



TUGAS AKHIR (RC09 – 1380)

**PERENCANAAN DAN PERKUATAN TIMBUNAN
JALAN KERETA API STA. 87+200 - 88+600 KAB
BARRU PROVINCE SULAWESI SELATAN**

GENIAR WIJAYA

NRP 3110 100 052

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL ASSIGNMENT (RC-091380)

***DESIGN AND REINFORCED EMBANKMENT
RAILWAY AT STA. 87+200 - 88+600 DISTRICT
BARRU PROVINCE SULAWESI SELATAN***

GENIAR WIJAYA

NRP 3110 100 052

Supervisors

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Faculty of Civil Engineering And Planning

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2016

**PERENCANAAN DAN PERKUATAN TIMBUNAN JALAN
KERETA API STA. 87+200 - 88+600 KAB BARRU
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Geniar Wijaya

NRP. 3110 100 052

Ditetapkan oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc. PhD

Indrasurya B. Ullah

JURUSAN
TEKNIK SIPIL

(Pembimbing)

SURABAYA
JUNI, 2016

**PERENCANAAN DAN PERKUATAN TIMBUNAN JALAN
KERETA API STA. 87+200 - 88+600 KAB BARRU
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Nama Mahasiswa : Geniar Wijaya
NRP : 311010052
Jurusan : S1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing: Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc. PhD

ABSTRAK

Perencanaan Jalur KA Trans Sulawesi sudah menjadi agenda pemerintahan sebagai peningkatan infrastruktur di daerah luar jawa, dengan awal rute Kota Makassar – Kota Pare-Pare. Perencanaan awal rute yang akan dibangun untuk menghubungkan Kota Makassar hingga Kota Pare-Pare sepanjang ± 147 km, pada pengerjaan akan dilakukan secara parsial/sebagian, diawali dengan pengerjaan jalur tunggal (*single track*) yang kemudian akan dilanjutkan dengan jalur ganda (*double track*) di masa mendatang akan tetapi untuk badan jalannya (timbunan) sudah untuk jalur ganda. Perencanaan yang akan dikerjakan ada pada STA 87+200 hingga STA 88+600 dengan total panjang lintasan 1,6 km.

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini untuk mendapatkan tinggi timbunan yang diinginkan sesuai dengan beban yang diterima oleh timbunan dan tanah dasar. Mendapatkan perencanaan alternative kombinasi memakai retaining wall sesuai dengan kondisi lapangan. (STA 87+200 hingga STA 87+400). Mendapatkan perencanaan timbunan dan perkuatan yang sesuai dengan kondisi lapangan. (STA 87+500 hingga 88+600) serta memiliki perbandingan biaya material dari masing masing desain kombinasi perkuatan yang paling ekonomis dan mudah dalam pelaksanaannya.

Hasil perhitungan konsolidasi menunjukkan STA 87+200 dengan tinggi rencana 7 meter, ditemukan hasil $H_{\text{inisial}} = 8.20$ meter dengan besar konsolidasi sebesar 1.20 meter. Pola pemasangan

PVD menggunakan pola segi empat dengan diameter 0.6 meter, yang membutuhkan waktu selama 18 minggu untuk mencapai $U\% = 90\%$. Perkuatan yang digunakan dalam perencanaan pada STA 87+200 hingga STA 87+400 untuk sayap kiri timbunan antara lain kombinasi *geogrid* + *keystone* dan *geotextile* + *sheepile*, dengan profil UW-250 untuk *geotekstile* dan profil Tipe TENAX TT 60 SAMP untuk *geogrid*.

Perencanaan timbunan pada STA 87+500 – 88+600 memiliki tinggi rencana 7 meter dengan perkuatan *geotextile* UW-250 pada tiap 0.2 meter per lapisan dengan $SF = 1.5$. Alternative yang digunakan sebagai perkuatan timbunan pada STA 87+200 hingga STA 87+400, menggunakan kombinasi *geotextile* + *sheepile* yang menghabiskan biaya sebesar Rp 827,479,200.00 untuk sisi barat timbunan sepanjang 400 meter.

Kata kunci : Timbunan, *geotextile*, *geogrid*, PVD, *keystone wal*, *sheepile*.

DESIGN AND REINFORCED EMBANKMENT RAILWAY AT STA. 87+200 - 88+600 DISTRICT BARRU PROVINCE SULAWESI SELATAN

Name : Geniar Wijaya
NRP : 311010052
Departement : S1 Teknik Sipil
Supervisor : Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc. PhD

Abstract

Rail Network Planning Trans Sulawesi has become the government's agenda as the improvement of infrastructure in areas outside Java, with the beginning of the city of Makassar - Pare-Pare. Initial planning routes to be built to connect the city of Makassar to Pare-Pare along the ± 147 km, the construction will be done in partially, starting with of a single track (single track) which will then be followed by a double track in the future but for the body of the course (heap) is to double track. Planning will be done there at STA 200 and STA 87 + 88 + 600 with the total length of 1.6 km.

The aim of this thesis to obtain the desired height of the pile in accordance with the load received by the embankment and subgrade. Getting perencanaaan alternative combination of wear retaining wall according to the field conditions. (STA STA 87 + 200 to 87 + 400). Getting pile planning and retrofitting in accordance with field conditions. (STA 87 + 500 to 88 + 600) and has a ratio of material costs of retrofitting each design combination of the most economical and easy execution.

The result of the consolidation calculation shows STA 87 + 200 with a height of 7 meters plan, found the results $H_{inisial} = 8.20$ meters with a large consolidation of 1.20 meters. PVD mounting pattern using a square pattern with a diameter of 0.6 meters, which takes as long as 18 weeks to reach $U\% = 90\%$.

strengthening used in planning the STA 87+200 to STA 87+ 400 on the left wing heap include a combination of geogrid + keystone and geotextile + sheepile, with UW-250 for profile geotextile and profile Type 60 TENAX TT SAMP for geogrid.

Planning a heap on the STA 87 + 500 to 88 + 600 has a height of 7 meters with strenghting plan geotextile UW-250 for each 0.25 meter per layer with SF = 1.5. Alternative used as reinforcement embankment at STA 87 + 200 and STA 87 + 400, using a combination of geotextile + sheetpile at a cost of Rp 827,479,200.00 for the west side of the embankment along the 400 meters.

Kata kunci : Timbunan, *geotextile*, *geogrid*, PVD, *keystone wal*, *sheetpile*.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	I
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR GAMBAR.....	XIII
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	8
1.3 TUJUAN.....	9
1.4 BATASAN MASALAH	9
1.5 MANFAAT	10
1.6 LOKASI.....	10
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 TEORI PEMAMPATAN TANAH.....	11
2.1.1 <i>Pemampatan Segera/ Immediate Settlement (S_i)</i>	12
2.1.2 <i>Pemampatan Konsolidasi/ consolidation settlement (S_c)</i>	13
2.1.3 <i>Parameter Tanah untuk Perhitungan Consolidation Settlement (S_c)</i>	14
2.2 WAKTU KONSOLIDASI	19
2.2.1 <i>Faktor Waktu (T_v)</i>	20
2.2.2 <i>Derajat Konsolidasi (U)</i>	20
2.2.3 <i>Panjang Aliran Air/ Drainage (H_{dr})</i>	21
2.2.4 <i>Koefisien Konsolidasi Vertikal (C_v)</i>	22
2.2.5 <i>Tinggi Timbunan Awal ($H_{inisial}$)</i>	22
2.3 TEORI <i>PRELOADING</i> DENGAN TANAH TIMBUNAN	23
2.3.1 <i>Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode Preloading</i>	24
2.4 TEORI PERENCANAAN <i>PREFABRICATED VERTICAL DRAIN</i> (PVD) ..	25
2.4.1 <i>Menentukan Kedalaman Pemasangan PVD</i>	25

2.4.2	Menentukan Waktu Konsolidasi Akibat PVD	26
2.4.3	Menghitung Derajat Konsolidasi Rerata	31
2.5	PERKUATAN TANAH DENGAN GEOSINTETIK	31
2.5.1	Perencanaan Perkuatan dengan Geotekstil	32
2.5.2	Perencanaan Perkuatan dengan Geogrid	37
2.6	PERKUATAN TANAH DENGAN DINDING PENAHAN TANAH (RETAINING WALL) TIPE KEYSTONE WALL	38
2.7	PERENCANAAN PERKUATAN DENGAN TURAP/SHEETPILE	38
2.7.1	Beban Pada Dinding Penahan Tanah	41
2.7.2	Kontrol Syarat Kestabilan Tembok Penahan Tanah	42
3.1	BAB III METODOLOGI	45
3.1	METODOLOGI TUGAS AKHIR	45
3.2	STUDI LITERATUR.....	46
3.3	PENGUMPULAN & ANALISA DATA TANAH DASAR	46
3.3.1	Analisa Tanah Dasar & Timbunan	46
3.3.2	Analisa Kestabilan Timbunan	47
3.4	PERENCANAAN RETAINING WALL/ TURAP	47
3.5	PERENCANAAN TIMBUNAN BEBAS	47
3.6	PERHITUNGAN BIAYA MATERIAL	47
3.7	KESIMPULAN	47
4.	BAB IV DATA DAN ANALISIS DATA.....	49
4.1	DATA LALU LINTAS.....	49
4.2	DATA TANAH DASAR	50
4.3	DATA TANAH TIMBUNAN	55
4.4	DATA PVD	55
4.5	DATA SPESIFIKASI BAHAN GEOTEXTILE.....	55
5.	BAB V ANALISIS PERHITUNGAN	57
5.1	PERENCANAAN TIMBUNAN JALAN REL	57
5.1.1	Perhitungan Beban Terhadap Tanah Dasar	57
5.1.2	Perhitungan Konsolidasi Timbunan.....	58
5.1.3	Penentuan Tinggi Awal Timbunan (H_{misial})	60
5.1.4	Stabilitas Timbunan dengan Program XSTABL.....	65
5.1.5	Perhitungan Waktu Konsolidasi.. Error! Bookmark not defined.	

5.2	PERENCANAAN <i>PRELOADING</i> DENGAN KOMBINASI <i>PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)</i>	69
5.2.1	<i>Perencanaan Pemasangan PVD</i>	69
5.3	PERHITUNGAN SISTEM PERKUATAN TANAH	75
5.4	PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH.....	83
5.4.1	<i>Perencanaan Keystone Wall-Geogrid</i>	83
5.4.2	<i>Perencanaan Sheetpile</i>	86
5.4.3	<i>Perhitungan Tekanan Lateral Tanah</i>	87
5.4.4	<i>Menghitung Kedalaman Sheetpile yang Dibutuhkan</i>	93
6.	BAB VI ANALISIS BIAYA	97
6.1	BIAYA BAHAN TIMBUNAN	97
6.2	BIAYA PERKUATAN GEOTEXTILE.....	97
6.3	BIAYA PERKUATAN SHEETPILE + GEOTEXTILE.....	98
6.4	BIAYA PERKUATAN KEYSTONE + GEOGRID.....	99
	BABVII PENUTUP.....	101
7.1	KESIMPULAN.....	101
	DAFTAR PUSTAKA	103
	BIODATA PENULIS	105

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Bor Log	4
Tabel 2.1 Nilai <i>Modulus Young</i> dan Koefisien <i>Poisson</i>	12
Tabel 2.2 Variasi antara T_v dengan U	20
Tabel 2.3 Nilai Faktor Geotekstile.....	34
Tabel 4.1 Lebar Jalan Rel Kereta Api 1067 mm.....	49
Tabel 4.2 Lebar Jalan Rel Kereta Api 1067 mm.....	50
Tabel 4.3 Data Bor Log STA 87+200.....	51
Tabel 4.4 Data Bor Log STA 87+850.....	52
Tabel 4.5 Jenis Tanah Laboratorium STA 87+200	53
Tabel 4.6 Jenis Tanah Laboratorium STA 87+850	54
Tabel 5.1 Tabel konsolidasi dengan data tanah STA 87+200.....	59
Tabel 5.2 Tabel konsolidasi dengan data tanah STA 87+850.....	59
Tabel 5.3 STA 87+200 Tabel 5.4 STA 87+400.....	60
Tabel 5.5 STA 87+800 Tabel 5.6 STA 88+200.....	61
Tabel 5.7 STA 88+600.....	61
Tabel 5.8 Tinggi Timbunan Tiap Stasioner	64
Tabel 5.9 Perhitungan $\sum \frac{H_n}{\sqrt{C_v}}$	67
Tabel 5.10 Perhitungan $\sum \frac{H_n}{\sqrt{C_v}}$	68
Tabel 5.11 Perhitungan D_w dan $F(n)$ Pola Pemasangan Segitiga	70
Tabel 5.12 Perhitungan D_w dan $F(n)$ Pola Pemasangan Segiempat	71
Tabel 5.13 Kebutuhan panjang geotextile pada STA 87+200 sisi sayap kanan timbunan.....	78
Tabel 5.14 Kebutuhan panjang geotextile pada STA 87+200 sisi sayap kiri timbunan.....	79
Tabel 5.15 Perhitungan perkuatan geotextile terhadap kelongsoran pada STA 87+400 sisi kanan.....	81
Tabel 5.16 Perhitungan perkuatan geotextile terhadap kelongsoran pada STA 87+400 sisi kiri.....	82
Tabel 5.17 Nilai Tegangan Efektif Area Aktif.....	88
Tabel 5.18 Nilai Tegangan Efektif Area Pasif.....	89
Tabel 5.19 Nilai Momen pada Tegangan Aktif Pasif.....	94
Tabel 5.20 Nilai Momen pada Tegangan Aktif Pasif.....	96
Tabel 6.1 Kebutuhan Geotextile pada Sta 87+200-88+600	97

Tabel 6.2 Analisis Biaya Geotextile	98
Tabel 6.3 Analisis Biaya Geotextile	98
Tabel 6.4 Perhitungan Volume Sheetpile	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Sulawesi Selatan.....	2
Gambar 1.2 Letak Lokasi Proyek.....	2
Gambar 1.3 Detail Lokasi Proyek.....	3
Gambar 1.4 Potongan Melintang Timbunan STA 87+200	6
Gambar 1.5 Potongan Melintang Timbunan STA 88+600	6
Gambar 1.6 Potongan Memanjang Timbunan STA 87+300 - 87+900	7
Gambar 1.7 Potongan Memanjang Timbunan STA 87+900 - 88+500	7
Gambar 2.1 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Trapesium (NAVFAC DM-7, 1970).....	16
Gambar 2.2 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh padaBeban Segiempat (NAVFAC DM-7, 1970)	17
Gambar 2.3 <i>Compression Index (Cc) vs Initial Void Ratio(e_0)</i> ...	18
Gambar 2.4 <i>Swelling Index (Cs) vs Initial Void Ratio (e_0)</i>	19
Gambar 2.5 Timbunan disaat Terjadi Konsolidasi.....	23
Gambar 2.6 Prinsip Pembebanan <i>Preloading</i> pada <i>Settlement</i> dengan Beban Awal $p_{f+s} > p_f$	24
Gambar 2.7 Penggunaan <i>PVD</i> pada Tanah Asli.....	26
Gambar 2.8 Pola susun bujur sangkar $D = 1,13 S$	27
Gambar 2.9 Pola susun segitiga $D = 1,05 S$	27
Gambar 2.10 Ekuivalen diameter untuk <i>PVD</i>	30
Gambar 2.11 <i>Overtuning Considerations</i>	32
Gambar 2.12 <i>Sliding Considerations</i>	33
Gambar 2.13 <i>Fondation Considerations</i>	33
Gambar 2.14 <i>Earth presssure concepts and teory for geotextile wall</i>	35
Gambar 2.15 Turap/ <i>Sheetpile</i> Kayu	39
Gambar 2.16 Turap/ <i>Sheetpile</i> Beton	40
Gambar 2.17 Turap/ <i>Sheetpile</i> Baja	41
Gambar 3.1 Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir	45
Gambar 5.1 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+200	62
Gambar 5.2 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+400	62
Gambar 5.3 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+800	63
Gambar 5.4 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 88+200	63
Gambar 5.5 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 88+200	64

Gambar 5.6 Perencanaan <i>geotextile</i> di STA 87+500 – 88+600 ...	83
Gambar 5.7 Perencanaan pemasangan <i>geotextile</i> pada STA 87+200 -87+400.....	86

LAMPIRAN

- **BOR LOG 87+200**
- **DATA RAW**
- **DATA FIX**
- **HITUNG Sc 87+200**
- **HITUNG Sc 87+400**
- **T KONSOLIDASI**
- **PVD SEGITIGA**
- **PVD SEGIEMPAT**
- **GAMBAR XSTABL**
- **XSTABL 87+200**
- **XSTABL 87+850**
- **GEOTEXTILE 87+200**
- **GEOTEXTILE 87+400**
- **GEOGRID 87+200**
- **GEOGRID 87+400**
- **SHEETPILE**

LAMPIRAN 2

- **BOR LOG 87+850**
- **HITUNG Sc 87+800**
- **HITUNG Sc 88+200**
- **HITUNG Sc 88+800**
- **T KONSOLIDASI**
- **PVD SEGITIGA**
- **PVD SEGIEMPAT**
- **GAMBAR XSTABL**
- **GEOTEXTILE 87+800**
- **GEOTEXTILE 88+200**
- **GEOTEXTILE 88+600**

BAB I

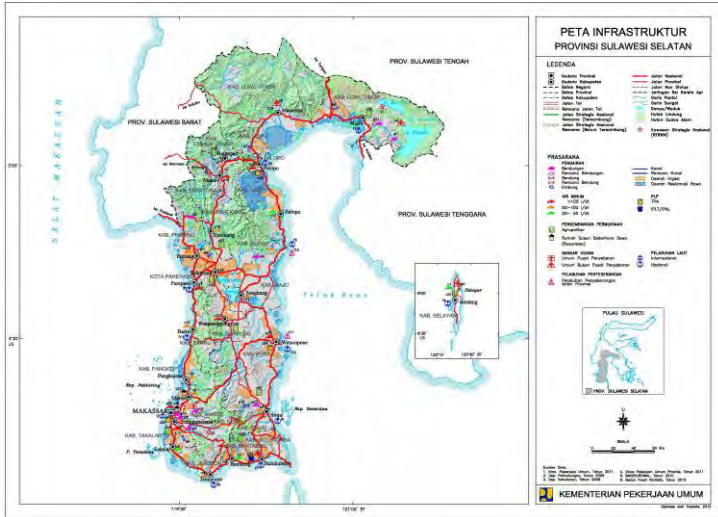
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

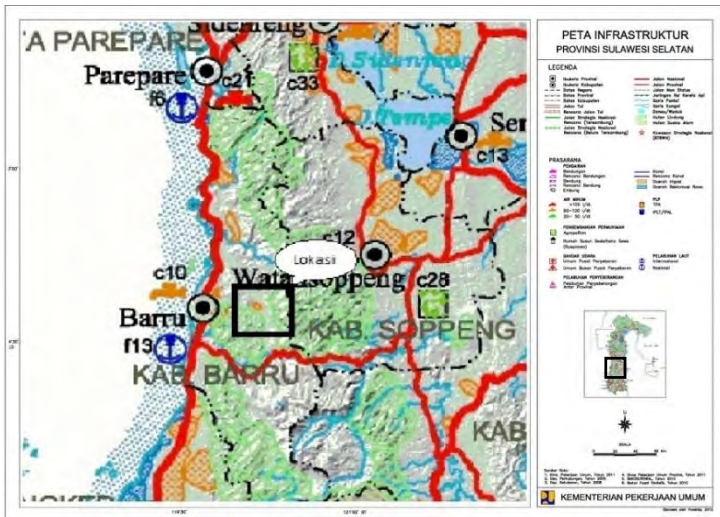
Berdasarkan dari bagian rencana pemerintah untuk meningkatkan infrastuktur demi menstimulus kegiatan ekonomi di pulau Sulawesi khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan, akan dibangun moda kereta api trans Sulawesi jalur ganda dengan jurusan kota Makassar hingga ke kotamadya Pare-pare. Kemudian diantara banyak perencanaan tersebut, saat ini yang akan direncanakan berada diwilayah Kabupaten Barru.

Kabupaten Barru berada di provinsi Sulawesi Selatan, terletak di Pantai Barat Sulawesi Selatan. Kabupaten ini berjarak sekitar ± 70 km arah utara Kota Makassar, sebelah utara berbatasan dengan Kotamadya Pare-Pare. Daerah Kabupaten Barru berada diantara daerah topografi pegunungan dan pesisir pantai dengan kelandaian permukaan yang kecil, sehingga wilayah ini memiliki kondisi lapisan tanah yang bersifat lunak dipermukaan yang didominasi dengan tanah pasir berlanau tetapi berubah sifat menjadi keras pada lapisan dibawah permukaan dengan didominasi jenis tanah tufa berpasir.

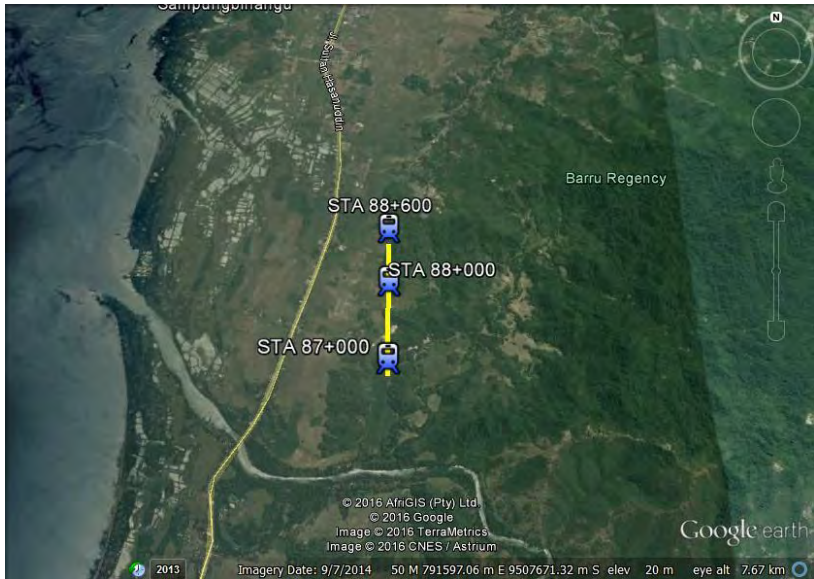
Perencanaan pembangunan moda perlintasan kereta api ini dikonstrasikan untuk kepentingan bongkar muat penumpang dan barang yang dekat wilayah industri dengan pelabuhan dan juga berfungsi sebagai penghubung antar kota serta dapat mendukung potensi pariwisata di dekat pesisir pantai. Perencanaan awal rute yang akan dibangun untuk menghubungkan Kota Makassar hingga Kota Pare-Pare sepanjang ± 147 km, pada pengerjaan akan dilakukan secara parsial/sebagian, diawali dengan pengerjaan jalur tunggal (*single track*) yang kemudian akan dilanjutkan dengan jalur ganda (*double track*) di masa mendatang akan tetapi untuk badan jalannya (timbunan) sudah untuk jalur ganda. Perencanaan yang akan dikerjakan ada pada STA 87+200 hingga STA 88+600 dengan total panjang lintasan 1,6 km.



Gambar 1.1 Peta Sulawesi Selatan
(Sumber: KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM)






Gambar 1.2 Letak Lokasi Proyek
(Sumber: KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM)



Gambar 1.3 Detail Lokasi Proyek
(Sumber: GPS data Proyek + Google Earth)

Lintasan rel yang akan dikerjakan berada di lokasi STA 87+200 sampai STA 88+600 dengan tipe jalur ganda (*double track*), yang memiliki tinggi timbunan ± 7 meter, lebar timbunan ± 36 meter dan panjang lintasan 1,6 km. Wilayah ini memiliki karakteristik tanah yang lunak dominan lempung berpasir hingga kedalaman ± 8 meter dibawah permukaan berdasarkan data tanah yang terlampir (Data tanah terdapat pada **Tabel 1.1**).

Tabel 1.1 Data Bor Log

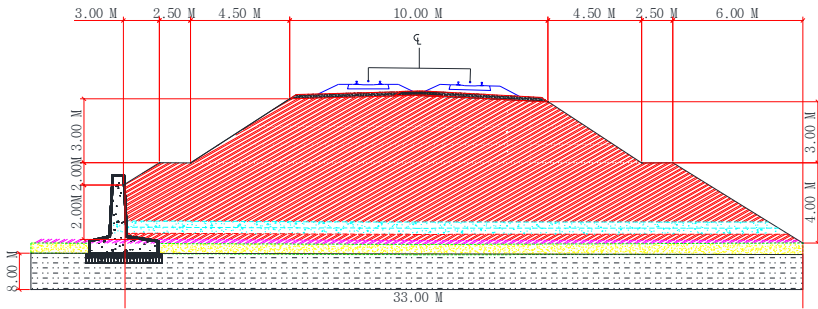
SUBSURFACE EXPLORATION LOG							Client:										
Project	SOIL INVESTIGATION JALUR KERETA API					STA	KM 87+000										
Locator	RUAS KAB. BARRU-KOTA PARE-PARE					X=792132	Y=9506851										
Start Date	13/05/2015					Checked by	Sudi Suryana										
Finish Date	14/05/2015					Logged by	Ahmad Masa										
Surface Elevation	Ground Existing					Core Drill	Nq (Zinch)										
Water Table	-1 m					Casing Drill	-										
Bor Master	Ja'o					Total Depth	16 m										
Depth	GWL	Example	Log	Core Recovery	Soil or Rock Discription Type, Color, Discription	SPT (Blows/cm)			N. SPT	N.Graph (X.10)						RQD (%)	
						N1	N2	N3		1	2	3	4	5	6		
1				100	(0.00 - 1.00) m												
2				80	Lempung kehitaman dengan konsistensi lunak. Persentase sampel yang terambil >75%												
3				100		2/15	2/15	3/15	5								
4				100	(1.00 - 8.00) m												
5				100	Lempung Kepasiran berwarna kehitaman dengan konsistensi lunak hingga sedang. Dilakukan pengambilan sampel UDS pada kedalaman 5.50	2/15	3/15	3/15	6								
6				100	6.00 meter. Persentase sampel yang terambil >75%												
7				100		3/15	4/15	5/15	7								
8				100													
9				100		3/15	4/15	5/15	9								
10				100													
11				100	(8.00 - 14.00) m	8/15	20/15	25/15	45								
12				100	Pasir Hitam dengan kerapatan relatif padat. Dilakukan pengambilan sampel UDS pada kedalaman 9.00 - 10.00 meter. Persentase sampel yang terambil >75%												
13				100		8/15	15/15	18/15	33								
14				100													
15				100	(8.00 - 14.00) m	15/15	20/15	34/15	54								
16				100	Tufa berwarna coklat dengan sifat batuan agak padat, disusun oleh material berukuran pasir	33/15	60/14	-	>60								
End of Boring																	
 Disturbed Sample		SPT (%)	Clay & Silt	N	Sand & Silt	Top Soil	Lempung										
		<2	Very Soft	<4	Very Loose	Pasir	Tufa										
 SPT		2-4	Soft	4-10	Loose	Lanau	Kulit Kerang										
 Undisturb Sample		4-8	Medium	10-30	Medium	Batu	Kerang										
		8-15	Stiff	30-50	Dense												
		15-30	Very Stiff	>50	Very Dense												

(Sumber: Data Proyek Lapangan)

Perencanaan awal akan dibangun lintasan rel jalur ganda akan tetapi dalam tahap pelaksanaannya karena keterbatasan sumber daya maka dikerjakan secara parsial hingga jalur kereta api tunggal diselesaikan dulu, setelah itu baru dilanjutkan menyelesaikan untuk jalur ganda. Meskipun begitu dalam perencanaan timbunan akan langsung diperuntukan beban kereta api jalur ganda, sehingga pada saat pengerjaan jalan kereta api tidak terhambat.

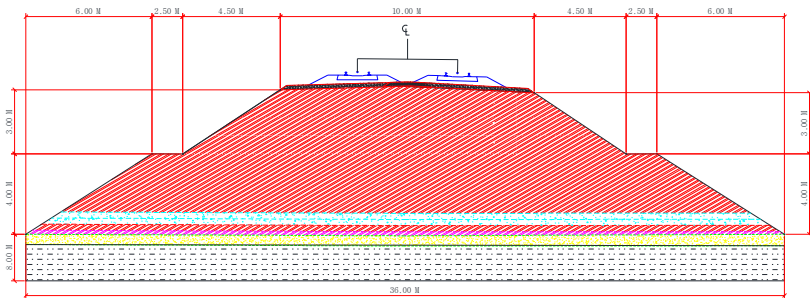
Berdasarkan hasil bor log diatas bisa dilihat SPT pada kedalaman 1-8 meter hanya mencapai $N_{rata-rata}=6$ dengan dominan lapisan tanah lempung berpasir, lalu pada kedalaman 9-14 meter mendapat $N_{rata-rata}=51$ dengan lapisan dominan tufa berpasir. Dengan kondisi tanah yang ada dan tinggi timbunan yang direncanakan, yang perlu diperhatikan dari sudut pandang geoteknik terdapat potensi kelongsoran akibat timbunan dan penurunan (*settlement*) elevasi tanah karena beban kereta api yang melintas diatasnya. Maka untuk menanggulangi permasalahan tersebut, diperlukan peninjauan terhadap beberapa perencanaan perkuatan timbunan pada perencanaan pembangunan jalur ganda rel ruas Makassar – Pare-Pare.

Pada kondisi lapangan saat ini terdapat lahan milik perseorangan/warga sekitar yang tidak bisa dibebaskan, sehingga wilayah tersebut memotong bagian pinggir timbunan yang diperlukan untuk perencanaan. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu direncanakan penggunaan *retaining wall* (dinding penahan tanah) pada lahan yang tidak dapat dibebaskan, wilayah yang mengalami permasalahan pembebasan lahan terjadi pada STA 87+200 hingga STA 87+400. Timbunan yang menggunakan *retaining wall* memiliki macam alternatif, diantaranya *keystone wall* dan *sheetpile*. Dimana nantinya ditambah perkuatan dengan kombinasi *geotextile* dan *geogrid* yang bertujuan untuk mencegah terjadinya longsor pada lereng timbunan, lalu akan ditinjau dari biaya material yang lebih murah dan mudah pada pelaksanaannya. (**Gambar 1.4** *cross section* melintang perlintasan STA 87+200 hingga STA 87+400)



Gambar 1.4 Potongan Melintang Timbunan STA 87+200
(Sumber: Data Proyek Lapangan)

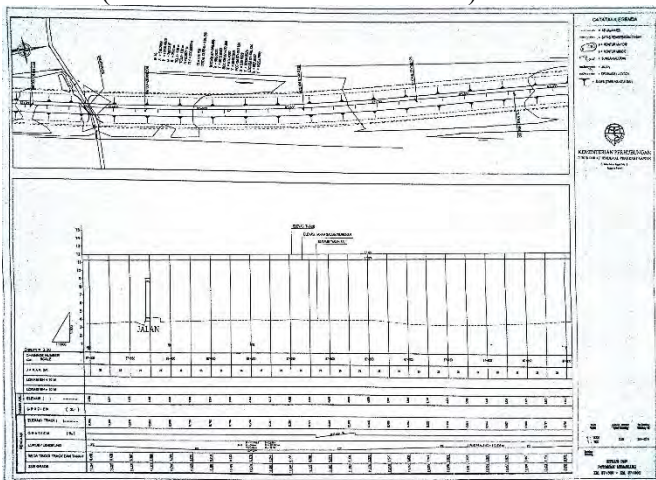
Selanjutnya untuk Timbunan bebas untuk STA 87+500 hingga STA 88+600 tidak ada lahan yang bermasalah sehingga direncanakan timbunan bebas dengan perkuatan *geotextile* untuk mencegah terjadi kelongsoran lereng. (**Gambar 1.5** cross section melintang perlintasan STA 87+500 hingga STA 88+600)



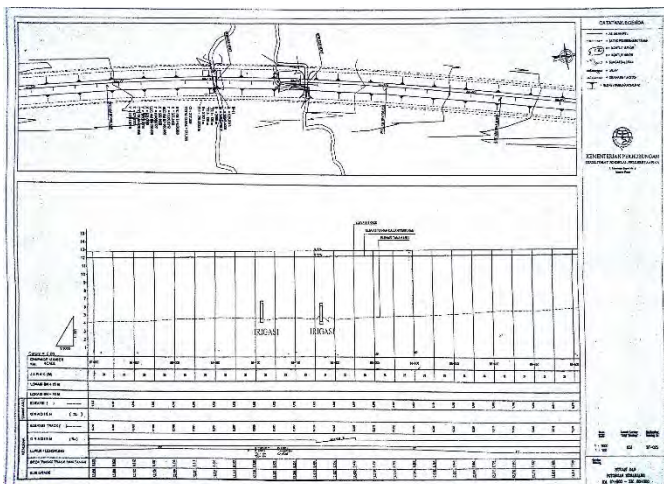
Gambar 1.5 Potongan Melintang Timbunan STA 88+600
(Sumber: Data Proyek Lapangan)

Perencanaan timbunan jalan rel kereta api jalur ganda sepanjang 1,6 km ini, ada yang melewati aliran sungai dan ada juga yang tidak sebidang dengan jalan raya yang melintang. Hal

tersebut terpampang pada gambar potongan memanjang pada perencanaan (**Gambar 1.6** dan **Gambar 1.7**).



Gambar 1.6 Potongan Memanjang Timbunan STA 87+300 - 87+900
(Sumber: Data Proyek Lapangan)



Gambar 1.7 Potongan Memanjang Timbunan STA 87+900 - 88+500
(Sumber: Data Proyek Lapangan)

Desain perkuatan timbunan dan tanah dasar pada perencanaan yang akan dikerjakan dengan rancangan timbunan untuk jangka pendek (jalur tunggal/*single track*) dan jangka panjang (jalur ganda/*double track*). Setelah itu dapat dilihat dari beberapa perencanaan perkuatan timbunan untuk jangka pendek dan panjang tersebut yang mana memiliki rancangan lebih stabil dan ekonomis. Pada akhirnya rancangan akan dibandingkan menurut metode perbaikan tanah yang sesuai dengan kondisi tanah yang sedang ditinjau untuk mendapatkan rancangan yang paling ekonomis biaya materialnya dan mudah pelaksanaannya.

Dalam tugas akhir ini, akan berusaha menjelaskan penyelesaian permasalahan dengan memberikan beberapa pilihan perencanaan. Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan jalur ganda rel kereta api yang dibangun diatas tanah lunak adalah kemungkinan terjadi kelongsoran dan penurunan tanah dasar, hingga ini membutuhkan perkuatan pada timbunan dan proses konsolidasi terhadap tanah dasar. Tolok ukur timbunan dan tanah dasar untuk dapat menerima beban rencana, hingga tidak terjadi kelongsoran dan penurunan elevasi tanah dasar adalah kestabilan kontruksi bawah terhadap pengaruh gaya-gaya eksternal yang dapat menyebabkan keruntuhan guling, keruntuhan geser, serta keruntuhan daya dukung tanah, maupun terhadap gaya-gaya internal yang dapat menyebabkan retak pada kontruksi karena tidak mampu menahan beban.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, jika beberapa permasalahan dibagi menjadi beberapa poin untuk diselesaikan dalam Tugas Akhir antara lain sebagai berikut:

1. Berapa tinggi yang dibutuhkan timbunan awal (H_{inisial}) dan timbunan akhir (H_{final}) serta penurunan elevasi tanah akibat beban kereta api yang melintas pada jalur rel?

2. Bagaimana jenis perencanaan alteranatif kombinasi untuk timbunan yang memakai retaining wall ? (STA 87+200 hingga STA 87+400)
3. Bagaimana perencanaan yang digunakan untuk timbunan tanpa retaining wall atau timbunan konvensional? (STA 87+500 hingga STA 88+600)
4. Berapa perbandingan biaya material dikeluarkan dari masing-masing perencanaan desain kombinasi yang memakai retaining wall dan tanpa retaining wall? Mana yang paling ekonomis/diusulkan?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan tinggi timbunan yang diinginkan sesuai dengan beban yang diterima oleh timbunan dan tanah dasar.
2. Mendapatkan perencanaan alternative kombinasi memakai retaining wall sesuai dengan kondisi lapangan. (STA 87+200 hingga STA 87+400)
3. Mendapatkan perencanaan timbunan dan perkuatan yang sesuai dengan kondisi lapangan. (STA 87+500 hingga 88+600)
4. Memiliki perbandingan biaya material dari masing masing desain kombinasi perkuatan yang paling ekonomis dan mudah dalam pelaksanaannya.

1.4 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini perihal yang perlu dibatasi untuk menghindari penyimpangan materi, macam perihal sebagai berikut:

1. Tidak membahas perencanaan Geometri pada trase lintasan rel kereta api.

2. Tidak membahas konstruksi atas atau desain struktur lintasan rel, seperti perlintasan kereta api dll.
3. Tidak membahas system drainase sekitar lintasan rel.

1.5 Manfaat

Dalam Tugas Akhir ini, diharapkan penulis dapat memberikan pilihan desain perencanaan perkuatan timbunan dan tanah dasar yang stabil dan ekonomis sesuai dengan kebutuhan di lapangan serta dapat memahami macam metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam perencanaan terutama dalam konstruksi bawah.

1.6 Lokasi

Perencanaan lintasan rek kereta api berada pada STA87+200 sampai STA 88+600 berada diantara Kota Kabupaten Barru dan Kota Kecamatan Pangkajene.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Pemampatan Tanah

Pemampatan (*settlement*) pada tanah dasar akan terjadi apabila tanah dasar tersebut menerima penambahan beban di atasnya. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Pada umumnya, pemampatan pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar; yaitu:

1. Penurunan segera (*immediate settlement*) yaitu penurunan yang diakibatkan oleh perubahan bentuk elastis tanah tanpa perubahan kadar air. Penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas. (Das, Braja M. 1991).
2. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) yaitu penurunan yang diakibatkan oleh perubahan volume tanah jenuh air akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.

Besar total penurunan tanah adalah sebagai berikut (Das,1985):

$$S t = S i + S c p \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

St = total settlement

Si = *immediate settlement*

Scp= *consolidation primair settlement*

Pada perhitungan penurunan tanah, penurunan tanah akibat konsolidasi sekunder (Scs) relatif sangat kecil sehingga umumnya tidak diperhitungkan dan Slat jarang diperhitungkan karena sudah dilakukan kontrol terhadap *sliding*(Wahyudi, 1997).

2.1.1 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:

$$S_i = q \sum \frac{h_i}{E'_1} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

q = tegangan yang bekerja pada permukaan tanah

h_i = tebal lapisan tanah ke-I

E'_1 = modulus Oedometrik pada lapisan ke-i.

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

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

Dimana:

E = nilai modulus Young

E' = nilai modulus Oedometrik

μ = nilai koefisien Poisson

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

Jenis Tanah	Modulus Young (E) (KN/m ²)	Koefisien Poisson (μ)
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)

2.1.2 Pemampatan Konsolidasi/ *consolidation settlement* (S_c)

Pemampatan konsolidasi masih dapat dibagi lagi menjadi dua, yakni:

1. Penurunan akibat konsolidasi primer/ *consolidation primer settlement* (S_{cp}), merupakan pemampatan akibat perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air dari pori-pori tanah.
2. Penurunan akibat konsolidasi sekunder/ *consolidation secondary settlement* (S_{cs}), merupakan pemampatan yang diakibatkan oleh adanya penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Menurut Wahyudi (1997), besarnya amplitudo penurunan tanah akibat konsolidasi primer tergantung dari kondisi sejarah tanahnya, yaitu *normally consolidated* (NC) atau *overconsolidated* (OC). Berikut rumus-rumus mencari besar pemampatan akibat konsolidasi primer:

- Untuk tanah terkonsolidasi normal (NC-soil)

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1 + e_0} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p}{p'_o} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

- Untuk tanah terkonsolidasi lebih (OC-soil)
Bila $(p_o' + \Delta p) \leq p_o'$

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \left[H \log \left(\frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \right) \right] \dots \dots \dots (2.5)$$

Bila $(p_o' + \Delta p) > p_c'$

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_0} H \log \frac{p_c'}{p_o'} + \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_c'} \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

S_c = pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ditinjau

H = tebal lapisan tanah *compressible*

e_0 = angka pori awal (*initial void ratio*)

C_c = indeks kompresi

C_s = indeks mengembang

Δp = beban *surchage*

p'_0 = tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke- i akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut di lapangan (*effective overburden pressure*)

p'_c = tegangan konsolidasi efektif di masa lampau (*effective past overburden pressure*)

Keterangan tambahan:

Tanah lunak di Indonesia umumnya dapat dianggap sebagai tanah agak terkonsolidasi lebih, dengan harga:

$$p_c = p'_0 + f \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

f = fluktuasi terbesar muka air tanah

Δp = penambahan tegangan vertikal di titik yang ditinjau (di tengah-tengah lapisan) akibat penambahan beban.

Pada perhitungan perencanaan ini, jenis pemampatan (*settlement*) yang diperhitungkan adalah *immediate settlement* dan *consolidation primer settlement*.

2.1.3 Parameter Tanah untuk Perhitungan *Consolidation Settlement* (S_c)

Menurut Wahyudi (1997) berikut adalah cara menentukan parameter-parameter tanah yang akan digunakan dalam perhitungan *consolidation settlement*:

1. Tebal lapisan *Compressible*

Tebal lapisan *compressible* (H) yang diperhitungkan adalah yang masih bisa mengalami konsolidasi primer (N-SPT < 30). Karena apabila nilai N-SPT > 30 umumnya dapat dianggap sudah tidak mengalami konsolidasi primer sehingga tidak perlu diperhitungkan lagi sebagai tebal lapisan *compressible* (H).

2. Beban atau *Surcharge*

Surcharge yang dimaksud adalah besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah asli (*compressible soil*) dalam satuan tegangan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\Delta p = I \times q_0 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$q_0 = \gamma_{\text{timbunan}} \times H \dots\dots\dots (2.9)$$

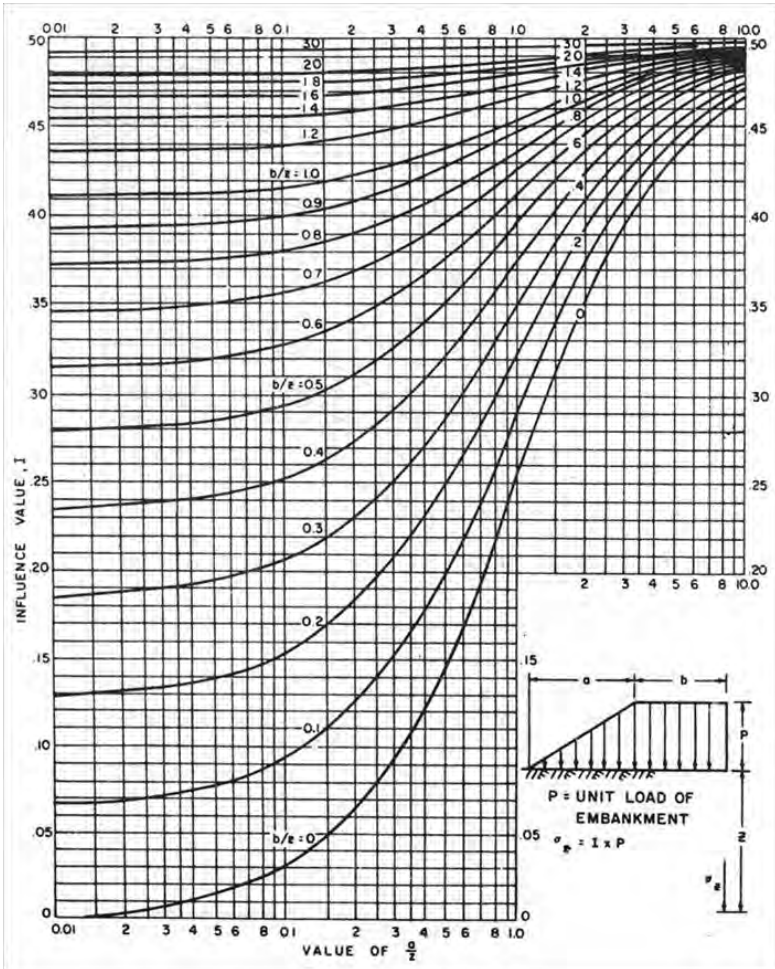
Dimana :

- Δp = beban *surcharge* yang terjadi
- I = koefisien pengaruh beban terhadap titik yang ditinjau
- γ_{timbunan} = berat volume *humid* dari tanah timbunan
- H = tinggi timbunan

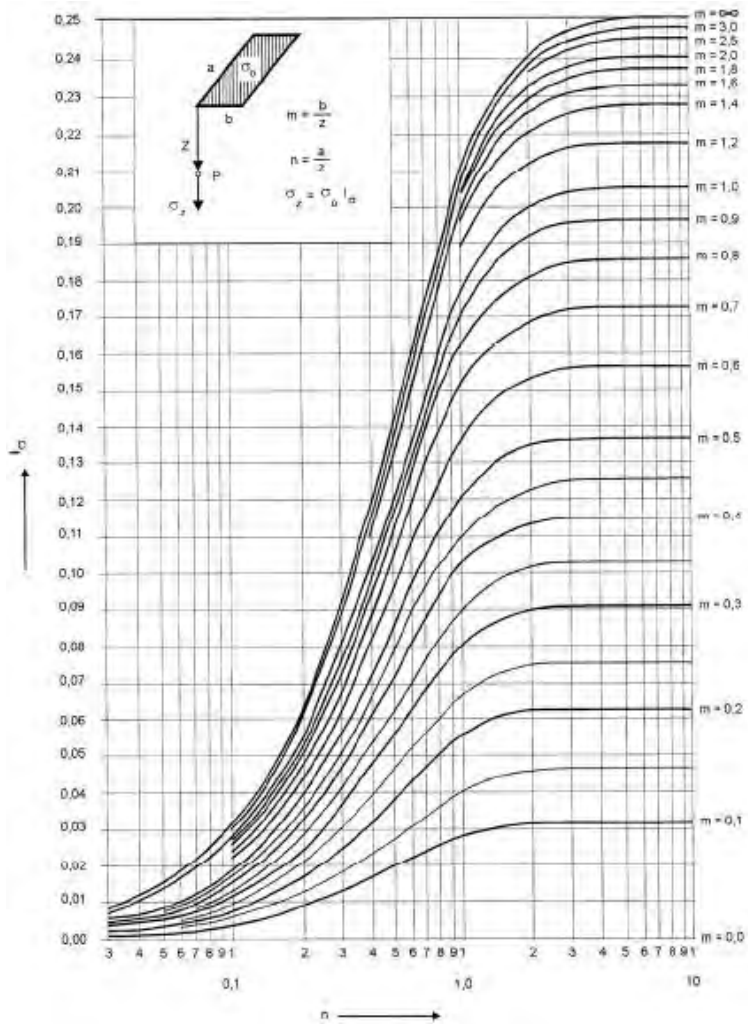
Apabila timbunan terendam air, maka digunakan harga γ_{timbunan} efektif ($\gamma'_{\text{timbunan}}$).

3. Koefisien pengaruh I

Berdasarkan grafik (NAVFAC DM-7, 1970) (**Gambar 2.1** dan **2.2**) besarnya nilai koefisien pengaruh I untuk perhitungan besarnya tegangan vertikal (Δp) yang diterima oleh suatu titik tinjau tertentu dipengaruhi oleh a, b, dan z yang merupakan karakteristik geometrik dan bentuk timbunan reklamasi dan kedalaman titik tinjau. Adapun grafik Osterberg tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Trapesium (NAVFAC DM-7, 1970)



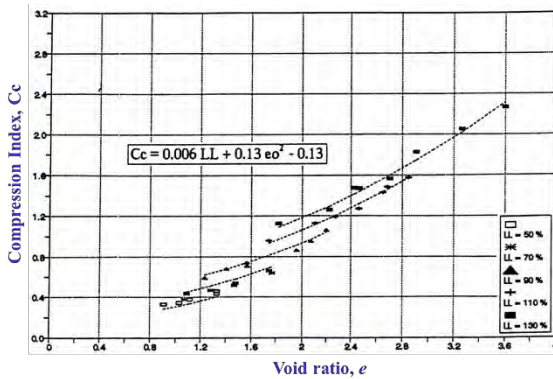
Gambar 2.2 Grafik untuk Menentukan Faktor Pengaruh pada Beban Segiempat (NAVFAC DM-7, 1970)

4. Angka pori (*initial void ratio*)

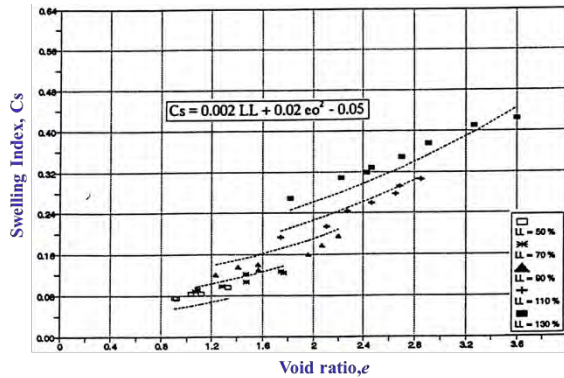
Angka pori awal (e_0) diperoleh dari hasil tes laboratorium (*Volumetric* dan *Gravimetric*).

5. *Compressible* dan *Swelling Index*

Harga *compression index* (C_c) dan *swelling index* (C_s) diperoleh dengan mengkorelasi *Initial Void Ratio* (e_0) dengan C_c (Kosasih, and Mochtar, 1997), ditunjukkan dengan grafik dari **Gambar 2.3** dan **Gambar 2.4** untuk grafik korelasi *Initial Void Ratio* (e_0) dengan C_s .



Gambar 2.3 *Compression Index* (C_c) vs *Initial Void Ratio* (e_0)
(Sumber: Kosasih, and Mochtar, 1997)



Gambar 2.4 Swelling Index (C_s) vs Initial Void Ratio (e_0)
(Sumber: Kosasih, and Mochtar, 1997)

6. Tegangan *overburden* efektif (p'_0)

Overburden pressure effective (p'_0) adalah tegangan vertikal efektif dari tanah asli. Dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$p'_0 = \gamma' \times h \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

- γ' = $\gamma_{\text{sat}} - \gamma_{\text{air}}$ (bila berada dibawah permukaan air tanah)
- h = setengah dari lapisan lempung yang diperhitungkan.

2.2 Waktu Konsolidasi

Penurunan konsolidasi pada tanah lempung yang tebal berlangsung sangat lama. Pada tanah yang tidak dikonsolidasi dengan PVD, pengaliran yang terjadi hanyalah pada arah vertikal saja. Menurut Terzaghi dalam Das (1990), lama waktu konsolidasi (t) dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

t = waktu konsolidasi

T_v = faktor waktu

H_{dr} = panjang aliran air/ *drainage* terpanjang

C_v = koefisien konsolidasi vertical.

2.2.1 Faktor Waktu (T_v)

Faktor waktu merupakan fungsi dari derajat konsolidasi (U%) dan bentuk dari distribusi tegangan air pori (U) di dalam tanah (aliran satu arah atau dua arah).

2.2.2 Derajat Konsolidasi (U)

Derajat konsolidasi (U) adalah perbandingan penurunan tanah pada waktu tertentu dengan penurunan tanah total.

Apabila tegangan air pori yang homogen maka hubungan antara T_v dan U dapat dilihat seperti pada **Tabel 2.2** dibawah ini.

Tabel 2.2 Variasi antara T_v dengan U

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	∞

(sumber : Terzaghi, 1942)

Kecepatan pemampatan pada umur jalan dapat dihitung melalui rumus sebagai berikut:

$$T_v = \frac{t \times C_{v_i}}{(H_{dr})^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

- H_{dr} = Jarak rembesan air untuk keluar “*drainage path*”
- C_{v_i} = Harga C_v saat lapisan ke-*i* setebal penurunan yang dialami
- t = Waktu yang ditentukan

- Untuk U Antara 0 hingga 60%

$$U_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

- Untuk U > 60%

$$U_v = (100-a)\%,$$

dimana nilai $a = \frac{1,781 - T_v}{0,933} \dots\dots\dots(2.14)$

2.2.3 Panjang Aliran Air/ *Drainage* (H_{dr})

Jika tebal lapisan *compressible* adalah H, maka panjang aliran *drainage* adalah H_{dr}, dimana:

- H_{dr} = ½ H, bila arah aliran air selama proses konsolidasi adalah dua arah (ke atas dan ke bawah)/ *double drainage*
- H_{dr} = H, bila arah *drainage* adalah satu arah (ke atas atau ke bawah)/ *single drainage*. Hal ini terjadi bila di atas atau di bawah lapisan *compressible* merupakan lapisan yang kedap air.

2.2.4 Koefisien Konsolidasi Vertikal (C_v)

Koefisien konsolidasi vertikal (C_v) menentukan kecepatan pengaliran air pada arah vertikal dalam tanah. Karena pada umumnya konsolidasi berlangsung satu arah saja (arah vertikal), maka koefisien konsolidasi sangat berpengaruh terhadap kecepatan konsolidasi yang akan terjadi. Nilai C_v didapat dari hasil pengujian laboratorium.

Untuk lapisan tanah yang heterogen dan mempunyai beberapa nilai C_v, maka harga C_v yang dipakai untuk perhitungan adalah harga C_v rata-rata.

$$C_{vgabungan} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left(\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right)^2} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

- H = tebal lapisan *compressible*
- H_i = tebal lapisan *compressible* ke-i
- C_{v_i} = koefisien vertikal lapisan ke-i

2.2.5 Tinggi Timbunan Awal (H_{inisial})

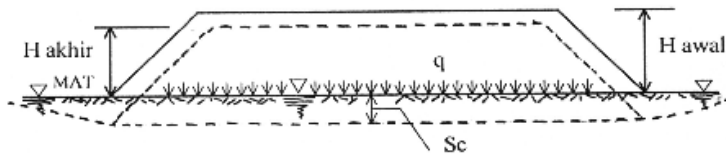
Tinggi timbunan awal pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Penentuan dari tinggi timbunan rencana pada saat pelaksanaan fisik (dengan memperhatikan adanya pemampatan), dapat dihitung dengan (*Mochtar, 2000*):

$$q_{final} = q = (H_{inisial} - S_c)\gamma_{timb} + S_c\gamma'_{timb} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$q_{final} = q = (H_{inisial} \times \gamma_{timb}) - (S_c \times \gamma_{timb}) + (S_c \times \gamma'_{timb}) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$H_{inisial} = \frac{q + (S_c \times \gamma_{timb}) - (S_c \times \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$H_{akhir} = H_{inisial} - S_c \dots\dots\dots(2.19)$$



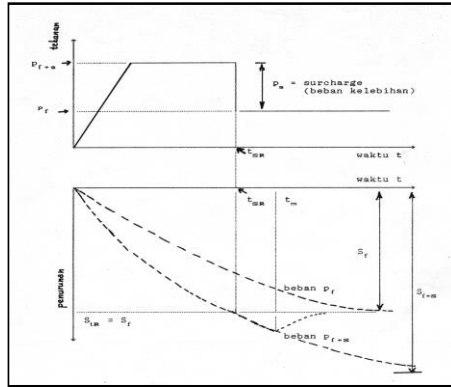
Gambar 2.5 Timbunan disaat Terjadi Konsolidasi
(Sumber: Mochtar, 2012)

2.3 Teori *Preloading* dengan Tanah Timbunan

Merupakan cara pemampatan pada tanah dasar dapat berupa beban tanah timbunan (*surcharge*), beban buatan atau beban luar lainnya yang diletakkan di atas tanah aslinya. Untuk mempercepat waktu *preloading*, dapat menggunakan drainase vertikal (*vertical drain*).

