0.017	0.106
5.50	0.0002	89.75	5.550	0.850	0.121	1.420	3.850	9.400	5.850	Kondisi 3	0.016	0.121
6.50	0.0002	89.71	5.550	0.850	0.121	1.420	4.550	10.100	6.550	Kondisi 3	0.015	0.136
7.50	0.0003	89.66	5.550	1.031	0.147	1.850	5.200	10.750	7.200	Kondisi 3	0.014	0.150
8.50	0.0003	89.62	5.550	1.031	0.147	1.850	5.800	11.350	7.800	Kondisi 3	0.013	0.164
9.50	0.0003	89.57	5.550	1.031	0.147	1.850	6.400	11.950	8.400	Kondisi 3	0.013	0.176
10.50	0.0004	89.53	5.550	0.662	0.095	0.890	7.150	12.700	9.150	Kondisi 3	0.012	0.188
11.50	0.0004	89.48	5.550	0.662	0.095	0.890	8.050	13.600	10.050	Kondisi 3	0.011	0.198
12.50	0.0004	89.44	5.550	0.662	0.095	0.890	8.950	14.500	10.950	Kondisi 3	0.010	0.208
13.50	0.0005	89.39	5.550	0.662	0.095	0.890	9.850	15.400	11.850	Kondisi 3	0.009	0.218
14.50	0.0005	89.35	5.550	0.662	0.095	0.890	10.750	16.300	12.750	Kondisi 3	0.009	0.227
15.50	0.0005	89.30	5.550	0.662	0.095	0.890	11.650	17.200	13.650	Kondisi 3	0.008	0.235
16.50	0.0006	89.26	5.550	0.662	0.095	0.890	12.550	18.100	14.550	Kondisi 3	0.008	0.243
17.50	0.0006	89.21	5.550	0.662	0.095	0.890	13.450	19.000	15.450	Kondisi 3	0.008	0.251
18.50	0.0007	89.17	5.550	0.662	0.095	0.890	14.350	19.900	16.350	Kondisi 3	0.007	0.258
19.50	0.0007	89.12	5.550	0.662	0.095	0.890	15.250	20.800	17.250	Kondisi 3	0.007	0.265
20.50	0.0007	89.08	5.550	0.662	0.095	0.890	16.150	21.700	18.150	Kondisi 3	0.007	0.272
21.50	0.0008	89.03	5.550	0.662	0.095	0.890	17.050	22.600	19.050	Kondisi 3	0.006	0.278

TAHAP 7												
h	3.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1274	m										
z	α1	α2	Δp7	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'7	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	6.475	0.850	0.121	1.420	0.350	6.825	2.350	Kondisi 3	0.022	0.022
1.50	0.0001	89.93	6.475	0.850	0.121	1.420	1.050	7.525	3.050	Kondisi 3	0.020	0.042
2.50	0.0001	89.89	6.475	0.850	0.121	1.420	1.750	8.225	3.750	Kondisi 3	0.018	0.060
3.50	0.0001	89.84	6.475	0.850	0.121	1.420	2.450	8.925	4.450	Kondisi 3	0.017	0.077
4.50	0.0002	89.80	6.475	0.850	0.121	1.420	3.150	9.625	5.150	Kondisi 3	0.015	0.093
5.50	0.0002	89.75	6.475	0.850	0.121	1.420	3.850	10.325	5.850	Kondisi 3	0.014	0.107
6.50	0.0002	89.71	6.475	0.850	0.121	1.420	4.550	11.025	6.550	Kondisi 3	0.013	0.120
7.50	0.0003	89.66	6.475	1.031	0.147	1.850	5.200	11.675	7.200	Kondisi 3	0.013	0.133
8.50	0.0003	89.62	6.475	1.031	0.147	1.850	5.800	12.275	7.800	Kondisi 3	0.012	0.146
9.50	0.0003	89.57	6.475	1.031	0.147	1.850	6.400	12.875	8.400	Kondisi 3	0.012	0.157
10.50	0.0004	89.53	6.475	0.662	0.095	0.890	7.150	13.625	9.150	Kondisi 3	0.011	0.168
11.50	0.0004	89.48	6.475	0.662	0.095	0.890	8.050	14.525	10.050	Kondisi 3	0.010	0.178
12.50	0.0004	89.44	6.475	0.662	0.095	0.890	8.950	15.425	10.950	Kondisi 3	0.009	0.187
13.50	0.0005	89.39	6.475	0.662	0.095	0.890	9.850	16.325	11.850	Kondisi 3	0.009	0.196
14.50	0.0005	89.35	6.475	0.662	0.095	0.890	10.750	17.225	12.750	Kondisi 3	0.008	0.205
15.50	0.0005	89.30	6.475	0.662	0.095	0.890	11.650	18.125	13.650	Kondisi 3	0.008	0.213
16.50	0.0006	89.26	6.475	0.662	0.095	0.890	12.550	19.025	14.550	Kondisi 3	0.008	0.220
17.50	0.0006	89.21	6.475	0.662	0.095	0.890	13.450	19.925	15.450	Kondisi 3	0.007	0.227
18.50	0.0007	89.17	6.475	0.662	0.095	0.890	14.350	20.825	16.350	Kondisi 3	0.007	0.234
19.50	0.0007	89.12	6.475	0.662	0.095	0.890	15.250	21.725	17.250	Kondisi 3	0.007	0.241
20.50	0.0007	89.08	6.475	0.662	0.095	0.890	16.150	22.625	18.150	Kondisi 3	0.006	0.247
21.50	0.0008	89.03	6.475	0.662	0.095	0.890	17.050	23.525	19.050	Kondisi 3	0.006	0.253



TAHAP 8												
h	4	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1273	m										
z	α1	α2	Δp8 t/m2	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'8	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	7.400	0.850	0.121	1.420	0.350	7.750	2.350	Kondisi 3	0.019	0.019
1.50	0.0001	89.93	7.400	0.850	0.121	1.420	1.050	8.450	3.050	Kondisi 3	0.018	0.037
2.50	0.0001	89.89	7.400	0.850	0.121	1.420	1.750	9.150	3.750	Kondisi 3	0.016	0.053
3.50	0.0001	89.84	7.400	0.850	0.121	1.420	2.450	9.850	4.450	Kondisi 3	0.015	0.068
4.50	0.0002	89.80	7.400	0.850	0.121	1.420	3.150	10.550	5.150	Kondisi 3	0.014	0.082
5.50	0.0002	89.75	7.400	0.850	0.121	1.420	3.850	11.250	5.850	Kondisi 3	0.013	0.095
6.50	0.0002	89.71	7.400	0.850	0.121	1.420	4.550	11.950	6.550	Kondisi 3	0.012	0.108
7.50	0.0003	89.66	7.400	1.031	0.147	1.850	5.200	12.600	7.200	Kondisi 3	0.012	0.120
8.50	0.0003	89.62	7.400	1.031	0.147	1.850	5.800	13.200	7.800	Kondisi 3	0.011	0.131
9.50	0.0003	89.57	7.400	1.031	0.147	1.850	6.400	13.800	8.400	Kondisi 3	0.011	0.142
10.50	0.0004	89.53	7.400	0.662	0.095	0.890	7.150	14.550	9.150	Kondisi 3	0.010	0.152
11.50	0.0004	89.48	7.400	0.662	0.095	0.890	8.050	15.450	10.050	Kondisi 3	0.009	0.161
12.50	0.0004	89.44	7.400	0.662	0.095	0.890	8.950	16.350	10.950	Kondisi 3	0.009	0.170
13.50	0.0005	89.39	7.400	0.662	0.095	0.890	9.850	17.250	11.850	Kondisi 3	0.008	0.179
14.50	0.0005	89.35	7.400	0.662	0.095	0.890	10.750	18.150	12.750	Kondisi 3	0.008	0.187
15.50	0.0005	89.30	7.400	0.662	0.095	0.890	11.650	19.050	13.650	Kondisi 3	0.008	0.194
16.50	0.0006	89.26	7.400	0.662	0.095	0.890	12.550	19.950	14.550	Kondisi 3	0.007	0.201
17.50	0.0006	89.21	7.400	0.662	0.095	0.890	13.450	20.850	15.450	Kondisi 3	0.007	0.208
18.50	0.0007	89.17	7.400	0.662	0.095	0.890	14.350	21.750	16.350	Kondisi 3	0.007	0.215
19.50	0.0007	89.12	7.400	0.662	0.095	0.890	15.250	22.650	17.250	Kondisi 3	0.006	0.221
20.50	0.0007	89.08	7.400	0.662	0.095	0.890	16.150	23.550	18.150	Kondisi 3	0.006	0.227
21.50	0.0008	89.03	7.400	0.662	0.095	0.890	17.050	24.450	19.050	Kondisi 3	0.006	0.233

TAHAP 9												
h	4.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		8.32							
b	1272	m										
z	α1	α2	Δp9 t/m2	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'9	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	8.325	0.850	0.121	1.420	0.350	8.675	2.350	Kondisi 3	0.017	0.017
1.50	0.0001	89.93	8.325	0.850	0.121	1.420	1.050	9.375	3.050	Kondisi 3	0.016	0.033
2.50	0.0001	89.89	8.325	0.850	0.121	1.420	1.750	10.075	3.750	Kondisi 3	0.015	0.048
3.50	0.0001	89.84	8.325	0.850	0.121	1.420	2.450	10.775	4.450	Kondisi 3	0.014	0.061
4.50	0.0002	89.80	8.325	0.850	0.121	1.420	3.150	11.475	5.150	Kondisi 3	0.013	0.074
5.50	0.0002	89.75	8.325	0.850	0.121	1.420	3.850	12.175	5.850	Kondisi 3	0.012	0.086
6.50	0.0002	89.71	8.325	0.850	0.121	1.420	4.550	12.875	6.550	Kondisi 3	0.011	0.098
7.50	0.0003	89.66	8.325	1.031	0.147	1.850	5.200	13.525	7.200	Kondisi 3	0.011	0.109
8.50	0.0003	89.62	8.325	1.031	0.147	1.850	5.800	14.125	7.800	Kondisi 3	0.011	0.119
9.50	0.0003	89.57	8.325	1.031	0.147	1.850	6.400	14.725	8.400	Kondisi 3	0.010	0.130
10.50	0.0004	89.53	8.325	0.662	0.095	0.890	7.150	15.475	9.150	Kondisi 3	0.009	0.139
11.50	0.0004	89.48	8.325	0.662	0.095	0.890	8.050	16.375	10.050	Kondisi 3	0.009	0.148
12.50	0.0004	89.44	8.325	0.662	0.095	0.890	8.950	17.275	10.950	Kondisi 3	0.008	0.156
13.50	0.0005	89.39	8.325	0.662	0.095	0.890	9.850	18.175	11.850	Kondisi 3	0.008	0.164
14.50	0.0005	89.35	8.325	0.662	0.095	0.890	10.750	19.075	12.750	Kondisi 3	0.008	0.172
15.50	0.0005	89.30	8.325	0.662	0.095	0.890	11.650	19.975	13.650	Kondisi 3	0.007	0.179
16.50	0.0006	89.26	8.325	0.662	0.095	0.890	12.550	20.875	14.550	Kondisi 3	0.007	0.186
17.50	0.0006	89.21	8.325	0.662	0.095	0.890	13.450	21.775	15.450	Kondisi 3	0.007	0.193
18.50	0.0007	89.17	8.325	0.662	0.095	0.890	14.350	22.675	16.350	Kondisi 3	0.006	0.199
19.50	0.0007	89.12	8.325	0.662	0.095	0.890	15.250	23.575	17.250	Kondisi 3	0.006	0.205
20.50	0.0007	89.08	8.325	0.662	0.095	0.890	16.150	24.475	18.150	Kondisi 3	0.006	0.211
21.50	0.0008	89.03	8.325	0.662	0.095	0.890	17.050	25.375	19.050	Kondisi 3	0.006	0.216



TAHAP 10												
h	5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93							
b	1271	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p_{10}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'_{10}$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	9.250	0.850	0.121	1.420	0.350	9.600	2.350	Kondisi 3	0.015	0.015
1.50	0.0001	89.93	9.250	0.850	0.121	1.420	1.050	10.300	3.050	Kondisi 3	0.014	0.030
2.50	0.0001	89.89	9.250	0.850	0.121	1.420	1.750	11.000	3.750	Kondisi 3	0.013	0.043
3.50	0.0001	89.84	9.250	0.850	0.121	1.420	2.450	11.700	4.450	Kondisi 3	0.013	0.056
4.50	0.0002	89.80	9.250	0.850	0.121	1.420	3.150	12.400	5.150	Kondisi 3	0.012	0.068
5.50	0.0002	89.75	9.250	0.850	0.121	1.420	3.850	13.100	5.850	Kondisi 3	0.011	0.079
6.50	0.0002	89.71	9.250	0.850	0.121	1.420	4.550	13.800	6.550	Kondisi 3	0.011	0.089
7.50	0.0003	89.66	9.250	1.031	0.147	1.850	5.200	14.450	7.200	Kondisi 3	0.010	0.100
8.50	0.0003	89.62	9.250	1.031	0.147	1.850	5.800	15.050	7.800	Kondisi 3	0.010	0.110
9.50	0.0003	89.57	9.250	1.031	0.147	1.850	6.400	15.650	8.400	Kondisi 3	0.010	0.119
10.50	0.0004	89.53	9.250	0.662	0.095	0.890	7.150	16.400	9.150	Kondisi 3	0.009	0.128
11.50	0.0004	89.48	9.250	0.662	0.095	0.890	8.050	17.300	10.050	Kondisi 3	0.008	0.136
12.50	0.0004	89.44	9.250	0.662	0.095	0.890	8.950	18.200	10.950	Kondisi 3	0.008	0.144
13.50	0.0005	89.39	9.250	0.662	0.095	0.890	9.850	19.100	11.850	Kondisi 3	0.008	0.152
14.50	0.0005	89.35	9.250	0.662	0.095	0.890	10.750	20.000	12.750	Kondisi 3	0.007	0.159
15.50	0.0005	89.30	9.250	0.662	0.095	0.890	11.650	20.900	13.650	Kondisi 3	0.007	0.166
16.50	0.0006	89.26	9.250	0.662	0.095	0.890	12.550	21.800	14.550	Kondisi 3	0.007	0.173
17.50	0.0006	89.21	9.250	0.662	0.095	0.890	13.450	22.700	15.450	Kondisi 3	0.006	0.179
18.50	0.0007	89.17	9.250	0.662	0.095	0.890	14.350	23.600	16.350	Kondisi 3	0.006	0.185
19.50	0.0007	89.12	9.250	0.662	0.095	0.890	15.250	24.500	17.250	Kondisi 3	0.006	0.191
20.50	0.0007	89.08	9.250	0.662	0.095	0.890	16.150	25.400	18.150	Kondisi 3	0.006	0.197
21.50	0.0008	89.03	9.250	0.662	0.095	0.890	17.050	26.300	19.050	Kondisi 3	0.005	0.202

TAHAP 11												
h	5.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	1	m	q		0.93	t/m2						
b	1270	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta p_{11}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'_{11}$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	10.175	0.850	0.121	1.420	0.350	10.525	2.350	Kondisi 3	0.014	0.014
1.50	0.0001	89.93	10.175	0.850	0.121	1.420	1.050	11.225	3.050	Kondisi 3	0.013	0.027
2.50	0.0001	89.89	10.175	0.850	0.121	1.420	1.750	11.925	3.750	Kondisi 3	0.012	0.039
3.50	0.0001	89.84	10.175	0.850	0.121	1.420	2.450	12.625	4.450	Kondisi 3	0.012	0.051
4.50	0.0002	89.80	10.175	0.850	0.121	1.420	3.150	13.325	5.150	Kondisi 3	0.011	0.062
5.50	0.0002	89.75	10.175	0.850	0.121	1.420	3.850	14.025	5.850	Kondisi 3	0.010	0.072
6.50	0.0002	89.71	10.175	0.850	0.121	1.420	4.550	14.725	6.550	Kondisi 3	0.010	0.082
7.50	0.0003	89.66	10.175	1.031	0.147	1.850	5.200	15.375	7.200	Kondisi 3	0.010	0.092
8.50	0.0003	89.62	10.175	1.031	0.147	1.850	5.800	15.975	7.800	Kondisi 3	0.009	0.101
9.50	0.0003	89.57	10.175	1.031	0.147	1.850	6.400	16.575	8.400	Kondisi 3	0.009	0.111
10.50	0.0004	89.53	10.175	0.662	0.095	0.890	7.150	17.325	9.150	Kondisi 3	0.008	0.119
11.50	0.0004	89.48	10.175	0.662	0.095	0.890	8.050	18.225	10.050	Kondisi 3	0.008	0.127
12.50	0.0004	89.44	10.175	0.662	0.095	0.890	8.950	19.125	10.950	Kondisi 3	0.008	0.134
13.50	0.0005	89.39	10.175	0.662	0.095	0.890	9.850	20.025	11.850	Kondisi 3	0.007	0.142
14.50	0.0005	89.35	10.175	0.662	0.095	0.890	10.750	20.925	12.750	Kondisi 3	0.007	0.148
15.50	0.0005	89.30	10.175	0.662	0.095	0.890	11.650	21.825	13.650	Kondisi 3	0.007	0.155
16.50	0.0006	89.26	10.175	0.662	0.095	0.890	12.550	22.725	14.550	Kondisi 3	0.006	0.161
17.50	0.0006	89.21	10.175	0.662	0.095	0.890	13.450	23.625	15.450	Kondisi 3	0.006	0.167
18.50	0.0007	89.17	10.175	0.662	0.095	0.890	14.350	24.525	16.350	Kondisi 3	0.006	0.173
19.50	0.0007	89.12	10.175	0.662	0.095	0.890	15.250	25.425	17.250	Kondisi 3	0.006	0.179
20.50	0.0007	89.08	10.175	0.662	0.095	0.890	16.150	26.325	18.150	Kondisi 3	0.005	0.184
21.50	0.0008	89.03	10.175	0.662	0.095	0.890	17.050	27.225	19.050	Kondisi 3	0.005	0.190

TAHAP 12												
h	6	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	l	m	q		0.93	t/m2						
b	1269	m										
z	α1	α2	Δp12	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'12	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	11.100	0.850	0.121	1.420	0.350	11.450	2.350	Kondisi 3	0.013	0.013
1.50	0.0001	89.93	11.100	0.850	0.121	1.420	1.050	12.150	3.050	Kondisi 3	0.012	0.025
2.50	0.0001	89.89	11.100	0.850	0.121	1.420	1.750	12.850	3.750	Kondisi 3	0.011	0.036
3.50	0.0001	89.84	11.100	0.850	0.121	1.420	2.450	13.550	4.450	Kondisi 3	0.011	0.047
4.50	0.0002	89.80	11.100	0.850	0.121	1.420	3.150	14.250	5.150	Kondisi 3	0.010	0.057
5.50	0.0002	89.75	11.100	0.850	0.121	1.420	3.850	14.950	5.850	Kondisi 3	0.010	0.067
6.50	0.0002	89.71	11.100	0.850	0.121	1.420	4.550	15.650	6.550	Kondisi 3	0.009	0.076
7.50	0.0003	89.66	11.100	1.031	0.147	1.850	5.200	16.300	7.200	Kondisi 3	0.009	0.086
8.50	0.0003	89.62	11.100	1.031	0.147	1.850	5.800	16.900	7.800	Kondisi 3	0.009	0.094
9.50	0.0003	89.57	11.100	1.031	0.147	1.850	6.400	17.500	8.400	Kondisi 3	0.009	0.103
10.50	0.0004	89.53	11.100	0.662	0.095	0.890	7.150	18.250	9.150	Kondisi 3	0.008	0.111
11.50	0.0004	89.48	11.100	0.662	0.095	0.890	8.050	19.150	10.050	Kondisi 3	0.008	0.118
12.50	0.0004	89.44	11.100	0.662	0.095	0.890	8.950	20.050	10.950	Kondisi 3	0.007	0.126
13.50	0.0005	89.39	11.100	0.662	0.095	0.890	9.850	20.950	11.850	Kondisi 3	0.007	0.132
14.50	0.0005	89.35	11.100	0.662	0.095	0.890	10.750	21.850	12.750	Kondisi 3	0.007	0.139
15.50	0.0006	89.30	11.100	0.662	0.095	0.890	11.650	22.750	13.650	Kondisi 3	0.006	0.145
16.50	0.0006	89.26	11.100	0.662	0.095	0.890	12.550	23.650	14.550	Kondisi 3	0.006	0.151
17.50	0.0006	89.21	11.100	0.662	0.095	0.890	13.450	24.550	15.450	Kondisi 3	0.006	0.157
18.50	0.0007	89.16	11.100	0.662	0.095	0.890	14.350	25.450	16.350	Kondisi 3	0.006	0.163
19.50	0.0007	89.12	11.100	0.662	0.095	0.890	15.250	26.350	17.250	Kondisi 3	0.005	0.168
20.50	0.0007	89.07	11.100	0.662	0.095	0.890	16.150	27.250	18.150	Kondisi 3	0.005	0.174
21.50	0.0008	89.03	11.100	0.662	0.095	0.890	17.050	28.150	19.050	Kondisi 3	0.005	0.179

