



**TUGAS AKHIR (RC-14-1501)**

# **PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH PADA OPRIT JEMBATAN SIRNOBOYO, PACITAN**

**CHOLIS CAHYO P**  
NRP 3110 100 115

Dosen Pembimbing  
Musta'in Arif, ST, MT  
Ir. Suwarno, M.Eng

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**FINAL PROJECT (RC-14-1501)**

**PLANNING SYSTEM STRENGTHENING  
EMBANKMENT ON LAND SIRNOBOYO BRIDGE,  
PACITAN**

**CHOLIS CAHYO P  
NRP 3110 100 115**

Supervisor  
Musta'in Arif, ST, MT  
Ir. Suwarno, M.Eng

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015

**PERENCANAAN SISTEM PERKUATAN TIMBUNAN  
TANAH PADA OPRIT JEMBATAN SIRNOBOYO,  
PACITAN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada**

**Bidang Studi Geoteknik**

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

**Oleh :**

**CHOLIS CAHYO PRAMBODO**

**Nrp. 3110 100 115**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**(Mustain Arif ST, MT)**

**NIP. 197003272005011001**

**(Ir. Suwarno, M.Eng.)**

**NIP. 195909271986031003**

**SURABAYA, Januari 2015**

**PERENCANAAN SISTEM PERKUATAN TIMBUNAN  
TANAH PADA OPRIT JEMBATAN SIRNOBOYO,  
PACITAN**

**Nama Mahasiswa** : Cholis Cahyo Prambodo  
**NRP** : 3110100115  
**Jurusan** : Teknik Sipil  
**Dosen Pembimbing 1** : Musta'in Arif, ST, MT  
**Dosen Pembimbing 2** : Ir. Suwarno, M.Eng

**ABSTRAK**

*Jawa Timur merupakan provinsi dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang paling tinggi di Indonesia. Untuk memaksimalkan pertumbuhan ekonomi perlu dibangun infrastruktur yang mendukung kegiatan ekonomi. Pada jalur lintas selatan telah dibuat jalur yang memenuhi standar, tetapi di daerah Sirnobojo masih terputus, karena belum dibangunnya jembatan.*

*Metode yang akan digunakan untuk melakukan perencanaan oprit jembatan ini adalah Geotextillewall dan atau menggunakan perkuatan sheet pile. Tetapi sebelum melakukan perkuatan harus dilakukan analisa terlebih dahulu terhadap tanah dasar dan timbunan yang akan direncanakan. Dalam perencanaan Jembatan Sirnobojo tersebut direncanakan menggunakan timbunan oprit  $\pm 8$  meter agar elevasi tanah dasar sama dengan elevasi pelat jembatan. Pada perencanaan timbunan oprit jembatan, diperlukan dinding penahan tanah yang kuat untuk menahan beban urugan oprit dan beban lalu lintas. Alternatif tipe dinding penahan tanah yang digunakan adalah kombinasi sheet*

*pile dengan geotextile, dan perkuatan tanah timbunan dengan menggunakan geotextile.*

*Pada tipe timbunan trapesium, sistem perkuatan tanah yang digunakan adalah menggunakan geotextile tipe UW-250 dengan kuat tarik maksimal sebesar 52 kN/m. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan geotextile sebesar Rp 227.040.000,00*

*Dari hasil analisa perhitungan perencanaan, direncanakan kombinasi antara sheet pile dan geotextile dengan tinggi konstruksi timbunan yang beragam. Tipe sheet pile yang digunakan adalah W-325 A 1000 sedangkan tipe geotextile yang digunakan adalah UW-250 dengan kuat tarik maksimal sebesar 52 kN/m. Total biaya yang dibutuhkan adalah Rp 3.183.590.000,00. Selain itu juga merencanakan abutment dengan ketinggian 10,5 meter dan lebar 11,5 meter. dengan menggunakan tiang pancang ang dipancang sedalam 16 meter dari permukaan tanah dan berjumlah 15 buah*

**Kata kunci : Oprit, Sheet pile, Geotextile**

**PLANNING SYSTEM STRENGTHENING  
EMBANKMENT ON LAND SIRNOBOYO BRIDGE,  
PACITAN**

**Nama Mahasiswa : Cholis Cahyo Prambodo**  
**NRP : 3110100115**  
**Jurusan : Teknik Sipil**  
**Dosen Pembimbing 1 : Musta'in Arif, ST, MT**  
**Dosen Pembimbing 2 : Ir. Suwarno, M.Eng**

**ABSTRACT**

*East Java is the Province with the level of the highest economic growth in Indonesia. To maximize the economic growth needed in building infrastructure that supports economic activity. at the traffic lane south have made path that meet the standards, but in the area Sirnobojo still disconnected, because it has not built a bridge.*

*The method using for planning oprit this bridge is geotextile wall and or using reinforcement sheetpile . but before retrofitting should be analyzed prior to the subgrade and embankment to be planned. In planning Sirnobojo Bridge is planned to use a heap oprit  $\pm 8$  meters order subgrade elevation equal to the elevation of the bridge plate. In planning oprit bridge piles. Needed a strong retaining wall to hold the load of embankment and traffic load. Alternative types of retaining wall used is combination of sheetpile with geotextile and soil embankment reinforcement using geotextille .*

*In type trapezoidal embankment, soil reinforcement system used is using geotextile type UW-250 with a maximum tensile strength of 52 kN / m and mounted on each STA.*

*In type trapezoidal embankment, soil reinforcement system used is using geotextile type UW-250 with a maximum tensile strength of 52 kN / m and mounted on each STA. The amount needed for planning geotextile Rp 227,040,000.00 From the analysis, planning calculations, the planned combination of sheet pile and geotextile with diverse high embankment construction. Type of sheet pile used is W-325 A 1000 and using geotextile UW-250 with a maximum tensile strength of 52 kN / m. The amount needed is Rp 3,183,590,000.00. It is also planning abutment with a height of 10.5 meters and a width of 11.5 meter.dengan use dipancang deep pile 16 meters from ground level and amounted to 15 pieces*

**Keywords : Oprit, Sheet pile, Geotextile**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Alloh SWT oleh kebaikan dan anugerah-Nya lah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Tugas Akhir yang berjudul Perencanaan Sistem Perkuatan Timbunan Tanah Pada Oprit Jembatan Simoboyo, Pacitan.

Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pekerjaan laporan Tugas Akhir ini hingga dapat diselesaikan, antara lain kepada :

1. Bapak. Musta'in Arif ST, MT selaku dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS dan dosen pembimbing yang telah menolong, mengarahkan, dan membimbing saya dalam membuat Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Suwarno, M.Eng selaku dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS dan dosen pembimbing yang telah menolong, mengarahkan dan membimbing saya dalam membuat Laporan Tugas Akhir ini.
3. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk dapat memberikan semangat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Dimas, Arga, Tomi serta teman-teman 2010 yang memberi semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini

Surabaya, Desember 2014

Penulis





## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Abstrak .....	iii
<i>Abstract</i> .....	v
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Lokasi .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pemampatan Tanah .....	5
2.1.1 Penurunan Segera (Si) .....	5
2.1.2 Penurunan Konsolidasi .....	5
2.2 Pemampatan Segera/ <i>Immediate Settlement</i> .....	5
2.3 Tinggi Timbunan .....	8
2.4 Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i> .....	8
2.5 <i>Internal Stability</i> .....	8
2.6 Perhitungan Sheet Pile .....	15
2.7 Pemberian Timbunan Secara Bertahap .....	17
2.8 Tekanan Tanah Lateral .....	17
2.9 Tekanan Tanah Lateral Saat Diam .....	18
2.10 Tekanan Tanah Aktif .....	18
2.11 Tekanan Tanah Pasif .....	18
2.12 Koefisien Tekanan Tanah Menurut Teori Rankine .....	18
2.13 Tipe Dinding Turap ( <i>Cantilever Wall</i> ) .....	19
2.14 Daya Dukung Tiang Pondasi Dalam .....	20

2.15 Grup Tiang Pondasi Dalam .....	21
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>25</b>
3.1 Umum .....	25
3.2 Alur Pekerjaan .....	26
3.3 Studi Literatur .....	28
3.4 input data lapangan .....	28
3.5 Perhitungan Beban .....	28
3.6 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan.....	29
3.7 Perencanaan Retaining Wall .....	29
3.8 Perencanaan Timbunan Bebas .....	29
3.9 Cek Daya Dukung dan Stabilitas .....	40
3.10 Kesimpulan .....	40
<b>BAB IV DATA DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>31</b>
4.1 Data Tanah .....	31
4.2 Lokasi .....	33
4.3 Data Tanah Timbunan.....	33
4.4 Data Tanah Dasar .....	34
4.5 Potongan Melintang dan Memanjang Oprit di Setiap titik Stationing .....	35
4.6 Data Spesifikasi Bahan.....	38
<b>BAB V PERHITUNGAN OPRIT TIMBUNAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Perhitungan Beban .....	39
5.2 Perhitungan Besar Konsolidasi .....	39
5.3 Perhitungan Tinggi Awal .....	41
5.4 Perhitungan Waktu Konsolidasi.....	41
5.5 Perencanaan Timbunan Bertahap.....	42
5.6 Perencanaan Geotextile.....	43
5.6.1 Perhitungan Kebutuhan Geotextille .....	43
5.6.2 Internal Stability .....	43
5.6.3 Overall Stability .....	45

5.7 Perencanaan Kombinasi Geotextille dan Sheet pile...	53
5.8 Kontrol Stabilitas internal .....	53
5.9 Perencanaan Kombinasi Sheet Pile .....	60
5.10 Perencanaan Sheet Pile Beton .....	60
5.11 Perencanaan Abutment .....	73
5.11.1 Pembebanan .....	73
5.11.2 Desain Abutment .....	79
5.11.3 Perencanaan Tiang Pancang .....	87
<b>BAB VI ANALISA BIAYA PENYEDIAAN BAHAN</b>	
<b>MATERIAL</b> .....	99
6.1 Biaya bahan Untuk Geotextille Timbunan Trapesium .....	99
6.2 Biaya Bahan Untuk Kombinasi Sheeppile-Geotextile .....	99
6.2 Biaya Bahan Untuk Abutment .....	100
<b>BAB VII KESIMPULAN</b> .....	101
7.1 Kesimpulan .....	101
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	103



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Modulus Young..... 6
Tabel 2.2	Nilai Faktor Geotekstil..... 13
Tabel 2.3	Base coefficient..... 21
Tabel 2.4	Shaft coefficient..... 21
Tabel 4.1	Korelasi N-Spt dengan nilai $\gamma$ ..... 31
Tabel 4.2	Data Tanah Dasar..... 32
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Besar Pemampatan..... 40
Tabel 5.2	Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi ..... 41
Tabel 5.3	Kebutuhan Geotextile..... 48
Tabel 5.4	Panjang Geotextile di depan bidang longsor ..... 49
Tabel 5.5	Kebutuhan Geotextile H = 8 m..... 50
Tabel 5.6	Kebutuhan Geotextile H = 6 m..... 51
Tabel 5.7	Kebutuhan Panjang Geotextile H = 8m..... 52
Tabel 5.8	Kebutuhan Panjang Geotextile H = 6m..... 53
Tabel 5.9	Tabel Faktor Reduksi..... 54
Tabel 5.10	Kebutuhan Panjang Geotextile..... 59
Tabel 5.11	Tipe dan Kebutuhan Sheetpile..... 52
Tabel 5.12	Momen Akibat Beban Timbunan..... 82
Tabel 5.13	Perhitungan Gaya Gempa Memanjang..... 83
Tabel 5.14	Perhitungan Gaya Gempa Melintang..... 84
Tabel 5.15	Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja..... 85
Tabel 5.16	Perhitungan Rekapitulasi Beban Yang Terjadi ..... 85
Tabel 5.17	Daftar Nilai K..... 86
Tabel 5.18	Kontrol Guling Abutment..... 86
Tabel 5.19	Kontrol Geser Arah Abutment..... 87

Tabel 5.20	Jumlah Minimum Tiang Pancang.....	87
Tabel 5.21	Harga Pmax dan Pmin Tiap Kombinasi Beban Arah x .....	88
Tabel 5.22	Kontrol Tiang Arah X.....	90
Tabel 5.23	Harga Pmax dan Pmin Tiap Kombinasi Beban Arah Y .....	89
Tabel 5.24	Kontrol Tiang Arah Y.....	91
Tabel 6.1	Analisa Biaya Material Geotextile.....	99
Tabel 6.2	Analisa Biaya Material Sheetpile-Geotextile .....	100
Tabel 6.3	Analisa Biaya Abutment.....	100

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan Proyek.....	4
Gambar 2.1 Grafik Influence Factor (NAVFAC DM-7, 1970) untuk beban trapesium Kuva Pasang Surut .....	7
Gambar 2.2 Grafik Influence Factor (NAVFAC DM-7, 1970) untuk beban segiempat.....	7
Gambar 2.3 Gaya-gaya yang bekerja pada internal stability .....	9
Gambar 2.4 Gaya-gaya yang Bekerja Pada Foundation Stability .....	10
Gambar 2.5 gaya Tarik Pada Geotextile Pada Overall Stability .....	11
Gambar 2.6 Tekanan Tanah Pada <i>Sheetpile</i> .....	15
Gambar 2.7 Pemberian Preloading Secara Bertahap .....	17
Gambar 2.8 Repartisi Beban yang Bekerja Diatas Kelompok Tiang Pondasi .....	23
Gambar 4.1 lokasi Perencanaan Oprit .....	32
Gambar 4.2 Potongan Memanjang Oprit Dengan Berbagai Tinggi Akhir yang Ditinjau .....	34
Gambar 4.3 Potongan Melintang Trapesium H = 8 m ...	34
Gambar 4.4 Potongan Melintang Trapesium H = 6 m ...	35
Gambar 4.5 Potongan Melintang Trapesium H = 4 m ...	35
Gambar 4.6 Potongan Melintang Trapesium H = 2 m ...	35
Gambar 4.7 Potongan Melintang Tegak H = 8 m .....	36
Gambar 4.8 Potongan Melintang Tegak H = 6 m .....	36
Gambar 4.9 Potongan Melintang Tegak H = 4 m .....	36
Gambar 4.10 Potongan Melintang Tegak H = 2m .....	37



Gambar 5.1	Potongan Melintang Konstruksi Oprit dengan timbunan Trapesium .....	41
Gambar 5.2	Timbunan dan Garis Kelongsoran .....	45
Gambar 5.3	Pemasangan Geotextile .....	51
Gambar 5.4	Gambar Tegangan Tanah Pada $H = 8$ m.....	61
Gambar 5.5	Gambar Tegangan Tanah Pada $H = 6$ m.....	64
Gambar 5.6	Gambar Tegangan Tanah Pada $H = 4$ m.....	67
Gambar 5.7	Gambar Tegangan Tanah Pada $H = 2$ m.....	70
Gambar 5.8	Pembagian luasan Abutment Untuk perhitungan Berat Sendiri Abutment.....	79
Gambar 5.9	Distribusi Tegangan Tanah Lateral .....	81
Gambar 5.10	Gambar Pola Pemasangan Tiang Pancang .	88



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pulau Jawa terutama provinsi Jawa Timur, merupakan kawasan yang termasuk dalam kelompok kawasan yang telah berkembang di Indonesia, merupakan wilayah dengan pertumbuhan ekonomi yang sangat pesat dan potensial. data pertumbuhan ekonomi Jatim dari 2009 sampai 2012 mencapai 7,27%, tetapi pada triwulan ke tiga 2013 mencapai 6,49%. Sesuai prediksi Bank Indonesia Jatim pada akhir 2013 masih bisa mencapai 7,00%. Jika dibandingkan, pertumbuhan ekonomi akhir 2012 secara nasional sebesar 6,23% dan Jatim sebesar 7,27%, ini membuktikan pertumbuhan ekonomi Jatim masih tertinggi secara nasional. Sedangkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) tahun 2012 mencapai 1001,72 T rupiah dan triwulan tiga 2013 sebesar 841,37 T rupiah(*sumber: <http://birohumas.jatimprov.go.id>*)

Untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di pulau Jawa, terutama pada provinsi Jawa Timur sangat dibutuhkan infrastruktur dalam bidang transportasi. provinsi Jawa Timur sudah memiliki dua jaringan di utara dan selatan. Tetapi kondisi jalan di lapangan tidak sama baiknya. Hal ini menyebabkan tidak meratanya pengguna jalan, dimana pengguna jalur lintas utara lebih banyak daripada pengguna jalur lintas selatan. Sehingga menyebabkan tidak meratanya pertumbuhan ekonomi antara Jawa Timur bagian utara dan bagian selatan. Untuk mencapai pemerataan perlu adanya peningkatan infrastruktur pada jalur lintas selatan. Salah satu masalah yang dihadapi adalah tidak tersambunganya jalur pada jalur Sironboyo-Ploso.

Sehingga diperlukan jembatan yang menghubungkan dua jalur tersebut.

Dalam perencanaan jembatan Sirnobojo Pacitan tersebut direncanakan menggunakan timbunan oprit. Karena dalam pembuatannya timbunan oprit membutuhkan biaya yang lebih murah dari pada menggunakan pilar.

Dalam perencanaan oprit juga perlu dipertimbangkan pembuatan abutmen untuk menahan timbunan tanah urukan. Dalam perencanaan kestabilan oprit perlu diperhatikan kondisi kestabilan tanah dasar.

Dalam tugas akhir ini akan menyarankan metode perbaikan tanah pada timbunan oprit tanah agar timbunan stabil dan tanah dasarnya tidak longsor setelah mendapatkan beban dari jembatan dan kendaraan yang melewatinya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, masalah perencanaan yang harus di selesaikan adalah:

Bagaimana rancangan timbunan oprit jembatan yang sesuai agar stabil dan tidak longsor, sedang rincian yang akan dibahas adalah

1. Berapa H initial yang direncanakan untuk mendapatkan tinggi timbunan yang sesuai dengan perencanaan ?
2. Bagaimana kestabilan timbunan trapesium ?
3. Bagaimanakah desain timbunan trapesium menggunakan perkuatan *geotextile* ?
4. Bagaimana desain timbunan tegak menggunakan kombinasi *sheetpile-geotextile*?
5. Bagaimanakah dimensi abutment oprit jembatan dan kebutuhan tiang pancangnya ?

### 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah merencanakan alternatif tipe dinding penahan tanah agar tidak terjadi kelongsoran dan merencanakan *abutment* oprit jembatan yang sesuai.

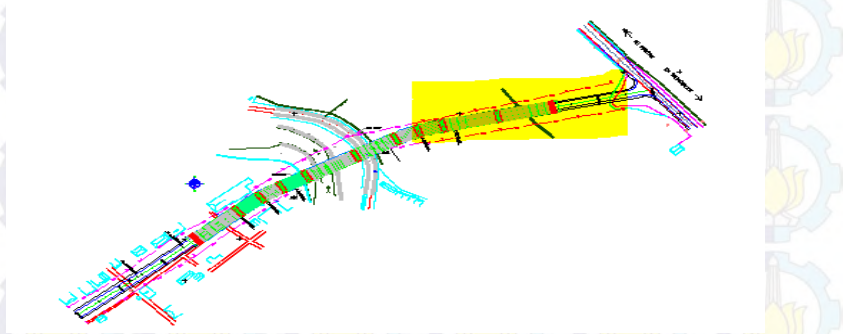
### 1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah

1. Tidak menghitung *upperstructure* jembatan
2. Hanya direncanakan pada salah satu sisi jembatan saja
3. Data yang digunakan adalah data yang berasal dari PT. ASIA HARDA
4. Tidak membahas perhitungan geometri jalan dan perkerasan baik pada jembatan ataupun pada kedua daerah pada sisi jembatan
5. Tidak merencanakan drainase jalan
6. Beban perkerasan jalan dan beban kendaraan dianggap sebagai beban terbagi rata
7. Tidak membahas metode pelaksanaan proyek

### 1.5 Lokasi

Lokasi yang menjadi bahasan dalam Tugas Akhir ini adalah timbunan pangkal jembatan Sirnobojo – Pacitan, pada Sta. 0+350 s/d 0+550.. Denah tampak atas disajikan dalam **Gambar 1.1.**



**Gambar 1.1.** Lokasi Perencanaan Proyek

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemampatan Tanah

Penambahan beban diatas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu:

1. Penurunan segera (*immediate settlement*) yaitu pemampatan dimana akibat perubahan bentuk elastis tanah tanpa perubahan kadar air. Tipe penurunan ini terjadi secara langsung begitu beban diberikan, selesai dalam waktu yang singkat. Dalam prakteknya sangat sulit memperkirakan besarnya penurunan ini. Hal ini tidak hanya karena tanah dalam kondisi alamnya tidak homogen dan anisotropis dengan modulus elastis yang tidak seragam, tetapi juga terdapat kesukaran dalam mengevaluasi kondisi tegangan dan regangan yang terjadi.
2. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) yaitu merupakan pemampatan yang disebabkan keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.

Penurunan total dari tanah yang berbutir halus adalah jumlah dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi.

### 2.2 Pemampatan Segera/ *Immediate Settlement* ( $S_i$ )

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

$$S_i = q \sum \frac{h_i}{E'_i} \quad [2.2]$$

Dimana:  $q$  = tegangan yang bekerja pada permukaan tanah  
 $h_i$  = tebal lapisan tanah ke-I  
 $E'_i$  = modulus Oedometrik pada lapisan ke-i.

Korelasi antara modulus Young dengan modulus Oedometrik dapat dilihat pada persamaan berikut:

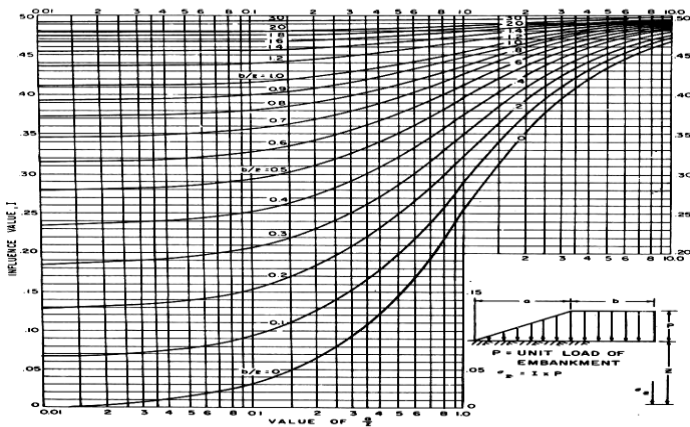
$$E = E' \left( 1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu} \right) \quad [2.3]$$

Dimana:  $E$  = nilai modulus Young  
 $E'$  = nilai modulus Oedometrik  
 $\mu$  = nilai koefisien Poisson

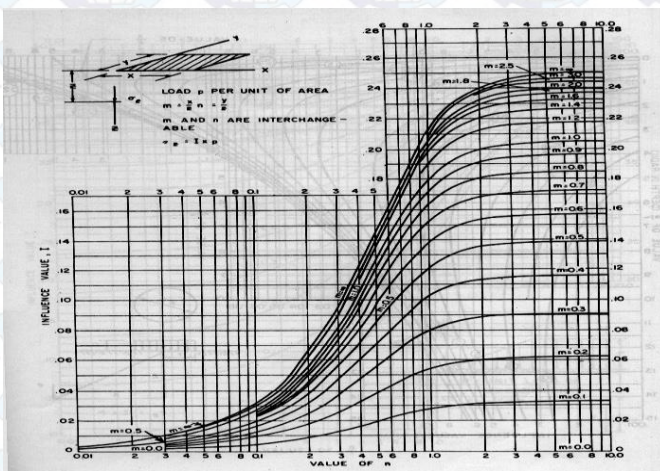
**Tabel. 2.1** Nilai Modulus Young dan Koefisien Poisson

Jenis Tanah	Modulus Young (E) (KN/m <sup>2</sup> )	Koefisien Poisson ( $\mu$ )
Lempung Lunak	1380 – 3450	0,15 -0,25
Lempung Keras	5865 – 13800	0,20 - 0,50
Pasir Lepas	10350 – 27600	0,20 - 0,40
Pasir Padat	34500 – 69000	0,25 - 0,45

(sumber : Giroud (1973) dalam Wahyudi (1997))



**Gambar 2.1** Grafik Influence Factor (NAVFAC DM-7, 1970) untuk beban trapesium.



**Gambar 2.2** Grafik Influence Factor (NAVFAC DM-7, 1970) untuk beban segiempat.



### 2.3 Tinggi Timbunan

Tinggi timbunan awal harus direncanakan sedemikian rupa agar setelah terjadi pemampatan pada tanah dasar, tinggi timbunan yang ada sesuai dengan tinggi timbunan yang diharapkan. Tinggi timbunan awal (dengan memperhatikan adanya settlement) dapat dihitung dengan persamaan :

$$H_{awal-i} = \frac{q_i + S_{ci}(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{sat}} \dots\dots\dots(2.8)$$

### 2.4 Perkuatan Tanah Dengan *Geotextile*

*Geotextile* merupakan salah satu jenis bahan *Geosynthesis* yang paling luas penggunaannya dalam bidang teknik sipil. Penggunaan *Geotextile* yang paling umum adalah sebagai berikut :