Beban timbunan direncanakan dengan ketinggian tertentu sesuai dengan besar pemampatan konsolidasi yang akan dihilangkan. Untuk meletakkan timbunan di atas tanah dasar, daya dukung tanah dasar harus diperhatikan agar kelongsoran tidak terjadi. Ada dua hal yang dapat dilakukan agar tidak terjadi kelongsoran, yaitu dengan pemberian timbunan dengan cara bertahap dan pemberian timbunan *counter weight*.

Beban *preloading* yang diletakkan secara bertahap ditentukan berdasarkan besar pemampatan tanah dasar yang akan dihilangkan. Sistem *precompression* atau *preloading* merupakan metode perbaikan tanah dengan memberikan beban awal yang berlebih P_{f+s} sedemikian rupa sehingga pada waktu yang pendek t_{sr} didapatkan penurunan yang sama besarnya dengan total penurunan S_f dari beban rencana P_f , sebagaimana terlihat pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Prinsip Pembebanan *Preloading* pada *Settlement* dengan Beban Awal $p_{f+s} > p_f$
 (Sumber: Mochtar, 2000)

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

2.3.1 Peningkatan Daya Dukung Tanah dengan Metode *Preloading*

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

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

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,1899 - 0,0016 PI) \sigma'_v \text{(2.20)}$$

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

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0,073 + (0,0454 - 0.00004 \text{ PI}) \sigma' \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana harga σ' dalam kg/cm²

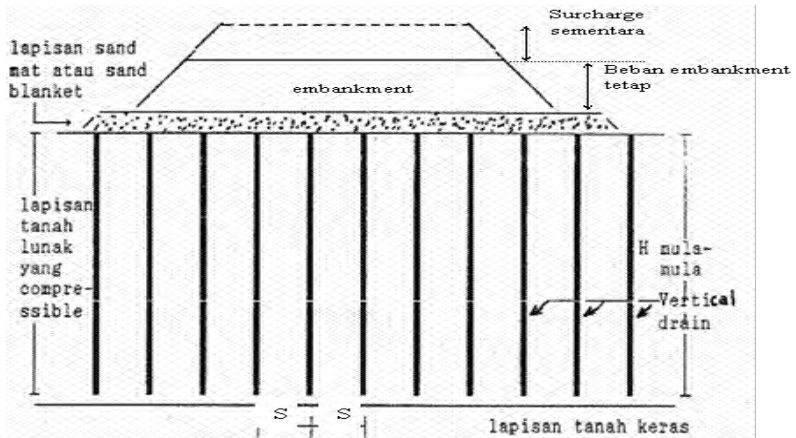
2.4 Teori Perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Pada tanah lempung yang mengalami waktu konsolidasi sangat lama diperlukan suatu sistem untuk mempercepat proses konsolidasi. Pada umumnya, percepatan konsolidasi dilakukan dengan memasang tiang-tiang vertikal yang mudah mengalirkan air (*vertical drain*).

Vertical drain yang mudah mengalirkan air biasanya berupa *sand drain*/tiang pasir atau dari bahan geosintetis yang dikenal dengan "*wick drain*" atau juga dikenal sebagai *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Pada umumnya PVD banyak digunakan karena kemudahan dalam pemasangan di lapangan. Tiang-tiang atau lubang-lubang tersebut "dipasang" di dalam tanah pada jarak tertentu sehingga memperpendek jarak aliran drainase air pori (*drainage path*). (Mochtar, 2000).

2.4.1 Menentukan Kedalaman Pemasangan PVD

Vertical drain perlu dipasang untuk mengatasi penurunan akibat konsolidasi tanah yaitu hingga kedalaman tanah *compressible* dengan nilai N-SPT 10. Sketsa pemasangan *vertical drain* dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Penggunaan PVD pada Tanah Asli
(sumber: Mochtar, 2000)

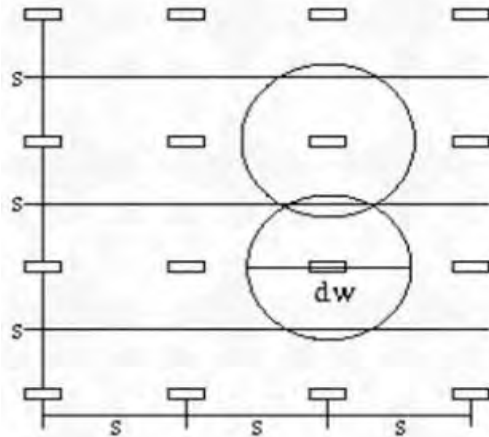
2.4.2 Menentukan Waktu Konsolidasi Akibat PVD

Penentuan waktu konsolidasi menurut Barron (1948) dengan teori aliran pasir vertikal, menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linier satu dimensi.

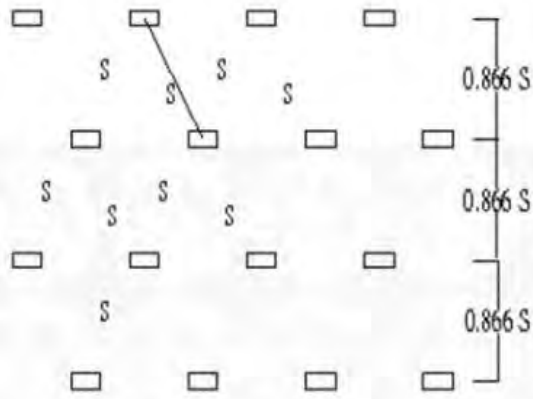
$$t = \left(\frac{D^2}{8.C_h} \right) \cdot F(n) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots \dots \dots [2.22]$$

Dimana:

- t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer
- D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh PVD
- Harga D = 1,13 x S, untuk pola susunan bujur sangkar (**Gambar 2.8**)
- Harga D = 1,05 x S, untuk pola susunan segitiga (**Gambar 2.6**)
- C_h = koefisien konsolidasi tanah arah horizontal
- \bar{U}_h = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah horizontal.



Gambar 2.8 Pola susun bujur sangkar $D = 1,13 S$
(sumber: Mochtar, 2000)



Gambar 2.9 Pola susun segitiga $D = 1,05 S$
(sumber: Mochtar, 2000)

Fungsi $F(n)$ adalah merupakan fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PVD. Oleh Hansbo (1979) harga $F(n)$ didefinisikan sebagai berikut :

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

atau

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

Dimana:

$$n = D/d_w$$

d_w = diameter ekuivalen dari *vertical drain*

Pada umumnya $n > 20$ sehingga dapat dianggap

$1/n = 0$ dan $\left(\frac{n^2}{n^2-1} \right) \approx 1$, jadi:

$$F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4} \dots\dots\dots [2.25]$$

atau

$$F(n) = \ln \left(\frac{D}{d_w} \right) - \frac{3}{4} \dots\dots\dots [2.26]$$

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

$$t = \left(\frac{D^2}{8.C_h} \right) \cdot (F(n) + F_s + F_r) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots\dots\dots [2.27]$$

Dimana:

t = waktu yang diperlukan untuk mencapai \bar{U}_h

D = diameter ekuivalen lingkaran PVD

S = jarak antar titik pusat PVD

C_h = koefisien konsolidasi arah horisontal

$$C_h = \frac{k_h}{k_v} \times C_v \dots\dots\dots[2.28]$$

Dimana:

k_h/k_v = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horisontal dan vertikal, untuk tanah lempung yang jenuh air, harga berkisar antara 2-5

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

F_r = faktor hambatan akibat pada PVD itu sendiri

F_s = faktor hambatan tanah yang terganggu (*disturbed*)

\bar{U}_h = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah horisontal

Harga F_r merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan PVD itu sendiri dan dirumuskan sebagai berikut:

$$F_r = \pi \cdot z \cdot (L - z) \cdot \left(\frac{k_h}{q_w} \right) \dots\dots\dots[2.29]$$

Dimana: z = kedalaman titik tinjau pada PVD terhadap permukaan tanah

L = panjang drain

k_h = koefisien permeabilitas arah horisontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*)

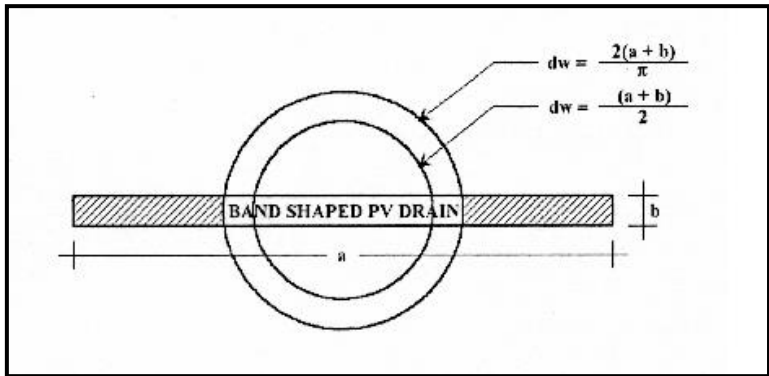
q_w = *discharge capacity* dari drain (tergantung jenis PVD)

$$F_s = \left(\frac{K_h}{K_s} - 1 \right) \cdot \ln \left(\frac{d_s}{d_w} \right) \dots\dots\dots[2.30]$$

Dimana: k_s = koefisien permeabilitas arah horisontal pada tanah terganggu (*disturbed*)

d_s = diameter tanah yang terganggu (*disturbed*) di sekeliling PVD

d_w = diameter ekuivalen (**Gambar 2.10**)



Gambar 2.10 Equivalen diameter untuk PVD
(sumber: Mochtar, 2000)

Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa $F(n) = F_s$ dan harga F_r umumnya kecil dan tidak begitu penting, maka harga F_r dianggap nol. Dengan memasukkan anggapan-anggapan tersebut, maka **Persamaan 2.31** berubah menjadi:

$$t = \left(\frac{D^2}{8.C_h} \right) \cdot (2.F(n)) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots\dots\dots [2.31]$$

Dimana:

- t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai U_h
- D = diameter lingkaran PVD
- C_h = koefisien konsolidasi aliran horizontal
- $F(n)$ = faktor hambatan disebabkan jarak antar PVD
- \bar{U}_h = derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah horizontal

Dengan memasukkan harga t tertentu, dapat dicari \bar{U}_h pada bagian lapisan tanah yang dipasang PVD (Mochtar, 2000).

2.4.3 Menghitung Derajat Konsolidasi Rerata

Selain konsolidasi horizontal, juga terjadi konsolidasi vertikal (\bar{U}_v). Harga \bar{U}_v dicari dengan menggunakan persamaan Cassagrande (1938) dan Taylor (1948):

- Untuk $0 < U_v < 60\%$

$$\bar{U}_v = \left(2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots [2.32]$$

- Untuk $U_v > 60\%$

$$\bar{U}_v = (100 - 10^{\bar{a}})\% \dots\dots\dots [2.33]$$

Dimana:

$$\bar{a} = \frac{1,781 - T_v}{0.933} \dots\dots\dots [2.34]$$

T_v = faktor waktu (dicari dengan menggunakan **Persamaan 2.12**)

Derajat konsolidasi rata-rata \bar{U} dapat dicari dengan menggunakan persamaan Carillo:

$$\bar{U} = \left[1 - (1 - \bar{U}_h).(1 - \bar{U}_v) \right] \times 100\% \dots\dots\dots [2.35]$$

2.5 Perkuatan Tanah dengan Geosintetik

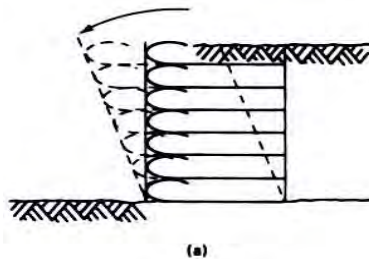
Istilah Geosintetik berasal dari kata *geo*, yang berarti bumi atau dalam dunia teknik sipil diartikan sebagai tanah pada umumnya, dan kata *synthetic* yang berarti bahan buatan, dalam hal ini adalah bahan polimer. Bahan dasar geosintetik merupakan hasil polimerisasi dari industri-industri kimia/minyak bumi (Suryolelono, 1988) dengan sifat-sifat yang tahan terhadap senyawa-senyawa kimia, pelapukan, keausan, sinar ultra violet dan mikro organisme. Polimer utama yang digunakan untuk pembuatan geosintetik adalah *Polyester* (PS), *Polyamide* (PM), *Polypropylene* (PP) dan *Polyethylene* (PE). Jadi istilah geosintetik

secara umum didefinisikan sebagai bahan polimer yang diaplikasikan di tanah. Berdasarkan penggunaannya, geosintetik dapat berupa *geomembrane*, *geoliner element*, *geogrid*, dan *geocomposite*.

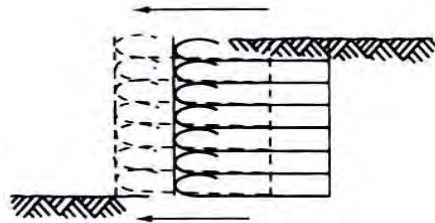
2.5.1 Perencanaan Perkuatan dengan Geotekstil

Geotekstil dapat digunakan sebagai perkuatan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar di bawah timbunan. Untuk perencanaan stabilitas dari timbunan di atas tanah lunak yang diperkuat dengan geotekstil, ada dua kondisi yang harus ditinjau, yaitu *Internal Stability* dan *External Stability*. *Internal Stability* adalah perhitungan kestabilan timbunan/ *embankment* agar tidak terjadi kelongsoran pada bagian tubuh timbunan itu sendiri. Sedangkan *External Stability* adalah kestabilan timbunan bila ditinjau terhadap keruntuhan guling (**Gambar 2.10**) bidang geser (**Gambar 2.11**) dan kelongsoran daya dukung (**Gambar 2.12**).

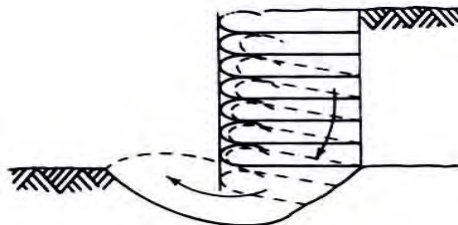
Untuk melakukan perhitungan perencanaan geotekstil, diperlukan data-data yang diperoleh dari hasil *running* program bantu Xstable. Adapun data yang diperlukan adalah, nilai *safety factor* (SF), momen penahan/ resisten (M_R), dan jari-jari kelongsoran (R).



Gambar 2.11 *Overturning Considerations*



(b)

Gambar 2.12 *Sliding Considerations*

(c)

Gambar 2.13 *Foundation Considerations*

Tahapan perhitungan pemasangan geotekstile

1. Mencari momen dorong (M_D)

$$M_D = \frac{M_R}{SF} \text{-----}[2.36]$$

2. Mencari ΔM_R dari FS rencana

$$\Delta M_R = FS_{rencana} M_D - M_R \text{-----}[2.37]$$

3. Mencari nilai tegangan izin (T_{allow})

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 :

$$T_{allow} = T_{ultimate} \left[\frac{1}{FS_{id} \times FS_{cr} \times FS_{cd} \times FS_{bd}} \right] \dots\dots\dots [2.38]$$

Dimana:

$T_{ultimate}$ = tegangan ultimate pada tipe standar stabilenka geotekstil

Nilai faktor (FS_{id} , FS_{cr} , FS_{cd} , FS_{bd}) dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

Tabel 2.3 Nilai Faktor Geotekstile

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

(sumber : Koerner, R.M., 2012)

4. Besar Tegangan Horisontal yang diterima Dinding (Σ_h) lihat **Gambar 2.14**

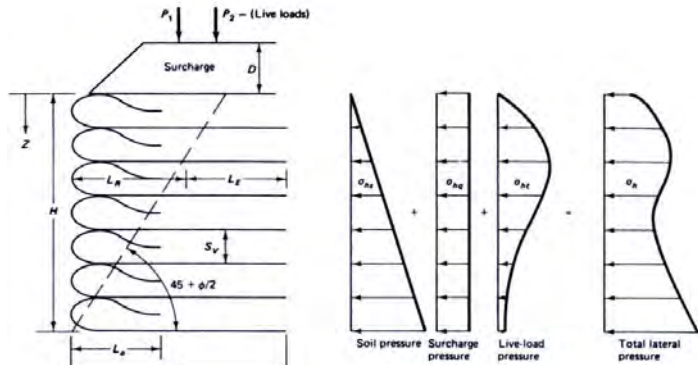
$$\sigma_H = \sigma_{HS} + \sigma_{Hq} + \sigma_{HL} \dots\dots\dots [2.39]$$

Dimana:

σ_{HS} = tegangan horisontal akibat tanah dibelakang dinding (t/m^2)

σ_{Hq} = tegangan horisontal akibat tanah timbunan / surcharge (t/m^2)

σ_{HL} =tegangan horisontal akibat tanah hidup(t/m^2)



Gambar 2.14 Earth presssure concepts and teory for geotextile wall

5. Jarak Vertikal pemasangan geotextile (S_v)

Sebelum melakukan perhitungan jarak pemasangan diperlukan perhitungan besar tegangan horisontal terlebih dahulu.

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} = (z \times K_a \times \gamma t) + (q \times K_a) \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana :

σ_h = Besar tegangan horisontal total yang diterima dinding

σ_{hs} =Tegangan horisontal akibat tanah dibelakang dinding

σ_{hq} =Tegangan horisontal akibat beban terbagi rata

z =Kedalaman tanah dari atas permukaan tanah

Setelah didapatkan tegangan horisontal total, dapat dihitung jarak pemasangan *geotextile* (S_v) dengan rumus :

$$S_v = \left(\frac{T_{Allow}}{SF \times \sigma_h} \right) \dots\dots\dots (2.41)$$

Dimana :

- S_v = Jarak pemasangan geotextile
- T_{allow} = Kekuatan geotekstile yang tersedia
- SF = Faktor keamanan
- σ_h = Besar tegangan horisontal total yang diterima dinding

Dimana :

- σ_{HZ} = tegangan horisontal pada kedalaman Z
- SF = 1.3 s/d 1.5

6. Panjang geotextile yang ditanam(L)

$$L = L_e + L_R \dots\dots\dots [2.42]$$

Dimana:

- L_e = panjang geotextile yang berada dalam anchorage zone (minimum = 3 ft /1.0m)
- L_R = panjang geotextile yang berada di depan bidang longsor

7. Panjang Geotextile yang Berada di depan Bidang Longsor

$$L_R = (H - Z) \times \left[\operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right] \dots\dots\dots [2.43]$$

8. Panjang Geotextile yang Berada dalam Anchorage Zone

$$\sigma_H \times S_v \times SF = 2 \cdot \tau \cdot L_e \rightarrow \tau = c + \sigma_v \operatorname{tg} \delta \dots\dots\dots [2.44]$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma_H \cdot SF}{2[c + \sigma_v (\operatorname{tg} \delta)]} \dots\dots\dots [2.45]$$

9. Panjang Lipatan

$$L_o = \frac{S_v \cdot \sigma_H \cdot SF}{4[c + \sigma_v (tg\delta)]} \dots\dots\dots [2.46]$$

2.5.2 Perencanaan Perkuatan dengan Geogrid

Mencari Kekuatan dari *Geogrid*

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

$$T_{allow} = T_{ultimate} \left[\frac{1}{FS_{id} \cdot xFS_{cr} \cdot xFS_{cd} \cdot xFS_{bd}} \right] \dots\dots\dots [2.47]$$

Dimana :

T_{allow} = kekuatan *geogrid* yang tersedia

T_{ult} = kekuatan ultimate *geogrid*

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

FS_{cr} = faktor keamanan akibat rangkai

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

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

$FS_{id}, FS_{cr}, FS_{cd}, FS_{id}$ merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan geotextile yang besarnya dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

2.6 Perkuatan Tanah dengan Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) Tipe *Keystone Wall*

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur akan cenderung terguling atau tergeser.

Berdasarkan bentuk dan penahanan terhadap tanah, dinding penahan tanah tipe *gravity* merupakan dinding penahan tanah yang mengandalkan berat bahan sebagai penahan tanah umumnya berupa pasangan batu atau bronjong batu (*gabion*). Selain itu, bahan dari dinding ini dapat dibuat dari blok batuan dan bata. Stabilitas dinding ini tergantung beratnya dan tidak ada gaya tarik di setiap bagian dari dinding. Karena bentuknya yang sederhana dan juga pelaksanaan yang mudah, jenis ini sering digunakan apabila dibutuhkan konstruksi penahan yang tidak terlalu tinggi atau bila tanah pondasinya baik.

Dalam perencanaan *keystone wall*, digunakan metode Rankine untuk menghitung kekuatan *keystone wall*.

2.7 Perencanaan Perkuatan dengan Turap/Sheetpile

Dinding turap adalah konstruksi dinding penahan tanah lentur yang dapat menahan tekanan tanah di sekelilingnya, mencegah terjadinya kelongsoran. Di dalam konstruksi dinding penahan tanah, dikenal konstruksi dinding penahan tanah kaku dan lentur. Dinding penahan tanah lentur biasa disebut konstruksi dinding turap atau dinding turap saja. Dengan tidak memakai jangkar/angkur, dinding turap juga bisa disebut dinding turap kantilever.

Tipe turap/*sheetpile* dapat dibedakan menurut bahan yang digunakan. Bahan Turap tersebut bermacam-macam, contohnya: kayu, beton bertulang, dan baja.

1. Turap Kayu

Turap kayu digunakan untuk dinding penahan tanah yang tidak begitu tinggi. Karena tidak kuat menahan beban-beban lateral yang besar, turap kayu ini tidak cocok digunakan pada tanah yang berkerikil karena sheet pile cenderung retak bila dipancang. Bila turap kayu digunakan untuk bangunan permanen yang berada di atas muka air, maka perlu diberikan lapisan pelindung agar tidak mudah lapuk. Turap kayu banyak digunakan pada pekerjaan-pekerjaan sementara, misalnya untuk penahan tebing galian. (Lihat **Gambar 2.15**)



Gambar 2.15 Turap/*Sheetpile* Kayu
(sumber: junaidawally.blogspot.com)

2. Turap Beton

Turap/*Sheetpile* beton merupakan balok-balok beton yang telah dicetak sebelum dipasang dengan bentuk tertentu. Balok-balok sheet pile dibuat saling mengkait satu sama lain. Masing-masing balok, kecuali dirancang kuat menahan beban-beban yang akan bekerja pada waktu pengangkatannya.

Turap beton ini biasanya digunakan untuk konstruksi berat yang dirancang dengan tulangan untuk menahan beban permanen setelah konstruksi dan juga untuk menangani tegangan yang dihasilkan selama konstruksi. (Ilustrasi lihat **Gambar 2.16**)



Gambar 2.16 Turap/*Sheetpile* Beton
(sumber : www.wikabeton.co.id)

3. Turap Baja

Turap/*Sheetpile* baja sangat umum digunakan, baik digunakan untuk bangunan permanen maupun sementara, karena lebih menguntungkan dan mudah penanganannya. Keuntungan-keuntungannya antara lain:

- Kuat menahan gaya-gaya benturan pada saat pemancangan
- Bahan turap relatif tidak begitu berat
- Dapat digunakan berulang-ulang
- Mempunyai keawetan yang tinggi
- Penyambungan mudah

Tebal turap baja berkisar antara 10-13 mm. Penampang sheet pile bisa berbentuk Z, lengkung dalam (deep arch), lengkung rendah (low arch) atau sayap lurus (straight web). Interlok pada sheet pile dibentuk seperti jempol-telunjuk atau bola-keranjang yang bisa dihubungkan sehingga dapat menahan air. (Ilustrasi lihat **Gambar 2.17**)



Gambar 2.17 Turap/Sheetpile Baja
(sumber : indonesia.alibaba.com)

2.7.1 Beban Pada Dinding Penahan Tanah

Beban pada dinding penahan pada umumnya terdiri dari :

- tekanan tanah aktif di belakang dinding dan tekanan tanah pasif di depan dinding
- berat tanah di atas tapak tumit dan di atas tapak kaki
- berat sendiri dinding penahan yang meliputi berat dinding vertikal dan tapak dinding
- beban permukaan, misal disebabkan oleh lereng tanah atau landasan jalan
- beban lainnya, misal tekanan air dari samping dan dari bawah (uplift).

2.7.2 Kontrol Syarat Kestabilan Tembok Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang digunakan harus memenuhi beberapa syarat yang harus dikontrol yaitu:

1. Dinding penahan tanah tidak tergeser
2. Dinding penahan tanah tidak mengalami penurunan (kontrol daya dukung)
3. Tembok penahan tanah tidak mengalami *overall stability problem*.

2.7.2.1 Kontrol Terhadap Geser (*Horizontal Displacement*)

Faktor keamanan terhadap geser dapat dihitung dengan rumusan :

$$SF = \frac{a \times b + N \times \tan(\delta)}{T} \dots\dots\dots (2.48)$$

Dimana :

R : Resultan gaya-gaya yang bekerja

N : Komponen vertikal R

T : Komponen horizontal R

b : Lebar pondasi / landasan

a : karakteristik adhesi

: Sudut geser antara dasar tembok dengan tanah (faktor lekatan)

F : Faktor keamanan

$F \geq 1,5 \rightarrow$ Untuk unsur tekanan tanah pasif diabaikan

$F \geq 2,0 \rightarrow$ Untuk unsur tekanan tanah pasif tidak diabaikan

Menurut Terzaghi dan Peck, unsur adhesi dapat diabaikan ($a=0$) namun tetap menggunakan unsur lekatan (sudut geser) antara tanah dan pondasi, sehingga perumusannya menjadi :

$$SF = \frac{N \times \tan(\delta)}{T}$$

Tabel 2.3 Hambatan antara tanah dan pondasi

Tanah pondasi dengan butiran kasar, tanpa lempung dan lanau	$\delta = 30^\circ$
Tanah pondasi dengan butiran kasar, dengan lempung atau lanau	$\delta = 25^\circ$
Kasus yang lainnya	$\delta = 20^\circ$

(sumber : Herman Wahyudi, 1999)

Geser juga bisa terjadi di dalam dinding penahan itu sendiri. Syarat agar tidak terjadi hal yang demikian adalah :

$$T < f \times N \text{ (2.49)}$$

$$F = f \times NT \text{ (2.50)}$$

Dimana :

f = Koefisien gesekan antar material di dalam dinding.

Pada umumnya dipakai $f = 0,60$. (Wahyudi, Herman 1999)

2.7.2.2 Kontrol Terhadap Daya Dukung Sebagai Pondasi

Kontrol daya dukung tanah yang dikemukakan oleh Terzaghi (1967) adalah :

$$q_{ult} = 0,5 \times \gamma \times B \times N\gamma + C \times Nc + (\gamma \times D + q_0) Nq \text{ (2.51)}$$

$$q_{ult} = \left(1 - 0,2 \frac{B}{L}\right) \times \gamma \frac{B}{2} \times N\gamma + \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) \times C \times Nc + (\gamma \times D + q_0) Nq \text{ (2.52)}$$

Tegangan ijin yang terjadi adalah :

$$\sigma_{ijin} = \frac{q^l}{SF} \text{ (2.53)}$$

Dimana :

q_{ult} = daya dukung tanah maksimum/*ultimate*

B = lebar dasar pondasi

D = kedalaman pondasi (terdalam)

γ = berat volume tanah

C = kohesi tanah

N_γ , N_c , N_q = koefisien daya dukung tanah akibat ϕ

SF = angka kemananan; $SF \geq 1,5$

Tabel 2.4 Harga N_c , N_γ , N_q (Caquot dan Kerisel)

ϕ°	N_c	N_γ	N_q
0	5,14	0	1,00
5	6,50	0,10	1,60
10	8,40	0,50	2,50
15	11,00	1,40	4,00
20	14,80	3,50	6,40
25	20,70	8,10	10,70
30	30,00	18,10	18,40
35	46,00	41,10	33,30
40	75,30	100,00	64,20
45	134,00	254,00	135,00

Sumber : Wahyudi, Herman (1999)

Untuk mencari tegangan yang terjadi juga dapat menggunakan rumus :

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma V}{A} \pm \frac{\Sigma M_0}{W} \dots\dots\dots(2.54)$$

rumus tersebut berlaku bila $\frac{\Sigma V}{A} > \frac{\Sigma M_0}{W}$, bila $\frac{\Sigma V}{A} < \frac{\Sigma M_0}{W}$,

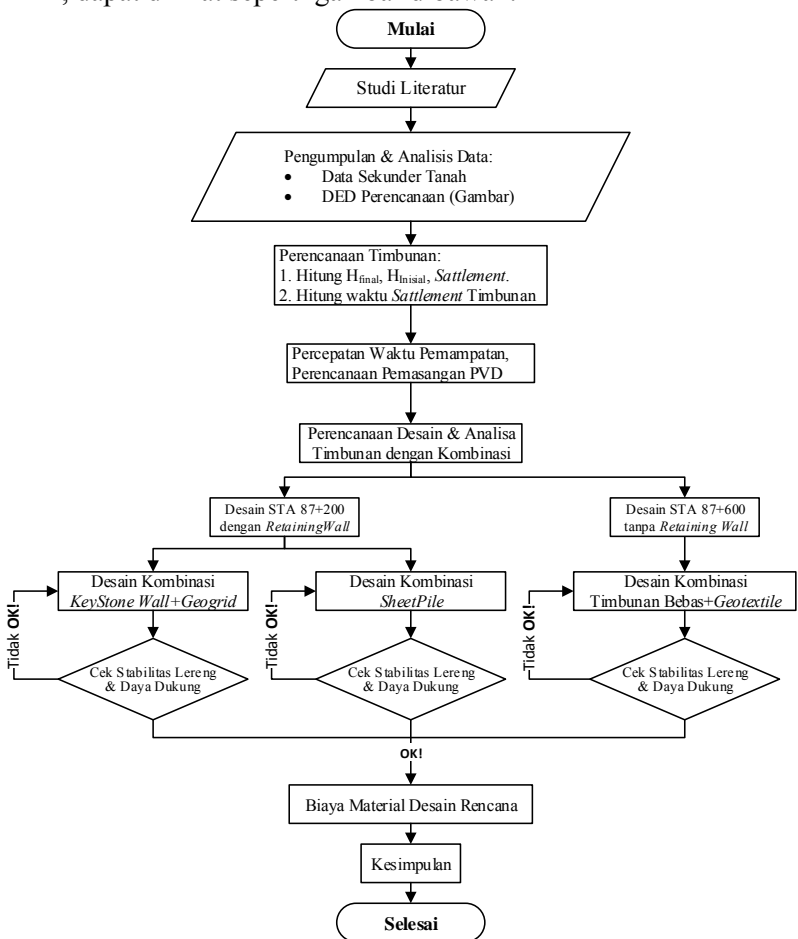
maka dipakai rumus:

$$\sigma = \frac{2V}{3 \left(0,5B \cdot \frac{M_0}{V} \right)} \dots\dots\dots(2.55)$$

BAB III METODOLOGI

3.1 Metodologi Tugas Akhir

Berikut merupakan bagan alur penyelesaian dari Tugas Akhir, dapat dilihat seperti gambar dibawah:



Gambar 3.1 Metodologi Penyelesaian Tugas Akhir

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur yang digunakan untuk membantu penyelesaian perencanaan dan memberikan gambaran juga batasan atas pekerjaan ini berasal dari bermacam-macam referensi. Referensi bisa didapat dari diktat kuliah, buku-buku yang berhubungan dengan perencanaan, Jurnal ataupun dari sumber Internet. Berikut merupakan macam bahan acuan yang digunakan dalam melakukan perencanaan:

1. Teori Pemampatan
2. Teori Waktu Konsolidasi
3. Teori *Preloading* berupa *Surcharge*
4. Teori Perencanaan Geotekstile
5. Teori Perencanaan Dinding Penahan Tanah/*Retaining Wall*
6. Teori Perhitungan Stabilitas Timbunan

3.3 Pengumpulan & Analisa Data Tanah Dasar

Data yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan data sekunder yang didapat dari pihak terkait atau hasil dari survey dari pihak lain dalam bentuk laporan historis berbentuk arsip. Data-data yang akan digunakan dalam penyelesaian perencanaan, sebagai berikut:

1. Data Tanah di lapangan (Bor Dan SPT)
2. Data Tanah di Laboratorium
3. *Detail Engeneering Design (DED)* Perencanaan
4. Peta Topografi Perencanaan
5. Data Spesifikasi PVD
6. Data Spesifikasi Geotekstile
7. Data Spesifikasi Geogrid
8. Data Spesifikasi KeyStone Wall
9. Data Spesifikasi Sheetpile

3.3.1 Analisa Tanah Dasar & Timbunan

Dalam Perencanaan akan diperlukan perhitungan H_{inisial} & H_{Final} sehingga dapat meninjau besar dan lama waktu pemampatan yang akan terjadi pada timbunan tanah. Jika proses

Konsolidasi terbilang lambat maka diperlukan perbaikan tanah dengan system *preloading* berupa surcharge untuk mempercepat proses Konsolidasi.

3.3.2 Analisa Kestabilan Timbunan

Perencanaan timbunan akan dipantau dari kestabilannya agar nilai *safety factor* (SF) > 1.2, untuk memenuhi kriteria tersebut perlu ada desain dan perkuatan timbunan tanah agar mencukupi SF-nya. Program bantu diperlukan untuk mempermudah perencanaan, seperti X-STABL & Plaxis 2D.

3.4 Perencanaan Retaining Wall/ Turap

Dalam perencanaan ini menggunakan 2 macam *retaining wall*/ dinding penahan tanah yang dikombinasikan dengan perkuatan sebagai bahan perbandingan, yaitu *KeyStone Wall* (Dinding Batu Vertikal) dan *SheetPile* (Dinding Turap).

3.5 Perencanaan Timbunan Bebas

Dalam perencanaan didesain juga timbunan jalan rel kereta api jalur ganda berupa timbunan bebas tanpa dinding penahan tanah. Perencanaan ini diperkuat dengan geotekstile apabila timbunan dengan tinggi rencana kurang kuat stabilitas dan daya dukungnya.

3.6 Perhitungan Biaya Material

Merupakan biaya material yang akan dikeluarkan untuk membuat macam jenis desain rencana, yaitu *Keystone Wall*, *Sheetpile*, Timbunan Bebas.

3.7 Kesimpulan

Tugas Akhir ini akan menyimpulkan dimana macam dari 2 desain timbunan rencana yang berbeda dan 1 desain timbunan bebas, untuk STA 87+200 akan dipilih desain yang murah dan mudah dalam pelaksanaannya. Diharapkan hasil perencanaan ini bisa mengatasi permasalahan stabilitas dan penurunan yang mungkin dapat terjadi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV DATA DAN ANALISIS DATA

4.1 Data Lalu Lintas

Dalam perencanaan konstruksi jalur kereta api harus direncanakan sesuai persyaratan teknis sehingga aman untuk dilalui oleh sarana perkeretaapian. Perencanaan konstruksi jalur kereta api dipengaruhi oleh jumlah beban, kecepatan maksimum, beban gandar dan pola operasi.

Data lalu lintas yang digunakan pada perencanaan ini diambil dari “PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR PM. 60 TAHUN 2012 TENTANG PERSYARATAN TEKNIS JALUR KERETA API”, dan dapat dilihat seperti pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** :

Tabel 4.1 Lebar Jalan Rel Kereta Api 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (Ton/Tahun)	Kecepatan Maks (Km/Jam)	Beban Maks Gandar (Ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	>20.10 ⁶	120	18	R.60/R.54	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	10.10 ⁶ -20.10 ⁶	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	5.10 ⁶ -10.10 ⁶	100	18	R54/R50/ R.42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda	32	40
					60			
IV	2,5.10 ⁶ -5.10 ⁶	90	18	R54/R50/ R.42	Beton/Kayu/Baja	Elastis Ganda/ Tunggal	25	40
					60			
V	<2,5.10 ⁶	80	18	R.42	Kayu/Baja	Elastis Ganda	25	35
					60			

(Sumber : PERSYARATAN TEKNIS JALUR KERETA API 2012)

Tabel 4.2 Lebar Jalan Rel Kereta Api 1067 mm

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (Ton/Tahun)	Kecepatan Maks (Km/Jam)	Beban Maks Gandar (Ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan	Jenis Penambat	Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)			
I	>20.10 ⁶	160	22,5	R.60	Beton	Elastis Ganda	30	60
					60			
II	10.10 ⁶ -20.10 ⁶	140	22,5	R.60	Beton	Elastis Ganda	30	50
					60			
III	5.10 ⁶ -10.10 ⁶	120	22,5	R.60/R54	Beton	Elastis Ganda	32	40
					60			
IV	<5.10 ⁶	100	22,5	R.60/R54	Beton	Elastis Ganda	25	35
					60			

(Sumber : PERSYARATAN TEKNIS JALUR KERETA API 2012)

Pada Perencanaan Pembangunan bahu jalan kereta api ini didapatkan data teknis konstruksi jalan rel sebagai berikut:

- Lebar jalan rel 1067 mm
- Kelas jalan 1
- Kecepatan maks kereta api 120 km/jam
- Beban maks gandar sebesar 18 ton
- Beban yang diterima struktur bantalan sebesar 55%
- Panjang bantalan beton 200 cm
- Lebar bantalan beton 25.3 cm
- Inersia bantalan 12644,55 cm
- Elastisitas bantalan sebesar 143108 kg/cm²
- Timbunan balas ditentukan sebesar 45 cm
- Nilai a ditentukan sebesar 46,65 cm dan nilai c ditentukan sebesar 53,35 cm

4.2 Data Tanah Dasar

Data tanah dasar yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir ini berupa data sekunder yang diperoleh dari proyek di lapangan. Data tanah dasar yang didapat berupa Bore Log dan SPT dari hasil rekapitulasi test laboratorium. Hasil data dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4** sebagai berikut :




Tabel 4.3 Data Bor Log STA 87+200

SUBSURFACE EXPLORATION LOG										Client:										
Project		SOIL INVESTIGATION JALUR KERETA API				STA		KM 87+000												
Locator		RUJAS KAB. BARRU-KOTA PARE-PARE				X= 792132		Y= 9506851												
Start Date		13/05/2015				Checked by		Sudi Suryana												
Finish Date		14/05/2015				Logged by		Ahmad Masa												
Surface Elevation		Ground Existing				Core Drill		Nq (2inch)												
Water Table		-1 m				Casing Drill		-												
Bor Master		Ja'o				Total Depth		16 m												
Depth	GWL	Example	Log	Core Recovery	Soil or Rock Discription			SPT (Blows/cm)			N.SPT	N.Graph (X.10)						RQD (%)		
					Type, Color, Discription			N1	N2	N3		1	2	3	4	5	6			
					(0.00 - 1.00) m															
1					Lempung kehitaman dengan konsistensi lunak. Persentase sampel yang															
2					terambil >75%															
3					100			2/15	2/15	3/15	5									
4					100	(1.00 - 8.00) m														
5					100	Lempung Kepasiran berwarna kehitaman dengan konsistensi lunak			2/15	3/15	3/15	6								
6					100	hingga sedang. Dilakukan pengambilan sampel UDS pada kedalaman 5.50														
7					100	6.00 meter. Persentase sampel yang terambil >75%														
8					100			3/15	4/15	5/15	7									
9					100			3/15	4/15	5/15	9									
10					100	(8.00 - 14.00) m														
11					100	Pasir Hitam dengan kerapatan relatif padat. Dilakukan pengambilan			8/15	20/15	25/15	45								
12					100	sampel UDS pada kedalaman 9.00 - 10.00 meter. Persentase sampel yang														
13					100	terambil >75%			8/15	15/15	18/15	33								
14					100															
15					100	(8.00 - 14.00) m			15/15	20/15	34/15	54								
16					100	Tufa berwarna coklat dengan sifat batuan agak padat, disusun oleh														
						material berukuran pasir			33/15	60/14	-	>60								
End of Boring																				
					SPT (%)	Clay & Silt	N	Sand & Silt	Top Soil	Lempung										
□ Disturbed Sample					<2	Very Soft	<4	Very Loose	Pasir	Tufa										
					2-4	Soft	4-10	Loose	Lanau	Kulit Kerang										
⊗ SPT					4-8	Medium	10-30	Medium	Batu	Kerang										
					8-15	Stiff	30-50	Dense												
					15-30	Very Stiff	>50	Very Dense												

(Sumber: Data Proyek Lapangan)

Tabel 4.4Data Bor Log STA 87+850

SUBSURFACE EXPLORATION LOG							Client:										
Project		SOIL INVESTIGATION JALUR KERETA API			STA	KM 87+000											
Locator		RUAS KAB. BARRU-KOTA PARE-PARE			X= 792132	Y= 9506851											
Start Date		13/05/2015			Checked by	Sudi Suryana											
Finish Date		14/05/2015			Logged by	Ahmad Masa											
Surface Elevation		Ground Existing			Core Drill	Nq (2inch)											
Water Table		-1 m			Casing Drill	-											
Bor Master		Ja'o			Total Depth	16 m											
Depth	GWL	Example	Log	Core Recovery	Soil or Rock Discription	SPT (Blows/cm)			N _{spt}	N.Graph (X.10)						RQD (%)	
					Type, Color, Discription	N1	N2	N3		1	2	3	4	5	6		
1				100													
2				80													
3				100		2/15	2/15	3/15	2								
4				100	(1.00 - 8.00) m												
5				100	Lempung Kepasiran berwarna kehitaman dengan konsistensi lunak hingga sedang. Persentase sampel yang terambil >50%	2/15	3/15	3/15	2								
6				100													
7				100		3/15	4/15	5/15	2								
8				100													
9				100		3/15	4/15	5/15	34								
10				100													
11				100	(8.00 - 14.00) m	8/15	20/15	25/15	52								
12				100	Tufa berwarna coklat dengan sifat batuan agak lunak, merupakan batuan vulkanik, disusun oleh material berukuran pasir												
13				100		8/15	15/15	18/15	>60								
14				100		15/15	20/15	34/15	>60								

	Disturbed Sample	SPT (%)	Clay & Silt	N	Sand & Silt	Top Soil	Lempung
	SPT	<2	Very Soft	<4	Very Loose	Pasir	Tufa
	Undisturb Sample	2-4	Soft	4-10	Loose	Lanau	Kulit Kerang
		4-8	Medium	10-30	Medium	Batu	Kerang
		8-15	Stiff	30-50	Dense		
		15-30	Very Stiff	>50	Very Dense		

(Sumber: Data Proyek Lapangan)

Tabel 4.5 Jenis Tanah Laboratorium STA 87+200

STA 87+000			Lempung hitam	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Tufa coklat
Jenis Lapisan Tanah																		
Kedalaman Sampel		m	0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	7.0 - 8.0	8.0 - 9.0	9.0 - 10.0	10.0 - 11.0	11.0 - 12.0	12.0 - 13.0	13.0 - 14.0	14.0 - 15.0	
Natural States	Soil Index	Spec Gravity (Gs)	2.582	2.583	2.649	2.639	2.616	2.629	2.615	2.588	2.657	2.671	2.667	2.673	2.65	2.666	2.666	-
		Water Content (w)	%	55.94	48.13	47.51	48.52	50.99	49.90	50.28	50.61	15.74	18.45	14.76	16.04	16.88	16.31	-
		Wet Density (ρ_{wet})	gr/cm ³	1.30	1.38	1.41	1.42	1.40	1.41	1.41	1.42	1.98	1.91	2.01	1.98	1.95	1.97	-
		Dry Density (ρ_{dry})	gr/cm ³	0.84	0.93	0.96	0.96	0.93	0.94	0.94	0.94	1.71	1.61	1.75	1.71	1.67	1.70	-
		Void Ratio (e)	-	2.09	1.76	1.77	1.76	1.82	1.80	1.78	1.75	0.56	0.66	0.52	0.56	0.59	0.57	-
		Porosity (n)	-	67.64	63.83	63.94	63.79	64.79	64.26	64.05	63.68	35.75	39.75	34.41	36.05	36.94	36.35	-
		Degree of Saturation (Sr)	%	69.10	70.44	70.97	72.69	73.19	72.97	73.78	74.71	75.16	74.67	75.04	76.04	76.33	76.14	-
		Liquid Limit (LL)	%	44.06	48.39	41.81	46.62	48.58	42.80	40.24	46.16	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
		Plastic Limit (PL)	%	28.83	20.99	20.90	21.36	23.39	20.17	18.18	22.56	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
		Plasticity Index (PI)	%	15.23	27.40	20.91	25.26	25.20	22.63	22.06	23.60	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
Atterberg Limit	Limit	Shrinkage Limit (SI)	%	16.26	16.59	15.28	15.77	15.95	16.73	13.00	12.14	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
		Gravel	%	4.60	11.60	10.40	18.20	22.80	17.60	10.80	13.80	22.00	22.40	23.20	32.30	30.00	28.80	-
		Fine Sand	%	32.20	38.20	50.40	41.20	52.00	54.40	57.60	55.80	60.20	64.00	61.00	65.10	62.00	76.14	-
		Silt	%	27.60	22.54	-	19.93	-	-	16.10	-	-	-	-	-	-	-	-
		Clay	%	26.50	21.73	-	19.28	-	-	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-
Grain Size	Size	Over no. 200 sieve	%	63.20	50.20	39.20	40.60	25.20	28.00	31.60	30.40	17.80	13.60	15.80	2.60	8.00	2.40	-
		USCS	Soil Classification	-	ML-OL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	-
		Consolidation	Compression Index (Cc)	-	-	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-
			Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
			Consolidation Index (Cv)	cm ² /det	1.236E-04	1.236E-04	1.536E-04	1.536E-04	2.159E-04	2.159E-04	2.233E-04	2.233E-04	-	-	-	-	-	-
Preconsolidation Pres. (Pc')	kg/cm ²	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-			
UCS	Compressive Strength (qu)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-			
Triaxial	CU	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.326	-	-	-	-	-	-	-		
		Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	16.868	-	-	-	-	-	-	-		
		Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	-	-	-		
Direct Shear	Shear	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-			
		SPT	-	5	5	6	6	7	7	9	9	45	45	33	33	54	54	60

(Sumber : KEMENTERIAN PERHUBUNGAN – DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN)

Tabel 4.6 Jenis Tanah Laboratorium STA 87+850

		STA 87+850		Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Lempung hitam	Tufa coklat	Tufa coklat	Tufa coklat	Tufa coklat	Tufa coklat	Tufa coklat	Ti co	
Jenis Lapisan Tanah				0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	7.0 - 8.0	8.0 - 9.0	9.0 - 10.0	10.0 - 11.0	11.0 - 12.0	12.0 - 13.0	13.0 - 14.0	14.0		
Kedalaman Sampel		m																		
Natural States	Soil Index	Spec Gravity (Gs)		2.567	2.599	2.634	2.648	2.618	2.618	2.616	2.598	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Water Content (w)	%	57.59	56.31	54.76	56.92	56.76	60.51	59.53	58.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Wet Density (γ_{wet})	gr/cm ³	1.30	1.33	1.33	1.33	1.34	1.32	1.33	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Dry Density (γ_{dry})	gr/cm ³	0.83	0.85	0.86	0.85	0.86	0.82	0.84	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Void Ratio (e)	-	2.11	2.06	2.06	2.12	2.06	2.19	2.13	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Porosity (n)	-	67.86	67.35	67.24	67.96	67.30	68.65	68.02	66.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Degree of Saturation (Sr)	%	70.02	70.94	70.11	71.08	72.19	72.33	73.20	76.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atterberg	Limit	Liquid Limit (LL)	%	43.24	42.60	38.56	36.78	40.52	40.18	41.14	42.71	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Plastic Limit (PL)	%	31.37	30.67	27.97	28.05	28.80	29.17	28.41	31.37	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Plasticity Index (PI)	%	11.86	11.93	10.60	8.73	11.72	11.02	12.73	11.34	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Shrinkage Limit (SI)	%	14.14	18.62	17.78	13.75	16.79	15.36	14.51	18.61	-	-	-	-	-	-	-	-	
Grain Size	Gravel	%	5.60	7.80	5.60	9.80	2.80	4.40	1.60	3.20	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Fine Sand	%	36.60	36.60	39.20	38.20	36.40	33.80	35.60	38.60	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Silt	%	25.50	25.21	28.37	25.80	32.34	29.89	32.42	28.28	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Clay	%	24.50	24.31	27.48	24.97	31.36	28.89	31.40	27.34	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Over no. 200 sieve	%	57.80	55.60	55.20	52.00	60.80	61.80	62.80	58.20	-	-	-	-	-	-	-	-		
USCS	Soil Classification	-	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	ML-OL	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Compression Index (Cc)	-	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Consolidation Index (Cv)	cm ² /det	1.314E-04	1.314E-04	1.685E-04	1.685E-04	2.134E-04	2.134E-04	2.232E-04	2.232E-04	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Preconsolidation Pres. (Pc')	kg/cm ²	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
UCS	Compressive Strenght (qu)	kg/cm ²	-	-	-	0.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Triaxial	CU	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	0.127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	13.432	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Direct Shear	Shear	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	SPT	-	2	2	2	2	2	2	2	34	34	52	52	60	60	60				

(Sumber : KEMENTERIAN PERHUBUNGAN – DIREKTORAT JENDERAL PERKERETAAPIAN)

4.3 Data Tanah Timbunan

Pada perencanaan pembangunan bahu jalan kereta api ini diperlukan timbunan di atas tanah dasar dikarenakan kondisi tanah dasar yang lunak. Data tanah timbunan merupakan data sekunder yang didapatkan dari PT Kereta Api Indonesia. Data tanah timbunan yang didapat berupa sifat fisik timbunan. Adapun data yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut :

- Berat Jenis Timbunan (γ_t) = 1,7 t/m³;
- (γ_{sat}) = 1.9t/m³
- c = 0
- ϕ = 30⁰
- Tinggi Timbunan = 7 – 8 meter
- Lebar Timbunan = 34 – 42 meter

4.4 Data PVD

PVD dipasang sedalam tebal tanah yang memampat yaitu 8 meter pada STA 87+200 dan STA 87+850. Dengan pola pemasangan segi empat dan segi tiga, lalu dibandingkan diantara pola tersebut yang memiliki efektifitas biaya dan metoda pemasangan. Demensi PVD yang digunakan dalam desain rencanan sebagai berikut :

- Demensi PVD = a x b = 10 x 0,5 (cm²)
- Diameter equivalent (D), D = 1.13S Pola Segi Empat
- Diameter equivalent (D), D = 1.05S Pola Segi Tiga

4.5 Data Spesifikasi Bahan Geotextile

Perencanaanan perkuatan tanah dasar pada pembangunan jalan rel kereta api jalur ganda dengan menggunakan metode perkuatan geotextile woven. Bahan yang digunakan adalah geotextile GW-250 dengan $T_{ultimate} = 52$ kN/m.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

ANALISIS PERHITUNGAN

5.1 Perencanaan Timbunan Jalan Rel

5.1.1 Perhitungan Beban Terhadap Tanah Dasar

Sebelum merencanakan perhitungan tinggi timbunan awal, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung beban-beban (q) yang akan diterima oleh tanah dasar. Beban-beban tersebut adalah :

- a. Beban traffic (Gandar Rel Kereta Api, Beban bantalan kereta api & beban balas)
- b. Beban akibat timbunan

Beban timbunan yang digunakan untuk menemukan ($\Delta\sigma$) adalah 10 t/m^2 , 13 t/m^2 , 14 t/m^2 , 15 t/m^2 , 17 t/m^2 , 19 t/m^2 , 21 t/m^2 , 24 t/m^2 yang nantinya dengan beban-beban tersebut didistribusikan ke kedalaman tanah untuk mendapatkan besaran konsolidasi (S_c) pada tanah dasar. Untuk beban akibat traffic kereta api pada perencanaan tinggi timbunan ini diabaikan, dikarenakan beban kereta api tersebut bukan merupakan beban tetap (kereta api rencana hanya lewat ± 3 kali sehari) sehingga tidak akan mempengaruhi penurunan pada timbunan rencana (beban kereta berpengaruh pada perencanaan kelongsoran timbunan), beban kereta api juga dipakai pada saat perencanaan perkuatan timbunan baik perencanaan perkuatan timbunan berupa geosintetik maupun dinding penahan tanah.

Begitu juga beberapa data-data yang perlu diketahui sebelumnya berupa spesifikasi timbunan dari STA 87+200 – STA 88+600 di tiap 400 meter berupa tinggi rencana 7 – 8 meter dari tanah dasar dengan lebar timbunan 34 – 42 meter dan 2.5 meter untuk lebar bahu timbunan. Umur rencana untuk timbunan adalah 20 tahun. Dalam perencanaan ini dari 1.4 Km lintasan kereta akan dibagi menjadi 5 stasioner 87+200, 87+400 menggunakan data tanah STA 87+200 dan 87+800, 88+200, 88+600 memakai data tanah STA 88+850.

5.1.2 Perhitungan Konsolidasi Timbunan

Perhitungan konsolidasi pada perencanaan merupakan jenis tanah *overconsolidated* ditunjukkan dengan tegangan tanah *preconsolidated* lebih kecil dari tegangan efektif pada tanah yang sedang diselidiki ($\sigma'_o < \sigma'_c$), dengan beban timbunan didapat besaran penurunan tanah (S_c) akibat konsolidasi pada tanah dasar. Dalam rancangan perhitungan, kondisi tanah dasar mencapai lapisan tanah keras pada kedalaman 8 meter dengan jenis tanah yang lempung berpasir dengan nilai N-SPT 9 untuk STA 87+200 dan N-SPT 34 untuk STA 87+850. Perhitungan konsolidasi dilakukan hingga kedalaman 8 meter karena pada umumnya kondisi N-SPT ≥ 30 untuk jenis tanah lempung termasuk lapisan tanah keras, jika mengalami penurunan (*settlement*) sangat kecil.