TAHAP 13												
h	6.5	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	l	m	q		0.93	t/m2						
b	1268	m										
z	α1	α2	Δp13	Cc	Cs	eo	σ'o	σ'13	σ'c	jenis	Sc	sc kum
m			t/m2				(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	12.025	0.850	0.121	1.420	0.350	12.375	2.350	Kondisi 3	0.012	0.012
1.50	0.0001	89.93	12.025	0.850	0.121	1.420	1.050	13.075	3.050	Kondisi 3	0.011	0.023
2.50	0.0001	89.89	12.025	0.850	0.121	1.420	1.750	13.775	3.750	Kondisi 3	0.011	0.034
3.50	0.0001	89.84	12.025	0.850	0.121	1.420	2.450	14.475	4.450	Kondisi 3	0.010	0.044
4.50	0.0002	89.80	12.025	0.850	0.121	1.420	3.150	15.175	5.150	Kondisi 3	0.010	0.053
5.50	0.0002	89.75	12.025	0.850	0.121	1.420	3.850	15.875	5.850	Kondisi 3	0.009	0.062
6.50	0.0002	89.71	12.025	0.850	0.121	1.420	4.550	16.575	6.550	Kondisi 3	0.009	0.071
7.50	0.0003	89.66	12.025	1.031	0.147	1.850	5.200	17.225	7.200	Kondisi 3	0.009	0.080
8.50	0.0003	89.62	12.025	1.031	0.147	1.850	5.800	17.825	7.800	Kondisi 3	0.008	0.088
9.50	0.0003	89.57	12.025	1.031	0.147	1.850	6.400	18.425	8.400	Kondisi 3	0.008	0.096
10.50	0.0004	89.53	12.025	0.662	0.095	0.890	7.150	19.175	9.150	Kondisi 3	0.008	0.104
11.50	0.0004	89.48	12.025	0.662	0.095	0.890	8.050	20.075	10.050	Kondisi 3	0.007	0.111
12.50	0.0004	89.44	12.025	0.662	0.095	0.890	8.950	20.975	10.950	Kondisi 3	0.007	0.118
13.50	0.0005	89.39	12.025	0.662	0.095	0.890	9.850	21.875	11.850	Kondisi 3	0.007	0.125
14.50	0.0005	89.34	12.025	0.662	0.095	0.890	10.750	22.775	12.750	Kondisi 3	0.006	0.131
15.50	0.0006	89.30	12.025	0.662	0.095	0.890	11.650	23.675	13.650	Kondisi 3	0.006	0.137
16.50	0.0006	89.25	12.025	0.662	0.095	0.890	12.550	24.575	14.550	Kondisi 3	0.006	0.143
17.50	0.0006	89.21	12.025	0.662	0.095	0.890	13.450	25.475	15.450	Kondisi 3	0.006	0.148
18.50	0.0007	89.16	12.025	0.662	0.095	0.890	14.350	26.375	16.350	Kondisi 3	0.005	0.154
19.50	0.0007	89.12	12.025	0.662	0.095	0.890	15.250	27.275	17.250	Kondisi 3	0.005	0.159
20.50	0.0007	89.07	12.025	0.662	0.095	0.890	16.150	28.175	18.150	Kondisi 3	0.005	0.164
21.50	0.0008	89.03	12.025	0.662	0.095	0.890	17.050	29.075	19.050	Kondisi 3	0.005	0.169

TAHAP 14												
h	6.66	m	g timbunan		1.85	t/m3						
a	0.32	m	q		0.30	t/m2						
b	1268	m										
z	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\frac{\Delta p14}{t/m2}$	Cc	Cs	eo	$\sigma'o$	$\sigma'14$	$\sigma'c$	jenis	Sc	sc kum
m							(t/m2)	(t/m2)				
0.50	0.0000	89.98	12.321	0.850	0.121	1.420	0.350	12.671	2.350	Kondisi 3	0.004	0.004
1.50	0.0000	89.93	12.321	0.850	0.121	1.420	1.050	13.371	3.050	Kondisi 3	0.003	0.007
2.50	0.0000	89.89	12.321	0.850	0.121	1.420	1.750	14.071	3.750	Kondisi 3	0.003	0.010
3.50	0.0000	89.84	12.321	0.850	0.121	1.420	2.450	14.771	4.450	Kondisi 3	0.003	0.013
4.50	0.0001	89.80	12.321	0.850	0.121	1.420	3.150	15.471	5.150	Kondisi 3	0.003	0.016
5.50	0.0001	89.75	12.321	0.850	0.121	1.420	3.850	16.171	5.850	Kondisi 3	0.003	0.019
6.50	0.0001	89.71	12.321	0.850	0.121	1.420	4.550	16.871	6.550	Kondisi 3	0.003	0.022
7.50	0.0001	89.66	12.321	1.031	0.147	1.850	5.200	17.521	7.200	Kondisi 3	0.003	0.024
8.50	0.0001	89.62	12.321	1.031	0.147	1.850	5.800	18.121	7.800	Kondisi 3	0.003	0.027
9.50	0.0001	89.57	12.321	1.031	0.147	1.850	6.400	18.721	8.400	Kondisi 3	0.003	0.030
10.50	0.0001	89.53	12.321	0.662	0.095	0.890	7.150	19.471	9.150	Kondisi 3	0.002	0.032
11.50	0.0001	89.48	12.321	0.662	0.095	0.890	8.050	20.371	10.050	Kondisi 3	0.002	0.034
12.50	0.0001	89.44	12.321	0.662	0.095	0.890	8.950	21.271	10.950	Kondisi 3	0.002	0.036
13.50	0.0002	89.39	12.321	0.662	0.095	0.890	9.850	22.171	11.850	Kondisi 3	0.002	0.038
14.50	0.0002	89.34	12.321	0.662	0.095	0.890	10.750	23.071	12.750	Kondisi 3	0.002	0.040
15.50	0.0002	89.30	12.321	0.662	0.095	0.890	11.650	23.971	13.650	Kondisi 3	0.002	0.042
16.50	0.0002	89.25	12.321	0.662	0.095	0.890	12.550	24.871	14.550	Kondisi 3	0.002	0.044
17.50	0.0002	89.21	12.321	0.662	0.095	0.890	13.450	25.771	15.450	Kondisi 3	0.002	0.046
18.50	0.0002	89.16	12.321	0.662	0.095	0.890	14.350	26.671	16.350	Kondisi 3	0.002	0.047
19.50	0.0002	89.12	12.321	0.662	0.095	0.890	15.250	27.571	17.250	Kondisi 3	0.002	0.049
20.50	0.0002	89.07	12.321	0.662	0.095	0.890	16.150	28.471	18.150	Kondisi 3	0.002	0.051
21.50	0.0002	89.03	12.321	0.662	0.095	0.890	17.050	29.371	19.050	Kondisi 3	0.002	0.052

**LAMPIRAN 6**  
**JADWAL TAHAP PENIMBUNAN**

**Zona 1 (elevasi seabed -0.5 m)**

Tahap Penimbunan	Tinggi Penimbunan	Tahapan Penimbunan										
		minggu ke-										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.5											
2	1.0	1										
3	1.5	2	1									
4	2.0	3	2	1								
5	2.5	4	3	2	1							
6	3.0	5	4	3	2	1						
7	3.5	6	5	4	3	2	1					
8	4.0	7	6	5	4	3	2	1				
9	4.5	8	7	6	5	4	3	2	1			
10	5.0	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
11	5.2	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

**Zona 2 (elevasi seabed -1 m)**

Tahap Penimbunan	Tinggi Penimbunan	Tahapan Penimbunan											
		minggu ke-											
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.5												
2	1.0	1											
3	1.5	2	1										
4	2.0	3	2	1									
5	2.5	4	3	2	1								
6	3.0	5	4	3	2	1							
7	3.5	6	5	4	3	2	1						
8	4.0	7	6	5	4	3	2	1					
9	4.5	8	7	6	5	4	3	2	1				
10	5.0	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
11	5.5	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
12	5.9	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

Zona 3 (elevasi seabed -1.5 m)

		Tahapan Penimbunan													
Tahap Penimbunan	Tinggi Penimbunan	minggu ke-													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.5														
2	1.0	1													
3	1.5	2	1												
4	2.0	3	2	1											
5	2.5	4	3	2	1										
6	3.0	5	4	3	2	1									
7	3.5	6	5	4	3	2	1								
8	4.0	7	6	5	4	3	2	1							
9	4.5	8	7	6	5	4	3	2	1						
10	5.0	9	8	7	6	5	4	3	2	1					
11	5.5	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
12	6.0	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
13	6.5	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3	1		
14	6.7	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	2	1	

**LAMPIRAN 7**  
**NILAI CU BARU**

Zona 1 (elevasi seabed -0.5 m)

Cu Baru															
Depth (m)			PI	Cu	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	
				lama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.0	-	1.0	46	0.007	0.153	0.153	0.149	0.144	0.137	0.130	0.122	0.114	0.105	0.096	0.087
1.0	-	2.0	46	0.020	0.162	0.161	0.157	0.152	0.146	0.139	0.131	0.123	0.114	0.105	0.095
2.0	-	3.0	46	0.033	0.170	0.170	0.166	0.161	0.154	0.147	0.139	0.131	0.122	0.113	0.104
3.0	-	4.0	46	0.047	0.179	0.178	0.174	0.169	0.163	0.156	0.148	0.139	0.131	0.121	0.112
4.0	-	5.0	46	0.060	0.187	0.186	0.182	0.177	0.171	0.164	0.156	0.148	0.139	0.130	0.120
5.0	-	6.0	46	0.073	0.195	0.195	0.191	0.185	0.179	0.172	0.164	0.156	0.147	0.138	0.128
6.0	-	7.0	46	0.086	0.203	0.203	0.199	0.194	0.187	0.180	0.172	0.164	0.155	0.146	0.136
7.0	-	8.0	46	0.099	0.211	0.211	0.207	0.201	0.195	0.188	0.180	0.172	0.163	0.154	0.144
8.0	-	9.0	46	0.110	0.218	0.218	0.214	0.208	0.202	0.195	0.187	0.179	0.170	0.161	0.151
9.0	-	10.0	46	0.122	0.225	0.225	0.221	0.216	0.209	0.202	0.194	0.186	0.177	0.168	0.158
10.0	-	11.0	45	0.137	0.236	0.235	0.231	0.226	0.219	0.212	0.204	0.196	0.187	0.177	0.168
11.0	-	12.0	45	0.154	0.246	0.246	0.242	0.236	0.230	0.223	0.215	0.206	0.197	0.188	0.178
12.0	-	13.0	45	0.171	0.257	0.256	0.252	0.247	0.241	0.233	0.225	0.217	0.208	0.198	0.189
13.0	-	14.0	45	0.188	0.268	0.267	0.263	0.258	0.251	0.244	0.236	0.227	0.218	0.209	0.199
14.0	-	15.0	45	0.206	0.278	0.277	0.274	0.268	0.262	0.255	0.247	0.238	0.229	0.220	0.210
15.0	-	16.0	45	0.223	0.289	0.288	0.284	0.279	0.272	0.265	0.257	0.249	0.240	0.230	0.221
16.0	-	17.0	45	0.240	0.299	0.299	0.295	0.289	0.283	0.276	0.268	0.259	0.250	0.241	0.231
17.0	-	18.0	45	0.257	0.310	0.309	0.305	0.300	0.294	0.286	0.278	0.270	0.261	0.251	0.242
18.0	-	19.0	45	0.274	0.321	0.320	0.316	0.311	0.304	0.297	0.289	0.280	0.271	0.262	0.252
19.0	-	20.0	45	0.292	0.331	0.330	0.327	0.321	0.315	0.307	0.299	0.291	0.282	0.273	0.263
20.0	-	21.0	45	0.309	0.342	0.341	0.337	0.332	0.325	0.318	0.310	0.302	0.292	0.283	0.273
21.0	-	22.0	45	0.326	0.352	0.352	0.348	0.342	0.336	0.329	0.321	0.312	0.303	0.294	0.284

Zona 2 (elevasi seabed -1 m)

Cu Baru																
Depth (m)			PI	Cu	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	Cu baru	
				lama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.0	-	1.0	46	0.007	0.165	0.163	0.159	0.154	0.148	0.140	0.133	0.124	0.115	0.106	0.097	0.087
1.0	-	2.0	46	0.020	0.173	0.171	0.168	0.162	0.156	0.149	0.141	0.133	0.124	0.115	0.105	0.096
2.0	-	3.0	46	0.033	0.182	0.180	0.176	0.171	0.164	0.157	0.150	0.141	0.132	0.123	0.114	0.104
3.0	-	4.0	46	0.047	0.190	0.188	0.184	0.179	0.173	0.166	0.158	0.149	0.141	0.131	0.122	0.112
4.0	-	5.0	46	0.060	0.198	0.196	0.192	0.187	0.181	0.174	0.166	0.158	0.149	0.139	0.130	0.120
5.0	-	6.0	46	0.073	0.206	0.205	0.201	0.196	0.189	0.182	0.174	0.166	0.157	0.148	0.138	0.128
6.0	-	7.0	46	0.086	0.215	0.213	0.209	0.204	0.197	0.190	0.182	0.174	0.165	0.156	0.146	0.137
7.0	-	8.0	46	0.099	0.222	0.221	0.217	0.211	0.205	0.198	0.190	0.182	0.173	0.164	0.154	0.144
8.0	-	9.0	46	0.110	0.229	0.228	0.224	0.219	0.212	0.205	0.197	0.189	0.180	0.171	0.161	0.151
9.0	-	10.0	46	0.122	0.236	0.235	0.231	0.226	0.219	0.212	0.204	0.196	0.187	0.177	0.168	0.158
10.0	-	11.0	45	0.137	0.247	0.245	0.241	0.236	0.230	0.222	0.214	0.206	0.197	0.187	0.178	0.168
11.0	-	12.0	45	0.154	0.258	0.256	0.252	0.247	0.240	0.233	0.225	0.216	0.207	0.198	0.188	0.178
12.0	-	13.0	45	0.171	0.268	0.266	0.262	0.257	0.251	0.243	0.235	0.227	0.218	0.209	0.199	0.189
13.0	-	14.0	45	0.188	0.279	0.277	0.273	0.268	0.261	0.254	0.246	0.238	0.229	0.219	0.209	0.200
14.0	-	15.0	45	0.206	0.289	0.288	0.284	0.278	0.272	0.265	0.257	0.248	0.239	0.230	0.220	0.210
15.0	-	16.0	45	0.223	0.300	0.298	0.294	0.289	0.283	0.275	0.267	0.259	0.250	0.240	0.231	0.221
16.0	-	17.0	45	0.240	0.311	0.309	0.305	0.300	0.293	0.286	0.278	0.269	0.260	0.251	0.241	0.231
17.0	-	18.0	45	0.257	0.321	0.319	0.315	0.310	0.304	0.296	0.288	0.280	0.271	0.261	0.252	0.242
18.0	-	19.0	45	0.274	0.332	0.330	0.326	0.321	0.314	0.307	0.299	0.290	0.281	0.272	0.262	0.252
19.0	-	20.0	45	0.292	0.342	0.341	0.337	0.331	0.325	0.318	0.310	0.301	0.292	0.283	0.273	0.263
20.0	-	21.0	45	0.309	0.353	0.351	0.347	0.342	0.336	0.328	0.320	0.312	0.303	0.293	0.284	0.274
21.0	-	22.0	45	0.326	0.364	0.362	0.358	0.353	0.346	0.339	0.331	0.322	0.313	0.304	0.294	0.284

Zona 3 (elevasi seabed -1.5 m)

Depth (m)			PI	Cu Baru														
				Cu lama	Cu baru 1	Cu baru 2	Cu baru 3	Cu baru 4	Cu baru 5	Cu baru 6	Cu baru 7	Cu baru 8	Cu baru 9	Cu baru 10	Cu baru 11	Cu baru 12	Cu baru 13	Cu baru 14
0.0	-	1.0	46	0.007	0.176	0.176	0.173	0.168	0.163	0.157	0.150	0.142	0.132	0.124	0.115	0.106	0.096	0.087
1.0	-	2.0	46	0.020	0.185	0.185	0.181	0.177	0.172	0.165	0.158	0.151	0.141	0.132	0.123	0.114	0.105	0.096
2.0	-	3.0	46	0.033	0.194	0.193	0.190	0.185	0.180	0.174	0.167	0.159	0.149	0.141	0.132	0.123	0.113	0.104
3.0	-	4.0	46	0.047	0.202	0.201	0.198	0.194	0.188	0.182	0.175	0.167	0.157	0.149	0.140	0.131	0.122	0.112
4.0	-	5.0	46	0.060	0.210	0.210	0.206	0.202	0.196	0.190	0.183	0.176	0.166	0.157	0.148	0.139	0.130	0.120
5.0	-	6.0	46	0.073	0.218	0.218	0.215	0.210	0.205	0.198	0.191	0.184	0.174	0.165	0.156	0.147	0.138	0.128
6.0	-	7.0	46	0.086	0.227	0.226	0.223	0.218	0.213	0.207	0.200	0.192	0.182	0.174	0.165	0.155	0.146	0.136
7.0	-	8.0	46	0.099	0.234	0.234	0.231	0.226	0.221	0.214	0.207	0.200	0.190	0.181	0.172	0.163	0.154	0.144
8.0	-	9.0	46	0.110	0.242	0.241	0.238	0.233	0.228	0.221	0.214	0.207	0.197	0.188	0.179	0.170	0.161	0.151
9.0	-	10.0	46	0.122	0.249	0.248	0.245	0.240	0.235	0.228	0.221	0.214	0.204	0.195	0.186	0.177	0.168	0.158
10.0	-	11.0	45	0.137	0.259	0.259	0.255	0.251	0.245	0.239	0.232	0.224	0.214	0.205	0.196	0.187	0.177	0.168
11.0	-	12.0	45	0.154	0.270	0.269	0.266	0.261	0.256	0.249	0.242	0.235	0.225	0.216	0.207	0.198	0.188	0.178
12.0	-	13.0	45	0.171	0.280	0.280	0.277	0.272	0.266	0.260	0.253	0.245	0.235	0.227	0.217	0.208	0.199	0.189
13.0	-	14.0	45	0.188	0.291	0.290	0.287	0.283	0.277	0.271	0.263	0.256	0.246	0.237	0.228	0.219	0.209	0.199
14.0	-	15.0	45	0.206	0.302	0.301	0.298	0.293	0.288	0.281	0.274	0.266	0.256	0.248	0.239	0.229	0.220	0.210
15.0	-	16.0	45	0.223	0.312	0.312	0.308	0.304	0.298	0.292	0.285	0.277	0.267	0.258	0.249	0.240	0.230	0.221
16.0	-	17.0	45	0.240	0.323	0.322	0.319	0.314	0.309	0.302	0.295	0.288	0.278	0.269	0.260	0.251	0.241	0.231
17.0	-	18.0	45	0.257	0.333	0.333	0.330	0.325	0.319	0.313	0.306	0.298	0.288	0.279	0.270	0.261	0.252	0.242
18.0	-	19.0	45	0.274	0.344	0.343	0.340	0.336	0.330	0.324	0.316	0.309	0.299	0.290	0.281	0.272	0.262	0.252
19.0	-	20.0	45	0.292	0.355	0.354	0.351	0.346	0.341	0.334	0.327	0.319	0.309	0.301	0.292	0.282	0.273	0.263
20.0	-	21.0	45	0.309	0.365	0.365	0.361	0.357	0.351	0.345	0.338	0.330	0.320	0.311	0.302	0.293	0.283	0.273
21.0	-	22.0	45	0.326	0.376	0.375	0.372	0.367	0.362	0.355	0.348	0.340	0.330	0.322	0.313	0.303	0.294	0.284