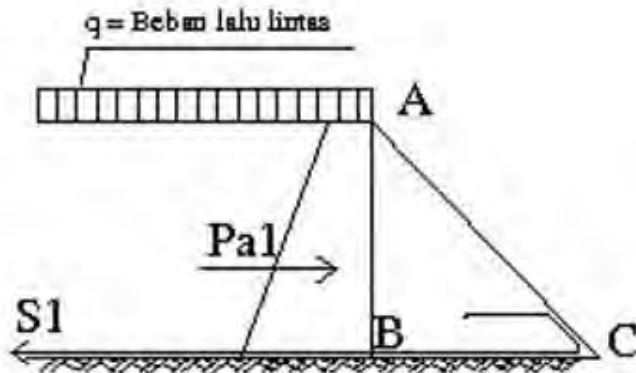
- Perkerasan jalan tanah (sementara)
- Perkerasan jalan permanen
- Lapi ulang perkerasan aspal
- *Embankment* tanah
- Lereng / talud

Pada perencanaan *Geotextile* untuk *Embankment*, perlu ditinjau stabilitas pada :

- *Internal stability*
- *Foundation stability*
- *Overall stability*

### 2.5 *Internal stability*

Kondisi *Internal stability* tercapai bila tidak terjadi longsor pada lereng AC seperti terlihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Gaya-gaya pada *Internal stability*

### 1. Syarat Tidak Terjadi *Failure* di lereng AC

$$Pa_1 \leq \frac{(\text{Berat efektif } ABC) \times \tan \delta}{SF} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$\delta$  = Sudut geser antara tanah timbunan dan material *geotextile*

SF = 1,3 untuk jalan sementara

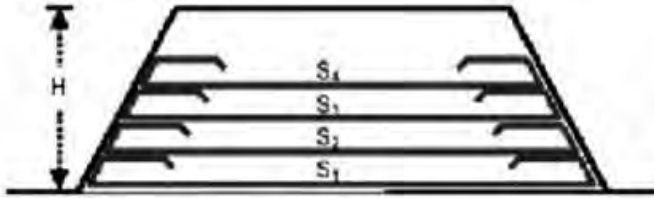
= 1,5 untuk jalan permanen

### 2. Syarat Kekuatan Bahan

$$Pa_1 \leq S_1 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

$S_1$  = kekuatan tarik material *geotextile* yang diizinkan ( $T_{\text{allowable}}$ )



**Gambar 2.5** Gaya tarik *geotextile* pada *overall stability*

Syarat *stability* :

$$SF \leq \frac{M_{penahan}}{M_{Pengerak}}$$

$$SF = 1,25 \text{ (beban tetap)}$$

$$SF = 1,1 \text{ (beban sementara)}$$

(Mochtar,2000)

## 5. Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

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

## 6. Penggunaan *Geotextile* Sebagai Konstruksi Dinding Penahan Tanah

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

1. Mencari nilai momen dorong ( $M_D$ )

$$M_{dorong} = \frac{M_{resisten}}{SF} \quad (2.31)$$

**Tabel 2.2** Nilai Faktor Geotekstil

Penggunaan Geotextile	Faktor Pemasangan, FS <sub>id</sub>	Faktor Rangkak, FS <sub>er</sub>	Faktor Kimia, FS <sub>ed</sub>	Faktor Biologi, FS <sub>id</sub>
Separation	1,1 – 2,5	1,1 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Cushioning	1,1 – 2,0	1,2 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,2
Unpaved Roads	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Walls	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Embankments	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Bearing Capacity	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Slope Stabilization	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Pavement Overlays	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Railroads	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
Flexible Form	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Silt Fences	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

## 5. Menentukan jumlah geotekstil yang dibutuhkan

$$\Delta MR < T_{\text{allow}} \times \sum R_i \quad (2.35)$$

Dimana :

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

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

Panjang geotextile di belakang bidang longsor dapat diketahui melalui rumusan :

$$L_e = \frac{T_{\text{all}} \times SF}{(\tau_{\text{atas}} + \tau_{\text{bawah}}) \times E} \quad (2.36)$$

$$\tau_i = Cu_i + \sigma_v \tan \theta \quad (2.37)$$

Dimana :

$T_{\text{all}}$  = kekuatan tarik yang diijinkan (tereduksi oleh faktor-faktor)

$SF$  = faktor keamanan (rencana)

$E$  = efisiensi (diambil  $E = 0.8$ )

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

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

C = kohesi tanah

$\theta$  = sudut tahanan geser tanah

7. Menghitung panjang geotekstil di depan bidang longsor

Panjang geotextile ini dihitung dengan bantuan output dari program bantu DX-STABLE dengan cara :

$L_d = ( \text{koordinat-X bbidang longsor lapisan i geotextile terpasang} ) - ( \text{koordinat tepi timbunan lapisan i geotextile dipasang} )$  (2.38)

8. Menghitung ketebalan  $S_v$

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} \quad (2.39)$$

Dimana :

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} + \sigma_{hl}$$

9. Menghitung panjang lipatan ( $L_o$ )

$$L_o = \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot SF}{4[c + \sigma_v(\tan \delta)]} \quad (2.40)$$

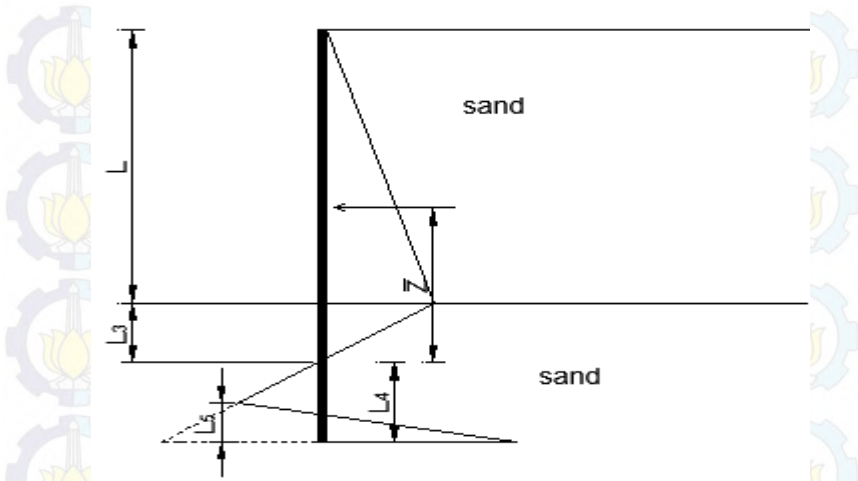
10. Menghitung panjang total geotextile

Panjang total geotextile 1 sisi =  $L_e + L_d + L_o$  (2.41)

Panjang total geotextile 2 sisi =  $2 \times ( L_e + L_d + L_o )$

Catatan : Apabila panjang total 1 sisi geotextile  $> 0.5$  lebar timbunan maka untuk mempermudah pemasangan di lapangan, geotextile dipasang selebar timbunan.

## 2.6 Perhitungan Sheet pile



**Gambar 2.6** Tekanan tanah pada sheet pile

Dimana :

$P = \text{Luas diagram ACDE}$

$$\sigma'_2 = \gamma L_1 k_a + q k_a \quad (2.16)$$

$$\sigma'_3 = L_4 (K_p - K_a) \gamma \quad (2.19)$$

$$\sigma'_4 = \sigma'_5 + \gamma L_4 (K_p - K_a) \quad (2.20)$$

$$\sigma'_5 = \gamma L K_p + \gamma L_3 (K_p - K_a) \quad (2.21)$$

$$L_3 = \frac{\sigma'_2}{\gamma (K_p - K_a)} = \frac{L k_a}{(K_p - K_a)} \quad (2.22)$$

$$P = \frac{1}{2} \sigma'_2 L + \frac{1}{2} \sigma'_2 L_3$$

$$Z = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L k_a}{K_p - K_a} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

Sehingga bisa diubah menjadi persamaan kuadrat:

$$L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$$

Dimana :

$$A_1 = \frac{\sigma'5}{\gamma(Kp - Ka)}$$

$$A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp - Ka)}$$

$$A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp - Ka) + \sigma'5)}{\gamma^2(Kp - Ka)}$$

$$A_4 = \frac{p(6z\sigma'5 + 4P)}{\gamma^2(Kp - Ka)^2}$$

Nilai  $L_4$  dapat dicari melalui trial and error.

Menentukan kedalaman sheet pile :

$$D = L_3 + L_4 \dots \dots \dots (2.24)$$

$$D \text{ actual} = 1,2 \text{ s/d } 1,3 D \dots \dots \dots (2.25)$$

Momen maksimum :

$$z' = \sqrt{\frac{2P}{(Kp - Ka)\gamma'}} \dots \dots \dots (2.26)$$

$$M_{\max} = P(z + z') - P(z + z') - \left(\frac{1}{2}\gamma'z'(Kp - Ka)\right)\frac{1}{3}z' \dots (2.27)$$

Penentuan profil sheet pile :

$$S = \frac{M_{\max}}{\sigma_a} \dots \dots \dots (2.28)$$

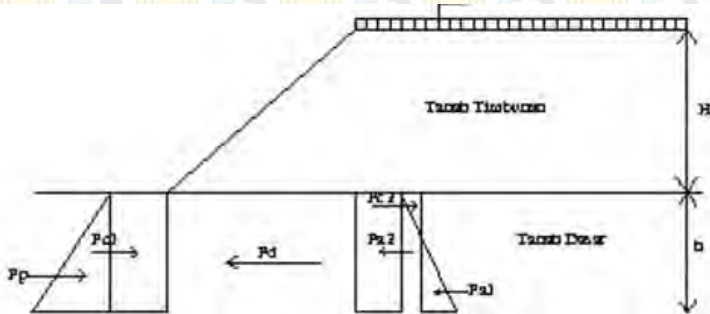
Dimana :

$S$  = modulus penampang

$\sigma_a$  = tegangan ijin material turap

### 3 Foundation stability

Kondisi *Foundation stability* tercapai apabila tidak terjadi longsor di daerah  $F_d$  seperti pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.4** Gaya-gaya pada *Foundation stability*

$$Pa_1 \leq \frac{Pp + 2Su \cdot L}{SF} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$S_u$  = Undrained shear strength dari tanah lunak

SF = 1,3 untuk jalan sementara

= 2,00 untuk jalan permanen

### 4 Overall stability

Pada perhitungan *Overall stability* , dicari momen penahan

$$(M_s) = R \cdot \sum \tau_i \cdot l_i + T_i \cdot S_i$$

$$= M_s + \Delta M_s \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

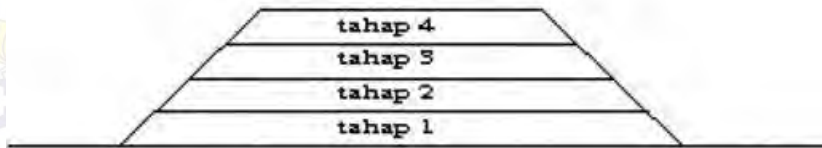
$S_i$  adalah gaya tarik *geotextile* seperti yang terlihat pada

**Gambar 2.5**.



## 2.7 Pemberian timbunan secara bertahap

Pada *preloading* dengan beban bertahap, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketinggian timbunan rencana tergantung pada peningkatan daya dukung tanah dasarnya. Penambahan setiap lapisan beban *Preloading* mengacu pada ketinggian yang masih mampu dipikul ( $H$  kritis) oleh tanah dasarnya agar tidak terjadi kelongsoran. Oleh sebab itu, waktu yang diperlukan cukup lama. Pemberian *preloading* secara bertahap dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



**Gambar 2.7** Pemberian *Preloading* secara Bertahap

## 2.8 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang sangat penting dalam sejumlah persoalan yang berhubungan dengan teknik pondasi dan sistem perkuatan tanah, seperti dinding penahan tanah dan cantilever wall, galian yang diperkokoh maupun tidak (braced dan unbraced excavation). Semua ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan akibat dorongan tanah dibelakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan tanah sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (displacement) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya.

## **2.9 Tekanan Tanah Lateral Saat Diam**

Tanah terbentuk dari pelapukan batuan dan proses pengendapan. Selama proses pengendapannya tanah mengalami konsolidasi akibat pengaruh tekanan di atasnya (overburden) yang menimbulkan perubahan bentuk ke arah lateral.

Dalam kurun waktu yang cukup lama, konsolidasi ke arah vertikal dan horizontal tidak lagi terjadi. Sehingga tanah menjadi stabil karena tidak ada perubahan letak. (displacement). Akibatnya tidak ada tegangan geser yang bekerja pada bidang vertikal maupun horizontal pada lapisan tanah.

### **2.10 Tekanan Tanah Aktif**

Jika dinding penahan tanah mengalami pergerakan ke arah luar dari tanah urugan dibelakangnya, maka tanah urugan tersebut akan bergerak kebawah dan kesamping menekan dinding penahannya. Tekanan tanah ini disebut tekanan tanah aktif.

### **2.11 Tekanan Tanah Pasif**

Jika suatu gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah urugannya, maka tekanan tanah seperti ini disebut tekanan tanah pasif. Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan tanah pada urugannya, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan gerakan dinding penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan.

### **2.12 Koefisien Tekanan Tanah Menurut Teori Rankine**

Yang dimaksud dengan keseimbangan plastis (plastic equilibrium) didalam tanah adalah suatu keadaan yang menyebabkan tiap-tiap titik didalam masa tanah menuju proses ke suatu keadaan runtuh. Rankine menyelidiki keadaan tegangan

didalam tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis. Apabila dinding penahan tanah diijinkan bergerak menjauhi massa tanah secara perlahan-lahan, maka tegangan utama arah horizontal akan berkurang secara terus menerus. Akhirnya kondisi keseimbangan plastis akan dicapai bila kelongsoran didalam tanah terjadi. Keadaan tersebut dinamakan kondisi aktif menurut Rankine. Apabila tembok didorong secara perlahan-lahan kedalam massa tanah, maka tegangan utama akan bertambah secara terus menerus. Pada keadaan ini keruntuhan akan terjadi, dan keadaan ini merupakan kondisi pasif menurut Rankine.

Koefisien tanah aktif Rankine:

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.29)$$

Koefisien tanah pasif Rankine:

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.30)$$

### 2.13 Tipe Dinding Turap (*cantilever wall*)

Berdasarkan material yang digunakan, dikenal beberapa jenis dinding turap, seperti turap kayu, turap beton, dan turap baja. Penentuan jenis material dinding turap tergantung dari penggunaannya. Pertimbangan untuk menggunakan jenis material tertentu pada dinding turap antara lain adalah:

- Dinding Turap Beton

Biasanya digunakan pada bangunan permanen atau pada detail-detail konstruksi yang agak sulit. Keuntungan pemakaian jenis dinding turap ini adalah dinding dapat dibuat secara pabrikasi, sedangkan kerugiannya adalah sulitnya pelaksanaan dilapangan karena sering terjadi kebocoran-kebocoran.

## 2.14 Daya Dukung Tiang Pondasi Dalam

Luciano Decourt (1996) menyajikan metode sebagai berikut:

$$Q_L = Q_p + Q_s \quad [2.58]$$

$Q_L$  = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi

$Q_p$  = Resistance ultimate di dasar pondasi

$Q_s$  = Resistance ultimate akibat lekatan lateral

$$Q_p = q_p \cdot A_p = \alpha \cdot N_p \cdot K \cdot A_p \quad [2.59]$$

Dimana:

$N_p$  = Harga rata-rata SPT di sekitar 4B di atas hingga 4B di bawah dasar tiang pondasi (B= diameter pondasi) =

$$\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{n}$$

$K$  = Koefisien karakteristik tanah didasar pondasi

= 12 t/m<sup>2</sup> = 117,7 kPa , untuk lempung (clay)

= 20 t/m<sup>2</sup> = 196 kPa , untuk lempung berlanau (silty clay)

= 25 t/m<sup>2</sup> = 245 kPa , untuk pasir berlanau (silty sand)

= 40 t/m<sup>2</sup> = 392 kPa , untuk pasir (sand)

$A_p$  = Luas penampang dasar tiang

$q_p$  = Tegangan di ujung tiang

$$Q_s = q_s \cdot A_s = \beta \cdot (N_s/3 + 1) \cdot A_s \quad [2.60]$$

Dimana:

$q_s$  = Tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m<sup>2</sup>

$N_s$  = Harga rata-rata sepanjang tiang yang terbenam, dengan batasan:  $3 \leq N_s \leq 50$ , khusus untuk aspek friction

$A_s$  = luas selimut tiang

Koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah merupakan berturut-turut base coefficient dan shaft coefficient menurut Decourt et all (1996) yang nilainya seperti **tabel 2.3** dan **tabel 2.4**.

**Tabel 2.3** Base coefficient  $\alpha$  Decourt et all (1996)

Soil/Pile	Driven	Bored	Bored pile	Continous	Root	Injected pile
	Pile	pile	(bent onite)	Hollow auger	Pile	(high pressure)
Clay	1,0	0,85	0,85	0,30	0,85	1,0
Intermedia te Soils	1,0	0,60	0,60	0,30	0,60	1,0
Sands	1,0	0,50	0,50	0,30	0,50	1,0

**Tabel 2.4** Shaft coefficient  $\beta$  Decourt et all (1996)

Soil/Pile	Driven	Bored	Bored pile	Contino us	Root	Injected pile
	Pile	pile	(bentoni te)	Hollow auger	pile	(high pressure)
Clay	1,0	0,85	0,90	1,0	1,5	3,0
Intermedia te Soils	1,0	0,65	0,75	1,0	1,5	3,0
Sands	1,0	0,50	0,60	1,0	1,5	3,0

## 2.15 Grup tiang pondasi dalam

Disaat sebuah tiang merupakan bagian dari sebuah group, daya dukungnya mengalami modifikasi, karena pengaruh dari grou tiang tesebut. Dari problema ini, dapat dibedakan dua fenomena sebagai berikut:

- Pengaruh group disaat pelaksanaan pemancangan tiang
- Pengaruh group akibat sebuah beban yang bekerja

Pada kasus tiang yang dipancang dalam tanah kohesif jenuh air, kenaikan tegangan air pori dapat menurunkan shear resintance dari tanah disekitarnya hingga 15 s/d 30 % (Broms).

Proses pemancangan dapat menurunkan kepadatan di sekeliling tiang untuk tanah yang sangat padat. Namun untuk kondisi tanah didominasi oleh pasir lepas atau dengan tingkat kepadatan sedang, pemancangan dapat menaikkan kepadatan disekitar tiang bila jarak antar tiang  $\leq 7$  s/d 8 diameter.

Kita tidak perlu memperhitungkan pengaruh dari sebuah grup tiang pondasi untuk perhitungan daya dukung batas, bila jarak as ke as antar tiang  $\geq 3$  diameter.

Sebaliknya, jarak minimum antar tiang dalam grup adalah: 2 s/d 3 diameter.

Untuk kasus daya dukung grup pondasi harus dikorelasi terlebih dahulu dengan apa yang disebut koefisien  $C_e$ .

$$Q_L(\text{group}) = Q_L(1 \text{ tiang}) \times n \times C_e \quad [2.61]$$

Dengan  $n$  = jumlah tiang dalam grup. Dan nilai  $C_e$  menggunakan perumusan dari Converse-Labarre:

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\phi}{S}\right)}{90^\circ} \cdot \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right) \quad [2.62]$$

Dimana:

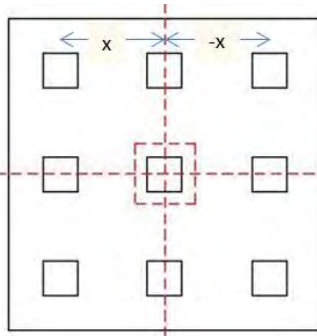
$\phi$  = diameter tiang pondasi

$S$  = jarak as ke as antar tiang dalam grup

$m$  = jumlah baris tiang dalam grup

$n$  = jumlah kolom tiang dalam grup

Apabila diatas tiang-tiang dalam kelompok yang disatukan oleh sebuah kepala tiang (poer) berlaku beban-beban vertikal ( $V$ ), horizontal ( $H$ ) dan momen ( $M$ ), maka besarnya beban vertikal ekuivalen ( $P_v$ ) yang bekerja pada sebuah tiang adalah (gambar)



**Gambar 2.8** repartisi beban yang bekerja diatas kelompok tiang pondasi

Secara umum menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$P_v = \frac{V}{n} \pm \frac{M \cdot x}{\sum x^2} \quad [2.63]$$

Dimana :

- V = Beban Vertikal
- n = Jumlah Tiang Dalam Grup
- M = total momen
- x = Jarak tiang dengan sumbu netral grup tiang



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB III

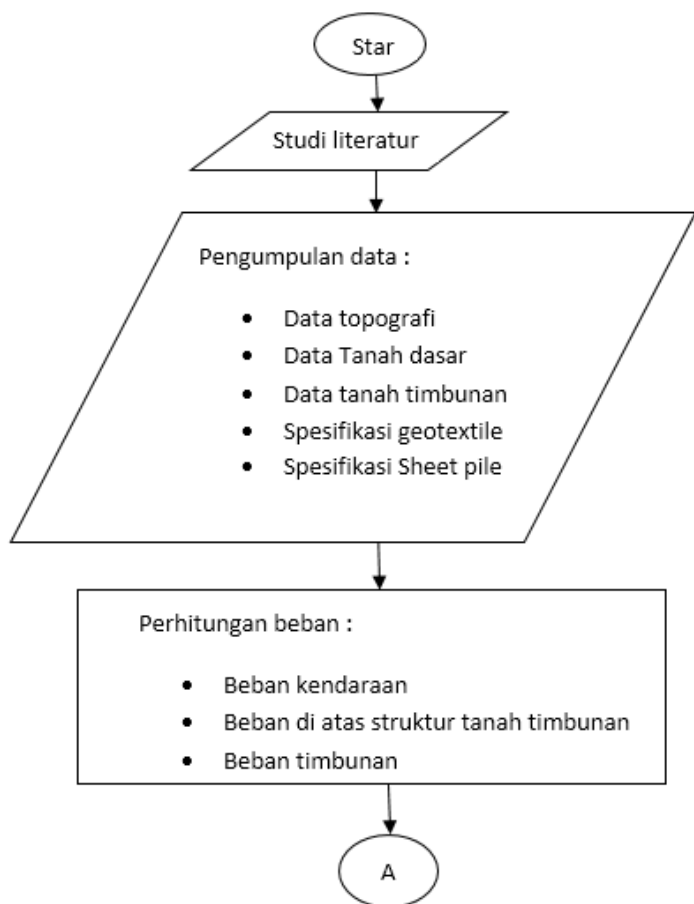
### METODOLOGI

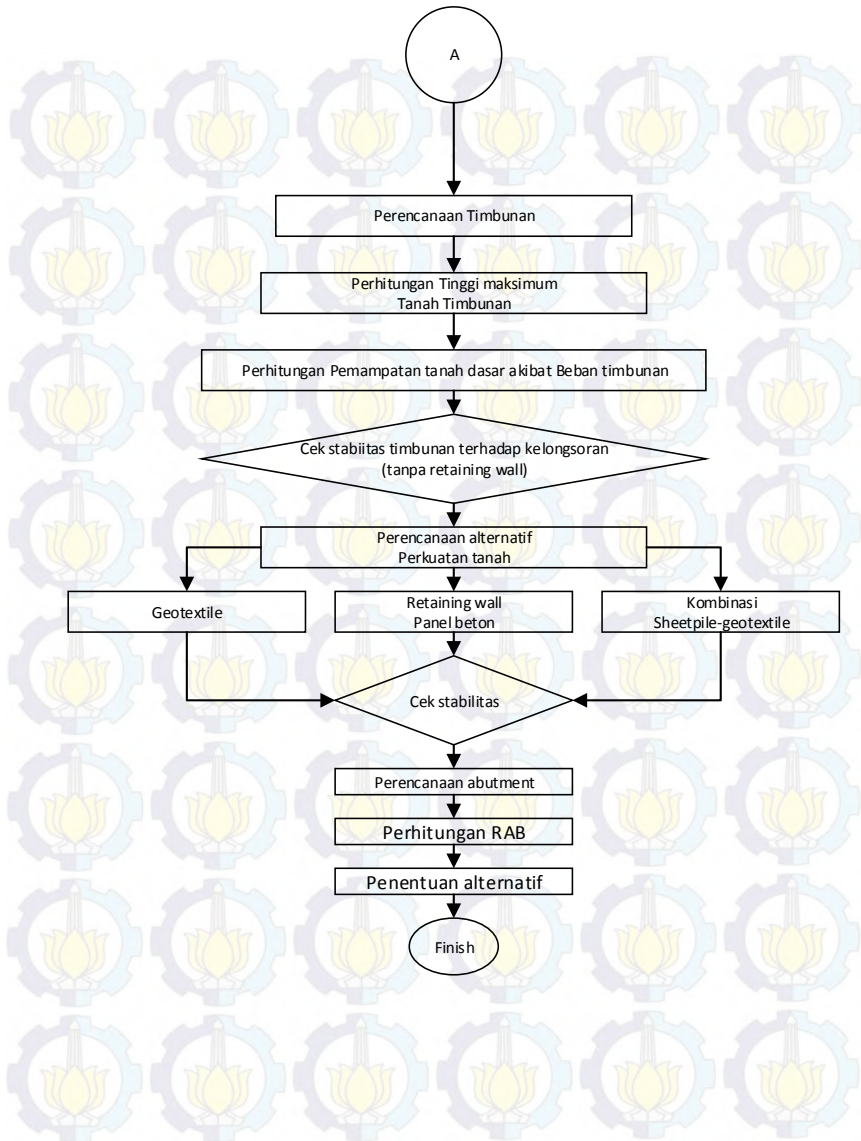
#### 3.1 Umum

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Langkah-langkah awal yang dilakukan antara lain: mencari studi literature, pengamatan kepada komponen-komponen yang berkaitan dengan topik studi untuk mendapatkan data yang diperlukan guna menunjang perhitungan dan analisa desain. Penjelasan setiap tahapan studi untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang telah dicantumkan pada Bab I disajikan selengkapnya pada diagram alir sub-bab 3.2.