Berikut merupakan contoh perhitungan *settlement* dengan data perhitungan sebagai berikut:

- Data tanah STA 87+200 dan STA 87+850
- Lapisan tanah yang ditinjau pada kedalaman 8 meter
- Berat jenis timbunan = 1.9 ton/m^3 dan $h_{\text{timbunan}} = 7 \text{ meter}$

Berikut merupakan contoh perhitungan dari STA 87+200

Dimulai mencari nilai I, bisa menggunakan rumus;

$$2I = \frac{[(a+b) \div b](\alpha_1 + \alpha_2) - (b \div a)\alpha_2}{\pi}$$

Lapisan 1 meter dibawah timbunan, dengan data:

$$a = 10.5 \text{ m}; b = 5 \text{ m}; z = 0.5 \text{ m}; C_c = 0.70; C_s = 0.05$$

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \left\{ (b+a) \div z \right\} - \tan^{-1} (b \div z) \text{ (radians)} = 3.863$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} (b \div z) \text{ (radians)} = 84.289$$

$$2I = 1.00; \text{ didapat } I = 0.50$$

$$\Delta\sigma = q_0 \times I = 13.3 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_o' = Z \times (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) = 0.256 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = \Delta\sigma + \sigma_o' = 12.987 + 1.978 = 13.555 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_c' = 1.256 \text{ t/m}^2$$

Dengan rumus S_c untuk kondisi *overly Consolidated Soil*:

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

Berikut merupakan tabel konsolidasi hingga lapisan 8 meter dengan $q = 10 \text{ ton/m}$:

Tabel 5.1 Tabel konsolidasi dengan data tanah STA 87+200

Lapisan (meter)	e _o %	C _c %	C _s %	σ' t/m ²	Δσ	Δσ+σ'	σ'	OCR	SC
					t/m ²	t/m ²	t/m ²		meter
1	2.09	0.70	0.05	0.256	13.299	13.555	1.256	OC	0.25
2	1.76	0.56	0.05	0.799	13.282	14.081	1.799	OC	0.19
3	1.77	0.53	0.04	1.383	13.223	14.606	2.383	OC	0.15
4	1.76	0.55	0.05	1.978	13.106	15.083	2.978	OC	0.14
5	1.82	0.59	0.05	2.561	12.927	15.488	3.561	OC	0.14
6	1.80	0.55	0.04	3.139	12.691	15.830	4.139	OC	0.12
7	1.78	0.52	0.04	3.720	12.410	16.130	4.720	OC	0.10
8	1.75	0.55	0.05	4.299	12.095	16.394	5.299	OC	0.10
								Σ=	1.18

(Sumber: Tabel Lampiran “Hitung 87+200” hal. 7)

Tabel 5.2 Tabel konsolidasi dengan data tanah STA 87+850

Lapisan (meter)	C _c %	C _s %	e _o %	σ' t/m ²	Δσ	Δσ+σ'	σ'	OCR	SC
					t/m ²	t/m ²	t/m ²		meter
1	0.71	0.05	2.11	0.252	13.299	13.551	1.252	OC	0.25
2	0.68	0.04	2.06	0.765	13.269	14.034	1.765	OC	0.20
3	0.65	0.04	2.06	1.293	13.171	14.464	2.293	OC	0.17
4	0.67	0.03	2.12	1.824	12.987	14.811	2.824	OC	0.16
5	0.66	0.04	2.06	2.353	12.723	15.076	3.353	OC	0.14
6	0.73	0.04	2.19	2.871	12.397	15.268	3.871	OC	0.14
7	0.71	0.04	2.13	3.383	12.027	15.409	4.383	OC	0.12
8	0.65	0.04	2.00	3.907	11.630	15.537	4.907	OC	0.11
								Σ=	1.30

(Sumber: Tabel Lampiran 2 “Hitung 87+850” hal. 2)

Kemudian dapat menemukan H_{inisial} dan H_{final} tiap Stasioner yang direncanakan menggunakan

5.1.3 Penentuan Tinggi Awal Timbunan (H_{inisial})

Tanah dasar akan mengalami pemampatan dengan adanya pengaruh beban timbunan yang berada di atasnya. Oleh sebab itu perlu diketahui tinggi awal timbunan (H_{inisial}) yang harus diletakkan di atas tanah dasar agar pada saat penurunan konsolidasi penuh terjadi, tinggi timbunan akan sesuai dengan tinggi timbunan yang direncanakan (H_{final}). Dengan beban timbunan rencana $q_{(i)}$, 10 t/m², 13 t/m², 14 t/m², 15 t/m², 17 t/m², 19 t/m², 21 t/m², 24 t/m² Berikut merupakan rumus untuk H_{inisial} & H_{final} :

$$H_{\text{inisial}} = \left[\frac{q_{(i)} + S_{c(i)}(\gamma_{\text{timb}} - \gamma'_{\text{timb}})}{\gamma_{\text{timb}}} \right] ; \gamma_{\text{sat}} \neq \gamma_{\text{timb}}$$

$$H_{\text{final}} = H_{\text{inisial}} - S_{c(i)}$$

Perhitungan konsolidasi dilakukan setiap kedalaman, Sehingga dengan menemukan besar penurunan (S_c) tersebut akan didapat tinggi timbunan yang diperlukan (H_{inisial} timbunan) untuk mendapat tinggi rencana (H_{final} timbunan). Hasil perhitungan konsolidasi dapat dilihat pada **Tabel 5.3** untuk STA 87+200 dan **Tabel 5.4** untuk STA 87+400 dengan data tanah “STA 87+200”

Tabel 5.3 STA 87+200

q_0 t/m ²	S_c m	H_{inisial} m	H_{final} m
10.00	1.02	5.80	4.78
13.00	1.17	7.46	6.29
13.30	1.19	7.62	6.44
15.00	1.26	8.56	7.30
17.00	1.34	9.65	8.31
19.00	1.40	10.74	9.33

Tabel 5.4 STA 87+400

q_0 t/m ²	S_c m	H_{inisial} m	H_{final} m
10.00	1.02	5.80	4.78
13.00	1.17	7.46	6.29
14.06	1.22	8.04	6.82
15.00	1.26	8.56	7.30
17.00	1.34	9.65	8.31
19.00	1.41	10.74	9.33

(Sumber: Tabel Lampiran “Hitung 87+200” hal. 9 & 12)

Berikut **Tabel 5.5** untuk STA 87+800, **Tabel 5.6** STA 88+200 dan **Tabel 5.7** STA 88+600 dengan data tanah “STA 87+850”

Tabel 5.5 STA 87+800

qo t/m ²	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
13.30	1.31	7.69	6.38
15.00	1.39	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.25
19.00	1.56	10.82	9.26

Tabel 5.6 STA 88+200

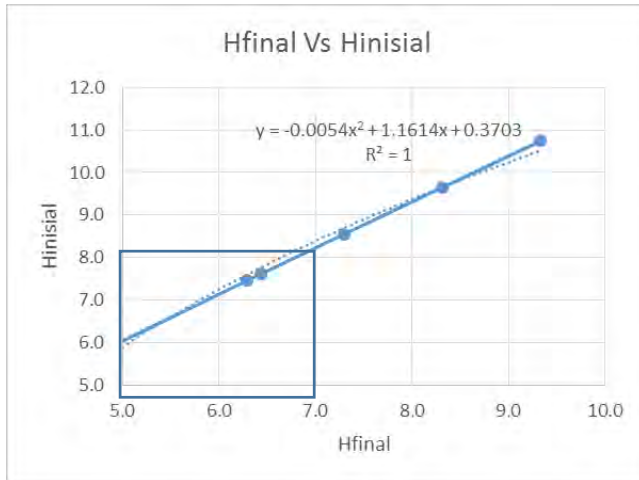
qo t/m ²	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
14.82	1.39	8.53	7.14
15.00	1.40	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.25
19.00	1.56	10.82	9.26

Tabel 5.7 STA 88+600

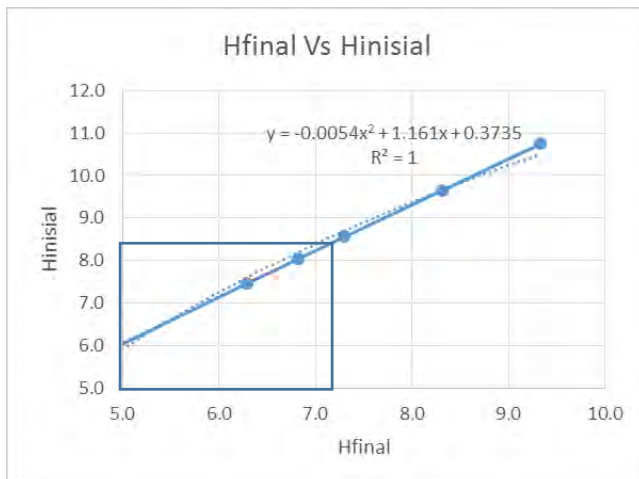
qo t/m ²	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
15.20	1.41	8.74	7.33
15.00	1.40	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.24
19.00	1.56	10.82	9.26

(Sumber: Tabel Lampiran 2 “Hitung 87+800” hal. 5, 11, 17)

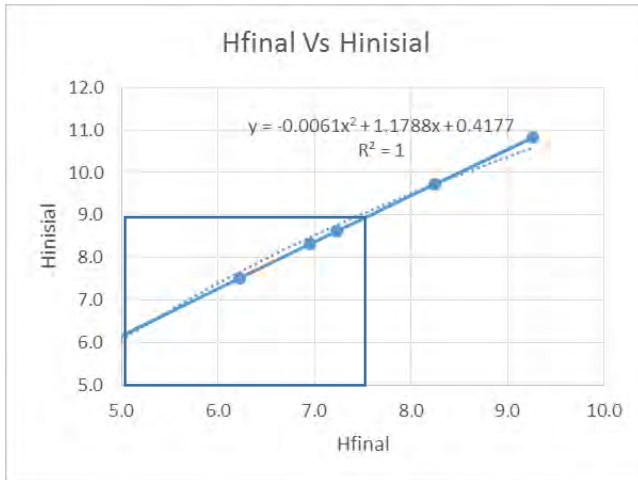
Dengan menemukan hasil perhitungan tiap stasioner, maka bisa membuat grafik hubungan antara H_{final} vs H_{inisial}, dengan rencana H_{final}= 7m untuk STA 87+200 **Gambar 5.1**, H_{final}= 7.4m untuk STA 87+400 **Gambar 5.2**, H_{final}= 7.6m untuk STA 87+800 **Gambar 5.3**, H_{final}= 7.8m untuk STA 88+200 **Gambar 5.4**, H_{final}= 8m untuk STA 88+600 **Gambar 5.5** yang nantinya digunakan untuk menemukan H_{inisial} rencana.



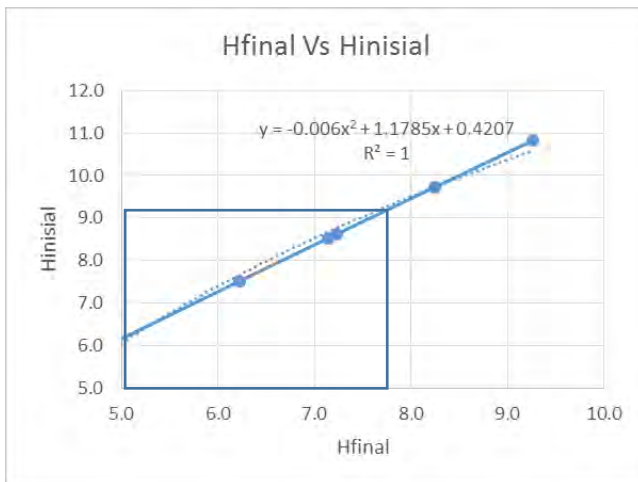
Gambar 5.1 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+200
 (Sumber: Hasil Perhitungan)



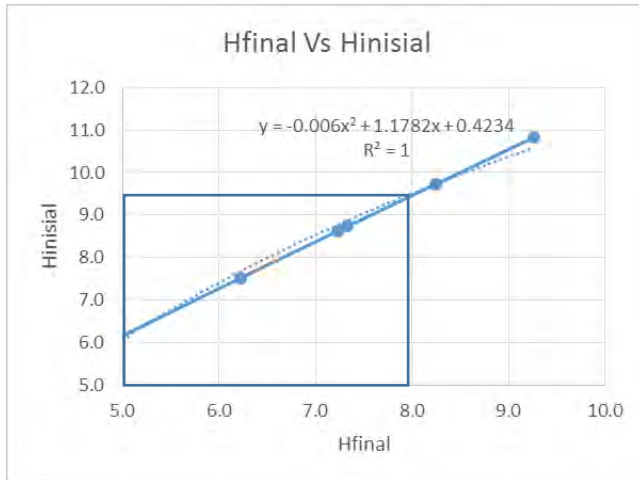
Gambar 5.2 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+400
 (Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 5.3 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 87+800
 (Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 5.4 Grafik Hubungan H_{final} dengan $H_{inisial}$ STA 88+200
 (Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 5.5 Grafik Hubungan H_{final} dengan H_{inisial} STA 88+200
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pada perencanaan timbunan jalan rel dengan jalur ganda sesuai dengan perhitungan diatas, maka dapat diketahui tinggi timbunan awal yang dibutuhkan dilapangan untuk mencapai tinggi timbunan final rencana dapat dilihat pada **Tabel 5.8**.

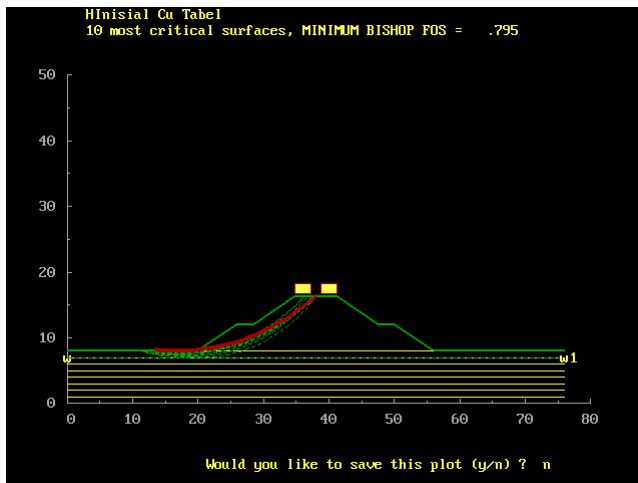
Tabel 5.8 Tinggi Timbunan Tiap Stasioner

STA	Sc m	Hinisial m	Hfinal m	B m
87+200	1.24	8.24	7.00	38.0
87+400	1.28	8.68	7.40	39.2
87+800	1.43	9.03	7.60	39.8
88+200	1.45	9.25	7.80	40.4
88+600	1.46	9.46	8.00	41.0

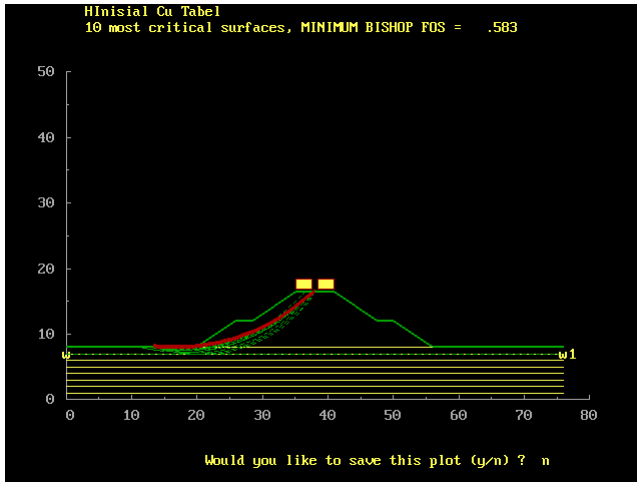
(Sumber: Tabel Lampiran “Hitung 87+200” hal. 9)

5.1.4 Stabilitas Timbunan dengan Program XSTABL

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan H_{inisial} untuk timbunan tiap Stasioner. Tahapan berikutnya adalah menemukan stabilitas timbunan dengan cara melakukan pengecekan dengan menggunakan program bantu XSTABL. Penginputan data angka keamanan dengan program XSTABL didapatkan nilai $SF < 1$ yang berarti kemungkinan terjadi longsor cukup besar. Angka keamanan (SF) yang didapat untuk timbunan dapat dilihat pada **Gambar 5.3** & **5.4** sebagai berikut:



Gambar 5.3 Hasil XSTABL STA 87+200
(Sumber: *Output* XSTABL)



Gambar 5.4 Hasil XSTABL STA 87+200
(Sumber: *Output XSTABL*)

Output dari hasil Xstabl terdapat pada **Lampiran**, *Safety Factor* (SF) < 1.2 yang berpotensi terjadinya longsor.

5.1.5 Perhitungan Waktu Konsolidasi

Tanah lempung mempunyai sifat permeabilitas yang kecil sehingga kemampuan mengalirkan air relatif lambat. Hal ini menyebabkan kemampuan mengalirkan air relatif lambat. Hal ini menyebabkan air yang terdesak akibat penambahan beban timbunan, akan keluar dari lapisan lempung dalam jangka waktu yang lama dan menghasilkan pemampatan konsolidasi.

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 5.9** di bawah ini didapatkan total nilai $\Sigma H/C_v^{0.5}$ untuk data tanah “STA 87+200”, dengan tebal lapisan yang terkonsolidasi adalah 8 m.

Tabel 5.9 Perhitungan $\sum \frac{H_n}{\sqrt{C_v}}$

Derajat Konsolidasi (U%)	Faktor Waktu (T_v)	Hdr (cm)	C_v (cm^2/detk)	t (detik)	t (tahun)
0	0	400	0.00017	0	0
10	0.008			7472427	0.23695
20	0.031			28955653	0.91818
30	0.071			66317786	2.10292
40	0.126			1.18E+08	3.73195
50	0.197			1.84E+08	5.83487
60	0.287			2.68E+08	8.50055
70	0.403			3.76E+08	11.9363
80	0.567			5.3E+08	16.7938
90	0.848			7.92E+08	25.1166
100	∞			-	-

(Sumber: Tabel Lampiran “T Konsolidasi” hal. 13)

Dengan hasil perhitungan yang tersaji pada **Tabel 5.4**, maka bisa didapatkan nilai C_v gabungan dengan rumus seperti pada. Dengan Hdr menggunakan *double drainage* ($H_{dr}/2$), dikarenakan lapisan tanah dasar pasir jalur serapan air/*drainage* terjadi dalam 2 arah.

$$C_v \text{ gabungan} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2}$$

$$C_v \text{ gabungan} = \frac{(800)^2}{(61124.572)^2}$$

$$C_v \text{ gabungan} = 0,00017 \text{cm}^2/\text{det} = 0.5402 \text{m}^2/\text{tahun}$$

Setelah ditemukan berapa nilai C_v gabungannya, maka waktu konsolidasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{T_{90} \times \left(\frac{Hdr}{2}\right)^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0.848 \times (4)^2}{0.5402} = \mathbf{25, 1166 \text{ tahun}}$$

Dimana,

$$T_{90} = 0,848$$

$$Hdr = 8 \text{ meter}/2 = 4 \text{ meter}$$

$$C_v = C_v \text{ gabungan} = 0,5402 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 5.10** di bawah ini didapatkan total nilai $\Sigma H/C_v^{0.5}$ untuk data tanah “STA 87+850,” dengan tebal lapisan yang terkonsolidasi adalah 8 m.

Tabel 5.10 Perhitungan $\sum \frac{Hn}{\sqrt{C_v}}$

Derajat Konsolidasi (U%)	Faktor Waktu (T_v)	Hdr (cm)	C_v (cm^2/dtk)	t (detik)	t (tahun)
0	0	400	0.00018	0	0
10	0.008			7184783.5	0.22783
20	0.031			27841036	0.88283
30	0.071			63764954	2.02197
40	0.126			113160340	3.58829
50	0.197			176925294	5.61026
60	0.287			257754108	8.17333
70	0.403			361933469	11.4768
80	0.567			509221531	16.1473
90	0.848			761587052	24.1498
100	∞			-	-

(Sumber: Tabel Lampiran 2 “T Konsolidasi” hal. 20)

Dengan hasil perhitungan yang tersaji pada **Tabel 5.5**, maka bisa didapatkan nilai C_v gabungan dengan rumus sebagai berikut. Dengan Hdr menggunakan *double drainage* ($Hdr/2$), dikarenakan lapisan tanah dasar pasir jalur serapan air/*drainage* terjadi dalam 2 arah.

$$C_v \text{ gabungan} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2}$$

$$C_v \text{ gabungan} = \frac{(800)^2}{(59936.564)^2}$$

$$C_v \text{ gabungan} = 0,00018 \text{ cm}^2/\text{det} = 0.56183 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

Setelah ditemukan berapa nilai C_v gabungannya, maka waktu konsolidasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{T_{90} \times \left(\frac{Hdr}{2} \right)^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0.848 \times (4)^2}{0.56183} = \mathbf{24.1497 \text{ tahun}}$$

Dimana,

$$T_{90} = 0,848$$

$$Hdr = 8 \text{ meter}/2 = 4 \text{ meter}$$

$$C_v = C_v \text{ gabungan} = 0,56183 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

5.2 Perencanaan *Preloading* dengan Kombinasi *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*

5.2.1 Perencanaan Pemasangan PVD

PVD memiliki pola dan jarak pemasangan tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhannya. Umumnya terdapat dua pola pemasangan PVD, yaitu pola pemasangan segitiga dan pola pemasangan segiempat. Dalam menentukan pola dan jarak pemasangan yang diinginkan, maka dicoba beberapa alternatif

jarak pemasangan yaitu, 0.6 m, 0.7 m, 0.9 m, 1 m, 1.1 m, 1.2 m, 1.3 m dan 1.4m.

Pada perhitungan derajat konsolidasi, pertama-tama kita harus menghitung diameter equivalent (d_w) untuk PVD dan fungsi hambatan yang diakibatkan jarak antar PVD ($F(n)$). Persamaan-persamaan yang digunakan antara lain.

$$d_w = \frac{2(\text{lebar PVD} + \text{tebal PVD})}{\pi}$$

Dimana, $D = 1.05 S$ (pola segitiga)
 $D = 1.13 S$ (pola segiempat)

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

Dimana, $n = \frac{D}{d_w}$

Untuk perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.11** dan **Tabel 5.12** sebagai berikut.

Tabel 5.11 Perhitungan D_w dan $F(n)$ Pola Pemasangan Segitiga

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	d_w (m)	n	F(n)
0.6	0.63	0.1	0.005	0.0525	12.000	1.745
0.7	0.735	0.1	0.005	0.0525	14.000	1.897
0.8	0.84	0.1	0.005	0.0525	16.000	2.030
0.9	0.945	0.1	0.005	0.0525	18.000	2.146
1	1.05	0.1	0.005	0.0525	20.000	2.246
1.1	1.155	0.1	0.005	0.0525	22.000	2.341
1.2	1.26	0.1	0.005	0.0525	24.000	2.428
1.3	1.365	0.1	0.005	0.0525	26.000	2.508
1.4	1.47	0.1	0.005	0.0525	28.000	2.582

(Sumber: Tabel Lampiran "PVD Segitiga" hal. 14)

Tabel 5.12 Perhitungan Dw dan F(n) Pola Pemasangan Segiempat

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	dw (m)	n	F(n)
0.6	0.678	0.1	0.005	0.0525	12.914	1.818
0.7	0.791	0.1	0.005	0.0525	15.067	1.970
0.8	0.904	0.1	0.005	0.0525	17.219	2.102
0.9	1.017	0.1	0.005	0.0525	19.371	2.219
1	1.13	0.1	0.005	0.0525	21.524	2.319
1.1	1.243	0.1	0.005	0.0525	23.676	2.414
1.2	1.356	0.1	0.005	0.0525	25.829	2.501
1.3	1.469	0.1	0.005	0.0525	27.981	2.582
1.4	1.582	0.1	0.005	0.0525	30.133	2.656

(Sumber: Tabel Lampiran “PVD Segiempat” hal. 20)

Kemudian dihitung besar derajat konsolidasi total yang terdiri dari derajat konsolidasi arah horizontal dan vertikal. Berikut adalah contoh perhitungan derajat konsolidasi total dengan jarak pemasangan PVD (S) = 0.7 m dengan waktu pemasangan (t) = 1 minggu.:

$$S = 0.7 \text{ m}$$

$$D = 0.735 \text{ m}$$

$$F(n) = 1.897$$

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

$$C_v = 0.01036 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$C_h = 3 \times C_v$$

$$= 0.031080024 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

Derajat konsolidasi vertikal

$$T_v = \frac{t \cdot C_v}{\left(\frac{Hd_r}{2}\right)^2}$$

$$= 0.000486$$

$$U_v = 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \times 100\% ; U_v \text{ antara } 0\% \text{ s.d } 60\% \\ = 2.49\%$$

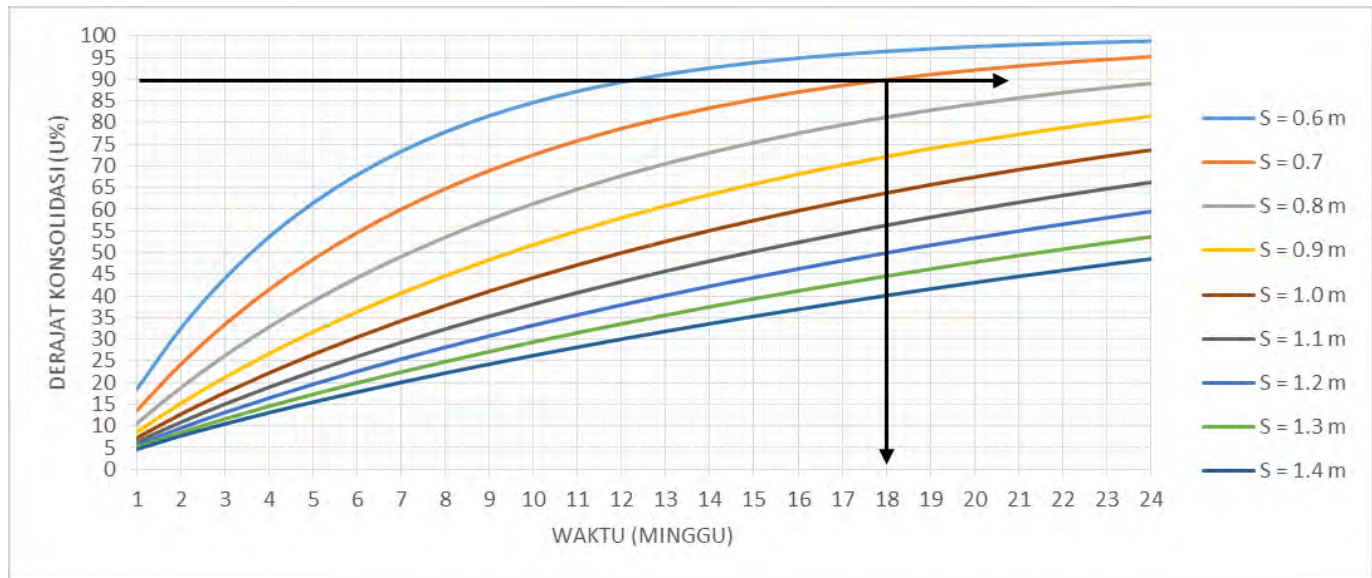
Derajat konsolidasi horizontal

$$U_h = 1 - \left[\frac{1}{e^{\left(\frac{t \times 8 \times C_h}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right)}} \right] \\ = 0.1142$$

Derajat konsolidasi total

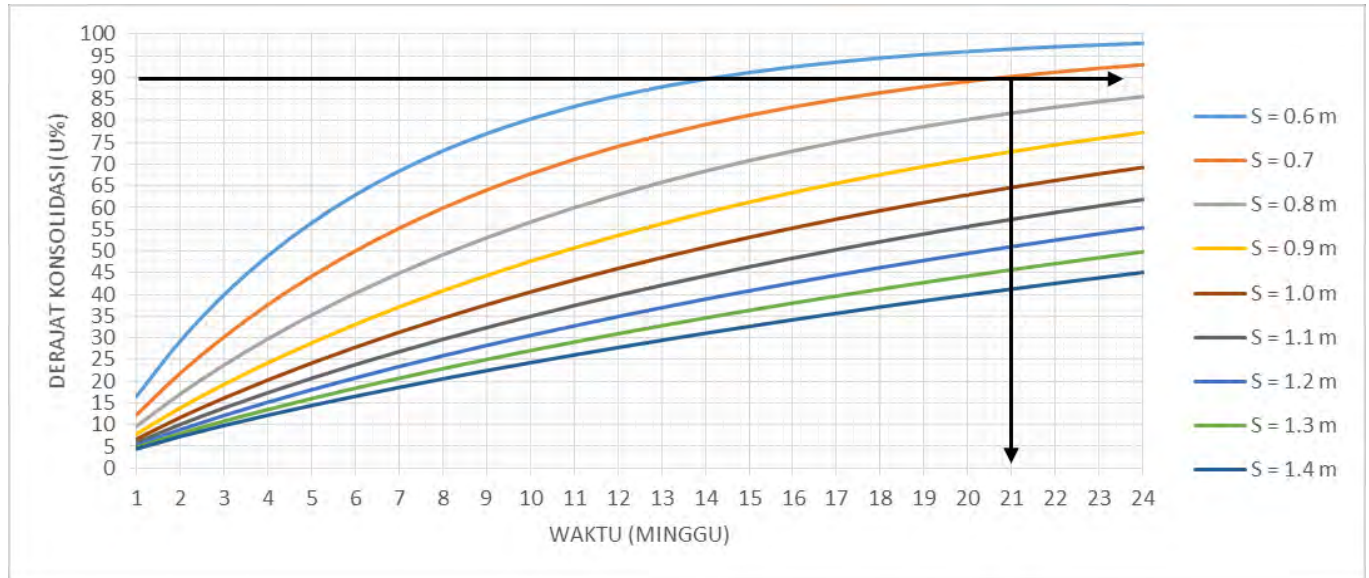
$$U_{\text{total}} = (1 - (1 - U_h) \times (1 - U_v)) \times 100\% \\ = 13.62 \%$$

Untuk perhitungan derajat konsolidasi yang lebih lengkap dapat dilihat di **Lampiran “PVD Segitiga”**.



Gambar 5.5 Grafik Konsolidasi pada PVD Pola Segitiga (Sumber: Hasil Perhitungan)

Untuk perhitungan derajat konsolidasi yang lebih lengkap dapat dilihat di **Lampiran “PVD Segiempat”**.



Gambar 5.6 Grafik Konsolidasi pada PVD Pola Segiempat (Sumber: Hasil Perhitungan)

Setelah membandingkan kedua grafik yang terdapat pada **Gambar 5.5** dan **Gambar 5.6**, maka dipilih PVD dengan pola pemasangan segitiga dengan **jarak 0.7 m** dan dengan **waktu 18 minggu** untuk dapat mencapai derajat konsolidasi 90 %. Selain itu pola pemasangan segitiga juga dapat mencakup luas daerah yang tercover oleh PVD lebih besar daripada dengan pola pemasangan segiempat.

5.3 Perhitungan Sistem Perkuatan Tanah

a) Perkuatan Geotextile pada kelongsoran di STA 87+200 sisi kanan

Sistem perkuatan tanah yang digunakan dalam perencanaan ini adalah dengan menggunakan geotextile tipe UW-250. Dimana tambahan momen tahanan (ΔMR) terhadap kelongsoran total akan dipikul nilai ΔMR dan oleh geotextile UW-250.

Data dari Xstabl

$$\begin{aligned}
 SF_{\min} &= 0.795 \\
 R &= 30.7 \text{ m} \\
 x_1 &= 16.8 \text{ m} \\
 y_1 &= 38.51 \text{ m} \\
 MR_{\min} &= 14920 \text{ kNm} \\
 SF &= \frac{MR_{\min}}{M_{\text{dorong}}} \\
 M_{\text{dorong}} &= 18767.2956 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mencari nilai Momen rencana dengan angka keamanan rencana SF_{rencana}

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{rencana}} &= 1.5 \\
 MR_{\text{rencana}} &= MR_{\text{rencana}} \times SF_{\text{rencana}} \\
 &= 28150.9434 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mencari nilai Tambahan Momen Penahan (ΔMR)

$$\begin{aligned}\Delta MR &= MR_{rencana} - MR_{min} \\ &= 13230.9434 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Mencari Kekuatan Geotextile yang Diizinkan

$$\text{Kekuatan tarik max} = 52 \text{ kN/m}$$

$$F_{sib} = 1.6$$

$$F_{Sbd} = 1.1$$

$$F_{Scr} = 1.1$$

$$F_{Sed} = 1.5$$

$$T_{allow} = \frac{T}{F_{Sib} \times F_{Scr} \times F_{Sbd}}$$

$$T_{allow} = 17.90633609 \text{ kNm}$$

Pada perencanaan digunakan mesin pemadat kelipatan 25 cm sehingga digunakan S_v kelipatan 0,25 m. Contoh perhitungan S_v untuk timbunan setinggi 7 m dengan $SF = 1.5$:

$$\gamma t = 1,9 \text{ t/m}^3$$

$$q = 50 \text{ t/m}^2$$

$$\Theta = 30$$

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

$$K_a = \tan^2(45 - 30/2) = 0,333$$

Sehingga,

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

$$= (z \times K_a \times \gamma t) + (q \times K_a)$$

$$= (7 \times 0.33 \times 19) + (50 \times 0.33)$$

$$= 71.45 \text{ kN/m}^2$$

Maka,

$$S_v = \frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} = \frac{17.91}{1,5 \times 71.45} = 0,25 \text{ m}$$

Ditentukan jarak pemasangan *geotextile* digunakan sebesar
= 0.25 meter

Setelah menentukan Sv untuk pemasangan *geotextile* maka dapat dihitung keperluan panjang *geotextile*. Cara menghitung panjang *geotextile* yang ditanam (L) adalah :

$$L = L_r + L_e$$

Dimana :

L_r = panjang *geotextile* didepan bidang longsor.

L_e = panjang *geotextile* yang berada dalam anchorage zone, dengan panjang minimal = 1 m.

L_o = panjang lipatan, dengan panjang minimal = 1 m.

Contoh perhitungan panjang *geotextile* untuk timbunan setinggi 7 m:

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

$$L_r = (7-7) \times [\tan(45-36,05/2)] = 0 \text{ m}$$

$$L_e = \frac{Sv \times \sigma_h \times SF}{2[c + \sigma_v(\tan\delta)]}; \delta = 2/3 \times \theta = 2/3 \times 30^\circ = 20^\circ$$

$$= \frac{0,20 \times 94,55 \times 1,5}{2[0,55 + (1,9 \times 7)(0,446)]} = 0,096 \text{ m} \leq 1 \text{ m},$$

maka L_e digunakan 1 m

$$\text{maka } L = L_r + L_e = 0 \text{ m} + 1 \text{ m} = 1 \text{ m}.$$

L pakai didapatkan dari pembulatan L paling panjang, fungsinya adalah untuk memudahkan pekerjaan di lapangan.

Setelah didapatkan L , dihitung panjang lipatan *geotextile* (L_o):

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

$$= \frac{0,20 \times 94,55 \times 1,5}{4[0,55 + (1,9 \times 7)(0,446)]} = 0,18 \leq 1 \text{ m},$$

maka L_o digunakan 1m.

$$L \text{ total} = Sv + L_o + L \text{ pakai} = 0,20 + 1 + 5 = 6,20 \text{ m}$$

Berikut merupakan tabel perhitungan untuk kebutuhan *geotextile* timbunan di STA 87+200 hingga STA 88+600 pada tiap 400 meter.

Tabel 5.13 Kebutuhan panjang geotextile pada STA 87+200 sisi sayap kanan timbunan

Sv (m)	Jumlah (n)	Z (m)	Ti (m)	Lapisan Geotex	Tallow kNm	Σ Mgeotextile (kN.m)	Le dipakai (m)	Lr dipakai (m)	L _{total} (m)	L _{lapangan} (m)
0.25	1	7	24.36	2	38.2	930.56	1.00	2.38	7.00	5.00
0.25	2	6.8	24.11	2	38.2	1851.56	1.00	3.62	9.00	5.00
0.25	3	6.5	23.86	2	38.2	2763.02	1.00	4.44	11.00	6.00
0.25	4	6.3	23.61	2	38.2	3664.93	1.00	5.04	12.00	6.00
0.25	5	6	23.36	2	38.2	4557.28	1.00	5.48	13.00	7.00
0.25	6	5.8	23.11	2	38.2	5440.09	1.00	5.85	14.00	7.00
0.25	7	5.5	22.86	2	38.2	6313.34	1.00	6.17	14.00	7.00
0.25	8	5.3	22.61	2	38.2	7177.05	1.00	6.41	15.00	8.00
0.25	9	5	22.36	2	38.2	8031.21	1.00	6.61	15.00	8.00
0.25	10	4.8	22.11	2	38.2	8875.81	1.00	6.77	16.00	8.00
0.25	11	4.5	21.86	2	38.2	9710.87	1.00	6.89	16.00	8.00
0.25	12	4.3	21.61	2	38.2	10536.37	1.00	7.00	16.00	8.00
0.25	13	4	21.36	2	38.2	11352.33	1.00	7.07	16.00	8.00
0.25	14	3.8	21.11	2	38.2	12158.74	1.00	7.16	16.00	8.00
0.25	15	3.5	20.86	2	38.2	12955.59	1.00	7.17	16.00	8.00
0.25	16	3.3	20.61	2	38.2	13742.90	1.00	7.20	16.00	8.00
0.25	17	3	20.36	2	38.2	14520.65	1.00	4.70	12.00	6.00
0.25	18	2.8	20.11	2	38.2	15288.86	1.00	4.69	12.00	6.00
0.25	19	2.5	19.86	2	38.2	16047.52	1.00	4.67	12.00	6.00
0.25	20	2.3	19.61	2	38.2	16796.62	1.00	4.62	12.00	6.00
0.25	21	2	19.36	2	38.2	17536.18	1.00	4.58	12.00	6.00
0.25	22	1.8	19.11	1	19.1	17901.18	1.00	4.52	6.50	6.00
0.25	23	1.5	18.86	1	19.1	18261.41	1.00	4.46	6.50	6.00
0.25	24	1.3	18.61	1	19.1	18616.86	1.20	4.38	7.00	7.00
0.25	25	1	18.36	1	19.1	18967.54	1.50	4.29	7.00	7.00
0.25	26	0.8	18.11	1	19.1	19313.44	2.00	4.20	7.50	7.00
0.25	27	0.5	17.86	1	19.1	19654.57	3.00	4.09	8.50	8.00
0.25	28	0.3	17.61	1	19.1	19990.92	5.90	3.97	8.50	8.00
			Σ lembar:	49		19990.92	SF OK		Σ Geotextile	337 m

(sumber: Tabel Lampiran "Geotextile 87+200" hal. 62)

Perhitungan diatas, geotextile yang dibutuhkan untuk per 1 meter sebesar 246 meter dari 40 lembar geotextile dengan SF = 1.5, dan beberapa menggunakan lapisan ganda yang bertujuan meningkatkan momen penahan dari sayap kanan timbunan pada STA 87+200.

Tabel 5.14 Kebutuhan panjang geotextile pada STA 87+200 sisi sayap kiri timbunan

No	Z	σ_{Hs}	σ_{Hq}	n	σ_{HL}	σ_{Hp}	σ_{Htotal}	sv	Lr	Le	Lo	ΣL
	m	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m
1	7.00	44.33	16.67	0.83	1.89	1.06	63.95	0.25	0.82	1.00	1.00	5.00
2	6.75	42.75	16.67	0.80	2.02	1.18	62.61	0.25	0.96	1.00	1.00	5.00
3	6.50	41.17	16.67	0.77	2.16	1.31	61.30	0.25	1.11	1.00	1.00	5.00
4	6.25	39.58	16.67	0.74	2.30	1.45	60.01	0.25	1.25	1.00	1.00	5.00
5	6.00	38.00	16.67	0.71	2.46	1.62	58.74	0.25	1.40	1.00	1.00	5.00
6	5.75	36.42	16.67	0.68	2.62	1.80	57.50	0.25	1.54	1.00	1.00	5.00
7	5.50	34.83	16.67	0.65	2.80	2.00	56.30	0.25	1.69	1.00	1.00	5.00
8	5.25	33.25	16.67	0.62	2.98	2.23	55.12	0.25	1.83	1.00	1.00	5.00
9	5.00	31.67	16.67	0.59	3.16	2.48	53.98	0.25	1.97	1.00	1.00	5.00
10	4.75	30.08	16.67	0.56	3.36	2.76	52.87	0.25	2.12	1.00	1.00	5.00
11	4.50	28.50	16.67	0.53	3.56	3.06	51.78	0.25	2.26	1.00	1.00	5.00
12	4.25	35.62	22.05	0.50	3.75	3.38	64.81	0.25	2.41	1.00	1.00	5.00
13	4.00	33.52	22.05	0.48	3.95	3.73	63.25	0.25	2.55	1.00	1.00	5.00
14	3.75	31.43	22.05	0.45	4.13	4.09	61.70	0.25	2.70	1.00	1.00	5.00
15	3.50	29.33	22.05	0.42	4.29	4.44	60.13	0.25	2.84	1.00	1.00	5.00
16	3.25	27.24	22.05	0.39	4.44	4.79	58.52	0.25	2.98	1.00	1.00	5.00
17	3.00	25.14	22.05	0.36	4.54	5.09	56.83	0.25	3.13	1.00	1.00	5.00
18	2.75	23.05	22.05	0.33	4.61	5.33	55.04	0.25	3.27	1.00	1.00	6.00
19	2.50	20.95	22.05	0.30	4.61	5.47	53.09	0.25	3.42	1.00	1.00	6.00
20	2.25	18.86	22.05	0.27	4.55	5.46	50.92	0.25	3.56	1.00	1.00	6.00
21	2.00	16.76	22.05	0.24	4.41	5.28	48.50	0.25	3.71	1.00	1.00	6.00
22	1.75	14.67	22.05	0.21	4.17	4.88	45.77	0.25	3.85	1.00	1.00	6.00
23	1.50	12.57	22.05	0.18	3.84	4.27	42.73	0.25	4.00	1.00	1.00	6.00
24	1.25	10.48	22.05	0.15	3.40	3.46	39.40	0.25	4.14	1.00	1.00	6.00
25	1.00	8.38	22.05	0.12	2.87	2.53	35.84	0.25	4.28	0.94	1.00	6.00
26	0.75	6.29	22.05	0.09	2.24	1.59	32.17	0.25	4.43	1.13	1.00	6.00
27	0.50	4.19	22.05	0.06	1.54	0.76	28.55	0.25	4.57	1.50	1.00	6.00
28	0.25	2.10	22.05	0.03	0.79	0.20	25.14	0.25	4.72	2.64	1.00	6.00
										1 Section	Σ Geotextile	151 m

(sumber: Tabel Lampiran "Geogrid 87+200" hal. 70)

Berdasarkan hasil dari tabel perhitungan diatas, geotextile yang dibutuhkan untuk per 1 meter sebesar 246 meter dari 40 lembar geotextile dengan $SF = 1.5$, dan beberapa ada menggunakan lapisan ganda yang bertujuan meningkatkan momen penahan dari sayap kanan timbunan pada STA 87+400.

b) Perkuatan Geotextile pada kelongsoran di STA 87+200 – 87+400 sisi kiri

Data dari Xstabil

$$\begin{aligned}
 SF_{\min} &= 0.795 \\
 R &= 30.7 \text{ m} \\
 x_1 &= 16.8 \text{ m} \\
 y_1 &= 38.51 \text{ m} \\
 MR_{\min} &= 15740 \text{ kNm} \\
 SF &= \frac{MR_{\min}}{M_{\text{dorong}}} \\
 M_{\text{dorong}} &= 17566.96 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mencari nilai Momen rencana dengan angka keamanan rencana SF_{rencana}

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{rencana}} &= 1.5 \\
 MR_{\text{rencana}} &= MR_{\text{rencana}} \times SF_{\text{rencana}} \\
 &= 26350.44643 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mencari nilai Tambahan Momen Penahan (ΔMR)

$$\begin{aligned}
 \Delta MR &= MR_{\text{rencana}} - MR_{\min} \\
 &= 10610.44643 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mencari Kekuatan Geotextile yang Diizinkan

$$\text{Kekuatan tarik max} = 52 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{sib}} &= 1.6 \\
 F_{\text{Sbd}} &= 1.1 \\
 F_{\text{Ser}} &= 1.1 \\
 F_{\text{Scd}} &= 1.5
 \end{aligned}$$

$$T_{allow} = \frac{T}{F_{Sib} \times F_{Scr} \times F_{Sbd}}$$

$$T_{allow} = 17.90633609 \text{ kNm}$$

Tabel 5.15 Perhitungan perkuatan geotextile terhadap kelongsoran pada STA 87+400 sisi kanan

Sv (m)	Jumlah (n)	Z (m)	Ti (m)	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm	ΣM _{geotextile} (kN.m)	Le dipakai (m)	Lr dipakai (m)	L _{Total} (m)	L _{lapangan} (m)
0.25	1	7.4	24.3	2	38.2	928.26	1.00	2.35	7.00	5.00
0.25	2	7.15	24.05	2	38.2	1846.98	1.00	3.62	9.00	5.00
0.25	3	6.9	23.8	2	38.2	2756.14	1.00	4.42	11.00	6.00
0.25	4	6.65	23.55	2	38.2	3655.76	1.00	5.02	12.00	6.00
0.25	5	6.4	23.3	2	38.2	4545.82	1.00	5.48	13.00	7.00
0.25	6	6.15	23.05	2	38.2	5426.34	1.00	5.84	14.00	7.00
0.25	7	5.9	22.8	2	38.2	6297.30	1.00	6.14	14.00	7.00
0.25	8	5.65	22.55	2	38.2	7158.71	1.00	6.38	15.00	8.00
0.25	9	5.4	22.3	2	38.2	8010.58	1.00	6.58	15.00	8.00
0.25	10	5.15	22.05	2	38.2	8852.89	1.00	6.75	16.00	8.00
0.25	11	4.9	21.8	2	38.2	9685.66	1.00	6.87	16.00	8.00
0.25	12	4.65	21.55	2	38.2	10508.87	1.00	6.99	16.00	8.00
0.25	13	4.4	21.3	2	38.2	11322.53	1.00	7.06	16.00	8.00
0.25	14	4.15	21.05	2	38.2	12126.65	1.00	7.12	16.00	8.00
0.25	15	3.9	20.8	2	38.2	12921.21	1.00	7.15	16.00	8.00
0.25	16	3.65	20.55	2	38.2	13706.23	1.00	7.18	16.00	8.00
0.25	17	3.4	20.3	2	38.2	14481.69	1.00	7.17	16.00	8.00
0.25	18	3.15	20.05	2	38.2	15247.60	1.00	7.16	16.00	8.00
0.25	19	2.9	19.8	2	38.2	16003.97	1.00	4.63	12.00	6.00
0.25	20	2.65	19.55	2	38.2	16750.78	1.00	4.60	12.00	6.00
0.25	21	2.4	19.3	2	38.2	17488.04	1.00	4.56	12.00	6.00
0.25	22	2.15	19.05	2	38.2	18215.76	1.00	4.50	12.00	6.00
0.25	23	1.9	18.8	2	38.2	18933.92	1.00	4.43	12.00	6.00
0.25	24	1.65	18.55	2	38.2	19642.53	1.00	4.35	12.00	6.00
0.25	25	1.4	18.3	2	38.2	20341.60	1.10	4.26	12.00	6.00
0.25	26	1.15	18.05	2	38.2	21031.11	1.30	4.17	12.00	6.00
0.25	27	0.9	17.8	1	19.1	21371.09	1.70	4.06	7.00	7.00
0.25	28	0.65	17.55	1	19.1	21706.30	2.30	3.94	7.50	7.00
0.25	28	0.4	17.3	1	19.1	22036.73	3.70	3.82	8.50	8.00
0.25	28	0.15	17.05	1	19.1	22362.39	9.80	3.69	8.50	8.00
			Σlembar	56	ΣM _{geotextile}	22362.39	1.50	SF OK	ΣGeotextile	386 m

(sumber: Tabel Lampiran "Geotextile 87+400" hal. 66)

Tabel 5.16 Perhitungan kekuatan geotextile terhadap kelongsoran pada STA 87+400 sisi kiri

No	Z	σ_{Hs}	σ_{Hq}	n	σ_{HL}	σ_{Hp}	σ_{Htotal}	sv	Lr	Le	Lo	ΣL
	m	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m
1	7.40	46.87	16.67	0.85	1.89	1.06	66.17	0.25	0.74	1.00	1.00	5.00
2	7.15	45.28	16.67	0.82	2.02	1.18	64.80	0.25	0.88	1.00	1.00	5.00
3	6.90	43.70	16.67	0.79	2.16	1.31	63.44	0.25	1.03	1.00	1.00	5.00
4	6.65	42.12	16.67	0.77	2.30	1.45	62.11	0.25	1.17	1.00	1.00	5.00
5	6.40	40.53	16.67	0.74	2.46	1.62	60.81	0.25	1.32	1.00	1.00	5.00
6	6.15	38.95	16.67	0.71	2.62	1.80	59.52	0.25	1.46	1.00	1.00	5.00
7	5.90	37.37	16.67	0.68	2.80	2.00	58.27	0.25	1.61	1.00	1.00	5.00
8	5.65	35.78	16.67	0.65	2.98	2.23	57.04	0.25	1.75	1.00	1.00	5.00
9	5.40	34.20	16.67	0.62	3.16	2.48	55.84	0.25	1.89	1.00	1.00	5.00
10	5.15	32.62	16.67	0.59	3.36	2.76	54.67	0.25	2.04	1.00	1.00	5.00
11	4.90	31.03	16.67	0.56	3.56	3.06	53.53	0.25	2.18	1.00	1.00	5.00
12	4.65	38.97	22.05	0.54	3.75	3.38	67.33	0.25	2.33	1.00	1.00	5.00
13	4.40	36.88	22.05	0.51	3.95	3.73	65.73	0.25	2.47	1.00	1.00	5.00
14	4.15	34.78	22.05	0.48	4.13	4.09	64.14	0.25	2.62	1.00	1.00	5.00
15	3.90	32.68	22.05	0.45	4.29	4.44	62.56	0.25	2.76	1.00	1.00	5.00
16	3.65	30.59	22.05	0.42	4.44	4.79	60.97	0.25	2.90	1.00	1.00	5.00
17	3.40	28.49	22.05	0.39	4.54	5.09	59.35	0.25	3.05	1.00	1.00	5.00
18	3.15	26.40	22.05	0.36	4.61	5.33	57.67	0.25	3.19	1.00	1.00	5.00
19	2.90	24.30	22.05	0.33	4.61	5.47	55.90	0.25	3.34	1.00	1.00	6.00
20	2.65	22.21	22.05	0.31	4.55	5.46	54.00	0.25	3.48	1.00	1.00	6.00
21	2.40	20.11	22.05	0.28	4.41	5.28	51.92	0.25	3.63	1.00	1.00	6.00
22	2.15	18.02	22.05	0.25	4.17	4.88	49.62	0.25	3.77	1.00	1.00	6.00
23	1.90	15.92	22.05	0.22	3.84	4.27	47.06	0.25	3.91	1.00	1.00	6.00
24	1.65	13.83	22.05	0.19	3.40	3.46	44.21	0.25	4.06	1.00	1.00	6.00
25	1.40	11.73	22.05	0.16	2.87	2.53	41.07	0.25	4.20	1.00	1.00	6.00
26	1.15	9.64	22.05	0.13	2.24	1.59	37.69	0.25	4.35	1.00	1.00	6.00
27	0.90	7.54	22.05	0.10	1.54	0.76	34.15	0.25	4.49	1.00	1.00	6.00
28	0.65	5.45	22.05	0.07	0.79	0.20	30.57	0.25	4.64	1.24	1.00	6.00
29	0.4	3.352	22.05	0	1.244	0.444	27.096	0.3	4.8	1.77902	1.00	6.00
30	0.2	1.257	22.05	0	0.473	0.065	23.849	0.5	4.9	8.35129	1.00	6.00
										1 Section	Σ Geotextile	162

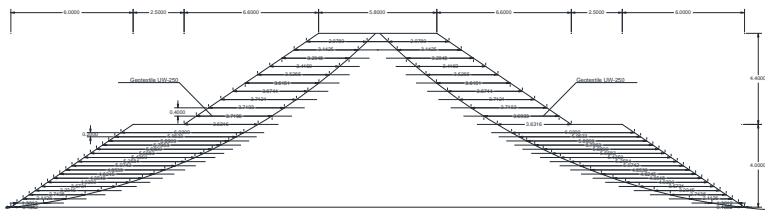
(sumber: Tabel Lampiran "Geogrid 87+400" hal. 75)

Pada tabel kebutuhan perkuatan geotextile pada STA 87+200 sudah cukup sesuai dengan ΔMR yang ingin dicapai. Kemudian untuk kebutuhan panjang geotextile pada **tabel 5.14** terlihat kebutuhan panjang total geotextile dibelakang bidang longsor. Sedangkan untuk kebutuhan panjang geotextile di depan bidang longsor dicari dengan menggambar total keruntuhan pada program AUTOCAD dan hasilnya dapat dilihat pada **tabel 5.15**.

Sehingga total kebutuhan geotextile untuk perkuatan terhadap kelongsoran adalah

$$L = (L_r + L_r)_{\text{kanan}} + (L_r + L_r)_{\text{kiri}} = 272 \text{ m}$$

Terdapat pada 1 Stationer pada sayap kiri timbunan STA 87+200 hingga 87+400



Gambar 5.6 Perencanaan *geotextile* di STA 87+500 – 88+600

5.4 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

5.4.1 Perencanaan *Keystone Wall-Geogrid*

Dalam perencanaan kombinasi *Keystone Wall-Geogrid* pertama-tama ditentukan terlebih dahulu jarak vertikal antar geogrid (S_v), di bawah ini adalah contoh hasil perhitungan jarak S_v pada STA 87+200:

Data Perencanaan:

Diketahui,

Tinggi pemasangan geogrid = 7 m

γ_t timbunan = 19 kN/m³

q_{kereta} (PP KAI) = 50 kN/m

Kuat tarik max geogrid = 60 kN/m

$$S_v = \frac{\sigma_h a}{(\gamma t \times z \times K_a) \times FS}$$

$$S_v = \frac{36.226}{(18.4 \times 6 \times 0.259) \times 1.5} = 0.21 \text{ m}$$

Diambil jarak $S_v = 0.25 \text{ m}$. disesuaikan dengan ketebalan Keystone Wall itu sendiri yaitu 203 mm. Kemudian dihitung panjang geogrid yang diperlukan, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$L = L_r + L_e$$

Dimana,

$$L_r = \frac{(H - z)}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})}$$

$$L_r = \frac{(7 - 0)}{\tan(45 + \frac{30}{2})} = 3.054$$

$$L_e = \frac{S_v \times \sigma_h \times SF}{2[\sigma_v(\tan \delta)]}$$

$$L_e = \frac{0.2 \times 7.626 \times (1.5)}{2 \times 29.44 \times \tan\left(\frac{2}{3} 30^\circ\right)} = 0.7617 \text{ m}$$

Karena nilai $L_e < 1 \text{ m}$, maka diambil nilai $L_e = 1 \text{ m}$, sehingga

$$L = L_r + L_e = 4.0534 \text{ m} \approx 4.0 \text{ m}$$

Untuk perhitungan L (panjang geogrid) dapat dilihat secara lengkap pada **Lampiran**.