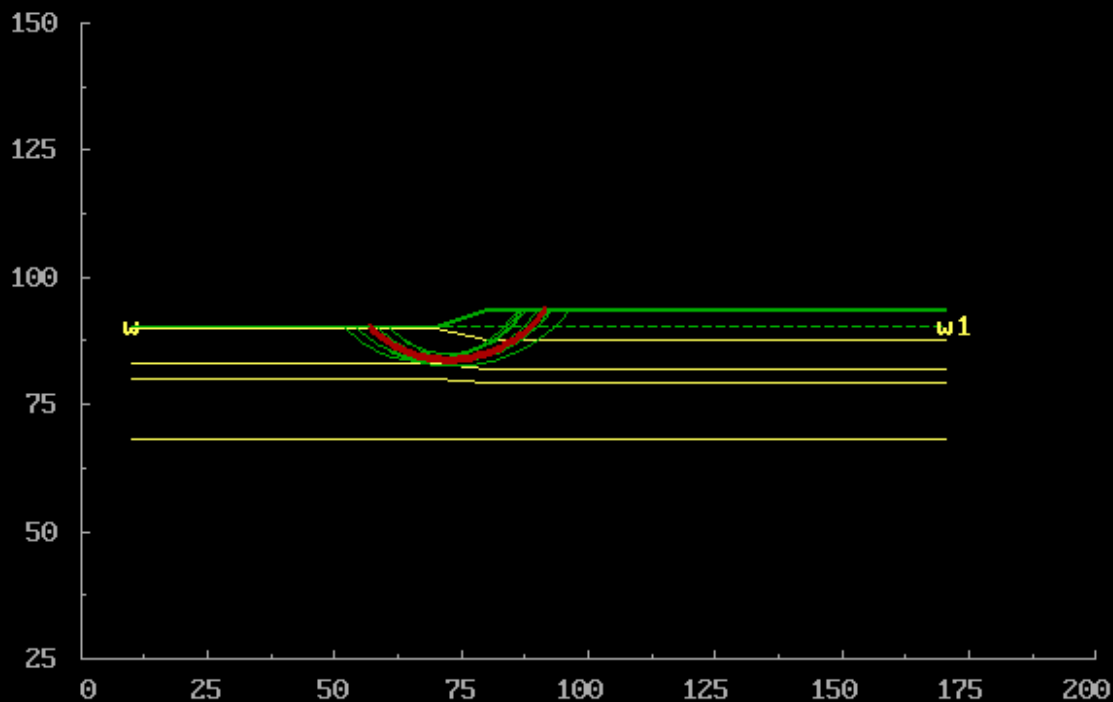


**LAMPIRAN 8  
HASIL ANALISA XSTABL**

Zona 1 (elevasi seabed -0.5 m)

**TUGAS AKHIR**

**10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.308**



Would you like to save this plot (y/n) ? n

Line: 218 File: NEW4.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TUGAS AKHIR

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.308	72.69	105.56	22.33	56.67	91.28	1.081E+04
2.	1.327	73.02	103.43	19.49	58.89	89.61	8.602E+03
3.	1.349	73.73	104.58	20.81	58.89	91.15	9.812E+03
4.	1.379	73.23	107.77	24.29	56.67	92.67	1.250E+04
5.	1.386	75.34	103.55	19.65	61.11	92.04	9.379E+03
6.	1.388	70.69	104.30	20.03	56.67	87.37	8.290E+03
7.	1.397	72.77	101.16	16.14	61.11	86.81	6.136E+03
8.	1.400	69.20	104.85	20.94	54.44	86.60	8.600E+03
9.	1.418	67.69	104.99	21.54	52.22	85.71	8.717E+03
10.	1.452	73.77	111.35	28.80	54.44	96.13	1.790E+04

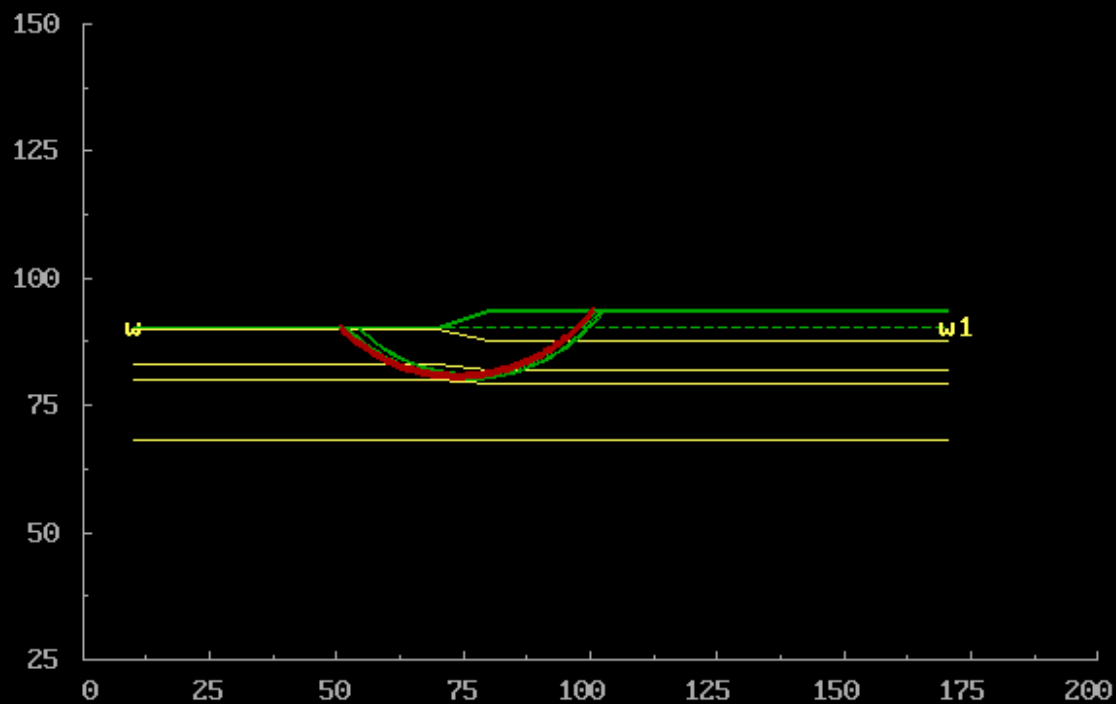
\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Line: 168 File: NEW4.OPT ESC=QUIT MOVE: ↓↑ PgDn PgUp END HOME

20	73.82	83.26
21	74.82	83.33
22	75.81	83.45
23	76.80	83.61
24	77.78	83.82
25	78.75	84.07
26	79.70	84.36
27	80.64	84.69
28	81.57	85.07
29	82.48	85.49
30	83.37	85.95
31	84.23	86.45
32	85.08	86.98
33	85.90	87.56
34	86.69	88.17
35	87.46	88.81
36	88.19	89.49
37	88.89	90.20
38	89.57	90.94
39	90.20	91.71
40	90.81	92.51
41	91.28	93.20

TUGAS AKHIR

10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.534



Would you like to save this plot (y/n) ? n

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TUGAS AKHIR

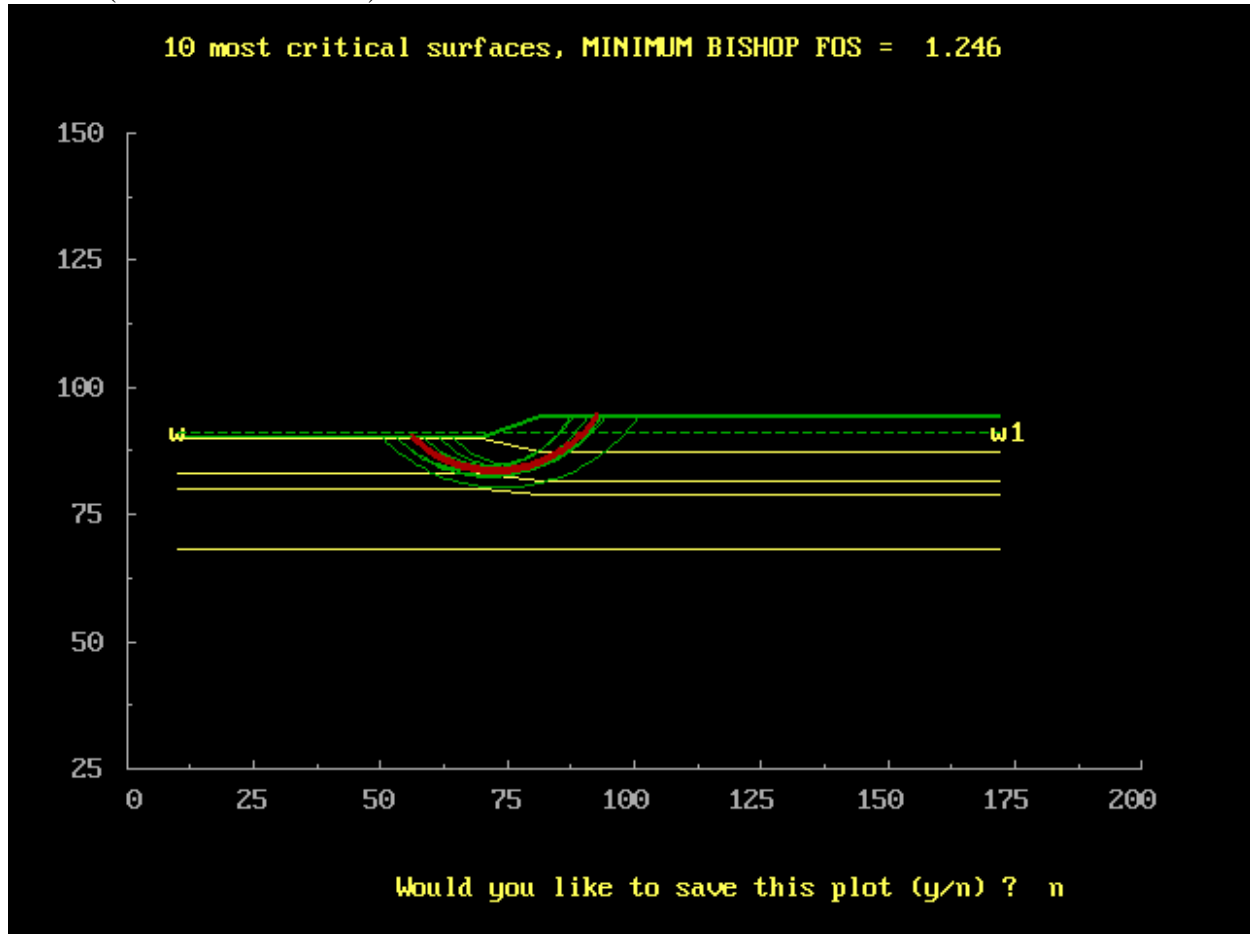
	FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.534	74.03	113.10	32.93	50.56	100.26	2.718E+04
2.	1.545	75.95	111.41	30.35	54.44	100.23	2.324E+04
3.	1.547	75.37	112.31	31.75	52.78	100.73	2.557E+04
4.	1.552	74.41	113.88	33.36	51.11	100.59	2.729E+04
5.	1.552	75.92	112.08	30.80	54.44	100.25	2.337E+04
6.	1.554	75.58	112.65	32.54	52.22	101.65	2.735E+04
7.	1.559	76.38	111.64	30.42	55.00	100.57	2.321E+04
8.	1.563	74.82	114.07	33.40	51.67	100.88	2.720E+04
9.	1.564	75.50	113.49	33.47	51.67	102.11	2.867E+04
10.	1.572	76.24	112.79	32.71	52.78	102.42	2.787E+04

\* \* \* END OF FILE \* \* \*

19	65.98	81.17
20	66.96	80.94
21	67.94	80.74
22	68.92	80.57
23	69.91	80.43
24	70.91	80.32
25	71.90	80.24
26	72.90	80.19
27	73.90	80.17
28	74.90	80.18
29	75.90	80.22
30	76.90	80.30
31	77.89	80.40
32	78.88	80.53
33	79.87	80.69
34	80.85	80.89
35	81.83	81.11
36	82.79	81.36
37	83.75	81.64
38	84.71	81.95
39	85.65	82.29
40	86.58	82.66

38	84.71	81.95
39	85.65	82.29
40	86.58	82.66
41	87.50	83.05
42	88.40	83.47
43	89.29	83.92
44	90.17	84.40
45	91.04	84.90
46	91.89	85.43
47	92.72	85.99
48	93.53	86.57
49	94.33	87.17
50	95.11	87.80
51	95.87	88.45
52	96.60	89.13
53	97.32	89.82
54	98.02	90.54
55	98.69	91.28
56	99.34	92.04
57	99.97	92.82
58	100.26	93.20

Zona 2 (elevasi seabed -1 m)



Line: 220 File: NEWS.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description :

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.246	72.67	106.34	23.26	56.11	92.38	1.322E+04
2.	1.248	71.80	104.99	21.70	56.11	90.51	1.150E+04
3.	1.254	74.65	105.08	21.81	58.89	93.43	1.251E+04
4.	1.320	71.37	107.60	25.20	53.33	92.58	1.600E+04
5.	1.330	75.91	103.92	19.91	61.67	93.17	1.117E+04
6.	1.335	72.04	110.16	27.50	53.33	94.28	1.809E+04
7.	1.356	71.56	102.20	17.59	58.89	87.13	7.897E+03
8.	1.380	68.96	106.01	22.37	53.33	87.83	1.110E+04
9.	1.386	73.90	113.04	32.80	50.56	100.61	2.935E+04
10.	1.405	77.20	102.05	17.55	64.44	92.79	9.531E+03

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

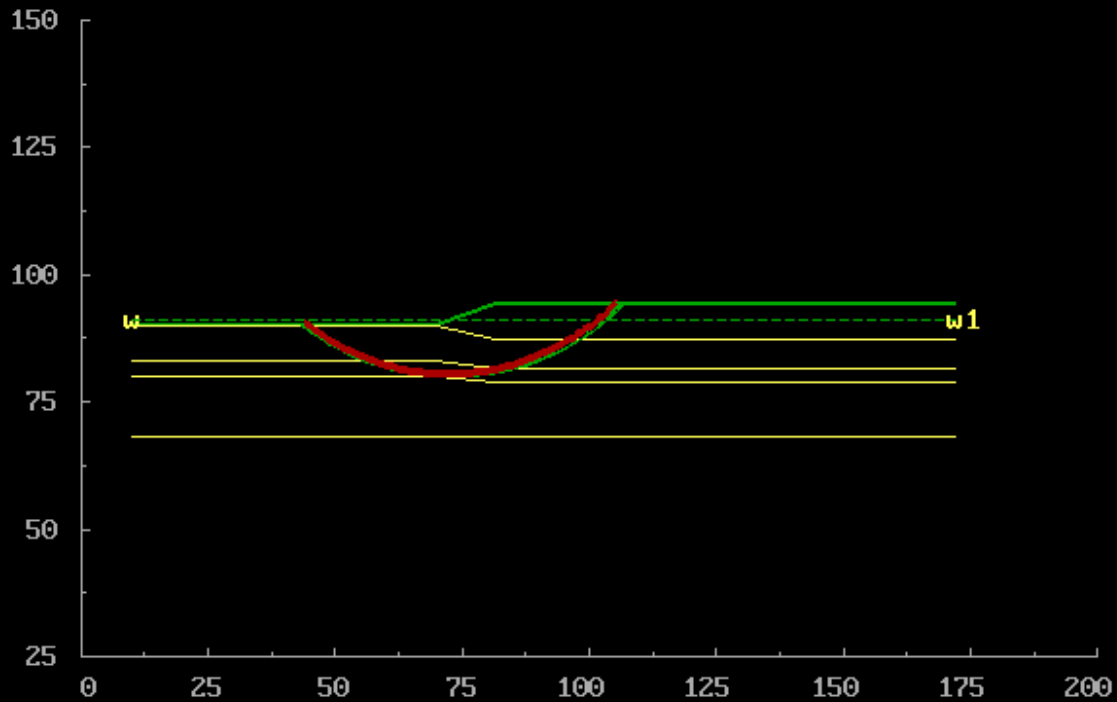
Line: 159 File: NEWS.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

11	64.43	84.59	-
12	65.37	84.25	
13	66.33	83.96	
14	67.30	83.71	
15	68.27	83.50	
16	69.26	83.33	
17	70.25	83.21	
18	71.25	83.12	
19	72.25	83.08	
20	73.25	83.09	
21	74.25	83.14	
22	75.24	83.22	
23	76.23	83.36	
24	77.22	83.53	
25	78.19	83.75	
26	79.16	84.01	
27	80.11	84.31	
28	81.05	84.65	
29	81.98	85.03	
30	82.89	85.45	
31	83.78	85.91	
32	84.64	86.40	

Line: 192 File: NEWS.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

23	76.23	83.36	
24	77.22	83.53	
25	78.19	83.75	
26	79.16	84.01	
27	80.11	84.31	
28	81.05	84.65	
29	81.98	85.03	
30	82.89	85.45	
31	83.78	85.91	
32	84.64	86.40	
33	85.49	86.94	
34	86.31	87.51	
35	87.11	88.11	
36	87.88	88.75	
37	88.62	89.42	
38	89.33	90.12	
39	90.02	90.85	
40	90.66	91.61	
41	91.28	92.40	
42	91.86	93.21	
43	92.38	94.00	-

10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.525



Would you like to save this plot (y/n) ? n

Line: 245 File: NEW8.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description :

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.525	72.53	124.43	44.50	44.33	105.01	4.731E+04
2.	1.545	73.58	125.63	45.68	45.00	106.53	4.975E+04
3.	1.550	72.33	126.10	45.96	43.89	105.22	4.907E+04
4.	1.551	73.26	126.37	46.47	44.33	106.59	5.104E+04
5.	1.559	72.44	126.52	46.22	44.11	105.27	4.914E+04
6.	1.560	72.51	126.60	46.33	44.11	105.41	4.943E+04
7.	1.570	73.03	126.75	46.22	45.00	105.62	4.887E+04
8.	1.572	72.90	128.07	48.14	43.44	106.89	5.361E+04
9.	1.635	72.43	130.79	49.78	43.89	105.97	5.314E+04
10.	1.661	72.53	132.46	51.34	43.67	106.54	5.547E+04

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Line: 173 File: NEWS.OPT ESC=QUIT MOVE: ↓↑ PgDn PgUp END HOME