#### 3.2 Alur Pekerjaan

Berikut disajikan langkah-langkah kerja alternatif modifikasi perencanaan oprit jembatan Grindulu *Pacitan* dalam bentuk *flowchart* :





### 3.3 Studi Literatur

Studi literatur pada tugas akhir diperlukan sebagai sarana penunjang untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Di dalam proses studi literatur, penulis dapat mengetahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas akhir, meliputi pengetahuan tentang tanah lempung dan pasir, metode perbaikan tanah, dan berbagai macam perkuatan timbunan. Studi literatur didapat dari berbagai sumber seperti buku diktat kuliah, jurnal, praturan-peraturan terkait, internet, serta buku penunjang lainnya yang berhubungan dengan penyelesaian Tugas Akhir.

### 3.4 Input Data Lapangan

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder. Data yang digunakan dalam proses perhitungan antara lain:

- Data Tanah Dasar

Data tanah dasar lokasi jembatan Sirnoboyo adalah data yang berasal dari PT ASIA HARDA.

- Data Layout Lokasi

Data layout yang digunakan dalam perencanaan oprit jembatan ini berasal dari PT ASIA HARDA

- Data Spesifikasi Bahan Geotextile

Data spesifikasi bahan *Geotextille* didapat dari PT. Teknindo Geosistem Unggul, Surabaya.

### 3.5 Perhitungan Beban

Beban yang bekerja atau beban surcharge pada timbunan ditentukan berdasarkan data beban utama yaitu beban mati dan beban hidup. Beban mati meliputi beban akibat perkerasan dan infrastruktur penunjang jalan raya. Beban hidup adalah beban dari kendaraan yang melewati timbunan oprit jembatan. Beban perkerasan jalan dan beban kendaraan dianggap beban terbagi rata

### **3.6 Perencanaan Tinggi Awal Timbunan**

Dalam menentukan besarnya tinggi timbunan yang diperlukan, terlebih dahulu harus diketahui besarnya pemampatan atau settlement yang terjadi pada tanah dasar akibat dari beban yang bekerja pada timbunan. Untuk mempermudah, maka dibuat kurva hubungan  $H_{\text{inisial}}$ ,  $H_{\text{final}}$ , dan Settlement ( $S_c$ ), sehingga tinggi timbunan awal yang dibutuhkan dapat diketahui. Dari desain  $H_{\text{inisial}}$  timbunan dapat dilakukan perhitungan daya dukung pada tanah dasar dengan menggunakan program Dxstable.

### **3.7 Perencanaan Retaining Wall**

Dalam Tugas Akhir ini, ada dua macam retaining wall yang digunakan untuk dikombinasikan, yaitu retaining wall berupa dinding turap (sheetpile), dan retaining wall berupa *geotextile wall*.

### **3.8 Perencanaan Timbunan Bebas**

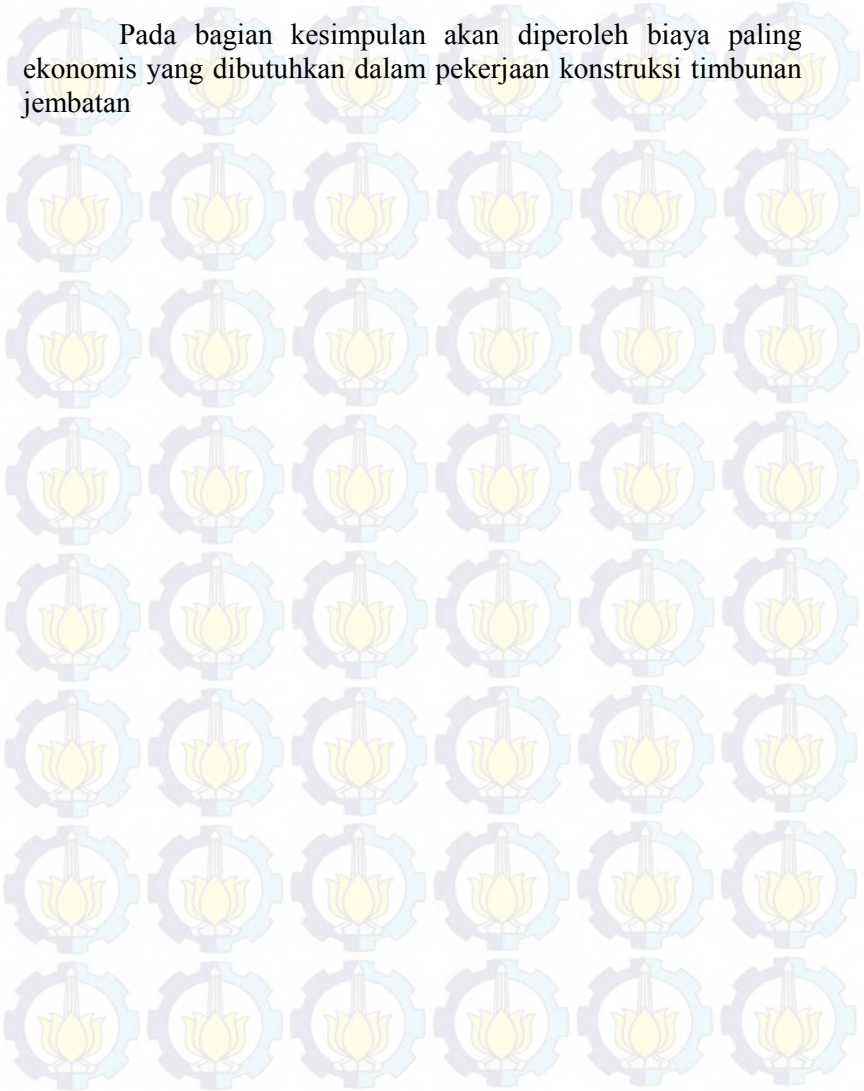
Dalam Tugas Akhir ini, juga direncanakan timbunan oprit jembatan yang berupa timbunan bebas tanpa tembok penahan tanah. Perencanaan timbunan bebas ini diperkuat dengan geotextile apabila timbunan dengan tinggi rencana kurang kuat stabilitasnya.

### **3.9 Cek Daya Dukung dan Stabilitas**

Pada setiap metode perkuatan tanah, akan dicek daya dukung dan stabilitas dari perencanaan konstruksi yang dibuat. Pada tahap ini, digunakan program bantu Dxstable atau Plaxis

### 3.10 Kesimpulan

Pada bagian kesimpulan akan diperoleh biaya paling ekonomis yang dibutuhkan dalam pekerjaan konstruksi timbunan jembatan



## BAB IV

### DATA DAN ANALISA

#### 4.1. Data Tanah

##### 4.1.1 Data Tanah Dasar

Data tanah dasar yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah berupa 1 data Bore Log dan 1 data N-SPT yang berasal dari hasil tes laboratorium PT. Buana Archicon. Lokasi pengambilan pengambilan sampel tanah pada studi ini yaitu di Desa Kembang, Dusun Kiteran, Pacitan.

Nilai N-SPT yang didapat dari data penyelidikan tanah dikorelasikan dengan karakteristik tanah lainnya, untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang digunakan dalam perhitungan pondasi.

**Tabel 4.1** Korelasi N-SPT dengan Nilai  $\gamma_{sat}$  dan  $\phi$

Cohesionless Soil / Sol Pulverent					
N (blows)	0-3	4-10	11-30	31-50	>50
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	-	12-16	14-18	16-20	18-23
$\Phi$	-	25-32	28-36	30-40	>35
State	Very Loose	Loose	Medium	Dense	Very Dense
Dr (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
Cohesive Soil / Soil Coherent					
N (blows)	<4	4-6	6-15	16-25	>25
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	14-18	16-18	16-18	16-20	>20
qu (kN/m <sup>2</sup> )	<25	20-50	30-60	40-200	>100
Consistency	Very Soft	Soft	Medium	Stiff	Hard

(Sumber : J.E Bowles, 1984 Dalam Wahyudi, 1999)

Data N-SPT yang didapat diinterpolasikan terhadap nilai parameter tanah yang akan dicari. Dari tabel di atas didapatkan nilai gamma ( $\gamma_{sat}$ ) dan sudut geser ( $\phi$ ) . Nilai gamma ( $\gamma_{sat}$ ) di atas

masih harus diinterpolasikan dengan tabel di bawah ini untuk mendapatkan nilai gamma kering ( $\gamma_d$ ). (Lihat **Tabel 4.2**).

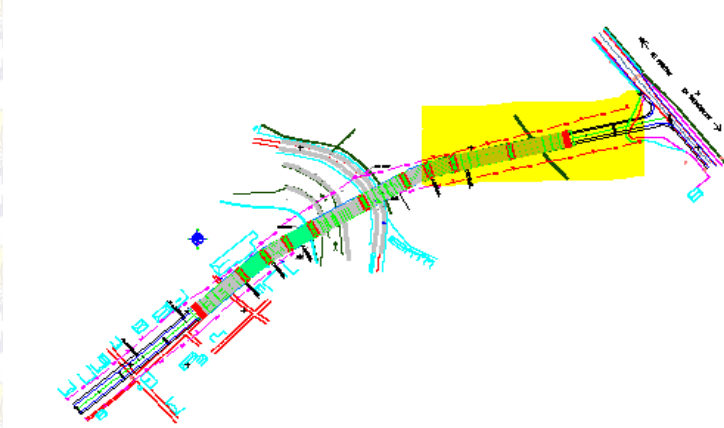
**Tabel 4.2.** Nilai gamma kering ( $\gamma_d$ )

Nature des sols	$\gamma_d$		$e^*$	$n$	$w_{sat}$	$\gamma_{sat}^*$
	g/cm <sup>3</sup>	lb cb. ft				
	0.5	31.25	4.40	0.80	163.0	1.31
	0.6	37.50	3.50	0.78	129.6	1.38
	0.7	43.75	2.86	0.74	105.8	1.44
	0.8	50.00	2.39	0.70	88.0	1.50
	0.9	56.25	2.00	0.67	74.1	1.57
	1.0	62.50	1.70	0.63	63.0	1.63
	1.1	68.75	1.45	0.59	53.9	1.69
	1.2	75.00	1.25	0.56	46.3	1.76
	1.3	81.25	1.08	0.52	39.9	1.82
	1.4	87.50	0.93	0.48	34.4	1.88
	1.5	93.75	0.80	0.44	29.6	1.94
	1.6	100.00	0.69	0.41	25.5	2.00
	1.7	106.25	0.59	0.37	21.8	2.07
	1.8	112.50	0.50	0.33	18.5	2.13
	1.9	118.75	0.42	0.30	15.6	2.20
	2.0	125.00	0.35	0.26	13.0	2.26
	2.1	131.25	0.29	0.22	10.6	2.32
	2.2	137.50	0.23	0.19	8.4	2.39
	2.3	143.75	0.17	0.15	6.4	2.45
	2.4	150.00	0.13	0.11	4.63	2.51
	2.5	156.25	0.080	0.074	2.96	2.57
	2.6	162.50	0.038	0.037	1.42	2.64
	2.7	168.75	0.000	0.000	0.00	2.70



## 4.2 Lokasi

Lokasi yang menjadi bahasan dalam Tugas Akhir ini adalah timbunan pangkal jembatan Sironboyo Pacitan, pada Sta. 0+350 s/d 0+550. Denah tampak atas disajikan dalam Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Lokasi Perencanaan Proyek

## 4.3 Data Tanah Timbunan

- Data tanah timbunan terdiri dari data fisik dari material timbunan serta dimensi timbunan per titik stationing. Sifat fisik material timbunan yaitu:  $\gamma_t = 1,9 \text{ t/m}^3$ ,  $\phi = 38,29^\circ$ ,  $C_u = 0$ . Data material timbunan ditampilkan pada bab Lampiran A.
- Dimensi timbunan

Timbunan direncanakan dengan membagi menjadi 5 macam tinggi akhir pada titik-titik stationing tertentu dan 2 macam tipe timbunan. Tinggi akhir rencana setelah terjadi konsolidasi yaitu 8 m, 6 m, 4 m dan 2 m serta lebar timbunan adalah 11,5 m. Pada timbunan jembatan, direncanakan 2 macam tipe timbunan yaitu tipe timbunan tegak dengan menggunakan alternatif *sheet pile* dengan kombinasi *geotextile* serta tipe timbunan trapesium dengan menggunakan alternatif *geotextile*. Pada tipe timbunan trapesium, kemiringan talud timbunan direncanakan menggunakan perbandingan 1 : 1

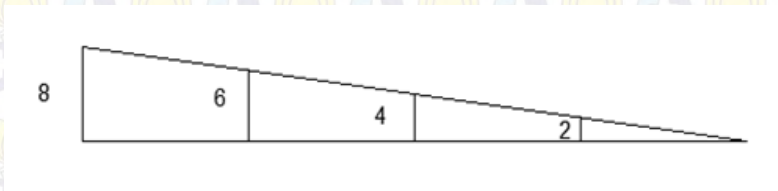
#### 4.4 Data Tanah Dasar

**Tabel 4.2** Data tanah dasar

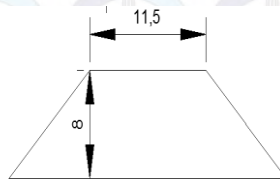
Kedalaman H (m)	Test (SPT) N/30 cm	DESKRIPSI	BERAT JENIS			e	$\gamma_{sat}$	$\gamma_d$	$\gamma_t$	Cc	Cv	c
			We (%)	Gs (gr/cm <sup>3</sup> )								
1	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,62	1,07	1,78	1,33	1,82	0,29	0,15	0,42	
2	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,62	1,07	1,78	1,33	1,82	0,29	0,15	0,42	
3	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,65	0,80	1,92	1,33	1,82	0,12	0,15	0,03	
4	6	Pasir Berkerikil	21,05	2,65	0,80	1,92	1,50	1,82	0,12	0,15	0,03	
5	6	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	1,04	1,83	1,50	1,82	0,15	0,15	0,09	
6	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	1,04	1,83	1,49	1,80	0,15	0,15	0,09	
7	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,69	1,06	1,82	1,49	1,80	0,17	0,15	0,00	
8	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,69	1,06	1,82	1,49	1,80	0,17	0,15	0,00	
9	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	2,02	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00	
10	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	2,02	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00	
11	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	2,02	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00	
12	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	2,02	1,49	1,80	0,09	0,16	0,09	

#### 4.5 Potongan Melintang dan Memanjang Oprit di Setiap Titik Stationing.

Lokasi oprit jembatan yang direncanakan adalah oprit jembatan yang berada di daerah Melak. Oprit jembatan ini membentang antara stationing 0+350 sampai 0+550. Pada tugas akhir ini, dibahas bagian oprit pada abutment sta. Gambar potongan memanjang dan melintang timbunan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

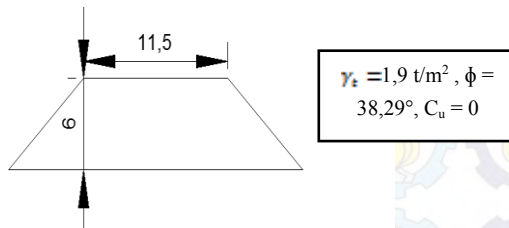


**Gambar 4.2.** Potongan Memanjang Oprit Jembatan Dengan Berbagai Tinggi Akhir Yang Ditinjau

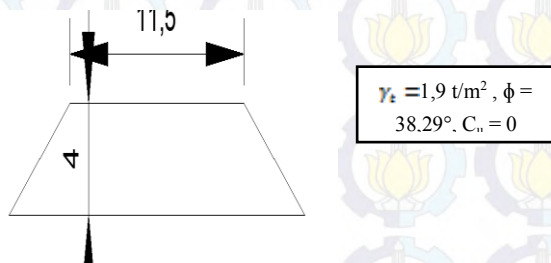


$$\gamma_s = 1,9 \text{ t/m}^2, \phi = 38,29^\circ, C_u = 0$$

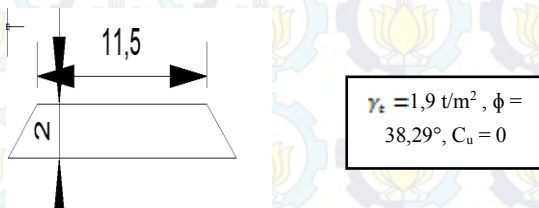
**Gambar 4.3.** potongan melintang timbunan trapesium H= 8 m



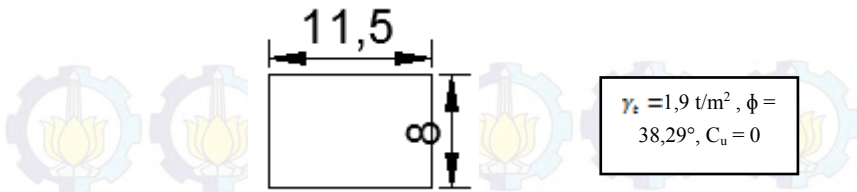
**Gambar 4.4** potongan melintang timbunan trapesium  $H = 6$  m



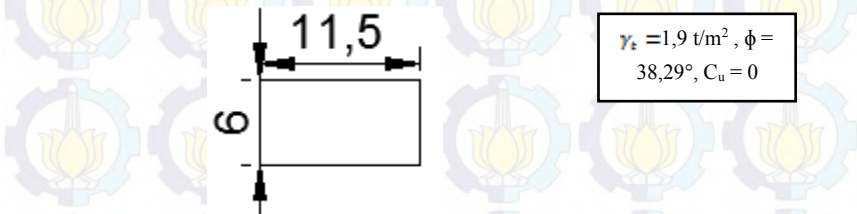
**Gambar 4.5** potongan melintang timbunan trapesium  $h = 4$  m



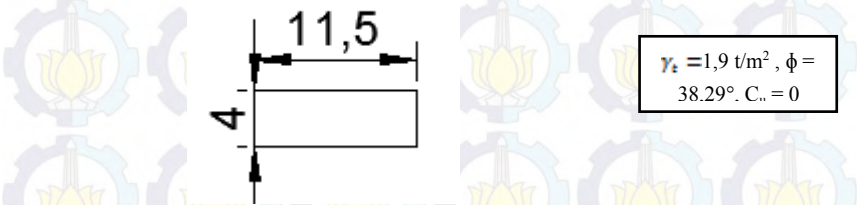
**Gambar 4.6** potongan melintang timbunan trapesium  $h = 2$  m



**Gambar 4.7** potongan melintang timbunan tegak H=8 m



**Gambar 4.8** potongan melintang timbunan tegak H = 6 m



**Gambar 4.9** potongan melintang timbunan tegak H= 4m



**Gambar 4.10** potongan melintang timbunan tegak  $H = 2 \text{ m}$

## 4.6 Data Spesifikasi Bahan

### 1. *Geotextile*

*Geotextile* yang digunakan dalam perencanaan adalah tipe Polypropylene Woven Geotextile UW-250 yang memiliki tegangan ultimate sebesar 52 kN/m dari produk PT. Teknindo Geosistem Unggul.

### 2. *Sheet Pile*

*Sheet pile* yang digunakan dalam perencanaan adalah sheet pile dengan tipe FPC Sheet Pile dari produk PT. Wijaya Karya Beton. Spesifikasi bahan dapat dilihat pada bab Lampiran A.

## BAB V

### PERENCANAAN TIMBUNAN OPRIT

#### 5.1. Perhitungan Beban

Beban yang diterima oleh tanah dasar meliputi beban timbunan, beban perkerasan, dan beban lalu-lintas (*traffic*).

Dalam perencanaan oprit jembatan ini, direncanakan jenis perkerasan *flexible pavement*. Data-data rincian dari jembatan adalah sebagai berikut :

- Lebar jalan = 7,5 m
- Kerb = 2 m
- Tinggi median = 20 cm
- Tebal perkerasan = 0.25 m
- Berat jenis aspal = 2.2 ton/m<sup>3</sup>
- Umur rencana = 20 tahun

Beban lalu lintas ( $q_{\text{traffic}}$ ) diasumsikan sebesar = 1.14 t/m<sup>2</sup>  
Beban-beban yang ada di atas tanah dasar adalah sebagai berikut:

• $q_{\text{timbunan}}$	= 1.906 t/m <sup>3</sup> x 8 m	=	15,2	t/m <sup>2</sup>
• $q_{\text{perkerasan}}$	= 2.2 t/m <sup>3</sup> x 0.25 m	=	0.55	t/m <sup>2</sup>
• $q_{\text{traffic}}$	=	=	1.14	t/m <sup>2</sup>
Total		=	16,89	t/m <sup>2</sup>

#### 5.2 Perhitungan Besar Konsolidasi

Berdasarkan perencanaan timbunan oprit jembatan akan memiliki tinggi 8 meter. Beban akibat timbunan dan juga beban lalu lintas akan menyebabkan tanah dasar yang ada dibawahnya akan mengalami konsolidasi atau penurunan tanah, karena konsistensi tanah dasar yang bersifat lunak.

Hal ini dibuktikan dengan hasil bore log yaitu pada kedalaman 6 meter diperoleh N-SPT sebesar 12. Pada kedalaman 5 sampai 13 meter.

Perhitungan pemampatan menggunakan rumus immediate settlement, karena tanah merupakan tanah pasir sehingga pemampatan primernya tidak dianggap, karena terlalu kecil

Perhitungan immediate settlement menggunakan rumus:

$$S_i = q \sum \frac{h_i}{E'_1}, \text{dimana}$$

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

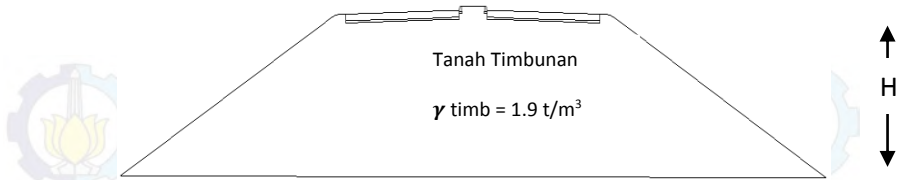
Pada **Tabel 5.1** ditunjukkan berapa besar penurunan Immediate Settlement pada tanah dasar akibat beban timbunan dan beban traffic.

**Tabel 5.1** hasil perhitungan besar pemampatan

h timbunan (m)	q perkerasan (t/m <sup>2</sup> )	q timbunan (t/m <sup>2</sup> )	q traffic (t/m <sup>2</sup> )	Sc (m)
8	0,55	15,2	1,14	0,139
6	0,55	11,4	1,14	0,107
4	0,55	7,6	1,14	0,076
2	0,55	3,8	1,14	0,045

Karena hasil pemampatan yang kecil, maka diabaikan.





**Gambar 5.1** Potongan Melintang Konstruksi *Oprit* Dengan Timbunan Trapesium

### 5.3 Perhitungan Tinggi Awal ( $H_{\text{inisial}}$ )

Karena besar pemampatan yang terjadi sangat kecil, maka  $H_{\text{inisial}}$  dan  $H_{\text{final}}$  dianggap sama

### 5.4 Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanah Dasar Akibat Beban Timbunan dan Beban *Traffic*

Lapisan bagian bawah dari lapisan *permeable*, sehingga arah alirannya setengah dari  $H$ .

$$\begin{aligned} H_{\text{final}} &= 8 \text{ m} \\ H_{\text{dr}} &= 10 \text{ m} \\ C_v \text{ gabungan} &= 0,15 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ \text{Nilai } T_v &\text{ diambil berdasarkan Tabel 5.2} \end{aligned}$$

**Tabel 5.2** Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi ( $U \%$ )	Faktor Waktu ( $T_v$ )
0	0
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,287

70	0,403
80	0,567
90	0,848
100	$\infty$

Sumber : Braja M. Das, 1985

Dari tabel tersebut didapatkan nilai  $T_v$  berdasarkan derajat konsolidasi yang direncanakan sebesar 90% yaitu 0,848. Sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai konsolidasi sebesar 90% adalah

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{T_{v_{90\%}}(Hdr)^2}{C_v} \\
 &= \frac{0,848(500)^2}{0.15} \\
 t_{90} &= 2,3 \text{ minggu} \approx 3 \text{ minggu}
 \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang diperlukan untuk menghabiskan *settlement* 90% m yang terjadi pada lapisan tanah dasar diperlukan waktu 3 minggu.

Karena waktu yang diperlukan untuk mencapai *settlement* sebesar 90% relatif sedikit maka tidak diperlukan penggunaan PVD pada perencanaan oprit jembatan ini.

## 5.5 Perencanaan Timbunan Bertahap

Pada saat pelaksanaan di lapangan timbunan yang ada tidak langsung ditimbun 8m , tetapi melakukannya secara bertahap. penimbunan bertahap direncanakan memiliki kecepatan 50 cm/minggu. Sehingga jumlah tahapan yang diperlukan untuk mencapai  $H_{final}$  yang dibutuhkan adalah

$$H_{initial} = 8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pentahapan} &= 8 \text{ m} / 0,50 \text{ m} \\ &= 16 \text{ tahap} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan program bantu STABLE telah didapatkan SF yang melebihi SF rencana, sehingga tidak diperlukan adanya penundaan dalam tahapan penimbunan tersebut agar tidak terjadi longsor.

## 5.6 Perencanaan *Geotextile*

### 5.6.1 Perhitungan Kebutuhan *Geotextile* Timbunan Trapesium

Perencanaan *geotextile* yang digunakan pada timbunan ditinjau dalam dua aspek : internal stability dan overall stability.