Kemudian dilakukan kontrol stabilitas terhadap geser, guling dan juga terhadap daya dukung tanah;

- Kontrol geser

$$\sigma_a = 7.62 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{\max} = c + \sigma \cdot \tan(\varphi)$$

$$\tau_{\max} = 0 + (6 \times 4.5 \times 19 \times 1) \cdot \tan\left(\frac{2}{3} 30^\circ\right)$$

$$\tau_{\max} = 452.408 \text{ kN/m}$$

$$Ea1 = 7.62 \times 6 = 45.76 \text{ kN/m}$$

$$Ea2 = \frac{1}{2} \times (36.22 - 7.62) \times 6 = 85.799 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Ea = Ea1 + Ea2 = 131.559 \text{ kN/m}$$

Sehingga,

$$SF_{\text{geser}} = \frac{\tau_{\max}}{\Sigma Ea} = 1.9 > 1,5 \quad \text{OK}$$

- Kontrol guling

gaya	σ_{ha}	lengan	momen
Ea1	45.75975	3	137.279
Ea2	85.799	2	171.599
W	579.6	0	0

$$\Sigma \text{momen} = 401.43 \text{ kNm}$$

$$FS_{\text{guling}} = \frac{M_{ro}}{M_o} = \frac{\gamma \cdot H \cdot \left(\frac{L}{2}\right)}{Ea2 \left(\frac{H}{3}\right) + Ea1 \left(\frac{H}{2}\right)} \geq 2$$

$$FS_{\text{guling}} = \frac{18.4 \times 6 \times \left(\frac{4.5}{2}\right)}{45.759 \left(\frac{6}{3}\right) + 85.799 \left(\frac{6}{2}\right)}$$

Sehingga,

$$FS_{\text{guling}} = 3.104 \geq 2 \quad \text{OK}$$

- Kontrol daya dukung tanah

Tanah di bawah retaining wall

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

$$\emptyset = 36.05$$

$$\gamma = 18.4 \text{ kN/m}^3$$

$$D_f = 0$$

$$B = 4.5 \text{ m}$$

$$SF = 3$$

Dari data di atas didapatkan data sebagai berikut

$$N_c = 46$$

$$N_q = 41.1$$

$$N_\gamma = 33.3$$

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

$$q_{ult} = 1378.62 \text{ kN/m}^2$$

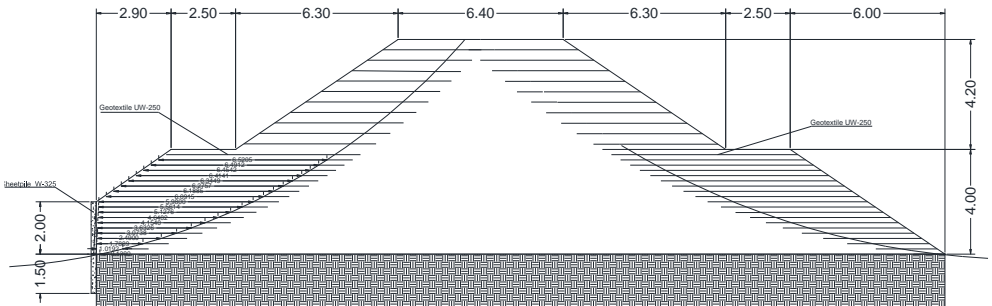
$$\sigma_{ijin} = q_{ult} / SF$$

$$= \frac{1378.62}{3} = 459.54 \text{ kN/m}$$

$$\frac{\sigma_{ijin}}{\sigma_v} = 3.286 \geq SF = 1.5$$

OK

Berikut merupakan gambar penampang dari pemasangan Geogrid dengan Keystone Wall, seperti **Gambar 5.7** dibawah ini:



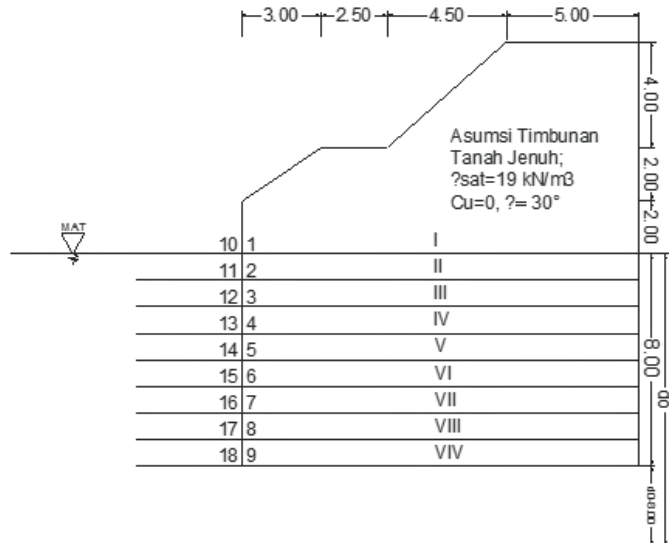
Gambar 5.7 Perencanaan pemasangan *geotextile* pada STA 87+200 - 87+400

5.4.2 Perencanaan *Sheetpile*

Untuk alternatif perkuatan timbunan tanah pada tugas akhir ini direncanakan menggunakan cantilever sheetpile wall. Sheetpile yang digunakan berbahan beton. Sebagai contoh perhitungan, sheetpile beton direncanakan memikul beban timbunan tanah setinggi 7,4 meter yaitu pada sta. 3+400. Untuk mencari kedalaman sheetpile yang tertanam dalam tanah,

dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang mengandung variabel d , yaitu panjang sheetpile yang dibutuhkan yang tertanam dalam tanah.

Sketsa melintang sheetpile ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 5.8 Penampang Melintang Sheetpile STA 87+200

5.4.3 Perhitungan Tekanan Lateral Tanah

Untuk menghitung gaya akibat beban tanah, maka mula-mula harus dihitung tegangan lateral tanah dengan menggunakan rumus

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

Koefisien tekanan tanah aktif :

$$K_a = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta}$$

$$K_{a \text{ Timb}} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0.333$$

$$K_{aT_{\text{tanah}}} = \frac{1 - 16.87}{1 + \sin 16.87} = 0.55$$

Koefisien tekanan pasif :

$$K_p = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}$$

$$K_{pT_{\text{tanah}}} = \frac{1 + \sin 16.87}{1 - 16.87} = 1.818$$

Dari koefisien aktif dan pasif diatas dapat dihitung besarnya tegangan lateral untuk masing-masing titik yang ditinjau. Titik-titik tersebut ditempatkan pada perbatasan antara 2 jenis tanah yang berbeda nilai parameternya. seperti yang tertera pada gambar di atas.

untuk mencari besarnya tegangan lateral harus dihitung besarnya tegangan efektif vertikal terlebih dahulu dengan menggunakan rumus $\sigma'_v = \gamma \times h_i$, ditunjukkan oleh tabel berikut

Tabel 5.17 Nilai Tegangan Efektif Area Aktif

Area	H _{lapisan}	γ_{tanah}	Cu	ϕ	$K_{a_{\text{tmh}}}$	σ'_v
Aktif	m	kN/m ³	kN/m	radian		kN/m ²
I0	5	19.00	0	30	0.33	197.00
I1	7	19.00	0	30	0.33	235.00
II1	7	13.00	27	16.87	0.55	235.00
II2	1	13.00	27	16.87	0.55	238.19
III2	1	13.80	27	16.87	0.55	238.19
III3	1	13.80	27	16.87	0.55	242.18
IV3	1	14.10	29	16.87	0.55	242.18
IV4	1	14.10	29	16.87	0.55	246.47
V4	1	14.20	29	16.87	0.55	246.47
V5	1	14.20	29	16.87	0.55	250.86
VI5	1	14.00	32	16.87	0.55	250.86
VI6	1	14.00	32	16.87	0.55	255.05
VII6	1	14.10	32	16.87	0.55	255.05
VII7	1	14.10	32	16.87	0.55	259.34
VIII7	1	14.10	50	16.87	0.55	259.34
VIII8	1	14.10	50	16.87	0.55	263.63
VIV8	1	14.20	50	16.87	0.55	263.63
VIV9	d-8	14.20	50	16.87	0.55	228.51+4.39d

(Sumber: Tabel Lampiran “Sheetpile” hal. 80)

Tabel 5.18 Nilai Tegangan Efektif Area Pasif

Area	H _{lapisan}	γ _{tanah}	Cu	φ	K _p _{tnh}	σ' _v
Pasif	m	kN/m ³	kN/m	radian		kN/m ²
II10	1	13.00	27	16.87	1.82	0.00
II11	1	13.00	27	16.87	1.82	13.00
III11	1	13.80	27	16.87	1.82	13.00
III12	1	13.80	27	16.87	1.82	16.99
IV12	1	14.10	29	16.87	1.82	16.99
IV13	1	14.10	29	16.87	1.82	21.28
V13	1	14.20	29	16.87	1.82	21.28
V14	1	14.20	29	16.87	1.82	25.67
VI14	1	14.00	32	16.87	1.82	25.67
VI15	1	14.00	32	16.87	1.82	29.86
VII15	1	14.10	32	16.87	1.82	29.86
VII16	1	14.10	32	16.87	1.82	34.15
VIII16	1	14.10	50	16.87	1.82	34.15
VIII17	1	14.10	50	16.87	1.82	38.44
IV17	1	14.20	50	16.87	1.82	38.44
IV18	d-8	14.20	50	16.87	1.82	3.32+4.39d

(Sumber: Tabel Lampiran “Sheetpile” hal. 81)

Besarnya tegangan lateral aktif yaitu:

- Pada titik 0 area I

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 197 \cdot 0,333 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,333} = 65,667 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 1 tanah I

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 235 \cdot 0,333 - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,333} = 78,333 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 1 tanah II

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 235 \cdot 0,55 - 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{0,55} = 89,239 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 2 tanah II

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 238,19 \cdot 0,55 - 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{0,55} = 90,994 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 2 tanah III

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 238,19 \cdot 0,55 - 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{0,55} = 90,994 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 3 tanah III

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 242,18 \cdot 0,55 - 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{0,55} = 93,189 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 3 tanah IV

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 242,18 \cdot 0,55 - 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{0,633} = 90,222 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 4 tanah IV

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 246,27 \cdot 0,55 - 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{0,55} = 92,583 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 4 tanah V

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 246,47 \cdot 0,55 - 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{0,55} = 92,583 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 5 tanah V

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 250,86 \cdot 0,55 - 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{0,55} = 94,998 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 5 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 250,86 \cdot 0,55 - 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{0,55} = 90,547 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 6 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 255,05 \cdot 0,55 - 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{0,55} = 90,547 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 6 tanah VII

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 255,05 \cdot 0,55 - 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{0,55} = 92,853 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 7 tanah VII

- $$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 259,34 \cdot 0,55 - 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{0,55} = 95,213 \text{ kN/m}^2$$
- Pada titik 7 tanah VIII

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 259,34 \cdot 0,55 - 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,55} = 68,51 \text{ kN/m}^2$$
 - Pada titik 8 tanah VIII

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 263,63 \cdot 0,55 - 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,55} = 70,871 \text{ kN/m}^2$$
 - Pada titik 8 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = 263,63 \cdot 0,55 - 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,55} = 70,871 \text{ kN/m}^2$$
 - Pada titik 9 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ aktif}} = \sigma'_v \cdot Ka - 2c\sqrt{Ka} = (28,51 + 4,39) \cdot 0,55 - 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,55} = (51,51 + 2,42d) \text{ kN/m}^2$$

Besarnya tegangan lateral pasif yaitu :

- Pada titik 10 tanah II

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot Kp + 2c\sqrt{Kp} = 0 \cdot 1,818 + 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{1,818} = 72,801 \text{ kN/m}^2$$
- Pada titik 11 tanah II

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot Kp + 2c\sqrt{Kp} = 13 \cdot 1,818 + 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{1,818} = 96,429 \text{ kN/m}^2$$
- Pada titik 11 tanah III

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot Kp + 2c\sqrt{Kp} = 13 \cdot 1,818 + 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{1,818} = 96,429 \text{ kN/m}^2$$
- Pada titik 12 tanah III

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot Kp + 2c\sqrt{Kp} = 16,99 \cdot 1,818 + 2 \cdot 27 \cdot \sqrt{1,818} = 103,681 \text{ kN/m}^2$$
- Pada titik 12 tanah IV

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 16,99 \cdot 1,818 + 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{1,818} = 109,074 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 13 tanah IV

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 21,28 \cdot 1,818 + 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{1,818} = 116,871 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 13 tanah V

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 21,28 \cdot 1,818 + 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{1,818} = 116,871 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 14 tanah V

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 25,67 \cdot 1,818 + 2 \cdot 29 \cdot \sqrt{1,818} = 124,850 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 14 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 25,67 \cdot 1,818 + 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{1,818} = 132,9399 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 15 tanah VI

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 29,86 \cdot 1,818 + 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{1,818} = 140,555 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 15 tanah VII

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 29,86 \cdot 1,818 + 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{1,818} = 140,555 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 16 tanah VII

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 34,15 \cdot 1,818 + 2 \cdot 32 \cdot \sqrt{1,818} = 148,352 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 16 tanah VIII

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 34,15 \cdot 1,818 + 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{1,818} = 196,887 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 17 tanah VIII

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_{v} \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 38,44 \cdot 1,818 + 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{1,818} = 204,684 \text{ kN/m}^2$$

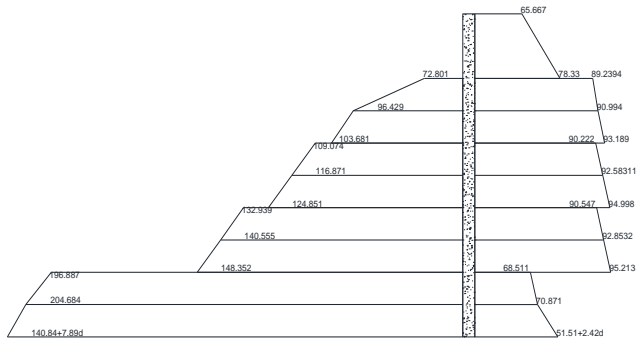
- Pada titik 17 tanah VIV

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = 38,44 \cdot 1,818 + 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{1,818} = 204,684 \text{ kN/m}^2$$

- Pada titik 11 tanah V

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma'_v \cdot K_p + 2c\sqrt{K_p} = (28,51 + 4,39d) \cdot 0,55 + 2 \cdot 50 \cdot \sqrt{1,818} = (140,48 + 7,98d) \text{ kN/m}^2$$

Berikut merupakan gambar perencanaan dinding penahan tanah alternatif kedua menggunakan *sheetpile*. Maka didapat diagram tegangan seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.9 Diagram Tegangan Aktif Pasif

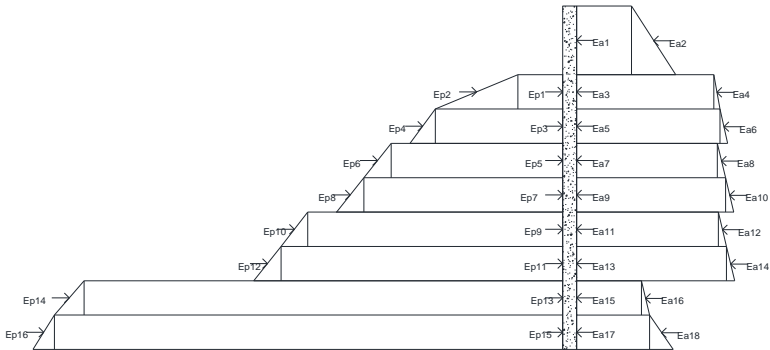
5.4.4 Menghitung Kedalaman Sheetpile yang Dibutuhkan

Pada perhitungan sebelumnya, panjang sheetpile yang tertanam dinyatakan dalam variabel d . Kedalaman ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan momen aktif pasif akibat gaya aktif pasif dalam keadaan seimbang, yaitu :

$$\sum M_{total} = 0$$

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

Dalam mencari momen maka harus diketahui gaya yang bekerja serta jarak lengan terhadap titik acuan. Gaya yang bekerja didapat dari luasan daerah yang ada pada diagram. Untuk lebih jelasnya dapat digambarkan oleh gambar di bawah ini :



Gambar 5.10 Diagram Gaya Timbul dari Tegangan Aktif Pasif

Gaya-gaya aktif pasif yang bekerja :

Tabel 5.19 Nilai Momen pada Tegangan Aktif

Aktif	Momen searah jarum jam negatif				
	σ_h kN/m ³	Luas m ²	Gaya kN	Lengan m	Momen kNm
Ea1	65.66666667	2	131.3333333	1	131.3333333
Ea2	12.66666667	1	12.66666667	1.333333	16.88888889
Ea3	89.23946654	1	89.23946654	-0.5	-44.61973327
Ea4	1.755093331	0.5	0.877546666	-0.66667	-0.58503111
Ea5	90.99455987	1	90.99455987	-0.5	-45.49727994
Ea6	2.195242129	0.5	1.097621065	-0.33333	-0.365873688
Ea7	90.22282105	1	90.22282105	-1.5	-135.3342316
Ea8	2.360297928	0.5	1.180148964	-1.33333	-1.573531952
Ea9	92.58311898	1	92.58311898	-2.5	-231.4577974
Ea10	2.415316528	0.5	1.207658264	-2.33333	-2.817869283
Ea11	90.54796408	1	90.54796408	-3.5	-316.9178743
Ea12	2.305279329	0.5	1.152639664	-3.33333	-3.842132214
Ea13	92.85324341	1	92.85324341	-4.5	-417.8395954
Ea14	2.360297928	0.5	1.180148964	-4.33333	-5.113978845
Ea15	68.51071279	1	68.51071279	-5.5	-376.8089204
Ea16	2.360297928	0.5	1.180148964	-5.33333	-6.294127809
Ea17	70.87101072	(d-8)	70.871d-566.968	-(0.5d-4)	-(35.435d ² -566.964d+2267.87)
Ea18	2.47d-19.361	(d-8)/2	1.235d ² -19.5605d+77.444	-(0.66d-5.33)	-(0.8151d ³ -19.493d ² +155.37-412.755)

(Sumber: Tabel Lampiran "Sheetpile" hal. 82)

Tabel 5.20 Nilai Momen pada Tegangan Pasif

Pasif	Momen searah jarum jam negatif				
	σ_h kN/m ³	Luas m ²	Gaya kN	Lengan m	Momen kNm
Ep1	72.80127633	1	72.80127633	0.5	36.40063817
Ep2	23.62837307	0.5	11.81418653	0.666667	7.876124356
Ep3	96.4296494	1	96.4296494	1.5	144.6444741
Ep4	7.252092964	0.5	3.626046482	1.666667	6.043410804
Ep5	109.0744295	1	109.0744295	2.5	272.6860737
Ep6	7.797363112	0.5	3.898681556	2.666667	10.39648415
Ep7	116.8717926	1	116.8717926	3.5	409.0512741
Ep8	7.979119828	0.5	3.989559914	3.666667	14.62838635
Ep9	132.9399431	1	132.9399431	4.5	598.2297441
Ep10	7.615606396	0.5	3.807803198	4.666667	17.76974826
Ep11	140.5555495	1	140.5555495	5.5	773.0555225
Ep12	7.797363112	0.5	3.898681556	5.666667	22.09252882
Ep13	196.8870969	1	196.8870969	6.5	1279.76613
Ep14	7.797363112	0.5	3.898681556	6.666667	25.99121037
Ep15	204.68446	(d-8)	204.685d-1637.48	0.5d-4	102.34d ² -1637.48d-6549.92
Ep16	7.98d-63.844	(d-8)/2	3.945d ² -63.482d+255.376	0.66d-5.33	2.603 ³ -62.928d ² +506.957d+1361.154

(Sumber: Tabel Lampiran "Sheetpile" hal. 82)

Momen didapat dengan mengalikan gaya yang bekerja dengan jarak lengan terhadap titik acuan. Titik acuan pada

perencanaan sheetpile ini yaitu berada di *toe* dari timbunan. Momen yang searah dengan jarum jam dihitung sebagai momen negatif.

5.4.5 Pemilihan Profil Sheetpile

Dalam perencanaan ini, digunakan sheetpile dengan profil corrugated. Penentuan tipe sheetpile yang digunakan didasarkan pada panjang sheetpile yang tersedia serta besarnya momen maksimum yang terjadi yang nantinya akan dibandingkan dengan data teknis sheetpile yang sudah diperoleh.

Untuk mencari nilai momen maksimum, maka persamaan M_{total} yang sudah diperoleh tadi diganti variabelnya dengan x .

Tabel 5.21 Nilai Momen pada Tegangan Aktif Pasif

Hasil						
M_{aktif}	$-(0.8151d^3-19.493d^2+155.37-412.755)$		Lalu,	Mencari Profil Sheetpile		
M_{pasif}	$2.603^4-62.928d^2+506.957d-621.235$			$1.789d^3-43.435d^2+351.587d-208.48$	a	b
M_{Total}	$1.789d^3-43.435d^2+351.587d-208.48 = -0.000212$	diturunkan		$5.367d^2-86.87d+208.48$	5.367	-86.87
Cari d	7.490267658			$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	D=	3070.722067
Jadi d =	7.5 m				maka, $X_1 = X_2$.	
SF = 1.5	11.25 m			$D=b^2 - 4ac$	$X_1 =$	13.3 (Memenuhi)
maka panjang sheetpile yang digunakan					$X_2 =$	2.9 (Memenuhi)
Total	14 m		Maka,	Momen maksimumnya	$M_{max} =$	246.929334
				dengan SF=1.5, maka $M_{max} =$	370.394	370.394

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Maka $\Sigma M_{total} = 1,789 (8,1)^3 - 43,435 (8,1)^2 - 31,587 (8,1) - 948,399 = 246.929 \text{ kN.m}$

Momen maksimum yang dihasilkan adalah 246.929 kN.m Dengan menggunakan SF=1,5 , momen maksimum menjadi 1,5 246.929 kN.m = 370.394 kN.m. Dari perhitungan panjang sheetpile dan momen maksimum yang terjadi, dapat dipilih profil yang sesuai yaitu *Jaya Beton Corrugated Pc.Sheetpile, JIS A 5326 tipe W-600-A-100 (M_{crack} = 506 kN.m).*

BAB VI
ANALISIS BIAYA

6.1 Biaya Bahan Timbunan

Tabel 6.1Analisa Biaya material penimbunan

No	Pekerjaan	Volum	unit	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
I	<i>penimbunan</i>				
a	timbunan 7 m	250800	m ³	144,210.00	36,167,868,000.00
				Total	36,167,868,000.00
				PPn 10%	3,616,786,800.00
				Grand Total	39,784,654,800.00

6.2 Biaya Perkuatan Geotextile

Bahan geotextile yang digunakan adalah geotextile UnggulTex Polypropylene Woven Geotextiles tipe UW-250. Berdasarkan brosur yang didapat harga bahan tersebut adalah Rp 13.500,00/m².

Tabel 6.1Kebutuhan Geotextile pada Sta 87+200-88+600

STA	H timbunan	Lapisan	Kebutuhan	Panjang per segmen	Luasan
	M	m	m	m	m ²
87+200	7	4	1052	400	15374
87+400	7	5	804	400	11080
87+800	7	4	696	400	8762
88+200	7	3	620	400	6862
88+600	7	2	110	400	1184
		Total	3282	Total	43262

Tabel 6.2 Analisis Biaya Geotextile

Analisa Biaya <i>Geotextile</i>					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
I	<i>Geotextile</i>				
A	Tipe UW-250	86524	m ²	13500	1,168,074,000.00
				Total	1,168,074,000.00
				PPn 10%	116,807,400.00
				Total	1,284,881,400.00

6.3 Biaya Perkuatan Sheetpile + Geotextile

Perencanaan ini akan membutuhkan kisaran biaya untuk sheetpile seperti yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 6.3 Analisis Biaya Geotextile

Analisa Biaya <i>Geotextile</i>					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
I	<i>Geotextile</i>				
A	Tipe UW-250	30672	m ²	13500	414,072,000.00
				Total	414,072,000.00
				PPn 10%	41,407,200.00
				Total	455,479,200.00

Tabel 6.4Perhitungan Volume Sheetpile

No	Station	L (m)	Harga/m	Harga (Rp)
1	87+200	400	Rp930,000.00	372,000,000.00
2	87+400			
			Total	Rp 372,000,000.00

Untuk timbuna satu sisi kiri sehingga total biaya yang dibutuhkan
 =Rp 455,479,200.00 + 372,000,000.00= Rp 827,479,200.00

6.4 Biaya Perkuatan Keystone + Geogrid

Dinding penahan tanah yang digunakan berbahan beton. Untuk dinding penahan tanah digunakan *keystone* tipe Compac IV, yaitu dengan harga material Rp 92.115,80/unit

Posisi	Segmen	Unit m ³	Harga m ³	Harga
87+200 s/d 87+400	1	5242	Rp 92.115,80	Rp 482,850,000.00
			Total	Rp 482,850,000.00

Analisa Biaya <i>Geotextile</i>					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Sub Total
				(Rp)	(Rp)
I	<i>Geogrid</i>				
A	Tipe UW-250	30632	m ²	25500	781,116,000.00
				Total	781,116,000.00
				PPn 10%	78,111,600.00
				Total	859,227,600.00

Sehingga untuk kedua sisinya, maka diperlukan

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 482,850,000.00 + \text{Rp } 859,227,600.00 \\ &= \text{Rp } 1,342,077,600.00 \end{aligned}$$

Maka rekapitulasi dari ketiga alternatif di atas adalah sebagai berikut :

Alternatif Perkuatan (2 sisi)	
Sheetpile+Geotextile	Keystone+Geogrid
Rp 827,479,200.00	Rp1,342,077,600.00

Maka, perkuatan yang memiliki harga paling murah yaitu perkuatan sheetpile+geotextile

BABVII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Perhitungan timbunan jalur rel kereta api pada STA 87+200 – 88+600 dengan tinggi rencana 7 - 8 meter, didapat hasil seperti pada **Tabel 5.8**.

STA	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
87+200	1.24	8.24	7.00
87+400	1.27	8.67	7.40
87+800	1.43	9.03	7.60
88+200	1.45	9.25	7.80
88+600	1.47	9.47	8.00

(Sumber: Tabel Lampiran “Hitung Sc 87+200” hal. 9)

- 2) Perkuatan yang digunakan dalam perencanaan pada STA 87+200 hingga STA 87+400 untuk sayap kiri timbunan antara lain kombinasi *geogrid + keystone* dan *sheetpile*, yang digunakan *Sheetpile* dengan profil Jaya Beton *Corrugated Pc.Sheetpile, JIS A 5326 tipe W-600-A-100* ($M_{crack} = 506 \text{ kN.m}$). dengan panjang lintasan 400 meter.
- 3) Perkuatan yang digunakan dalam perencanaan pada STA 87+200 hingga STA 87+400 dengan timbunan konvensional dengan perkuatan *geotextile* dengan profil UnggulTex / UW-250 dari Geosistem. Dengan panjang lintasan 1.2 km
- 4) Alternative yang digunakan sebagai perkuatan timbunan pada STA 87+200 hingga STA 87+400, menggunakan kombinasi *sheetpile* dengan panjang total 14m dibawah permukaan tanah yang menghabiskan biaya sebesar Rp 827,479,200.00 untuk sisi barat timbunan sepanjang 400 meter

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Das, B.M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- [2] Das, B.M., (translated by Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II*. Erlangga, Jakarta.
- [3] 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.
- [4] Endah Noor, B. Mochtar 1988. *Mekanika tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Surabaya
- [5] NAVFAC DM-7, 1971, *Design Manual, Soil Mechanis, Foundation dan Earth Structures*, Dept. Of the Navy Naval Facilities Engineering Command, Virginia, USA.
- [6] Terzaghi, Karl dan B. Peck, Ralph, 1993, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga, Jakarta.
- [7] Koerner, Robert M. 1997. *Designing with Geosynthetics*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

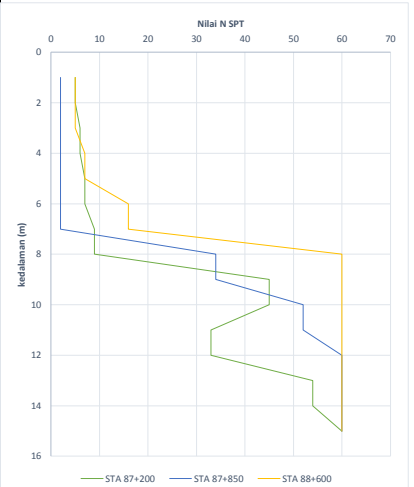
SUBSURFACE EXPLORATION LOG							Client:											
Project	SOIL INVESTIGATION JALUR KERETA API				STA	KM 87+000												
Locator	RUAS KAB. BARRU-KOTA PARE-PARE				X= 792132	Y= 9506851												
Start Date	13/05/2015				Checked by	Sudi Suryana												
Finish Date	14/05/2015				Logged by	Ahmad Masa												
Surface Elevation	Ground Existing				Core Drill	Nq (Zinch)												
Water Table	-1 m				Casing Drill	-												
Bor Master	Ja'o				Total Depth	16 m												
Depth	GWL	Example	Log	Core Recovery	Soil or Rock Discription	SPT (Blows/cm)			N.SPT	N.Graph (X.10)						RQD (%)		
					Type, Color, Discription	N1	N2	N3		1	2	3	4	5	6			
1				100	(0.00 - 1.00) m													
2				80	Lempung kehitaman dengan konsistensi lunak. Persentase sampel yang terambil >75%													
3				100		2/15	2/15	3/15	5									
4				100	(1.00 - 8.00) m													
5				100	Lempung Kepasiran berwarna kehitaman dengan konsistensi lunak hingga sedang. Dilakukan pengambilan sampel UDS pda kedalaman 5.50 - 6.00 meter.	2/15	3/15	3/15	6									
6				100	Persentase sampel yang terambil >75%													
7				100		3/15	4/15	5/15	7									
8				100														
9				100		3/15	4/15	5/15	9									
10				100														
11				100	(8.00 - 14.00) m	8/15	20/15	25/15	45									
12				100	Pasir Hitam dengan kerapatan relatif padat. Dilakukan pengambilan sampel UDS pada kedalaman 9.00 - 10.00 meter. Persentase sampel yang terambil >75%													
13				100		8/15	15/15	18/15	33									
14				100														
15				100	(8.00 - 14.00) m	15/15	20/15	34/15	54									
16				100	Tufa berwarna coklat dengan sifat batuan agak padat, disusun oleh material berukuran pasir													
					End of Boring	33/15	60/14	-	>60									

	Disturbed Sample	SPT (%)	Clay & Silt	N	Sand & Silt	Top Soil	Lempung
		<2	Very Soft	<4	Very Loose	Pasir	Tufa
		2-4	Soft	4-10	Loose	Lanau	Kulit Kerang
	Undisturb Sample	4-8	Medium	10-30	Medium	Batu	Kerang
		8-15	Stiff	30-50	Dense		
		15-30	Very Stiff	>50	Very Dense		

STA 87-200		Lempung hitam	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Tufa coklat
Jenis Lapisan Tanah		0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	7.0 - 8.0	8.0 - 9.0	9.0 - 10.0	10.0 - 11.0	11.0 - 12.0	12.0 - 13.0	13.0 - 14.0	14.0 - 15.0	
Kedalaman Sampel		m															
Spec Gravity (Gs)		2.582	2.583	2.649	2.639	2.616	2.629	2.615	2.588	2.657	2.671	2.667	2.673	2.65	2.666	-	
Natural States Soil Index	Water Content (w)	%	55.94	48.13	47.51	48.52	50.99	49.90	50.28	50.61	15.74	18.45	14.76	16.04	16.88	16.31	-
	Wet Density (γ_{wet})	g/cm ³	1.30	1.38	1.41	1.42	1.40	1.41	1.41	1.42	1.98	1.91	2.01	1.98	1.95	1.97	-
	Dry Density (γ_{dry})	g/cm ³	0.84	0.93	0.96	0.96	0.93	0.94	0.94	0.94	1.71	1.61	1.75	1.71	1.67	1.70	-
	Void Ratio (e)	-	2.09	1.76	1.77	1.76	1.82	1.80	1.78	1.75	0.56	0.66	0.52	0.56	0.59	0.57	-
	Porosity (n)	-	67.64	63.83	63.94	63.79	64.79	64.26	64.05	63.68	35.75	39.75	34.41	36.05	36.94	36.35	-
Degree of Saturation (Sr)		%	69.10	70.44	70.97	72.69	73.19	72.97	73.78	74.71	75.16	74.67	75.04	76.04	76.33	76.14	-
Atterberg Limit	Liquid Limit (LL)	%	44.06	48.39	41.81	46.62	48.58	42.80	40.24	46.16	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Plastic Limit (PL)	%	28.83	20.99	20.90	21.36	23.39	20.17	18.18	22.56	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Plasticity Index (PI)	%	15.23	27.40	20.91	25.26	25.20	22.63	22.06	23.60	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Shrinkage Limit (SL)	%	16.26	16.59	15.28	15.77	15.95	16.73	13.00	12.14	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
Grain Size	Gravel	%	4.60	11.60	10.40	18.20	22.80	17.60	10.80	13.80	22.00	22.40	23.20	32.30	30.00	28.80	-
	Fine Sand	%	32.20	38.20	50.40	41.20	52.00	54.40	57.60	55.80	60.20	64.00	61.00	65.10	62.00	76.14	-
	Silt	%	27.60	22.54	-	19.93	-	-	16.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Clay	%	26.50	21.73	-	19.28	-	-	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-
	Over no. 200 sieve	%	63.20	50.20	39.20	40.60	25.20	28.00	31.60	30.40	17.80	13.60	15.80	2.60	8.00	2.40	-
USCS	Soil Classification	-	ML-OL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	-
Consolidation	Compression Index (Cc)	-	-	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Consolidation Index (Cv)	cm ² /det	1.236E-04	1.236E-04	1.536E-04	1.536E-04	2.159E-04	2.159E-04	2.233E-04	2.233E-04	-	-	-	-	-	-	-
Preconsolidation Pres. (Pc)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UCS	Compressive Strength (qu)	kg/cm ²	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triaxial CU	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	0.326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	16.868	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Direct Shear	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	-	-	-	-	-
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-
	SPT	-	5	5	6	6	7	7	9	9	45	45	33	33	54	54	60

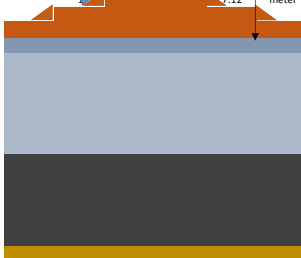
STA 87-200		Lempung hitam	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Tufa coklat
Jenis Lapisan Tanah		0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	7.0 - 8.0	8.0 - 9.0	9.0 - 10.0	10.0 - 11.0	11.0 - 12.0	12.0 - 13.0	13.0 - 14.0	14.0 - 15.0	
Natural States Soil Index	Kedalaman Sampel	m	2.582	2.583	2.649	2.639	2.616	2.625	2.615	2.588	2.657	2.671	2.667	2.673	2.65	2.666	-
	Spec Gravity (Gs)	%	55.94	48.13	47.51	48.52	50.99	49.90	50.28	50.61	15.74	18.45	14.76	16.04	16.88	16.31	-
	Water Content (w)	gr/cm ³	1.30	1.38	1.41	1.42	1.40	1.41	1.41	1.42	1.98	1.91	2.01	1.98	1.95	1.97	-
	Wet Density (γ_{wet})	gr/cm ³	0.84	0.93	0.96	0.96	0.93	0.94	0.94	0.94	1.71	1.61	1.75	1.71	1.67	1.70	-
	Dry Density (γ_{dry})	-	2.09	1.76	1.77	1.76	1.82	1.80	1.78	1.75	0.56	0.66	0.52	0.56	0.59	0.57	-
Atterberg Limit	Void Ratio (e)	-	67.64	63.83	63.94	63.79	64.79	64.26	64.05	63.68	35.75	39.75	34.41	36.05	36.94	36.35	-
	Porosity (n)	%	69.10	70.44	70.97	72.69	73.19	72.97	73.78	74.71	75.16	74.67	75.04	76.04	76.33	76.14	-
	Degree of Saturation (Sr)	%	44.06	48.39	41.81	46.62	48.58	42.80	40.24	46.16	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Liquid Limit (LL)	%	28.83	20.99	20.90	21.36	23.39	20.17	18.18	22.56	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Plastic Limit (PL)	%	15.23	27.40	20.91	25.26	25.20	22.63	22.06	23.60	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
Grain Size	Plasticity Index (PI)	%	16.26	16.59	15.28	15.77	15.95	16.73	13.00	12.14	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-
	Shrinkage Limit (SI)	%	4.60	11.60	10.40	18.20	22.80	17.60	10.80	13.80	22.00	22.40	23.20	32.30	30.00	28.80	-
	Gravel	%	32.20	38.20	50.40	41.20	52.00	54.40	57.60	55.80	60.20	64.00	61.00	65.10	62.00	76.14	-
	Fine Sand	%	27.60	22.54	-	19.93	-	-	16.10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Silt	%	26.50	21.73	-	19.28	-	-	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-
USCS Consolidation	Clay	%	63.20	50.20	39.20	40.60	25.20	28.00	31.60	30.40	17.80	13.60	15.80	2.60	8.00	2.40	-
	Over no. 200 sieve	-	ML-OL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	-
	Soil Classification	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Compression Index (Cc)	-	-	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UCS Triaxial CU	Consolidation Index (Cv)	cm ³ /det	1.236E-04	1.236E-04	1.536E-04	2.159E-04	2.159E-04	2.233E-04	2.233E-04	-	-	-	-	-	-	-	-
	Preconsolidation Pres. (Pc)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Compressive Strength (qu)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.326	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	16.868	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Direct Shear	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	-	-	-	-
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-
	SPT	-	5	5	6	6	7	7	9	9	45	45	33	33	54	54	60

STA 87+200		Lempung hitam	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Lempung pasir	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Pasir hitam	Tufa coklat	
Jenis Lapisan Tanah																		
Kedalaman Sampel		m	0.0 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.0	5.0 - 6.0	6.0 - 7.0	7.0 - 8.0	8.0 - 9.0	9.0 - 10.0	10.0 - 11.0	11.0 - 12.0	12.0 - 13.0	13.0 - 14.0	14.0 - 15.0	
Spec Gravity (Gs)			2.582	2.583	2.649	2.639	2.616	2.629	2.615	2.588	2.657	2.671	2.667	2.673	2.65	2.666	-	
Natural States	Water Content (w)	%	55.94	48.13	47.51	48.52	50.99	49.90	50.28	50.61	15.74	18.45	14.76	16.04	16.88	16.31	-	
	Wet Density (γ_{wet})	gr/cm ³	1.30	1.38	1.41	1.42	1.40	1.41	1.41	1.42	1.98	1.91	2.01	1.98	1.95	1.97	-	
	Dry Density (γ_{dry})	gr/cm ³	0.84	0.93	0.96	0.96	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	1.71	1.61	1.75	1.71	1.67	1.70	-
	Void Ratio (e)	-	2.09	1.76	1.77	1.76	1.82	1.80	1.78	1.75	0.56	0.66	0.52	0.56	0.59	0.57	-	
	Porosity (n)	-	67.64	63.83	63.94	63.79	64.79	64.26	64.05	63.68	35.75	39.75	34.41	36.05	36.94	36.35	-	
Atterberg Limit	Degree of Saturation (Sr)	%	69.10	70.44	70.97	72.69	73.19	72.97	73.78	74.71	75.16	74.67	75.04	76.04	76.33	76.14	-	
	Liquid Limit (LL)	%	44.06	48.39	41.81	46.62	48.58	42.80	40.24	46.16	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-	
	Plastic Limit (PL)	%	28.83	20.99	20.90	21.36	23.39	20.17	18.18	22.56	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-	
	Plasticity Index (PI)	%	15.23	27.40	20.91	25.26	25.20	22.63	22.06	23.60	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-	
	Shrinkage Limit (SI)	%	16.26	16.59	15.28	15.77	15.95	16.73	13.00	12.14	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	-	
Grain Size	Gravel	%	4.60	11.60	10.40	18.20	22.80	17.60	10.80	13.80	22.00	22.40	23.20	32.30	30.00	28.80	-	
	Fine Sand	%	32.20	38.20	50.40	41.20	52.00	54.40	57.60	55.80	60.20	64.00	61.00	65.10	62.00	76.14	-	
	Silt	%	27.60	22.54	-	19.93	-	-	16.10	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Clay	%	26.50	21.73	-	19.98	-	-	15.51	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Over no. 200 sieve	%	63.20	50.20	39.20	40.60	25.20	28.00	31.60	30.40	17.80	13.60	15.80	2.60	8.00	2.40	-	
USCS	Soil Classification	-	ML-OL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	SM/SC	-	
	Compression Index (Cc)	-	-	-	-	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Swelling Index (Cs)	-	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Consolidation Index (Cv)	cm ² /det	1.236E-04	1.236E-04	1.536E-04	1.536E-04	2.159E-04	2.159E-04	2.233E-04	2.233E-04	-	-	-	-	-	-	-	
	Preconsolidation Pres. (PC)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UCS	Compressive Strength (qu)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	0.326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	16.868	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Cohesion (c)	kg/cm ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.147	-	-	-	-	-	
	Friction Angle (ϕ)	degree (°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	
Direct Shear	SPT	-	5	5	6	6	7	7	9	9	45	45	33	33	54	54	60	

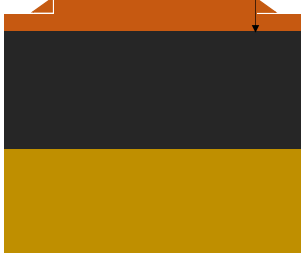




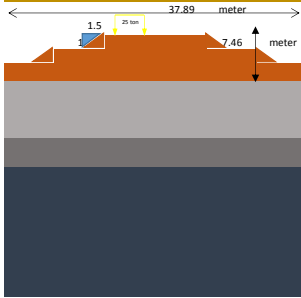
STA 87+200



STA 87+850



STA 88+600



Pakai yang Tabel

Kode	Jenis Tanah	Kedalaman m	H _{ambatan} m	SPT N	Koreksi N'	Cu kg/cm ²	Cu korelasi kg/cm ²	φ (Degree) ^o	γt g/cm ³	Gs	eo	cc %	cs %	LL %	PL %	PI %	SI %	rsat g/cm ³	γ' t/m ³	α _v t/m ²	Cu (Tabel) kPa	
1	Lempung hitam	0	1	1	5	10	-	0.078	1.30	2.58	2.09	0.31	0.06	44.06	28.83	15.23	16.26	1.512	0.512	0.256	27	
1	Lempung pasir	1	2	1	5	10	-	0.085	1.38	2.58	1.76	0.35	0.07	48.39	20.99	27.40	16.59	1.574	0.574	0.2987	27	
2	Lempung pasir	2	3	1	6	10.5	-	0.095	1.41	2.65	1.77	0.29	0.06	41.81	20.90	20.91	15.28	1.595	0.595	1.3832	29	
2	Lempung pasir	3	4	1	6	10.5	-	0.103	1.42	2.64	1.76	0.33	0.07	46.62	21.36	25.26	15.77	1.594	0.594	1.9778	29	
2	Lempung pasir	4	5	1	7	11	-	0.112	1.40	2.62	1.82	0.35	0.07	48.58	23.99	25.20	15.95	1.573	0.573	2.5612	32	
2	Lempung pasir	5	6	1	7	11	0.326	0.122	16.868	1.41	2.63	1.80	0.30	0.06	42.80	20.17	22.63	16.73	1.582	0.582	3.1386	32
2	Lempung pasir	6	7	1	9	12	-	0.131	1.41	2.62	1.78	0.27	0.05	40.24	18.18	22.06	13.00	1.581	0.581	3.72	50	
2	Lempung pasir	7	8	1	9	12	-	0.139	1.42	2.59	1.75	0.33	0.07	46.16	22.56	23.60	12.14	1.577	0.577	4.2992	50	
-	Pasir hitam	8	9	1	45	30	-	0	1.98	2.66	0.56	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.062	1.062	5.119	200	
-	Pasir hitam	9	10	1	45	30	-	0	1.91	2.67	0.66	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.007	1.007	6.1534	200	
-	Pasir hitam	10	11	1	33	24	-	0	2.01	2.67	0.52	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.097	1.097	7.2051	200	
-	Pasir hitam	11	12	1	33	24	-	0	1.98	2.67	0.56	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.072	1.072	8.2896	200	
-	Pasir hitam	12	13	1	54	34.5	-	0	1.95	2.65	0.59	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.038	1.038	9.3447	200	
-	Pasir hitam	13	14	1	54	34.5	-	0	1.97	2.67	0.57	0.01	0.00	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	NON PLASTIS	2.061	1.061	10.394	200	
-	Tufa coklat	14	15	1	60	37.5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kode	Jenis Tanah	Kedalaman m	H _{ambatan} m	SPT N	Koreksi N'	Cu kg/cm ²	Cu korelasi kg/cm ²	φ (Degree) ^o	γt g/cm ³	Gs	eo	cc %	cs %	LL %	PL %	PI %	SI %	rsat g/cm ³	γ' t/m ³	α _v t/m ²	Cu (Tabel) kPa	
1	Lempung hitam	0	1	1	2	8.5	-	0.078	1.30	2.57	2.11	0.30	0.06	43.24	31.37	11.86	14.14	1.504	0.504	0.2519	12	
1	Lempung hitam	1	2	1	2	8.5	-	0.087	1.33	2.60	2.06	0.29	0.06	42.60	30.67	11.93	18.62	1.523	0.523	0.7651	12	
1	Lempung hitam	2	3	1	2	8.5	-	0.096	1.33	2.63	2.06	0.26	0.05	38.56	27.97	10.60	17.78	1.534	0.534	1.2934	12	
1	Lempung hitam	3	4	1	2	8.5	-	0.106	1.33	2.65	2.12	0.24	0.05	36.78	28.05	8.73	13.75	1.528	0.528	1.8245	12	
1	Lempung hitam	4	5	1	2	8.5	-	0.114	1.34	2.62	2.06	0.27	0.05	40.52	28.80	11.72	16.79	1.529	0.529	2.353	12	
1	Lempung hitam	5	6	1	2	8.5	-	0.123	1.32	2.62	1.99	0.27	0.05	40.18	29.17	11.02	15.36	1.507	0.507	2.871	12	
1	Lempung hitam	6	7	1	34	24.5	-	0.131	1.33	2.62	2.13	0.28	0.06	41.14	28.41	12.73	14.51	1.516	0.516	3.3827	200	
1	Lempung hitam	7	8	1	34	24.5	-	0.141	1.37	2.60	2.00	0.29	0.06	42.71	31.37	11.34	18.61	1.533	0.533	3.9072	200	
-	Tufa coklat	8	9	1	52	33.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	9	10	1	52	33.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	10	11	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	11	12	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	12	13	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	13	14	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Tufa coklat	14	15	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kode	Jenis Tanah	Kedalaman m	H _{ambatan} m	SPT N	Koreksi N'	Cu kg/cm ²	Cu korelasi kg/cm ²	φ (Degree) ^o	γt g/cm ³	Gs	eo	cc %	cs %	LL %	PL %	PI %	SI %	rsat g/cm ³	γ' t/m ³	α _v t/m ²	Cu (Tabel) kPa	
1	Lempung lanau	0	1	1	5	10	-	0.079	1.43	2.69	1.79	0.26	0.05	39.27	23.26	16.01	15.65	1.606	0.606	0.3029	25	
1	Lempung lanau	1	2	1	5	10	-	0.084	1.39	1.39	1.92	0.31	0.06	44.00	20.65	23.34	16.43	1.134	0.134	0.6725	25	
1	Lempung lanau	2	3	1	7	11	0.274	0.087	15.705	1.40	1.40	1.89	0.28	0.06	40.84	24.64	16.21	16.27	1.138	0.138	0.8085	28
1	Lempung lanau	3	4	1	7	11	-	0.089	1.44	1.44	1.76	0.26	0.05	38.84	21.43	17.41	13.75	1.159	0.159	0.9574	28	
2	Lempung lanau berpasir	4	5	1	16	15.5	-	0.094	1.42	1.42	1.92	0.14	0.03	25.31	19.15	6.16	14.14	1.144	0.144	1.109	75	
2	Lempung lanau berpasir	5	6	1	16	15.5	0.741	0.096	19.804	1.43	1.43	1.79	0.14	0.03	25.20	19.39	5.82	13.47	1.154	0.154	1.258	75
-	Batu pasir	6	7	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	7	8	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	8	9	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	9	10	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	10	11	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	11	12	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	12	13	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	13	14	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Batu pasir	14	15	1	60	37.5	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(TERZAGHI & PECK)

Harga N koreksi
 $N' = 15 + 0.5 (N - 15)$
 Korelasi N dan C_u
 1. Lempung plastis; $C_u = 12.5 N$
 2. Lempung berliana; $C_u = 10 N$
 3. Lempung berpasir; $C_u = 6.7 N$
 Korelasi LL dan C_c
 $C_c = 0.009 (LL - 10)$; undistributed
 $C_c = 0.007 (LL - 10)$; remodeled
 Korelasi C_c dan C_s
 $C_s = 1/5 C_c \sim 1/10 C_c$

87+000		Korelasi Mochtar				
Wc	C_c	C_s	C_c	C_c	C_t	
55.94	0.6033	0.0907	0.702	0.047		
48.13	0.5524	0.0831	0.563	0.053		
47.51	0.5004	0.0688	0.528	0.040		
48.52	0.5438	0.0803	0.552	0.049		
50.99	0.5821	0.0892	0.592	0.054		
49.90	0.5306	0.0754	0.548	0.042		
50.28	0.5165	0.0710	0.523	0.037		
50.61	0.5613	0.0835	0.545	0.048		

(Ardana & Mochtar, 1999)

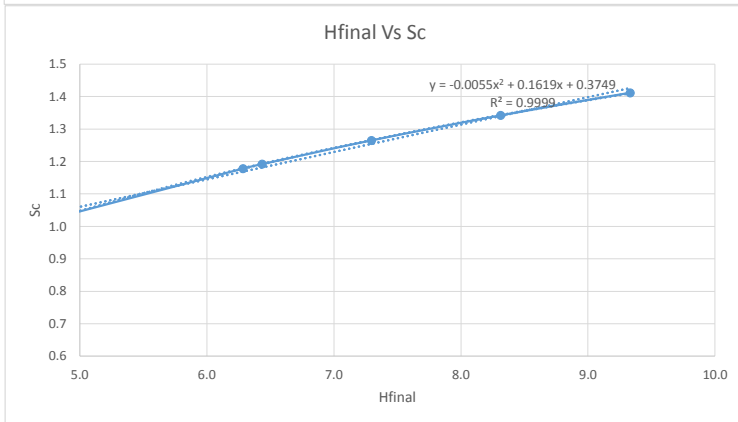
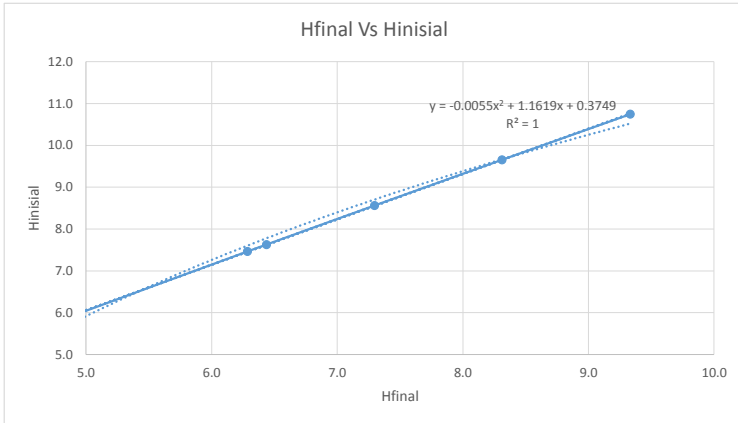
For $PI \leq 100\%$
 $C_u (kg/cm^2) = 0.0737 + (0.19 - 0.0016 \cdot PI) \cdot po'$
 $C_u (kPa) = 7.37 + (0.19 - 0.0016 \cdot PI) \cdot po'$
 For $PI \geq 100\%$
 $C_u (kg/cm^2) = 0.0737 + (0.454 - 0.00004 \cdot PI) \cdot po'$
 $C_u (kPa) = 7.37 + (0.454 - 0.00004 \cdot PI) \cdot po'$

(Kosasih & Mochtar, 1997)

$C_c = 0.007 LL + 0.0001 wc^2 - 0.018$
 $C_c = 0.006 LL + 0.13 eo^2 - 0.13$
 $C_s = 0.002 LL + 0.00002 wc^2 - 0.06$
 $C_s = 0.002 LL + 0.002 eo^2 - 0.05$

SUGGESTED CORRELATION FOR NORMALLY CONSOLIDATED CLAY LAYERS. (based on Equation 1, 2, and 3), revised in 2015

Konsistensi tanah	Taksiran harga kuat geser undrained (C_u)		Taksiran harga SPT,	Taksiran harga tahanan konus (q_{c1})	
	kPa	ton/ m ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.0	0 – 1.20	0 – 2.0	0 – 7.0	0 – 700
Lunak (soft)	13 – 24	1.30 – 2.4	2.5 – 4	8.0 – 14	700 – 1400
Menengah (medium)	25 – 49	2.5 – 4.9	5 – 8	15 – 29	1500 – 2900
Kaku (stiff)	50 – 99	5.0 – 9.9	9 – 15	30 – 59	3000 – 5900
Sangat kaku (very stiff)	100 – 199	10. – 19.9	16 – 29	60 – 124	5900 – 12400
Keras (hard)	> 200	> 20	> 30	> 125	> 12500



qo t/m ²	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.02	5.80	4.78
13.00	1.18	7.46	6.28
13.30	1.19	7.63	6.44
15.00	1.26	8.56	7.30
17.00	1.34	9.65	8.31
19.00	1.41	10.74	9.33

Memakai Persamaan dari Grafik

Sesuai Hfinal Proyek : 1.239 m
 didapat Sc : 1.239 m
 dengan Hinisial : 8.239 m

STA	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m	B m
87+200	1.24	8.24	7.00	38.0
87+400	1.28	8.68	7.40	39.2
87+800	1.43	9.03	7.60	39.8
88+200	1.45	9.25	7.80	40.4
88+600	1.46	9.46	8.00	41.0

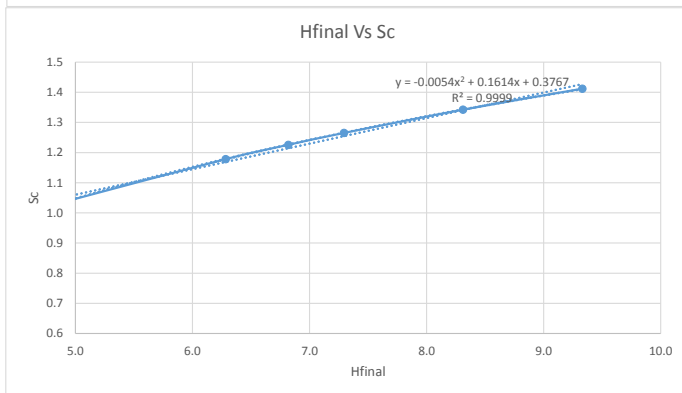
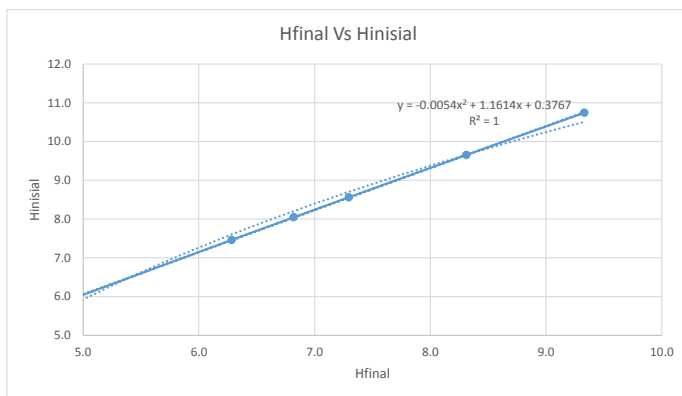
qo t/m ²	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.02	5.80	4.78
13.00	1.18	7.46	6.28
14.06	1.23	8.05	6.82
15.00	1.27	8.56	7.30
17.00	1.34	9.65	8.31
19.00	1.41	10.74	9.33

Memakai Persamaan dari Grafik

Sesuai Hfinal Proyek : 7.4 m

didapat Sc : 1.275 m

dengan Hinisial : 8.675 m



Kedalaman		Tebal lapisan cm	gt t/m3	gsat t/m3	g' t/m3	eo %	Cc	Cs	Cv cm ² /det	Cv ^{0,5} cm/det	H/Cv ^{0,5} detik	
m												
0	1	100	1.30	1.51	0.512	2.09	0.70	0.05	1.236E-04	0.01111715	8995.11203	
1	2	100	1.38	1.57	0.574	1.76	0.56	0.05	1.236E-04	0.01111715	8995.11203	
2	3	100	1.41	1.60	0.595	1.77	0.53	0.04	1.536E-04	0.01239355	8068.7153	
3	4	100	1.42	1.59	0.594	1.76	0.55	0.05	1.536E-04	0.01239355	8068.7153	
4	5	100	1.40	1.57	0.573	1.82	0.59	0.05	2.159E-04	0.01469354	6805.71375	
5	6	100	1.41	1.58	0.582	1.80	0.55	0.04	2.159E-04	0.01469354	6805.71375	
6	7	100	1.41	1.58	0.581	1.78	0.52	0.04	2.233E-04	0.01494155	6692.74481	
7	8	100	1.42	1.58	0.577	1.75	0.55	0.05	2.233E-04	0.01494155	6692.74481	
		800								Σ =	0.10629157	61124.5718