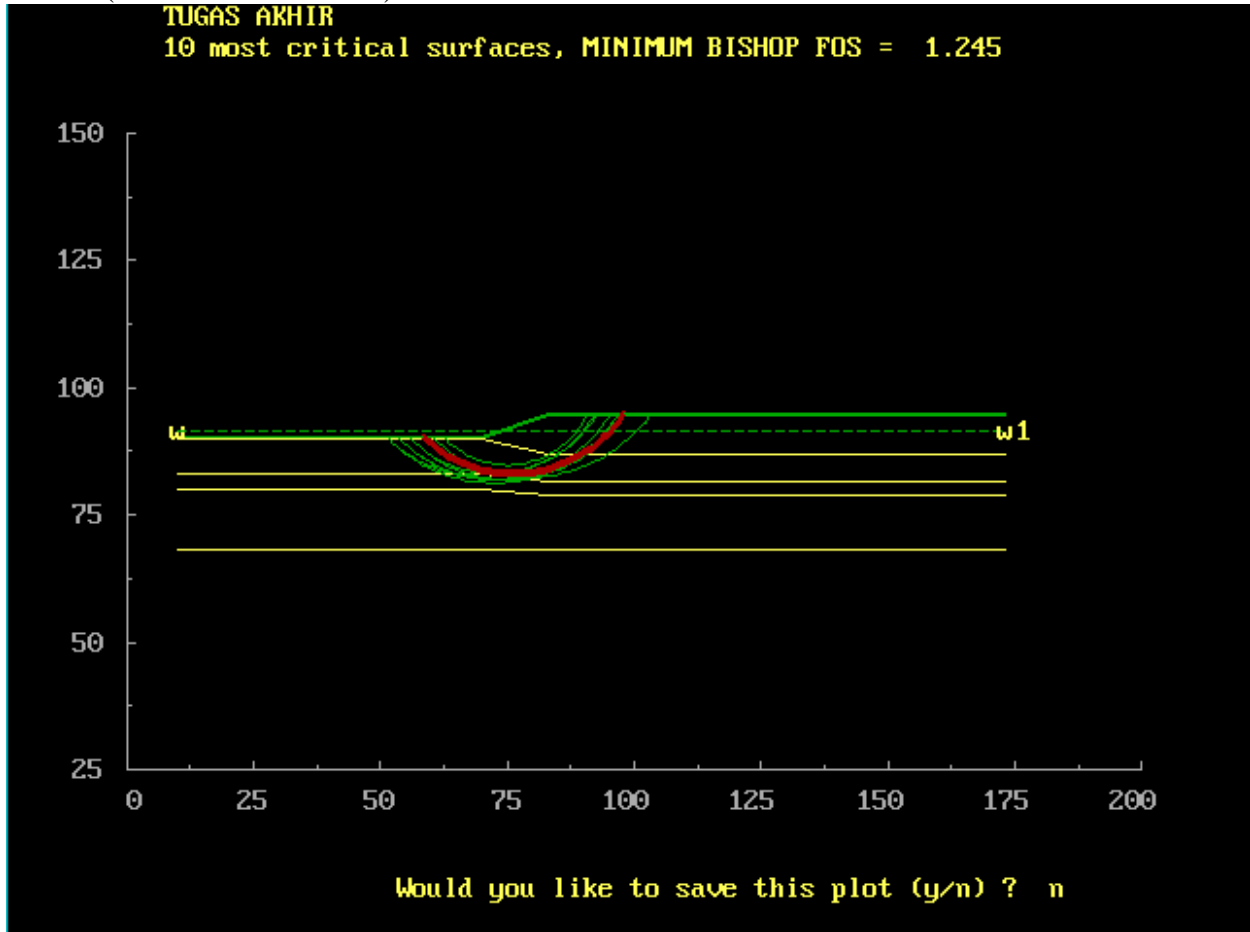
25	66.02	80.41	-
26	67.01	80.27	
27	68.00	80.16	
28	69.00	80.07	
29	69.99	80.00	
30	70.99	79.95	
31	71.99	79.93	
32	72.99	79.93	
33	73.99	79.95	
34	74.99	79.99	
35	75.99	80.06	
36	76.99	80.15	
37	77.98	80.26	
38	78.97	80.39	
39	79.96	80.55	
40	80.94	80.73	
41	81.92	80.93	
42	82.90	81.15	
43	83.87	81.39	
44	84.83	81.66	
45	85.79	81.95	
46	86.74	82.25	

Line: 196 File: NEWS.OPT ESC=QUIT MOVE: ↓↑ PgDn PgUp END HOME

48	88.62	82.93	
49	89.55	83.31	
50	90.47	83.70	
51	91.38	84.11	
52	92.28	84.55	
53	93.17	85.00	
54	94.05	85.47	
55	94.92	85.97	
56	95.78	86.48	
57	96.63	87.01	
58	97.46	87.56	
59	98.28	88.13	
60	99.09	88.72	
61	99.89	89.33	
62	100.67	89.95	
63	101.44	90.59	
64	102.19	91.25	
65	102.93	91.92	
66	103.65	92.61	
67	104.36	93.32	
68	105.01	94.00	



Zona 3 (elevasi seabed -1.5m)



Line: 224 File: NEW6.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TUGAS AKHIR

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.245	76.26	107.70	25.19	58.33	97.70	1.768E+04
2.	1.256	72.39	105.87	22.74	56.11	92.08	1.356E+04
3.	1.268	77.37	106.12	23.30	60.56	97.56	1.601E+04
4.	1.320	75.19	108.41	26.51	56.11	97.76	2.075E+04
5.	1.325	72.76	108.17	26.20	53.89	95.11	1.945E+04
6.	1.338	73.51	109.50	27.66	53.89	96.74	2.170E+04
7.	1.357	72.43	110.38	29.10	51.67	96.82	2.401E+04
8.	1.373	75.11	101.97	17.18	62.78	90.59	9.383E+03
9.	1.382	78.71	113.19	30.87	58.33	103.28	2.585E+04
10.	1.391	70.29	109.22	26.76	51.67	92.63	1.856E+04

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Line: 158 File: NEW6.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

10	65.66	84.85
11	66.57	84.45
12	67.50	84.08
13	68.45	83.75
14	69.40	83.46
15	70.37	83.21
16	71.35	82.99
17	72.33	82.82
18	73.32	82.68
19	74.32	82.58
20	75.32	82.53
21	76.32	82.51
22	77.32	82.53
23	78.31	82.59
24	79.31	82.70
25	80.30	82.84
26	81.28	83.02
27	82.26	83.24
28	83.22	83.49
29	84.18	83.79
30	85.12	84.12
31	86.05	84.49

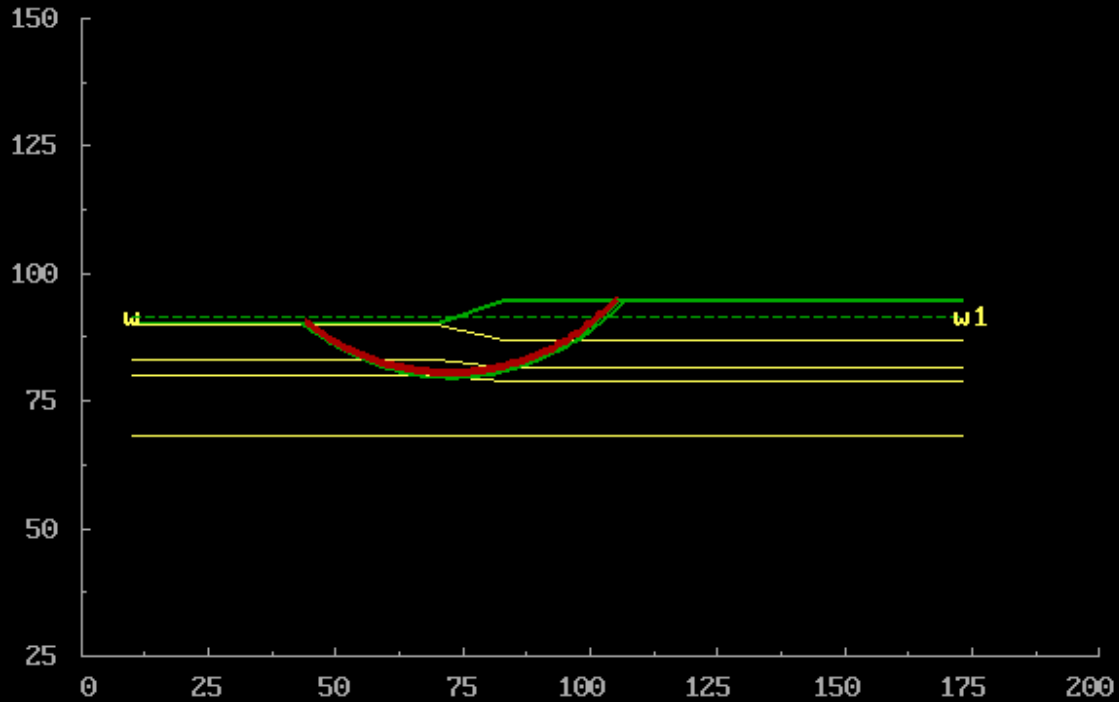
Line: 178 File: NEW6.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

30	85.12	84.12
31	86.05	84.49
32	86.96	84.90
33	87.86	85.34
34	88.74	85.82
35	89.60	86.33
36	90.43	86.88
37	91.25	87.46
38	92.04	88.07
39	92.81	88.71
40	93.55	89.39
41	94.26	90.09
42	94.95	90.82
43	95.60	91.57
44	96.23	92.35
45	96.82	93.16
46	97.38	93.98
47	97.70	94.50

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = 1.245 \*\*\*\*

TUGAS AKHIR

10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.509



Would you like to save this plot (y/n) ? n

Line: 246 File: NEW9.OPT ESC=QUIT MOVE: ↑ PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TUGAS AKHIR

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.509	72.31	124.15	44.15	44.33	105.01	4.974E+04
2.	1.525	73.35	125.33	45.30	45.00	106.53	5.236E+04
3.	1.532	73.02	126.07	46.09	44.33	106.59	5.372E+04
4.	1.536	72.09	125.79	45.56	43.89	105.22	5.167E+04
5.	1.546	72.20	126.20	45.82	44.11	105.27	5.178E+04
6.	1.546	72.27	126.28	45.92	44.11	105.41	5.208E+04
7.	1.554	72.65	127.75	47.73	43.44	106.89	5.643E+04
8.	1.555	72.78	126.41	45.80	45.00	105.62	5.153E+04
9.	1.614	72.74	122.23	42.82	44.56	105.38	5.367E+04
10.	1.619	72.95	125.42	45.82	43.89	106.76	5.782E+04

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Line: 170 File: NEW9.OPT ESC=QUIT MOVE: ↓↑ PgDn PgUp END HOME

22	63.08	80.98	-
23	64.06	80.78	
24	65.04	80.61	
25	66.03	80.45	
26	67.02	80.32	
27	68.02	80.21	
28	69.01	80.13	
29	70.01	80.07	
30	71.01	80.02	
31	72.01	80.01	
32	73.01	80.01	
33	74.01	80.04	
34	75.01	80.09	
35	76.01	80.16	
36	77.00	80.26	
37	78.00	80.37	
38	78.99	80.51	
39	79.97	80.68	
40	80.95	80.86	
41	81.93	81.07	
42	82.91	81.30	
43	83.87	81.55	

Line: 199 File: NEW9.OPT ESC=QUIT MOVE: ↓↑ PgDn PgUp END HOME

51	91.36	84.33	-
52	92.26	84.77	
53	93.15	85.24	
54	94.02	85.72	
55	94.89	86.22	
56	95.74	86.74	
57	96.58	87.28	
58	97.41	87.84	
59	98.23	88.42	
60	99.03	89.02	
61	99.82	89.63	
62	100.59	90.26	
63	101.35	90.91	
64	102.10	91.58	
65	102.83	92.26	
66	103.54	92.96	
67	104.24	93.68	
68	104.93	94.41	
69	105.01	94.50	

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = 1.509 \*\*\*\*

**LAMPIRAN 9**  
**PERUBAHAN TEGANGAN AKIBAT U < 100%**

Zona 1 (elevasi seabed -0.5 m)

Perubahan Tegangan U=<00% (PVD Segitiga 1.1m)															
Perubahan Tegangan			z	Po'	ΔP1'	ΔP2'	ΔP3'	ΔP4'	ΔP5'	ΔP6'	ΔP7'	ΔP8'	ΔP9'	ΔP10'	ΔP11'
				t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2
Tinggi Timbunan			(m)	H= 0m	H= 0.5m	H= 1m	H= 1.5m	H= 2.0 m	H= 2.5m	H= 3.0m	H= 3.5m	H= 4.0m	H= 4.5m	H= 5m	H= 5.5m
Umur Timbunan (minggu)				-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kedalaman/ U(%)					91.78%	89.72%	87.14%	83.90%	79.85%	74.76%	68.38%	60.37%	50.30%	37.60%	21.50%
0.0	-	1.0	0.50	0.350	0.797	0.805	0.787	0.759	0.723	0.676	0.618	0.544	0.452	0.337	0.063
1.0	-	2.0	1.50	1.050	0.825	0.813	0.791	0.762	0.725	0.678	0.619	0.546	0.453	0.338	0.063
2.0	-	3.0	2.50	1.750	0.833	0.817	0.794	0.764	0.727	0.680	0.621	0.547	0.454	0.338	0.063
3.0	-	4.0	3.50	2.450	0.837	0.819	0.796	0.766	0.728	0.681	0.622	0.548	0.455	0.339	0.063
4.0	-	5.0	4.50	3.150	0.840	0.821	0.797	0.767	0.729	0.682	0.622	0.548	0.456	0.339	0.063
5.0	-	6.0	5.50	3.850	0.841	0.822	0.798	0.768	0.730	0.682	0.623	0.549	0.456	0.340	0.063
6.0	-	7.0	6.50	4.550	0.842	0.823	0.799	0.769	0.731	0.683	0.624	0.550	0.457	0.340	0.063
7.0	-	8.0	7.50	5.200	0.843	0.824	0.800	0.769	0.731	0.684	0.624	0.550	0.457	0.341	0.063
8.0	-	9.0	8.50	5.800	0.844	0.824	0.800	0.770	0.732	0.684	0.625	0.550	0.457	0.341	0.063
9.0	-	10.0	9.50	6.400	0.844	0.825	0.800	0.770	0.732	0.684	0.625	0.551	0.458	0.341	0.063
10.0	-	11.0	10.50	7.150	0.845	0.825	0.801	0.770	0.732	0.685	0.625	0.551	0.458	0.342	0.063
11.0	-	12.0	11.50	8.050	0.845	0.826	0.801	0.771	0.733	0.685	0.626	0.552	0.459	0.342	0.063
12.0	-	13.0	12.50	8.950	0.846	0.826	0.802	0.771	0.733	0.686	0.626	0.552	0.459	0.342	0.063
13.0	-	14.0	13.50	9.850	0.846	0.826	0.802	0.772	0.734	0.686	0.627	0.552	0.459	0.342	0.063
14.0	-	15.0	14.50	10.750	0.846	0.827	0.802	0.772	0.734	0.686	0.627	0.553	0.460	0.343	0.063
15.0	-	16.0	15.50	11.650	0.846	0.827	0.803	0.772	0.734	0.687	0.627	0.553	0.460	0.343	0.063
16.0	-	17.0	16.50	12.550	0.847	0.827	0.803	0.772	0.734	0.687	0.628	0.553	0.460	0.343	0.063
17.0	-	18.0	17.50	13.450	0.847	0.827	0.803	0.773	0.735	0.687	0.628	0.553	0.460	0.343	0.063
18.0	-	19.0	18.50	14.350	0.847	0.827	0.803	0.773	0.735	0.687	0.628	0.554	0.460	0.343	0.063
19.0	-	20.0	19.50	15.250	0.847	0.828	0.803	0.773	0.735	0.688	0.628	0.554	0.461	0.344	0.063
20.0	-	21.0	20.50	16.150	0.847	0.828	0.803	0.773	0.735	0.688	0.628	0.554	0.461	0.344	0.063
21.0	-	22.0	21.50	17.050	0.847	0.828	0.804	0.773	0.735	0.688	0.629	0.554	0.461	0.344	0.063

Zona 2 (elevasi seabed -1 m)

Perubahan Tegangan U<100% (PVD Segitiga Spasi 1.1 m)																
Perubahan Tegangan			z	Po'	ΔP1'	ΔP2'	ΔP3'	ΔP4'	ΔP5'	ΔP6'	ΔP7'	ΔP8'	ΔP9'	ΔP10'	ΔP11'	ΔP12'
				t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2
Tinggi Timbunan			(m)	H= 0m	H= 0.5m	H= 1m	H= 1.5m	H= 2.0 m	H= 2.5m	H= 3.0m	H= 3.5m	H= 4.0m	H= 4.5m	H= 5m	H= 5.5m	H= 6m
Umur Timbunan (minggu)				-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kedalaman/ U(%)					93.43%	91.78%	89.72%	87.14%	83.90%	79.85%	74.76%	68.38%	60.37%	50.30%	37.60%	21.50%
0.0	-	1.0	0.50	0.350	0.821	0.829	0.814	0.792	0.763	0.726	0.679	0.620	0.546	0.454	0.338	0.162
1.0	-	2.0	1.50	1.050	0.845	0.835	0.818	0.795	0.765	0.727	0.680	0.621	0.547	0.454	0.339	0.163
2.0	-	3.0	2.50	1.750	0.851	0.838	0.820	0.796	0.766	0.728	0.681	0.622	0.548	0.455	0.339	0.163
3.0	-	4.0	3.50	2.450	0.855	0.840	0.821	0.797	0.767	0.729	0.682	0.623	0.548	0.456	0.340	0.163
4.0	-	5.0	4.50	3.150	0.857	0.842	0.823	0.798	0.768	0.730	0.683	0.623	0.549	0.456	0.340	0.163
5.0	-	6.0	5.50	3.850	0.858	0.843	0.823	0.799	0.769	0.731	0.683	0.624	0.550	0.457	0.340	0.163
6.0	-	7.0	6.50	4.550	0.859	0.843	0.824	0.800	0.769	0.731	0.684	0.624	0.550	0.457	0.341	0.164
7.0	-	8.0	7.50	5.200	0.860	0.844	0.825	0.800	0.770	0.732	0.684	0.625	0.551	0.458	0.341	0.164
8.0	-	9.0	8.50	5.800	0.860	0.844	0.825	0.801	0.770	0.732	0.685	0.625	0.551	0.458	0.341	0.164
9.0	-	10.0	9.50	6.400	0.860	0.845	0.825	0.801	0.771	0.733	0.685	0.626	0.551	0.458	0.342	0.164
10.0	-	11.0	10.50	7.150	0.861	0.845	0.826	0.801	0.771	0.733	0.685	0.626	0.552	0.459	0.342	0.164
11.0	-	12.0	11.50	8.050	0.861	0.846	0.826	0.802	0.771	0.733	0.686	0.626	0.552	0.459	0.342	0.164
12.0	-	13.0	12.50	8.950	0.861	0.846	0.826	0.802	0.772	0.734	0.686	0.627	0.552	0.459	0.342	0.164
13.0	-	14.0	13.50	9.850	0.862	0.846	0.827	0.802	0.772	0.734	0.686	0.627	0.553	0.460	0.343	0.164
14.0	-	15.0	14.50	10.750	0.862	0.846	0.827	0.803	0.772	0.734	0.687	0.627	0.553	0.460	0.343	0.164
15.0	-	16.0	15.50	11.650	0.862	0.847	0.827	0.803	0.772	0.734	0.687	0.628	0.553	0.460	0.343	0.165
16.0	-	17.0	16.50	12.550	0.862	0.847	0.827	0.803	0.773	0.735	0.687	0.628	0.553	0.460	0.343	0.165
17.0	-	18.0	17.50	13.450	0.862	0.847	0.827	0.803	0.773	0.735	0.687	0.628	0.554	0.460	0.343	0.165
18.0	-	19.0	18.50	14.350	0.862	0.847	0.828	0.803	0.773	0.735	0.688	0.628	0.554	0.461	0.344	0.165
19.0	-	20.0	19.50	15.250	0.863	0.847	0.828	0.803	0.773	0.735	0.688	0.628	0.554	0.461	0.344	0.165
20.0	-	21.0	20.50	16.150	0.863	0.847	0.828	0.804	0.773	0.735	0.688	0.629	0.554	0.461	0.344	0.165
21.0	-	22.0	21.50	17.050	0.863	0.847	0.828	0.804	0.773	0.735	0.688	0.629	0.554	0.461	0.344	0.165

Zona 3 (elevasi seabed -1.5m)