#### 5.6.2. Internal Stability

$$Pa \leq \frac{\text{berat efektif } ABC \times \tan \delta}{SF}$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{38,29}{2} \right) = 0,235$$

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a + q H K_a \leq \frac{\gamma_{\text{sat}} \times \text{Luas talud } ABC \times \tan \delta}{SF}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,9 \cdot 8^2 \cdot 0,235 + 1,1 \cdot 8 \cdot 0,235 \leq \frac{1,9 \cdot \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 8 \cdot \tan 38,29}{2}$$

$$16,4 \text{ t/m} \leq 23,75 \text{ t/m} \dots \text{OK}$$

#### Syarat Kekakuan Bahan

$$T_{\text{allow}} = \frac{T}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}}$$

Dimana :

$T_{allow}$  = Kekuatan *geotextile* yang tersedia

$T_{ult}$  = Kekuatan ultimate *geotextile*

$FS_{id}$  = Faktor keamanan akibat kerusakan pada saat pemasangan (untuk timbunan 1,3 – 2,5 diambil 1,1)

$FS_{cr}$  = Faktor keamanan akibat rangkai (untuk timbunan 2,0 – 3,0 diambil 2,5)

$FS_{cd}$  = Faktor keamanan akibat pengaruh bahan-bahan kimia (untuk timbunan 1,0 – 1,5 diambil 1,1)

$FS_{bd}$  = Faktor keamanan akibat pengaruh aktifitas biologi dalam tanah (untuk timbunan 1,0 – 1,3 diambil 1,1)

Dipakai bahan *geotextile* UnggulTex Polypropylene Woven Geotextiles tipe UW-250 yang memiliki tegangan ultimate sebesar 52 kN/m = 5.2 t/m

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

$$T_{allow} = 5,2 \frac{t}{m} \times \left( \frac{1}{1,2 \times 2,5 \times 1,3 \times 1,2} \right) = 1,56 \frac{t}{m}$$

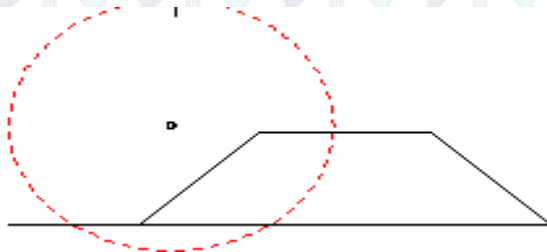
$$P_{al} \leq S_1$$

$$16,4 \frac{t}{m} \leq 1,56 \frac{t}{m} \dots \text{Not OK}$$

Maka tanah timbunan dipasang beberapa lapis (rangkap) *geotextile*.

### 5.6.3 Overall Stability

Dengan menggunakan program XSTABL, didapat output kelongsoran seperti pada **Gambar 5.2**.



**Gambar 5.2** timbunan dan garis kelongsoran

Analisis overall stability diperoleh dari data-data dari XSTABL, sebagai berikut:

- Angka keamanan : SF min = 1,087
- Jari-jari kelongsoran : R = 10,8 m
- Koordinat pusat bidang longsor (Titik O)  
 $x_o = 25,39$   
 $y_o = 49,70$
- Momen Penahan :  $M_{Rmin} = 3869 \text{ kN.m}$

Urutan perhitungan perencanaan *geotextile* adalah :

#### 1. Mencari nilai Momen Dorong

$$M_{\text{dorong}} = \frac{M_{Rmin}}{SF}$$

$$SF \text{ minimum} = 1,087$$

$$M_{Rmin} = 7253 \text{ kN.m}$$

$$M_{\text{dorong}} = MR \text{ min} : SF \text{ min}$$

$$M_{\text{dorong}} = \frac{7253}{1,087} = 6672,5 \text{ kNm}$$

$$SF_{\text{rencana}} = 1,5$$

$$\begin{aligned} MR_{\text{rencana}} &= SF_{\text{rencana}} \times M_{\text{dorong}} \\ &= 1,5 \times 6672 \text{ kNm} = 10009 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Sehingga, momen resisten tambahan yang dibutuhkan adalah

$$\begin{aligned} \Delta Mr &= MR_{\text{rencana}} - M_{R_{\text{min}}} \\ &= 1009 \text{ kNm} - 7253 \text{ kN.m} = 2755,7 \text{ kNm} \end{aligned}$$

## 2. Mencari Kekuatan *Geotextile*

Dalam perencanaan berikut, dipakai *geotextile* UnggulTex Polypropylene Woven Geotextiles tipe UW-250 yang memiliki tegangan ultimate sebesar  $52 \text{ kN/m} = 5.2 \text{ t/m}$

Adapun faktor reduksi berdasarkan pada tabel 2.2, yang digunakan untuk embankment yaitu :

- FS<sub>id</sub> = 1,1
- FS<sub>cr</sub> = 2,5
- FS<sub>cd</sub> = 1,1
- FS<sub>bd</sub> = 1,1

Dengan persamaan 2.34 diperoleh  $T_{\text{allow}}$

$$T_{\text{allow}} = \frac{52}{1.1 \times 2.5 \times 1.1 \times 1.1} = 15,6 \text{ kNm}$$

## 3. Menghitung Panjang *Geotextile* di Belakang Bidang Longsor ( $Le$ )

Panjang bahan *geotextile* di belakang bidang longsor dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Le = \frac{T_{\text{all}} \times SF}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

## DAFTAR PUSTAKA

Das, B.M., *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, jilid 1, Surabaya, 1988.

Das, B.M., *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, jilid 2, Surabaya, 1993.

Das, B.M., *Principles of Foundation Engineering*, sixth edition, America.

Das, B.M., *Principles of Foundation Engineering*, sixth edition, America.

Mochtar, I.B., *Teknologi Perbaikan Tanah Dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITS, Surabaya, 2000.

NAVFAC DM-7, 1971, *Design Manual, Soil Mechanis, Foundation dan Earth Structures*, Dept. Of the Navy Naval Facilities Engineering Command, Virginia, USA.

Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dangkal*. Surabaya

Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya







*“ halaman ini sengaja dikosongkan”*

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

$$M_{resisten\ rencana} = M_{dorong} \times SF_{rencana} \quad (2.32)$$

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

$$\Delta MR = M_{resisten\ rencana} - M_{resisten\ yang\ terjadi} \quad (2.33)$$

4. Mencari Kekuatan dari bahan geotekstile

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

$$T_{allow} = T_{ult} \times \left( \frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right) \quad (2.34)$$

Dimana :

$T_{allow}$  = kekuatan geotekstile yang tersedia

$T_{ult}$  = kekuatan ultimate geotekstile

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

$FS_{cr}$  = faktor keamanan akibat rangkai

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

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

$FS_{id}$ ,  $FS_{cr}$ ,  $FS_{cd}$ ,  $FS_{bd}$  merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan geotextile yang besarnya dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

$$\tau_i = Cu_i + \sigma_v \tan \theta$$

Dimana :

Le = Panjang geotextile di belakang bidang longsor

$\tau$  = Tegangan geser antara tanah dengan geotextile

SF = Faktor keamanan rencana, yaitu 1,25

E = Efisiensi (diambil E = 0.8)

$\tau_1$  = Tegangan geser antara tanah dasar dengan geotextile

$\tau_2$  = Tegangan geser antara tanah timbunan dengan geotextile

C = Kohesi tanah

$\theta$  = Sudut tahanan geser tanah

$T_{allow}$  = 15,6 kNm

Data timbunan sirtu yang digunakan :

H = 8 m

$\gamma_{timb}$  =  $1,9 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$

$C_u$  = 0

$\emptyset$  =  $38,29^\circ$

$\sigma_v$  =  $\gamma_{timb} \times H$

Data tanah dasar yang digunakan :

$\gamma_{tanahdasar}$  =  $1,82 \text{ t/m}^3$

$C_u$  =  $28 \text{ kN/m}^2$

$\emptyset$  =  $0^\circ$

$$\tau_1 = 18,2 + (114 \times \tan (0^\circ)) = 28 \text{ kN/ m}^2$$

$$\tau_2 = 0 + (114 \times \tan (38,29^\circ)) = 87,75 \text{ kN/m}^2$$

$$Le = \frac{15,63 \times 1,5}{(18,2 + 87,75) \times 0,8} = 0,3 \text{ m}$$

Tetapi untuk pemasangan menggunakan minimal 1 m

#### 4. Menghitung Kebutuhan *Geotextile*

$$M_{\text{geotextile}} = T_{\text{allow}} \times T_i$$

Dimana :

$H_i$  = Tinggi timbunan diatas *geotextile*

$T_i$  = Jarak vertikal antara *geotextile* dengan pusat bidang longsor (Titik O)

Pada *geotextile* lapisan pertama :

$$H = 8 \text{ m}$$

$$T_i = y_o - y_z = 49,57 - 41 = 8,55 \text{ m}$$

$$M_{\text{geotextile}} = 15,63 \times 8,55 = 133,6 \text{ kNm}$$

Berikut hasil perhitungan momen penahan oleh *geotextile* dan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor dapat dilihat pada **Tabel 5.3**

**Tabel 5.3** kebutuhan *Geotextille*

	$H_i$	$T_i$	$M_{\text{geotex}}$	$\Sigma M_{\text{geotex}}$	$L_e$	$M_r$	$\Sigma M_r$	RANGKAP
1	8	8,55	133,6	133,6	0,3	534,5	534,4553	4
2	7,5	8,05	125,8	259,4	0,2	377,4	911,8557	4
3	7	7,55	118,0	377,4	0,2	354,0	1265,815	2
4	6,5	7,05	110,2	487,6	0,2	220,3	1486,161	2
5	6	6,55	102,4	589,9	0,2	204,7	1690,879	2
6	5,5	6,05	94,5	684,5	0,2	189,1	1879,97	2
7	5	5,55	86,7	771,2	0,3	173,5	2053,434	2
8	4,5	5,05	78,9	850,1	0,3	157,8	2211,27	2
9	4	4,55	71,1	921,2	0,3	142,2	2353,479	2
10	3,5	4,05	63,3	984,5	0,4	126,6	2480,06	2
11	3	3,55	55,5	1040,0	0,4	111,0	2591,014	2
12	2,5	3,05	47,7	1087,7	0,5	95,3	2686,341	2
13	2	2,55	39,8	1127,5	0,7	79,7	2766,041	2
13	1,5	2,05	32,0	1159,5	0,9	64,1	2830,113	2

Berdasarkan perhitungan diatas, jumlah yang dibutuhkan untuk timbunan agar tidak longsor terdiri dari

13 lapis dengan jumlah rangkap yang bervariasi pada tiap lapisannya. dibutuhkan 24 lembar *geotextile* dan panjang  $L_e$  yang dibutuhkan adalah 1 meter untuk setiap lapisnya, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pemasangan di lapangan.

Setelah diperoleh jumlah lapisan *geotextile*, perhitungan momen dapat diperoleh dengan syarat  $\Sigma \text{Momen} > \Delta \text{MR}$  :

$$\Sigma \text{Momen} > \Delta \text{MR}$$

$$\Sigma \text{Momen} = M_{\text{geotextile1}} + M_{\text{geotextile2}} + M_{\text{geotextile3}} + \dots + M_{\text{geotextile-n}} \dots > \Delta \text{MR}$$

kNm > kNm ....OK

## 5. Menghitung Panjang Geotextile di Depan Bidang Longsor (Ld)

Panjang *geotextile* dapat dihitung menggunakan program bantu AutoCad dengan mengukur panjang *geotextile* dari tepi timbunan menuju titik bidang longsor pada setiap lapisan yang sama. Hasil perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor dapat dilihat pada **Tabel 5.4**

**Tabel 5.4** Tabel Panjang *Geotextile* di Depan Bidang Longsor

lapisan ke	Ld (m)
1	8,75
2	8,85
3	8,7
4	8,83
5	8,74
6	8,6
7	8,41
8	8,2
9	7,94
10	7,66
11	7,35
12	7,01
13	6,25

## 6. Perhitungan Panjang Total *Geotextile* Setiap Lapisan

Panjang Total *Geotextile* Setiap Lapisan dapat dihitung dengan perumusan :

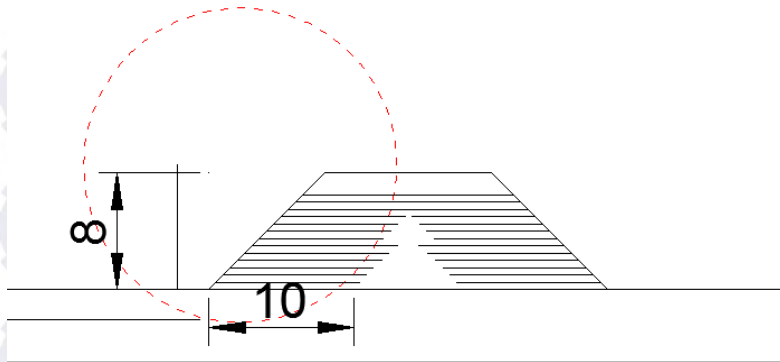
- a. 1 sisi =  $Le + Ld + Lo$
- b. 2 sisi =  $2 \times (Le + Ld + Lo)$

Perhitungan panjang total dan kebutuhan *geotextile* di timbunan  $H = 8$  meter

**Tabel 5.5** kebutuhan *geotextile* pada  $H = 8$  meter

lapisan ke	Ld (m)	Le	Lo	L total	L use (m)	L 2 sisi (m)
1	8,75	0,25	1,00	10,00	11	22
2	8,73	0,18	1,00	9,91	11	22
3	8,7	0,19	1,00	9,89	11	22
4	8,83	0,21	1,00	10,04	11	22
5	8,74	0,22	1,00	9,96	11	22
6	8,6	0,24	1,00	9,84	11	22
7	8,41	0,27	1,00	9,68	11	22
8	8,2	0,30	1,00	9,50	11	22
9	7,94	0,33	8,00	16,27	9,5	19
10	7,66	0,38	8,00	16,04	9,5	19
11	7,35	0,45	8,00	15,80	9,5	19
12	7,01	0,53	8,00	15,54	9,5	19
13	6,25	0,67	8,00	14,92	9,5	19

Berikut adalah sketsa pemasangan *geotextile* yang dapat dilihat pada **Gambar 5.3**



**Gambar 5.3** pemasangan geotextile

Berikut ini adalah rangkuman dari perhitungan kebutuhan geotextile pada ketinggian  $H = 6$  meter

**Tabel 5.6** Kebutuhan geotextile pada  $H = 6$  meter

	$H_i$	$T_i$	$\tau_1$	$\tau_2$	$M_{geotex}$	$\Sigma M_{geotex}$	$L_e$			RANGKAP
1	6	6,7	28	65,82	104,7	104,7	0,3	104,7	104,7032	1
2	5,5	6,2	60	60	96,9	201,6	0,2	96,9	201,5928	1
3	5	5,7	55	55	89,1	290,7	0,3	89,1	290,6687	1
4	4,5	5,2	49	49	81,3	371,9	0,3	81,3	371,9309	1
5	4	4,7	44	44	73,4	445,4	0,3	146,9	518,8279	1
6	3,5	4,2	38	38	65,6	511,0	0,4	65,6	584,4628	1
7	3	3,7	33	33	57,8	568,8	0,4	57,8	642,284	1
8	2,5	3,2	27	27	50,0	618,8	0,5	50,0	692,2915	1
9	2	2,7	22	22	42,2	661,0	0,7	42,2	734,4853	1
10	1,5	2,2	16	16	34,4	695,4	0,9	68,8	803,2457	1

Pada ketinggian timbunan 4 meter sudah tidak memerlukan perkuatan *geotextille* karena SF yang diperoleh sudah melebihi dari SF rencana.

Kebutuhan panjang dari *geotextille* yang digunakan pada H = 8 meter dan H = 6 meter dapat dilihat pada **tabel 5.7** dan **tabel 5.8**

**Tabel 5.7** kebutuhan geotextile pada H = 8 meter

lapisan ke	Ld (m)	Le	Lo	L total	L use (m)	L 2 sisi (m)
1	8,75	0,25	1,00	10,00	11	22
2	8,73	0,18	1,00	9,91	11	22
3	8,7	0,19	1,00	9,89	11	22
4	8,83	0,21	1,00	10,04	11	22
5	8,74	0,22	1,00	9,96	11	22
6	8,6	0,24	1,00	9,84	11	22
7	8,41	0,27	1,00	9,68	11	22
8	8,2	0,30	1,00	9,50	11	22
9	7,94	0,33	8,00	16,27	9,5	19
10	7,66	0,38	8,00	16,04	9,5	19
11	7,35	0,45	8,00	15,80	9,5	19
12	7,01	0,53	8,00	15,54	9,5	19
13	6,25	0,67	8,00	14,92	9,5	19



**Tabel 5.8** kebutuhan geotextile pada H = 6 meter

lapisan	Ld (m)	Le (m)	Lo (m)	L total (m)	L use (m)	L 2sisi (m)
1	8,11	0,3	1,0	9,4	9	18
2	8,1	0,2	1,0	9,3	9	18
3	8,03	0,3	1,0	9,3	9	18
4	7,9	0,3	1,0	9,2	9	18
5	7,72	0,3	1,0	9,1	8,5	17
6	7,49	0,4	1,0	8,9	8,5	17
7	7,23	0,4	1,0	8,7	8,5	17
8	6,91	0,5	1,0	8,4	8,5	17
9	6,57	0,7	1,0	8,2	8,5	17

### 5.7 Perencanaan Kombinasi Geotextile dan Sheetpile

Dalam perencanaan kombinasi beban yang terjadi 75% akanditanggung oleh geotextile sedangkan 25% beban akan ditanggung oleh sheetpile ditentukan terlebih dahulu jarak vertikal antar geotextile ( $S_v$ ), di bawah ini adalah contoh hasil perhitungan untuk layer geotextile paling atas:

Diketahui,

Tinggi pemasangan *geotextile* = 8 m

$\gamma_t$  = 19 kN/m<sup>3</sup>

q kendaraan = 0.6 x  $\gamma_t$

= 11.4 kN/m<sup>2</sup>

Kuat tarik max *geotextile* = 52 kN/m

### 5.8 Kontrol Stabilitas Internal

- Perhitungan Panjang dan Jarak Pemasangan *Geotextile*

**Tabel 5.9** Tabel Faktor Reduksi

Penggunaan Geotextile	Faktor Pemasangan, FS <sub>id</sub>	Faktor Rangkak, FS <sub>er</sub>	Faktor Kimia, FS <sub>cd</sub>	Faktor Biologi, FS <sub>id</sub>
Separation	1,1 – 2,5	1,1 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Cushioning	1,1 – 2,0	1,2 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,2
Unpaved Roads	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Walls	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Embankments	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Bearing Capacity	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Slope Stabilization	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Pavement Overlays	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Railroads	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
Flexible Form	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Silt Fences	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

$$K_a = \tan^2(45 - \theta/2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$$

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h}$$

$$T_{allow} = \frac{T}{FS_{ib} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}}$$

$$T_{allow} = \frac{52}{1,3 \times 2,5 \times 1,2 \times 1,2} = 15,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} + \sigma_{hl}$$

$$= (z \times K_a \times \gamma t) + (q \times K_a) + [(0,2n / (0,16 + n^2)^2 \times (QI/H)]$$

$$\sigma_h = (z \times 0,235 \times 19) + (5,5 \times 0,235) + [(0,2n / (0,16 + n^2)^2 \times (11,4/8)]$$

Dimana :

$\sigma_h$  = Besar tegangan horisontal yang diterima dinding dan menerima beban sebesar

$\sigma_{hs}$  = Tegangan horisontal akibat tanah dibelakan dinding

$\sigma_{hq}$  = Tegangan horisontal akibat beban mati

$\sigma_{hl}$  = Tegangan horisontal akibat beban hidup

z = Besar kedalaman tanah coba-coba dari atas permukaan tanah

$$n = z/H_{\text{total}}$$

$$Q_l = 11,4 \text{ kN/m}^2 \text{ ( beban traffic)}$$

$$q = 5,5 \text{ kN/m}^2 \text{ ( beban perkerasan )}$$

$$y_t = 19 \text{ kN/m}^3$$

- Untuk z = 8 m

$$\begin{aligned} \sigma_h &= (8 \times 0,235 \times 19) + (5,5 \times 0,235) + [(0,2 \cdot 1 / (0,16 + 1^2)^2 \times (11,4/8))] \\ &= 27,92 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} = \frac{15,6}{1,5 \times 27,92} = 0,37 \text{ m}$$

$$S_v \text{ use} = 0,2 \text{ m}$$

Jumlah 5 baris pada H = 8m, jadi 0,2 m x 10 = 2 m

Panjang *geotextile* yang ditanam (L) :

$$L = L_r + L_e + L_o$$

Dimana :

$L_r$  = panjang *geotextile* didepan bidang longsor

$L_e$  = panjang *geotextile* yang berada dalam anchorage zone (min = 1 m)

$L_o$  = panjang lipatan (min = 1 m)

$$L_r = (H-z) \times [\tan(45-\theta/2)]$$

$$L_r = (8-8) \times [\tan(45-38,29/2)] = 0 \text{ m}$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot SF}{2[c + \sigma_v(\tan \delta)]} ; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{0,2 \cdot 27,92 \cdot 1,5}{2[0 + (19 \times 6)(0,48)]} = 0,019 \leq 1 \text{ m, maka } L_e \text{ digunakan}$$

1m

## BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Cholis Cahyo Prambodo ini dilahirkan di kota Karanganyar pada tanggal 16 April 1991. Penulis adalah anak kedua dari 3 bersaudara. Orang tua penulis adalah Sugiyanto dan Tatit sukses. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 03 Karanganyar , SMP Negeri 1 Karanganyar dan SMA Negeri 03 Surakarta. Lulus dari SMA, penulis kemudian melanjutkan pendidikan program sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil ITS pada tahun 2010 melalui jalur SNMPTN dan terdaftar dengan NRP 3110100115. Gelar Sarjana Teknik diperoleh penulis pada tahun 2015 dengan judul Tugas Akhir "*Perencanaan Perkuatan Timbunan Tanah Pada Oprit Jembatan Sironoboyo, Pacitan*".