Derajat Konsolidasi (U%)	Faktor Waktu (T _v)	Hdr (cm)	Cv (cm ² /dtk)	t (detik)	t (tahun)
0	0	400	0.00017	0	0
10	0.008			7472426.559	0.23695
20	0.031			28955652.92	0.91818
30	0.071			66317785.71	2.10292
40	0.126			117690718.3	3.73195
50	0.197			184008504	5.83487
60	0.287			268073302.8	8.50055
70	0.403			376423487.9	11.9363
80	0.567			529608232.4	16.7938
90	0.848			792077215.2	25.1166
100	∞	-	-		

Sumber : Braja Das, 1985

Hdr memakai double drainage maka dibagi 2
karena ada tanah pasirnya

$$T_v = \frac{t \cdot C_v}{(H_{dr})^2}$$

$$C_v \text{ gab} = \frac{\sum H^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2}$$

$$C_v \text{ gab} = \frac{\sum H^2}{\left[\frac{H}{\sqrt{C_v \cdot 0.5}} \right]^2}$$

$$= \frac{\sum H^2}{\sum (H/(C_v \cdot 0.5))^2}$$

$$= 0.00017 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$= 0.01036 \text{ m}^2/\text{minggu}$$

$$= 0.54020 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90%

$$t = \frac{T_v 90\% (Hdr)^2}{C_v}$$

$$= 7.92E+08 \text{ detik} = 25.116604 \text{ tahun}$$

Umur Rencana 20 Tahun, maka
membutuhkan percepatan
konsolidasi

PVD POLA PEMASANGAN SEGI TIGA a= 10 cm

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm ² /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm ² /det)
1	1	0.0001	0.0111	89.95	0.000171
2	1	0.0001	0.0111	89.95	
3	1	0.0002	0.0124	80.69	
4	1	0.0002	0.0124	80.69	
5	1	0.0002	0.0147	68.06	
6	1	0.0002	0.0147	68.06	
7	1	0.0002	0.0149	66.93	
8	1	0.0002	0.0149	66.93	

Data tanah

$$Cv \text{ gab} = 1.71296E-08 \text{ m}^2/\text{det} \quad 0.01036$$

$$kh/kv = 3$$

$$Ch \text{ gab} = 5.13889E-08 \text{ m}^2/\text{det} \quad 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik}$$

$$0.031080024$$

Data PVD =

$$a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

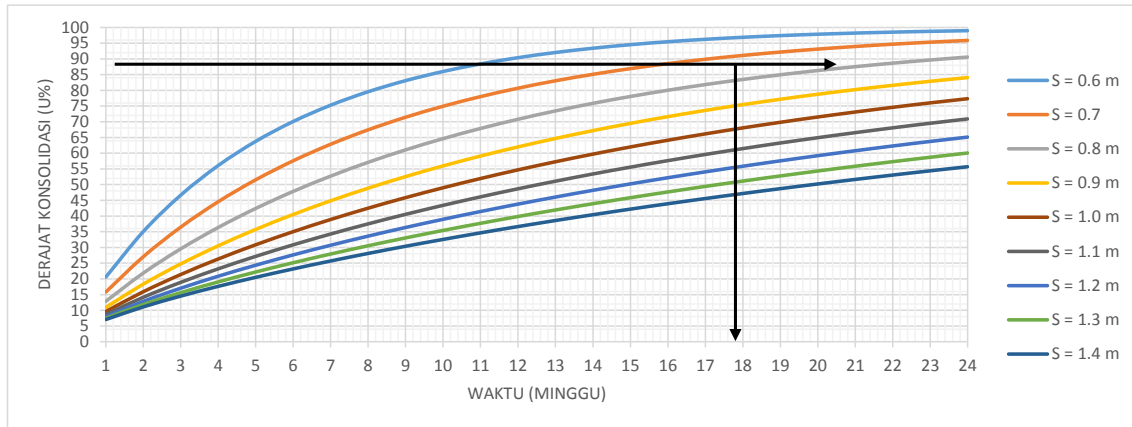
$$b = 0.5 \text{ cm} = 0.005 \text{ m}$$

$$dw = (a+b)/2 = 0.0525 \text{ m}$$

Pola pemasangan segi tiga

$$D = 1.05 S$$

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	dw (m)	n	F(n)
0.6	0.63	0.1	0.005	0.0525	12.000	1.745
0.7	0.735	0.1	0.005	0.0525	14.000	1.897
0.8	0.84	0.1	0.005	0.0525	16.000	2.030
0.9	0.945	0.1	0.005	0.0525	18.000	2.146
1	1.05	0.1	0.005	0.0525	20.000	2.246
1.1	1.155	0.1	0.005	0.0525	22.000	2.341
1.2	1.26	0.1	0.005	0.0525	24.000	2.428
1.3	1.365	0.1	0.005	0.0525	26.000	2.508
1.4	1.47	0.1	0.005	0.0525	28.000	2.582



Pemasangan PVD pola segiempat dengan jarak dengan waktu kosolidasi selama

0.7 m
18 minggu

Derajat konsolidasi Hdr = 4 m

SPASI 0.6 m				
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.1643	20.58
2	3.885E-03	0.0703	0.3016	35.07
3	5.828E-03	0.0861	0.4163	46.66
4	7.770E-03	0.0995	0.5122	56.07
5	9.713E-03	0.1112	0.5924	63.77
6	1.166E-02	0.1218	0.6593	70.08
7	1.360E-02	0.1316	0.7153	75.28
8	1.554E-02	0.1407	0.7621	79.55
9	1.748E-02	0.1492	0.8012	83.08
10	1.943E-02	0.1573	0.8338	86.00
11	2.137E-02	0.1649	0.8611	88.40
12	2.331E-02	0.1723	0.8839	90.39
13	2.525E-02	0.1793	0.9030	92.04
14	2.720E-02	0.1861	0.9189	93.40
15	2.914E-02	0.1926	0.9323	94.53
16	3.108E-02	0.1989	0.9434	95.46
17	3.302E-02	0.2051	0.9527	96.24
18	3.497E-02	0.2110	0.9605	96.88
19	3.691E-02	0.2168	0.9670	97.41
20	3.885E-02	0.2224	0.9724	97.85
21	4.079E-02	0.2279	0.9769	98.22
22	4.274E-02	0.2333	0.9807	98.52
23	4.468E-02	0.2385	0.9839	98.77
24	4.662E-02	0.2436	0.9865	98.98

SPASI 0.7 m				
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.1142	15.83
2	3.885E-03	0.0703	0.2154	27.06
3	5.828E-03	0.0861	0.3050	36.49
4	7.770E-03	0.0995	0.3844	44.56
5	9.713E-03	0.1112	0.4547	51.53
6	1.166E-02	0.1218	0.5170	57.58
7	1.360E-02	0.1316	0.5721	62.84
8	1.554E-02	0.1407	0.6210	67.43
9	1.748E-02	0.1492	0.6643	71.44
10	1.943E-02	0.1573	0.7026	74.94
11	2.137E-02	0.1649	0.7366	78.00
12	2.331E-02	0.1723	0.7667	80.69
13	2.525E-02	0.1793	0.7933	83.04
14	2.720E-02	0.1861	0.8169	85.10
15	2.914E-02	0.1926	0.8378	86.91
16	3.108E-02	0.1989	0.8564	88.49
17	3.302E-02	0.2051	0.8728	89.89
18	3.497E-02	0.2110	0.8873	91.11
19	3.691E-02	0.2168	0.9002	92.18
20	3.885E-02	0.2224	0.9116	93.12
21	4.079E-02	0.2279	0.9217	93.95
22	4.274E-02	0.2333	0.9306	94.68
23	4.468E-02	0.2385	0.9385	95.32
24	4.662E-02	0.2436	0.9456	95.88

SPASI

1 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0490	9.63
2	3.885E-03	0.0703	0.0955	15.92
3	5.828E-03	0.0861	0.1398	21.39
4	7.770E-03	0.0995	0.1820	26.33
5	9.713E-03	0.1112	0.2220	30.85
6	1.166E-02	0.1218	0.2601	35.03
7	1.360E-02	0.1316	0.2964	38.89
8	1.554E-02	0.1407	0.3308	42.49
9	1.748E-02	0.1492	0.3636	45.85
10	1.943E-02	0.1573	0.3948	48.99
11	2.137E-02	0.1649	0.4244	51.93
12	2.331E-02	0.1723	0.4526	54.69
13	2.525E-02	0.1793	0.4794	57.27
14	2.720E-02	0.1861	0.5049	59.70
15	2.914E-02	0.1926	0.5291	61.98
16	3.108E-02	0.1989	0.5522	64.13
17	3.302E-02	0.2051	0.5741	66.14
18	3.497E-02	0.2110	0.5950	68.04
19	3.691E-02	0.2168	0.6148	69.83
20	3.885E-02	0.2224	0.6337	71.51
21	4.079E-02	0.2279	0.6516	73.10
22	4.274E-02	0.2333	0.6687	74.60
23	4.468E-02	0.2385	0.6849	76.01
24	4.662E-02	0.2436	0.7003	77.33

SPASI

1.1 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0390	8.68
2	3.885E-03	0.0703	0.0765	14.15
3	5.828E-03	0.0861	0.1126	18.90
4	7.770E-03	0.0995	0.1472	23.20
5	9.713E-03	0.1112	0.1805	27.16
6	1.166E-02	0.1218	0.2125	30.84
7	1.360E-02	0.1316	0.2432	34.28
8	1.554E-02	0.1407	0.2727	37.50
9	1.748E-02	0.1492	0.3011	40.54
10	1.943E-02	0.1573	0.3284	43.40
11	2.137E-02	0.1649	0.3546	46.11
12	2.331E-02	0.1723	0.3798	48.66
13	2.525E-02	0.1793	0.4040	51.09
14	2.720E-02	0.1861	0.4273	53.38
15	2.914E-02	0.1926	0.4496	55.56
16	3.108E-02	0.1989	0.4711	57.63
17	3.302E-02	0.2051	0.4917	59.59
18	3.497E-02	0.2110	0.5116	61.46
19	3.691E-02	0.2168	0.5306	63.24
20	3.885E-02	0.2224	0.5489	64.93
21	4.079E-02	0.2279	0.5665	66.53
22	4.274E-02	0.2333	0.5835	68.06
23	4.468E-02	0.2385	0.5997	69.52
24	4.662E-02	0.2436	0.6153	70.91

SPASI 0.8 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0832	12.87
2	3.885E-03	0.0703	0.1594	21.85
3	5.828E-03	0.0861	0.2293	29.57
4	7.770E-03	0.0995	0.2934	36.37
5	9.713E-03	0.1112	0.3521	42.42
6	1.166E-02	0.1218	0.4060	47.84
7	1.360E-02	0.1316	0.4554	52.71
8	1.554E-02	0.1407	0.5007	57.09
9	1.748E-02	0.1492	0.5422	61.05
10	1.943E-02	0.1573	0.5803	64.63
11	2.137E-02	0.1649	0.6152	67.86
12	2.331E-02	0.1723	0.6472	70.80
13	2.525E-02	0.1793	0.6765	73.45
14	2.720E-02	0.1861	0.7034	75.86
15	2.914E-02	0.1926	0.7281	78.04
16	3.108E-02	0.1989	0.7507	80.03
17	3.302E-02	0.2051	0.7714	81.83
18	3.497E-02	0.2110	0.7904	83.46
19	3.691E-02	0.2168	0.8078	84.95
20	3.885E-02	0.2224	0.8238	86.30
21	4.079E-02	0.2279	0.8385	87.53
22	4.274E-02	0.2333	0.8519	88.64
23	4.468E-02	0.2385	0.8642	89.66
24	4.662E-02	0.2436	0.8755	90.58

SPASI 0.9 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0628	10.94
2	3.885E-03	0.0703	0.1217	18.34
3	5.828E-03	0.0861	0.1768	24.77
4	7.770E-03	0.0995	0.2285	30.53
5	9.713E-03	0.1112	0.2770	35.74
6	1.166E-02	0.1218	0.3224	40.49
7	1.360E-02	0.1316	0.3649	44.85
8	1.554E-02	0.1407	0.4048	48.85
9	1.748E-02	0.1492	0.4422	52.54
10	1.943E-02	0.1573	0.4772	55.95
11	2.137E-02	0.1649	0.5101	59.09
12	2.331E-02	0.1723	0.5408	61.99
13	2.525E-02	0.1793	0.5697	64.68
14	2.720E-02	0.1861	0.5967	67.18
15	2.914E-02	0.1926	0.6220	69.48
16	3.108E-02	0.1989	0.6458	71.62
17	3.302E-02	0.2051	0.6680	73.61
18	3.497E-02	0.2110	0.6889	75.45
19	3.691E-02	0.2168	0.7084	77.16
20	3.885E-02	0.2224	0.7267	78.75
21	4.079E-02	0.2279	0.7439	80.23
22	4.274E-02	0.2333	0.7600	81.60
23	4.468E-02	0.2385	0.7750	82.87
24	4.662E-02	0.2436	0.7892	84.05

SPASI 1.2 m				
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0317	7.99
2	3.885E-03	0.0703	0.0625	12.84
3	5.828E-03	0.0861	0.0922	17.04
4	7.770E-03	0.0995	0.1210	20.85
5	9.713E-03	0.1112	0.1489	24.36
6	1.166E-02	0.1218	0.1759	27.63
7	1.360E-02	0.1316	0.2021	30.71
8	1.554E-02	0.1407	0.2274	33.61
9	1.748E-02	0.1492	0.2519	36.35
10	1.943E-02	0.1573	0.2757	38.96
11	2.137E-02	0.1649	0.2987	41.43
12	2.331E-02	0.1723	0.3209	43.79
13	2.525E-02	0.1793	0.3425	46.04
14	2.720E-02	0.1861	0.3633	48.18
15	2.914E-02	0.1926	0.3835	50.23
16	3.108E-02	0.1989	0.4031	52.18
17	3.302E-02	0.2051	0.4220	54.06
18	3.497E-02	0.2110	0.4404	55.85
19	3.691E-02	0.2168	0.4582	57.56
20	3.885E-02	0.2224	0.4753	59.20
21	4.079E-02	0.2279	0.4920	60.78
22	4.274E-02	0.2333	0.5081	62.29
23	4.468E-02	0.2385	0.5237	63.73
24	4.662E-02	0.2436	0.5388	65.12

SPASI 1.3 m				
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0263	7.47
2	3.885E-03	0.0703	0.0518	11.85
3	5.828E-03	0.0861	0.0767	15.62
4	7.770E-03	0.0995	0.1009	19.04
5	9.713E-03	0.1112	0.1245	22.19
6	1.166E-02	0.1218	0.1475	25.14
7	1.360E-02	0.1316	0.1699	27.91
8	1.554E-02	0.1407	0.1917	30.54
9	1.748E-02	0.1492	0.2129	33.04
10	1.943E-02	0.1573	0.2336	35.41
11	2.137E-02	0.1649	0.2537	37.68
12	2.331E-02	0.1723	0.2733	39.85
13	2.525E-02	0.1793	0.2924	41.93
14	2.720E-02	0.1861	0.3110	43.92
15	2.914E-02	0.1926	0.3290	45.83
16	3.108E-02	0.1989	0.3467	47.66
17	3.302E-02	0.2051	0.3638	49.43
18	3.497E-02	0.2110	0.3805	51.12
19	3.691E-02	0.2168	0.3968	52.75
20	3.885E-02	0.2224	0.4126	54.32
21	4.079E-02	0.2279	0.4280	55.84
22	4.274E-02	0.2333	0.4430	57.30
23	4.468E-02	0.2385	0.4577	58.70
24	4.662E-02	0.2436	0.4719	60.06

PVD POLA PEMASANGAN SEGI EMPAT a= 10 cm

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm ² /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm ² /det)
1	1	0.0001	0.0111	89.95	0.000171
2	1	0.0001	0.0111	89.95	
3	1	0.0002	0.0124	80.69	
4	1	0.0002	0.0124	80.69	
5	1	0.0002	0.0147	68.06	
6	1	0.0002	0.0147	68.06	
7	1	0.0002	0.0149	66.93	
8	1	0.0002	0.0149	66.93	

Data tanah

$$Cv \text{ gab} = 1.71296E-08 \text{ m}^2/\text{det}$$

$$kh/kv = 3$$

$$Ch \text{ gab} = 5.13889E-08 \text{ m}^2/\text{det} \quad 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik}$$

Data PVD =

$$a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

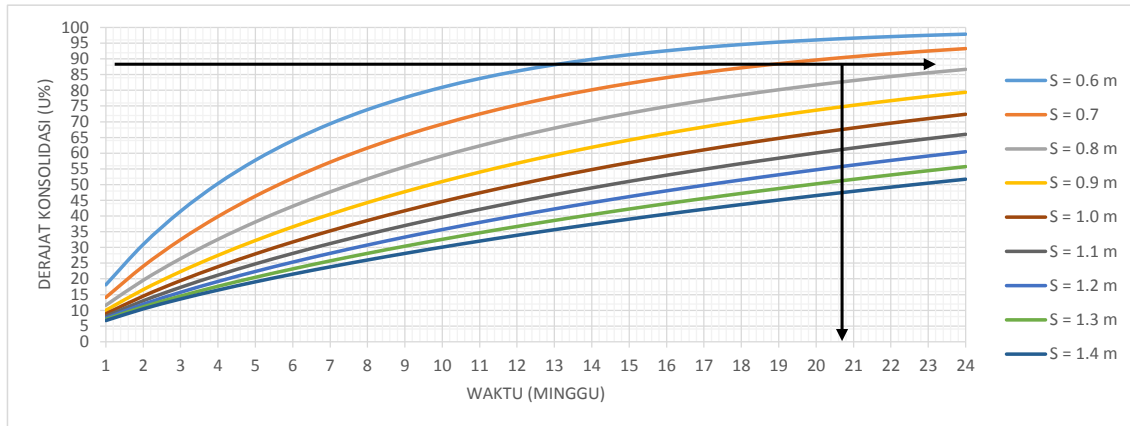
$$b = 0.5 \text{ cm} = 0.005 \text{ m}$$

$$dw = (a+b)/2 = 0.0525 \text{ m}$$

Pola pemasangan segi empat

$$D = 1.13 \text{ S}$$

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	dw (m)	n	F(n)
0.6	0.678	0.1	0.005	0.0525	12.914	1.818
0.7	0.791	0.1	0.005	0.0525	15.067	1.970
0.8	0.904	0.1	0.005	0.0525	17.219	2.102
0.9	1.017	0.1	0.005	0.0525	19.371	2.219
1	1.13	0.1	0.005	0.0525	21.524	2.319
1.1	1.243	0.1	0.005	0.0525	23.676	2.414
1.2	1.356	0.1	0.005	0.0525	25.829	2.501
1.3	1.469	0.1	0.005	0.0525	27.981	2.582
1.4	1.582	0.1	0.005	0.0525	30.133	2.656



Pemasangan PVD pola segiempat dengan jarak dengan waktu kosolidasi selama

0.7 m
21 minggu Dipilih

SPASI		0.8 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	1.943E-03	0.0497	0.0698	11.61	
2	3.885E-03	0.0703	0.1347	19.56	
3	5.828E-03	0.0861	0.1951	26.45	
4	7.770E-03	0.0995	0.2513	32.58	
5	9.713E-03	0.1112	0.3036	38.10	
6	1.166E-02	0.1218	0.3522	43.11	
7	1.360E-02	0.1316	0.3974	47.67	
8	1.554E-02	0.1407	0.4395	51.83	
9	1.748E-02	0.1492	0.4786	55.64	
10	1.943E-02	0.1573	0.5150	59.13	
11	2.137E-02	0.1649	0.5489	62.33	
12	2.331E-02	0.1723	0.5804	65.27	
13	2.525E-02	0.1793	0.6097	67.96	
14	2.720E-02	0.1861	0.6369	70.45	
15	2.914E-02	0.1926	0.6622	72.73	
16	3.108E-02	0.1989	0.6858	74.83	
17	3.302E-02	0.2051	0.7078	76.77	
18	3.497E-02	0.2110	0.7282	78.55	
19	3.691E-02	0.2168	0.7471	80.20	
20	3.885E-02	0.2224	0.7648	81.71	
21	4.079E-02	0.2279	0.7812	83.11	
22	4.274E-02	0.2333	0.7965	84.40	
23	4.468E-02	0.2385	0.8107	85.58	
24	4.662E-02	0.2436	0.8239	86.68	

SPASI		0.9 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	1.943E-03	0.0497	0.0527	9.98	
2	3.885E-03	0.0703	0.1027	16.58	
3	5.828E-03	0.0861	0.1500	22.32	
4	7.770E-03	0.0995	0.1948	27.49	
5	9.713E-03	0.1112	0.2373	32.21	
6	1.166E-02	0.1218	0.2775	36.55	
7	1.360E-02	0.1316	0.3156	40.56	
8	1.554E-02	0.1407	0.3517	44.29	
9	1.748E-02	0.1492	0.3858	47.75	
10	1.943E-02	0.1573	0.4182	50.97	
11	2.137E-02	0.1649	0.4489	53.98	
12	2.331E-02	0.1723	0.4780	56.79	
13	2.525E-02	0.1793	0.5055	59.42	
14	2.720E-02	0.1861	0.5316	61.87	
15	2.914E-02	0.1926	0.5563	64.17	
16	3.108E-02	0.1989	0.5797	66.33	
17	3.302E-02	0.2051	0.6018	68.35	
18	3.497E-02	0.2110	0.6228	70.24	
19	3.691E-02	0.2168	0.6427	72.02	
20	3.885E-02	0.2224	0.6615	73.68	
21	4.079E-02	0.2279	0.6794	75.25	
22	4.274E-02	0.2333	0.6963	76.71	
23	4.468E-02	0.2385	0.7123	78.09	
24	4.662E-02	0.2436	0.7275	79.39	

SPASI		1.2 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	1.943E-03	0.0497	0.0267	7.51	
2	3.885E-03	0.0703	0.0526	11.93	
3	5.828E-03	0.0861	0.0779	15.73	
4	7.770E-03	0.0995	0.1025	19.17	
5	9.713E-03	0.1112	0.1264	22.36	
6	1.166E-02	0.1218	0.1497	25.33	
7	1.360E-02	0.1316	0.1724	28.13	
8	1.554E-02	0.1407	0.1944	30.78	
9	1.748E-02	0.1492	0.2159	33.29	
10	1.943E-02	0.1573	0.2368	35.69	
11	2.137E-02	0.1649	0.2572	37.97	
12	2.331E-02	0.1723	0.2770	40.16	
13	2.525E-02	0.1793	0.2963	42.25	
14	2.720E-02	0.1861	0.3150	44.25	
15	2.914E-02	0.1926	0.3333	46.17	
16	3.108E-02	0.1989	0.3511	48.02	
17	3.302E-02	0.2051	0.3684	49.79	
18	3.497E-02	0.2110	0.3852	51.49	
19	3.691E-02	0.2168	0.4016	53.13	
20	3.885E-02	0.2224	0.4176	54.71	
21	4.079E-02	0.2279	0.4331	56.23	
22	4.274E-02	0.2333	0.4482	57.69	
23	4.468E-02	0.2385	0.4629	59.10	
24	4.662E-02	0.2436	0.4773	60.46	

SPASI		1.3 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	1.943E-03	0.0497	0.0221	7.07	
2	3.885E-03	0.0703	0.0437	11.09	
3	5.828E-03	0.0861	0.0648	14.53	
4	7.770E-03	0.0995	0.0854	17.64	
5	9.713E-03	0.1112	0.1056	20.50	
6	1.166E-02	0.1218	0.1253	23.19	
7	1.360E-02	0.1316	0.1446	25.72	
8	1.554E-02	0.1407	0.1635	28.12	
9	1.748E-02	0.1492	0.1820	30.40	
10	1.943E-02	0.1573	0.2000	32.58	
11	2.137E-02	0.1649	0.2177	34.67	
12	2.331E-02	0.1723	0.2349	36.67	
13	2.525E-02	0.1793	0.2518	38.60	
14	2.720E-02	0.1861	0.2683	40.45	
15	2.914E-02	0.1926	0.2845	42.23	
16	3.108E-02	0.1989	0.3003	43.95	
17	3.302E-02	0.2051	0.3157	45.60	
18	3.497E-02	0.2110	0.3308	47.20	
19	3.691E-02	0.2168	0.3456	48.74	
20	3.885E-02	0.2224	0.3600	50.24	
21	4.079E-02	0.2279	0.3741	51.68	
22	4.274E-02	0.2333	0.3880	53.07	
23	4.468E-02	0.2385	0.4015	54.42	
24	4.662E-02	0.2436	0.4147	55.73	

Derajat konsolidasi Hdr = 4 m

SPASI 0.6 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.1382	18.11
2	3.885E-03	0.0703	0.2574	30.96
3	5.828E-03	0.0861	0.3600	41.52
4	7.770E-03	0.0995	0.4485	50.34
5	9.713E-03	0.1112	0.5247	57.76
6	1.166E-02	0.1218	0.5904	64.03
7	1.360E-02	0.1316	0.6471	69.35
8	1.554E-02	0.1407	0.6959	73.86
9	1.748E-02	0.1492	0.7379	77.70
10	1.943E-02	0.1573	0.7741	80.97
11	2.137E-02	0.1649	0.8054	83.75
12	2.331E-02	0.1723	0.8323	86.12
13	2.525E-02	0.1793	0.8555	88.14
14	2.720E-02	0.1861	0.8754	89.86
15	2.914E-02	0.1926	0.8927	91.33
16	3.108E-02	0.1989	0.9075	92.59
17	3.302E-02	0.2051	0.9203	93.66
18	3.497E-02	0.2110	0.9313	94.58
19	3.691E-02	0.2168	0.9408	95.36
20	3.885E-02	0.2224	0.9490	96.03
21	4.079E-02	0.2279	0.9560	96.61
22	4.274E-02	0.2333	0.9621	97.10
23	4.468E-02	0.2385	0.9674	97.51
24	4.662E-02	0.2436	0.9719	97.87

SPASI 0.7 m

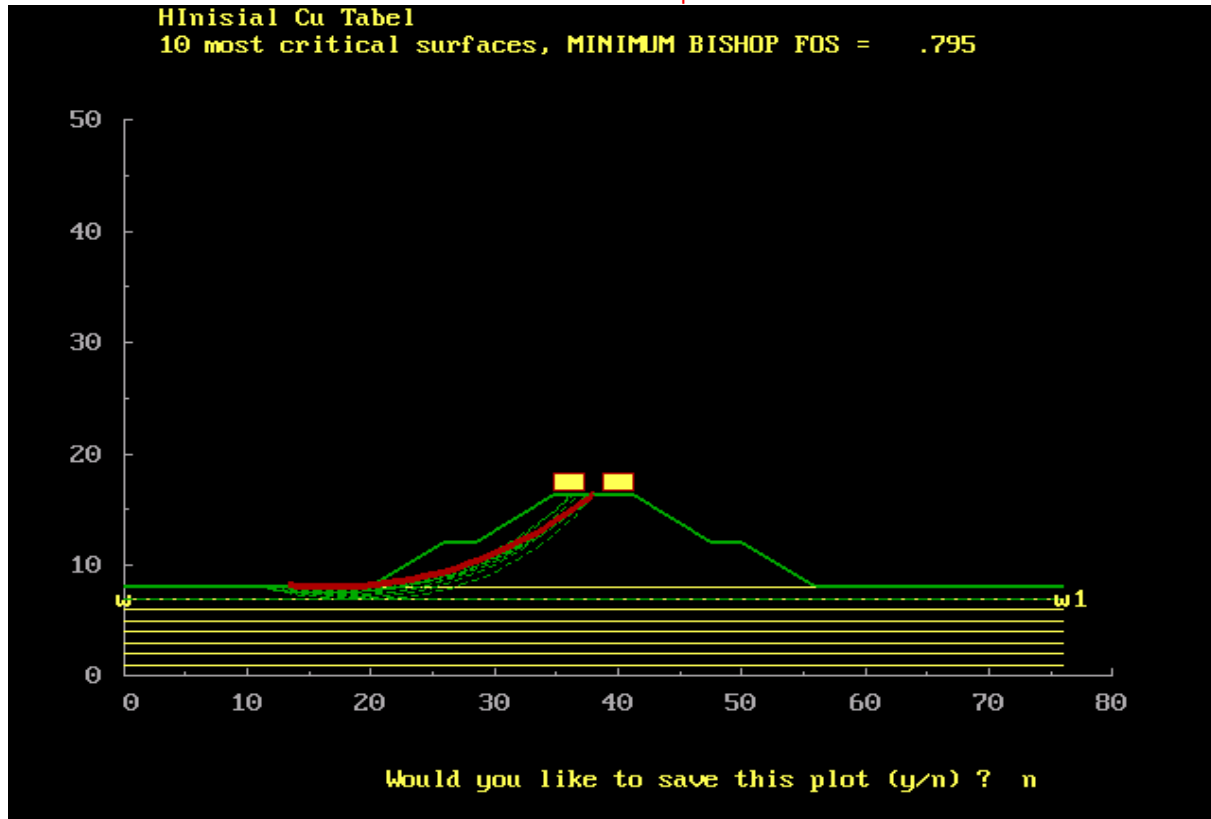
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0959	14.09
2	3.885E-03	0.0703	0.1827	24.02
3	5.828E-03	0.0861	0.2611	32.47
4	7.770E-03	0.0995	0.3320	39.84
5	9.713E-03	0.1112	0.3961	46.32
6	1.166E-02	0.1218	0.4540	52.05
7	1.360E-02	0.1316	0.5064	57.13
8	1.554E-02	0.1407	0.5537	61.65
9	1.748E-02	0.1492	0.5966	65.67
10	1.943E-02	0.1573	0.6353	69.26
11	2.137E-02	0.1649	0.6703	72.46
12	2.331E-02	0.1723	0.7019	75.32
13	2.525E-02	0.1793	0.7305	77.88
14	2.720E-02	0.1861	0.7563	80.17
15	2.914E-02	0.1926	0.7797	82.21
16	3.108E-02	0.1989	0.8009	84.05
17	3.302E-02	0.2051	0.8200	85.69
18	3.497E-02	0.2110	0.8372	87.16
19	3.691E-02	0.2168	0.8528	88.47
20	3.885E-02	0.2224	0.8670	89.66
21	4.079E-02	0.2279	0.8797	90.71
22	4.274E-02	0.2333	0.8913	91.66
23	4.468E-02	0.2385	0.9017	92.51
24	4.662E-02	0.2436	0.9111	93.28

SPASI		1 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)					(%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0411	8.88	
2	3.885E-03	0.0703	0.0805	14.52	
3	5.828E-03	0.0861	0.1183	19.43	
4	7.770E-03	0.0995	0.1546	23.87	
5	9.713E-03	0.1112	0.1893	27.95	
6	1.166E-02	0.1218	0.2227	31.74	
7	1.360E-02	0.1316	0.2546	35.27	
8	1.554E-02	0.1407	0.2853	38.58	
9	1.748E-02	0.1492	0.3147	41.69	
10	1.943E-02	0.1573	0.3428	44.62	
11	2.137E-02	0.1649	0.3698	47.38	
12	2.331E-02	0.1723	0.3958	49.99	
13	2.525E-02	0.1793	0.4206	52.45	
14	2.720E-02	0.1861	0.4444	54.78	
15	2.914E-02	0.1926	0.4673	56.99	
16	3.108E-02	0.1989	0.4892	59.08	
17	3.302E-02	0.2051	0.5102	61.06	
18	3.497E-02	0.2110	0.5303	62.94	
19	3.691E-02	0.2168	0.5496	64.72	
20	3.885E-02	0.2224	0.5681	66.42	
21	4.079E-02	0.2279	0.5859	68.03	
22	4.274E-02	0.2333	0.6029	69.55	
23	4.468E-02	0.2385	0.6192	71.00	
24	4.662E-02	0.2436	0.6349	72.38	

SPASI		1.1 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)					(%)
1	1.943E-03	0.0497	0.0328	8.09	
2	3.885E-03	0.0703	0.0645	13.03	
3	5.828E-03	0.0861	0.0951	17.31	
4	7.770E-03	0.0995	0.1248	21.19	
5	9.713E-03	0.1112	0.1535	24.76	
6	1.166E-02	0.1218	0.1812	28.10	
7	1.360E-02	0.1316	0.2081	31.23	
8	1.554E-02	0.1407	0.2340	34.18	
9	1.748E-02	0.1492	0.2591	36.97	
10	1.943E-02	0.1573	0.2834	39.61	
11	2.137E-02	0.1649	0.3069	42.12	
12	2.331E-02	0.1723	0.3296	44.51	
13	2.525E-02	0.1793	0.3516	46.79	
14	2.720E-02	0.1861	0.3728	48.95	
15	2.914E-02	0.1926	0.3934	51.02	
16	3.108E-02	0.1989	0.4133	53.00	
17	3.302E-02	0.2051	0.4325	54.89	
18	3.497E-02	0.2110	0.4511	56.69	
19	3.691E-02	0.2168	0.4691	58.42	
20	3.885E-02	0.2224	0.4865	60.07	
21	4.079E-02	0.2279	0.5033	61.65	
22	4.274E-02	0.2333	0.5196	63.17	
23	4.468E-02	0.2385	0.5354	64.62	
24	4.662E-02	0.2436	0.5506	66.01	

H Inisial = 8.2387 m Cu Lama

Perlu perbaikan Xstable



XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Surface Boundary

Segment Number	x-left (meters)	y-left (meters)	x-right (meters)	y-right (meters)	Soil Unit
1	.0	8.0	20.0	8.0	2
2	20.0	8.0	26.0	12.0	1
3	26.0	12.0	28.5	12.0	1
4	28.5	12.0	34.8	16.2	1
5	34.8	16.2	41.2	16.2	1
6	41.2	16.2	47.5	12.0	1
7	47.5	12.0	50.0	12.0	1
8	50.0	12.0	56.0	8.0	1
9	56.0	8.0	76.0	8.0	2

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Soil Property Data

Soil Unit	UNIT WEIGHT		STRENGTH		Water Surface Index	Type of Strength
	Moist (kN/m ³)	Saturated (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (deg)		
1	18.0	18.0	.0	16.80	0	ISO, Conven M-C
2	13.0	15.1	27.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
3	13.8	15.7	27.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
4	14.1	15.9	29.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
5	14.2	15.9	29.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
6	14.0	15.7	32.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
7	14.1	15.8	32.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
8	14.1	15.8	50.0	16.80	1	ISO, Conven M-C

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

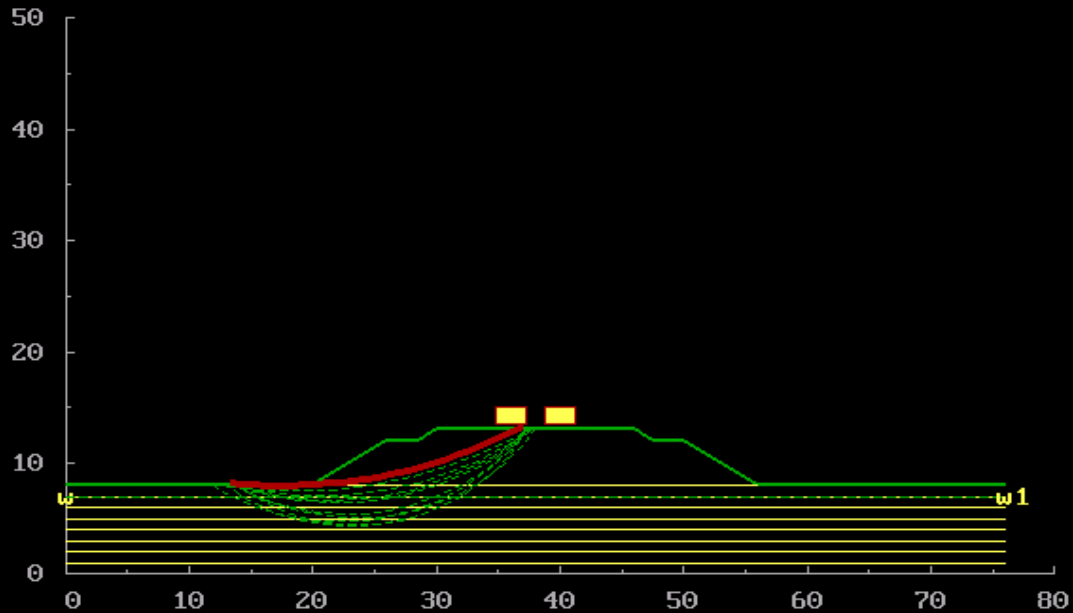
Editing

H Critical =

5 m Cu Baru

HCritical Cu Tabel

10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.236



Would you like to save this plot (y/n) ? n

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Surface Boundary

Segment Number	x-left (meters)	y-left (meters)	x-right (meters)	y-right (meters)	Soil Unit
1	.0	8.0	20.0	8.0	2
2	20.0	8.0	26.0	12.0	1
3	26.0	12.0	28.5	12.0	1
4	28.5	12.0	30.0	13.0	1
5	30.0	13.0	46.0	13.0	1
6	46.0	13.0	47.5	12.0	1
7	47.5	12.0	50.0	12.0	1
8	50.0	12.0	56.0	8.0	1
9	56.0	8.0	76.0	8.0	2

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Soil Property Data

Soil Unit	UNIT WEIGHT		STRENGTH		Water Surface Index	Type of Strength
	Moist (kN/m ³)	Saturated (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (deg)		
1	18.0	18.0	.0	16.80	0	ISO, Conven M-C
2	13.0	15.1	27.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
3	13.8	15.7	27.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
4	14.1	15.9	29.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
5	14.2	15.9	29.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
6	14.0	15.7	32.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
7	14.1	15.8	32.0	16.80	1	ISO, Conven M-C
8	14.1	15.8	50.0	16.80	1	ISO, Conven M-C

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

XSTABL File: 87200 7/6/2016 22:06

```

*****
* X S T A B L E M O *
* Slope Stability Analysis *
* using the of Slices *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc. *
* Moscow, ID 83843, U.S.A. *
* All Rights Reserved *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****

```

Problem Description : STA 87+200

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES		Soil Below	Unit Segment	Line
						0
						8 0,8
						23
						8 23,8
						23
						8 23,8
						23.1
						10 23.1,10
						23.1
						10 23.1,10
						26.1
						12 26.1,12
						26.1
						12 26.1,12
						28.6
						12 28.6,12
						28.6
						12 28.6,12
						33.1
						15 33.1,15
						33.1
						15 33.1,15
						45.1
						15 45.1,15
						45.1
						15 45.1,15
						49.6
						12 49.6,12
						49.6
						12 49.6,12
						52.1
						12 52.1,12
						52.1
						12 52.1,12
						58.1
						8 58.1,8
						58.1
						8 58.1,8
						78.1
						8 78.1,8
						Close

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES		Soil Below	Unit Segment	Line
						0
						8 0,8
						23
						8 23,8
						23
						8 23,8
						23.1
						10 23.1,10
						23.1
						10 23.1,10
						26.1
						12 26.1,12
						26.1
						12 26.1,12
						28.6
						12 28.6,12
						28.6
						12 28.6,12
						33.1
						15 33.1,15
						33.1
						15 33.1,15
						45.1
						15 45.1,15
						45.1
						15 45.1,15
						49.6
						12 49.6,12
						49.6
						12 49.6,12
						52.1
						12 52.1,12
						52.1
						12 52.1,12
						58.1
						8 58.1,8
						58.1
						8 58.1,8
						78.1
						8 78.1,8
						Close

ISOTROPIC	Soil	Parameters						
9 Soil		unit(s)	specified					
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m ³)	Weight Sat. (kN/m ³)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.	
1	18	18	0	14	0	0	0	
2	13	15.1	27	14	0	0	1	
3	13.8	15.7	27	14	0	0	1	
4	14.1	15.9	29	14	0	0	1	
5	14.2	15.9	29	14	0	0	1	
6	14	15.7	32	14	0	0	1	
7	14.1	15.8	32	14	0	0	1	
8	14.1	15.8	50	14	0	0	1	
9	14.2	15.7	50	14	0	0	1	

1 Water surface(s) have been specified
 Unit weight of water = 9.81 (kN/m3)
 Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)	
1	0	7	
2	76	7	

 BOUNDARY LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1		34.1	38.6	240
2		39.6	44.1	240

NOTE force - acting Intensity on is a specified HORIZONTALLY as projected a surface. uniformly distributed

A technique critical for failure generating surface CIRCULAR searching surfaces method, has using been a random
 100 trial surfaces will be generated and analyzed.

along and 10 Surfaces the x initiate ground = from surface each between 18 m of x = 10 points 12 m equally spaced

Each and surface x terminates = between x 39 m = 33.1 m

Unless at further which limitations a were surface imposed, extends the is minimum y elevation = 0 m

* * * * * DEFAULT SEGMENT LENGTH SELECTED BY XSTABL *
 1 m line segments define each trial failure surface.

 ANGULAR RESTRICTIONS

The within first the segment angular of range each defined failure by surface : will be inclined
 Lower Upper angular angular limit limit := := (slope -45 degrees angle - 5,0) degrees

 -- WARNING -- WARNING -- (# 48)

 Negative effective stresses were calculated at the base of slices a slice self
 This warning is usually reported for c where strength by reducing parameter. In the low such c value.

 cases, and a effect can high only be eliminated by zero

USER SELECTED option to maintain strength greater than zero

Factors of safety have been calculated by the :
 * * * * * SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * * *

The is	most specified	critical by	circular	failure coordinate	surface points
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line		
1	18	18	8 18,8		
2	18.99	7.86	18.99,7.86		
3	19.99	7.77	19.99,7.77		
4	20.99	7.74	20.99,7.74		
5	21.99	7.75	21.99,7.75		
6	22.98	7.82	22.98,7.82		
7	23.98	7.94	23.98,7.94		
8	24.96	8.11	24.96,8.11		
9	25.94	8.33	25.94,8.33		
10	26.9	8.6	26.9,8.6		
11	27.85	8.91	27.85,8.91		
12	28.78	9.28	28.78,9.28		
13	29.69	9.7	29.69,9.7		
14	30.58	10.16	30.58,10.16		
15	31.44	10.67	31.44,10.67		
16	32.27	11.22	32.27,11.22		
17	33.08	11.81	33.08,11.81		
18	33.85	12.44	33.85,12.44		
19	34.59	13.11	34.59,13.11		
20	35.3	13.82	35.3,13.82		
21	35.96	14.57	35.96,14.57		
22	36.31	15	36.31,15		
			Close		

**** Simplified BISHOP FOS = 0.731 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces	Problem Description :	STA	87+200						
FOS (BISHOP) (m)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)	Resisting			
1	0.731	21.19	27.12	19.38	18	36.31	9.22E+03		
2	0.751	19.56	32.09	24.35	16	36.91	1.27E+04		
3	0.774	22.1	28.15	20.87	16.67	38.31	1.68E+04		
4	0.779	21.15	30.09	22.68	16	38.08	1.70E+04		
5	0.793	19.68	34.58	27.05	14.67	38.34	1.99E+04		
6	0.801	23.71	23.99	17.22	17.33	38.39	1.60E+04		
7	0.803	20.19	31.22	23.72	15.33	37.49	1.59E+04		
8	0.805	22.91	25.64	18.71	16.67	38.3	1.67E+04		
9	0.806	19.66	36.33	28.77	14.67	38.96	2.17E+04		
10	0.807	21.92	29.48	22.28	16	38.85	1.93E+04		

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

XSTABL File: 87200KN 7/9/2016 5:08

*	X	S	T	A	B	L	D	E	M	O	*
*	*										
*	Slope	Stability	Analysis	*							
*	using	the	*								
*	Method	of	Slices	*							
*	*										
*	Copyright	(C)	1992 -				2014 *				
*	Interactive	Software	Designs,	Inc.	*						
*	Moscow,	ID	83843,	U.S.A.	*						
*	*										
*	All	Rights	Reserved	*							
*	*										
*	Ver.		5,209	96 -			2999 *				

Problem Description : STA 87+200 Kanan

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES						Line
								0
								8 0,8
								20
								8 20,8
								20
								8 20,8
								26
								12 26,12
								26
								12 25,12
								28.5
								12 28.5,12
								28.5
								12 28.5,12
								33
								15 33,15
								33
								15 33,15
								45
								15 45,15
								45
								15 45,15
								49.5
								12 49.5,12
								49.5
								12 49.5,12
								52
								12 52,12
								52
								12 52,12
								55
								10 55,10
								55
								10 55,10
								55.1
								8 55.1,8
								55.1
								8 55.1,8
								78.1
								8 78.1,8
								Close

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment		
1	0	8	20	8	2	33	15 33,15	
2	20	8	26	12	1	45	15 45,15	
3	26	12	28.5	12	1	45	15 45,15	
4	28.5	12	33	15	1	49.5	12 49.5,12	
5	33	15	45	15	1	49.5	12 49.5,12	
6	45	15	49.5	12	1	52	12 52,12	
7	49.5	12	52	12	1	52	12 52,12	
8	52	12	55	10	1	55	10 55,10	
9	55	10	55.1	8	1	55	10 55,10	
10	55.1	8	78.1	8	2	55.1	8 55.1,8	
						55.1	8 55.1,8	
						78.1	8 78.1,8	
							Close	

ISOTROPIC Soil	Parameters							
9 Soil	unit(s)	specified						
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m3)	Weight Sat. (kN/m3)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.	
1	18	18	18	0	14	0	0	0
2	13	15.1	15.1	27	14	0	0	1
3	13.8	15.7	15.7	27	14	0	0	1
4	14.1	15.9	15.9	29	14	0	0	1
5	14.2	15.9	15.9	29	14	0	0	1
6	14	15.7	15.7	32	14	0	0	1
7	14.1	15.8	15.8	32	14	0	0	1
8	14.1	15.8	15.8	50	14	0	0	1
9	14.2	15.7	15.7	50	14	0	0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 9.81 (kN/m3)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)	z
1	0	7	
2	76	7	

 BOUNDARY LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)	z
1		34.1	38.6	240	0
2		39.6	44.1	240	0

NOTE force acting on surface is specified as a HORIZONTALLY projected surface. uniformly distributed

A critical failure surface generating CIRCULAR searching surfaces method, has been a random

100 trial surfaces will be generated and analyzed.

along and 10 Surfaces the x initiate ground = from surface each between 18 m of x = 10 points 12 m equally spaced

Each and surface x terminates = between x 39 m = 33.1 m

Unless at further which limitations a were surface imposed, extends the is minimum y elevation = 0 m

* * * * * DEFAULT SEGMENT LENGTH SELECTED BY XSTABL *

1 m line segments define each trial failure surface.

 ANGULAR RESTRICTIONS

The within first the segment angular of range each defined failure by surface : will be inclined

Lower Upper angular angular limit limit := := -45 degrees angle - 5.0) degrees

 -- WARNING -- WARNING -- (# 48)

Negative effective stresses were calculated at for c be the cases shear eliminated base where strength by of slices parameter. reducing a have In the slice. low such self value.

USER	SELECTED	option	to	maintain	strength	greater	than	zero				
Factors	of	safety	have	been	calculated	by	the	:				
*	*	*	*	*	SIMPLIFIED	BISHOP	METHOD	*	*	*	*	*
The is	most specified	critical by	circular	failure coordinate	surface points							
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line	24								
1	16.67	16.67	8 16.67,8									
2	17.66	17.66	7.9 17.66,7.9									
3	18.66	18.66	7.85 18.66,7.85									
4	19.66	19.66	7.83 19.66,7.83									
5	20.66	20.66	7.86 20.66,7.86									
6	21.66	21.66	7.92 21.66,7.92									
7	22.65	22.65	8.03 22.65,8.03									
8	23.64	23.64	8.18 23.64,8.18									
9	24.62	24.62	8.37 24.62,8.37									
10	25.6	25.6	8.59 25.6,8.59									
11	26.56	26.56	8.86 26.56,8.86									
12	27.51	27.51	9.17 27.51,9.17									
13	28.45	28.45	9.51 28.45,9.51									
14	29.38	29.38	9.89 29.38,9.89									
15	30.28	30.28	10.31 30.28,10.31									
16	31.17	31.17	10.77 31.17,10.77									
17	32.04	32.04	11.26 32.04,11.26									
18	32.89	32.89	11.79 32.89,11.79									
19	33.72	33.72	12.35 33.72,12.35									
20	34.52	34.52	12.95 34.52,12.95									
21	35.3	35.3	13.57 35.3,13.57									
22	36.06	36.06	14.23 36.06,14.23									
23	36.78	36.78	14.92 36.78,14.92									
24	36.86	36.86	15 36.86,15									
			Close									
****	Simplified	BISHOP	FOS	=		0.71	****					
The following	is	a	summary	of	the	TEN	most	critical	surfaces			
Problem	Description	:	STA	87+200	Kanan	Resisting						
FOS (BISHOP) (m)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)							
1	0.71	19.53	32.36	24.53	16.67	36.86	1.19E+04					
2	0.774	22.55	27.27	19.96	17.33	38.29	1.62E+04					
3	0.782	19.85	33.6	25.99	15.33	38	1.80E+04					
4	0.805	22.37	28.6	21.37	16.67	38.85	1.86E+04					
5	0.809	24.13	23.33	16.51	18	38.38	1.55E+04					
6	0.821	22.91	25.64	18.71	16.67	38.3	1.71E+04					
7	0.825	22.76	27.6	20.53	16.67	38.97	1.88E+04					
8	0.841	23.14	26.48	19.58	16.67	39	1.88E+04					
9	0.861	23.77	24.43	17.9	16.67	38.97	1.85E+04					
10	0.891	22.13	27.85	21.21	14.67	39	2.17E+04					
*	*	*	END	OF	FILE	*	*	*				

XSTABL File: 87400 7/5/2016 14:43

```

*****
* X S T A B L D E M O *
* * * * *
* Slope Stability Analysis *
* using the of Slices *
* * * * *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc.
* Moscow, ID 83843, U.S.A.
* * * * *
* All Rights Reserved *
* * * * *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****

```

Problem Description : STA87+400

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES				Soil Below	Unit Segment	Line
								0
								8 0,8
								8 23,8
								23
								8 23,8
10	SURFACE	boundary	segments					23.1
								10.2 23.1,10.2
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)				23.1
1	0	8	23		8	2		10.2 23.1,10.2
2	23	8	23.1		10.2	1		26.4
3	23.1	10.2	26.4		12.4	1		26.4
4	26.4	12.4	28.9		12.4	1		28.9
5	28.9	12.4	33.4		15.4	1		28.9
6	33.4	15.4	45.4		15.4	1		28.9
7	45.4	15.4	49.9		12.4	1		12.4 28.9,12.4
8	49.9	12.4	52.4		12.4	1		28.9
9	52.4	12.4	58.4		8	1		12.4 26.4,12.4
10	58.4	8	78.4		8	2		26.4
								28.9
								12.4 28.9,12.4
								28.9
								12.4 28.9,12.4
								33.4
								15.4 33.4,15.4
								33.4
								15.4 33.4,15.4
								45.4
								15.4 45.4,15.4
								45.4
								15.4 45.4,15.4
								49.9
								12.4 49.9,12.4
								49.9
								12.4 49.9,12.4
								52.4
								12.4 52.4,12.4
								52.4
								12.4 52.4,12.4
								58.4
								8 58.4,8
								58.4
								8 58.4,8
								78.4
								8 78.4,8
								Close

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES				Soil Below	Unit Segment
8	SUBSURFACE	boundary	segments				
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)			
1	0	23	8	58.4	8	2	
2	23	0	7	76	7	3	
3	0	0	6	76	6	4	
4	0	0	5	76	5	5	
5	0	0	4	76	4	6	
6	0	0	3	76	3	7	
7	0	0	2	76	2	8	
8	0	0	1	76	1	9	

ISOTROPIC	Soil	Parameters					
9	Soil	unit(s)	specified				
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m3)	Weight Sat. (kN/m3)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.
1	18	18	0	14	0	0	0
2	13	15.1	27	14	0	0	1
3	13.8	15.7	27	14	0	0	1
4	14.1	15.9	29	14	0	0	1
5	14.2	15.9	29	14	0	0	1
6	14	15.7	32	14	0	0	1
7	14.1	15.8	32	14	0	0	1
8	14.1	15.8	50	14	0	0	1
9	14.2	15.7	50	14	0	0	1

1 Water surface(s) have been specified
 Unit weight of water = 9.81 (kN/m3)
 Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	0	7
2	76	7

 BOUNDARY LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1		34.3	38.9	240
2		39.9	44.4	240

NOTE force - acting Intensity on is a specified HORIZONTALLY as projected a surface. uniformly distributed

A technique critical for failure generating surface CIRCULAR searching surfaces method, has using been a specified. random
 100 trial surfaces will be generated and analyzed.

along and 10 Surfaces the x initiate ground = from surface each between 18 m of x = 10 points 12 m equally spaced

Each and surface x terminates = between x 39.3 m = 33.4 m

Unless at further which limitations a were surface imposed, extends the is minimum y elevation = 0 m

* * * * * DEFAULT SEGMENT LENGTH SELECTED BY XSTABL *
 1 m line segments define each trial failure surface.

 ANGULAR RESTRICTIONS

The within first the segment angular of range each defined failure by surface : will be inclined

Lower Upper angular angular limit limit := := (slope -45 degrees angle - 5.0) degrees

 - WARNING -- WARNING -- WARNING -- (# 48)

 Negative effective stresses were calculated at for c be the cases shear eliminated base where strength by of slices parameter. reducing a have in the slice. low such c self value.