Perubahan Tegangan U<100% (PVD Segitiga Spasi 1.2 m)																		
Perubahan Tegangan			z	Po'	ΔP1'	ΔP2'	ΔP3'	ΔP4'	ΔP5'	ΔP6'	ΔP7'	ΔP8'	ΔP9'	ΔP10'	ΔP11'	ΔP12'	ΔP13'	ΔP14'
				t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2
Tinggi Timbunan			(m)	H= 0m	H= 0.5m	H= 1m	H= 1.5m	H= 2.0 m	H= 2.5m	H= 3.0m	H= 3.5m	H= 4.0m	H= 4.5m	H= 5m	H= 5.5m	H= 6m	H= 6.5m	H= 7m
Umur Timbunan (minggu)				-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kedalaman/ U(%)					92.24%	90.71%	88.88%	86.69%	84.06%	80.91%	77.13%	72.60%	67.16%	60.63%	52.77%	43.31%	31.88%	17.98%
0.0	-	1.0	0.50	0.350	0.803	0.816	0.805	0.788	0.765	0.736	0.848	0.660	0.610	0.550	0.478	0.391	0.287	0.053
1.0	-	2.0	1.50	1.050	0.831	0.823	0.809	0.790	0.766	0.737	0.849	0.661	0.611	0.550	0.478	0.392	0.288	0.053
2.0	-	3.0	2.50	1.750	0.838	0.827	0.811	0.792	0.768	0.739	0.849	0.662	0.611	0.551	0.479	0.392	0.288	0.053
3.0	-	4.0	3.50	2.450	0.842	0.829	0.813	0.793	0.769	0.740	0.850	0.662	0.612	0.552	0.479	0.393	0.288	0.053
4.0	-	5.0	4.50	3.150	0.844	0.831	0.814	0.794	0.770	0.740	0.850	0.663	0.613	0.552	0.480	0.393	0.289	0.053
5.0	-	6.0	5.50	3.850	0.846	0.832	0.815	0.795	0.770	0.741	0.850	0.664	0.613	0.553	0.480	0.393	0.289	0.053
6.0	-	7.0	6.50	4.550	0.847	0.833	0.816	0.795	0.771	0.741	0.850	0.664	0.614	0.553	0.481	0.394	0.289	0.053
7.0	-	8.0	7.50	5.200	0.848	0.834	0.816	0.796	0.771	0.742	0.850	0.664	0.614	0.553	0.481	0.394	0.289	0.053
8.0	-	9.0	8.50	5.800	0.848	0.834	0.817	0.796	0.772	0.742	0.851	0.665	0.614	0.554	0.481	0.394	0.290	0.053
9.0	-	10.0	9.50	6.400	0.849	0.834	0.817	0.797	0.772	0.743	0.851	0.665	0.615	0.554	0.482	0.394	0.290	0.053
10.0	-	11.0	10.50	7.150	0.849	0.835	0.818	0.797	0.772	0.743	0.851	0.665	0.615	0.554	0.482	0.395	0.290	0.053
11.0	-	12.0	11.50	8.050	0.850	0.835	0.818	0.797	0.773	0.743	0.851	0.666	0.615	0.555	0.482	0.395	0.290	0.053
12.0	-	13.0	12.50	8.950	0.850	0.836	0.818	0.798	0.773	0.744	0.851	0.666	0.616	0.555	0.482	0.395	0.290	0.053
13.0	-	14.0	13.50	9.850	0.850	0.836	0.819	0.798	0.773	0.744	0.851	0.666	0.616	0.555	0.483	0.395	0.291	0.053
14.0	-	15.0	14.50	10.750	0.850	0.836	0.819	0.798	0.774	0.744	0.851	0.667	0.616	0.556	0.483	0.396	0.291	0.053
15.0	-	16.0	15.50	11.650	0.851	0.836	0.819	0.799	0.774	0.744	0.851	0.667	0.616	0.556	0.483	0.396	0.291	0.053
16.0	-	17.0	16.50	12.550	0.851	0.836	0.819	0.799	0.774	0.745	0.852	0.667	0.617	0.556	0.483	0.396	0.291	0.053
17.0	-	18.0	17.50	13.450	0.851	0.837	0.819	0.799	0.774	0.745	0.852	0.667	0.617	0.556	0.484	0.396	0.291	0.053
18.0	-	19.0	18.50	14.350	0.851	0.837	0.820	0.799	0.774	0.745	0.852	0.668	0.617	0.556	0.484	0.396	0.291	0.053
19.0	-	20.0	19.50	15.250	0.851	0.837	0.820	0.799	0.775	0.745	0.852	0.668	0.617	0.557	0.484	0.397	0.291	0.053
20.0	-	21.0	20.50	16.150	0.851	0.837	0.820	0.799	0.775	0.745	0.852	0.668	0.617	0.557	0.484	0.397	0.292	0.053
21.0	-	22.0	21.50	17.050	0.851	0.837	0.820	0.799	0.775	0.745	0.852	0.668	0.617	0.557	0.484	0.397	0.292	0.053

**LAMPIRAN 10**  
**DERAJAT KONSOLIDAS POLA PEMASANGAN PVD**

Pola Pemasangan Segitiga

s =	0.7	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.518	52.30%
2	0.000178	0.015	0.768	77.11%
3	0.000266	0.018	0.888	89.00%
4	0.000355	0.021	0.946	94.71%
5	0.000444	0.024	0.974	97.46%
6	0.000533	0.026	0.987	98.78%
7	0.000621	0.028	0.994	99.41%
8	0.000710	0.030	0.997	99.72%
9	0.000799	0.032	0.999	99.86%
10	0.000888	0.034	0.999	99.93%
11	0.000977	0.035	1.000	99.97%
12	0.001065	0.037	1.000	99.98%
13	0.001154	0.038	1.000	99.99%
14	0.001243	0.040	1.000	100.00%
15	0.001332	0.041	1.000	100.00%
16	0.001421	0.043	1.000	100.00%
17	0.001509	0.044	1.000	100.00%
18	0.001598	0.045	1.000	100.00%
19	0.001687	0.046	1.000	100.00%
20	0.001776	0.048	1.000	100.00%
21	0.001864	0.049	1.000	100.00%
22	0.001953	0.050	1.000	100.00%
23	0.002042	0.051	1.000	100.00%

s =	0.8	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.398	40.46%
2	0.000178	0.015	0.638	64.32%
3	0.000266	0.018	0.782	78.60%
4	0.000355	0.021	0.869	87.16%
5	0.000444	0.024	0.921	92.29%
6	0.000533	0.026	0.952	95.37%
7	0.000621	0.028	0.971	97.22%
8	0.000710	0.030	0.983	98.33%
9	0.000799	0.032	0.990	99.00%
10	0.000888	0.034	0.994	99.40%
11	0.000977	0.035	0.996	99.64%
12	0.001065	0.037	0.998	99.78%
13	0.001154	0.038	0.999	99.87%
14	0.001243	0.040	0.999	99.92%
15	0.001332	0.041	1.000	99.95%
16	0.001421	0.043	1.000	99.97%
17	0.001509	0.044	1.000	99.98%
18	0.001598	0.045	1.000	99.99%
19	0.001687	0.046	1.000	99.99%
20	0.001776	0.048	1.000	100.00%
21	0.001864	0.049	1.000	100.00%
22	0.001953	0.050	1.000	100.00%
23	0.002042	0.051	1.000	100.00%



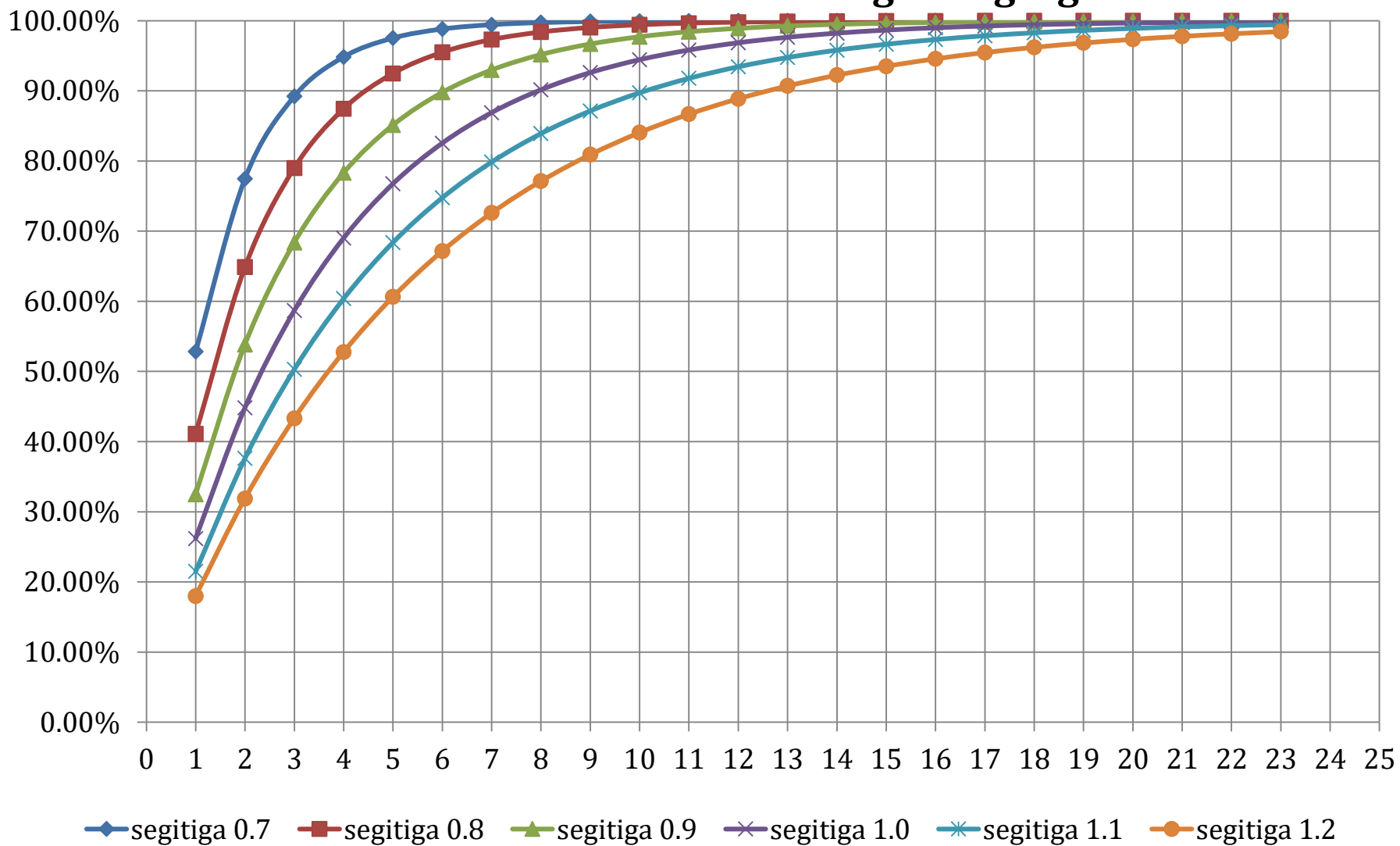
s =	0.9	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.310	31.75%
2	0.000178	0.015	0.524	53.13%
3	0.000266	0.018	0.672	67.78%
4	0.000355	0.021	0.774	77.84%
5	0.000444	0.024	0.844	84.75%
6	0.000533	0.026	0.892	89.51%
7	0.000621	0.028	0.926	92.78%
8	0.000710	0.030	0.949	95.03%
9	0.000799	0.032	0.965	96.58%
10	0.000888	0.034	0.976	97.64%
11	0.000977	0.035	0.983	98.38%
12	0.001065	0.037	0.988	98.88%
13	0.001154	0.038	0.992	99.23%
14	0.001243	0.040	0.994	99.47%
15	0.001332	0.041	0.996	99.63%
16	0.001421	0.043	0.997	99.75%
17	0.001509	0.044	0.998	99.83%
18	0.001598	0.045	0.999	99.88%
19	0.001687	0.046	0.999	99.92%
20	0.001776	0.048	0.999	99.94%
21	0.001864	0.049	1.000	99.96%
22	0.001953	0.050	1.000	99.97%
23	0.002042	0.051	1.000	99.98%

s =	1	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.246	25.37%
2	0.000178	0.015	0.431	43.96%
3	0.000266	0.018	0.571	57.87%
4	0.000355	0.021	0.676	68.32%
5	0.000444	0.024	0.756	76.16%
6	0.000533	0.026	0.816	82.06%
7	0.000621	0.028	0.861	86.50%
8	0.000710	0.030	0.895	89.84%
9	0.000799	0.032	0.921	92.35%
10	0.000888	0.034	0.940	94.24%
11	0.000977	0.035	0.955	95.66%
12	0.001065	0.037	0.966	96.73%
13	0.001154	0.038	0.974	97.54%
14	0.001243	0.040	0.981	98.15%
15	0.001332	0.041	0.985	98.60%
16	0.001421	0.043	0.989	98.95%
17	0.001509	0.044	0.992	99.21%
18	0.001598	0.045	0.994	99.40%
19	0.001687	0.046	0.995	99.55%
20	0.001776	0.048	0.996	99.66%
21	0.001864	0.049	0.997	99.74%
22	0.001953	0.050	0.998	99.81%
23	0.002042	0.051	0.998	99.86%

s =	1.1	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.198	20.65%
2	0.000178	0.015	0.357	36.63%
3	0.000266	0.018	0.484	49.35%
4	0.000355	0.021	0.586	59.49%
5	0.000444	0.024	0.668	67.59%
6	0.000533	0.026	0.734	74.07%
7	0.000621	0.028	0.786	79.25%
8	0.000710	0.030	0.829	83.39%
9	0.000799	0.032	0.863	86.70%
10	0.000888	0.034	0.890	89.35%
11	0.000977	0.035	0.912	91.47%
12	0.001065	0.037	0.929	93.17%
13	0.001154	0.038	0.943	94.53%
14	0.001243	0.040	0.954	95.62%
15	0.001332	0.041	0.963	96.49%
16	0.001421	0.043	0.971	97.19%
17	0.001509	0.044	0.976	97.75%
18	0.001598	0.045	0.981	98.20%
19	0.001687	0.046	0.985	98.56%
20	0.001776	0.048	0.988	98.84%
21	0.001864	0.049	0.990	99.07%
22	0.001953	0.050	0.992	99.26%
23	0.002042	0.051	0.994	99.41%

s =	1.2	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.162	17.09%
2	0.000178	0.015	0.298	30.82%
3	0.000266	0.018	0.411	42.22%
4	0.000355	0.021	0.507	51.72%
5	0.000444	0.024	0.587	59.64%
6	0.000533	0.026	0.654	66.26%
7	0.000621	0.028	0.710	71.78%
8	0.000710	0.030	0.757	76.40%
9	0.000799	0.032	0.796	80.26%
10	0.000888	0.034	0.829	83.48%
11	0.000977	0.035	0.857	86.18%
12	0.001065	0.037	0.880	88.44%
13	0.001154	0.038	0.899	90.33%
14	0.001243	0.040	0.916	91.91%
15	0.001332	0.041	0.929	93.23%
16	0.001421	0.043	0.941	94.33%
17	0.001509	0.044	0.950	95.26%
18	0.001598	0.045	0.958	96.03%
19	0.001687	0.046	0.965	96.68%
20	0.001776	0.048	0.971	97.22%
21	0.001864	0.049	0.976	97.67%
22	0.001953	0.050	0.979	98.05%
23	0.002042	0.051	0.983	98.37%

### Grafik Hubungan Antara Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segitiga



Pola Pemasangan PVD Segiempat

s =	0.7	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.450	45.54%
2	0.000178	0.015	0.697	70.16%
3	0.000266	0.018	0.833	83.63%
4	0.000355	0.021	0.908	91.02%
5	0.000444	0.024	0.949	95.07%
6	0.000533	0.026	0.972	97.29%
7	0.000621	0.028	0.985	98.51%
8	0.000710	0.030	0.992	99.18%
9	0.000799	0.032	0.995	99.55%
10	0.000888	0.034	0.997	99.75%
11	0.000977	0.035	0.999	99.86%
12	0.001065	0.037	0.999	99.93%
13	0.001154	0.038	1.000	99.96%
14	0.001243	0.040	1.000	99.98%
15	0.001332	0.041	1.000	99.99%
16	0.001421	0.043	1.000	99.99%
17	0.001509	0.044	1.000	100.00%
18	0.001598	0.045	1.000	100.00%
19	0.001687	0.046	1.000	100.00%
20	0.001776	0.048	1.000	100.00%
21	0.001864	0.049	1.000	100.00%
22	0.001953	0.050	1.000	100.00%
23	0.002042	0.051	1.000	100.00%

s =	0.8	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.341	34.83%
2	0.000178	0.015	0.566	57.26%
3	0.000266	0.018	0.714	71.95%
4	0.000355	0.021	0.812	81.57%
5	0.000444	0.024	0.876	87.89%
6	0.000533	0.026	0.918	92.04%
7	0.000621	0.028	0.946	94.77%
8	0.000710	0.030	0.965	96.56%
9	0.000799	0.032	0.977	97.74%
10	0.000888	0.034	0.985	98.51%
11	0.000977	0.035	0.990	99.02%
12	0.001065	0.037	0.993	99.36%
13	0.001154	0.038	0.996	99.58%
14	0.001243	0.040	0.997	99.72%
15	0.001332	0.041	0.998	99.82%
16	0.001421	0.043	0.999	99.88%
17	0.001509	0.044	0.999	99.92%
18	0.001598	0.045	0.999	99.95%
19	0.001687	0.046	1.000	99.97%
20	0.001776	0.048	1.000	99.98%
21	0.001864	0.049	1.000	99.99%
22	0.001953	0.050	1.000	99.99%
23	0.002042	0.051	1.000	99.99%

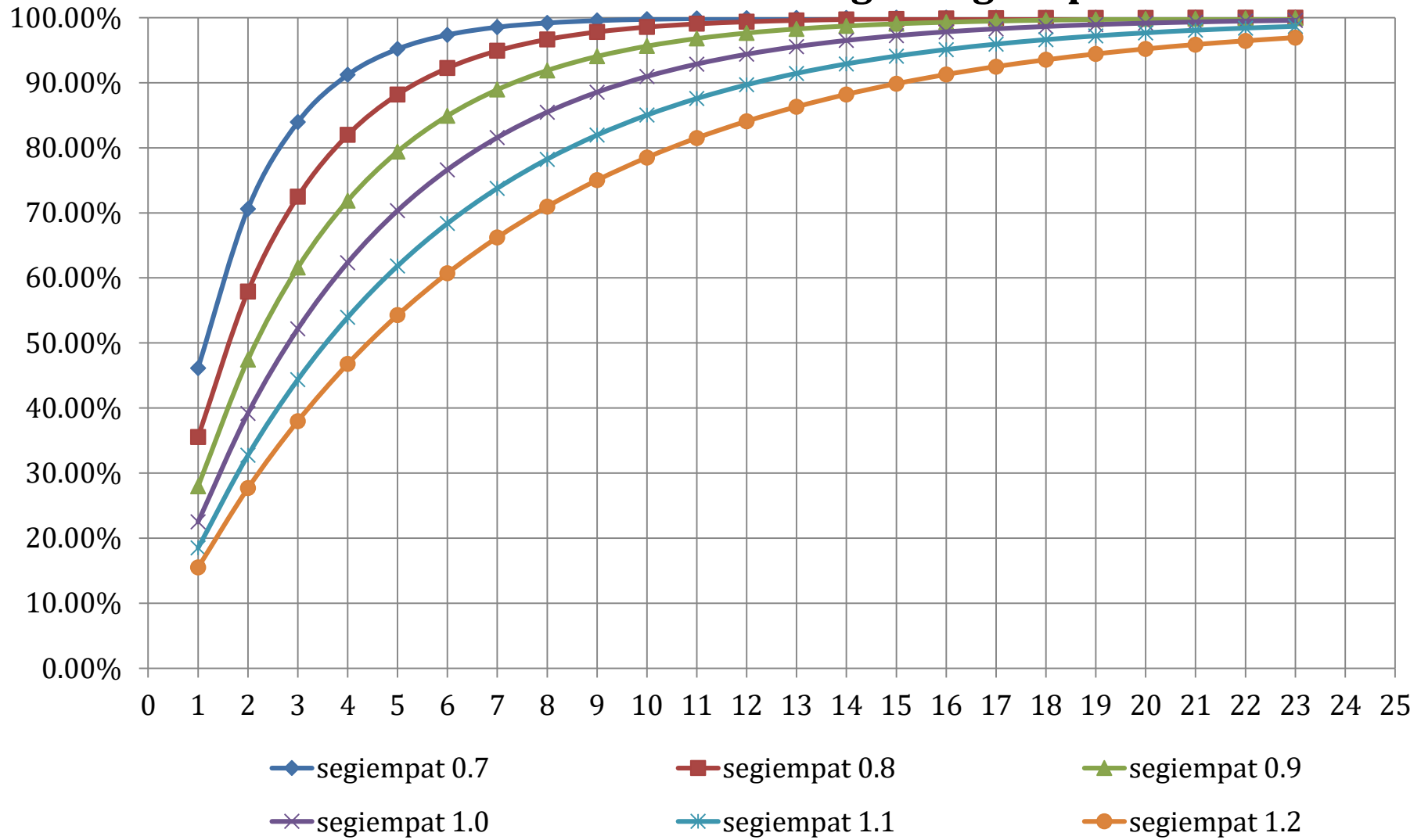
s =	0.9	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.264	27.17%
2	0.000178	0.015	0.458	46.63%
3	0.000266	0.018	0.601	60.85%
4	0.000355	0.021	0.706	71.26%
5	0.000444	0.024	0.784	78.90%
6	0.000533	0.026	0.841	84.51%
7	0.000621	0.028	0.883	88.62%
8	0.000710	0.030	0.914	91.64%
9	0.000799	0.032	0.937	93.86%
10	0.000888	0.034	0.953	95.49%
11	0.000977	0.035	0.966	96.68%
12	0.001065	0.037	0.975	97.56%
13	0.001154	0.038	0.981	98.21%
14	0.001243	0.040	0.986	98.68%
15	0.001332	0.041	0.990	99.03%
16	0.001421	0.043	0.993	99.29%
17	0.001509	0.044	0.995	99.48%
18	0.001598	0.045	0.996	99.62%
19	0.001687	0.046	0.997	99.72%
20	0.001776	0.048	0.998	99.79%
21	0.001864	0.049	0.998	99.85%
22	0.001953	0.050	0.999	99.89%
23	0.002042	0.051	0.999	99.92%