Email : [choliscahyo@gmail.com](mailto:choliscahyo@gmail.com)

$$L_o = \frac{Sv \cdot \sigma_h \cdot SF}{4[c + \sigma_v(\tan\delta)]}; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{0,33 \cdot 27,92 \cdot 1,5}{4[0 + (19 \times 8)(0,48)]} = 0,096 \leq 1\text{m, maka } L_e \text{ digunakan}$$

1m

- Untuk  $z = 6\text{ m}$

$$\sigma_h = (6 \times 0,235 \times 19) + (5,5 \times 0,235) + [(0,2 \cdot 2,0,67 / (0,16 + 0,67^2) \times (11,4/6))]$$

$$= 21,37 \text{ kN/m}^2$$

$$Sv = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} = \frac{15,6}{1,5 \times 21,37} = 0,49 \text{ m}$$

$$Sv \text{ use} = 0,4 \text{ m}$$

Jumlah 5 baris pada  $H = 6\text{m}$ , jadi  $0,4 \text{ m} \times 5 = 2 \text{ m}$

Panjang *geotextile* yang ditanam (L) :

$$L = L_r + L_e + L_o$$

Dimana :

$L_r$  = panjang *geotextile* didepan bidang longsor

$L_e$  = panjang *geotextile* yang berada dalam anchorage zone (min = 1 m)

$L_o$  = panjang lipatan (min = 1 m)

$$L_r = (H - z) \times [\tan(45 - \theta/2)]$$

$$L_r = (8 - 6) \times [\tan(45 - 38,29/2)] = 0,54 \text{ m}$$

$$L_e = \frac{Sv \cdot \sigma_h \cdot SF}{2[c + \sigma_v(\tan\delta)]}; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{0,41 \cdot 28,56 \cdot 1,5}{2[0 + (19 \times 6)(0,41)]} = 0,26 \leq 1\text{m, maka } L_e \text{ digunakan}$$

1m

$$L_o = \frac{Sv \cdot \sigma_h \cdot SF}{4[c + \sigma_v(\tan\delta)]}; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{0,64 \cdot 11,46 \cdot 1,5}{4[0+(19 \times 2)(0,48)]} = 0,192 \leq 1\text{m}, \text{ maka } L_e \text{ digunakan } 1\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } L &= L_r + L_e + L_o \\ &= 1,07 \text{ m} + 1 \text{ m} + 1 \text{ m} = 3,07 \text{ m} \sim 4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Untuk  $z = 2 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= (2 \times 0,235 \times 19) + (5,5 \times 0,235) + [(0,2 \cdot 0,25 / (0,16 \\ &\quad + 0,25^2)^2 \times (11,4/6)] \\ &= 8,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} = \frac{15,6}{1,5 \times 8,75} = 1,19 \text{ m}$$

$S_v \text{ use} = 1 \text{ m}$

Jumlah 4 baris pada  $H = 2 \text{ m}$ , jadi  $1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$

Panjang *geotextile* yang ditanam ( $L$ ) :

$$L = L_r + L_e + L_o$$

Dimana :

$L_r$  = panjang *geotextile* didepan bidang longsor

$L_e$  = panjang *geotextile* yang berada dalam anchorage zone (min = 1 m)

$L_o$  = panjang lipatan (min = 1 m)

$$L_r = (H-z) \times [\tan(45-\theta/2)]$$

$$L_r = (8-2) \times [\tan(45-38,29/2)] = 1,61 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L_e &= \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot SF}{2[c + \sigma_v(\tan \delta)]} ; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = \\ &= 25,65^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,69 \cdot 8,75 \cdot 1,5}{2[0+(19 \times 2)(0,48)]} = 0,77 \leq 1\text{m}, \text{ maka } L_e \\ &\text{digunakan } 1\text{m} \end{aligned}$$

$$L_o = \frac{Sv \cdot \sigma_h \cdot SF}{4[c + \sigma_v(\tan \delta)]} ; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{1,19,8,75,1,5}{4[0 + (19 \times 2)(0,48)]} = 0,38 \leq 1\text{m}, \text{ maka } L_e \text{ digunakan } 1\text{m}$$

$$\text{Jadi } L = L_r + L_e + L_o$$

$$= 1,61 \text{ m} + 1 \text{ m} + 1 \text{ m} = 3,61 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$$

Berikut hasil perhitungan kebutuhan panjang *geotextile* 2 sisi dapat dilihat pada **Tabel 5.9**

**Tabel 5.10** kebutuhan geotextile

z	Sv (m)	Sv use (m)	Le (m)	Le use (m)	Lr (m)	lo (m)	lo use (m)	L total (m)	L total use (m)
8	0,37	0,2	0,14	1	0,00	0,068	1	2,00	4
6	0,49	0,4	0,18	1	0,54	0,091	1	3,00	6
4	0,69	0,5	0,27	1	1,07	0,136	1	4,00	8
2	1,19	1	0,55	1	1,6076952	0,273	1	4,00	8

- Kontrol daya dukung tanah

Tanah di bawah retaining wall

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

$$\emptyset = 36,05$$

$$\gamma = 18,4 \text{ kN/m}^3$$

$$D_f = 0$$

$$B = 1,35; 1,88; 2,42; 2,96 \text{ m}$$

$$SF = 3$$

Dari data di atas didapatkan data sebagai berikut

$$N_c = 63,58$$

$$N_q = 45,66$$

$$N\gamma = 51,96$$

$$q_{ult} = (0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\lambda) + (C \cdot Nc)$$

$$q_{ult} = (0.5 \times 19 \times 91,5 \times 51,96) + (0 \times 30)$$

$$q_{ult} = 3347,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{3347,21}{3} = 1115,74 \text{ kN/m}$$

$$\frac{\sigma_{ijin}}{\sigma_v} = 6,84 \geq SF = 3 \quad \text{OK}$$

Hasil perhitungan telah memenuhi syarat kontrol

### 5.9 Perencanaan Kombinasi *Sheet pile*

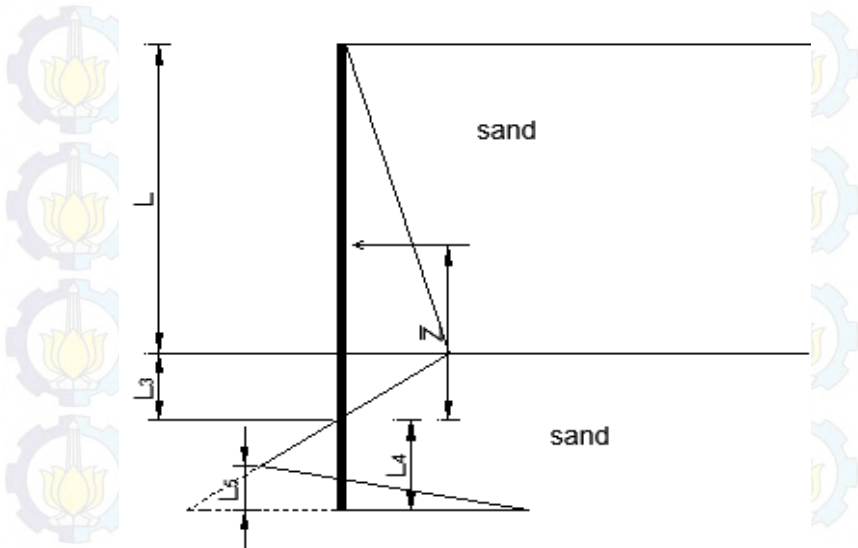
Dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk perencanaan dinding penahan tanah yaitu dengan menggunakan *sheet pile* yang dikombinasikan dengan *geotextile* untuk memperkuat oprit timbunan pada Jembatan Kelompong. *Sheetpile* direncanakan menerima beban sebesar 25% dari beban total, sedangkan 75% dari beban akan ditanggung oleh *geotextille*.

### 5.10 Perencanaan *Sheet Pile* Beton

Pada perencanaan dinding penahan tanah untuk penyusunan tugas akhir ini akan direncanakan menggunakan *sheet pile* beton. Dalam perhitungan *sheet pile* direncanakan dengan tinggi timbunan yang bervariasi yaitu 8 m, 6 m, 4 m dan 2 m dengan tujuan dimensi pada perencanaan mudah didapatkan dipasaran, untuk perencanaan *sheet pile* didesain hanya menerima beban.



- Perhitungan sheet – pile 8 meter



**Gambar 5.4** gambar tegangan tanah pada  $H = 8$  m

- Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \theta/2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$$

$$K_p = \tan^2(45 + \theta/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + 38,29/2) = 4,24$$

- Tekanan tanah aktif pada timbunan dengan beban

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 k_a + q \times h \times k_a) 0,25$$

$$\sigma'_2 = (1,9 \times 8 \times 0,235 + 1,1 \times 0,235)$$

$$\sigma'_2 = 5,64 \text{ t/m}^2$$

$$Z = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L K_a}{K_p - K_a} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

$$\bar{Z} = 0,75 + \frac{8}{3} = \frac{8 \times 0,235}{4,24 - 0,235} + \frac{8}{3} = \frac{L(2 \times 0,235 + 4,24)}{3(4,24 - 0,235)}$$

$$\bar{Z} = 3,1$$

- $L_3 = \frac{\sigma'^2}{\gamma(Kp - Ka)} = \frac{Lka}{(Kp - Ka)}$

- $L_3 = \frac{3,96}{\gamma(4,24 - 0,235)} = 0,53 \text{ m}$

Persamaan untuk mencari nilai D sebagai berikut :

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0$$

- $A_1 = \frac{\sigma'^5}{\gamma(Kp - Ka)}$

$$A_1 = \frac{68,07}{\gamma(4,24 - 0,235)}$$

$$A_1 = 8,9$$

- $A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp - Ka)}$

$$A_2 = \frac{8 \times 4,21}{\gamma(4,24 - 0,235)}$$

$$A_2 = 4,43$$

- $A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp - Ka) + \sigma'^5)}{\gamma^2(Kp - Ka)}$

$$A_3 = \frac{6 \times 4,21(2 \times 2,88\gamma(4,24 - 0,235) + 68,1)}{3,61(4,24 - 0,235)}$$

$$A_3 = 48,9$$

- $A_4 = \frac{p(6z\sigma'^5 + 4P)}{\gamma^2(Kp - Ka)^2}$

$$A_4 = \frac{4,21 (6 \times 2,88 \times 68,07 + 4 \times 4,21)}{1,9 \times 1,9 (4,24 - 0,235)^2}$$

$$A_4 = 86,903$$

Maka :  $L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0$   
 :  $L_4^4 + 8,9 L_4^3 - 4,43 L_4^2 - 48,9 L_4 - 86,903 = 0$       Dari  
 persamaan diatas maka dihasilkan  $L_4 = 3,5$  meter

Panjang total yang dibutuhkan  $L_3 + L_4 = 3,5 + 0,53 = 4,03$  m

Dikalikan dengan SF rencana =  $4,03 \times 1,3 = 4,8$  m  
 Kedalaman sheet pile = 5 m

Jadi panjang total yang diperlukan =  $L + 8$  m = 13 m

- **Mencari Mmax pada**

$$Z' = \frac{P_{atotal}}{d} = \frac{12,782}{8,4} = 1,48 \text{ m}$$

$$M_{max} = P_{atotal} (z+z') - \frac{1}{2} \gamma z'^2 (K_p - K_a) \left(\frac{z'}{3}\right)$$

$$M_{max} = 7,23 \text{ tm}$$

- **kontrol dan pemilihan tipe turap**

Berdasarkan *Brosur Dari WIKA Beton* didapatkan spesifikasi untuk sebagai berikut :

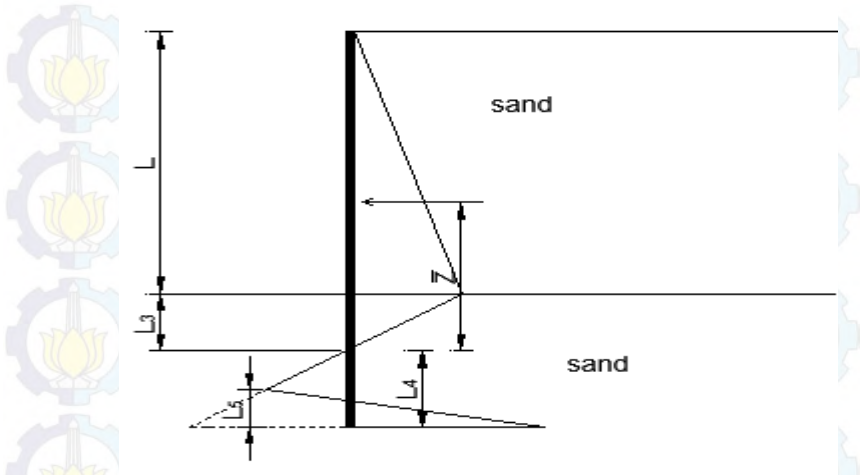
M max = 7,23 tm

Jadi :

type sheet pile beton = W-325 A 1000

Cracking momen turap = 11,4 tm

### Perhitungan Sheetpile 6 meter



Gambar 5.5 Tegangan tanah pada  $H = 6\text{ m}$

- Koefisien tekanan tanah aktif  
 $K_a = \tan^2(45 - \theta/2)$   
 $K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$   
 $K_p = \tan^2(45 + \theta/2)$   
 $K_p = \tan^2(45 + 38,29/2) = 4,24$
- Tekanan tanah aktif pada timbunan dengan beban

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 \cdot k_a + q \times h \times k_a) \cdot 0,25$$

$$\sigma'_2 = (1,9 \times 6 \times 0,235 + 1,1 \times 0,235)$$

$$\sigma'_2 = 3,066 \text{ t/m}^2$$

$$\bar{Z} = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L \cdot K_a}{K_p - K_a} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

$$\bar{Z} = 0,4 + \frac{8}{3} = \frac{8 \times 0,235}{4,24 - 0,235} + \frac{8}{3} = \frac{L(2 \times 0,235 + 4,24)}{3(4,24 - 0,235)}$$

$$\bar{Z} = 2,4$$

$$\bullet L_3 = \frac{\sigma^2}{\gamma(Kp - Ka)} = \frac{Lka}{(Kp - Ka)}$$

$$\bullet L_3 = \frac{3,066}{\gamma(4,24 - 0,235)} = 0,4 \text{ m}$$

Persamaan untuk mencari nilai D sebagai berikut :

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0$$

$$\bullet A_1 = \frac{\sigma^5}{\gamma(Kp - Ka)}$$

$$A_1 = \frac{51,144}{\gamma(4,24 - 0,235)}$$

$$A_1 = 6,7$$

$$\bullet A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp - Ka)}$$

$$A_2 = \frac{8 \times 2,4}{\gamma(4,24 - 0,235)}$$

$$A_2 = 2,5$$

$$\bullet A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp - Ka) + \sigma^5)}{\gamma^2(Kp - Ka)}$$

$$A_3 = \frac{6 \times 2,45(2 \times 2,88\gamma(4,24 - 0,235) + 51,144)}{3,61(4,24 - 0,235)}$$

$$A_3 = 24,15$$

$$\bullet A_4 = \frac{p(6z\sigma^5 + 4P)}{\gamma^2(Kp - Ka)^2}$$

$$A_4 = \frac{2,45(6 \times 2,88 \times 51,144 + 4 \times 2,45)}{1,9 \times 1,9(4,24 - 0,235)^2}$$

$$A_4 = 37,87$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 &= 0 \\ : L_4^4 + 6,7L_4^3 - 2,58L_4^2 - 24,1L_4 - 37,87 &= 0 \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas maka dihasilkan  $L_4 = 2,27$  meter

$$\text{Panjang total yang dibutuhkan } L_3 + L_4 = 0,4 + 2,27 = 2,67 \text{ m}$$

$$\text{Dikalikan dengan SF rencana} = 2,67 \times 1,3 = 3,7 \text{ m}$$

Kedalaman sheet pile = 4 m

$$\text{Jadi panjang total yang diperlukan} = L + 6 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

- **Mencari Mmax pada**

$$Z' = \frac{P_{\text{atotal}}}{d} = \frac{12,782}{8,4} = 1,48 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = P_{\text{atotal}} \left( z + z' \right) - \frac{1}{2} \gamma z'^2 (K_p - K_a) \left( \frac{z'}{3} \right)$$

$$M_{\text{max}} = 3,15 \text{ tm}$$

- **kontrol dan pemilihan tipe turap**

Berdasarkan *Brosur Dari WIKA Beton* didapatkan spesifikasi untuk sebagai berikut :

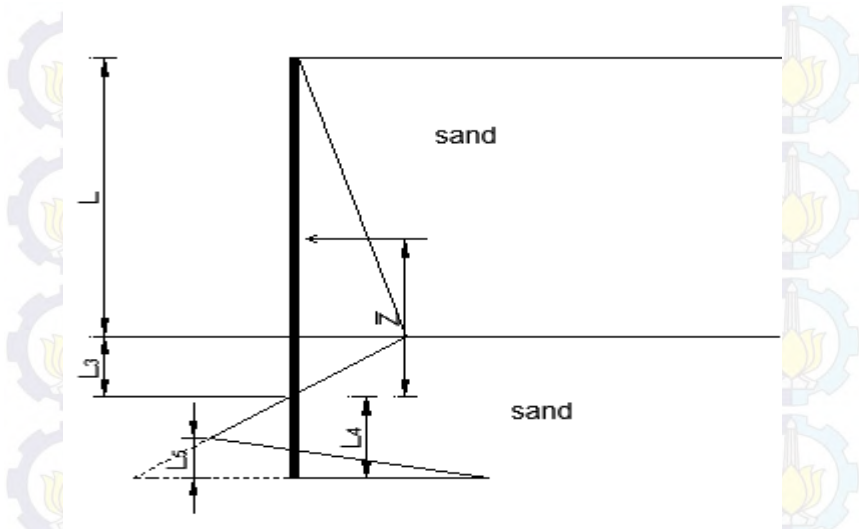
$$M_{\text{max}} = 3,15 \text{ tm}$$

Jadi :

$$\text{type sheet pile beton} = \text{W-325 A 1000}$$

$$\text{Cracking momen turap} = 11,4 \text{ tm}$$

### Perhitungan Sheetpile 4 meter



**Gambar 5.6** Diagram Tegangan tanah pada  $H = 4$  m

- Koefisien tekanan tanah aktif  
 $K_a = \tan^2(45 - \theta/2)$   
 $K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$   
 $K_p = \tan^2(45 + \theta/2)$   
 $K_p = \tan^2(45 + 38,29/2) = 4,24$
- Tekanan tanah aktif pada timbunan dengan beban

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 k_a + q \times h \times k_a) 0,25$$

$$\sigma'_2 = (1,9 \times 4 \times 0,235 + 1,1 \times 0,235)$$

$$\sigma'_2 = 2,17 \text{ t/m}^2$$

$$\bar{Z} = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L K_a}{K_p - K_a} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

$$\bar{Z} = 0,28 + \frac{8}{3} = \frac{4 \times 0,235}{4,24 - 0,235} + \frac{8}{3} = \frac{L(2 \times 0,235 + 4,24)}{3(4,24 - 0,235)}$$

$$\bar{Z} = 1,62$$

- $L_3 = \frac{\sigma'^2}{\gamma(Kp-Ka)} = \frac{Lka}{(Kp-Ka)}$
- $L_3 = \frac{2,17}{\gamma(4,24-0,235)} = 0,285 \text{ m}$

Persamaan untuk mencari nilai D sebagai berikut :

$$L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$$

- $A_1 = \frac{\sigma'^5}{\gamma(Kp-Ka)}$

$$A_1 = \frac{34,21}{\gamma(4,24-0,235)}$$

$$A_1 = 4,5$$

- $A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp-Ka)}$

$$A_2 = \frac{8 \times 1,16}{\gamma(4,24-0,235)}$$

$$A_2 = 1,22$$

- $A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp-Ka) + \sigma'^5)}{\gamma^2(Kp-Ka)}$

$$A_3 = \frac{6 \times 1,16(2 \times 1,62\gamma(4,24-0,235) + 34,21)}{3,61(4,24-0,235)}$$

$$A_3 = 9,41$$

- $A_4 = \frac{p(6z\sigma'^5 + 4P)}{\gamma^2(Kp-Ka)^2}$

$$A_4 = \frac{1,16(6 \times 1,61 \times 34,21 + 4 \times 2,45)}{1,9 \times 1,9(4,24-0,235)^2}$$



$$A_4 = 11,98$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 &= 0 \\ : L_4^4 + 4,5 L_4^3 - 1,22 L_4^2 - 9,41 L_4 - 12 &= 0 \end{aligned}$$

Dari persamaan diatas maka dihasilkan  $L_4 = 1,7$  meter

Panjang total yang dibutuhkan  $L_3 + L_4 = 0,28 + 1,7 = 1,98$  m

Dikalikan dengan SF rencana =  $1,98 \times 1,3 = 2,7$  m

Kedalaman sheet pile = 3 m

Jadi panjang total yang diperlukan =  $L + 3 \text{ m} = 7 \text{ m}$

- **Mencari Mmax pada**

$$Z' = \frac{P_{\text{atotal}}}{d} = \frac{12,782}{8,4} = 1,48 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}} = P_{\text{atotal}} (z+z') - \frac{1}{2} \gamma z'^2 (K_p - K_a) \left(\frac{z'}{3}\right)$$

$$M_{\text{max}} = 0,98 \text{ tm}$$

- **kontrol dan pemilihan tipe turap**

Berdasarkan Brosur Dari WIKA Beton didapatkan spesifikasi untuk sebagai berikut :

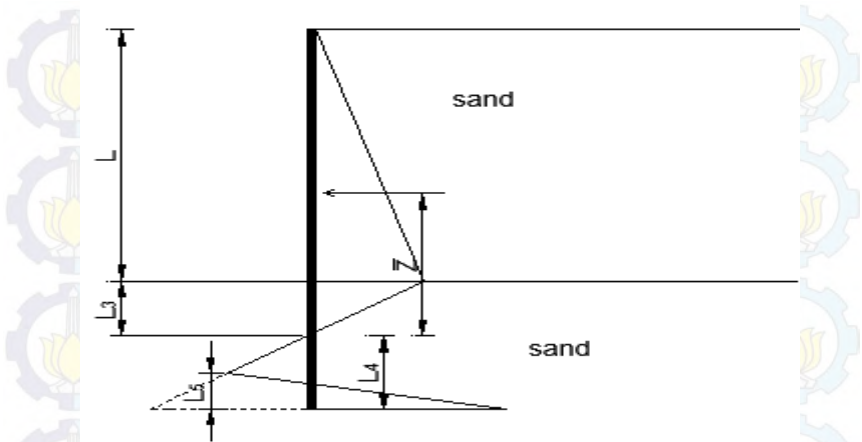
$$M \text{ beban} = 0,98 \text{ tm}$$

Jadi :

$$\text{type sheet pile beton} = \text{W-325 A 1000}$$

$$\text{Cracking momen turap} = 11,4 \text{ tm}$$

### Perhitungan sheet pile dengan H timbunan 2 m



**Gambar 5.6** Diagram Tegangan Tanah Pada H = 2m

- Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \theta/2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$$

$$K_p = \tan^2(45 + \theta/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + 38,29/2) = 4,24$$

- Tekanan tanah aktif pada timbunan dengan beban

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 \cdot k_a + q \times h \times k_a) 0,25$$

$$\sigma'_2 = (1,9 \times 2 \times 0,235 + 1,1 \times 0,235)$$

$$\sigma'_2 = 1,28 \text{ t/m}^2$$

$$\bar{Z} = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L K_a}{3(K_p - K_a)} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

$$\bar{Z} = 0,4 + \frac{8}{3} = \frac{2 \times 0,235}{4,24 - 0,235} + \frac{8}{3} = \frac{L(2 \times 0,235 + 4,24)}{3(4,24 - 0,235)}$$

$$\bar{Z} = 2,4$$

- $L_3 = \frac{\sigma'2}{\gamma(Kp-Ka)} = \frac{Lka}{(Kp-Ka)}$

- $L_3 = \frac{1,3}{\gamma(4,24-0,235)} = 0,2 \text{ m}$

Persamaan untuk mencari nilai D sebagai berikut :

$$L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$$

- $A_1 = \frac{\sigma'5}{\gamma(Kp-Ka)}$

$$A_1 = \frac{17,3}{\gamma(4,24-0,235)}$$

$$A_1 = 2,27$$

- $A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp-Ka)}$

$$A_2 = \frac{8 \times 0,34}{\gamma(4,24-0,235)}$$

$$A_2 = 0,36$$

- $A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp-Ka) + \sigma'5)}{\gamma^2(Kp-Ka)}$

$$A_3 = \frac{6 \times 0,34(2 \times 0,8\gamma(4,24-0,235) + 17,3)}{3,61(4,24-0,235)}$$

$$A_3 = 2,2$$

- $A_4 = \frac{p(6z\sigma'5+4P)}{\gamma^2(K_p - K_a)^2}$

$$A_4 = \frac{0,34(6 \times 0,8 \times 17,3 + 4 \times 0,34)}{1,9 \times 1,9(4,24 - 0,235)^2}$$

$$A_4 = 1,8$$

Maka :  $L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$

$$: L_4^4 + 2,27L_4^3 - 0,36L_4^2 - 2,2L_4 - 1,8 = 0$$

Dari persamaan diatas maka dihasilkan  $L_4 = 1,1$  meter

Panjang total yang dibutuhkan  $L_3 + L_4 = 1,1 + 0,2 = 1,3$  m

Dikalikan dengan SF rencana =  $1,3 \times 1,3 = 1,9$  m

Kedalaman sheet pile = 2 m

Jadi panjang total yang diperlukan =  $L + 2$  m = 4 m

- **Mencari Mmax pada**

$$Z' = \frac{P_{atotal}}{d} = \frac{12,782}{8,4} = 1,48 \text{ m}$$

$$M_{max} = P_{atotal}(z+Z') - \frac{1}{2}\gamma Z'^2(K_p - K_a)\left(\frac{Z'}{3}\right)$$

$$M_{max} = 0,3 \text{ tm}$$

- **kontrol dan pemilihan tipe turap**

Berdasarkan Brosur Dari WIKA Beton didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

$$M_{max} = 0,3 \text{ tm}$$

Jadi :

$$\text{type sheet pile beton} = \text{W-325 A 1000}$$

$$\text{Cracking momen turap} = 11,4 \text{ tm}$$

Rangkuman tipe sheetpile dan kedalaman pemancangan dapat dilihat pada **Tabel 5.11**

**Tabel 5.11** tipe dan kebutuhan sheetpile

Tipe sheet pile	Kedalaman sheet pile	Kebutuhan
	m	buah
W-325 A 1000	13	100
W-325 A 1000	10	100
W-325 A 1000	7	100
W-325 A 1000	4	100

## 5.11. Perencanaan Abutment

### 5.11.1. Pembebanan

- **Data Umum Perencanaan**

Panjang Bentang	=	20	m
Lebar Jalan	=	7	m
Tebal Lantai Beton	=	0.2	m
Tebal Lapisan Aspal	=	0.07	m
Lebar Jembatan Total	=	11,5	m

- **Data Teknik Jembatan**

Jarak antar Gelagar Memanjang (Girder)	=	2,3	m
Jarak antar diafragma	=	5	m
Berat Jenis Aspal	=	2.2	t/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Beton	=	2.4	t/m <sup>3</sup>
Berat 1 balok girder	=	1297	kg/m
Berat 1 diafragma	=	(1.2x1.07x0,3 m <sup>3</sup> ) x 2400 kg/m <sup>3</sup>	=1052 kg

- **Pembebanan Bangunan Atas**

**Beban Mati**

Berat Pelat Beton

$$\begin{aligned}
 &= l \times n \times w \times K_{msu} \\
 &= 20 \times 11,5 \times 0,2 \times 2400 \times 1 \\
 &= 110400 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat Aspal

$$\begin{aligned}
 &= 20 \times 7 \times 0,07 \times 2200 \\
 &= 15400 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat Gelagar Memanjang

$$\begin{aligned}
 &= 20 \times 5 \times 1297 \times 1 \\
 &= 129700 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat diafragma

$$\begin{aligned}
 &= 80 \times 1052 \times 1 \\
 &= 84153,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

 $W_{total} = 339653,6 \text{ kg}$ 

Reaksi di perletakan (RD)

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \times W_{total} \\
 &= 0,5 \times 339653,6 \\
 &= 169826,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Beban Hidup/kendaraan**

$$\begin{aligned}
 q &= q_{kendaraan} \times \text{lebar jalan} \times \text{bentang} \\
 &= 253920 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Reaksi di perletakan (RL)

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \times W_{total} \\
 &= 0,5 \times 253920 \\
 &= 126960 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Beban Angin** (SNI T-02-2005 pasal 7.6)

 Posisi Jembatan < 5 km dari pantai  
 maka, kecepatan angin rencana ( $V_w$ ) = 35 m/s