 USER SELECTED option to maintain strength greater than zero

Factors of safety have been calculated by the :
 * * * * SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * * *

The is	most specified	critical by	circular	failure coordinate	surface points
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line		
1	18	8	8	18,8	
2	18.99	7.86	18.99	7.86	
3	19.99	7.77	19.99	7.77	
4	20.99	7.74	20.99	7.74	
5	21.99	7.75	21.99	7.75	
6	22.98	7.82	22.98	7.82	
7	23.98	7.94	23.98	7.94	
8	24.96	8.11	24.96	8.11	
9	25.94	8.33	25.94	8.33	
10	26.9	8.59	26.9	8.59	
11	27.85	8.91	27.85	8.91	
12	28.78	9.28	28.78	9.28	
13	29.69	9.7	29.69	9.7	
14	30.58	10.16	30.58	10.16	
15	31.44	10.66	31.44	10.66	
16	32.27	11.21	32.27	11.21	
17	33.08	11.81	33.08	11.81	
18	33.85	12.44	33.85	12.44	
19	34.59	13.11	34.59	13.11	
20	35.3	13.82	35.3	13.82	
21	35.97	14.57	35.97	14.57	
22	36.59	15.34	36.59	15.34	
23	36.63	15.4	36.63	15.4	
				Close	

**** Simplified BISHOP FOS = 0.702 ****

The Problem	following Description	is :	a STA87+400	summary	of	the	TEN	most	critical	surfaces
FOS (BISHOP) (m)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)	Resisting				
1	0.702	21.19	27.13	19.39	18	36.63	9.69E+03			
2	0.72	19.55	31.96	24.22	16	37.22	1.32E+04			
3	0.751	22.1	28.13	20.85	16.67	38.61	1.73E+04			
4	0.753	21.14	30.03	22.62	16	38.39	1.75E+04			
5	0.763	19.65	34.41	26.87	14.67	38.65	2.03E+04			
6	0.771	20.17	31.14	23.64	15.33	37.81	1.64E+04			
7	0.775	19.62	36.1	28.54	14.67	39.26	2.22E+04			
8	0.78	20.37	30.53	23.09	15.33	37.81	1.64E+04			
9	0.781	21.91	29.43	22.23	16	39.15	1.98E+04			
10	0.782	23.74	24.06	17.29	17.33	38.69	1.67E+04			

* * * * END OF FILE * * *

```

*****
* X S T A B L E M O *
* Slope Stability Analysis *
* Method the of Slices *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc. *
* Moscow, ID 83843, U.S.A. *
* All Rights Reserved *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****
    
```

Problem Description : STA 87+400 Kanan

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES				Soil Below	Unit Segment	Line
								0
								8 0,8
								20
								8 20,8
								20
								8 20,8
	10 SURFACE	boundary	segments					26.6
								12.4 26.6,12.4
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)				26.6
1	0	0	8	20	8	2		29.1
2	20	0	8	26.6	12.4	1		12.4 29.1,12.4
3	26.6	12.4	12.4	29.1	12.4	1		29.1
4	29.1	12.4	12.4	33.6	15.4	1		12.4 29.1,12.4
5	33.6	15.4	15.4	45.6	15.4	1		33.6
6	45.6	15.4	15.4	50.1	12.4	1		15.4 33.6,15.4
7	50.1	12.4	12.4	52.6	12.4	1		33.6
8	52.6	12.4	12.4	55.9	10.2	1		15.4 45.6,15.4
9	55.9	10.2	10.2	56	8	1		50.1
10	56	8	8	76	8	2		50.1
								56
								8 56,8
								56
								8 56,8
								76
								8 76,8
								Close

SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES				Soil Below	Unit Segment
	8 SUBSURFACE	boundary	segments				
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)			
1	0	20	8	56	8	2	
2	0	0	7	76	7	3	
3	0	6	6	76	6	4	
4	0	5	5	76	5	5	
5	0	4	4	76	4	6	
6	0	3	3	76	3	7	
7	0	2	2	76	2	8	
8	0	1	1	76	1	9	

ISOTROPIC Soil		Parameters					
9 Soil	unit(s)	specified					
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m3)	Weight Sat. (kN/m3)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.
1	18	18	18	0	14	0	0
2	13	15.1	27	27	14	0	0
3	13.8	15.7	27	27	14	0	0
4	14.1	15.9	29	29	14	0	0
5	14.2	15.9	29	29	14	0	0
6	14	15.7	32	32	14	0	0
7	14.1	15.8	32	32	14	0	0
8	14.1	15.8	50	50	14	0	0
9	14.2	15.7	50	50	14	0	0

1 Water surface(s) have been specified
 Unit weight of water = 9.81 (kN/m3)
 Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	0	7
2	76	7

 BOUNDARY LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1		34.3	38.9	240
2		39.9	44.4	240

NOTE force - acting Intensity on is a specified HORIZONTALLY as projected a surface. uniformly distributed

A technique critical for failure generating surface CIRCULAR searching surfaces method, has using been a specified. random
 100 trial surfaces will be generated and analyzed.
 along and 10 Surfaces the x initiate ground = from surface each between 18 m of x = 10 points equally spaced 12 m
 Each and surface x terminates = between x 39.3 m = 33.4 m
 Unless at further which limitations a were surface imposed, extends the is minimum y elevation = 0 m

* * * * * DEFAULT SEGMENT LENGTH SELECTED BY XSTABL *
 1 m line segments define each trial failure surface.

 ANGULAR RESTRICTIONS

The within first the segment angular of range each defined failure by surface : will be inclined
 Lower Upper angular angular limit limit := := (slope -45 degrees angle - 5.0) degrees

 -- WARNING -- WARNING -- WARNING -- (# 48)

Negative effective stresses were calculated at for c be the cases shear eliminated base where strength by of slices parameter. reducing a have in the slice. low such c self value.

 USER SELECTED option

 to maintain strength greater than zero

Factors of safety have been calculated by the :
 * * * * * SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * * *

The is	most specified	critical by	circular	failure coordinate	surface points
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line	24	
1	16.67		8 16.67,8		
2	17.66		7.9 17.66,7.9		
3	18.66		7.85 18.66,7.85		
4	19.66		7.83 19.66,7.83		
5	20.66		7.86 20.66,7.86		
6	21.66		7.93 21.66,7.93		
7	22.65		8.03 22.65,8.03		
8	23.64		8.18 23.64,8.18		
9	24.62		8.37 24.62,8.37		
10	25.6		8.6 25.6,8.6		
11	26.56		8.86 26.56,8.86		
12	27.51		9.17 27.51,9.17		
13	28.45		9.52 28.45,9.52		
14	29.37		9.9 29.37,9.9		
15	30.28		10.32 30.28,10.32		
16	31.17		10.78 31.17,10.78		
17	32.04		11.27 32.04,11.27		
18	32.89		11.8 32.89,11.8		
19	33.71		12.37 33.71,12.37		
20	34.52		12.96 34.52,12.96		
21	35.3		13.59 35.3,13.59		
22	36.05		14.25 36.05,14.25		
23	36.77		14.94 36.77,14.94		
24	37.21		15.4 37.21,15.4		
			Close		

**** Simplified BISHOP FOS = 0.68 ****

The following	is	a	summary	of	the	TEN	most	critical	surfaces
Problem	Description	:	STA	87+400	Kanan	Resisting			
FOS (BISHOP) (m)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)				
1	0.68		19.53	32.3	24.47	16.67	37.21	1.23E+04	
2	0.75		22.56	27.28	19.98	17.33	38.62	1.67E+04	
3	0.751		19.83	33.48	25.87	15.33	38.33	1.83E+04	
4	0.78		22.36	28.57	21.35	16.67	39.16	1.90E+04	
5	0.789		24.16	23.41	16.6	18	38.7	1.60E+04	
6	0.798		22.93	25.69	18.77	16.67	38.62	1.76E+04	
7	0.801		22.76	27.6	20.53	16.67	39.26	1.92E+04	
8	0.817		23.15	26.5	19.6	16.67	39.3	1.92E+04	
9	0.838		23.79	24.49	17.96	16.67	39.28	1.90E+04	
10	0.86		19.36	32.67	25.4	13.33	37.99	2.02E+04	

* * * END OF FILE * * *

XSTABL File: 87800 7/6/2016 22:07

```
*****
* X S T A B L D E M O
* *
* Slope Stability Analysis *
* using the *
* Method of Slices *
* *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc. *
* Moscow, ID 83843, U.S.A. *
* *
* All Rights Reserved *
* *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****
```

Problem Description : STA 87+800

SEGMENT BOUNDARY		COORDINATES				Line	
						0 8 0,8	
						20 8 20,8	
						20 8 20,8	
9 SURFACE		boundary	segments			26.9 12.6 26.9,12.6	
						26.9 12.6 26.9,12.6	
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment	
1	0	8	20	8	2	33.9	15.6 33.9,15.6
2	20	8	26.9	12.6	1	45.9	15.6 45.9,15.6
3	26.9	12.6	29.4	12.6	1	45.9	15.6 45.9,15.6
4	29.4	12.6	33.9	15.6	1	50.4	12.6 50.4,12.6
5	33.9	15.6	45.9	15.6	1	50.4	12.6 50.4,12.6
6	45.9	15.6	50.4	12.6	1	52.9	12.6 52.9,12.6
7	50.4	12.6	52.9	12.6	1	52.9	12.6 52.9,12.6
8	52.9	12.6	59.8	8	1	59.8	8 59.8,8
9	59.8	8	79.8	8	2	59.8	8 59.8,8
						79.8	8 79.8,8
Close							

8 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment
1	20	8	59.8	8	2	
2	0	7	76	7	3	
3	0	6	76	6	4	
4	0	5	76	5	5	
5	0	4	76	4	6	
6	0	3	76	3	7	
7	0	2	76	2	8	
8	0	1	76	1	9	

ISOTROPIC Soil Parameters

9 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m ³)	Weight Sat. (kN/m ³)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.
1	18	18	0	14	0	0	0
2	13	15	12	14	0	0	1
3	13.3	15.2	12	14	0	0	1
4	13.3	15.3	12	14	0	0	1
5	13.3	15.3	12	14	0	0	1
6	13.4	15.3	12	14	0	0	1
7	13.2	15.1	12	14	0	0	1
8	13.3	15.2	200	14	0	0	1
9	13.7	15.3	200	14	0	0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 9.81 (kN/m³)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)	
1	0	7	
2	76	7	

BOUNDARY LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1		34.9	39.4	240
2		40.4	44.9	240

NOTE - Intensity is specified as a uniformly distributed force acting on a HORIZONTALLY projected surface.

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces will be generated and analyzed.

10 Surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 18 m

Each surface terminates between x = 39.9 m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = 0 m

* * * * *
 1 m line segments define each trial failure surface. XSTABL

 ANGULAR RESTRICTIONS

The first segment of each failure surface will be inclined
 within the angular range defined by :
 Lower angular limit := -45 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :
 * * * * *
 SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * *

The most critical circular failure surface is specified by 25 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
		Line
1	16.67	8 16.67,8
2	17.66	7.9 17.66,7.9
3	18.66	7.85 18.66,7.85
4	19.66	7.83 19.66,7.83
5	20.66	7.85 20.66,7.85
6	21.66	7.91 21.66,7.91
7	22.65	8.02 22.65,8.02
8	23.64	8.16 23.64,8.16
9	24.63	8.34 24.63,8.34
10	25.6	8.56 25.6,8.56
11	26.57	8.82 26.57,8.82
12	27.52	9.12 27.52,9.12
13	28.46	9.45 28.46,9.45
14	29.39	9.82 29.39,9.82
15	30.31	10.23 30.31,10.23
16	31.2	10.68 31.2,10.68
17	32.08	11.16 32.08,11.16
18	32.94	11.67 32.94,11.67
19	33.77	12.22 33.77,12.22
20	34.59	12.8 34.59,12.8
21	35.38	13.41 35.38,13.41
22	36.14	14.06 36.14,14.06
23	36.88	14.73 36.88,14.73
24	37.59	15.44 37.59,15.44
25	37.74	15.6 37.74,15.6
		Close

**** Simplified BISHOP FOS = 0.551 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : STA 87+800

FOS (BISHOP) (m)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)	Resisting
1	0.551	19.59	32.93	25.1	16.67	37.74 1.04E+04
2	0.59	19.93	34.1	26.5	15.33	38.89 1.51E+04
3	0.591	22.69	27.84	20.55	17.33	39.19 1.38E+04
4	0.615	23.09	26.18	19.28	16.67	39.2 1.42E+04
5	0.615	24.33	23.87	17.09	18	39.28 1.32E+04
6	0.616	22.5	29.14	21.93	16.67	39.75 1.56E+04
7	0.628	22.92	28.14	21.09	16.67	39.87 1.57E+04
8	0.638	23.31	27.01	20.14	16.67	39.9 1.56E+04
9	0.642	19.48	33.2	25.94	13.33	38.53 1.58E+04
10	0.649	17.73	38.73	31.26	12	38.76 1.80E+04

* * * END OF FILE * * *

XSTABL File: 88200 7/6/2016 22:08

```

*****
* X S T A B L D E M O
* *
* Slope Stability Analysis *
* using the *
* Method of Slices *
* *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc. *
* Moscow, ID 83843, U.S.A. *
* *
* All Rights Reserved *
* *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****

```

Problem Description : STA 88+200

SEGMENT BOUNDARY		COORDINATES		Soil	Unit	Line
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	Below	Segment	
						0 8 0,8
						20 8 20,8
						20 8 20,8
9 SURFACE	boundary	segments				27.2 12.8 27.2,12.8
						27.2 12.8 27.2,12.8
						29.7 12.8 29.7,12.8
						29.7 12.8 29.7,12.8
						34.2 15.8 34.2,15.8
1	0	8	20	8	2	34.2 15.8 34.2,15.8
2	20	8	27.2	12.8	1	46.2 15.8 46.2,15.8
3	27.2	12.8	29.7	12.8	1	46.2 15.8 46.2,15.8
4	29.7	12.8	34.2	15.8	1	50.7 12.8 50.7,12.8
5	34.2	15.8	46.2	15.8	1	50.7 12.8 50.7,12.8
6	46.2	15.8	50.7	12.8	1	53.2 12.8 53.2,12.8
7	50.7	12.8	53.2	12.8	1	53.2 12.8 53.2,12.8
8	53.2	12.8	60.4	8	1	60.4 8 60.4,8
9	60.4	8	80.4	8	2	60.4 8 60.4,8
						80.4 8 80.4,8
						Close

8 SUBSURFACE boundary segments						
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment
1	20	8	60.4	8	2	
2	0	7	76	7	3	
3	0	6	76	6	4	
4	0	5	76	5	5	
5	0	4	76	4	6	
6	0	3	76	3	7	
7	0	2	76	2	8	
8	0	1	76	1	9	

ISOTROPIC Soil Parameters

9 Soil unit(s) specified							
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m ³)	Weight Sat. (kN/m ³)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.
1	18	18	18	0	14	0	0
2	13	15	12	12	14	0	0
3	13.3	15.2	12	12	14	0	0
4	13.3	15.3	12	12	14	0	0
5	13.3	15.3	12	12	14	0	0
6	13.4	15.3	12	12	14	0	0
7	13.2	15.1	12	12	14	0	0
8	13.3	15.2	200	12	14	0	0
9	13.7	15.3	200	12	14	0	0

1 Water surface(s) have been specified
Unit weight of water = 9.81 (kN/m³)
Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)	
1	0	7	
2	76	7	

BOUNDAR LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)	
1	35.2	39.7	240	0	
2	40.7	45.2	240	0	

NOTE - Intensity is specified as a uniformly distributed force acting on a HORIZONTALLY projected surface.

A critical failure surface searching method, using a random technique for failure generating CIRCULAR surfaces will be generated and analyzed.

100 trial surfaces will be generated and analyzed.

10 Surfaces will be generated and analyzed. Each surface will be generated and analyzed. 10 points equally spaced along the x = 18 m

Each surface terminates between x = 39.2 m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = 0 m

* * * * *
 1 m line segments define each trial failure surface. XSTABL

 ANGULAR RESTRICTIONS

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular limit of range defined by :
 Lower angular limit := -45 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * *
 SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * *

The is	most specified	critical by	circular failure 25	failure coordinate	surface points
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line		
1	16.67	8	16.67,8		
2	17.66	7.9	17.66,7.9		
3	18.66	7.85	18.66,7.85		
4	19.66	7.83	19.66,7.83		
5	20.66	7.86	20.66,7.86		
6	21.66	7.93	21.66,7.93		
7	22.65	8.04	22.65,8.04		
8	23.64	8.19	23.64,8.19		
9	24.62	8.38	24.62,8.38		
10	25.59	8.61	25.59,8.61		
11	26.56	8.88	26.56,8.88		
12	27.51	9.19	27.51,9.19		
13	28.45	9.54	28.45,9.54		
14	29.37	9.93	29.37,9.93		
15	30.27	10.35	30.27,10.35		
16	31.16	10.82	31.16,10.82		
17	32.03	11.31	32.03,11.31		
18	32.87	11.85	32.87,11.85		
19	33.69	12.42	33.69,12.42		
20	34.49	13.02	34.49,13.02		
21	35.27	13.65	35.27,13.65		
22	36.01	14.32	36.01,14.32		
23	36.73	15.01	36.73,15.01		
24	37.42	15.74	37.42,15.74		
25	37.47	15.8	37.47,15.8		
Close					

**** Simplified BISHOP FOS = 0.557 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem	Description	:	STA	88+200					
FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)	Resisting			
1	0.557	19.51	32.08	24.25	16.67	37.47	9.12E+03		
2	0.592	19.75	32.97	25.35	15.33	38.4	1.29E+04		
3	0.595	22.48	26.96	19.65	17.33	38.64	1.19E+04		
4	0.599	22.24	28.1	20.86	16.67	39.08	1.36E+04		
5	0.607	22.64	27.15	20.06	16.67	39.17	1.38E+04		
6	0.616	23.02	26.1	19.19	16.67	39.2	1.39E+04		
7	0.625	22.85	25.45	18.51	16.67	38.64	1.25E+04		
8	0.627	24.1	23.22	16.4	18	38.71	1.16E+04		
9	0.632	23.67	24.19	17.64	16.67	39.18	1.37E+04		
10	0.639	21.99	27.45	20.78	14.67	39.2	1.57E+04		

* * * END OF FILE * * *

XSTABL File: 88600 7/6/2016 22:09

```

*****
* X S T A B L D E M O
* *
* Slope Stability Analysis *
* using the *
* Method of Slices *
* *
* Copyright (C) 1992 - 2014 *
* Interactive Software Designs, Inc. *
* Moscow, ID 83843, U.S.A. *
* *
* All Rights Reserved *
* *
* Ver. 5.209 96 - 2999 *
*****

```

Problem Description : STA 88+600

-----							Line	
SEGMENT	BOUNDARY	COORDINATES						
-----							0	8 0,8
							20	8 20,8
							20	8 20,8
9 SURFACE boundary segments							27.5	13 27.5,13
							27.5	13 27.5,13
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment	30	13 30,13
							30	13 30,13
							34.5	16 34.5,16
1	0		8	20	8	2	34.5	16 34.5,16
2	20		8	27.5	13	1	46.5	16 46.5,16
3	27.5		13	30	13	1	46.5	16 46.5,16
4	30		13	34.5	16	1	51	13 51,13
5	34.5		16	46.5	16	1	51	13 51,13
6	46.5		16	51	13	1	53.5	13 53.5,13
7	51		13	53.5	13	1	53.5	13 53.5,13
8	53.5		13	61	8	1	61	8 61,8
9	61		8	81	8	2	61	8 61,8
							81	8 81,8
								Close

8 SUBSURFACE boundary segments						
Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Below	Unit Segment
1	20	8	61	8	2	
2	0	7	81	7	3	
3	0	6	81	6	4	
4	0	5	81	5	5	
5	0	4	81	4	6	
6	0	3	81	3	7	
7	0	2	81	2	8	
8	0	1	81	1	9	

ISOTROPIC Soil Parameters

9 Soil unit(s) specified							
Soil Unit No.	Unit Moist (kN/m ³)	Weight Sat. (kN/m ³)	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Parameter Ru	Pressure Constant (kPa)	Water Surface No.
1	18	18	18	0	14	0	0
2	13	15	12	12	14	0	1
3	13.3	15.2	12	12	14	0	1
4	13.3	15.3	12	12	14	0	1
5	13.3	15.3	12	12	14	0	1
6	13.4	15.3	12	12	14	0	1
7	13.2	15.1	12	12	14	0	1
8	13.3	15.2	200	12	14	0	1
9	13.7	15.3	200	12	14	0	1

1 Water surface(s) have been specified
Unit weight of water = 9.81 (kN/m³)
Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (m)	y-water (m)	
1	0	7	
2	81	7	

BOUNDAR LOADS

2 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	35.5	40	240	0
2	41	45.5	240	0

NOTE - Intensity is specified as a uniformly distributed force acting on a HORIZONTALLY projected surface.

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces will be generated and analyzed.

10 Surfaces will initiate from each of 10 points equally spaced along the x surface between x = 18 m

Each surface terminates between x = 34.5 m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = 0 m

* * * * *
 1 m line segments define each trial failure surface. XSTABL

 ANGULAR RESTRICTIONS

The first segment of each failure surface will be inclined
 within the angular limit of range defined by :
 Lower angular limit := -45 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * *
 SIMPLIFIED BISHOP METHOD * * *

The is	most specified	critical by	circular failure 25	failure coordinate	surface points
Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)	Line		
1	16.67	8	16.67,8		
2	17.66	7.9	17.66,7.9		
3	18.66	7.85	18.66,7.85		
4	19.66	7.83	19.66,7.83		
5	20.66	7.85	20.66,7.85		
6	21.66	7.91	21.66,7.91		
7	22.65	8.01	22.65,8.01		
8	23.64	8.14	23.64,8.14		
9	24.63	8.32	24.63,8.32		
10	25.6	8.53	25.6,8.53		
11	26.57	8.79	26.57,8.79		
12	27.53	9.08	27.53,9.08		
13	28.47	9.41	28.47,9.41		
14	29.41	9.77	29.41,9.77		
15	30.32	10.17	30.32,10.17		
16	31.22	10.61	31.22,10.61		
17	32.1	11.08	32.1,11.08		
18	32.97	11.58	32.97,11.58		
19	33.81	12.12	33.81,12.12		
20	34.63	12.69	34.63,12.69		
21	35.43	13.29	35.43,13.29		
22	36.2	13.93	36.2,13.93		
23	36.95	14.59	36.95,14.59		
24	37.67	15.28	37.67,15.28		
25	38.37	16	38.37,16		
			Close		

**** Simplified BISHOP FOS = 0.545 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem	Description	:	STA	88+600						
FOS (BISHOP)	Circle x-coord (m)	Center y-coord (m)	Radius x-coord (m)	Initial x-coord (m)	Terminal Moment (kN-m)	Resisting				
	1	0.545	19.63	33.38	25.56	16.67	38.37	1.11E+04		
	2	0.583	19.98	34.47	26.88	15.33	39.5	1.58E+04		
	3	0.587	22.79	28.24	20.96	17.33	39.8	1.46E+04		
	4	0.611	22.6	29.51	22.31	16.67	40.35	1.64E+04		
	5	0.612	23.21	26.55	19.67	16.67	39.81	1.51E+04		
	6	0.614	24.47	24.25	17.49	18	39.89	1.40E+04		
	7	0.624	23.02	28.51	21.47	16.67	40.46	1.65E+04		
	8	0.633	23.43	27.37	20.51	16.67	40.5	1.65E+04		
	9	0.634	19.56	33.55	26.3	13.33	39.14	1.66E+04		
	10	0.638	17.78	39.03	31.57	12	39.36	1.88E+04		

* * * END OF FILE * * *

1. Kebutuhan Geotextile GW 250

Hitung Momen Dorong

$$SF = \frac{11920 \text{ kNm}}{0.71}$$

$$M_{\text{dorong}} = 16788.7 \text{ kNm}$$

Nilai Mrencana dengan SF rencana

$$SF_{\text{rencana}} = 1.5$$

$$M_{\text{rencana}} = M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}} \\ = 25183.1 \text{ kNm}$$

Dapat Nilai Momen Tambahan (ΔMR)

$$\Delta MR = M_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}} \\ = 13263.1 \text{ kNm}$$

Hitung Kuat Ijin Geotextile

$$T_{\text{max}} = 52 \text{ kN/m GW-250 (Textron Ge$$

$$SFID = 1.5 \quad (1.5-3.0)$$

$$SF_{CR} = 1.1 \quad (1.0-1.5)$$

$$SF_{CD} = 1.5 \quad (1.5-2.0)$$

$$SF_{BD} = 1.1 \quad (1.0-1.2)$$

$$T_{\text{allow}} = \frac{T}{SF_{Sib} \times SF_{Scr} \times SF_{Sbd}}$$

$$T_{\text{allow}} = 19.1001 \text{ kNm}$$

Data Timbunan

ysat timb=	19.0	kN/m ³	
γ timb=	17.0	kN/m ³	1.236
Cu ₁ =	0	kN/m ²	1.27
φ ₁ =	30		1.429
H inisial=	8.236 m		1.449
H final=	7 m		1.468
σ _v =	140.00	kN/m ²	
τ ₁ =	80.83	kN/m ²	
Ka =	0.44109		

$$SF = \frac{MR_{\text{min}}}{M_{\text{dorong}}}$$

$$\tau_1 = Cu + \sigma_v \tan \phi_1$$

Data Tanah Dasar

Y _{tanah dasar} =	13.0	kN/m ³	
Cu ₂ =	27	kN/m ²	
φ ₂ =	16.868		
τ ₂ =	69.45	kN/m ²	
Ka =	0.55019		
T _i =	24.36 m		
E =	1	(Efisiensi)	

$$\tau_2 = Cu + \sigma_v \tan \phi_2$$

Railroad

Dari Xstabl Hinisial = 7 m Sayap Kanan

B = 38 m

$$\Sigma Fx = 0$$

Kordinat Titik Z: File "Hinisial"

$$T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E$$

X_z = 20 m subsurface x left

$$L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

(Suryolelono, 1993)

Y_z = 8 m subsurface y left

SF = 0.71

$$S_v = \frac{T_{All}}{SF \cdot \sigma_{HZ}}; \text{Lapisan tegak}$$

$$S_v = \frac{2\pi\sigma_v L_e}{SF \cdot \sigma_{hZ}}; \text{Lapisan miring?}$$

R = 24.53 m radius

$$\sigma h = Ka \cdot \gamma \cdot z + Ka \cdot q \gg \sigma h = Ka \times \sigma'v$$

x_o = 19.53 m circle x coord

y_o = 32.36 m center y coord

$$Ka = \left(\frac{\cos\phi}{1 + \sqrt{\frac{\sin\phi \times \sin(\phi - \delta)}{\cos\delta}}} \right)^2$$

<<< Untuk Tanah Miring

x_A = 16.67 m x surf

point 1

y_A = 8 m y surf

x_B = 36.86 m x surf

point akhir

y_B = 15 m y surf

$$Ka = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \ll \ll \text{Untuk Tanah Datar}$$

x_C = 27.98 m x surf

point tengah

y_C = 9.34 m y surf

$$L_{total} = L_e + L_d + L_o$$

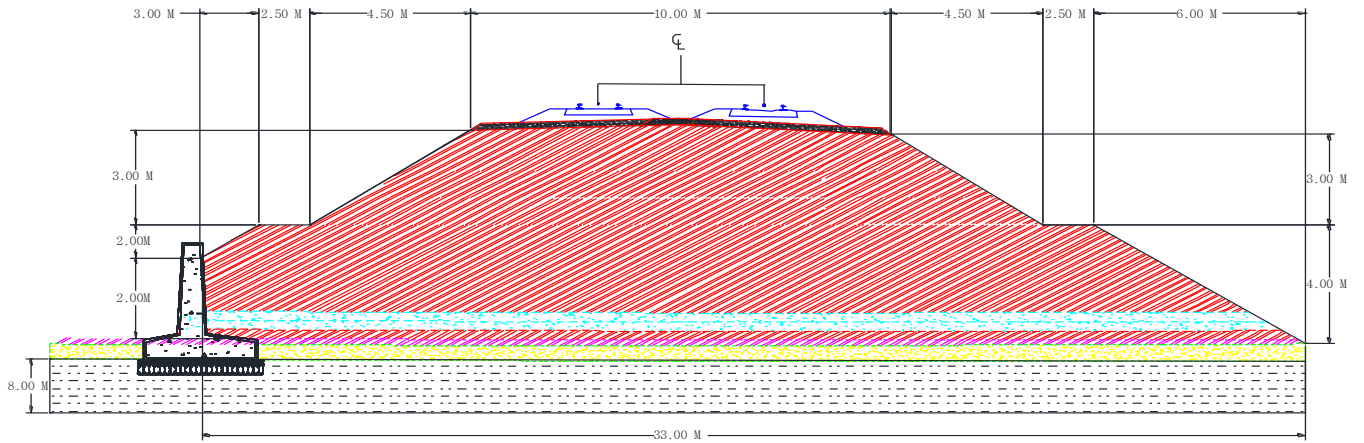
MR = 11920 kNm

Harga Geo UW-250 = Rp 14000,00 /m

L_o = 1 m

q_{Kereta} = 50 kN/m²

q_{Balast} = 8.55 kN/m²



Perhitungan Momen Penahan Geotextile & Panjang Geotextile Dibelakang Bidang Longsor Sayap Kanan Timbunan

Sv (m)	Jumlah (n)	Z (m)	Ti (m)	ytimb kN/m ³	Cu1	Cu2	θ1	θ2	σv kN/m ²	τ1 (kN.m)	τ2 (kN.m)	T _{allow} kNm	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm
0.25	1	7	24.36	17.0	0	27	30	16.9	119	68.70	63.08	19.10	2	38.20
0.25	2	6.75	24.11	17.0	0	0	30	30	114.75	66.25	66.25	19.10	2	38.20
0.25	3	6.5	23.86	17.0	0	0	30	30	110.5	63.80	63.80	19.10	2	38.20
0.25	4	6.25	23.61	17.0	0	0	30	30	106.25	61.34	61.34	19.10	2	38.20
0.25	5	6	23.36	17.0	0	0	30	30	102	58.89	58.89	19.10	2	38.20
0.25	6	5.75	23.11	17.0	0	0	30	30	97.75	56.44	56.44	19.10	2	38.20
0.25	7	5.5	22.86	17.0	0	0	30	30	93.5	53.98	53.98	19.10	2	38.20
0.25	8	5.25	22.61	17.0	0	0	30	30	89.25	51.53	51.53	19.10	2	38.20
0.25	9	5	22.36	17.0	0	0	30	30	85	49.07	49.07	19.10	2	38.20
0.25	10	4.75	22.11	17.0	0	0	30	30	80.75	46.62	46.62	19.10	2	38.20
0.25	11	4.5	21.86	17.0	0	0	30	30	76.5	44.17	44.17	19.10	2	38.20
0.25	12	4.25	21.61	17.0	0	0	30	30	72.25	41.71	41.71	19.10	2	38.20
0.25	13	4	21.36	17.0	0	0	30	30	68	39.26	39.26	19.10	2	38.20
0.25	14	3.75	21.11	17.0	0	0	30	30	63.75	36.81	36.81	19.10	2	38.20
0.25	15	3.5	20.86	17.0	0	0	30	30	59.5	34.35	34.35	19.10	2	38.20
0.25	16	3.25	20.61	17.0	0	0	30	30	55.25	31.90	31.90	19.10	2	38.20
0.25	17	3	20.36	17.0	0	0	30	30	51	29.44	29.44	19.10	2	38.20
0.25	18	2.75	20.11	17.0	0	0	30	30	46.75	26.99	26.99	19.10	2	38.20
0.25	19	2.5	19.86	17.0	0	0	30	30	42.5	24.54	24.54	19.10	2	38.20
0.25	20	2.25	19.61	17.0	0	0	30	30	38.25	22.08	22.08	19.10	2	38.20
0.25	21	2	19.36	17.0	0	0	30	30	34	19.63	19.63	19.10	2	38.20
0.25	22	1.75	19.11	17.0	0	0	30	30	29.75	17.18	17.18	19.10	1	19.10
0.25	23	1.5	18.86	17.0	0	0	30	30	25.5	14.72	14.72	19.10	1	19.10
0.25	24	1.25	18.61	17.0	0	0	30	30	21.25	12.27	12.27	19.10	1	19.10
0.25	25	1	18.36	17.0	0	0	30	30	17	9.81	9.81	19.10	1	19.10
0.25	26	0.75	18.11	17.0	0	0	30	30	12.75	7.36	7.36	19.10	1	19.10
0.25	27	0.5	17.86	17.0	0	0	30	30	8.5	4.91	4.91	19.10	1	19.10
0.25	28	0.25	17.61	17.0	0	0	30	30	4.25	2.45	2.45	19.10	1	19.10

Σlembar

49

Jarak(sv) = 0.2 m

M _{geotextile} (kN.m)	ΣM _{geotextile} (kN.m)	Le (m)	Le dipakai (m)	Koordinat x (m)	Koordinat y (m)	Lr dipakai (m)	L Pakai (m)	L _{Total} (m)	L _{lapangan} (m)
930.56	930.56	0.22	1.00	20.00	8.00	2.38	3.0	7.00	5.00
921.01	1851.56	0.22	1.00	20.38	8.25	3.62	4.0	9.00	5.00
911.46	2763.02	0.22	1.00	20.75	8.50	4.44	5.0	11.00	6.00
901.91	3664.93	0.23	1.00	21.13	8.75	5.04	5.5	12.00	6.00
892.36	4557.28	0.24	1.00	21.50	9.00	5.48	6.0	13.00	7.00
882.81	5440.09	0.25	1.00	21.88	9.25	5.85	6.5	14.00	7.00
873.26	6313.34	0.27	1.00	22.25	9.50	6.17	6.5	14.00	7.00
863.71	7177.05	0.28	1.00	22.63	9.75	6.41	7.0	15.00	8.00
854.16	8031.21	0.29	1.00	23.00	10.00	6.61	7.0	15.00	8.00
844.61	8875.81	0.31	1.00	23.38	10.25	6.77	7.5	16.00	8.00
835.06	9710.87	0.32	1.00	23.75	10.50	6.89	7.5	16.00	8.00
825.51	10536.37	0.34	1.00	24.13	10.75	7.00	7.5	16.00	8.00
815.96	11352.33	0.36	1.00	24.50	11.00	7.07	7.5	16.00	8.00
806.41	12158.74	0.39	1.00	24.88	11.25	7.16	7.5	16.00	8.00
796.86	12955.59	0.42	1.00	25.25	11.50	7.17	7.5	16.00	8.00
787.31	13742.90	0.45	1.00	25.63	11.75	7.20	7.5	16.00	8.00
777.76	14520.65	0.49	1.00	28.50	12.00	4.70	5.5	12.00	6.00
768.21	15288.86	0.53	1.00	28.88	12.25	4.69	5.5	12.00	6.00
758.66	16047.52	0.58	1.00	29.25	12.50	4.67	5.5	12.00	6.00
749.11	16796.62	0.65	1.00	29.63	12.75	4.62	5.5	12.00	6.00
739.56	17536.18	0.73	1.00	30.00	13.00	4.58	5.50	12.00	6.00
365.00	17901.18	0.83	1.00	30.38	13.25	4.52	5.50	6.50	6.00
360.23	18261.41	0.97	1.00	30.75	13.50	4.46	5.50	6.50	6.00
355.45	18616.86	1.17	1.20	31.13	13.75	4.38	6.00	7.00	7.00
350.68	18967.54	1.46	1.50	31.50	14.00	4.29	6.00	7.00	7.00
345.90	19313.44	1.95	2.00	31.88	14.25	4.20	6.50	7.50	7.00
341.13	19654.57	2.92	3.00	32.25	14.50	4.09	7.50	8.50	8.00
336.35	19990.92	5.84	5.90	32.63	14.75	3.97	7.50	8.50	8.00
ΣM _{geotextile}	19990.92	1.51	SF OK					ΣGeotextile	337 m

1. Kebutuhan Geotextile GW 250

Hitung Momen Dorong

$$SF = \frac{12330 \text{ kNm}}{0.68}$$

$$M_{\text{dorong}} = 18132.4 \text{ kNm}$$

Nilai Mrencana dengan SF rencana

$$SF_{\text{rencana}} = 1.5$$

$$M_{\text{rencana}} = M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}}$$

$$= 27198.5 \text{ kNm}$$

Dapat Nilai Momen Tambahan (ΔMR)

$$\Delta MR = M_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}}$$

$$= 14868.5 \text{ kNm}$$

Hitung Kuat Ijin Geotextile

$$T_{\text{max}} = 52 \text{ kN/m GW-250 (Textron Geotextile)}$$

$$SFID = 1.5 \text{ (1.5-3.0)}$$

$$SFCR = 1.1 \text{ (1.0-1.5)}$$

$$SFCD = 1.5 \text{ (1.5-2.0)}$$

$$SFBd = 1.1 \text{ (1.0-1.2)}$$

$$T_{\text{allow}} = \frac{T}{FSib \times FScr \times FSbd}$$

$$T_{\text{allow}} = 19.1001 \text{ kNm}$$

Data Timbunan

$\gamma_{\text{sat timb}}$	19.0	kN/m ³	
γ_{timb}	17.0	kN/m ³	1.236
Cu_1	0	kN/m ²	1.27
ϕ_1	30		1.429
H inisial	8.68 m		1.449
H final	7.4 m		1.468
σ_v	147.56	kN/m ²	
τ_1	85.19	kN/m ²	
Ka	0.44109		

$$SF = \frac{MR_{\text{min}}}{M_{\text{dorong}}}$$

$$\tau_1 = Cu + \sigma_v \tan \phi_1$$

Data Tanah Dasar

$\gamma_{\text{tanah dasar}}$	13.0	kN/m ³	
Cu_2	27	kN/m ²	
ϕ_2	16.868		
τ_2	71.74	kN/m ²	
Ka	0.55019		
T_i	24.3 m		
E	1	(Efisiensi)	

$$\tau_2 = Cu + \sigma_v \tan \phi_2$$

Railroad

Dari Xstabl Hiniisial = 7.4 m Sayap Kanan

B = 39.2 m

$$\Sigma Fx = 0$$

Kordinat Titik Z: File "Hiniisial"

$$T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E$$

X_z = 20 m subsurface x left

$$L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

Y_z = 8 m subsurface y left

(Suryolelono, 1993)

SF = 0.68

$$S_v = \frac{T_{All}}{SF \cdot \sigma_{HZ}}; \text{Lapisan tegak}$$

$$S_v = \frac{2\pi\sigma_v L_e}{SF \cdot \sigma_{hz}}; \text{Lapisan miring?}$$

R = 24.47 m radius

x_o = 19.53 m circle x coord

$$\sigma h = Ka \cdot \gamma \cdot z + Ka \cdot q \gg \gg \sigma h = Ka \times \sigma' v$$

y_o = 32.3 m center y coord

x_A = 16.67 m x surf

$$Ka = \left(\frac{\cos \phi}{1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \times \sin(\phi - \delta)}{\cos \delta}}} \right)^2$$

<<< Untuk Tanah Miring

y_A = 8 m y surf

x_B = 37.21 m x surf

$$\text{point akhir } Ka = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \ll \ll \text{ Untuk Tanah Datar}$$

y_B = 15.4 m y surf

x_C = 27.98 m x surf

$$\text{point tengah } L_{total} = L_e + L_d + L_o$$

y_C = 9.345 m y surf

$$\text{Harga Geo UW-250} = \text{Rp } 14000,00 / \text{m}$$

MR = 12330 kNm

L_o = 1 m

q_{Kereta} = 50 kN/m²

q_{Balast} = 8.55 kN/m²

Perhitungan Momen Penahan Geotextile & Panjang Geotextile Dibelakang Bidang Longsor Sayap Kanan Timbunan

Sv (m)	Jumlah (n)	Z (m)	Ti (m)	ytimb kN/m3	Cu1	Cu2	θ1	θ2	σv kN/m2	τ1 (kN.m)	τ2 (kN.m)	T _{allow} kNm	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm
0.25	1	7.4	24.3	17.0	0	27	30	16.9	125.8	72.63	65.14	19.10	2	38.20
0.25	2	7.15	24.05	17.0	0	0	30	30	121.55	70.18	70.18	19.10	2	38.20
0.25	3	6.9	23.8	17.0	0	0	30	30	117.3	67.72	67.72	19.10	2	38.20
0.25	4	6.65	23.55	17.0	0	0	30	30	113.05	65.27	65.27	19.10	2	38.20
0.25	5	6.4	23.3	17.0	0	0	30	30	108.8	62.82	62.82	19.10	2	38.20
0.25	6	6.15	23.05	17.0	0	0	30	30	104.55	60.36	60.36	19.10	2	38.20
0.25	7	5.9	22.8	17.0	0	0	30	30	100.3	57.91	57.91	19.10	2	38.20
0.25	8	5.65	22.55	17.0	0	0	30	30	96.05	55.45	55.45	19.10	2	38.20
0.25	9	5.4	22.3	17.0	0	0	30	30	91.8	53.00	53.00	19.10	2	38.20
0.25	10	5.15	22.05	17.0	0	0	30	30	87.55	50.55	50.55	19.10	2	38.20
0.25	11	4.9	21.8	17.0	0	0	30	30	83.3	48.09	48.09	19.10	2	38.20
0.25	12	4.65	21.55	17.0	0	0	30	30	79.05	45.64	45.64	19.10	2	38.20
0.25	13	4.4	21.3	17.0	0	0	30	30	74.8	43.19	43.19	19.10	2	38.20
0.25	14	4.15	21.05	17.0	0	0	30	30	70.55	40.73	40.73	19.10	2	38.20
0.25	15	3.9	20.8	17.0	0	0	30	30	66.3	38.28	38.28	19.10	2	38.20
0.25	16	3.65	20.55	17.0	0	0	30	30	62.05	35.82	35.82	19.10	2	38.20
0.25	17	3.4	20.3	17.0	0	0	30	30	57.8	33.37	33.37	19.10	2	38.20
0.25	18	3.15	20.05	17.0	0	0	30	30	53.55	30.92	30.92	19.10	2	38.20
0.25	19	2.9	19.8	17.0	0	0	30	30	49.3	28.46	28.46	19.10	2	38.20
0.25	20	2.65	19.55	17.0	0	0	30	30	45.05	26.01	26.01	19.10	2	38.20
0.25	21	2.4	19.3	17.0	0	0	30	30	40.8	23.56	23.56	19.10	2	38.20
0.25	22	2.15	19.05	17.0	0	0	30	30	36.55	21.10	21.10	19.10	2	38.20
0.25	23	1.9	18.8	17.0	0	0	30	30	32.3	18.65	18.65	19.10	2	38.20
0.25	24	1.65	18.55	17.0	0	0	30	30	28.05	16.19	16.19	19.10	2	38.20
0.25	25	1.4	18.3	17.0	0	0	30	30	23.8	13.74	13.74	19.10	2	38.20
0.25	26	1.15	18.05	17.0	0	0	30	30	19.55	11.29	11.29	19.10	2	38.20
0.25	27	0.9	17.8	17.0	0	0	30	30	15.3	8.83	8.83	19.10	1	19.10
0.25	28	0.65	17.55	17.0	0	0	30	30	11.05	6.38	6.38	19.10	1	19.10
0.25	28	0.4	17.3	17.0	0	0	30	30	6.8	3.93	3.93	19.10	1	19.10
0.25	28	0.15	17.05	17.0	0	0	30	30	2.55	1.47	1.47	19.10	1	19.10

Σlembar

56

Jarak(sv) = 0.2 m

$M_{\text{geotextile}}$ (kN.m)	$\Sigma M_{\text{geotextile}}$ (kN.m)	Le (m)	Le dipakai (m)	Koordinat x (m)	Koordinat y (m)	Lr dipakai (m)	L Pakai (m)	L_{Total} (m)	L_{lapangan} (m)
928.26	928.26	0.21	1.00	20	8	2.35	3.0	7.00	5.00
918.71	1846.98	0.20	1.00	20.375	8.25	3.62	4.0	9.00	5.00
909.16	2756.14	0.21	1.00	20.75	8.5	4.42	5.0	11.00	6.00
899.61	3655.76	0.22	1.00	21.1229	8.7486	5.02	5.5	12.00	6.00
890.06	4545.82	0.23	1.00	21.4995	8.9996	5.48	6.0	13.00	7.00
880.51	5426.34	0.24	1.00	21.8745	9.2496	5.84	6.5	14.00	7.00
870.96	6297.30	0.25	1.00	22.2495	9.4996	6.14	6.5	14.00	7.00
861.41	7158.71	0.26	1.00	22.6245	9.7496	6.38	7.0	15.00	8.00
851.86	8010.58	0.27	1.00	22.9995	9.9996	6.58	7.0	15.00	8.00
842.31	8852.89	0.28	1.00	23.3745	10.2496	6.75	7.5	16.00	8.00
832.76	9685.66	0.30	1.00	23.7495	10.4996	6.87	7.5	16.00	8.00
823.21	10508.87	0.31	1.00	24.1245	10.7496	6.99	7.5	16.00	8.00
813.66	11322.53	0.33	1.00	24.4995	10.9996	7.06	7.5	16.00	8.00
804.11	12126.65	0.35	1.00	24.8745	11.2496	7.12	7.5	16.00	8.00
794.56	12921.21	0.37	1.00	25.2495	11.4996	7.15	7.5	16.00	8.00
785.01	13706.23	0.40	1.00	25.6245	11.7496	7.18	7.5	16.00	8.00
775.46	14481.69	0.43	1.00	25.9995	11.9996	7.17	7.5	16.00	8.00
765.91	15247.60	0.46	1.00	26.3745	12.2496	7.16	7.5	16.00	8.00
756.36	16003.97	0.50	1.00	29.2495	12.4996	4.63	5.5	12.00	6.00
746.81	16750.78	0.55	1.00	29.6245	12.7496	4.60	5.5	12.00	6.00
737.26	17488.04	0.61	1.00	29.9995	12.9996	4.56	5.50	12.00	6.00
727.71	18215.76	0.68	1.00	30.3745	13.2496	4.50	5.50	12.00	6.00
718.16	18933.92	0.77	1.00	30.7495	13.4996	4.43	5.50	12.00	6.00
708.61	19642.53	0.88	1.00	31.1245	13.7496	4.35	5.50	12.00	6.00
699.06	20341.60	1.04	1.10	31.4995	13.9996	4.26	5.50	12.00	6.00
689.51	21031.11	1.27	1.30	31.8745	14.2496	4.17	5.50	12.00	6.00
339.98	21371.09	1.62	1.70	32.2495	14.4996	4.06	6.00	7.00	7.00
335.21	21706.30	2.25	2.30	32.6245	14.7496	3.94	6.50	7.50	7.00
330.43	22036.73	3.65	3.70	32.9995	14.9996	3.82	7.50	8.50	8.00
325.66	22362.39	9.73	9.80	33.3745	15.2496	3.69	7.50	8.50	8.00
$\Sigma M_{\text{geotextile}}$	22362.39	1.50	SF OK					$\Sigma \text{Geotextile}$	386 m

$H_{\text{timbunan}} =$	7 m
SF =	1.5
$T_{\text{ult}} =$	52 kN/m
SFID=	1.6 (1.5-3.0)
SFCR=	1.1 (1.0-1.5)
SFCD=	1.5 (1.5-2.0)
SFBD=	1.1 (1.0-1.2)
E =	0.8 (Efisiensi)

Railroad

Data Timbunan

$\gamma_{\text{Sat Timbunan}} =$	19	kN/m ³
$\gamma_{\text{Timbunan}} =$	17	kN/m ³
$\phi =$	30	
c =	0	
$\delta =$	20	
$K_a =$	0.33	Tanah Datar
$K_a =$	0.44	Tanah Miring
Hinisial =	8.42	
Hfinal =	7.00	
$T_{\text{allow}} =$	17.91	kN/m

Data Tanah Dasar

$\gamma_t =$	13.0	kN/m ³
c =	27	kPa
$\phi =$	16.868	
SF =	2	
B =	33 m	(Lebar P
$Q_{\text{ult}} =$	5230.05	kN/m ²
$\sigma_{\text{ijin}} =$	2615.025	kN/m

		Beban Kereta			
ϕ Timb =	30	q =	50 kN/m ²	γ Balast =	19 kN/m ³
Nc =	37.2	Q _{Garis} =	50 kN/m	γ Rel Baja=	78.5 kN/m ³
Nq =	22.5	x =	4.5 m	γ Beton =	24 kN/m ³
N γ =	19.7	m =	0.53	h _{Balast} =	0.45 m
		H/Q _{garis} =	0.1684 m ¹ /kN	q _{Balast} =	8.55 kN/m ²
		P _{Titik} =	240 kN		
		x =	2.4 m		
		m =	0.29		
		H ² /P _{titik} =	0.30 m ² /kN		

↑ Sesuai dengan Aturan Perkeretaapian KAI

Pakai tegangan tanah penuh
bukan Tegangan efektif

Tabel
Terzaghi

ondasi)

No	Z	σH_s	σH_q	n	$\sigma_{HL} (H/QL)$	σ_{HL}	$\sigma_{Hp} (H^2/Qp)$	σ_{Hp}	σ_{Htotal}
	m	kN/m ²	kN/m ²			kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²
1	7.00	44.33	16.67	0.83	0.32	1.89	0.31	1.06	63.95
2	6.75	42.75	16.67	0.80	0.34	2.02	0.35	1.18	62.61
3	6.50	41.17	16.67	0.77	0.36	2.16	0.39	1.31	61.30
4	6.25	39.58	16.67	0.74	0.39	2.30	0.43	1.45	60.01
5	6.00	38.00	16.67	0.71	0.41	2.46	0.48	1.62	58.74
6	5.75	36.42	16.67	0.68	0.44	2.62	0.53	1.80	57.50
7	5.50	34.83	16.67	0.65	0.47	2.80	0.59	2.00	56.30
8	5.25	33.25	16.67	0.62	0.50	2.98	0.66	2.23	55.12
9	5.00	31.67	16.67	0.59	0.53	3.16	0.73	2.48	53.98
10	4.75	30.08	16.67	0.56	0.57	3.36	0.81	2.76	52.87
11	4.50	28.50	16.67	0.53	0.60	3.56	0.90	3.06	51.78
12	4.25	35.62	22.05	0.50	0.63	3.75	1.00	3.38	64.81
13	4.00	33.52	22.05	0.48	0.66	3.95	1.10	3.73	63.25
14	3.75	31.43	22.05	0.45	0.70	4.13	1.21	4.09	61.70
15	3.50	29.33	22.05	0.42	0.72	4.29	1.31	4.44	60.13
16	3.25	27.24	22.05	0.39	0.75	4.44	1.41	4.79	58.52
17	3.00	25.14	22.05	0.36	0.77	4.54	1.50	5.09	56.83
18	2.75	23.05	22.05	0.33	0.78	4.61	1.57	5.33	55.04
19	2.50	20.95	22.05	0.30	0.78	4.61	1.62	5.47	53.09
20	2.25	18.86	22.05	0.27	0.77	4.55	1.61	5.46	50.92
21	2.00	16.76	22.05	0.24	0.74	4.41	1.56	5.28	48.50
22	1.75	14.67	22.05	0.21	0.70	4.17	1.44	4.88	45.77
23	1.50	12.57	22.05	0.18	0.65	3.84	1.26	4.27	42.73
24	1.25	10.48	22.05	0.15	0.57	3.40	1.02	3.46	39.40
25	1.00	8.38	22.05	0.12	0.48	2.87	0.75	2.53	35.84
26	0.75	6.29	22.05	0.09	0.38	2.24	0.47	1.59	32.17
27	0.50	4.19	22.05	0.06	0.26	1.54	0.23	0.76	28.55
28	0.25	2.10	22.05	0.03	0.13	0.79	0.06	0.20	25.14

sv	Lr	Le	Lo	ΣL	Pa ₃	Pa ₄	H dari O	Q _L	Q _p	
m	m	m	m	m	kN/m	kN/m	m	kN	kN	
0.25	0.82	1.00	1.00	5.00	0.4729	0.266	0.13	0.059	0.033	
0.25	0.96	1.00	1.00	5.00	0.5049	0.294	0.38	0.189	0.110	
0.25	1.11	1.00	1.00	5.00	0.5391	0.327	0.63	0.337	0.204	
0.25	1.25	1.00	1.00	5.00	0.5756	0.363	0.88	0.504	0.318	
0.25	1.40	1.00	1.00	5.00	0.6144	0.404	1.13	0.691	0.455	
0.25	1.54	1.00	1.00	5.00	0.6555	0.450	1.38	0.901	0.618	
0.25	1.69	1.00	1.00	5.00	0.6988	0.501	1.63	1.135	0.814	
0.25	1.83	1.00	1.00	5.00	0.7441	0.557	1.88	1.395	1.045	
0.25	1.97	1.00	1.00	5.00	0.7912	0.620	2.13	1.681	1.318	
0.25	2.12	1.00	1.00	5.00	0.8396	0.689	2.38	1.994	1.637	
0.25	2.26	1.00	1.00	5.00	0.8889	0.765	2.63	2.333	2.008	
0.25	2.41	1.00	1.00	5.00	0.9381	0.846	2.88	2.697	2.432	
0.25	2.55	1.00	1.00	5.00	0.9863	0.932	3.13	3.082	2.913	
0.25	2.70	1.00	1.00	5.00	1.032	1.021	3.38	3.483	3.447	
0.25	2.84	1.00	1.00	5.00	1.0736	1.111	3.63	3.892	4.027	
0.25	2.98	1.00	1.00	5.00	1.1091	1.197	3.88	4.298	4.638	
0.25	3.13	1.00	1.00	5.00	1.1361	1.273	4.13	4.686	5.252	
0.25	3.27	1.00	1.00	6.00	1.1519	1.333	4.38	5.039	5.832	
0.25	3.42	1.00	1.00	6.00	1.1534	1.367	4.63	5.335	6.322	
0.25	3.56	1.00	1.00	6.00	1.1378	1.366	4.88	5.547	6.657	
0.25	3.71	1.00	1.00	6.00	1.1019	1.319	5.13	5.647	6.760	
0.25	3.85	1.00	1.00	6.00	1.0433	1.220	5.38	5.608	6.558	
0.25	4.00	1.00	1.00	6.00	0.96	1.067	5.63	5.400	6.001	
0.25	4.14	1.00	1.00	6.00	0.8512	0.866	5.88	5.001	5.086	
0.25	4.28	0.94	1.00	6.00	0.7175	0.633	6.13	4.395	3.879	
0.25	4.43	1.13	1.00	6.00	0.561	0.397	6.38	3.576	2.531	
0.25	4.57	1.50	1.00	6.00	0.3855	0.191	6.63	2.554	1.266	
0.25	4.72	2.64	1.00	6.00	0.1963	0.050	6.88	1.350	0.345	
1 Section				Σ Geotextile	151 m	22.86	21.426		82.81	82.51
Titik Berat (m)								3.62	3.85	

Kontrol Geotextile

$Pa_1 =$	155.17 kN/m	$Pa_1 \cdot \cos\delta =$	145.81 kN/m	$Pa_1 \cdot \sin\delta =$	53.07 kN/m
$Pa_2 =$	116.67 kN/m	$Pa_2 \cdot \cos\delta =$	109.63 kN/m	$Pa_2 \cdot \sin\delta =$	39.90 kN/m
$Pa_3 =$	22.86 kN/m	$Pa_3 \cdot \cos\delta =$	21.48 kN/m	$Pa_3 \cdot \sin\delta =$	7.82 kN/m
$Pa_4 =$	21.43 kN/m	$Pa_4 \cdot \cos\delta =$	20.13 kN/m	$Pa_4 \cdot \sin\delta =$	7.33 kN/m

Kontrol Guling

Mr	19	5.00	4.25	2.50	+	0.00	2.25	0.00	+	0.00	2.00	0.00
	19		53.125		+		0		+		0	
	19	102.625		756.83441	1							
		2706.7094	kN.m									
Md	155.17	2.3333333	+	116.67	3.5	+	22.86	3.62	+	21.43	3.85	1
		935.70602	kN.m									

SF 2.8926921 dengan range 1 meter/stationer OK Telah menambah panjang Geotextile Z(8.20-4.75) jadi 5m, awal 3m&4m

Kontrol Geser

Mr	22.95	6.00	+	717.25	0.5773503	+	108.12	0.5773503
	137.7	+	414.10448	+	62.42265			
		614.22713	kN					
Md		297.06	kN					
SF	2.0677215	dengan range 1 meter/stationer	OK					

Kontrol Daya Dukung

P_{ult}	27	37.2	+	50	22.5	+	32.5	19.7
	1004.4	+	1125	+	640.25			
	2769.65	kN/m ²						
$\sigma_{ijin tanah}$	923.21667	kN/m ²						
P_{act}	19	8.20	+	50	+	1.5151515	+	7.2727273
	214.59	kN/m ²						
SF	4.3022778	dengan range 1 meter/stationer	OK					

$H_{\text{timbunan}} =$	7.4 m	
SF =	1.5	
$T_{\text{ult}} =$	52 kN/m	GW-250 (Textron Ge
SFID=	1.6	(1.5-3.0)
SFCR=	1.1	(1.0-1.5)
SFCD=	1.5	(1.5-2.0)
SFBD=	1.1	(1.0-1.2)
E =	0.8	(Efisiensi)

Railroad

Data Timbunan

$\gamma_{\text{Sat Timbunan}} =$	19	kN/m ³
$\gamma_{\text{Timbunan}} =$	17	kN/m ³
$\phi =$	30	
c =	0	
$\delta =$	20	
Ka =	0.33	Tanah Datar
Ka =	0.44	Tanah Miring
Hinisial =	8.68	
Hfinal =	7.40	
$T_{\text{allow}} =$	17.91	kN/m

Data Tanah Dasar

$\gamma_t =$	13.0	kN/m ³
c =	27	kPa
$\phi =$	16.868	
SF =	2	
B =	33 m	(Lebar P
$Q_{\text{ult}} =$	5230.05	kN/m ²
$\sigma_{\text{ijin}} =$	2615.025	kN/m