s =	1	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.208	21.65%
2	0.000178	0.015	0.373	38.23%
3	0.000266	0.018	0.503	51.25%
4	0.000355	0.021	0.607	61.51%
5	0.000444	0.024	0.689	69.59%
6	0.000533	0.026	0.753	75.98%
7	0.000621	0.028	0.805	81.02%
8	0.000710	0.030	0.845	85.00%
9	0.000799	0.032	0.877	88.14%
10	0.000888	0.034	0.903	90.62%
11	0.000977	0.035	0.923	92.59%
12	0.001065	0.037	0.939	94.14%
13	0.001154	0.038	0.952	95.37%
14	0.001243	0.040	0.962	96.34%
15	0.001332	0.041	0.970	97.10%
16	0.001421	0.043	0.976	97.71%
17	0.001509	0.044	0.981	98.19%
18	0.001598	0.045	0.985	98.57%
19	0.001687	0.046	0.988	98.87%
20	0.001776	0.048	0.991	99.10%
21	0.001864	0.049	0.993	99.29%
22	0.001953	0.050	0.994	99.44%
23	0.002042	0.051	0.995	99.56%

s =	1.1	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.167	17.60%
2	0.000178	0.015	0.306	31.67%
3	0.000266	0.018	0.422	43.29%
4	0.000355	0.021	0.519	52.90%
5	0.000444	0.024	0.599	60.87%
6	0.000533	0.026	0.666	67.49%
7	0.000621	0.028	0.722	72.98%
8	0.000710	0.030	0.768	77.54%
9	0.000799	0.032	0.807	81.33%
10	0.000888	0.034	0.839	84.48%
11	0.000977	0.035	0.866	87.09%
12	0.001065	0.037	0.889	89.27%
13	0.001154	0.038	0.907	91.08%
14	0.001243	0.040	0.923	92.58%
15	0.001332	0.041	0.936	93.83%
16	0.001421	0.043	0.946	94.87%
17	0.001509	0.044	0.955	95.73%
18	0.001598	0.045	0.963	96.45%
19	0.001687	0.046	0.969	97.05%
20	0.001776	0.048	0.974	97.54%
21	0.001864	0.049	0.979	97.96%
22	0.001953	0.050	0.982	98.30%
23	0.002042	0.051	0.985	98.59%

s =	1.2	m		
t (minggu)	Tv	Uv (%)	Uh (%)	Utotal (%)
1	0.000089	0.011	0.136	14.57%
2	0.000178	0.015	0.254	26.56%
3	0.000266	0.018	0.356	36.80%
4	0.000355	0.021	0.444	45.58%
5	0.000444	0.024	0.520	53.13%
6	0.000533	0.026	0.585	59.62%
7	0.000621	0.028	0.642	65.21%
8	0.000710	0.030	0.691	70.02%
9	0.000799	0.032	0.733	74.16%
10	0.000888	0.034	0.769	77.72%
11	0.000977	0.035	0.801	80.80%
12	0.001065	0.037	0.828	83.45%
13	0.001154	0.038	0.852	85.73%
14	0.001243	0.040	0.872	87.69%
15	0.001332	0.041	0.889	89.39%
16	0.001421	0.043	0.904	90.85%
17	0.001509	0.044	0.917	92.11%
18	0.001598	0.045	0.929	93.20%
19	0.001687	0.046	0.938	94.13%
20	0.001776	0.048	0.947	94.94%
21	0.001864	0.049	0.954	95.64%
22	0.001953	0.050	0.960	96.24%
23	0.002042	0.051	0.966	96.75%

### Grafik Hubungan Antara Waktu Konsolidasi dengan Derajat Konsolidasi Pola Pemasangan Segiempat



**LAMPIRAN 11**  
**DISTRIBUSI TEGANGAN UNTUK SETIAP VARIASI TIMBUNAN**

muka air	2	m	$\gamma_{\text{timb.}}$	1.85	t/m <sup>3</sup>	B1	1268	m											
H <sub>timb</sub>	3	m	lebar	2550	m	B2	6	m											
Depth			Jenis Tanah	NSPT	z	e	$\gamma_{\text{sat}}$	$\gamma_{\text{timb.}}$	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	$\sigma'_{o}$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_{c}$ (t/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	q <sub>timbunan</sub>	$\Delta p$	$\Delta p + \sigma'_{o}$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc	Sc - cum (m)
0	-	1	Silt	4	0.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	0.35	2.35	0.0001	89.9774	5.55	5.55	5.90	0.182	0.18
1	-	2	Silt	4	1.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.05	3.05	0.0003	89.9322	5.55	5.55	6.60	0.141	0.32
2	-	3	Silt	4	2.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.75	3.75	0.0005	89.8870	5.55	5.55	7.30	0.118	0.44
3	-	4	Silt	4	3.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	2.45	4.45	0.0007	89.8418	5.55	5.55	8.00	0.102	0.54
4	-	5	Silt	4	4.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.15	5.15	0.0010	89.7967	5.55	5.55	8.70	0.091	0.63
5	-	6	Silt	4	5.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.85	5.85	0.0012	89.7515	5.55	5.55	9.40	0.081	0.72
6	-	7	Silt	4	6.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	4.55	6.55	0.0014	89.7063	5.55	5.55	10.10	0.074	0.79
7	-	8	Silt	3	7.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.20	7.20	0.0016	89.6611	5.55	5.55	10.75	0.070	0.86
8	-	9	Silt	3	8.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.80	7.80	0.0018	89.6159	5.55	5.549999	11.35	0.066	0.93
9	-	10	Silt	3	9.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	6.40	8.40	0.0020	89.5707	5.55	5.549999	11.95	0.062	0.99
10	-	11	Silt	10	10.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	7.15	9.15	0.0022	89.5256	5.55	5.549999	12.70	0.055	1.04
11	-	12	Silt	10	11.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.05	10.05	0.0024	89.4804	5.55	5.549998	13.60	0.051	1.09
12	-	13	Silt	10	12.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.95	10.95	0.0027	89.4352	5.55	5.549998	14.50	0.047	1.14
13	-	14	Silt	10	13.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	9.85	11.85	0.0029	89.3900	5.55	5.549997	15.40	0.044	1.18
14	-	15	Silt	10	14.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	10.75	12.75	0.0031	89.3448	5.55	5.549997	16.30	0.041	1.23
15	-	16	Silt	10	15.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	11.65	13.65	0.0033	89.2997	5.55	5.549996	17.20	0.039	1.26
16	-	17	Silt	10	16.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	12.55	14.55	0.0035	89.2545	5.55	5.549995	18.10	0.036	1.30
17	-	18	Silt	10	17.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	13.45	15.45	0.0037	89.2093	5.55	5.549994	19.00	0.034	1.34
18	-	19	Silt	10	18.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	14.35	16.35	0.0039	89.1641	5.55	5.549993	19.90	0.033	1.37
19	-	20	Silt	10	19.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	15.25	17.25	0.0041	89.1189	5.55	5.549991	20.80	0.031	1.40
20	-	21	Silt	10	20.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	16.15	18.15	0.0044	89.0738	5.55	5.54999	21.70	0.030	1.43
21	-	22	Silt	10	21.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	17.05	19.05	0.0046	89.0286	5.55	5.549989	22.60	0.028	1.46



Pavement								
$q_{\text{pavement}}$	0.77	$t/m^2$	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{\text{pavement}}$	$\Delta\sigma (t/m^2)$	$Sc_{\text{pavement}} (m)$	Sckumulatif
$h_{\text{pavement}}$	0.35	m	0.50	-	0.139	0.428	0.017	0.017
$\gamma_{\text{pavement}}$	2.2	$t/m^3$	0.39	-	0.117	0.360	0.006	0.024
$L_{\text{pavement}}$	3.5	m	0.32	-	0.092	0.283	0.003	0.027
			0.27	-	0.088	0.271	0.002	0.029
			0.23	-	0.075	0.231	0.002	0.031
			0.21	-	0.062	0.191	0.001	0.032
			0.18	-	0.059	0.182	0.001	0.033
			0.17	-	0.058	0.179	0.001	0.034
			0.15	-	0.049	0.151	0.001	0.034
			0.14	-	0.047	0.145	0.001	0.035
			0.13	-	0.042	0.129	0.000	0.035
			0.12	-	0.04	0.123	0.000	0.035
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.036
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.036
			0.10	-	0.31	0.955	0.002	0.038
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.038
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.038
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.038
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.038
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.039
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.039

muka air	2	m	$\gamma_{timb.}$	1.85	t/m <sup>3</sup>	B1	1268	m											
Htimb	5	m	lebar	2550	m	B2	10	m											
Depth			Jenis Tanah	NSPT	z	e	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	Cc	Cs	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qtimbunan	$\Delta p$	$\Delta p + \sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc	Sc - cum (m)
0	-	1	Silt	4	0.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	0.35	2.35	0.0002	89.9774	9.25	9.25	9.60	0.256	0.26
1	-	2	Silt	4	1.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.05	3.05	0.0005	89.9322	9.25	9.25	10.30	0.209	0.47
2	-	3	Silt	4	2.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.75	3.75	0.0009	89.8870	9.25	9.25	11.00	0.181	0.65
3	-	4	Silt	4	3.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	2.45	4.45	0.0012	89.8418	9.25	9.25	11.70	0.160	0.81
4	-	5	Silt	4	4.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.15	5.15	0.0016	89.7967	9.25	9.25	12.40	0.145	0.95
5	-	6	Silt	4	5.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.85	5.85	0.0019	89.7515	9.25	9.25	13.10	0.132	1.08
6	-	7	Silt	4	6.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	4.55	6.55	0.0023	89.7063	9.25	9.249999	13.80	0.122	1.20
7	-	8	Silt	3	7.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.20	7.20	0.0027	89.6611	9.25	9.249999	14.45	0.117	1.32
8	-	9	Silt	3	8.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.80	7.80	0.0030	89.6159	9.25	9.249999	15.05	0.110	1.43
9	-	10	Silt	3	9.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	6.40	8.40	0.0034	89.5707	9.25	9.249998	15.65	0.104	1.54
10	-	11	Silt	10	10.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	7.15	9.15	0.0037	89.5256	9.25	9.249998	16.40	0.094	1.63
11	-	12	Silt	10	11.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.05	10.05	0.0041	89.4804	9.25	9.249997	17.30	0.087	1.72
12	-	13	Silt	10	12.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.95	10.95	0.0044	89.4352	9.25	9.249996	18.20	0.082	1.80
13	-	14	Silt	10	13.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	9.85	11.85	0.0048	89.3900	9.25	9.249995	19.10	0.077	1.88
14	-	15	Silt	10	14.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	10.75	12.75	0.0051	89.3448	9.25	9.249994	20.00	0.072	1.95
15	-	16	Silt	10	15.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	11.65	13.65	0.0055	89.2997	9.25	9.249993	20.90	0.068	2.02
16	-	17	Silt	10	16.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	12.55	14.55	0.0058	89.2545	9.25	9.249991	21.80	0.065	2.08
17	-	18	Silt	10	17.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	13.45	15.45	0.0062	89.2093	9.25	9.24999	22.70	0.062	2.14
18	-	19	Silt	10	18.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	14.35	16.35	0.0065	89.1641	9.25	9.249988	23.60	0.059	2.20
19	-	20	Silt	10	19.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	15.25	17.25	0.0069	89.1189	9.25	9.249986	24.50	0.056	2.26
20	-	21	Silt	10	20.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	16.15	18.15	0.0072	89.0738	9.25	9.249984	25.40	0.054	2.31
21	-	22	Silt	10	21.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	17.05	19.05	0.0076	89.0286	9.25	9.249981	26.30	0.052	2.36

Pavement								
$Q_{\text{pavement}}$	0.77	$t/m^2$	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{\text{pavement}}$	$\Delta\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$Sc_{\text{pavement}}$ (m)	Sckumulatif
$h_{\text{pavement}}$	0.35	m	0.32	-	0.09	0.277	0.013	0.013
$Y_{\text{pavement}}$	2.2	$t/m^3$	0.27	-	0.088	0.271	0.005	0.018
$L_{\text{pavement}}$	3.5	m	0.23	-	0.075	0.231	0.003	0.020
			0.21	-	0.062	0.191	0.002	0.022
			0.18	-	0.059	0.182	0.001	0.023
			0.17	-	0.058	0.179	0.001	0.024
			0.15	-	0.049	0.151	0.001	0.025
			0.14	-	0.047	0.145	0.001	0.026
			0.13	-	0.042	0.129	0.000	0.026
			0.12	-	0.04	0.123	0.000	0.027
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.027
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.027
			0.10	-	0.031	0.095	0.000	0.027
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.028
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.028
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.028
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.028
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.028
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.028
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.029
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.029

muka air	2	m	$\gamma_{\text{timb.}}$	1.85	t/m <sup>3</sup>	B1	1268	m											
Htimb	7	m	lebar	2550	m	B2	14	m											
Depth			Jenis Tanah	NSPT	z	e	$\gamma_{\text{sat}}$	$\gamma_{\text{timb.}}$	Cc	Cs	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qtimbunan	$\Delta p$	$\Delta p + \sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc	Sc - cum (m)
0	-	1	Silt	4	0.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	0.35	2.35	0.0002	89.9774	12.95	12.95	13.30	0.306	0.31
1	-	2	Silt	4	1.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.05	3.05	0.0007	89.9322	12.95	12.95	14.00	0.256	0.56
2	-	3	Silt	4	2.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.75	3.75	0.0012	89.8870	12.95	12.95	14.70	0.225	0.79
3	-	4	Silt	4	3.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	2.45	4.45	0.0017	89.8418	12.95	12.95	15.40	0.202	0.99
4	-	5	Silt	4	4.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.15	5.15	0.0022	89.7967	12.95	12.95	16.10	0.185	1.17
5	-	6	Silt	4	5.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.85	5.85	0.0027	89.7515	12.95	12.95	16.80	0.170	1.34
6	-	7	Silt	4	6.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	4.55	6.55	0.0032	89.7063	12.95	12.95	17.50	0.158	1.50
7	-	8	Silt	3	7.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.20	7.20	0.0037	89.6611	12.95	12.95	18.15	0.153	1.65
8	-	9	Silt	3	8.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.80	7.80	0.0042	89.6159	12.95	12.95	18.75	0.144	1.80
9	-	10	Silt	3	9.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	6.40	8.40	0.0047	89.5707	12.95	12.95	19.35	0.137	1.94
10	-	11	Silt	10	10.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	7.15	9.15	0.0052	89.5256	12.95	12.95	20.10	0.125	2.06
11	-	12	Silt	10	11.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.05	10.05	0.0057	89.4804	12.95	12.95	21.00	0.117	2.18
12	-	13	Silt	10	12.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.95	10.95	0.0062	89.4352	12.95	12.94999	21.90	0.110	2.29
13	-	14	Silt	10	13.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	9.85	11.85	0.0067	89.3900	12.95	12.94999	22.80	0.104	2.39
14	-	15	Silt	10	14.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	10.75	12.75	0.0072	89.3448	12.95	12.94999	23.70	0.098	2.49
15	-	16	Silt	10	15.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	11.65	13.65	0.0076	89.2997	12.95	12.94999	24.60	0.093	2.58
16	-	17	Silt	10	16.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	12.55	14.55	0.0081	89.2545	12.95	12.94999	25.50	0.089	2.67
17	-	18	Silt	10	17.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	13.45	15.45	0.0086	89.2093	12.95	12.94999	26.40	0.085	2.76
18	-	19	Silt	10	18.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	14.35	16.35	0.0091	89.1641	12.95	12.94998	27.30	0.081	2.84
19	-	20	Silt	10	19.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	15.25	17.25	0.0096	89.1189	12.95	12.94998	28.20	0.077	2.91
20	-	21	Silt	10	20.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	16.15	18.15	0.0101	89.0738	12.95	12.94998	29.10	0.074	2.99
21	-	22	Silt	10	21.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	17.05	19.05	0.0106	89.0286	12.95	12.94997	30.00	0.072	3.06

Pavement								
$Q_{\text{pavement}}$	0.77	$t/m^2$	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{\text{pavement}}$	$\Delta\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$Sc_{\text{pavement}}$ (m)	Skumulatif
$h_{\text{pavement}}$	0.35	m	0.23	-	0.075	0.231	0.011	0.011
$Y_{\text{pavement}}$	2.2	$t/m^3$	0.21	-	0.062	0.191	0.004	0.015
$L_{\text{pavement}}$	3.5	m	0.18	-	0.022	0.068	0.001	0.016
			0.17	-	0.058	0.179	0.002	0.017
			0.15	-	0.049	0.151	0.001	0.018
			0.14	-	0.047	0.145	0.001	0.019
			0.13	-	0.042	0.129	0.001	0.019
			0.12	-	0.04	0.123	0.001	0.020
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.020
			0.11	-	0.039	0.120	0.000	0.021
			0.10	-	0.031	0.095	0.000	0.021
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.021
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.022
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.022
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.022
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.022
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.022
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.022
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.023
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.023
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.023

muka air	2	m	$\gamma_{timb.}$	1.85	t/m <sup>3</sup>	B1	1268	m											
Htimb	9	m	lebar	2550	m	B2	18	m											
Depth			Jenis Tanah	NSPT	z	e	$\gamma_{sat}$	$\gamma_{timb.}$	Cc	Cs	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qtimbunan	$\Delta p$	$\Delta p + \sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc	Sc - cum (m)
0	-	1	Silt	4	0.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	0.35	2.35	0.0003	89.9774	16.65	16.65	17.00	0.343	0.34
1	-	2	Silt	4	1.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.05	3.05	0.0009	89.9322	16.65	16.65	17.70	0.291	0.63
2	-	3	Silt	4	2.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.75	3.75	0.0016	89.8870	16.65	16.65	18.40	0.259	0.89
3	-	4	Silt	4	3.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	2.45	4.45	0.0022	89.8418	16.65	16.65	19.10	0.235	1.13
4	-	5	Silt	4	4.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.15	5.15	0.0028	89.7967	16.65	16.65	19.80	0.216	1.35
5	-	6	Silt	4	5.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.85	5.85	0.0035	89.7515	16.65	16.65	20.50	0.200	1.55
6	-	7	Silt	4	6.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	4.55	6.55	0.0041	89.7063	16.65	16.65	21.20	0.187	1.73
7	-	8	Silt	3	7.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.20	7.20	0.0047	89.6611	16.65	16.65	21.85	0.182	1.91
8	-	9	Silt	3	8.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.80	7.80	0.0054	89.6159	16.65	16.65	22.45	0.173	2.09
9	-	10	Silt	3	9.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	6.40	8.40	0.0060	89.5707	16.65	16.65	23.05	0.165	2.25
10	-	11	Silt	10	10.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	7.15	9.15	0.0066	89.5256	16.65	16.65	23.80	0.151	2.40
11	-	12	Silt	10	11.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.05	10.05	0.0073	89.4804	16.65	16.64999	24.70	0.142	2.54
12	-	13	Silt	10	12.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.95	10.95	0.0079	89.4352	16.65	16.64999	25.60	0.134	2.68
13	-	14	Silt	10	13.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	9.85	11.85	0.0085	89.3900	16.65	16.64999	26.50	0.127	2.81
14	-	15	Silt	10	14.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	10.75	12.75	0.0092	89.3448	16.65	16.64999	27.40	0.120	2.93
15	-	16	Silt	10	15.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	11.65	13.65	0.0098	89.2997	16.65	16.64999	28.30	0.114	3.04
16	-	17	Silt	10	16.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	12.55	14.55	0.0104	89.2545	16.65	16.64998	29.20	0.109	3.15
17	-	18	Silt	10	17.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	13.45	15.45	0.0111	89.2093	16.65	16.64998	30.10	0.105	3.25
18	-	19	Silt	10	18.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	14.35	16.35	0.0117	89.1641	16.65	16.64998	31.00	0.100	3.35
19	-	20	Silt	10	19.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	15.25	17.25	0.0123	89.1189	16.65	16.64997	31.90	0.096	3.45
20	-	21	Silt	10	20.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	16.15	18.15	0.0130	89.0738	16.65	16.64997	32.80	0.093	3.54
21	-	22	Silt	10	21.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	17.05	19.05	0.0136	89.0286	16.65	16.64997	33.70	0.089	3.63