Beban angin lateral bekerja pada seluruh bangunan atas secara merata

$$T_{EW} = 0,0006 \times C_w \times V_w^2 \times A_b$$

Gaya ultimate pada jembatan

$$T_{ew1} = 0,0006 \times C_w \times V_w^2 \times A_b$$

$$= 0,0006 \times 1,5 \times 35^2 \times 37$$

$$= 3399,4 \text{ kg}$$

$$H_{w1} = \frac{1}{2} \times T_{EW1}$$

$$= \frac{1}{2} \times 3399,4$$

$$= 1699,69 \text{ kg}$$

Beban angin bila kendaraan sedang berada di atas jembatan

$$T_{ew2} = 0,0012 \times C_w \times V_w^2 \times L$$

$$= 0,0012 \times 1,5 \times 35^2 \times 20$$

$$= 3675 \text{ kg}$$

$$H_{w2} = \frac{1}{2} \times T_{EW2}$$

$$= \frac{1}{2} \times 3675$$

$$= 1838 \text{ kg}$$

beban transfersal (horisontal) di perletakan akibat angin

$$H_T = H_{w1} + H_{w2}$$

$$= 1699,7 + 1838$$

$$= 3537,2 \text{ kg}$$

### **Beban Gesekan**

Beban gesekan pada tumpuan bergerak (Beban Horisontal longitudinal pada perletakan)

$$G_g = m \times R_D + R_L$$

$$= 0,15 \times 169826,8 + 126960$$

$$= 44518,020 \text{ kg}$$

**Beban Rem**

Gaya rem ( $Tr$ ) berdasarkan SNI T-02-2005 pasal 6.7 adalah 250 KN

Reaksi perletakan akibat pengereman ( $Rm$ ) adalah

$$\begin{aligned} Rm &= 1/2 \times Tr \\ &= 1/2 \times 250 \\ &= 125 \text{ KN} \\ &= 12500 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Beban Gempa** (SNI T-02-2005 pasal 7.7)

Perhitungan Koefisien dasar C

Dimensi abutment taksiran : 1 m x 11,5 m x 6 m

$$\begin{aligned} W_{total} &= \text{beban mati} \\ &= 169826,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{tp} &= W_{total} + 0.5 W_{abutment} \\ &= 169826,8 + (0.5 \times 1 \times 11,5 \times 6 \times 2400) \\ &= 252626,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= 4700 \times 30^{0,5} \\ &= 25742.9602 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 257429602 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= (60\% \times h \times b^3)/12 \\ &= 0,575 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= (60\% \times b \times h^3)/12 \\ &= 76 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

*Arah Memanjang*

$$\begin{aligned} K_p &= (3 \times E \times I_1)/L^3 \\ &= 2055861,405 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{W_{tp}}{g \cdot K_p}} \\ T &= 2\pi \sqrt{\frac{252626,8}{9,81 \times 2.055861,405}} \end{aligned}$$

dimana ,



$T$  = Waktu getar arah memanjang (detik)  
 $g$  = Percepatan gravitasi  
 $W_{tp}$  = Berat total nominal bangunan atas  
 $K_p$  = Kekakuan gabungan sebagai gaya horizontal yang diperlukan untuk menimbulkan satuan-satuan pada bagian atas

$T = 0,7032 \text{ dtk}$

Zona gempa 3, tanah lunak

Didapatkan nilai  $C = 0.1$  (BMS 2.4.7.1 **Gambar 2.14**)

*Arah Melintang*

$K_p = (3 \times E \times I_i) / L^3$   
 $= 318275971,7$

$T = 0,06 \text{ detik}$

dimana ,

$T$  = Waktu getar arah memanjang (detik)

$g$  = Percepatan gravitasi

$W_{tp}$  = Berat total nominal bangunan atas termasuk beban mati ditambah 0.5 berat pilat

$K_p$  = Kekakuan gabungan sebagai gaya horizontal yang diperlukan untuk menimbulkan satuan-satuan pada bagian atas

$T = 0,11 \text{ dtk}$

Zona gempa 3, tanah lunak

Didapatkan nilai  $C = 0.18$  (SNI T-02-2005 gambar 14)

### **Perhitungan Gaya Geser Total (BMS 2.4.7.1)**

$T_{eq} = K_h \times I \times W_t$

dimana  $K_h = C \times S$

$S$  = Faktor tipe bangunan

$C$  = Koefisien dasar geser gempa

$I$  = Faktor keutamaan

$W_t$  = Berat total nominal bangunan

$T_{eq}$  = Gaya geser dasar untuk arah yang ditinjau

- a. Gaya Geser Total Arah Memanjang

$$\begin{aligned} T_{eq} &= C \times S \times I \times P_{mati} \\ &= 0.1 \times 1.30 \times 1.2 \\ &= 0.16 P_{mati} \text{ kg} \end{aligned}$$

- b. Gaya Geser Total Arah Melintang

$$\begin{aligned} T_{eq} &= C \times S \times I \times P_{mati} \\ &= 0.18 \times 1.30 \times 1.2 \\ &= 0.28 P_{mati} \text{ kg} \end{aligned}$$

### Beban Mati Tambahan

$$\begin{aligned} \text{Railing, Light dll} &= q = 100 \text{ kg/m} \\ \text{Instalasi ME} &= q = 100 \text{ kg/m} \\ w_1 &= 100 \times 14.0 = 1400 \text{ kg} \\ w_2 &= 100 \times 14.0 = 1400 \text{ kg} \\ W_{total} &= 2000 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Beban Temperatur (SNI T-02-2005 pasal 7.3)

$$\begin{aligned} T_{max} &= 40^\circ \text{ C} \\ T_{min} &= 15^\circ \text{ C} \\ D_t &= (T_{max} - T_{min}) / 2 = 12.5^\circ \text{ C} \\ a &= 0.00001 / \text{C} \\ k &= 1500 \text{ kN/m} \\ L_{jembatan} &= 20 \text{ m} \\ n_{perletakan} &= 18 \text{ buah} \\ P_{Temperatur} &= 33,75 \text{ kN} \\ &= 3375 \text{ kg} \\ M_{temperatur} &= P_{temperatur} \times \text{Tinggi} \\ &= 3375 \text{ kg} \times 10,15 \text{ m} \\ &= 35437,5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

### 5.11.2. Desain Abutment

#### a) Data Perencanaan

$$T_{\text{Abutmen}} = 10,5 \text{ m}$$

$$B_{\text{abutmen}} = 8 \text{ m}$$

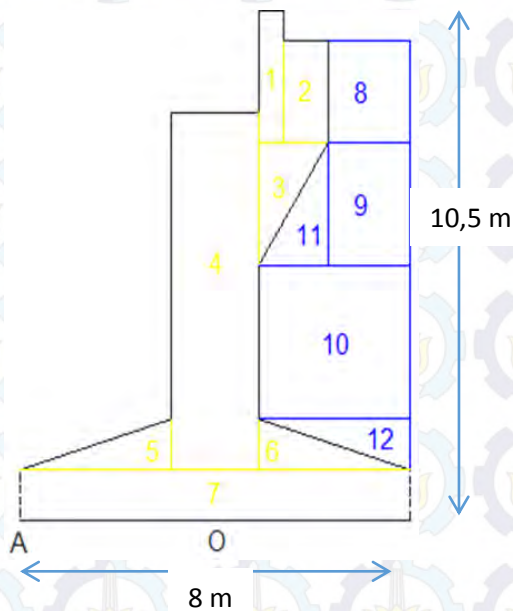
Tanah pada bagian kanan abutmen direncanakan merupakan tanah timbunan dengan data sebagai berikut

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1842 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi = 38.23^\circ$$

$$C = 0 \text{ kPa}$$

Berikut gambar abutmen, serta pembagian luasan abutmen dan tanah timbunan di kanan abutmen :



**Gambar 5.8** Pembagian luasan abutment untuk perhitungan berat sendiri abutment

Titik O : Titik guling abutmen

Kuning : Luasan abutmen

Titik A : Titik tahanan guling abutmen

Biru : Luasan timbunan

### b) Perhitungan Beban Lalu Lintas dan Tekanan Tanah

Data abutmen :

$$\gamma_{\text{timbunan}} = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$T_{\text{abutmen}} = 10,5 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 1780 \text{ kg/m}^3$$

$$L_{\text{abutmen}} = 12,8 \text{ m}$$

$$\phi = 38.23 \text{ o}$$

$$C = 0 \text{ kPa}$$

Beban kendaraan/lalu lintas diekivalenkan dengan  $0,6 \times \gamma_{\text{timbunan}}$  dan beban akibat kendaraan tersebut sama di sepanjang kedalaman abutmen.

$$\begin{aligned} q_{\text{kendaraan}} &= 0.6 \gamma_{\text{timbunan}} \\ &= 0.6 \times 1900 \\ &= 1140 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Maka :

Besarnya tekanan tanah aktif pada tanah timbunan

$$\begin{aligned} K_{a1} &= \tan^2(45-\theta/2) \\ &= \tan^2(45-38/2) \\ &= 0.235 \end{aligned}$$

Besarnya tekanan tanah aktif pada tanah dasar

$$\begin{aligned} K_{a2} &= \tan^2(45-\theta/2) \\ &= \tan^2(45-0/2) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$\sigma_{a1}$  adalah tekanan tanah aktif akibat beban kendaraan

$$\begin{aligned} \sigma_{a1} &= K_{a1} \times q_{\text{kendaraan}} \\ &= 0.235 \times 1140 \end{aligned}$$

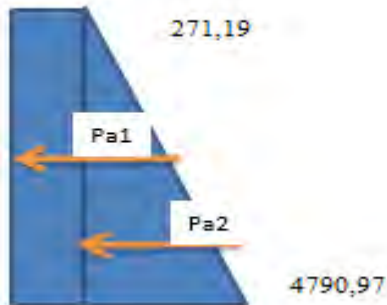
$$= 268,43 \text{ kg/m}^2$$

$\sigma_{a2}$  adalah tekanan tanah aktif akibat timbunan

$$\sigma_{a2} = K_a \times (\gamma_{\text{timbunan}} \times H + q_{\text{kendaraan}})$$

$$= 4742,33 \text{ kg/m}^2$$

Maka :



**Gambar 5.9** Distribusi tekanan tanah lateral

**c) Momen yang terjadi akibat berat abutmen, berat tanah dan tekanan tanah**

Data abutmen :

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{beton}} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{timbunan}} &= 1900 \text{ kg/m}^3 \\ L_{\text{Abutmen}} &= 12,8 \text{ m} \\ T_{\text{abutmen}} &= 10,5 \text{ m} \\ \gamma_{\text{tanah}} &= 1730 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

**Tabel 5.12** momen akibat beban timbunan

No	t (m)	l (m)	Shape	X terhadap titik O	Berat (kg)	Mx (kgm)	Y terhadap titik O	My (kgm)
<b>Berat Abutmen</b>								
1	2,20	0,5	1	1,00	33792	33792		
2	1,20	0,5	1	1,50	18432	27648		
3	1	1	0,5	1,08	15360	16640		
4	7,25	1,5	1	0,00	334080	0		
5	0,5	3,25	0,5	1,08	24960	-27040		
6	0,5	3,25	0,5	1,08	24960	27040		
7	1	8	1	0	245760	0		
Jumlah					697344	78080		
<b>Berat Tanah</b>								
8	1,2	2,25	1	2,88	82944	238464		
9	1	2,25	1	2,88	69120	198720		
10	5,80	3,25	1	1,63	579072	940992		
11	1	1	0,5	1,08	15360	16640		
12	0,5	3,25	0,5	2,17	24960	54080		
Jumlah					771456	1448896		
<b>Tekanan Tanah</b>								
1	10,5	12,80	1		36077,4612		5,25	-189406,671
2	10,5	12,8	0,5		300645,51		3,50	-1052259,28
Jumlah					336722,971	3053952		-1241665,96

**d) Perhitungan Gaya Gempa**

dari perhitungan sebelumnya didapatkan :

- **Gaya Geser Total Arah Memanjang**  
 $T_{eq} = 0.16 \times P_{mati}$

**Tabel 5.13** Perhitungan gaya gempa arah memanjang

No	Berat	Teq	y	Meq
	(kg)	(kg)	(m)	(kgm)
<b>Struktur atas</b>				
Pmati	169826,8	26492,98	8,30	-219891,74
<b>Abutment</b>				
1	30360	4736,16	9,4	-44519,904
2	16560	2583,36	8,9	-22991,904
3	13800	2152,8	7,967	-17150,64
4	300150	46823,4	4,875	-228264,08
5	15525	2421,9	1,167	-2825,55
6	15525	2421,9	1,167	-2825,55
7	165600	25833,6	0,5	-12916,8
<b>Tanah</b>				
8	41400	6458,4	8,9	-57479,76
9	34500	5382	7,8	-41979,6
10	360180	56188,08	4,4	-247227,55
11	13800	2152,8	7,633	-16433,04
12	15525	2421,9	1,333	-3229,2
		186069,28		-917735,32

- **Gaya Geser Total Arah Melintang**

$$Teq = 0.28 \times Pmati$$

**Tabel 5.14** Perhitungan gaya gempa arah melintang

No	Berat	Teq	y	Meq
	(kg)	(kg)	(m)	(kgm)
Struktur atas				
Pmati	169826,8	30568,824	8,3	-
Abutment				
1	30360	5464,8	9,4	-51369,12
2	16560	2980,8	8,9	-26529,12
3	13800	2484	7,967	-19789,2
4	300150	54027	4,875	-
5	15525	2794,5	1,167	-3260,25
6	15525	2794,5	1,167	-3260,25
7	165600	29808	0,5	-14904
Tanah				
8	41400	7452	8,9	-66322,8
9	34500	6210	7,8	-48438
10	360180	64832,4	4,4	-
11	13800	2484	7,633	-18961,2
12	15525	2794,5	1,333	-3726
				-
214695,324				1058925,4

Untuk menghitung kombinasi beban digunakan **Tabel 5.14**, dengan catatan kombinasi no. 6 dan no. 7 tidak digunakan karena metode pelaksanaan merupakan batasan masalah dari pengerjaan tugas akhir, dan untuk abutment tidak mengalami beban tumbukan



**Tabel 5.15** Kombinansi beban untuk perencanaan tegangan kerja

Aksi	Kombinasi No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Aksi tetap	X	X	X	X	X	X	X
Beban lalu lintas	X	X	X	X	-	-	X
Pengaruh temperatur	-	X	-	X	-	-	-
Arus/hanyutan/hidro/daya apung	X	X	X	X	X	-	-
Beban angin	-	-	X	X	-	-	-
Pengaruh gempa	-	-	-	-	X	-	-
Beban tumbukan	-	-	-	-	-	-	X
Beban pelaksanaan	-	-	-	-	-	X	-
Tegangan berbeban yang diperbolehkan $f_{ca}$	nil	25%	25%	40%	50%	30%	50%

(sumber : SNI T-02-2005)

**Tabel 5.16** Perhitungan Rekapitulasi beban yang terjadi

No	Kombinasi Beban	P (kg)	Hx (kg)	Hy (kg)	Mx (kgm)	My (kgm)
1	Kombinasi 1	1784889,30	-336722,9711	0	285310	0
2	Kombinasi 2	1784889,30	-349222,9711	-3537	154060	-37140,469
3	Kombinasi 3	1784889,30	-393740,9911	-3537	-235473	-37140,469
4	Kombinasi 4	1784889,30	-397115,9911	-3537	-270910	-37140,469
5	Kombinasi 5	1640626,80	-300143,8008	-3E+05	-79226	-1403849,2

- Kontrol Guling**

$$\begin{aligned}
 Bx &= 6 \text{ m} \\
 Bx/2 &= 3 \text{ m} \\
 Mpx &= P \times (Bx/2) * (1 + k) \\
 SF &= Mpx/Mx > 2.2
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.17** Daftar nilai k

No	Kombinasi Beban	Tegangan Berlebihan (k)
1	Kombinasi 1	0,00
2	Kombinasi 2	0,25
3	Kombinasi 3	0,25
4	Kombinasi 4	0,40
5	Kombinasi 5	0,50

**Tabel 5.18** Kontrol guling abutment

No	Kombinasi Beban	P (kg)	Mx (kgm)	Mpx (kgm)	SF	Keterangan
1	Kombinasi 1	1784889,30	285310	7139557,2	25,02	> 2,2 OK !!
2	Kombinasi 2	1784889,30	154060	8924446,5	57,93	> 2,2 OK !!
3	Kombinasi 3	1784889,30	-235473	8924446,5	37,90	> 2,2 OK !!
4	Kombinasi 4	1784889,30	-270910	9995380,1	36,90	> 2,2 OK !!
5	Kombinasi 5	1640626,80	-79226	9843760,8	124,25	> 2,2 OK !!

- **Kontrol Geser**

$$\text{Sudut geser } (\phi) = 0^{\circ}$$

$$\text{Koehesi (C)} = 1730 \text{ kg/m}^2$$

Ukuran pile cap

$$B_x = 8 \text{ m}$$

$$B_y = 12,8 \text{ m}$$

$$H_p = (C \times B_x \times B_y + (P \times \tan f)) \times (1 + k)$$

$$\text{SF} = H_p / H > 1.1$$

**Tabel 5.19** Kontrol geser abutment

No	Kombinasi Beban	P (kg)	Hx (kg)	Hp (kg)	SF	Keterangan
1	Kombinasi 1	1784889,30	-336723,0	991467,55	2,94	> 1,1 OK !!
2	Kombinasi 2	1784889,30	-349223,0	1239334,4	3,55	> 1,1 OK !!
3	Kombinasi 3	1784889,30	-393741,0	1239334,4	3,15	> 1,1 OK !!
4	Kombinasi 4	1784889,30	-397116,0	1388054,6	3,50	> 1,1 OK !!
5	Kombinasi 5	1640626,80	-300143,8	1386295,3	4,62	> 1,1 OK !!

### 5.11.3. Perencanaan Tiang Pancang

Pada perencanaan tiang pancang digunakan tiang pancang berdiameter 60 cm.

#### a) Menentukan Jumlah Tiang Minimum

Data perencanaan :

Tiang dipancang hingga kedalaman = 16 m

Jari-jari tiang pancang (R) = 0,3 m

Dari perhitungan daya dukung tanah didapatkan data :

$Q_u = 212 \text{ ton} = 212000 \text{ kg}$

SF rencana = 1

$P_{ijin} = Q_u/SF$

= 212000 kg

Untuk jumlah tiang minimum :

$n = P/P_{ijin}$

**Tabel 5.20** jumlah minimum tiang pancang

No	Kombinasi Beban	P (kg)	Pijin (kg)	n
1	Kombinasi 1	1784889,30	212000	9,00
2	Kombinasi 2	1784889,30	212000	9,00
3	Kombinasi 3	1784889,30	212000	9,00
4	Kombinasi 4	1784889,30	212000	9,00
5	Kombinasi 5	1640626,80	212000	8,00

### b) Perencanaan Konfigurasi Tiang Pancang

Direncanakan menggunakan jumlah tiang = 15 buah.

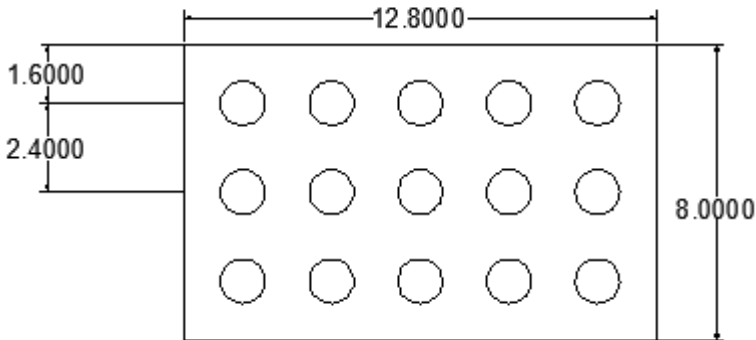
Dimana jarak antar tiang arah X dan arah Y adalah sebesar 2,4 m. sedangkan jarak tiang dengan sisi terluar dari pile cap adalah 1.6 m.

Jumlah tiang arah X (m) = 5 buah

Jumlah tiang arah Y (n) = 3 buah

$L_{pilecap}$  arah X = 12,8 m

$L_{pilecap}$  arah Y = 8 m



**Gambar 5.10** Pola pemasangan tiang pancang

$$X1 = 2,4 \quad nX12 = 28,8 \quad m^2$$

$$X2 = 4,80 \quad nX2 = 115,3 \quad m^2$$

$$S nXi = 144 \quad m^2$$

$$Y1 = 0 \quad nY1 = 0 \quad m^2$$

$$Y2 = 2,40 \quad nY2 = 34,56 \quad m^2$$

$$S nYi2 = 34,56 \quad m^3$$

Efisiensi tiang pancang dalam group (m)

$$\mu = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\phi}{S}\right) \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)}{90^\circ}$$

$$\mu = 0.771$$

Pijin 1 tiang dalam group

... Converse - Labarre

$$= \text{Pijin} \times m$$

$$= 212 \times 0.771$$

$$= 163507,38 \text{ kg}$$

Tinjauan terhadap beban arah X

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M \cdot X_{\max}}{\sum(n \cdot X_i)}$$

$$P_{\min} = \frac{P}{n} - \frac{M \cdot X_{\max}}{\sum(n \cdot X_i)}$$

**Tabel 5.21** Harga  $P_{\max}$  dan  $P_{\min}$  tiap kombinasi beban arah X

No	Beban	P (kg)	Mx (kgm)	P/n (kg)	$Mx \cdot X_{\max} / \sum n X_i^2$ (kg)	$P_{\max}$ (kg)	$P_{\min}$ (kg)
1	kombo 1	1784889	285310	118993	38041	157034	80951
2	kombo 2	1784889	154060	118993	20541	139534	98451
3	kombo 3	1784889	235473	118993	28257	147249	90736
4	kombo 4	1784889	270910	118993	36121	155114	82871
5	kombo 5	1640627	79226	109375	10563	119939	98812

**Tabel 5.22** Kontrol tiang arah X

No	% Pijin	Pijin (kg)	Pbeban (kg)	Pijin x % (kg)	Keterangan
1	100,00%	163507,38	157033,96	163507,3781	OK !!
2	125,00%	163507,38	139534,0	204384,2227	OK !!
3	125,00%	163507,38	147249,3	204384,2227	OK !!
4	140,00%	163507,38	155114,0	228910,3294	OK !!
5	150,00%	163507,38	119938,6	245261,0672	OK !!

Tinjauan terhadap beban arah Y

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M \cdot Y_{\max}}{\Sigma(n \cdot Y_i)}$$

$$P_{\min} = \frac{P}{n} - \frac{M \cdot Y_{\max}}{\Sigma(n \cdot Y_i)}$$

**Tabel 5.23** Harga Pmax dan Pmin tiap kombinasi beban arah Y

No	Beban	P (kg)	My (kgm)	P/n (kg)	My*Ymax/SnYi <sup>2</sup> (kg)	Pmax (kg)	Pmin (kg)
1	kombo 1	1784889	0	118993	0	118993	118993
2	kombo 2	1784889	37140	118993	2579	121572	116413
3	kombo 3	1784889	37140	118993	2579	121572	116413
4	kombo 4	1784889	37140	118993	2579	121572	116413
5	kombo 5	1640627	1403849	109375	97490	206865	11886

**Tabel 5.24** kontrol tiang arah Y

No	% Pijin	Pijin (kg)	Pbeban (kg)	Pijin x % (kg)	Keterangan
1	100%	163507,38	118992,62	163507,378	OK !!
2	125%	163507,38	121571,8	204384,223	OK !!
3	125%	163507,38	121571,8	204384,223	OK !!
4	140%	163507,38	121571,8	228910,329	OK !!
5	150%	163507,38	206864,7	245261,067	OK !!

**c) Kontrol Kekuatan Tiang Pancang**

Dari spesifikasi *Wika Pile Classification*, direncanakan tiang pancang beton dengan :

Diameter (D) = 60 cm

Tebal = 10 cm

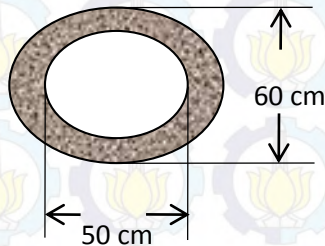
Kelas = C

$f_c'$  = 600 kg/cm<sup>2</sup>

Allowable Axial = 229.5 ton

Bending Moment Crack = 29 tonm

Bending Moment Ulimite = 58 tonm

**Gambar 5.15** Ilustrasi diameter tiang pancang

$$\begin{aligned}
 E &= 4700 (f_c')^{0.5} \\
 &= 115126.0179 \text{ Mpa} \\
 &= 1151260.179 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$I = \frac{1}{\pi \times (60^4 - 50^4)} \times 1$$

$$= 329376.3548 \text{ cm}^4$$

**d) Kontrol Terhadap Gaya Aksial**

$$P_{\text{allow}} = 229.5 \text{ ton}$$

$$P_{\text{beban Max}} < P_{\text{allow}}$$

$$157,03 < 229.5 \text{ ton}$$

OK !!