		Beban Kereta			
ϕ Timb =	30	q =	50 kN/m ²	γ Balast =	19 kN/m ³
Nc =	37.2	Q _{Garis} =	50 kN/m	γ Rel Baja=	78.5 kN/m ³
Nq =	22.5	x =	4.5 m	γ Beton =	24 kN/m ³
N _{γ} =	19.7	m =	0.52	h _{Balast} =	0.45 m
fondasi)		H/Q _{garis} =	0.1736 m ³ /kN	q _{Balast} =	8.55 kN/m ²
		P _{Titik} =	240 kN	Pakai tegangan tanah penuh bukan Tegangan efektif	
		x =	2.4 m		
		m =	0.28		
		H ² /P _{titik} =	0.31 m ² /kN		
		↑ Sesuai dengan Aturan Perkeretaapian KAI			

No	Z	σ_{Hs}	σ_{Hq}	n	$\sigma_{HL} (H/QL)$	σ_{HL}	$\sigma_{Hp} (H^2/Qp)$	σ_{Hp}	σ_{Htotal}
	m	kN/m ²	kN/m ²			kN/m ²		kN/m ²	kN/m ²
1	7.40	46.87	16.67	0.85	0.30	1.70	0.29	0.93	66.17
2	7.15	45.28	16.67	0.82	0.32	1.82	0.32	1.03	64.80
3	6.90	43.70	16.67	0.79	0.34	1.94	0.36	1.13	63.44
4	6.65	42.12	16.67	0.77	0.36	2.07	0.39	1.26	62.11
5	6.40	40.53	16.67	0.74	0.38	2.21	0.44	1.39	60.81
6	6.15	38.95	16.67	0.71	0.41	2.36	0.48	1.54	59.52
7	5.90	37.37	16.67	0.68	0.44	2.52	0.54	1.71	58.27
8	5.65	35.78	16.67	0.65	0.47	2.69	0.60	1.90	57.04
9	5.40	34.20	16.67	0.62	0.50	2.87	0.66	2.11	55.84
10	5.15	32.62	16.67	0.59	0.53	3.05	0.73	2.34	54.67
11	4.90	31.03	16.67	0.56	0.56	3.24	0.81	2.59	53.53
12	4.65	38.97	22.05	0.54	0.60	3.44	0.90	2.87	67.33
13	4.40	36.88	22.05	0.51	0.63	3.63	0.99	3.16	65.73
14	4.15	34.78	22.05	0.48	0.66	3.83	1.09	3.47	64.14
15	3.90	32.68	22.05	0.45	0.70	4.02	1.19	3.80	62.56
16	3.65	30.59	22.05	0.42	0.73	4.20	1.30	4.13	60.97
17	3.40	28.49	22.05	0.39	0.76	4.35	1.40	4.44	59.35
18	3.15	26.40	22.05	0.36	0.78	4.48	1.49	4.73	57.67
19	2.90	24.30	22.05	0.33	0.79	4.58	1.56	4.97	55.90
20	2.65	22.21	22.05	0.31	0.80	4.62	1.61	5.12	54.00
21	2.40	20.11	22.05	0.28	0.80	4.60	1.62	5.16	51.92
22	2.15	18.02	22.05	0.25	0.78	4.50	1.58	5.05	49.62
23	1.90	15.92	22.05	0.22	0.75	4.33	1.49	4.75	47.06
24	1.65	13.83	22.05	0.19	0.70	4.05	1.34	4.27	44.21
25	1.40	11.73	22.05	0.16	0.64	3.68	1.13	3.61	41.07
26	1.15	9.64	22.05	0.13	0.56	3.20	0.88	2.80	37.69
27	0.90	7.54	22.05	0.10	0.46	2.63	0.60	1.93	34.15
28	0.65	5.45	22.05	0.07	0.34	1.97	0.35	1.10	30.57
29	0.40	3.35	22.05	0.05	0.22	1.24	0.14	0.44	27.10
30	0.15	1.26	22.05	0.02	0.08	0.47	0.02	0.06	23.85

sv	Lr	Le	Lo	ΣL	Pa ₃	Pa ₄	H dari O	Q _l	Q _p
m	m	m	m	m	kN/m	kN/m	m	kN	kN
0.25	0.74	1.00	1.00	5.00	0.4261	0.232	0.13	0.053	0.029
0.25	0.88	1.00	1.00	5.00	0.4548	0.257	0.38	0.171	0.096
0.25	1.03	1.00	1.00	5.00	0.4855	0.284	0.63	0.303	0.177
0.25	1.17	1.00	1.00	5.00	0.5183	0.314	0.88	0.454	0.275
0.25	1.32	1.00	1.00	5.00	0.5535	0.348	1.13	0.623	0.391
0.25	1.46	1.00	1.00	5.00	0.5909	0.386	1.38	0.812	0.531
0.25	1.61	1.00	1.00	5.00	0.6306	0.428	1.63	1.025	0.696
0.25	1.75	1.00	1.00	5.00	0.6725	0.475	1.88	1.261	0.891
0.25	1.89	1.00	1.00	5.00	0.7167	0.527	2.13	1.523	1.120
0.25	2.04	1.00	1.00	5.00	0.7627	0.585	2.38	1.811	1.389
0.25	2.18	1.00	1.00	5.00	0.8104	0.648	2.63	2.127	1.701
0.25	2.33	1.00	1.00	5.00	0.8593	0.717	2.88	2.470	2.060
0.25	2.47	1.00	1.00	5.00	0.9086	0.790	3.13	2.839	2.470
0.25	2.62	1.00	1.00	5.00	0.9576	0.869	3.38	3.232	2.932
0.25	2.76	1.00	1.00	5.00	1.0049	0.950	3.63	3.643	3.443
0.25	2.90	1.00	1.00	5.00	1.0492	1.032	3.88	4.066	3.998
0.25	3.05	1.00	1.00	5.00	1.0887	1.111	4.13	4.491	4.583
0.25	3.19	1.00	1.00	5.00	1.1211	1.183	4.38	4.905	5.176
0.25	3.34	1.00	1.00	6.00	1.1439	1.242	4.63	5.291	5.744
0.25	3.48	1.00	1.00	6.00	1.1544	1.280	4.88	5.628	6.241
0.25	3.63	1.00	1.00	6.00	1.1494	1.290	5.13	5.891	6.609
0.25	3.77	1.00	1.00	6.00	1.126	1.261	5.38	6.052	6.780
0.25	3.91	1.00	1.00	6.00	1.0813	1.189	5.63	6.082	6.687
0.25	4.06	1.00	1.00	6.00	1.013	1.068	5.88	5.951	6.274
0.25	4.20	1.00	1.00	6.00	0.9196	0.901	6.13	5.632	5.520
0.25	4.35	1.00	1.00	6.00	0.8006	0.699	6.38	5.104	4.458
0.25	4.49	1.00	1.00	6.00	0.6575	0.482	6.63	4.356	3.190
0.25	4.64	1.24	1.00	6.00	0.4928	0.275	6.88	3.388	1.893
0.25	4.78	1.78	1.00	6.00	0.3111	0.111	6.88	2.139	0.764
0.50	4.92	8.35	1.00	6.00	0.2365	0.032	7.00	1.656	0.226
1 Section Σ Geotextile				162 m	23.697	20.966		92.98	86.34
Titik Berat (m)								3.92	4.12

Kontrol Geotextile

$Pa_1 =$	173.41 kN/m	$Pa_1 * \cos\delta =$	162.95 kN/m	$Pa_1 * \sin\delta =$	59.31 kN/m
$Pa_2 =$	123.33 kN/m	$Pa_2 * \cos\delta =$	115.90 kN/m	$Pa_2 * \sin\delta =$	42.18 kN/m
$Pa_3 =$	23.70 kN/m	$Pa_3 * \cos\delta =$	22.27 kN/m	$Pa_3 * \sin\delta =$	8.10 kN/m
$Pa_4 =$	20.97 kN/m	$Pa_4 * \cos\delta =$	19.70 kN/m	$Pa_4 * \sin\delta =$	7.17 kN/m

Kontrol Guling

Mr	19	5.00	4.50	2.50	+	0.00	2.25	0.00	+
	19		56.25		+		0		+
	19	90.625			+	864.07388			1
		2585.9489							kN.m
Md	173.41	2.4666667	+	123.33	3.7	+	23.70	3.92	+
		1063.3929							kN.m

SF 2.4317906 dengan range 1 meter/stationer OK Telah menambah panjang Geotextile Z(8.20-4.75) j

Kontrol Geser

Mr	22.95	6.00	+	688.75	0.5773503	+	116.77	0.5773503
		137.7	+	397.65	+	67.415309		
		602.76531						kN
Md		320.81						kN
SF	1.8788623							dengan range 1 meter/stationer OK

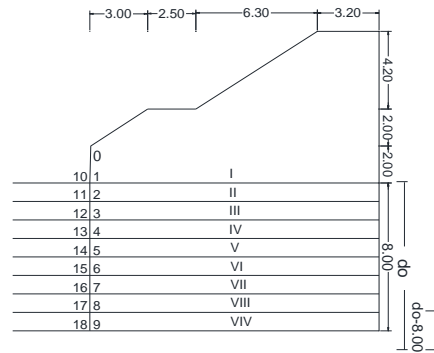
Kontrol Daya Dukung

SF= 3

$P_{ult} \cdot$	27	37.2	+	50	22.5	+	32.5	19.7
		1004.4	+	1125	+	640.25		
		2769.65						kN/m^2
σ_{ijin} tanah		923.21667						kN/m^2
$P_{act} \cdot$	19	8.20	+	50	+	1.5151515	+	7.2727273
		214.59						kN/m^2
SF	4.3022778							dengan range 1 meter/stationer OK

Data Timbunan

$\gamma_{\text{sat timb}} =$	19.0	kN/m^3
$\gamma_{\text{timb}} =$	17.0	kN/m^3
$C_{u1} =$	0	kN/m^2
$\phi_1 =$	30	
$q_{\text{Train}} =$	50	kN/m^2
$q_{\text{Timb}} =$	52	kN/m^3
$\gamma_{\text{Air}} =$	9.81	kN/m^3



$$\begin{aligned}
 \text{Kpa} &= \text{kN/m}^2 & \text{Ka} &= \frac{1-\sin\theta}{1+\sin\theta} = \tan^2\left(45 - \frac{\theta}{2}\right) \\
 \sigma_{h_{\text{aktif}}} &= \sigma'v \cdot \text{Ka} - 2c\sqrt{\text{Ka}} & \text{Ka}_{\text{timb}} &= & 0.333333333 \\
 \sigma_{h_{\text{pasif}}} &= \sigma'v \cdot \text{Kp} + 2c\sqrt{\text{Kp}} & \text{Ka}_{\text{tanah}} &= & 0.550185997 \\
 & & \text{Kp} &= \frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta} = \tan^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right) \\
 & & \text{Kp}_{\text{timb}} &= & 3 \\
 & & \text{Kp}_{\text{tanah}} &= & 1.817567159
 \end{aligned}$$

Data Tanah Dasar

Area	H _{lapisan}	γ _{tanah}	Cu	φ	Ka _{tnh}	Kp _{tnh}	2C√Ka	2C√Kp	q _{timb}	σ'v	σ _{h_a}	σ _{h_p}
	m	kN/m ³	kN/m ²	radian					kN/m ²	kN/m ²	kN/m ³	kN/m ³
I0	5	19.00	0	30	0.333		0.00		102.00	197.00	65.66666667	
I1	7	19.00	0	30	0.333		0.00		102.00	235.00	78.33333333	
II1	7	13.00	27	16.87	0.55		40.05		102.00	235.00	89.23946654	
II2	1	13.00	27	16.87	0.55		40.05		102.00	238.19	90.99455987	
III2	1	13.80	27	16.87	0.55		40.05		102.00	238.19	90.99455987	
III3	1	13.80	27	16.87	0.55		40.05		102.00	242.18	93.189802	
IV3	1	14.10	29	16.87	0.55		43.02		102.00	242.18	90.22282105	
IV4	1	14.10	29	16.87	0.55		43.02		102.00	246.47	92.58311898	
V4	1	14.20	29	16.87	0.55		43.02		102.00	246.47	92.58311898	
V5	1	14.20	29	16.87	0.55		43.02		102.00	250.86	94.99843551	
VI5	1	14.00	32	16.87	0.55		47.47		102.00	250.86	90.54796408	
VI6	1	14.00	32	16.87	0.55		47.47		102.00	255.05	92.85324341	
VII6	1	14.10	32	16.87	0.55		47.47		102.00	255.05	92.85324341	
VII7	1	14.10	32	16.87	0.55		47.47		102.00	259.34	95.21354134	
VIII7	1	14.10	50	16.87	0.55		74.17		102.00	259.34	68.51071279	
VIII8	1	14.10	50	16.87	0.55		74.17		102.00	263.63	70.87101072	
VIV8	1	14.20	50	16.87	0.55		74.17		102.00	263.63	nb	bnv
VIV9	d-8	14.20	50	16.87	0.55		74.17		102.00	228.51+4.39d	51.51+2.42d	

II10	1	13.00	27	16.87		1.818		72.8		0		72.80127633
II11	1	13.00	27	16.87		1.818		72.8		13		96.4296494
III11	1	13.80	27	16.87		1.818		72.8		13		96.4296494
III12	1	13.80	27	16.87		1.818		72.8		16.99		103.6817424
IV12	1	14.10	29	16.87		1.818		78.2		16.99		109.0744295
IV13	1	14.10	29	16.87		1.818		78.2		21.28		116.8717926
V13	1	14.20	29	16.87		1.818		78.2		21.28		116.8717926
V14	1	14.20	29	16.87		1.818		78.2		25.67		124.8509124
VI14	1	14.00	32	16.87		1.818		86.3		25.67		132.9399431
VI15	1	14.00	32	16.87		1.818		86.3		29.86		140.5555495
VII15	1	14.10	32	16.87		1.818		86.3		29.86		140.5555495
VII16	1	14.10	32	16.87		1.818		86.3		34.15		148.3529127
VIII16	1	14.10	50	16.87		1.818		134.8		34.15		196.8870969
VIII17	1	14.10	50	16.87		1.818		134.8		38.44		204.68446
VIV17	1	14.20	50	16.87		1.818		134.8		38.44		204.68446
VIV18	d-8	14.20	50	16.87		1.818		134.8		3.32+4.39d		140.84+7.98d

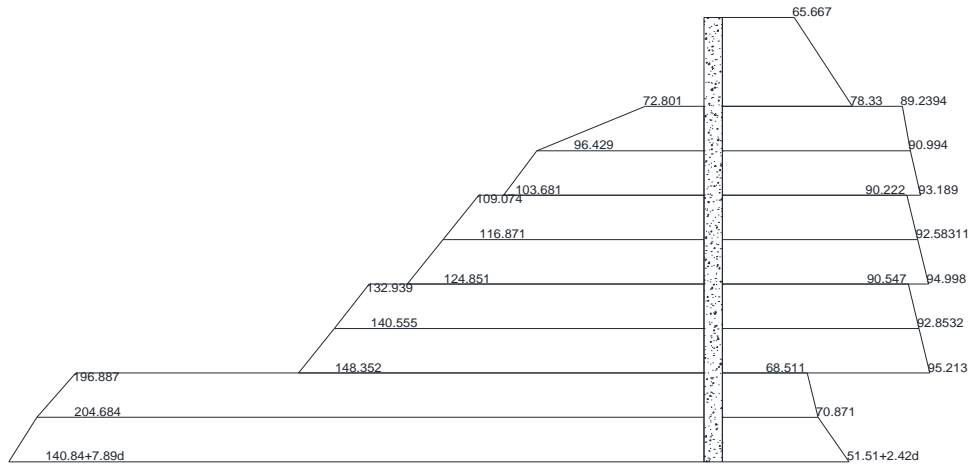
Aktif Momen searah jarum jam negatif

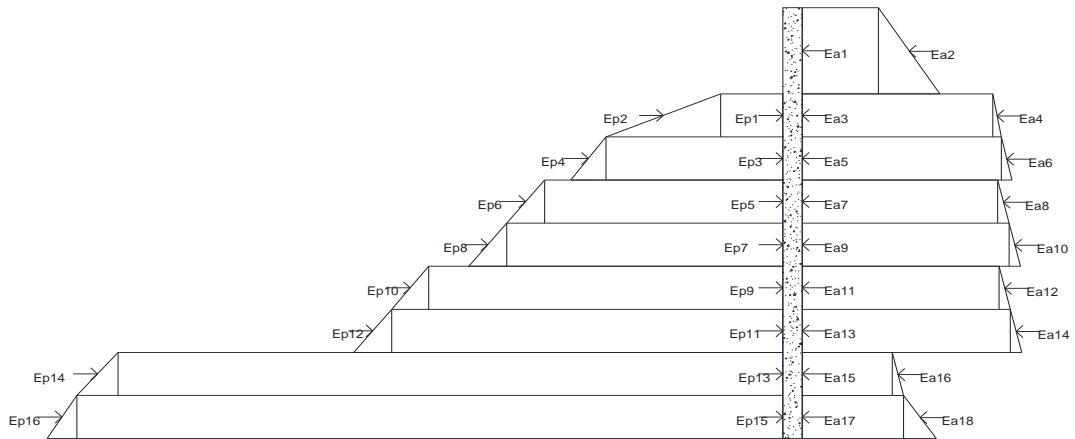
	σ_h	Luas	Gaya	Lengan	Momen
	kN/m^3	m^2	kN	m	kNm
Ea1	65.66666667	2	131.3333333	1	131.3333333
Ea2	12.66666667	1	12.66666667	1.333333	16.88888889
Ea3	89.23946654	1	89.23946654	-0.5	-44.61973327
Ea4	1.755093331	0.5	0.877546666	-0.666667	-0.58503111
Ea5	90.99455987	1	90.99455987	-0.5	-45.49727994
Ea6	2.195242129	0.5	1.097621065	-0.333333	-0.365873688
Ea7	90.22282105	1	90.22282105	-1.5	-135.3342316
Ea8	2.360297928	0.5	1.180148964	-1.333333	-1.573531952
Ea9	92.58311898	1	92.58311898	-2.5	-231.4577974
Ea10	2.415316528	0.5	1.207658264	-2.333333	-2.817869283
Ea11	90.54796408	1	90.54796408	-3.5	-316.9178743
Ea12	2.305279329	0.5	1.152639664	-3.333333	-3.842132214
Ea13	92.85324341	1	92.85324341	-4.5	-417.8395954
Ea14	2.360297928	0.5	1.180148964	-4.333333	-5.113978845
Ea15	68.51071279	1	68.51071279	-5.5	-376.8089204
Ea16	2.360297928	0.5	1.180148964	-5.333333	-6.294127809
Ea17	nb bn	(d-8)	70.871d-566.968	-(0.5d-4)	-(35.435d ² -566.964d+2267.87)
Ea18	2.47d-19.361	(d-8)/2	1.235d ² -19.5605d+77.444	-(0.66d-5.33)	-(0.8151d ³ -19.493d ² +155.37-412.755)

Pasif

	σ_{hp}	Luas	Gaya	Lengan	Momen
	kN/m^3	m^2	kN	m	kNm
Ep1	72.80127633	1	72.80127633	0.5	36.40063817
Ep2	23.62837307	0.5	11.81418653	0.666667	7.876124356
Ep3	96.4296494	1	96.4296494	1.5	144.6444741
Ep4	7.252092964	0.5	3.626046482	1.666667	6.043410804
Ep5	109.0744295	1	109.0744295	2.5	272.6860737
Ep6	7.797363112	0.5	3.898681556	2.666667	10.39648415
Ep7	116.8717926	1	116.8717926	3.5	409.0512741
Ep8	7.979119828	0.5	3.989559914	3.666667	14.62838635
Ep9	132.9399431	1	132.9399431	4.5	598.2297441
Ep10	7.615606396	0.5	3.807803198	4.666667	17.76974826
Ep11	140.5555495	1	140.5555495	5.5	773.0555225
Ep12	7.797363112	0.5	3.898681556	5.666667	22.09252882
Ep13	196.8870969	1	196.8870969	6.5	1279.76613
Ep14	7.797363112	0.5	3.898681556	6.666667	25.99121037
Ep15	204.68446	(d-8)	204.685d-1637.48	0.5d-4	102.34d ² -1637.48d-6549.92
Ep16	7.98d-63.844	(d-8)/2	3.945d ² -63.482d+255.376	0.66d-5.33	2.603d ⁴ -62.928d ² +506.957d+1361.154

Diagram Tegangan Aktif & Pasif





Hasil

M _{aktif}	$-(0.8151d^3-19.493d^2+155.37-412.755)$
M _{Pasif}	$2.603^d-62.928d^2+506.957d-621.235$
M _{Total}	$1.789d^3-43.435d^2+351.587d-208.48 = -0.000212$
Cari d	7.490267658
Jadi d =	7.5 m
SF = 1.5	11.25 m
maka panjang sheetpile yang digunakan	
Total	14 m

Lalu,

Mencari Profil Sheetpile

$$1.789d^3-43.435d^2+351.587d-208.48$$

diturunkan

$$5.367d^2-86.87d+208.48$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$D=b^2 - 4ac$$

Maka, Momen maksimumnya

dengan SF=1.5, maka M_{max}=

$$a \qquad b \qquad c$$

$$5.367 \qquad -86.87 \qquad 208.4812$$

$$D= \qquad 3070.722067$$

maka, X₁ = X₂.

$$X_1 = \qquad 13.3 \text{ (Memenuhi)}$$

$$X_2 = \qquad 2.9 \text{ (Memenuhi)}$$

$$M_{\max} = \qquad 246.929334 \qquad 370.394$$

370.394 kN.m

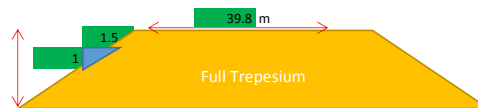
SUBSURFACE EXPLORATION LOG

Project	SOIL INVESTIGATION JALUR KERETA API	STA	KM 87+200	Client:
Locator	RUAS KAB. BARRU-KOTA PARE-PARE	X= 792132	Y= 9506851	
Start Date	13/05/2015	Checked by	Sudi Suryana	
Finish Date	14/05/2015	Logged by	Ahmad Masa	
Surface Elevation	Ground Existing	Core Drill	Nq (2inch)	
Water Table	-1 m	Casing Drill	-	
Bor Master	Ja'o	Total Depth	16 m	

Depth	GWL	Example	Log	Core Recovery	Soil or Rock Discription Type, Color, Discription	SPT (Blows/cm)			N.SPT	N.Graph (X.10)						RQD (%)		
						N1	N2	N3		1	2	3	4	5	6			
1				100	(1.00 - 8.00) m Lempung Kepasiran berwarna kehitaman dengan konsistensi lunak hingga sedang. Persentase sampel yang terambil >50%													
2				80														
3		X		100			2/15	2/15	3/15	2								
4				100														
5		X		100			2/15	3/15	3/15	2								
6				100														
7		X		100			3/15	4/15	5/15	2								
8				100														
9		X		100	(8.00 - 14.00) m Tufa berwarna coklat dengan sifat batuan agak lunak, merupakan batuan vulkanik, disusun oleh material berukuran pasir	3/15	4/15	5/15	34	██████████								
10				100														
11		X		100			8/15	20/15	25/15	52	██████████████████							
12				100														
13		X		100			8/15	15/15	18/15	>60	████████████████████							
14				100														
						15/15	20/15	34/15	>60	████████████████████								

	Disturbed Sample	SPT (%)	Clay & Silt	N	Sand & Silt	Top Soil	Lempung
	S P T	<2	Very Soft	<4	Very Loose	Pasir	Tufa
	Undisturb Sample	2-4	Soft	4-10	Loose	Lantau	Kulit Kerang
		4-8	Medium	10-30	Medium	Batu	Kerang
		8-15	Stiff	30-50	Dense		
		15-30	Very Stiff	>50	Very Dense		

beban kereta (P) = 25 ton		Asumsi Spec Urugan =	
$Q_{kereta} = 12.5$ t/m2		$\gamma_{tomboran} = 1.70$ t/m ³	
$h = 7.6$ m	$Pf = 1$ m	$\gamma_{SATimbunan} = 1.90$ t/m ³	
$\Delta Pf = 1$ t/m2	$\gamma_{air} = 1.00$ t/m3	$c = 30$	7.6 m
		$\phi = 0$ t/m ²	



STA 87+000		qo = 14.44 t/m2		Beban Timbunan																					
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	$\alpha 1$ Degree	$\alpha 2$ Degree	ΔP t/m2	$\Delta P+Po'$ t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m				
1	0	1	1	0.5	14.44	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	14.440	14.692	1.252	OC	0.25			
2	1	2	1	1.5	14.44	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	14.430	15.195	1.765	OC	0.21			
3	2	3	1	2.5	14.44	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	14.395	15.689	2.293	OC	0.18			
4	3	4	1	3.5	14.44	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	14.324	16.148	2.824	OC	0.17			
5	4	5	1	4.5	14.44	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	14.209	16.562	3.353	OC	0.15			
6	5	6	1	5.5	14.44	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	14.049	16.920	3.871	OC	0.15			
7	6	7	1	6.5	14.44	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	13.849	17.231	4.383	OC	0.14			
8	7	8	1	7.5	14.44	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	13.612	17.519	4.907	OC	0.12			
9	8	9	1	8.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	13.345	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
10	9	10	1	9.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	13.056	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
11	10	11	1	10.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	12.751	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
12	11	12	1	11.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	12.435	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
13	12	13	1	12.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	12.113	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
14	13	14	1	13.5	14.44	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	11.790	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
														Hinsial=	8.32 m					Hfinal=	6.95 m			$\Sigma =$	1.37

qo = 10.00 t/m2																									
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	$\alpha 1$ Degree	$\alpha 2$ Degree	ΔP t/m2	$\Delta P+Po'$ t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m				
1	0	1	1	0.5	10.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	10.000	10.252	1.252	OC	0.22			
2	1	2	1	1.5	10.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	9.993	10.758	1.765	OC	0.18			
3	2	3	1	2.5	10.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	9.969	11.262	2.293	OC	0.15			
4	3	4	1	3.5	10.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	9.919	11.744	2.824	OC	0.14			
5	4	5	1	4.5	10.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	9.840	12.193	3.353	OC	0.12			
6	5	6	1	5.5	10.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	9.729	12.600	3.871	OC	0.12			
7	6	7	1	6.5	10.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	9.590	12.973	4.383	OC	0.11			
8	7	8	1	7.5	10.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	9.426	13.334	4.907	OC	0.09			
9	8	9	1	8.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	9.242	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
10	9	10	1	9.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	9.042	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
11	10	11	1	10.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	8.830	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
12	11	12	1	11.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	8.612	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
13	12	13	1	12.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	8.389	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
14	13	14	1	13.5	10.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	8.165	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!			
														Hinsial=	5.86 m					Hfinal=	4.73 m			$\Sigma =$	1.13

qo = 13.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a m	b m	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC m
	Degree	Degree														t/m ²	t/m ²	t/m ²				
1	0	1	1	0.5	13.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	13.000	13.252	1.252	OC	0.24
2	1	2	1	1.5	13.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	12.991	13.756	1.765	OC	0.20
3	2	3	1	2.5	13.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	12.960	14.253	2.293	OC	0.17
4	3	4	1	3.5	13.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	12.895	14.720	2.824	OC	0.16
5	4	5	1	4.5	13.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	12.792	15.145	3.353	OC	0.14
6	5	6	1	5.5	13.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	12.648	15.519	3.871	OC	0.14
7	6	7	1	6.5	13.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	12.468	15.850	4.383	OC	0.13
8	7	8	1	7.5	13.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	12.254	16.162	4.907	OC	0.11
9	8	9	1	8.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	12.015	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	11.754	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	11.480	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	11.195	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	10.905	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	13.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	10.614	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial= 7.53 m		Hfinal= 6.23 m		Σ=		1.30	

qo = 15.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a m	b m	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC m
	Degree	Degree														t/m ²	t/m ²	t/m ²				
1	0	1	1	0.5	15.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	15.000	15.252	1.252	OC	0.26
2	1	2	1	1.5	15.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	14.990	15.755	1.765	OC	0.22
3	2	3	1	2.5	15.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	14.953	16.247	2.293	OC	0.18
4	3	4	1	3.5	15.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	14.879	16.704	2.824	OC	0.17
5	4	5	1	4.5	15.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	14.760	17.113	3.353	OC	0.16
6	5	6	1	5.5	15.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	14.594	17.465	3.871	OC	0.15
7	6	7	1	6.5	15.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	14.386	17.768	4.383	OC	0.14
8	7	8	1	7.5	15.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	14.140	18.047	4.907	OC	0.12
9	8	9	1	8.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	13.863	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	13.563	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	13.246	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	12.917	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	12.583	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	15.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	12.247	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial= 8.63 m		Hfinal= 7.23 m		Σ=		1.40	

qo = 17.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a m	b m	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC m
	Degree	Degree														t/m ²	t/m ²	t/m ²				
1	0	1	1	0.5	17.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	17.000	17.251	1.252	OC	0.27
2	1	2	1	1.5	17.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	16.988	17.753	1.765	OC	0.23
3	2	3	1	2.5	17.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	16.947	18.241	2.293	OC	0.20
4	3	4	1	3.5	17.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	16.863	18.687	2.824	OC	0.18
5	4	5	1	4.5	17.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	16.728	19.081	3.353	OC	0.17
6	5	6	1	5.5	17.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	16.540	19.411	3.871	OC	0.16
7	6	7	1	6.5	17.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	16.304	19.686	4.383	OC	0.15
8	7	8	1	7.5	17.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	16.025	19.932	4.907	OC	0.13
9	8	9	1	8.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	15.711	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	15.371	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	15.012	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	14.640	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	14.261	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	17.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	13.880	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial= 9.73 m		Hfinal= 8.25 m		Σ=		1.48	

No		Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m
1	0	1	1	0.5	19.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	19.000	19.251	1.252	OC	0.28
2	1	2	1	1.5	19.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	18.987	19.752	1.765	OC	0.24
3	2	3	1	2.5	19.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	18.941	20.234	2.293	OC	0.20
4	3	4	1	3.5	19.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	18.847	20.671	2.824	OC	0.19
5	4	5	1	4.5	19.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	18.696	21.049	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	19.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	18.486	21.357	3.871	OC	0.17
7	6	7	1	6.5	19.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	18.222	21.605	4.383	OC	0.16
8	7	8	1	7.5	19.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	17.910	21.817	4.907	OC	0.14
9	8	9	1	8.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	17.560	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	17.180	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	16.778	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	16.362	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	15.939	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	19.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	15.513	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial=	10.82 m	Hfinal=	9.26 m			Σ=	1.56

No		Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m
1	0	1	1	0.5	21.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	20.999	21.251	1.252	OC	0.29
2	1	2	1	1.5	21.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	20.985	21.751	1.765	OC	0.25
3	2	3	1	2.5	21.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	20.935	22.228	2.293	OC	0.21
4	3	4	1	3.5	21.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	20.831	22.655	2.824	OC	0.20
5	4	5	1	4.5	21.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	20.664	23.016	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	21.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	20.432	23.303	3.871	OC	0.18
7	6	7	1	6.5	21.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	20.140	23.523	4.383	OC	0.17
8	7	8	1	7.5	21.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	19.796	23.703	4.907	OC	0.15
9	8	9	1	8.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	19.408	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	18.988	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	18.544	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	18.084	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	17.616	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	21.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	17.146	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial=	11.91 m	Hfinal=	10.28 m			Σ=	1.63

No		Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m
1	0	1	1	0.5	24.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.4	8.5	22.80	17.00	1.927	86.634	23.999	24.251	1.252	OC	0.30
2	1	2	1	1.5	24.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.4	8.5	7.60	5.67	5.697	79.992	23.983	24.748	1.765	OC	0.26
3	2	3	1	2.5	24.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.4	8.5	4.56	3.40	9.229	73.610	23.926	25.219	2.293	OC	0.23
4	3	4	1	3.5	24.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.4	8.5	3.26	2.43	12.405	67.620	23.806	25.631	2.824	OC	0.21
5	4	5	1	4.5	24.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.4	8.5	2.53	1.89	15.155	62.103	23.615	25.968	3.353	OC	0.20
6	5	6	1	5.5	24.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.4	8.5	2.07	1.55	17.455	57.095	23.351	26.222	3.871	OC	0.19
7	6	7	1	6.5	24.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.4	8.5	1.75	1.31	19.317	52.595	23.017	26.400	4.383	OC	0.18
8	7	8	1	7.5	24.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.4	8.5	1.52	1.13	20.773	48.576	22.623	26.531	4.907	OC	0.16
9	8	9	1	8.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.34	1.00	21.871	45.000	22.181	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.20	0.89	22.661	41.820	21.701	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	1.09	0.81	23.191	38.991	21.193	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.99	0.74	23.508	36.469	20.668	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.91	0.68	23.650	34.216	20.133	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	24.00	-	#VALUE!	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.4	8.5	0.84	0.63	23.652	32.196	19.595	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
															Hinsial=	13.54 m	Hfinal=	11.82 m			Σ=	1.72

qo t/m2	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
14.44	1.37	8.32	6.95
15.00	1.40	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.25
19.00	1.56	10.82	9.26

Memakai Persamaan dari Grafik

Sesuai H_{final} Proyek : 7.6 m
 didapat Sc : 1.427 m
 dengan H_{inisial} : 9.027 m

PERUMUSAN NILAI

KOREL LL - CC

samaan Terzaghi dan Peck

$$CC = 0.009 (LL - 10), \dots(1) \quad \gamma_{SAT} = \frac{e \cdot \gamma_w + G_s \gamma_w}{1 + e} = \frac{(e + G_s) \gamma_w}{1 + e}$$

samaan lempung Brazilian

CC = 0.0046 (LL - 9) ... (2)

$\gamma_{sat} \neq \gamma_{timb}$

$$H_{inisial} = [\{q_{(i)} + S_{C(i)}(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})\} / \gamma_{timb}]$$

$\gamma_{sat} = \gamma_{timb}$

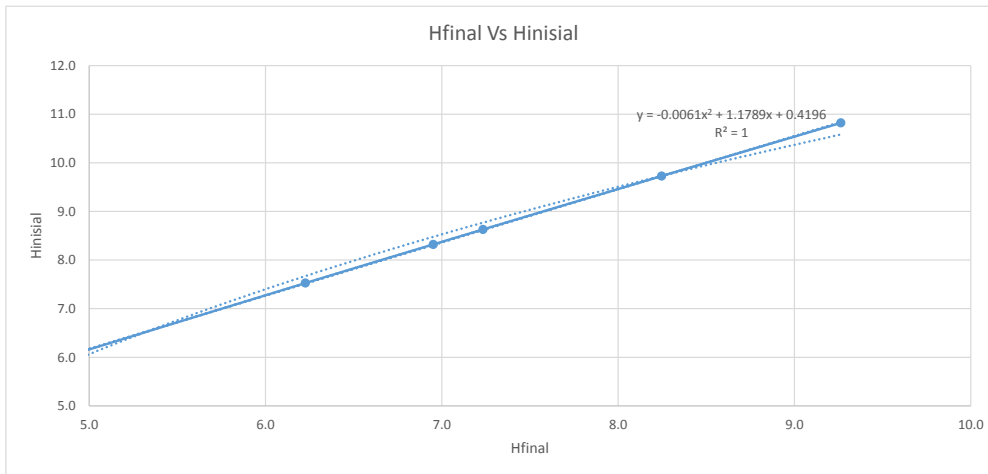
$$H_{inisial} = [\{q_{(i)} + S_{C(i)}\gamma_w\} / \gamma_{timb}]$$

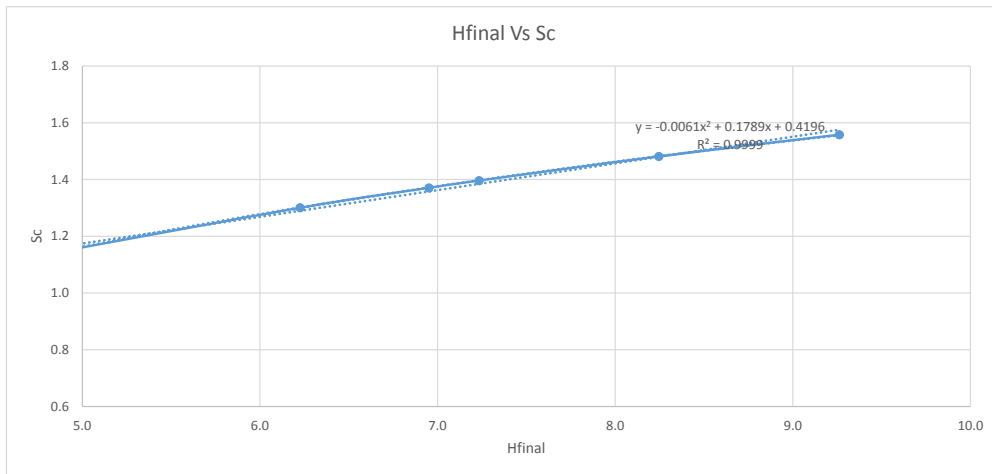
Bila $(P'o + \Delta P) \leq P'_c$

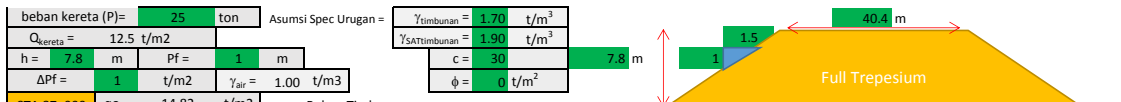
$$Sc = \frac{Cs}{1 + e_0} \left[H \log \left(\frac{p_0' + \Delta p}{p_0'} \right) \right]$$

Bila $(P'o + \Delta P) > P'_c$

$$Sc = \frac{Cs}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c}{p_0'} + \frac{Cc}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c + \Delta p}{p'_c}$$







STA 87+000		qo = 14.82 t/m2		Beban Timbunan																				
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	γ_t t/m3	γ_{sat} t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	α_1 Degree	α_2 Degree	ΔP t/m2	$\Delta P + Po'$ t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m			
1	0	1	1	0.5	14.82	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	14.820	15.072	1.252	OC	0.26		
2	1	2	1	1.5	14.82	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	14.810	15.575	1.765	OC	0.21		
3	2	3	1	2.5	14.82	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	14.775	16.068	2.293	OC	0.18		
4	3	4	1	3.5	14.82	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	14.703	16.527	2.824	OC	0.17		
5	4	5	1	4.5	14.82	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	14.587	16.940	3.353	OC	0.15		
6	5	6	1	5.5	14.82	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	14.426	17.297	3.871	OC	0.15		
7	6	7	1	6.5	14.82	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	14.224	17.606	4.383	OC	0.14		
8	7	8	1	7.5	14.82	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	13.985	17.892	4.907	OC	0.12		
9	8	9	1	8.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	13.715	#VALUE!	#####	####	####		
10	9	10	1	9.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	13.423	#VALUE!	#####	####	####		
11	10	11	1	10.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	13.114	#VALUE!	#####	####	####		
12	11	12	1	11.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	12.794	#VALUE!	#####	####	####		
13	12	13	1	12.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	12.467	#VALUE!	#####	####	####		
14	13	14	1	13.5	14.82	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	12.139	#VALUE!	#####	####	####		
													Hinsial=	8.53 m			Hfinal=	7.14 m			$\Sigma =$	1.39		

qo = 10.00 t/m2		Beban Timbunan																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	γ_t t/m3	γ_{sat} t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a m	b m	a/z	b/z	α_1 Degree	α_2 Degree	ΔP t/m2	$\Delta P + Po'$ t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m			
1	0	1	1	0.5	10.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	10.000	10.252	1.252	OC	0.22		
2	1	2	1	1.5	10.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	9.993	10.758	1.765	OC	0.18		
3	2	3	1	2.5	10.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	9.970	11.263	2.293	OC	0.15		
4	3	4	1	3.5	10.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	9.921	11.745	2.824	OC	0.14		
5	4	5	1	4.5	10.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	9.843	12.196	3.353	OC	0.12		
6	5	6	1	5.5	10.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	9.734	12.605	3.871	OC	0.12		
7	6	7	1	6.5	10.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	9.598	12.980	4.383	OC	0.11		
8	7	8	1	7.5	10.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	9.436	13.343	4.907	OC	0.10		
9	8	9	1	8.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	9.255	#VALUE!	#####	####	####		
10	9	10	1	9.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	9.057	#VALUE!	#####	####	####		
11	10	11	1	10.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	8.849	#VALUE!	#####	####	####		
12	11	12	1	11.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	8.633	#VALUE!	#####	####	####		
13	12	13	1	12.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	8.412	#VALUE!	#####	####	####		
14	13	14	1	13.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	8.191	#VALUE!	#####	####	####		
													Hinsial=	5.86 m			Hfinal=	4.73 m			$\Sigma =$	1.13		

qo = 13.00 t/m ²																							
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m	
	m	m										m	m										
1	0	1	1	0.5	13.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	13.000	13.252	1.252	OC	0.24	
2	1	2	1	1.5	13.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	12.991	13.756	1.765	OC	0.20	
3	2	3	1	2.5	13.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	12.960	14.254	2.293	OC	0.17	
4	3	4	1	3.5	13.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	12.897	14.722	2.824	OC	0.16	
5	4	5	1	4.5	13.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	12.796	15.149	3.353	OC	0.14	
6	5	6	1	5.5	13.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	12.655	15.526	3.871	OC	0.14	
7	6	7	1	6.5	13.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	12.477	15.860	4.383	OC	0.13	
8	7	8	1	7.5	13.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	12.267	16.174	4.907	OC	0.11	
9	8	9	1	8.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	12.031	#VALUE!	#####	#####	#####	
10	9	10	1	9.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	11.775	#VALUE!	#####	#####	#####	
11	10	11	1	10.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	11.503	#VALUE!	#####	#####	#####	
12	11	12	1	11.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	11.222	#VALUE!	#####	#####	#####	
13	12	13	1	12.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	10.936	#VALUE!	#####	#####	#####	
14	13	14	1	13.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	10.648	#VALUE!	#####	#####	#####	
Hinsial= 7.53 m															Hfinal= 6.23 m			Σ = 1.30					

qo = 15.00 t/m ²																							
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m	
	m	m										m	m										
1	0	1	1	0.5	15.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	15.000	15.252	1.252	OC	0.26	
2	1	2	1	1.5	15.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	14.990	15.755	1.765	OC	0.22	
3	2	3	1	2.5	15.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	14.954	16.248	2.293	OC	0.18	
4	3	4	1	3.5	15.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	14.881	16.706	2.824	OC	0.17	
5	4	5	1	4.5	15.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	14.764	17.117	3.353	OC	0.16	
6	5	6	1	5.5	15.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	14.602	17.472	3.871	OC	0.15	
7	6	7	1	6.5	15.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	14.396	17.779	4.383	OC	0.14	
8	7	8	1	7.5	15.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	14.154	18.062	4.907	OC	0.12	
9	8	9	1	8.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	13.882	#VALUE!	#####	#####	#####	
10	9	10	1	9.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	13.586	#VALUE!	#####	#####	#####	
11	10	11	1	10.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	13.273	#VALUE!	#####	#####	#####	
12	11	12	1	11.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	12.949	#VALUE!	#####	#####	#####	
13	12	13	1	12.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	12.619	#VALUE!	#####	#####	#####	
14	13	14	1	13.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	12.286	#VALUE!	#####	#####	#####	
Hinsial= 8.63 m															Hfinal= 7.23 m			Σ = 1.40					

qo = 17.00 t/m ²																							
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m	
	m	m										m	m										
1	0	1	1	0.5	17.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	17.000	17.251	1.252	OC	0.27	
2	1	2	1	1.5	17.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	16.988	17.754	1.765	OC	0.23	
3	2	3	1	2.5	17.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	16.948	18.242	2.293	OC	0.20	
4	3	4	1	3.5	17.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	16.865	18.690	2.824	OC	0.18	
5	4	5	1	4.5	17.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	16.733	19.086	3.353	OC	0.17	
6	5	6	1	5.5	17.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	16.548	19.419	3.871	OC	0.16	
7	6	7	1	6.5	17.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	16.316	19.699	4.383	OC	0.15	
8	7	8	1	7.5	17.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	16.042	19.949	4.907	OC	0.13	
9	8	9	1	8.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	15.733	#VALUE!	#####	#####	#####	
10	9	10	1	9.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	15.398	#VALUE!	#####	#####	#####	
11	10	11	1	10.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	15.043	#VALUE!	#####	#####	#####	
12	11	12	1	11.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	14.675	#VALUE!	#####	#####	#####	
13	12	13	1	12.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	14.301	#VALUE!	#####	#####	#####	
14	13	14	1	13.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	13.924	#VALUE!	#####	#####	#####	
Hinsial= 9.73 m															Hfinal= 8.25 m			Σ = 1.48					

qo = 19.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m
	m	m										m	m			Degree	Degree					
1	0	1	1	0.5	19.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	19.000	19.251	1.252	OC	0.28
2	1	2	1	1.5	19.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	18.987	19.752	1.765	OC	0.24
3	2	3	1	2.5	19.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	18.942	20.236	2.293	OC	0.20
4	3	4	1	3.5	19.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	18.850	20.674	2.824	OC	0.19
5	4	5	1	4.5	19.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	18.701	21.054	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	19.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	18.495	21.366	3.871	OC	0.17
7	6	7	1	6.5	19.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	18.236	21.618	4.383	OC	0.16
8	7	8	1	7.5	19.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	17.929	21.836	4.907	OC	0.14
9	8	9	1	8.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	17.584	#VALUE!	#####	#####	#####
10	9	10	1	9.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	17.209	#VALUE!	#####	#####	#####
11	10	11	1	10.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	16.813	#VALUE!	#####	#####	#####
12	11	12	1	11.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	16.402	#VALUE!	#####	#####	#####
13	12	13	1	12.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	15.983	#VALUE!	#####	#####	#####
14	13	14	1	13.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	15.562	#VALUE!	#####	#####	#####
Hinsial= 10.82 m															Hfinal= 9.26 m			Σ= 1.56				

qo = 21.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m
	m	m										m	m			Degree	Degree					
1	0	1	1	0.5	21.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	20.999	21.251	1.252	OC	0.29
2	1	2	1	1.5	21.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	20.986	21.751	1.765	OC	0.25
3	2	3	1	2.5	21.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	20.936	22.230	2.293	OC	0.21
4	3	4	1	3.5	21.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	20.834	22.658	2.824	OC	0.20
5	4	5	1	4.5	21.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	20.670	23.023	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	21.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	20.442	23.313	3.871	OC	0.18
7	6	7	1	6.5	21.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	20.155	23.538	4.383	OC	0.17
8	7	8	1	7.5	21.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	19.816	23.723	4.907	OC	0.15
9	8	9	1	8.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	19.435	#VALUE!	#####	#####	#####
10	9	10	1	9.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	19.020	#VALUE!	#####	#####	#####
11	10	11	1	10.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	18.582	#VALUE!	#####	#####	#####
12	11	12	1	11.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	18.129	#VALUE!	#####	#####	#####
13	12	13	1	12.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	17.666	#VALUE!	#####	#####	#####
14	13	14	1	13.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	17.200	#VALUE!	#####	#####	#####
Hinsial= 11.91 m															Hfinal= 10.28 m			Σ= 1.63				

qo = 24.00 t/m ²																						
No	Kedalaman m		H lapisan m	Z m	qo t/m ²	γt t/m ³	γsat t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m
	m	m										m	m			Degree	Degree					
1	0	1	1	0.5	24.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	11.7	8.5	23.40	17.00	1.949	86.634	23.999	24.251	1.252	OC	0.30
2	1	2	1	1.5	24.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	11.7	8.5	7.80	5.67	5.761	79.992	23.984	24.749	1.765	OC	0.26
3	2	3	1	2.5	24.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	11.7	8.5	4.68	3.40	9.334	73.610	23.927	25.220	2.293	OC	0.23
4	3	4	1	3.5	24.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	11.7	8.5	3.34	2.43	12.550	67.620	23.810	25.635	2.824	OC	0.21
5	4	5	1	4.5	24.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	11.7	8.5	2.60	1.89	15.338	62.103	23.623	25.976	3.353	OC	0.20
6	5	6	1	5.5	24.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	11.7	8.5	2.13	1.55	17.674	57.095	23.362	26.233	3.871	OC	0.19
7	6	7	1	6.5	24.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	11.7	8.5	1.80	1.31	19.568	52.595	23.034	26.417	4.383	OC	0.18
8	7	8	1	7.5	24.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	11.7	8.5	1.56	1.13	21.054	48.576	22.647	26.554	4.907	OC	0.16
9	8	9	1	8.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.38	1.00	22.179	45.000	22.211	#VALUE!	#####	#####	#####
10	9	10	1	9.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.23	0.89	22.992	41.820	21.738	#VALUE!	#####	#####	#####
11	10	11	1	10.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.11	0.81	23.544	38.991	21.237	#VALUE!	#####	#####	#####
12	11	12	1	11.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	1.02	0.74	23.878	36.469	20.718	#VALUE!	#####	#####	#####
13	12	13	1	12.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.94	0.68	24.035	34.216	20.190	#VALUE!	#####	#####	#####
14	13	14	1	13.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	11.7	8.5	0.87	0.63	24.049	32.196	19.658	#VALUE!	#####	#####	#####
Hinsial= 13.54 m															Hfinal= 11.82 m			Σ= 1.72				

qo t/m2	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
14.82	1.39	8.53	7.14
15.00	1.40	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.25
19.00	1.56	10.82	9.26

Memakai Persamaan dari Grafik

Sesuai Hfinal Proyek : 7.8 m
 didapat Sc : 1.448 m
 dengan Hinisial : 9.248 m

PERUMUSAN NILAI

KOREL/ LL - CC

$$\text{naan Terzaghi dan Pe} \quad \gamma_{SAT} = \frac{e \cdot \gamma_w + G_s \gamma_w}{1 + e} = \frac{(e + G_s) \gamma_w}{1 + e}$$

naan lempung Brazilii

$$= 0.0046 (LL - \dots(2)) \quad \gamma_{sat} \neq \gamma_{timb}$$

$$H_{inisial} = \{[q_{(t)} + Sc_{(t)}(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})] / \gamma_{timb}\}$$

$$\gamma_{sat} = \gamma_{timb}$$

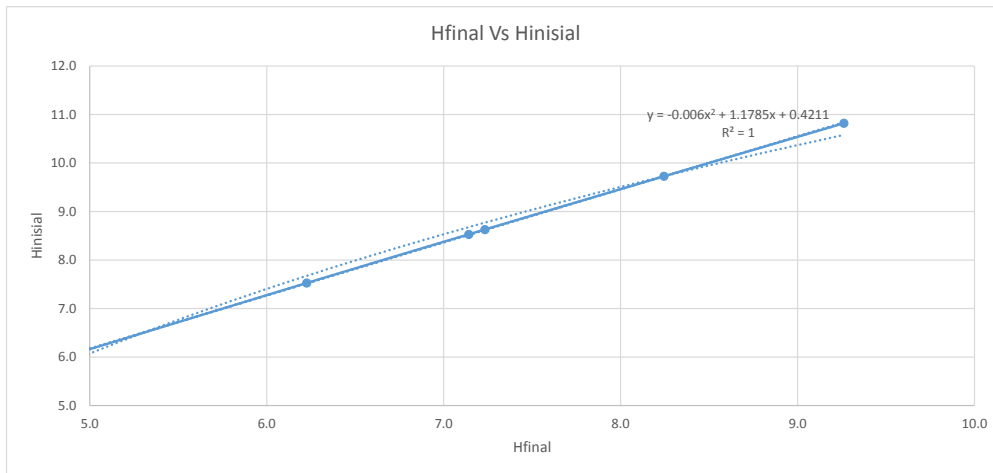
Bila (P'o + ΔP) :

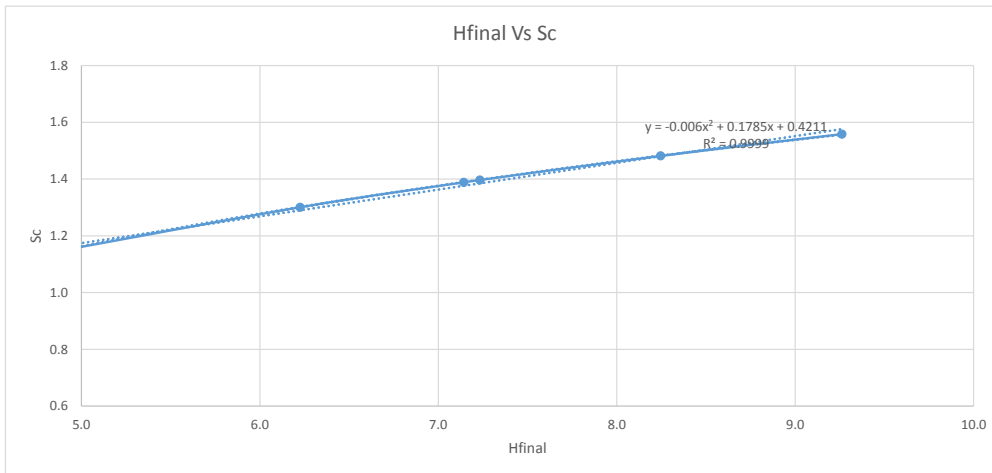
$$H_{inisial} = \{[q_{(t)} + Sc_{(t)}\gamma_w] / \gamma_{timb}\}$$

$$Sc = \frac{C_s}{1 + e_0} \left[H \log \left(\frac{p_0' + \Delta p}{p_0'} \right) \right]$$

Bila (P'o + ΔP) :

$$Sc = \frac{C_s}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c}{p'_0} + \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c + \Delta p}{p'_c}$$





beban kereta (P) = 25 ton		Asumsi Spec Urugan =		γ _{timbunan} = 1.70 t/m ³		γ _{SAT} timbunan = 1.90 t/m ³		c = 30		φ = 0 t/m ²		8 m		1.5		41 m		Full Trepesium									
Q _{kereta} = 12.5 t/m ²		h = 8 m		Pf = 1 m		ΔPf = 1 t/m ²		γ _{air} = 1.00 t/m ³																			
STA 87+000		qo = 15.20 t/m ²		<-----		Beban Timbunan																					
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m ²	yt t/m ³	γ _{sat} t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a m	b m	a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m						
1	0	1	1	0.5	15.20	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	15.200	15.452	1.252	OC	0.26					
2	1	2	1	1.5	15.20	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	15.190	15.955	1.765	OC	0.22					
3	2	3	1	2.5	15.20	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.80	3.40	9.437	73.610	15.155	16.448	2.293	OC	0.19					
4	3	4	1	3.5	15.20	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	15.082	16.906	2.824	OC	0.17					
5	4	5	1	4.5	15.20	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	14.965	17.318	3.353	OC	0.16					
6	5	6	1	5.5	15.20	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	14.803	17.674	3.871	OC	0.15					
7	6	7	1	6.5	15.20	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	14.599	17.982	4.383	OC	0.14					
8	7	8	1	7.5	15.20	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	14.358	18.265	4.907	OC	0.12					
9	8	9	1	8.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	14.086	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
10	9	10	1	9.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	13.790	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
11	10	11	1	10.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	13.477	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
12	11	12	1	11.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	13.153	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
13	12	13	1	12.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	12.822	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
14	13	14	1	13.5	15.20	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	12.488	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
														Hinsial=	8.74 m	Hfinal=	7.33 m	Σ=	1.41								
qo = 10.00 t/m ²																											
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m ²	yt t/m ³	γ _{sat} t/m ³	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m ²	a m	b m	a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m ²	ΔP+Po' t/m ²	Pc' t/m ²	OCR	SC m						
1	0	1	1	0.5	10.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	10.000	10.252	1.252	OC	0.22					
2	1	2	1	1.5	10.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	9.993	10.758	1.765	OC	0.18					
3	2	3	1	2.5	10.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.80	3.40	9.437	73.610	9.970	11.264	2.293	OC	0.15					
4	3	4	1	3.5	10.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	9.922	11.747	2.824	OC	0.14					
5	4	5	1	4.5	10.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	9.846	12.199	3.353	OC	0.12					
6	5	6	1	5.5	10.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	9.739	12.610	3.871	OC	0.12					
7	6	7	1	6.5	10.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	9.605	12.987	4.383	OC	0.11					
8	7	8	1	7.5	10.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	9.446	13.353	4.907	OC	0.10					
9	8	9	1	8.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	9.267	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
10	9	10	1	9.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	9.072	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
11	10	11	1	10.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	8.867	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
12	11	12	1	11.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	8.653	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
13	12	13	1	12.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	8.435	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
14	13	14	1	13.5	10.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	8.216	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!					
														Hinsial=	5.86 m	Hfinal=	4.73 m	Σ=	1.13								

qo = 13.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC	
											m	m			Degree	Degree	t/m2	t/m2	t/m2		t/m2	
1	0	1	1	0.5	13.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	13.000	13.252	1.252	OC	0.24
2	1	2	1	1.5	13.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	12.991	13.756	1.765	OC	0.20
3	2	3	1	2.5	13.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.00	3.40	9.437	73.610	12.961	14.255	2.293	OC	0.17
4	3	4	1	3.5	13.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	12.899	14.724	2.824	OC	0.16
5	4	5	1	4.5	13.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	12.799	15.152	3.353	OC	0.14
6	5	6	1	5.5	13.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	12.661	15.532	3.871	OC	0.14
7	6	7	1	6.5	13.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	12.486	15.869	4.383	OC	0.13
8	7	8	1	7.5	13.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	12.280	16.187	4.907	OC	0.11
9	8	9	1	8.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	12.047	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	11.794	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	11.527	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	11.249	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	10.966	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	13.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	10.681	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
Hinsial= 7.53 m															Hfinal= 6.23 m			Σ= 1.30				

qo = 15.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC	
											m	m			Degree	Degree	t/m2	t/m2	t/m2		t/m2	
1	0	1	1	0.5	15.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	15.000	15.252	1.252	OC	0.26
2	1	2	1	1.5	15.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	14.990	15.755	1.765	OC	0.22
3	2	3	1	2.5	15.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.00	3.40	9.437	73.610	14.955	16.249	2.293	OC	0.18
4	3	4	1	3.5	15.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	14.883	16.708	2.824	OC	0.17
5	4	5	1	4.5	15.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	14.768	17.121	3.353	OC	0.16
6	5	6	1	5.5	15.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	14.609	17.480	3.871	OC	0.15
7	6	7	1	6.5	15.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	14.407	17.790	4.383	OC	0.14
8	7	8	1	7.5	15.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	14.169	18.076	4.907	OC	0.12
9	8	9	1	8.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	13.900	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	13.609	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	13.300	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	12.980	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	12.653	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	15.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	12.324	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
Hinsial= 8.63 m															Hfinal= 7.23 m			Σ= 1.40				

qo = 17.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a	b	a/z	b/z	α1	α2	ΔP	ΔP+Po'	Pc'	OCR	SC	
											m	m			Degree	Degree	t/m2	t/m2	t/m2		t/m2	
1	0	1	1	0.5	17.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	17.000	17.251	1.252	OC	0.27
2	1	2	1	1.5	17.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	16.989	17.754	1.765	OC	0.23
3	2	3	1	2.5	17.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.00	3.40	9.437	73.610	16.949	18.243	2.293	OC	0.20
4	3	4	1	3.5	17.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	16.868	18.692	2.824	OC	0.18
5	4	5	1	4.5	17.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	16.737	19.090	3.353	OC	0.17
6	5	6	1	5.5	17.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	16.556	19.427	3.871	OC	0.16
7	6	7	1	6.5	17.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	16.328	19.711	4.383	OC	0.15
8	7	8	1	7.5	17.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	16.058	19.965	4.907	OC	0.13
9	8	9	1	8.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	15.754	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	15.423	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	15.073	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	14.710	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	14.340	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	17.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	13.967	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
Hinsial= 9.73 m															Hfinal= 8.25 m			Σ= 1.48				

qo = 19.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m	
											m	m										
1	0	1	1	0.5	19.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	19.000	19.251	1.252	OC	0.28
2	1	2	1	1.5	19.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	18.987	19.752	1.765	OC	0.24
3	2	3	1	2.5	19.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.80	3.40	9.437	73.610	18.943	20.237	2.293	OC	0.20
4	3	4	1	3.5	19.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	18.852	20.677	2.824	OC	0.19
5	4	5	1	4.5	19.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	18.707	21.060	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	19.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	18.504	21.375	3.871	OC	0.17
7	6	7	1	6.5	19.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	18.249	21.632	4.383	OC	0.16
8	7	8	1	7.5	19.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	17.947	21.854	4.907	OC	0.14
9	8	9	1	8.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	17.607	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	17.238	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	16.846	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	16.441	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	16.027	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	19.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	15.610	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!