Pavement								
$Q_{\text{pavement}}$	0.77	$t/m^2$	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{\text{pavement}}$	$\Delta\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$Sc_{\text{pavement}}$ (m)	Skumulatif
$h_{\text{pavement}}$	0.35	m	0.18	-	0.022	0.068	0.004	0.004
$Y_{\text{pavement}}$	2.2	$t/m^3$	0.17	-	0.058	0.179	0.003	0.007
$L_{\text{pavement}}$	3.5	m	0.15	-	0.049	0.151	0.002	0.009
			0.14	-	0.047	0.145	0.001	0.010
			0.13	-	0.042	0.129	0.001	0.011
			0.12	-	0.04	0.123	0.001	0.012
			0.11	-	0.039	0.120	0.001	0.012
			0.11	-	0.039	0.120	0.001	0.013
			0.10	-	0.031	0.095	0.000	0.013
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.014
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.014
			0.09	-	0.03	0.092	0.000	0.014
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.014
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.015
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.015
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.015
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.015
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.015
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.015
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.015
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.015

muka air	2	m	$\gamma_{\text{timb.}}$	1.85	t/m <sup>3</sup>	B1	1268	m												
Htimb	11	m	lebar	2550	m	B2	22	m												
Depth			Jenis Tanah	NSPT	z	e	$\gamma_{\text{sat}}$	$\gamma_{\text{timb.}}$	Cc	Cs	$\sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'_c$ (t/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	qtimbunan	$\Delta p$	$\Delta p + \sigma'_o$ (t/m <sup>2</sup> )	Sc	Sc - cum (m)	
0	-	1	Silt	4	0.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	0.35	2.35	0.0004	89.9774	20.35	20.35	20.70	0.373	0.37	
1	-	2	Silt	4	1.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.05	3.05	0.0012	89.9322	20.35	20.35	21.40	0.320	0.69	
2	-	3	Silt	4	2.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	1.75	3.75	0.0019	89.8870	20.35	20.35	22.10	0.287	0.98	
3	-	4	Silt	4	3.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	2.45	4.45	0.0027	89.8418	20.35	20.35	22.80	0.262	1.24	
4	-	5	Silt	4	4.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.15	5.15	0.0035	89.7967	20.35	20.35	23.50	0.242	1.49	
5	-	6	Silt	4	5.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	3.85	5.85	0.0042	89.7515	20.35	20.35	24.20	0.226	1.71	
6	-	7	Silt	4	6.5	1.42	1.70	1.85	0.85	0.12	4.55	6.55	0.0050	89.7063	20.35	20.35	24.90	0.212	1.92	
7	-	8	Silt	3	7.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.20	7.20	0.0058	89.6611	20.35	20.35	25.55	0.206	2.13	
8	-	9	Silt	3	8.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	5.80	7.80	0.0065	89.6159	20.35	20.35	26.15	0.197	2.33	
9	-	10	Silt	3	9.5	1.85	1.60	1.85	1.03	0.15	6.40	8.40	0.0073	89.5707	20.35	20.35	26.75	0.188	2.51	
10	-	11	Silt	10	10.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	7.15	9.15	0.0081	89.5256	20.35	20.35	27.50	0.173	2.69	
11	-	12	Silt	10	11.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.05	10.05	0.0089	89.4804	20.35	20.34999	28.40	0.163	2.85	
12	-	13	Silt	10	12.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	8.95	10.95	0.0096	89.4352	20.35	20.34999	29.30	0.154	3.00	
13	-	14	Silt	10	13.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	9.85	11.85	0.0104	89.3900	20.35	20.34999	30.20	0.146	3.15	
14	-	15	Silt	10	14.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	10.75	12.75	0.0112	89.3448	20.35	20.34999	31.10	0.139	3.29	
15	-	16	Silt	10	15.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	11.65	13.65	0.0119	89.2997	20.35	20.34998	32.00	0.133	3.42	
16	-	17	Silt	10	16.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	12.55	14.55	0.0127	89.2545	20.35	20.34998	32.90	0.127	3.55	
17	-	18	Silt	10	17.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	13.45	15.45	0.0135	89.2093	20.35	20.34998	33.80	0.122	3.67	
18	-	19	Silt	10	18.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	14.35	16.35	0.0143	89.1641	20.35	20.34997	34.70	0.117	3.79	
19	-	20	Silt	10	19.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	15.25	17.25	0.0150	89.1189	20.35	20.34997	35.60	0.113	3.90	
20	-	21	Silt	10	20.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	16.15	18.15	0.0158	89.0738	20.35	20.34996	36.50	0.109	4.01	
21	-	22	Silt	10	21.5	0.89	1.90	1.85	0.66	0.09	17.05	19.05	0.0166	89.0286	20.35	20.34996	37.40	0.105	4.12	

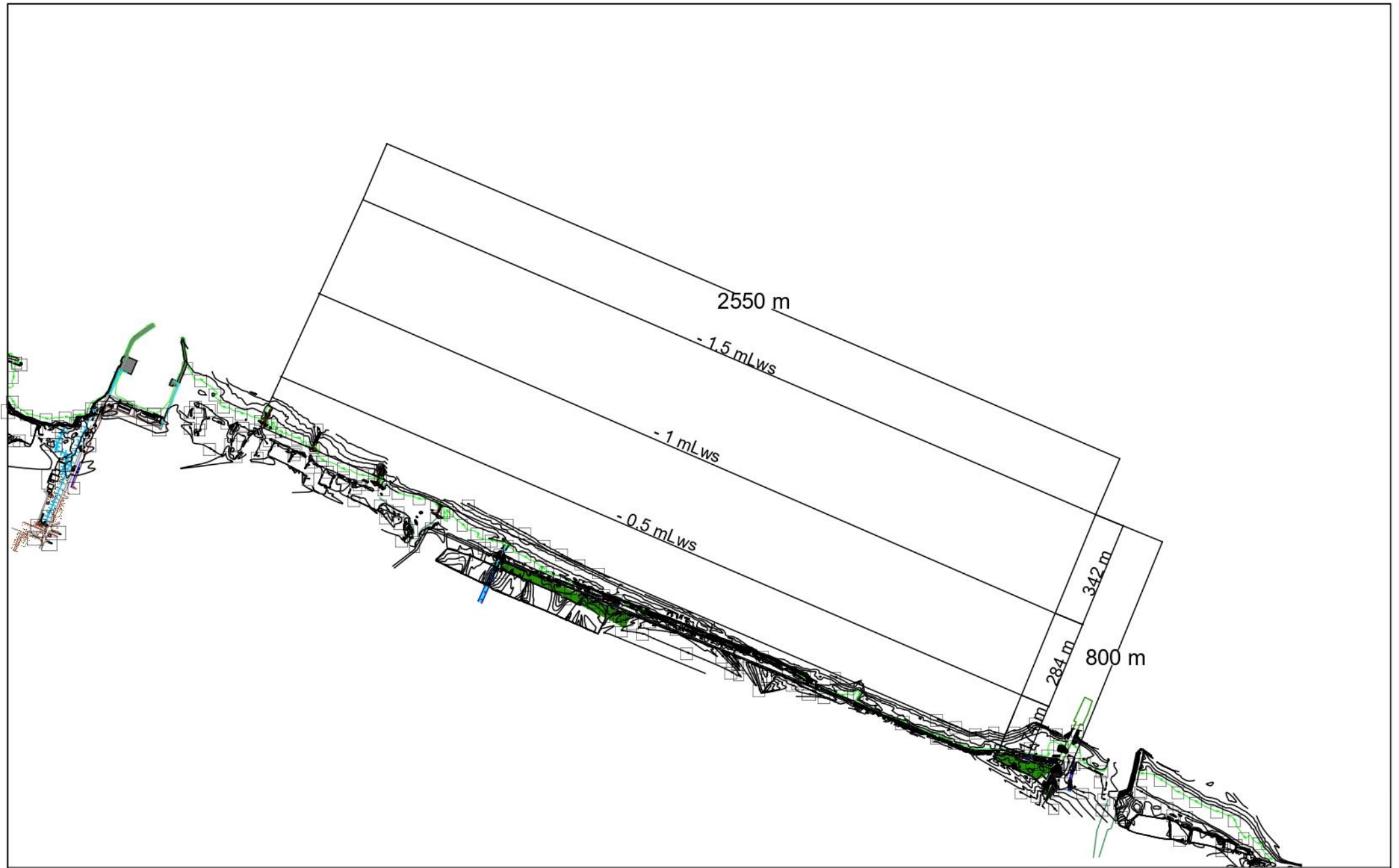


Pavement								
$Q_{\text{pavement}}$	0.77	$t/m^2$	$m = x/z$	$n = y/z$	$I_{\text{pavement}}$	$\Delta\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$Sc_{\text{pavement}}$ (m)	Sckumulatif
$h_{\text{pavement}}$	0.35	m	0.15	-	0.049	0.151	0.008	0.008
$Y_{\text{pavement}}$	2.2	$t/m^3$	0.14	-	0.047	0.145	0.003	0.011
$L_{\text{pavement}}$	3.5	m	0.13	-	0.042	0.129	0.002	0.012
			0.12	-	0.040	0.123	0.001	0.013
			0.11	-	0.039	0.120	0.001	0.014
			0.11	-	0.039	0.120	0.001	0.015
			0.10	-	0.031	0.095	0.000	0.015
			0.09	-	0.030	0.092	0.000	0.016
			0.09	-	0.030	0.092	0.000	0.016
			0.09	-	0.030	0.092	0.000	0.016
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.017
			0.08	-	0.029	0.089	0.000	0.017
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.017
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.017
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.017
			0.07	-	0.027	0.083	0.000	0.017
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.018
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.018
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.018
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.018
			0.06	-	0.016	0.049	0.000	0.018

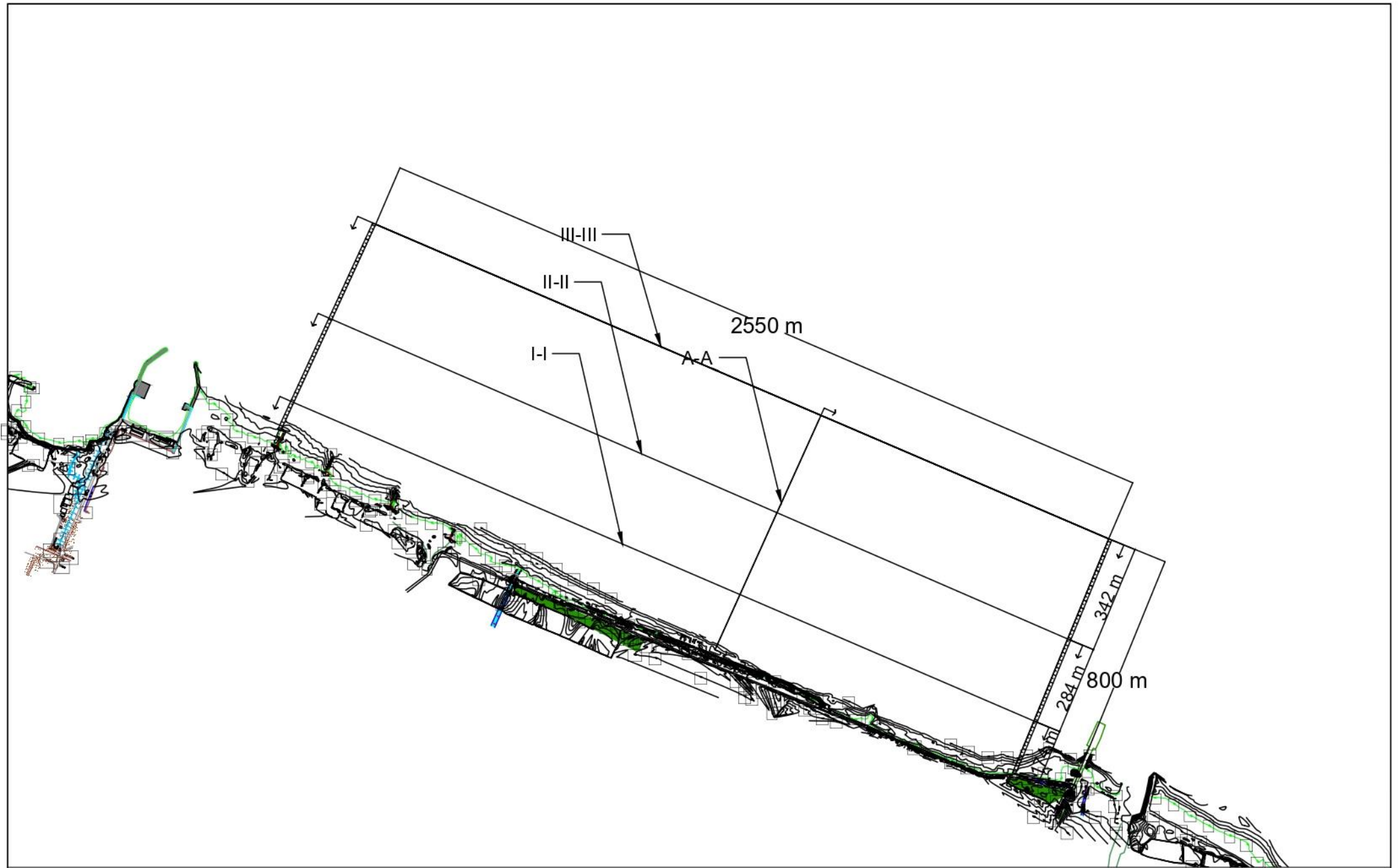
**LAMPIRAN 12**  
**BILL OF QUANTITY**

<b>BILL OF QUANTITY</b>			
<b>NO</b>	<b>URAIAN PEKERJAAN</b>	<b>SATUAN</b>	<b>VOLUME</b>
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>		
1.1	A. PEKERJAAN PERSIAPAN	$m^2$	2040000
1.2	Pekerjaan Pengukuran dan Pasangan Bouwplank	m'	2550
1.3	Pekerjaan Pemasangan <i>Sand Bag</i>	$m^3$	80676
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>		
2.1	Urugan Tanah Zona 1 (elevasi <i>seabed</i> -0.5 m)	$m^3$	2288605
2.2	Urugan Tanah Zona 2 (elevasi <i>seabed</i> -1 m)	$m^3$	4287988
2.3	Urugan Tanah Zona 3 (elevasi <i>seabed</i> -1.5 m)	$m^3$	5809058
2.4	Pekerjaan Pemasangan PVD (S = 1.1 m)	m'	25500
2.5	Pekerjaan Pemasangan PVD (S = 1.2 m)	m'	23375
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Perkuatan</b>		
3.1	Pekerjaan Pemasangan <i>Micropile</i>	bh	7420
3.2	Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Pipe Pile</i>	bh	627
3.3	Pekerjaan Pemasangan <i>Geotextile</i>	m'	28736
3.4	Pekerjaan Pemasangan <i>Armour Layer</i>	$m^3$	52704
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Jalan</b>		
4.1	Pekerjaan Perkerasan (t = 650 mm)	$m^3$	3640
<b>5</b>	<b>Pekerjaan <i>Box Culvert</i></b>		
5.1	Pekerjaan Pengecoran	m'	714
5.2	Pekerjaan Penulangan D13	kg	383

**LAMPIRAN 13**  
**GAMBAR TEKNIK**

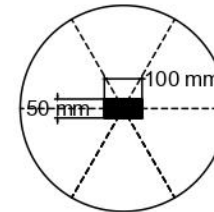


<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI NIP. 195503291980031002 Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT NIP. 197701222005012002	MADE ADHITYA YASA NRP. 03111540000051	RESTORASI KILANG PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA BALONGAN	DESAIN LAYOUT AREA RESTORASI SKALA 1:1000	1	7



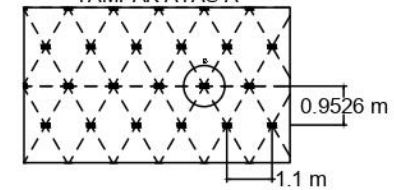
<p><b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL</p>	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	TUGAS AKHIR	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI NIP. 195503291980031002 Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT NIP. 197701222005012002	MADE ADHITYA YASA NRP. 03111540000051	RESTORASI KILANG PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA BALONGAN	DESAIN LAYOUT STRUKTUR PENAHAN TANAH DAN SHORE PROTECTION SKALA 1:1000	2	7

### DETAIL B

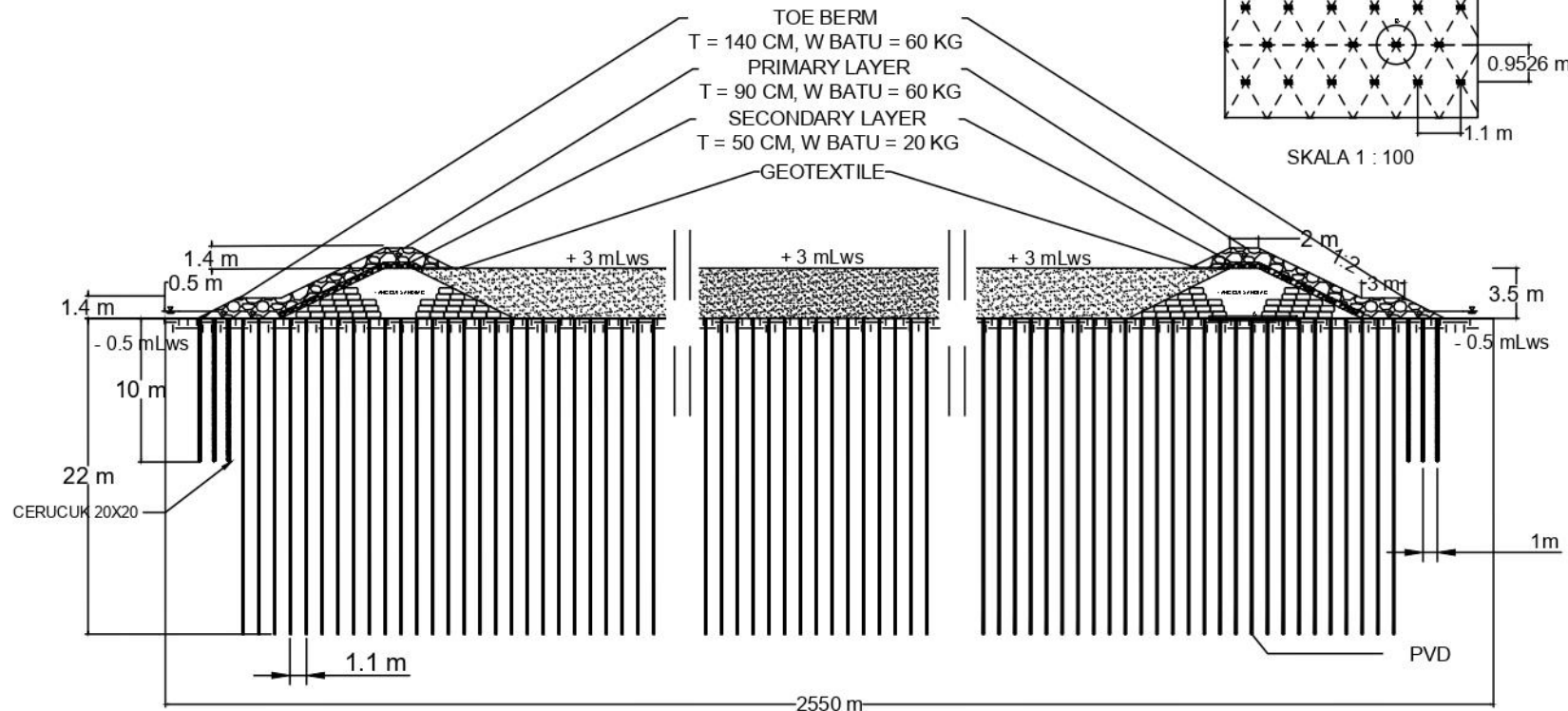


SKALA 1 : 20

### TAMPAK ATAS A



SKALA 1 : 100



**INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN  
KEBUMIHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