**e) Kontrol Defleksi**

Defleksi yang terjadi pada tiang dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

*Deflection at head* untuk *fixed-headed pile*

$$Y = \frac{H(e + Z_f)^3}{12 EI}$$

$Z_f$  = Kedalaman titik jepit tiang  
dimana  $Z_f$  dihitung dengan :

$$Z_f = 1.8 T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}}$$

dari buku "Daya Dukung Pondasi Dalam" karya Dr. Ir. Herman Wahyudi  
 $nh$  untuk *cohesionless soil* diperoleh:

$$nh \text{ pakai} = 0,2472 \text{ kg/cm}^3 \dots \text{ TERZAGHI}$$

$$Z_f = 492,53 \text{ cm}$$

$$= 4,93 \text{ m}$$

$$H_{\text{cap}} = (2 \times M_n) / (e + Z_f)$$

$$= (5800000 / 63,39)$$

$$= 11775,84 \text{ kg}$$

$$Y = \frac{11775,84 \times (492,53^3)}{12 \times 1151260.179 \times 329376.35}$$

$$Y = 0,309 \text{ cm}$$



$$\begin{array}{rcl}
 Y & < & Y_{ijin} \\
 0.309 \text{ cm} & < & 1.2 \text{ cm} \quad \text{OK !!}
 \end{array}$$

### Perencanaan Penulangan Abutment

Dari perhitungan kombinasi beban maka didapatkan momen terbesar dengan nilai 9779,269 kNm, sehingga kebutuhan penulangan adalah sebagai berikut

#### a) Penulangan Pile Cap

- Tulangan Lentur Pile Cap

$$M_u = 2853,1 \text{ kNm}$$

$$f'_c \text{ beton} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y \text{ tulangan} = 400 \text{ MPa}$$

$$E \text{ tulangan} = 200000 \text{ MPa}$$

$$\text{Tebal pile cap (h)} = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (d')} = 75 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\text{Tinggi manfaat (d)} = 1425 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 12800 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \times 0.85 \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)}$$

$$= 0.0379$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

$$= 0.0284$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f'_c} = 20,17$$

$$R_n = \frac{M_u / f}{b \times d^2} = 0,44$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{f_y}} \right) \\
 &= 0.0013
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= 1.4/f_y \\ &= 0.0035\end{aligned}$$

$\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}}$  maka, digunakan  $\rho_{\min}$   
maka, luas tulangan yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0.0035 \times 12800 \times 1425 \\ &= 65408 \quad \text{mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Drencanakan menggunakan tulangan } D = 29\text{mm} \\ \text{Ab} &= 660,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak tulangan yang digunakan} \\ s &= (\text{Ab} \times b) / \text{As perlu} \\ &= (660.5 \times 12800) / 65408 \\ &= 129 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan jarak tulangan = 120 mm

- Tulangan Bagi Pile Cap

Untuk tulangan bagi digunakan 50% dari tulangan pokok

$$\begin{aligned}\text{As' perlu} &= 50\% \times 65408 \\ &= 32704 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Drencanakan menggunakan tulangan } D = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Ab} = 490.9 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned}s &= (\text{Ab} \times b) / \text{As' perlu} \\ &= 192,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Digunakan jarak tulangan = 190 mm

## b) Tulangan badan abutment

- Tulangan lentur badan abutment

$$\text{Mu} = 2853,1 \text{ kNm}$$

$$\text{fc' beton} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y \text{ tulangan} = 400 \text{ MPa}$$

$$E \text{ tulangan} = 200000 \text{ MPa}$$

$$\text{Tebal pile cap (h)} = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (d')} = 75 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\text{Tinggi manfaat (d)} = 1425 \text{ mm}$$

$$b = 1800.00$$

$$\text{lebar abutment} = 12800$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \times 0.85 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)}$$

$$= 0.03251$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_b$$

$$= 0.0284$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} = 15,69$$

$$R_n = \frac{M_u/f}{b \times d^2} = 0,12$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n \times m}{f_y}}\right)$$

$$= 0.0003$$

$$\rho_{\min} = 1.4/f_y$$

$$= 0.0035$$

$\rho_{\min} > \rho_{\text{perlu}}$  maka, digunakan  $\rho_{\min}$  maka, luas tulangan yang dibutuhkan :

$$\text{As perlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0.0035 \times 12800 \times 1478,75$$

$$= 66248 \text{ mm}^2$$

Drencanakan menggunakan tulangan  $D = 29 \text{ mm}$

$$\text{Ab} = 660.5198554 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned} s &= (Ab \times b) / A_s \text{ perlu} \\ &= (660.5198554 \times 12800) / 66248 \\ &= 127,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Digunakan jarak tulangan = 120 mm

- Tulangan Bagi Badan abutment

Untuk tulangan bagi digunakan 50% dari tulangan pokok

$$\begin{aligned} A_s' \text{ perlu} &= 50\% \quad 66248 \\ &= 33124 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Drencanakan menggunakan tulangan D = 22 mm

$$Ab = 380.1 \quad \text{mm}^2$$

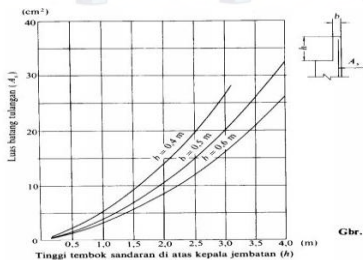
Jarak tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned} s &= (Ab \times b) / A_s' \text{ perlu} \\ &= (380.1 \times 12800) / 33124 \\ &= 146,8 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

Digunakan jarak tulangan = 146 mm

### c) Tulangan kepala abutment

Dari buku Kazuto Nakazawa telah disajikan grafik hubungan antara luas tulangan dan tebal kepala abutment, sehingga kita dapat langsung menentukan keperluan luas tulangan



Gbr. 15.25 Luas tulangan yang dibutuhkan oleh tembok sandaran di atas kepala jembatan ( $A_s$ ).

**Gambar 5.9** Luas tulangan yang dibutuhkan oleh tembok sandaran kepala abutment

$$\begin{aligned}
 b &= 0,5 \\
 h &= 1,8 \\
 A_s &= 8 \text{ cm}^2 \\
 &= 800 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Tulangan Lentur kepala abutment  
Drencanakan menggunakan tulangan  $D = 12 \text{ mm}$   
 $A_b = 113 \text{ mm}^2$   
 Jarak tulangan yang digunakan  
 $s = (A_b \times b) / A_s \text{ perlu}$   
 $= (113 \times 1000) / 800$   
 $= 141,37 \text{ mm}$   
 Digunakan jarak tulangan =  $140 \text{ mm}$

- Tulangan Bagi kepala abument  
Untuk tulangan bagi digunakan 50% dari tulangan pokok  
 $A_s' \text{ perlu} = 50\% \times 800$   
 $= 400 \text{ mm}^2$   
 Direncanakan menggunakan tulangan  $D = 10 \text{ mm}$   
 $A_b = 78,53 \text{ mm}^2$   
 Jarak tulangan yang digunakan  
 $s = (A_b \times b) / A_s' \text{ perlu}$   
 $= (78,53 \times 1000) / 400$   
 $= 196 \text{ mm}$   
 Digunakan jarak tulangan =  $190 \text{ mm}$



*“halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI ANALISA BIAYA PENYEDIAAN BAHAN MATERIAL

### 6.1. Biaya bahan untuk geotextille timbunan trapesium

Dalam perencanaan, salah satu alternatif yang digunakan adalah *geotextile* . perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan *geotextille* dapat dilihat pada **Tabel 6.1**

**Tabel 6.1** Analisa Biaya material geotextile

Analisa Biaya <i>Geotextile</i>					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
I	<b><i>Geotextile</i></b>				
a	Tipe UW-250	17200	m3	13200	227.040.000
				Grand Total	227.040.000

### 6.2. Biaya bahan untuk kombinasi *sheetpile-geotextile*

Dalam perencanaan , salah satu alternatif yang digunakan adalah kombinasi *sheetpile-geotextile* . perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan *sheetpile-geotextille* dapat dilihat pada **Tabel 6.2**

**Tabel 6.2** Analisa Biaya material *sheetpile geotextille*

Analisa Biaya <i>sheetpile geotextille</i>					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
<b>I</b>	<b>geotextile wall</b>				
a	geotextile	1700	m <sup>2</sup>	13200	22.440.000
<b>II</b>	<b>Pemancangan <i>Sheet Pile</i></b>				
a	W-325 A 1000	1300	m	950500	1.235.650.000
b	W-325 A 1000	1000	m	930000	930.000.000
c	W-325 A 1000	700	m	905000	633.500.000
d	W-325 A 1000	400	m	905000	362.000.000
				Grand Total	3.183.590.000

### 6.3. Biaya Bahan Abutment

Dalam perencanaan, salah satu yang direncanakan adalah abutment, biaya pembuatan dapat dilihat pada **Tabel 6.3**

**Tabel 6.3** Analisa Biaya material abutment

Analisa Biaya abutment					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
<b>I</b>	<b><i>abutmet</i></b>				
a	beton k-350	279,04	m <sup>3</sup>	768.013,98	214.306.622,20
<b>II</b>	<b><i>pondasi tiang pancang</i></b>				
a	tiang pancang kedalaman 20 m	15	buah	13.500.000,00	202.500.000,00
				Grand Total	416.806.622,20



## BAB VII

### KESIMPULAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data yang diperoleh dari dasar teori maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Pada tipe timbunan trapesium, pemampatan akibat immediate settlement sangat kecil, sehingga  $H_{final} = H_{initial}$ , untuk ketinggian timbunan trapesium 8 meter sampai ketinggian 4 meter perlu perkuatan, karena SF kurang dari SF rencana. Perkuatan yang digunakan adalah *geotextile* dengan jarak pemasangan 0,5 meter. Pada ketinggian timbunan 8 meter memerlukan 13 lapis, pada lapis pertama dan kedua dirangkap sebanyak 4, dan sisanya menggunakan double layer. Dengan panjang pemasangan *geotextile* 10 meter pada lapisan 1 sampai 8 dan 8,5 meter pada lapisan 9 sampai 13. Pada ketinggian timbunan 6 meter memerlukan perkuatan 9 lapis dan menggunakan single layer. Dengan panjang *geotextile* 9 meter pada lapisan 1 sampai 4 dan 8,5 meter pada lapisan 5 sampai 9. Pada ketinggian 4 meter tidak memerlukan perkuatan, karena SF melebihi SF rencana yaitu 1,549.
2. Tipe dinding penahan tanah yang digunakan untuk perkuatan oprit jembatan adalah :
  - a. Kombinasi *Sheet pile - Geotextile Sheet pile*

Pada perencanaan sheet pile, direncanakan tinggi konstruksi timbunan yang beragam yaitu 8 m, 6 m, dan 4 m dan 2 m

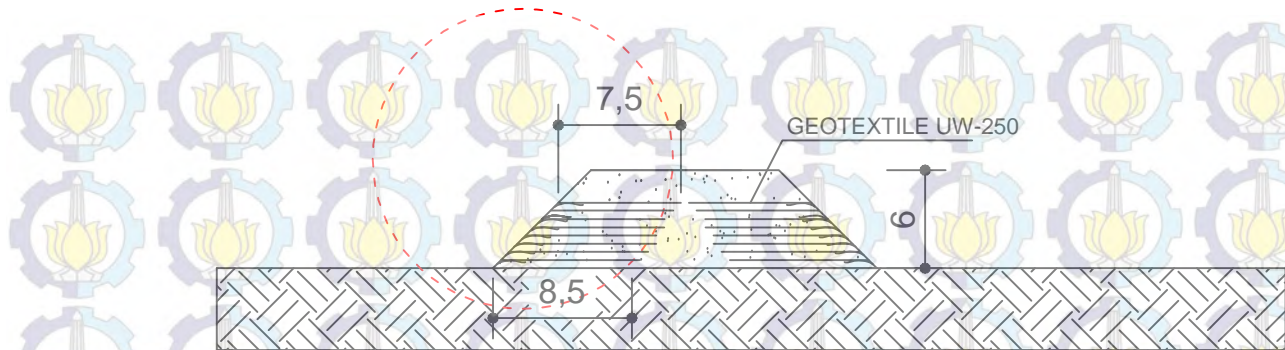
digunakan dinding penahan tanah dari beton bertulang dengan pembagian beban sebesar 25%. Tipe sheetpile yang digunakan adalah tipe W-325 1000 dengan kedalaman 13 meter, 10 meter, 7 meter, 4 meter

### ***Geotextile***

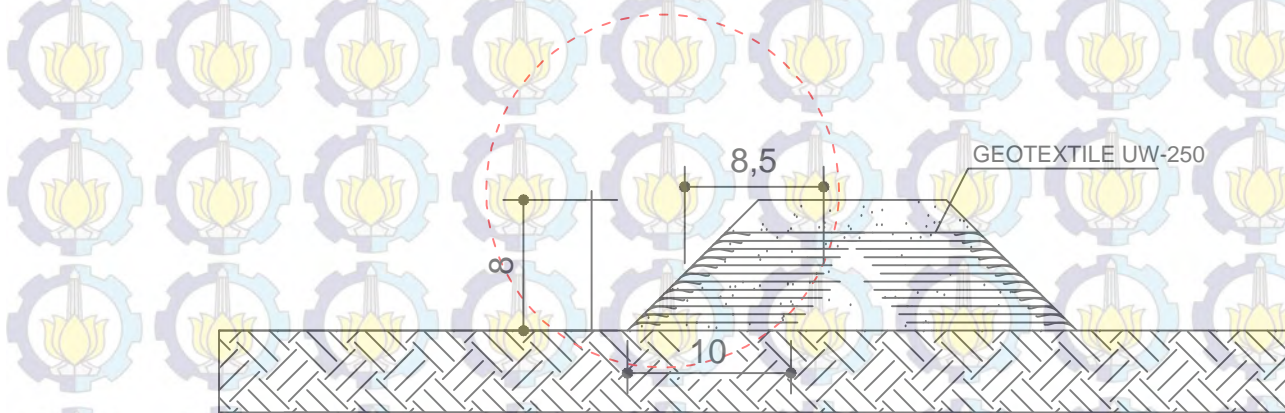
Untuk perencanaan *geotextile*, timbunan dibagi menjadi 4 layer, masing-masing layer mempunyai ketinggian 2 meter dan pembagian beban sebesar 75%. Tipe *geotextile* yang digunakan adalah tipe UW-250 dengan kuat tarik maksimal sebesar 52 kN/m. Pada layer 1 menggunakan  $S_v = 0,2$  meter sehingga terdapat 10 lembar *geotextile* dengan panjang 4 meter. Pada layer 2 menggunakan  $S_v = 0,4$  meter sehingga terdapat 5 lapis *geotextile* dengan panjang 6 meter. Pada layer 3 menggunakan  $S_v = 0,5$  meter sehingga, terdapat 4 lapis *geotextile* dengan panjang 8 meter. Pada layer 4 menggunakan  $S_v = 1$  meter sehingga, terdapat 2 lapis *geotextille* dengan panjang 8 meter.

3. Abutment direncanakan memiliki ketinggian 10,5 meter dengan ukuran pile cap 12,8 meter x 8 meter. Dengan ditopang tiang pancang sebanyak 15 buah yang dipancang sampai kedalaman 16 meter dengan diameter taing pancang 60 cm
4. Analisa biaya material :

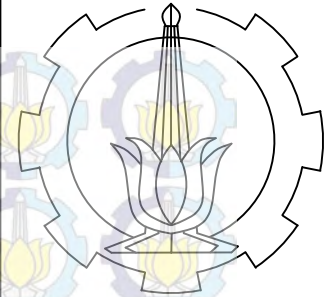
Berdasarkan hasil analisa biaya perencanaan, dapat disimpulkan bahwa alternatif tipe dinding penahan yang digunakan dari segi biaya material adalah tipe *Geotextile* dengan harga sebesar Rp 227.040.000,00 dan biaya pembuatan abutment adalah Rp 416.806.622,00 .



timbunan trapesium  $h = 6$  m



timbunan trapesium  $h = 8$  m



JUDUL AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN  
TANAH PADA OPRIT JEMBATAN  
SIRNOBOYO, PACITAN

DOSEN PEMBIMBING

Musta'in Arif ST, MT  
Ir. SUWARNO, M.Eng

MAHASISWA

CHOLIS CAHYO P 3110100115

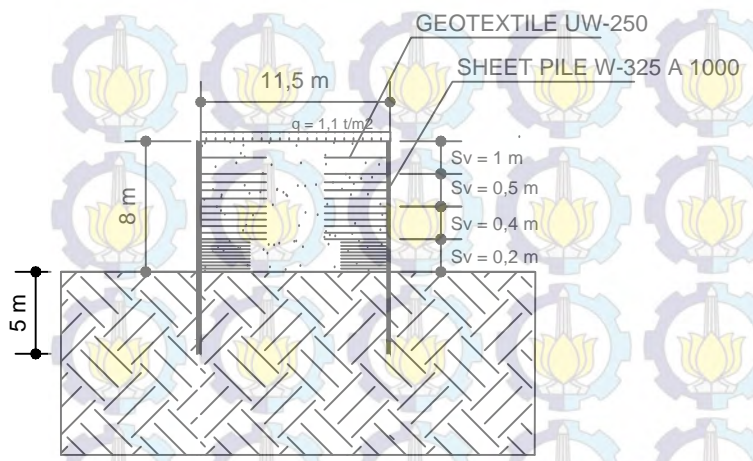
GAMBAR

POTONGAN MELINTANG  
PEMASANGAN GEOTEXTILE

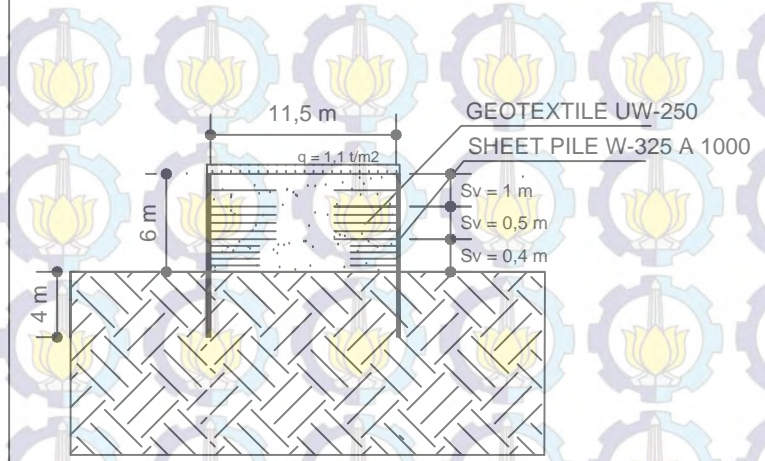
CATATAN

NOMOR

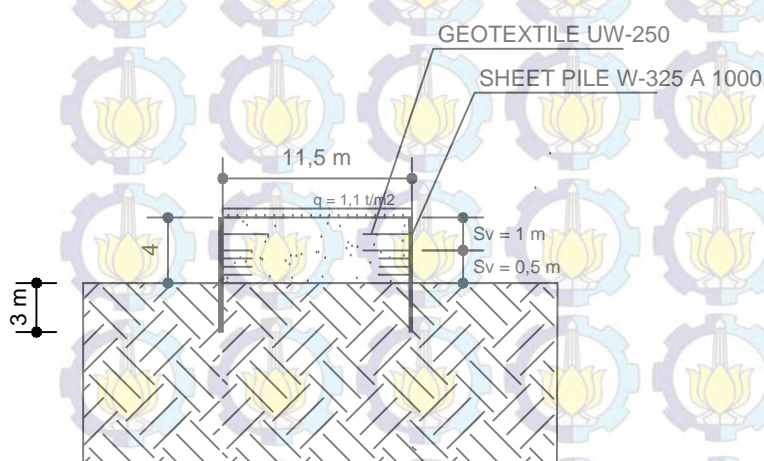
1



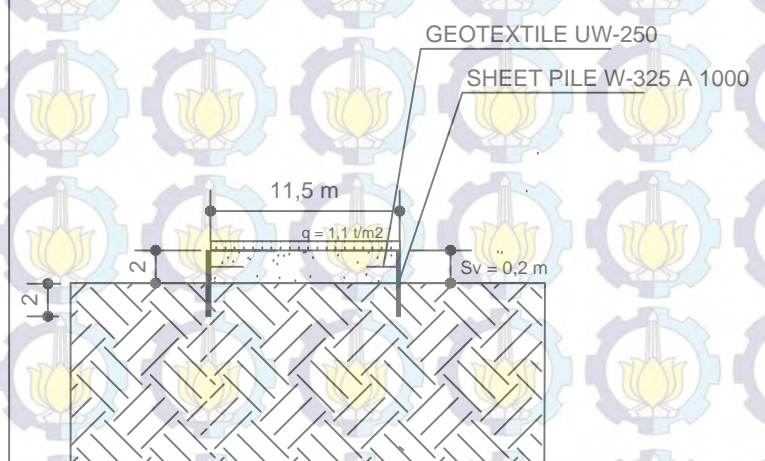
kombinasi sheetpile- geotextile H = 8 m



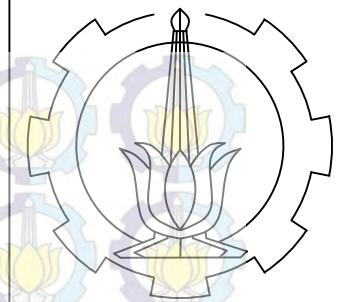
kombinasi sheetpile-geotextile 6 m



kombinasi sheetpile-geotextile 4 m



kombinasi sheetpile-geotextile 2 m



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH PADA OPRIT JEMBATAN SIRNOBOYO, PACITAN

DOSEN PEMBIMBING

Musta'in Arif ST, MT  
Ir. SUWARNO, M.Eng

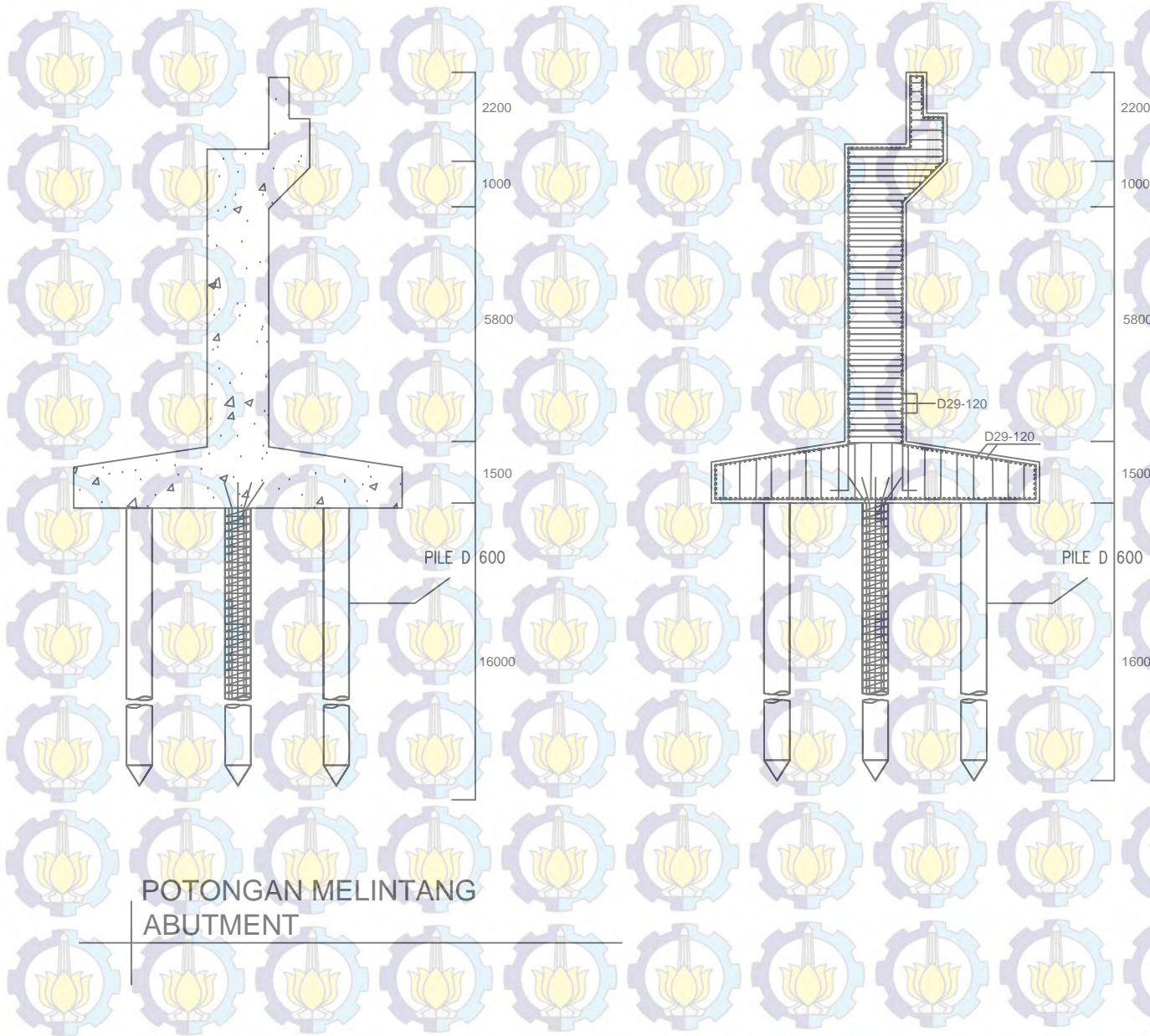
MAHASISWA

CHOLIS CAHYO P 3110100115

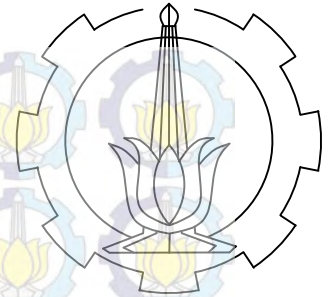
GAMBAR

POTONGAN MELINTANG SHEET PILE-GEOTEXTILE

CATATAN	NOMOR
	2



POTONGAN MELINTANG  
ABUTMENT



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN  
TANAH PADA OPRIT JEMBATAN  
SIRNOBOYO, PACITAN

DOSEN PEMBIMBING

Musta'in Arif ST, MT  
Ir. SUWARNO, M.Eng

MAHASISWA

CHOLIS CAHYO P      3110100115

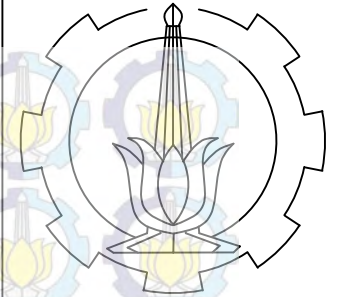
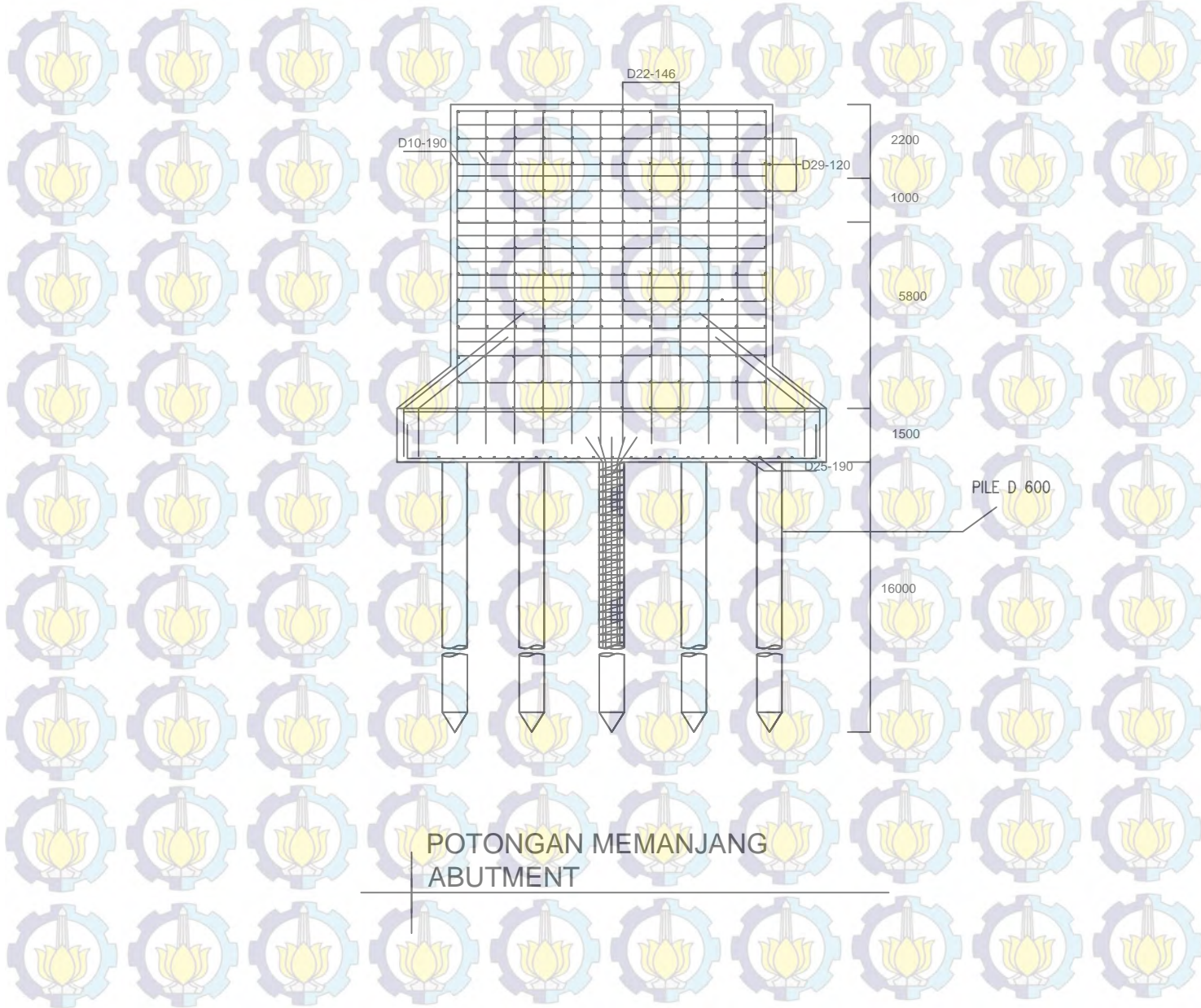
GAMBAR