**TUGAS AKHIR**

DOSEN PEMBIMBING

PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI  
NIP. 195503291980031002  
Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT  
NIP. 197701222005012002

NAMA MAHASISWA

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 03111540000051

PROYEK

RESTORASI KILANG  
PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA  
BALONGAN

KETERANGAN

POTONGAN MEMANJANG I-I  
SKALA 1:500

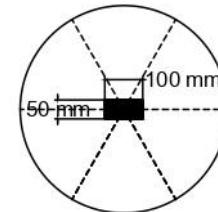
NO.GBR

3

JML.GBR

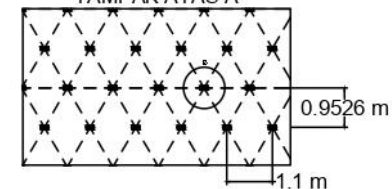
7

### DETAIL B

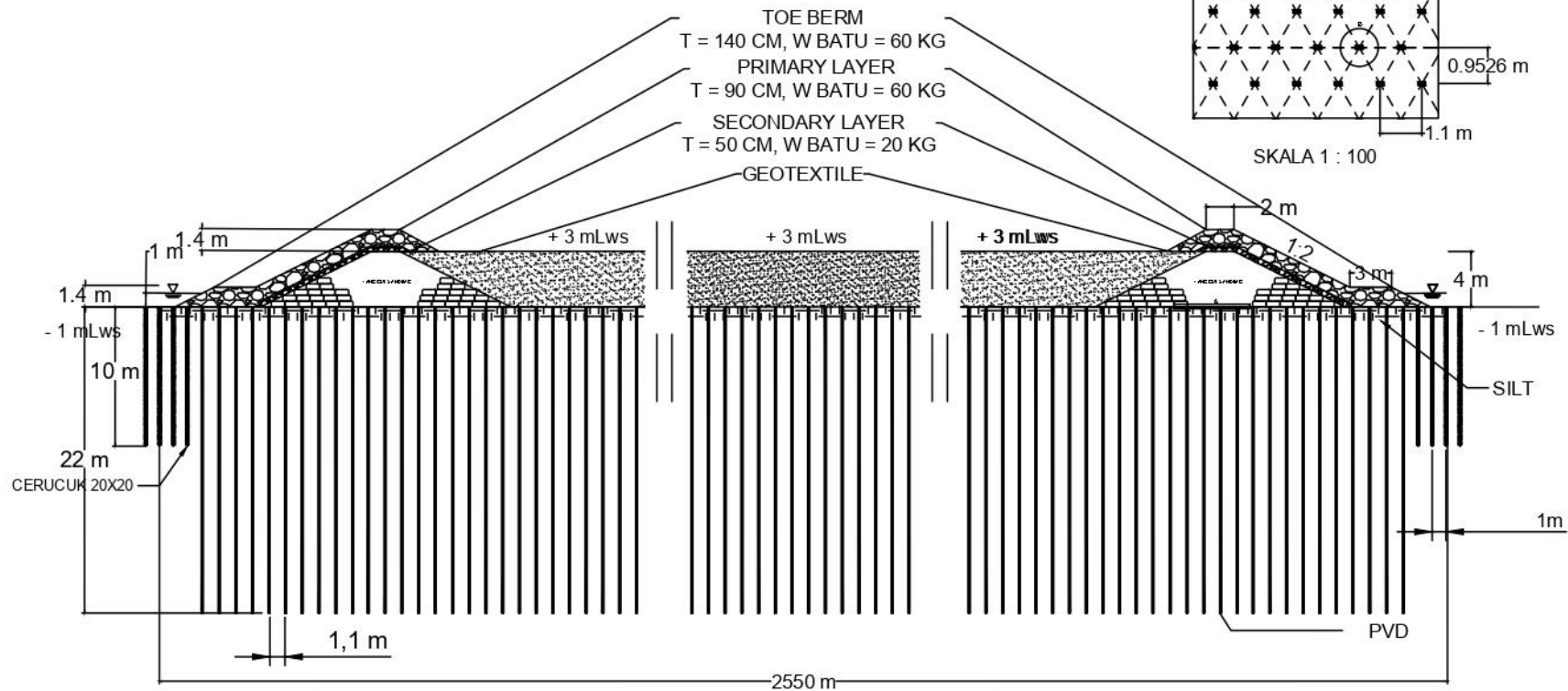


SKALA 1 : 20

### TAMPAK ATAS A



SKALA 1 : 100



**INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN  
KEBUMIHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS**

**TUGAS AKHIR**

**DOSEN PEMBIMBING**

PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI  
NIP. 195503291980031002  
Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT  
NIP. 197701222005012002

**NAMA MAHASISWA**

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 03111540000051

**PROYEK**

RESTORASI KILANG  
PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA  
BALONGAN

**KETERANGAN**

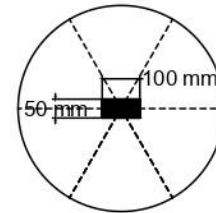
POTONGAN MEMANJANG II-II  
SKALA 1:500

**NO.GBR**

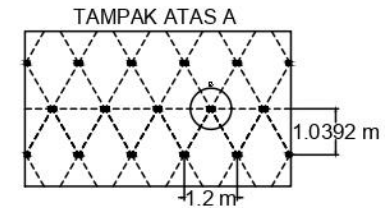
4

**JML.GBR**

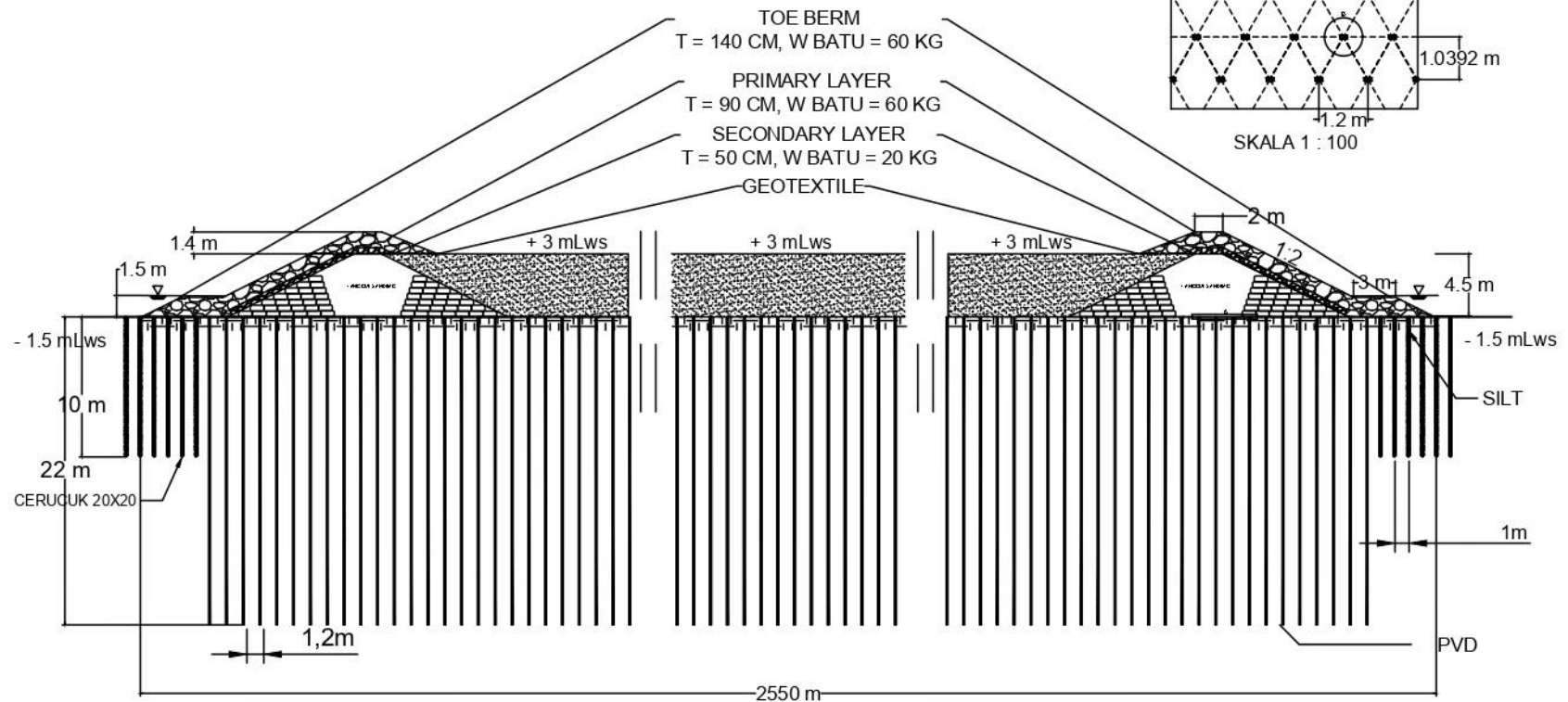
7



SKALA 1 : 20



SKALA 1 : 100



**INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN  
KEBUMIHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS

**TUGAS AKHIR**

DOSEN PEMBIMBING

PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI  
NIP 195503291980031002  
Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT  
NIP 197701222005012002

NAMA MAHASISWA

MADE ADHITYA YASA  
NRP. 03111540000051

PROYEK

RESTORASI KILANG  
PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA  
BALONGAN

KETERANGAN

POTONGAN MEMANJANG III-III  
SKALA 1:500

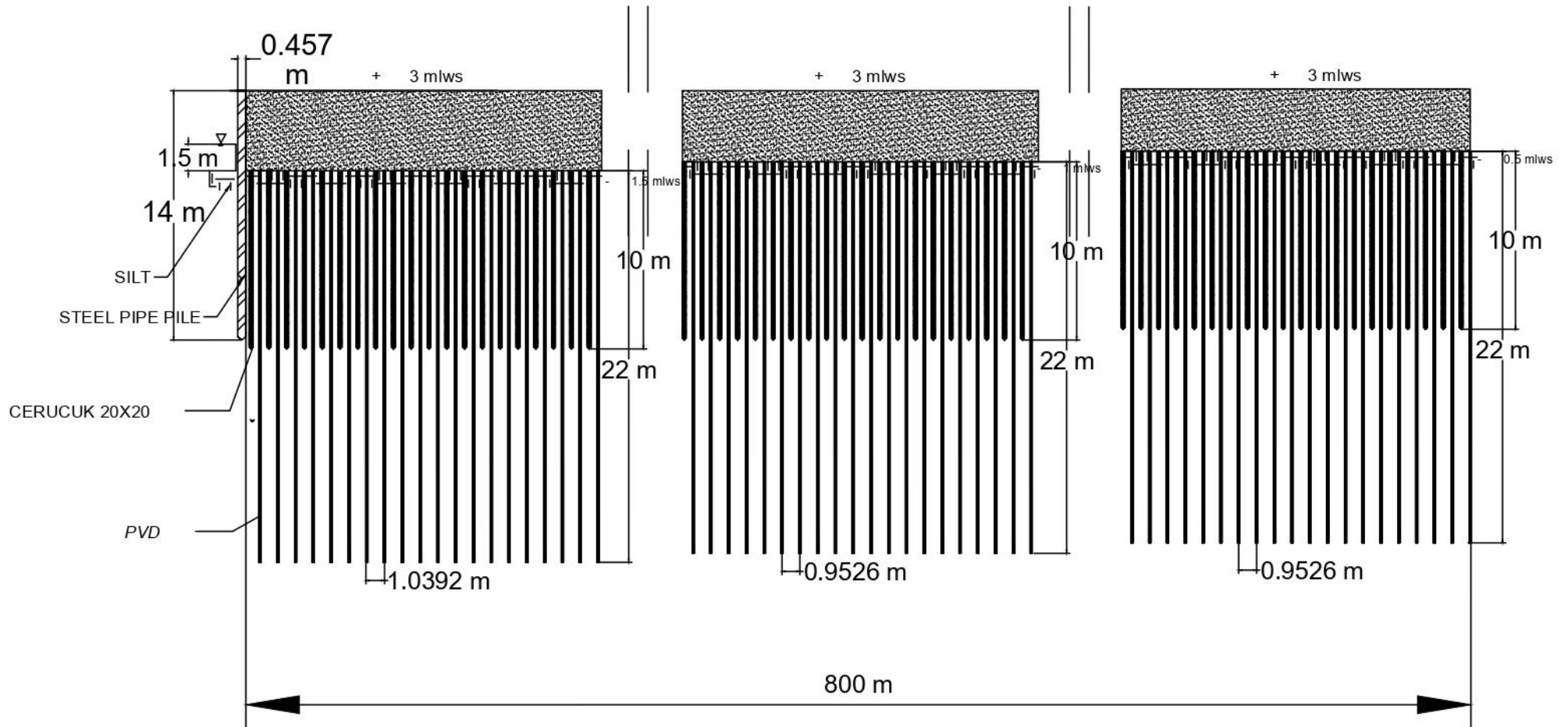
NO.GBR


5

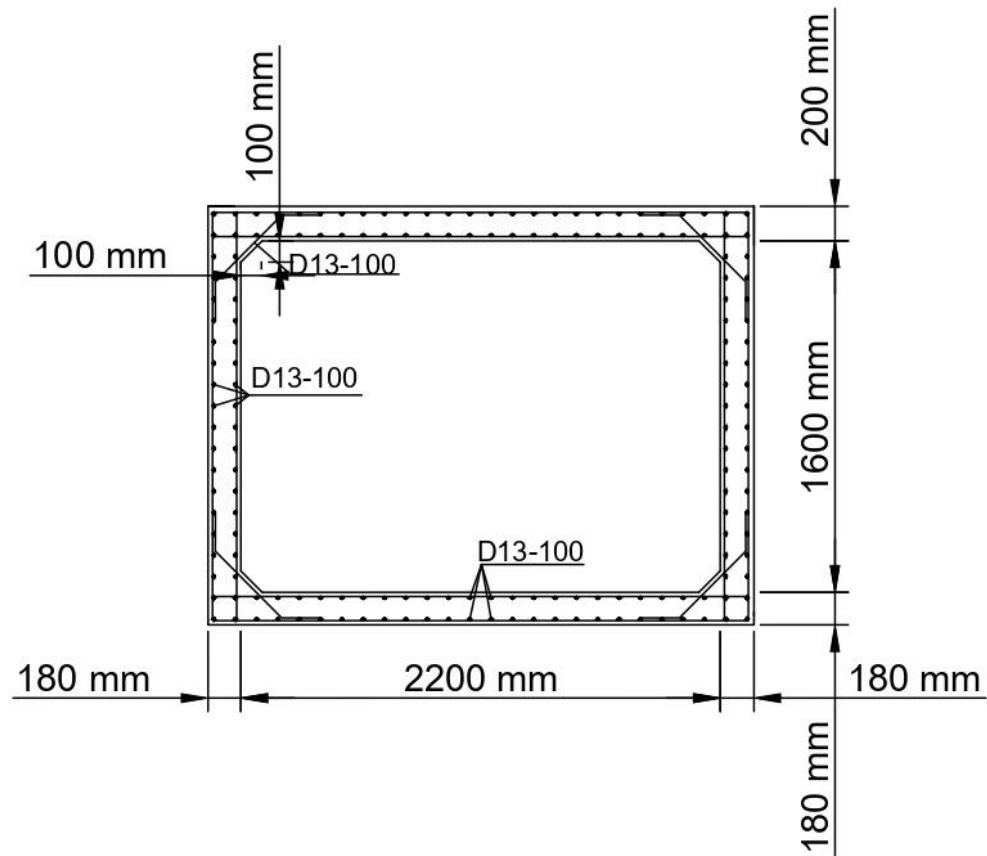
JML.GBR

7





 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
	<b>TUGAS AKHIR</b>	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI NIP. 195503291980031002 Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT NIP. 197701222005012002	MADE ADHITYA YASA NRP. 03111540000051	RESTORASI KILANG PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA BALONGAN	POTONGAN MELINTANG A-A SKALA 1:500	6	7



**INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN  
KEBUMIHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS	DOSEN PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA	PROYEK	KETERANGAN	NO.GBR	JML.GBR
<b>TUGAS AKHIR</b>	PROF. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI NIP. 195503291980031002 Dr. YUDHI LASTIASIH, ST, MT NIP. 197701222005012002	MADE ADHITYA YASA NRP. 0311154000051	RESTORASI KILANG PETROKIMIA RU-VI PERTAMINA BALONGAN	DETAIL PENULANGAN BOX CULVERT SKALA 1:500	7	7



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukulilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.
NAMA MAHASISWA	: Made Adhitya Yasa
NRP	: 03111540000051
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Restorasi Pengembalian Garis Pantai Pada Kilang Petrokimia RU-VI Pertamina Balongan
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14648

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	1/3/19	Mengkorelasikan data, memperolehd data Cc, Cs, Cv.		JA
2.	13/3/19	Mengelompokan data berdasarkan jenis ayakan		JA
3.	18/3/19	Menghitung Cu rata-rata, $\sigma_0$ , $\sigma_c$ .		JA
4.	20/3/19	Merata-ratakan data tanah yang ada, mengkorelankan data dengan tabel Biarez untuk Isar. Mendapatkan Hinihal dan Settlement		JA
5.	25/3/19	Menghitung Henti dengan rumus serta waktu pemampasan yang terjadi		JA
6.	28/3/19	Input timbunan ke dalam XSTABL dengan ketinggian berbeda setiap zona		JA
7.	1/4/19	Perencanaan PVD dengan jarak 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ; dan 0,9 dan timbunan bertahap		JA
8.	5/4/19	perbaikan pada penningan timbunan bertahap setiap zona		JA
9.	10/4/19	hasil peningkaran Cu dari timbunan bertahap dan PVD		JA
10.	17/4/19	Koreksi pengerjaan peningkaran Cu		JA
11.	22/4/19	Koreksi PVD dan peningkaran Cu unnk kedalaman tanah dasar		JA
12.	1/5/19	Perencanaan cervuk dan hirap		JA
13.	6/5/19	Koreksi XSTABL unnk perencanaan cervuk dan kedalaman turap		JA






Form AK/TA-04  
rev01

**PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS**  
**LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)**  
Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



<b>NAMA PEMBIMBING</b>	: Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
<b>NAMA MAHASISWA</b>	: Made Adhitya Yasa
<b>NRP</b>	: 03111540000051
<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	: Perencanaan Restorasi Pengembalian Garis Pantai Pada Kilang Petrokimia RU-VI Pertamina Balongan
<b>TANGGAL PROPOSAL</b>	: 9 Januari 2019
<b>NO. SP-MMTA</b>	: 14648

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	22/5/19	Tugas Akhir dalam bentuk laporan		
2	24/5/19	Revisi BAB I, II, dan III beserta gambar		



## BIODATA PENULIS



Made Adhitya Yasa,  
Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 9 Maret 1997, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Strada Nawar, SDK Strada Nawar, SMPN 9 Jakarta, dan SMAS Taruna Nusantara Magelang. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan Pendidikan program sarjana (S1) di Departemen Teknik Sipil FTSLK Institut Teknologi Sepuluh

Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2015 melalui jalur undangan dan terdaftar dengan NRP 03111540000051. Penulis pernah aktif dalam berbagai kegiatan baik tingkat jurusan, fakultas, universitas maupun nasional seperti Civil Expo ITS, ITS Expo, dsb. Penulis juga aktif mengikuti beberapa pelatihan pengembangan diri dan keprofesian seperti LKMM Pra TD, PKTI, Pelatihan AutoCAD, dsb. Selain itu, penulis juga pernah aktif pada organisasi dalam kampus ITS yaitu UKM Fotografi dengan menjabat sebagai Kepala Divisi Hunting (2016 – 2017). Segala kritik dan saran bagi penulis dapat dihubungi melalui email: [adhityasa@icloud.com](mailto:adhityasa@icloud.com).