POTONGAN MELINTANG DAN  
MEMANJANG ABUTMENT

CATATAN

NOMOR

3



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH PADA OPRIK JEMBATAN SIRNOBOYO, PACITAN

DOSEN PEMBIMBING

Musta'in Arif ST, MT  
Ir. SUWARNO, M.Eng

MAHASISWA

CHOLIS CAHYO P 3110100115

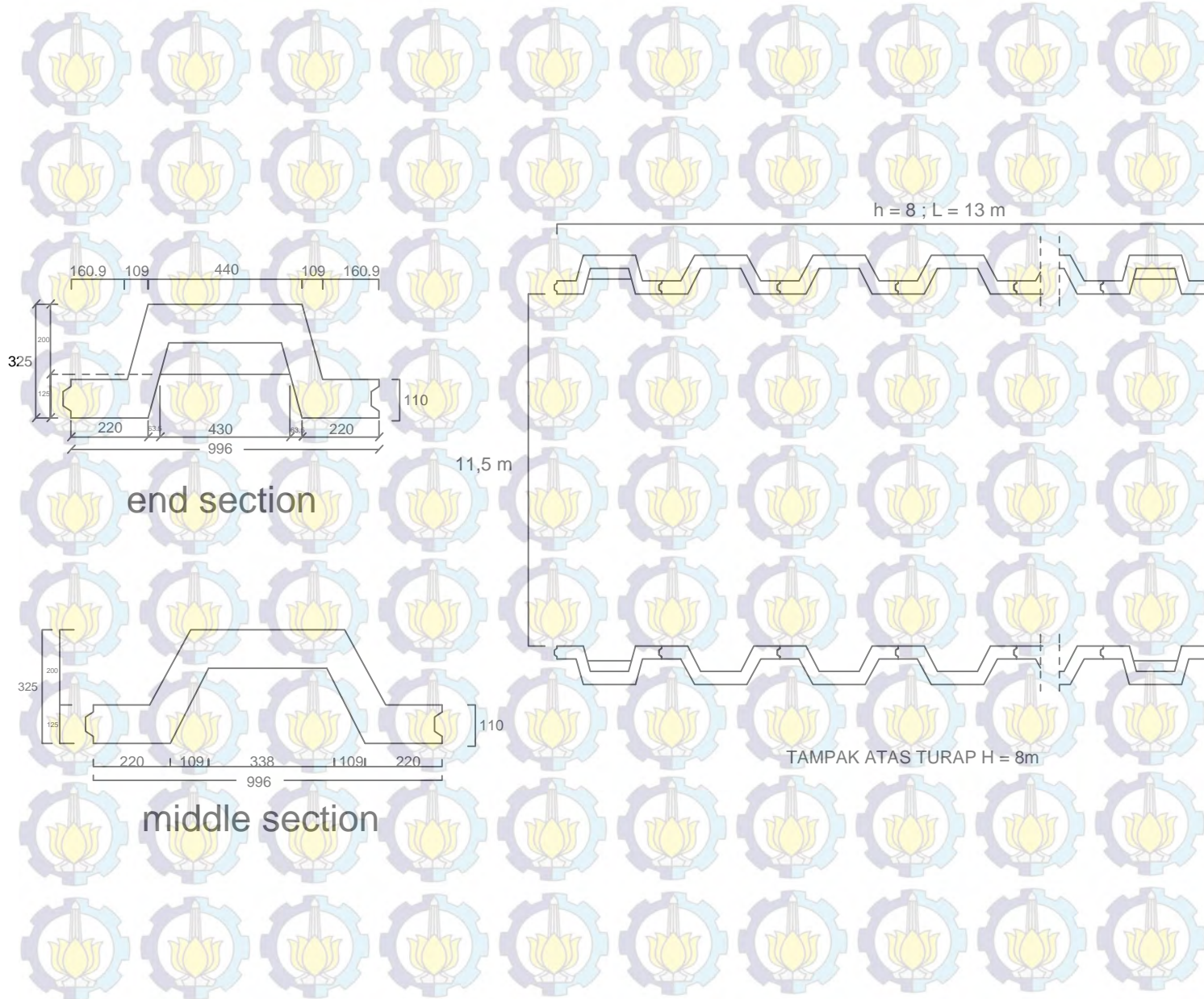
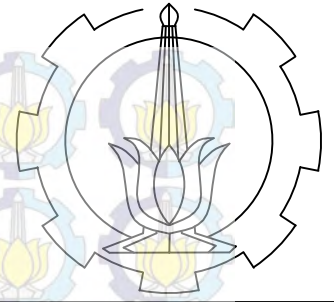
GAMBAR

POTONGAN MELINTANG DAN MEMANJANG ABUTMENT

CATATAN

NOMOR

4



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN  
TANAH PADA OPRIK JEMBATAN  
SIRNOBOYO, PACITAN

DOSEN PEMBIMBING

Musta'in Arif ST, MT  
Ir. SUWARNO, M.Eng

MAHASISWA

CHOLIS CAHYO P 3110100115

GAMBAR

DETAIL TURAP DAN TAMPAK  
ATAS TURAP

CATATAN

NOMOR

5

**ANALISA DAYA DUKUNG TANAH UNTUK TIANG PANCANG ABUTMENT**

Diketahui:

$$D \text{ pondasi} = \frac{(B)}{4B} = \frac{0,6}{4} = 0,15 \text{ m}$$

$$= 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Luas dasar tiang (Ap)} = 0,283 \text{ m}^2$$

Kedalaman m	Qp				Qs				Qu (ton)	
	N lap	N' koreksi	Np	K t/m2	Qp (ton)	Ns	Ns'	As (Luas selimut) (ton)		Qs (ton)
0	0	0	0,0	0	0	0	0,00	0	0	0,00
1	0	0	1,5	0	0	3	1,50	0	0,00	0,00
2	0	0	2,4	0	0,00	3	2,00	0	0,00	0,00
3	0	6	4,8	0	0,00	6	3,00	5,65	11,31	11,31
4	6	6	7,2	40	81,43	6	3,60	7,54	16,59	98,02
5	6	12	9,6	40	108,57	12	5,00	9,42	25,13	133,71
6	12	12	9,3	40	105,56	12	6,00	11,31	33,93	139,49
7	12	12	10,7	40	120,64	12	6,75	13,19	42,88	163,52
8	12	12	11,3	40	128,18	12	7,33	15,08	51,94	180,12
9	12	12	11,6	40	130,69	12	7,80	16,96	61,07	191,76
10	12	12	11,1	40	125,66	12	8,18	18,85	70,26	195,92
11	12	12	10,7	40	120,64	12	8,50	20,73	79,48	200,12
12	12	12	10,2	40	115,61	12	8,77	22,62	88,74	204,35
13	12	8	9,8	40	110,58	8	8,71	24,50	95,68	206,27
14	8	8	9,3	40	105,56	8	8,67	26,39	102,63	208,18
15	8	8	8,9	40	100,53	8	8,63	28,27	109,56	210,09
16	8	8	8,4	40	95,50	8	8,59	30,16	116,50	212,00
17	8	8	8,0	40	90,48	8	8,56	32,04	123,43	213,91
18	8	8	8,0	40	90,48	8	8,53	33,93	130,36	220,84
19	8	8	8,0	40	90,48	8	8,50	35,81	137,29	227,77
20	8	8	8,0	40	90,48	8	8,48	37,70	144,21	234,69

Dari tabel di samping, direncanakan kedalaman pemancangan tiang pancang sedalam 16 m. Sehingga mempunyai Qu = 212 ton



Hasil perhitungan diperoleh dari program bantu STABLE, dari output diketahui bahwa untuk timbunan pada ketinggian 4 meter tidak diperlukan *geotextille*, karena telah memenuhi SF rencana yaitu 1,5

Gambar hasil output STABLE pada H= 6 meter

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : tatimb6m

	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.	1.255	27.68	47.62	8.24	22.78	35.88	3.869E+03
2.	1.256	26.83	47.70	9.18	20.56	35.96	4.978E+03
3.	1.257	26.82	47.70	9.17	20.56	35.95	4.973E+03
4.	1.258	27.67	47.80	8.38	22.78	36.00	3.964E+03
5.	1.277	26.31	47.94	9.76	19.44	36.02	5.669E+03
6.	1.280	26.61	47.97	9.23	20.56	35.78	4.944E+03
7.	1.294	27.89	48.04	8.10	23.89	35.91	3.577E+03
8.	1.305	26.44	48.29	9.37	20.56	35.71	5.000E+03
9.	1.306	27.29	48.53	8.78	22.78	35.94	4.167E+03
10.	1.306	26.46	48.64	9.65	20.56	35.97	5.220E+03

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Gambar hasil output stable pada H = 4 meter

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : tatimb4m

	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.	1.549	26.26	45.71	4.88	25.00	31.07	9.052E+02
2.	1.578	26.41	45.70	4.90	25.00	31.24	9.640E+02
3.	1.632	27.39	45.63	6.54	22.78	33.08	2.401E+03
4.	1.634	27.32	45.95	7.52	21.67	34.77	3.277E+03
5.	1.636	27.18	46.15	5.59	25.00	32.64	1.395E+03
6.	1.644	27.73	45.53	6.71	22.78	34.40	2.603E+03
7.	1.648	26.72	46.86	8.51	20.56	35.00	4.009E+03
8.	1.649	27.00	47.24	8.21	21.67	34.89	3.465E+03
9.	1.649	26.75	46.28	6.60	22.78	33.21	2.219E+03
10.	1.656	27.91	46.08	6.48	23.89	34.28	2.184E+03

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Gambar hasil output STABLE pada H = 8 meter

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : tatimb8m

	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.	1.087	27.15	49.55	10.80	20.56	37.93	7.253E+03
2.	1.095	26.64	49.52	11.16	19.44	37.70	7.807E+03
3.	1.110	26.13	50.03	11.93	18.33	38.04	8.057E+03
4.	1.114	26.53	50.03	11.48	19.44	37.95	8.441E+03
5.	1.142	26.26	49.78	10.75	20.56	37.48	7.460E+03
6.	1.142	26.82	50.33	11.24	20.56	37.97	7.699E+03
7.	1.143	26.28	49.65	11.74	18.33	37.99	9.116E+03
8.	1.147	26.26	49.57	11.67	18.33	37.91	9.050E+03
9.	1.148	27.72	49.98	10.25	22.78	37.92	6.416E+03
10.	1.160	27.16	50.39	10.88	21.67	37.94	7.155E+03

\*\*\* END OF FILE \*\*\*

Spesifikasi tipe *Sheetpile* yang digunakan untuk pengerjaan proyek.

## P.C. CORRUGATED SHEET PILES FOR SOIL RETAINING STRUCTURE

### CONCRETE CORRUGATED SHEET PILE (CCSP)

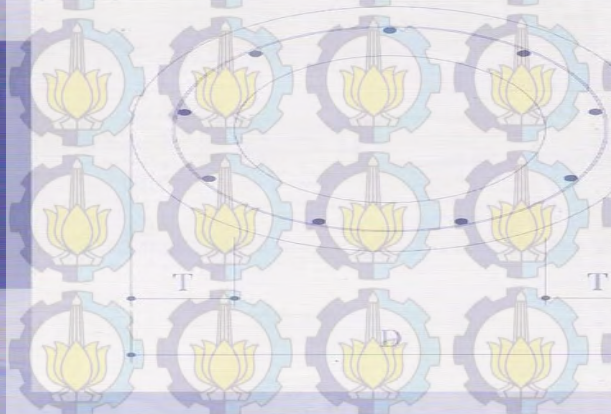
Prestressed Concrete Corrugated Sheet Piles (CCSP) can be used for port structures, river revetment, sewerage, earth retaining walls and many other uses and were developed as a substitute for steel sheet piles. Because of their corrugated cross section, CCSP have better capabilities and are cheaper than conventional steel sheet piles. In particular, corrugated sheet piles perform at their best when being driven in; they can be placed with greater accuracy. Many users are already using CCSP and their excellent performance has been highly appreciated. These piles will satisfy for all structural demands.

### ADVANTAGES OF CONCRETE CORRUGATED SHEET PILE (CCSP)

1. High Strength and high quality.
2. High performance and economics.
3. Large CCSP can be manufactured.
4. Completely free from rust and corrosion; make them useable even in marine structures.
5. Can be made watertight.
6. Excellent workability.
7. High driving accuracy.
8. Small displacement (deflection) at the head of sheet piles.

No.	Type	Height	Thickness	Width	Weight	Cracking Moment	Length (m)												
		mm	mm	mm	ton/m <sup>2</sup>		ton m <sup>2</sup>	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	W-325 A 1000	325	110	996	0.329	11.40	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-325 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												
2	W-350 A 1000	350	120	996	0.367	16.48	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-350 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												
3	W-400 A 1000	400	120	996	0.400	21.63	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-400 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												
4	W-450 A 1000	450	120	996	0.459	26.69	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-450 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												
5	W-500 A 1000	500	120	996	0.455	34.66	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-500 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												
6	W-600 A 1000	600	120	996	0.520	51.14	[Yellow bars indicating length availability]												
	W-600 B 1000						[Yellow bars indicating length availability]												

## Shape and Dimension



## Classification

Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Unit Weight (Kg/m)	Length (m)	Bending Moment Crack (Ton.m)	Bending Moment Ultimate (Ton.m)	Allowable Axial Load (Ton)
300	60	A2	452	113	6 - 13	2.50	3.75	72.60
		A3				4.50	70.75	
		B				6.30	67.50	
		C				8.00	65.40	
350	65	A1	582	145	6 - 15	3.50	5.25	93.10
		A3				4.20	89.50	
		B				5.00	86.40	
400	75	A2	766	191	6 - 16	6.00	12.00	85.00
		C				9.00	85.00	
450	80	A2	930	232	6 - 16	5.50	8.25	121.10
		A3				6.50	9.75	117.60
		B				7.50	13.50	114.40
		C				9.00	18.00	111.50
500	90	A1	1159	290	6 - 16	7.50	11.25	149.50
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.00	15.00	143.80
		B				11.00	19.80	139.10
		C				12.50	25.00	134.90
600	100	A1	1571	393	6 - 16	10.50	15.75	185.30
		A2				12.50	18.75	181.70
		A3				14.00	21.00	178.20
		B				15.00	27.00	174.90
		C				17.00	34.00	169.00
						19.00	25.50	252.70
	22.00	28.50	249.00					
	25.00	33.00	243.20					
	29.00	45.00	238.30					
		58.00	229.50					

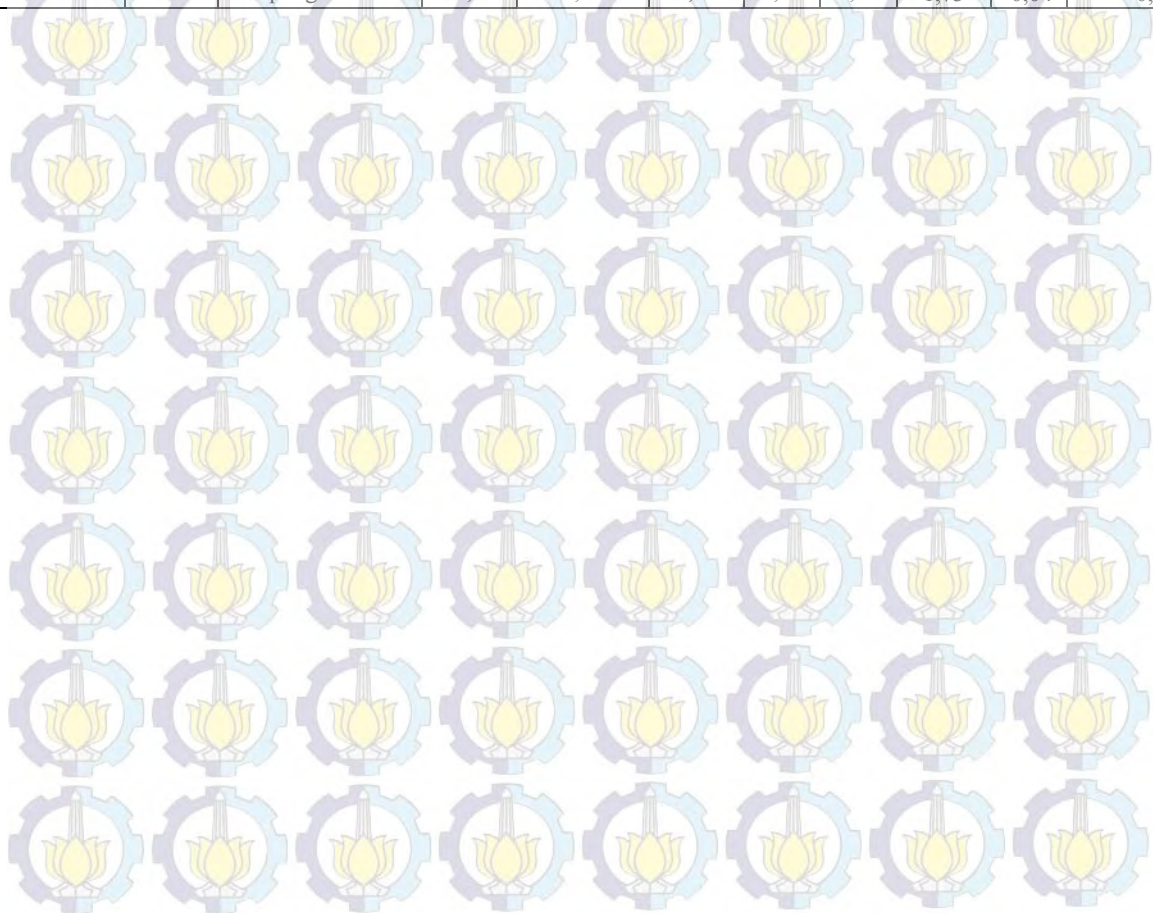
Data tanah dasar yang digunakan dalam perhitungan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Kedalaman	Test (SPT)	DESKRIPSI	BERAT JENIS								c
H (m)	N/30 cm		We (%)	Gs (gr/cm <sup>3</sup> )	e	$\gamma$	$\gamma_d$	$\gamma_t$	Cc	Cv	
						t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	cm <sup>2</sup> /detik	kg/cm <sup>2</sup>	
1	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,62	1,07	1,73	1,33	1,82	0,29	0,15	0,42
2	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,62	1,07	1,73	1,33	1,82	0,29	0,15	0,42
3	6	Pasir Berlanau Berlempung	37,11	2,65	0,80	1,73	1,33	1,82	0,12	0,15	0,03
4	6	Pasir Berkerikil	21,05	2,65	0,80	1,91	1,50	1,82	0,12	0,15	0,03
5	6	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	1,04	1,91	1,50	1,82	0,15	0,15	0,09
6	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	1,04	1,57	1,49	1,80	0,15	0,15	0,09
7	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,69	1,06	1,58	1,49	1,80	0,17	0,15	0,00
8	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,69	1,06	1,58	1,49	1,80	0,17	0,15	0,00
9	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	1,90	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00
10	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	1,90	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00
11	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	1,90	1,49	1,80	0,09	0,16	0,00
12	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	1,90	1,49	1,80	0,09	0,16	0,09
13	12	Pasir Berkerikil	21,05	2,70	0,67	1,90	1,49	1,80	0,09	0,16	0,09
14	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
15	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
16	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
17	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
18	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
19	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
20	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50



Lanjutan data tanah dasar

Kedalaman	Test (SPT)	DESKRIPSI	BERAT JENIS			$\gamma_{sat}$	$\gamma_d$	$\gamma_t$	$C_v$	c	
H (m)	N/30 cm		Wc (%)	Gs (gt/cm3)	e	t/m3	t/m3	Cc	cm2/detik		kg/cm2
21	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
22	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
23	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
24	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
25	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
26	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
27	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
28	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
29	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,00	0,50
30	8	lanau berlempung	14,00	2,70	0,69	2,01	1,40	1,64	0,18	0,10	0,50
31	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
32	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
33	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
34	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
35	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
36	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
37	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
38	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
39	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
40	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78
41	12	lempung berlanau	13,00	2,70	0,42	2,20	1,40	1,73	0,04	0,10	0,78



$$= \frac{0,41.28,56.1,5}{4[0+(19 \times 6)(0,41)]} = 0,093 \leq 1 \text{ m, maka } L_e \text{ digunakan}$$

1 m

$$\text{Jadi } L = L_r + L_e + L_o$$

$$= 0,54 \text{ m} + 1 \text{ m} + 1 \text{ m} = 2,54 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka total panjang *geotextile* yang digunakan 3 m

- Untuk  $z = 4 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= (2 \times 0,235 \times 19) + (5,5 \times 0,235) + [(0,2 \cdot 0,5 / (0,16 + 0,33^2))^2 \\ &\quad \times (11,4/6)] \\ &= 11,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} = \frac{15,6}{1,5 \times 11,5} = 0,69 \text{ m}$$

$$S_v \text{ use} = 0,5 \text{ m}$$

Jumlah 4 baris pada  $H = 6 \text{ m}$ , jadi  $0,5 \text{ m} \times 4 = 2 \text{ m}$

Panjang *geotextile* yang ditanam ( $L$ ) :

$$L = L_r + L_e + L_o$$

Dimana :

$L_r$  = panjang *geotextile* didepan bidang longsor

$L_e$  = panjang *geotextile* yang berada dalam anchorage zone  
(min = 1 m)

$L_o$  = panjang lipatan (min = 1 m)

$$L_r = (H-z) \times [\tan(45-\theta/2)]$$

$$L_r = (8-2) \times [\tan(45-38,29/2)] = 1,07 \text{ m}$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot SF}{2[c + \sigma_v(\tan \delta)]} ; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$

$$= \frac{0,69 \cdot 11,5 \cdot 1,5}{2[0+(19 \times 2)(0,48)]} = 0,38 \leq 1 \text{ m, maka } L_e \text{ digunakan } 1 \text{ m}$$

$$L_o = \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot SF}{4[c + \sigma_v(\tan \delta)]} ; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 38,29^\circ = 25,65^\circ$$