Hinsial= 10.82 m Hfinal= 9.26 m Σ= 1.56

qo = 21.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m	
											m	m										
1	0	1	1	0.5	21.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	20.999	21.251	1.252	OC	0.29
2	1	2	1	1.5	21.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	20.986	21.751	1.765	OC	0.25
3	2	3	1	2.5	21.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.80	3.40	9.437	73.610	20.937	22.231	2.293	OC	0.21
4	3	4	1	3.5	21.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	20.837	22.661	2.824	OC	0.20
5	4	5	1	4.5	21.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	20.676	23.029	3.353	OC	0.18
6	5	6	1	5.5	21.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	20.452	23.323	3.871	OC	0.17
7	6	7	1	6.5	21.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	20.170	23.552	4.383	OC	0.18
8	7	8	1	7.5	21.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	19.836	23.743	4.907	OC	0.15
9	8	9	1	8.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	19.461	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	19.052	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	18.620	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	18.172	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	17.714	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	21.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	17.254	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!

Hinsial= 11.91 m Hfinal= 10.28 m Σ= 1.63

qo = 24.00 t/m2																						
No	Kedalaman m	H lapisan m	Z m	qo t/m2	yt t/m3	ysat t/m3	eo %	Cc %	Cs %	Po' t/m2	a		a/z	b/z	α1 Degree	α2 Degree	ΔP t/m2	ΔP+Po' t/m2	Pc' t/m2	OCR	SC m	
											m	m										
1	0	1	1	0.5	24.00	1.30	1.504	2.11	0.71	0.05	0.252	12.0	8.5	24.00	17.00	1.969	86.634	23.999	24.251	1.252	OC	0.30
2	1	2	1	1.5	24.00	1.33	1.523	2.06	0.68	0.04	0.765	12.0	8.5	8.00	5.67	5.823	79.992	23.984	24.749	1.765	OC	0.26
3	2	3	1	2.5	24.00	1.33	1.534	2.06	0.65	0.04	1.293	12.0	8.5	4.80	3.40	9.437	73.610	23.928	25.222	2.293	OC	0.23
4	3	4	1	3.5	24.00	1.33	1.528	2.12	0.67	0.03	1.824	12.0	8.5	3.43	2.43	12.691	67.620	23.814	25.638	2.824	OC	0.21
5	4	5	1	4.5	24.00	1.34	1.529	2.06	0.66	0.04	2.353	12.0	8.5	2.67	1.89	15.517	62.103	23.629	25.982	3.353	OC	0.20
6	5	6	1	5.5	24.00	1.32	1.507	2.19	0.73	0.04	2.871	12.0	8.5	2.18	1.55	17.887	57.095	23.374	26.245	3.871	OC	0.19
7	6	7	1	6.5	24.00	1.33	1.516	2.13	0.71	0.04	3.383	12.0	8.5	1.85	1.31	19.813	52.595	23.051	26.434	4.383	OC	0.18
8	7	8	1	7.5	24.00	1.37	1.533	2.00	0.65	0.04	3.907	12.0	8.5	1.60	1.13	21.328	48.576	22.670	26.577	4.907	OC	0.16
9	8	9	1	8.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.41	1.00	22.479	45.000	22.241	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
10	9	10	1	9.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.26	0.89	23.316	41.820	21.774	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
11	10	11	1	10.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.14	0.81	23.888	38.991	21.280	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
12	11	12	1	11.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	1.04	0.74	24.239	36.469	20.768	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
13	12	13	1	12.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.96	0.68	24.411	34.216	20.245	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
14	13	14	1	13.5	24.00	-	#####	-	0.00	0.00	#VALUE!	12.0	8.5	0.89	0.63	24.438	32.196	19.718	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!

Hinsial= 13.54 m Hfinal= 11.82 m Σ= 1.72

qo t/m2	Sc m	H _{inisial} m	H _{final} m
10.00	1.13	5.86	4.73
13.00	1.30	7.53	6.23
15.20	1.41	8.74	7.33
15.00	1.40	8.63	7.23
17.00	1.48	9.73	8.25
19.00	1.56	10.82	9.26

Memakai Persamaan dari Grafik

Sesuai Hfinal Proyek : 8 m
 didapat Sc : 1.464 m
 dengan Hinisial : 9.464 m

PERUMUSAN NILAI

KOREL/LL - CC

maan Terzaghi dan Pe

= 0.009 (LL-1C ... (1)

maan lempung Brazili

= 0.0046 (LL - ... (2)

$$\gamma_{SAT} = \frac{e \cdot \gamma_w + G_s \gamma_w}{1 + e} = \frac{(e + G_s) \gamma_w}{1 + e}$$

$\gamma_{sat} \neq \gamma_{timb}$

$$H_{inisial} = \{[q_{(t)} + S_{C(t)}(\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})] / \gamma_{timb}\}$$

$\gamma_{sat} = \gamma_{timb}$

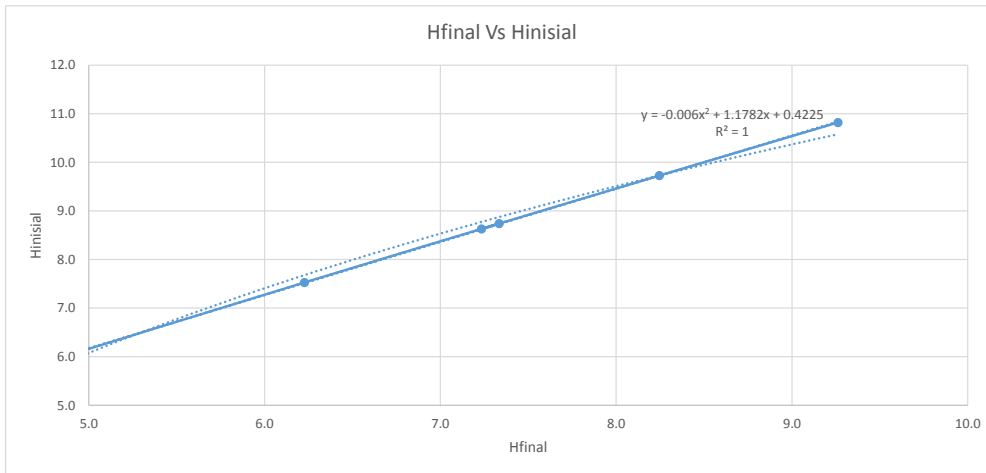
$$H_{inisial} = \{[q_{(t)} + S_{C(t)} \gamma_w] / \gamma_{timb}\}$$

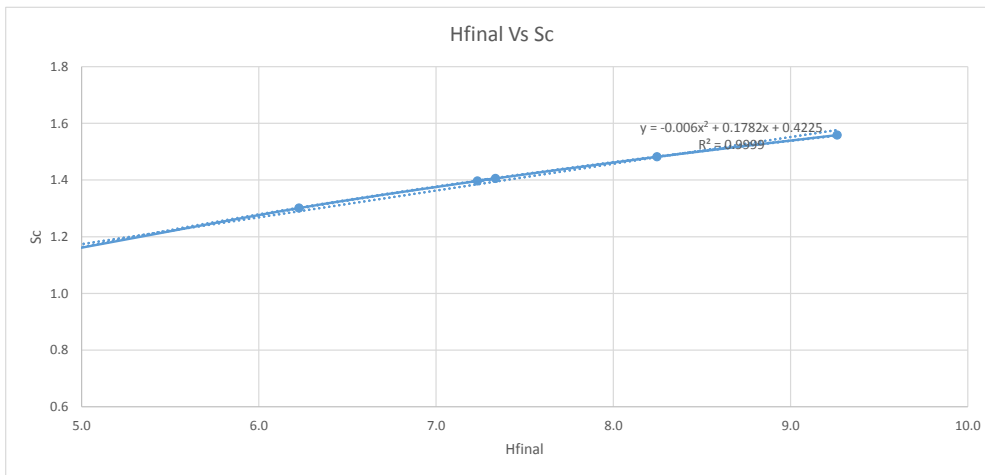
|Bila (P'o + ΔP) :

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_0} \left[H \log \left(\frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0} \right) \right]$$

|Bila (P'o + ΔP) :

$$S_c = \frac{C_s}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c}{p'_0} + \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \frac{p'_c + \Delta p}{p'_c}$$





Kedalaman		Tebal lapisan	gt	gsat	g'	eo	Cc	Cs	Cv	Cv ^{0,5}	H/Cv ^{0,5}
m											
0	1	100	1.30	1.50	0.504	2.11	0.71	0.05	1.314E-04	0.01146141	8724.92732
1	2	100	1.33	1.52	0.523	2.06	0.68	0.04	1.314E-04	0.01146141	8724.92732
2	3	100	1.33	1.53	0.534	2.06	0.65	0.04	1.685E-04	0.0129796	7704.39804
3	4	100	1.33	1.53	0.528	2.12	0.67	0.03	1.685E-04	0.0129796	7704.39804
4	5	100	1.34	1.53	0.529	2.06	0.66	0.04	2.134E-04	0.01460822	6845.46245
5	6	100	1.32	1.51	0.507	2.19	0.73	0.04	2.134E-04	0.01460822	6845.46245
6	7	100	1.33	1.52	0.516	2.13	0.71	0.04	2.232E-04	0.01493988	6693.49441
7	8	100	1.37	1.53	0.533	2.00	0.65	0.04	2.232E-04	0.01493988	6693.49441
		800							Σ =	0.10797822	59936.5644

Derajat Konsolidasi (U%)	Faktor Waktu (Tv)	Hdr (cm)	Cv (cm ² /dtk)	t (detik)	t (tahun)
0	0	400	0.00018	0	0
10	0.008			7184783.512	0.22783
20	0.031			27841036.11	0.88283
30	0.071			63764953.67	2.02197
40	0.126			113160340.3	3.58829
50	0.197			176925294	5.61026
60	0.287			257754108.5	8.17333
70	0.403			361933469.4	11.4768
80	0.567			509221531.4	16.1473
90	0.848			761587052.3	24.1498
100	∞	-	-		

Sumber : Braja Das, 1985

Hdr memakai double drainage maka dibagi 2

$$Tv = \frac{t \cdot Cv}{(H_{dr})^2}$$

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

$$Cv \text{ gab} = \frac{\Sigma H^2}{\Sigma (H/(Cv^{0.5}))^2}$$

= 0.00018 cm²/detik

= 0.01077 m²/minggu

= 0.56183 m²/tahun

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90%

$$t = \frac{Tv_{90\%} (Hdr)^2}{Cv}$$

= 8E+08 detik = 24.14977 tahun

Umur Rencana 20 Tahun, maka membutuhkan percepatan konsolidasi

PVD POLA PEMASANGAN SEGI TIGA a= 10 cm

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm ² /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm ² /det)
1	1	0.0001	0.0115	87.25	0.000178
2	1	0.0001	0.0115	87.25	
3	1	0.0002	0.0130	77.04	
4	1	0.0002	0.0130	77.04	
5	1	0.0002	0.0146	68.45	
6	1	0.0002	0.0146	68.45	
7	1	0.0002	0.0149	66.93	
8	1	0.0002	0.0149	66.93	

Data tanah

Cv gab = 1.78154E-08 m²/det

kh/kv = 3

Ch gab = 5.34463E-08 m²/det 1 minggu = 604800 detik

Data PVD =

a = 10 cm = 0.1 m

b = 0.5 cm = 0.005 m

dw = (a+b)/2 = 0.0525 m

Pola pemasangan segi tiga

D = 1.05 S

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	dw (m)	n	F(n)
0.6	0.63	0.1	0.005	0.0525	12.000	1.745
0.7	0.735	0.1	0.005	0.0525	14.000	1.897
0.8	0.84	0.1	0.005	0.0525	16.000	2.030
0.9	0.945	0.1	0.005	0.0525	18.000	2.146
1	1.05	0.1	0.005	0.0525	20.000	2.246
1.1	1.155	0.1	0.005	0.0525	22.000	2.341
1.2	1.26	0.1	0.005	0.0525	24.000	2.428
1.3	1.365	0.1	0.005	0.0525	26.000	2.508
1.4	1.47	0.1	0.005	0.0525	28.000	2.582

Derajat konsolidasi Hdr = 8 m

SPASI 0.6 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	5.051E-04	0.0254	0.1703	19.13
2	1.010E-03	0.0359	0.3115	33.62
3	1.515E-03	0.0439	0.4288	45.39
4	2.020E-03	0.0507	0.5260	55.01
5	2.525E-03	0.0567	0.6067	62.90
6	3.030E-03	0.0621	0.6737	69.40
7	3.535E-03	0.0671	0.7293	74.74
8	4.041E-03	0.0717	0.7754	79.15
9	4.546E-03	0.0761	0.8136	82.78
10	5.051E-03	0.0802	0.8453	85.77
11	5.556E-03	0.0841	0.8717	88.25
12	6.061E-03	0.0878	0.8935	90.29
13	6.566E-03	0.0914	0.9117	91.97
14	7.071E-03	0.0949	0.9267	93.37
15	7.576E-03	0.0982	0.9392	94.52
16	8.081E-03	0.1014	0.9495	95.47
17	8.586E-03	0.1046	0.9581	96.25
18	9.091E-03	0.1076	0.9653	96.90
19	9.596E-03	0.1105	0.9712	97.44
20	1.010E-02	0.1134	0.9761	97.88
21	1.061E-02	0.1162	0.9802	98.25
22	1.111E-02	0.1189	0.9835	98.55
23	1.162E-02	0.1216	0.9863	98.80
24	1.212E-02	0.1242	0.9887	99.01

SPASI 0.7 m

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	5.051E-04	0.0254	0.1185	14.09
2	1.010E-03	0.0359	0.2230	25.08
3	1.515E-03	0.0439	0.3151	34.51
4	2.020E-03	0.0507	0.3962	42.68
5	2.525E-03	0.0567	0.4678	49.80
6	3.030E-03	0.0621	0.5308	56.00
7	3.535E-03	0.0671	0.5864	61.42
8	4.041E-03	0.0717	0.6355	66.16
9	4.546E-03	0.0761	0.6787	70.31
10	5.051E-03	0.0802	0.7167	73.94
11	5.556E-03	0.0841	0.7503	77.13
12	6.061E-03	0.0878	0.7799	79.92
13	6.566E-03	0.0914	0.8060	82.37
14	7.071E-03	0.0949	0.8290	84.52
15	7.576E-03	0.0982	0.8492	86.40
16	8.081E-03	0.1014	0.8671	88.06
17	8.586E-03	0.1046	0.8829	89.51
18	9.091E-03	0.1076	0.8967	90.78
19	9.596E-03	0.1105	0.9090	91.90
20	1.010E-02	0.1134	0.9198	92.89
21	1.061E-02	0.1162	0.9293	93.75
22	1.111E-02	0.1189	0.9377	94.51
23	1.162E-02	0.1216	0.9450	95.17
24	1.212E-02	0.1242	0.9516	95.76

SPASI		1 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0509	7.50
2	1.010E-03	0.0359	0.0992	13.15
3	1.515E-03	0.0439	0.1450	18.26
4	2.020E-03	0.0507	0.1885	22.97
5	2.525E-03	0.0567	0.2298	27.35
6	3.030E-03	0.0621	0.2690	31.44
7	3.535E-03	0.0671	0.3062	35.27
8	4.041E-03	0.0717	0.3415	38.87
9	4.546E-03	0.0761	0.3750	42.25
10	5.051E-03	0.0802	0.4068	45.44
11	5.556E-03	0.0841	0.4370	48.43
12	6.061E-03	0.0878	0.4656	51.26
13	6.566E-03	0.0914	0.4928	53.92
14	7.071E-03	0.0949	0.5186	56.43
15	7.576E-03	0.0982	0.5431	58.80
16	8.081E-03	0.1014	0.5664	61.04
17	8.586E-03	0.1046	0.5884	63.15
18	9.091E-03	0.1076	0.6094	65.14
19	9.596E-03	0.1105	0.6292	67.02
20	1.010E-02	0.1134	0.6481	68.80
21	1.061E-02	0.1162	0.6660	70.48
22	1.111E-02	0.1189	0.6830	72.07
23	1.162E-02	0.1216	0.6991	73.57
24	1.212E-02	0.1242	0.7144	74.99

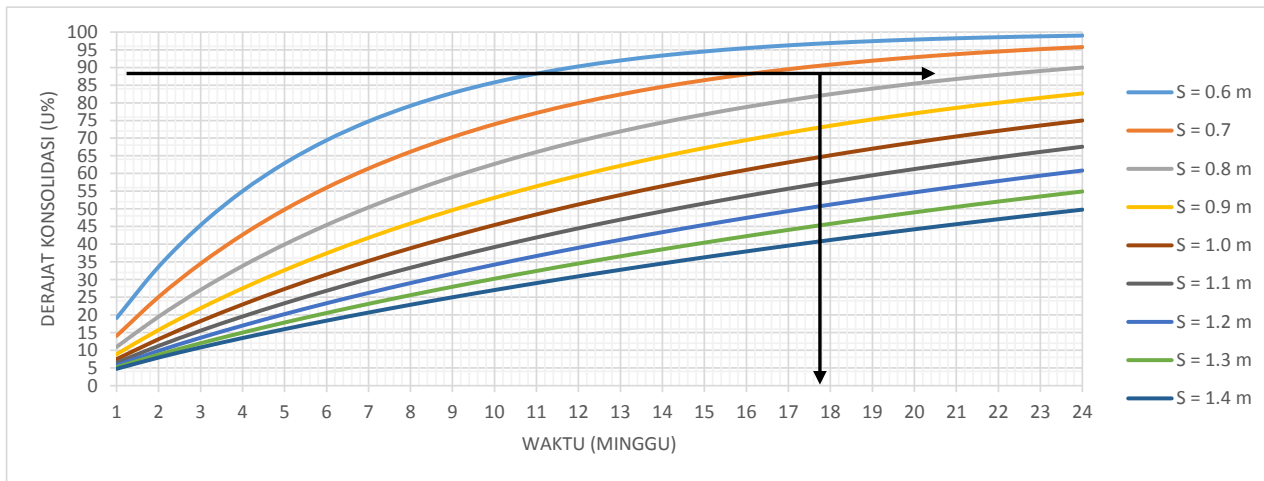
SPASI		1.1 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0406	6.49
2	1.010E-03	0.0359	0.0795	11.25
3	1.515E-03	0.0439	0.1168	15.56
4	2.020E-03	0.0507	0.1526	19.56
5	2.525E-03	0.0567	0.1870	23.31
6	3.030E-03	0.0621	0.2200	26.84
7	3.535E-03	0.0671	0.2516	30.18
8	4.041E-03	0.0717	0.2819	33.34
9	4.546E-03	0.0761	0.3111	36.35
10	5.051E-03	0.0802	0.3390	39.20
11	5.556E-03	0.0841	0.3658	41.92
12	6.061E-03	0.0878	0.3915	44.50
13	6.566E-03	0.0914	0.4162	46.96
14	7.071E-03	0.0949	0.4399	49.30
15	7.576E-03	0.0982	0.4626	51.54
16	8.081E-03	0.1014	0.4844	53.67
17	8.586E-03	0.1046	0.5053	55.70
18	9.091E-03	0.1076	0.5254	57.64
19	9.596E-03	0.1105	0.5446	59.50
20	1.010E-02	0.1134	0.5631	61.26
21	1.061E-02	0.1162	0.5808	62.95
22	1.111E-02	0.1189	0.5978	64.56
23	1.162E-02	0.1216	0.6141	66.11
24	1.212E-02	0.1242	0.6298	67.58

SPASI		0.8 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0863	10.95
2	1.010E-03	0.0359	0.1652	19.51
3	1.515E-03	0.0439	0.2373	27.08
4	2.020E-03	0.0507	0.3031	33.85
5	2.525E-03	0.0567	0.3633	39.94
6	3.030E-03	0.0621	0.4183	45.44
7	3.535E-03	0.0671	0.4685	50.41
8	4.041E-03	0.0717	0.5144	54.92
9	4.546E-03	0.0761	0.5563	59.01
10	5.051E-03	0.0802	0.5946	62.71
11	5.556E-03	0.0841	0.6296	66.08
12	6.061E-03	0.0878	0.6616	69.13
13	6.566E-03	0.0914	0.6908	71.91
14	7.071E-03	0.0949	0.7175	74.43
15	7.576E-03	0.0982	0.7419	76.72
16	8.081E-03	0.1014	0.7642	78.81
17	8.586E-03	0.1046	0.7845	80.71
18	9.091E-03	0.1076	0.8031	82.43
19	9.596E-03	0.1105	0.8201	84.00
20	1.010E-02	0.1134	0.8357	85.43
21	1.061E-02	0.1162	0.8498	86.73
22	1.111E-02	0.1189	0.8628	87.91
23	1.162E-02	0.1216	0.8746	88.99
24	1.212E-02	0.1242	0.8855	89.97

SPASI		0.9 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0652	8.89
2	1.010E-03	0.0359	0.1262	15.76
3	1.515E-03	0.0439	0.1832	21.91
4	2.020E-03	0.0507	0.2365	27.52
5	2.525E-03	0.0567	0.2863	32.68
6	3.030E-03	0.0621	0.3329	37.43
7	3.535E-03	0.0671	0.3764	41.82
8	4.041E-03	0.0717	0.4171	45.89
9	4.546E-03	0.0761	0.4551	49.66
10	5.051E-03	0.0802	0.4906	53.15
11	5.556E-03	0.0841	0.5239	56.39
12	6.061E-03	0.0878	0.5549	59.40
13	6.566E-03	0.0914	0.5840	62.20
14	7.071E-03	0.0949	0.6111	64.80
15	7.576E-03	0.0982	0.6365	67.22
16	8.081E-03	0.1014	0.6602	69.47
17	8.586E-03	0.1046	0.6824	71.56
18	9.091E-03	0.1076	0.7031	73.50
19	9.596E-03	0.1105	0.7224	75.31
20	1.010E-02	0.1134	0.7406	77.00
21	1.061E-02	0.1162	0.7575	78.57
22	1.111E-02	0.1189	0.7733	80.03
23	1.162E-02	0.1216	0.7881	81.39
24	1.212E-02	0.1242	0.8019	82.65

SPASI		1.2 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0330	5.75
2	1.010E-03	0.0359	0.0649	9.84
3	1.515E-03	0.0439	0.0957	13.54
4	2.020E-03	0.0507	0.1256	16.99
5	2.525E-03	0.0567	0.1544	20.24
6	3.030E-03	0.0621	0.1823	23.31
7	3.535E-03	0.0671	0.2093	26.23
8	4.041E-03	0.0717	0.2353	29.02
9	4.546E-03	0.0761	0.2606	31.68
10	5.051E-03	0.0802	0.2850	34.23
11	5.556E-03	0.0841	0.3085	36.67
12	6.061E-03	0.0878	0.3314	39.01
13	6.566E-03	0.0914	0.3534	41.25
14	7.071E-03	0.0949	0.3747	43.41
15	7.576E-03	0.0982	0.3954	45.47
16	8.081E-03	0.1014	0.4153	47.46
17	8.586E-03	0.1046	0.4346	49.37
18	9.091E-03	0.1076	0.4532	51.21
19	9.596E-03	0.1105	0.4713	52.97
20	1.010E-02	0.1134	0.4887	54.67
21	1.061E-02	0.1162	0.5056	56.30
22	1.111E-02	0.1189	0.5219	57.88
23	1.162E-02	0.1216	0.5377	59.39
24	1.212E-02	0.1242	0.5529	60.85

SPASI		1.3 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0273	5.20
2	1.010E-03	0.0359	0.0538	8.78
3	1.515E-03	0.0439	0.0797	12.01
4	2.020E-03	0.0507	0.1048	15.02
5	2.525E-03	0.0567	0.1292	17.86
6	3.030E-03	0.0621	0.1530	20.56
7	3.535E-03	0.0671	0.1761	23.14
8	4.041E-03	0.0717	0.1986	25.60
9	4.546E-03	0.0761	0.2204	27.97
10	5.051E-03	0.0802	0.2417	30.25
11	5.556E-03	0.0841	0.2624	32.44
12	6.061E-03	0.0878	0.2825	34.56
13	6.566E-03	0.0914	0.3021	36.59
14	7.071E-03	0.0949	0.3211	38.56
15	7.576E-03	0.0982	0.3397	40.45
16	8.081E-03	0.1014	0.3577	42.28
17	8.586E-03	0.1046	0.3752	44.05
18	9.091E-03	0.1076	0.3923	45.77
19	9.596E-03	0.1105	0.4089	47.42
20	1.010E-02	0.1134	0.4250	49.02
21	1.061E-02	0.1162	0.4407	50.57
22	1.111E-02	0.1189	0.4559	52.07
23	1.162E-02	0.1216	0.4708	53.51
24	1.212E-02	0.1242	0.4852	54.92



Pemasangan PVD pola segitiga dengan jarak dengan waktu kosolidasi selama

0.7 m Dipilih
17 minggu

PVD POLA PEMASANGAN SEGI EMPAT a= 10 cm

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm ² /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm ² /det)
1	1	0.0001	0.0115	87.25	0.000178
2	1	0.0001	0.0115	87.25	
3	1	0.0002	0.0130	77.04	
4	1	0.0002	0.0130	77.04	
5	1	0.0002	0.0146	68.45	
6	1	0.0002	0.0146	68.45	
7	1	0.0002	0.0149	66.93	
8	1	0.0002	0.0149	66.93	

Data tanah

Cv gab = 1.78154E-08 m²/det

kh/kv = 3

Ch gab = 5.34463E-08 m²/det 1 minggu = 604800 detik

Data PVD =

a = 10 cm = 0.1 m

b = 0.5 cm = 0.005 m

dw = (a+b)/2 = 0.0525 m

Pola pemasangan segi empat

D = 1.13 S

JARAK PVD S (m)	D (m)	a (m)	b (m)	dw (m)	n	F(n)
0.6	0.678	0.1	0.005	0.0525	12.914	1.818
0.7	0.791	0.1	0.005	0.0525	15.067	1.970
0.8	0.904	0.1	0.005	0.0525	17.219	2.102
0.9	1.017	0.1	0.005	0.0525	19.371	2.219
1	1.13	0.1	0.005	0.0525	21.524	2.319
1.1	1.243	0.1	0.005	0.0525	23.676	2.414
1.2	1.356	0.1	0.005	0.0525	25.829	2.501
1.3	1.469	0.1	0.005	0.0525	27.981	2.582
1.4	1.582	0.1	0.005	0.0525	30.133	2.656

Derajat konsolidasi Hdr = 8 m

SPASI 0.6 m				
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	5.051E-04	0.0254	0.1434	16.51
2	1.010E-03	0.0359	0.2662	29.25
3	1.515E-03	0.0439	0.3714	39.90
4	2.020E-03	0.0507	0.4615	48.88
5	2.525E-03	0.0567	0.5387	56.49
6	3.030E-03	0.0621	0.6048	62.94
7	3.535E-03	0.0671	0.6615	68.42
8	4.041E-03	0.0717	0.7100	73.08
9	4.546E-03	0.0761	0.7516	77.05
10	5.051E-03	0.0802	0.7872	80.43
11	5.556E-03	0.0841	0.8177	83.30
12	6.061E-03	0.0878	0.8438	85.76
13	6.566E-03	0.0914	0.8662	87.85
14	7.071E-03	0.0949	0.8854	89.63
15	7.576E-03	0.0982	0.9018	91.15
16	8.081E-03	0.1014	0.9159	92.44
17	8.586E-03	0.1046	0.9280	93.55
18	9.091E-03	0.1076	0.9383	94.49
19	9.596E-03	0.1105	0.9471	95.30
20	1.010E-02	0.1134	0.9547	95.99
21	1.061E-02	0.1162	0.9612	96.57
22	1.111E-02	0.1189	0.9668	97.07
23	1.162E-02	0.1216	0.9715	97.50
24	1.212E-02	0.1242	0.9756	97.86

SPASI 0.7 m				
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugab (%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0996	12.24
2	1.010E-03	0.0359	0.1892	21.83
3	1.515E-03	0.0439	0.2700	30.20
4	2.020E-03	0.0507	0.3427	37.60
5	2.525E-03	0.0567	0.4081	44.17
6	3.030E-03	0.0621	0.4671	50.02
7	3.535E-03	0.0671	0.5201	55.23
8	4.041E-03	0.0717	0.5679	59.89
9	4.546E-03	0.0761	0.6110	64.06
10	5.051E-03	0.0802	0.6497	67.78
11	5.556E-03	0.0841	0.6846	71.11
12	6.061E-03	0.0878	0.7160	74.09
13	6.566E-03	0.0914	0.7443	76.77
14	7.071E-03	0.0949	0.7697	79.16
15	7.576E-03	0.0982	0.7927	81.30
16	8.081E-03	0.1014	0.8133	83.23
17	8.586E-03	0.1046	0.8319	84.95
18	9.091E-03	0.1076	0.8486	86.49
19	9.596E-03	0.1105	0.8637	87.88
20	1.010E-02	0.1134	0.8773	89.12
21	1.061E-02	0.1162	0.8895	90.23
22	1.111E-02	0.1189	0.9005	91.23
23	1.162E-02	0.1216	0.9104	92.13
24	1.212E-02	0.1242	0.9193	92.94

SPASI		1 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0427	6.70
2	1.010E-03	0.0359	0.0836	11.65
3	1.515E-03	0.0439	0.1228	16.13
4	2.020E-03	0.0507	0.1602	20.28
5	2.525E-03	0.0567	0.1961	24.17
6	3.030E-03	0.0621	0.2305	27.83
7	3.535E-03	0.0671	0.2633	31.28
8	4.041E-03	0.0717	0.2948	34.54
9	4.546E-03	0.0761	0.3249	37.63
10	5.051E-03	0.0802	0.3538	40.56
11	5.556E-03	0.0841	0.3814	43.34
12	6.061E-03	0.0878	0.4078	45.98
13	6.566E-03	0.0914	0.4331	48.49
14	7.071E-03	0.0949	0.4573	50.88
15	7.576E-03	0.0982	0.4805	53.15
16	8.081E-03	0.1014	0.5027	55.32
17	8.586E-03	0.1046	0.5240	57.37
18	9.091E-03	0.1076	0.5443	59.33
19	9.596E-03	0.1105	0.5638	61.20
20	1.010E-02	0.1134	0.5824	62.98
21	1.061E-02	0.1162	0.6002	64.67
22	1.111E-02	0.1189	0.6173	66.28
23	1.162E-02	0.1216	0.6337	67.82
24	1.212E-02	0.1242	0.6493	69.29

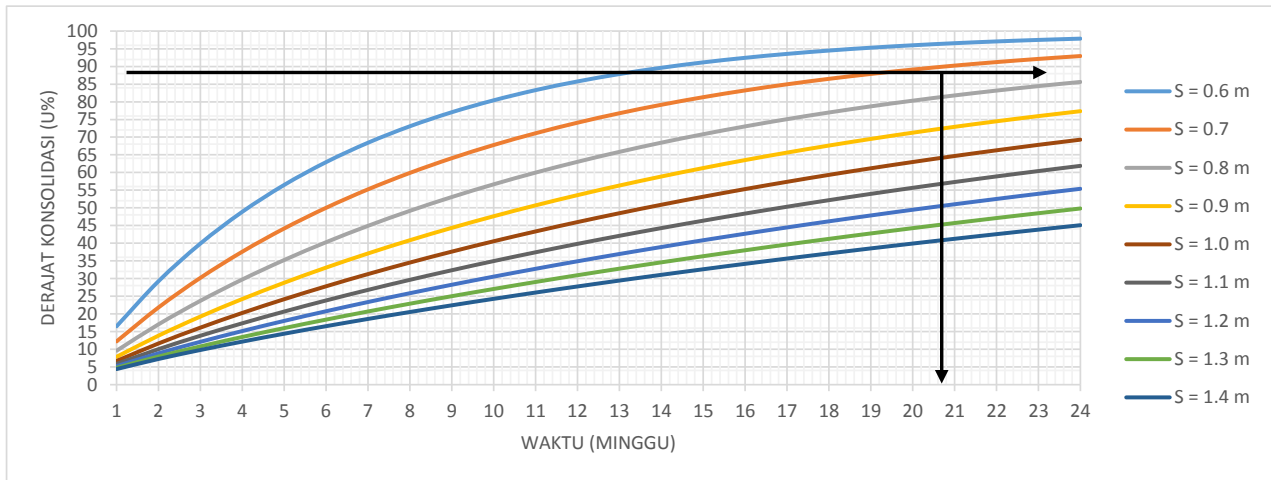
SPASI		1.1 m		
t	Tv	Uv	Uh	Ugab
(minggu)				(%)
1	5.051E-04	0.0254	0.0341	5.86
2	1.010E-03	0.0359	0.0670	10.04
3	1.515E-03	0.0439	0.0988	13.83
4	2.020E-03	0.0507	0.1295	17.36
5	2.525E-03	0.0567	0.1591	20.68
6	3.030E-03	0.0621	0.1878	23.82
7	3.535E-03	0.0671	0.2154	26.81
8	4.041E-03	0.0717	0.2422	29.65
9	4.546E-03	0.0761	0.2680	32.37
10	5.051E-03	0.0802	0.2929	34.96
11	5.556E-03	0.0841	0.3170	37.44
12	6.061E-03	0.0878	0.3403	39.82
13	6.566E-03	0.0914	0.3627	42.10
14	7.071E-03	0.0949	0.3844	44.29
15	7.576E-03	0.0982	0.4054	46.38
16	8.081E-03	0.1014	0.4257	48.39
17	8.586E-03	0.1046	0.4452	50.32
18	9.091E-03	0.1076	0.4641	52.18
19	9.596E-03	0.1105	0.4824	53.96
20	1.010E-02	0.1134	0.5000	55.67
21	1.061E-02	0.1162	0.5171	57.32
22	1.111E-02	0.1189	0.5335	58.90
23	1.162E-02	0.1216	0.5494	60.42
24	1.212E-02	0.1242	0.5647	61.88

SPASI		0.8 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	5.051E-04	0.0254	0.0725	9.60	
2	1.010E-03	0.0359	0.1397	17.06	
3	1.515E-03	0.0439	0.2021	23.72	
4	2.020E-03	0.0507	0.2600	29.75	
5	2.525E-03	0.0567	0.3136	35.25	
6	3.030E-03	0.0621	0.3634	40.29	
7	3.535E-03	0.0671	0.4095	44.91	
8	4.041E-03	0.0717	0.4523	49.16	
9	4.546E-03	0.0761	0.4920	53.07	
10	5.051E-03	0.0802	0.5289	56.66	
11	5.556E-03	0.0841	0.5630	59.98	
12	6.061E-03	0.0878	0.5947	63.03	
13	6.566E-03	0.0914	0.6241	65.85	
14	7.071E-03	0.0949	0.6513	68.44	
15	7.576E-03	0.0982	0.6766	70.84	
16	8.081E-03	0.1014	0.7001	73.05	
17	8.586E-03	0.1046	0.7218	75.09	
18	9.091E-03	0.1076	0.7420	76.97	
19	9.596E-03	0.1105	0.7607	78.71	
20	1.010E-02	0.1134	0.7780	80.32	
21	1.061E-02	0.1162	0.7941	81.80	
22	1.111E-02	0.1189	0.8090	83.18	
23	1.162E-02	0.1216	0.8229	84.44	
24	1.212E-02	0.1242	0.8357	85.61	

SPASI		0.9 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	5.051E-04	0.0254	0.0548	7.87	
2	1.010E-03	0.0359	0.1066	13.86	
3	1.515E-03	0.0439	0.1555	19.26	
4	2.020E-03	0.0507	0.2018	24.22	
5	2.525E-03	0.0567	0.2455	28.83	
6	3.030E-03	0.0621	0.2868	33.11	
7	3.535E-03	0.0671	0.3259	37.11	
8	4.041E-03	0.0717	0.3628	40.85	
9	4.546E-03	0.0761	0.3977	44.35	
10	5.051E-03	0.0802	0.4307	47.64	
11	5.556E-03	0.0841	0.4619	50.71	
12	6.061E-03	0.0878	0.4914	53.60	
13	6.566E-03	0.0914	0.5192	56.32	
14	7.071E-03	0.0949	0.5456	58.87	
15	7.576E-03	0.0982	0.5705	61.26	
16	8.081E-03	0.1014	0.5940	63.52	
17	8.586E-03	0.1046	0.6162	65.64	
18	9.091E-03	0.1076	0.6372	67.63	
19	9.596E-03	0.1105	0.6571	69.50	
20	1.010E-02	0.1134	0.6759	71.27	
21	1.061E-02	0.1162	0.6937	72.93	
22	1.111E-02	0.1189	0.7104	74.49	
23	1.162E-02	0.1216	0.7263	75.96	
24	1.212E-02	0.1242	0.7413	77.34	

SPASI		1.2 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	5.051E-04	0.0254	0.0277	5.24	
2	1.010E-03	0.0359	0.0547	8.86	
3	1.515E-03	0.0439	0.0809	12.12	
4	2.020E-03	0.0507	0.1064	15.17	
5	2.525E-03	0.0567	0.1311	18.04	
6	3.030E-03	0.0621	0.1552	20.77	
7	3.535E-03	0.0671	0.1786	23.37	
8	4.041E-03	0.0717	0.2014	25.87	
9	4.546E-03	0.0761	0.2235	28.26	
10	5.051E-03	0.0802	0.2451	30.56	
11	5.556E-03	0.0841	0.2660	32.77	
12	6.061E-03	0.0878	0.2863	34.90	
13	6.566E-03	0.0914	0.3061	36.96	
14	7.071E-03	0.0949	0.3253	38.94	
15	7.576E-03	0.0982	0.3440	40.85	
16	8.081E-03	0.1014	0.3622	42.69	
17	8.586E-03	0.1046	0.3799	44.47	
18	9.091E-03	0.1076	0.3971	46.20	
19	9.596E-03	0.1105	0.4138	47.86	
20	1.010E-02	0.1134	0.4301	49.47	
21	1.061E-02	0.1162	0.4459	51.03	
22	1.111E-02	0.1189	0.4612	52.53	
23	1.162E-02	0.1216	0.4761	53.99	
24	1.212E-02	0.1242	0.4907	55.39	

SPASI		1.3 m			
t	Tv	Uv	Uh	Ugab	
(minggu)				(%)	
1	5.051E-04	0.0254	0.0229	4.77	
2	1.010E-03	0.0359	0.0454	7.96	
3	1.515E-03	0.0439	0.0673	10.82	
4	2.020E-03	0.0507	0.0887	13.49	
5	2.525E-03	0.0567	0.1096	16.01	
6	3.030E-03	0.0621	0.1300	18.40	
7	3.535E-03	0.0671	0.1500	20.70	
8	4.041E-03	0.0717	0.1695	22.90	
9	4.546E-03	0.0761	0.1885	25.02	
10	5.051E-03	0.0802	0.2071	27.07	
11	5.556E-03	0.0841	0.2253	29.05	
12	6.061E-03	0.0878	0.2431	30.96	
13	6.566E-03	0.0914	0.2605	32.81	
14	7.071E-03	0.0949	0.2774	34.60	
15	7.576E-03	0.0982	0.2940	36.33	
16	8.081E-03	0.1014	0.3102	38.02	
17	8.586E-03	0.1046	0.3260	39.65	
18	9.091E-03	0.1076	0.3415	41.23	
19	9.596E-03	0.1105	0.3566	42.77	
20	1.010E-02	0.1134	0.3714	44.27	
21	1.061E-02	0.1162	0.3858	45.72	
22	1.111E-02	0.1189	0.3999	47.13	
23	1.162E-02	0.1216	0.4136	48.50	
24	1.212E-02	0.1242	0.4271	49.83	

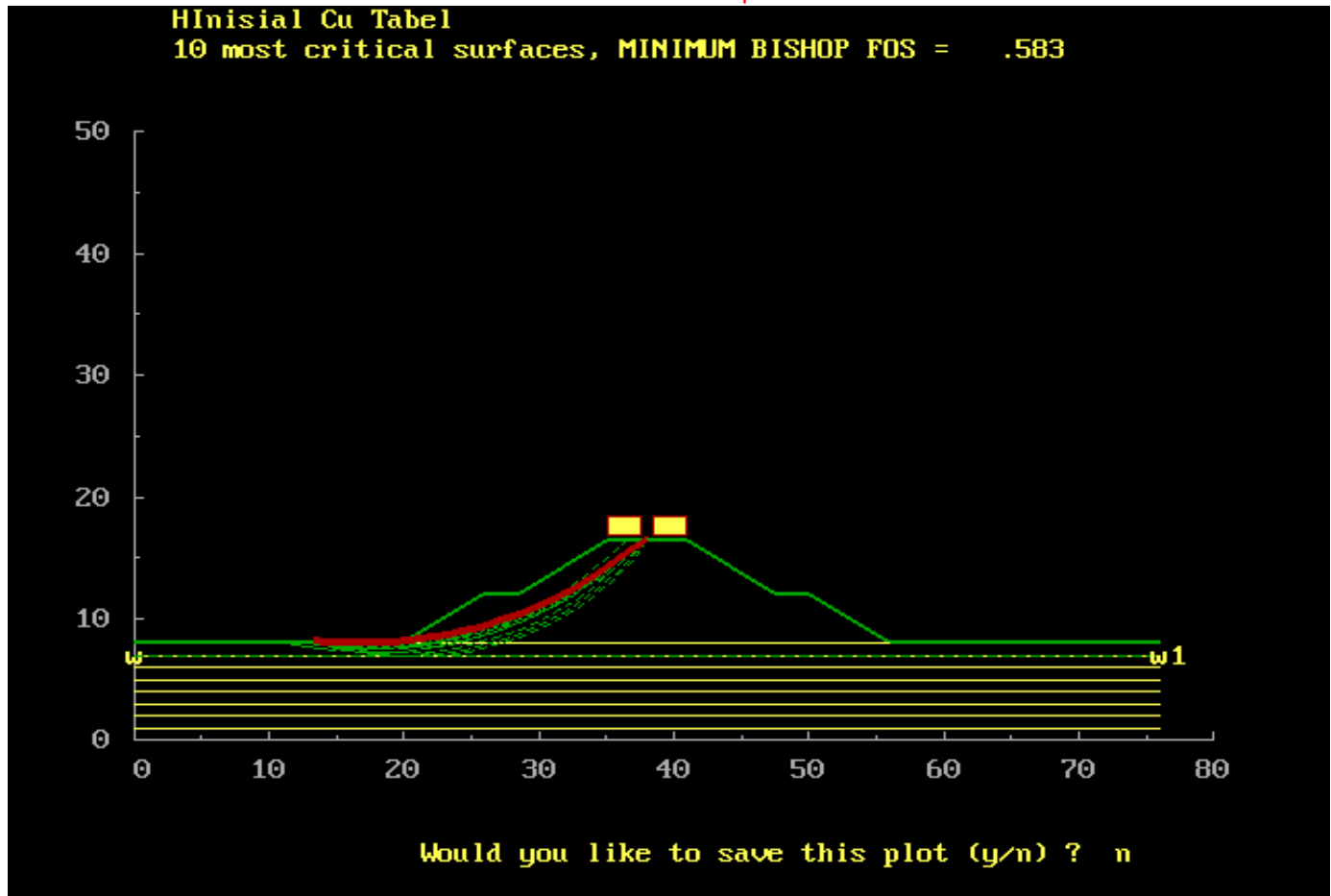


Pemasangan PVD pola segiempat dengan jarak dengan waktu konsolidasi selama

0.7 m
21 minggu

H Inisial = 9.4641 m Cu Lama

Perlu perbaikan Xstable



XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Surface Boundary

Segment Number	x-left (meters)	y-left (meters)	x-right (meters)	y-right (meters)	Soil Unit
1	.0	8.0	20.0	8.0	2
2	20.0	8.0	23.0	10.0	1
3	23.0	10.0	25.5	10.0	1
4	25.5	10.0	50.5	10.0	1
5	50.5	10.0	53.0	10.0	1
6	53.0	10.0	56.0	8.0	1
7	56.0	8.0	76.0	8.0	2

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Soil Property Data

Soil Unit	UNIT WEIGHT		STRENGTH		Water Surface Index	Type of Strength
	Moist (kN/m ³)	Saturated (kN/m ³)	c (kPa)	φ (deg)		
1	18.0	18.0	.0	30.00	0	ISO, Conven M-C
2	13.0	15.0	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
3	13.3	15.2	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
4	13.3	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
5	13.3	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
6	13.4	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
7	13.2	15.1	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
8	13.3	15.2	200.0	13.43	1	ISO, Conven M-C

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

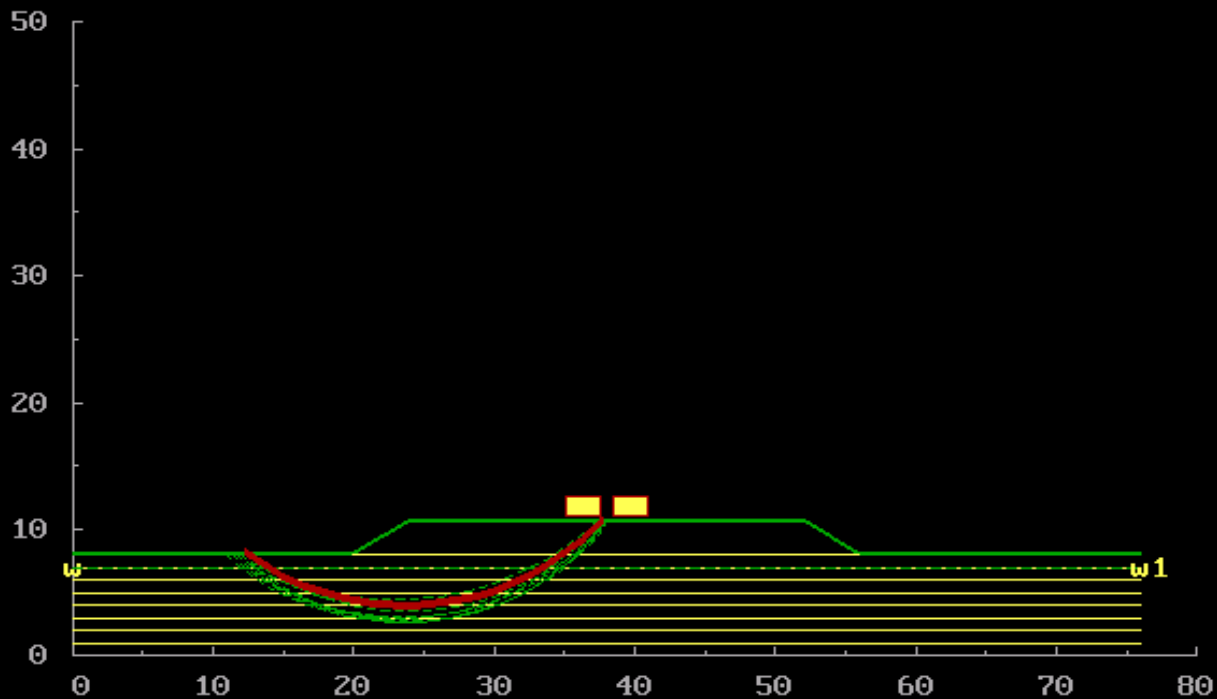
ESC - Exit

Editing

H Critical = 2.6 m Cu Baru

HCritical Cu Tabel

10 most critical surfaces, MINIMUM BISHOP FOS = 1.261



Would you like to save this plot (y/n) ? n

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Surface Boundary

Segment Number	x-left (meters)	y-left (meters)	x-right (meters)	y-right (meters)	Soil Unit
1	.0	8.0	20.0	8.0	2
2	20.0	8.0	23.9	10.6	1
3	23.9	10.6	52.1	10.6	1
4	52.1	10.6	56.0	8.0	1
5	56.0	8.0	76.0	8.0	2

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

XSTABL 5.2 — Copyright ISD, Inc., 1996
Soil Property Data

Soil Unit	UNIT WEIGHT		STRENGTH		Water Surface Index	Type of Strength
	Moist (kN/m ³)	Saturated (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (deg)		
1	18.0	18.0	.0	30.00	0	ISO, Conven M-C
2	13.0	15.0	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
3	13.3	15.2	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
4	13.3	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
5	13.3	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
6	13.4	15.3	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
7	13.2	15.1	12.0	13.43	1	ISO, Conven M-C
8	13.3	15.2	200.0	13.43	1	ISO, Conven M-C

A/a:= Append Ins:= Ins Line D/d:= Del Line Move:= End, Home, PgUp, PgDn

F1 - Help

F2 - Plot

ESC - Exit

Editing

Hitung Momen Dorong

$$SF = \frac{10390 \text{ kNm}}{0.551}$$

$$M_{\text{dorong}} = 18856.6 \text{ kNm}$$

Nilai Mrencana dengan SF rencana

$$\begin{aligned} SF_{\text{rencana}} &= 1.5 \\ M_{\text{rencana}} &= M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}} \\ &= 28284.9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dapat Nilai Momen Tambahan (ΔMR)

$$\begin{aligned} \Delta MR &= M_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}} \\ &= 17894.9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Hitung Kuat Ijin Geotextile

$$\begin{aligned} T_{\text{max}} &= 52 \text{ kN/m GW-250 (Textron Ge)} \\ SFID &= 1.6 \quad (1.5-3.0) \\ SFCR &= 1.1 \quad (1.0-1.5) \\ SFCD &= 1.5 \quad (1.5-2.0) \\ SFBD &= 1.1 \quad (1.0-1.2) \end{aligned}$$

$$T_{\text{allow}} = \frac{T}{FSib \times FScr \times FSbd}$$

$$T_{\text{allow}} = 17.9063 \text{ kNm}$$

Data Timbunan

ysat timb=	19.0	kN/m ³
γ timb=	17.0	kN/m ³
Cu ₁ =	0	kN/m ²
φ ₁ =	30	
H inisial=	9.03 m	
H final=	7.6 m	
σ _v =	153.51	kN/m ²
τ ₁ =	88.63	kN/m ²
Ka =	0.44109	

$$SF = \frac{MR_{\text{min}}}{M_{\text{dorong}}}$$

Data Tanah Dasar

γ _{tanah dasar} =	13.0	kN/m ³
Cu ₂ =	12	kN/m ²
φ ₂ =	13.432	
τ ₂ =	48.66	kN/m ²
T _i =	24.93 m	
E =	1	(Efisiensi)

$$\tau_1 = Cu + \sigma_v \tan \phi_1$$

$$\tau_2 = Cu + \sigma_v \tan \phi_2$$

Railroad

Dari Xstabl Hinisial = 7.6 m Sayap Kanan-Kiri
 B = 36 m $\Sigma Fx = 0$
 Kordinat Titik Z: File "STA 87+800" $T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E \sigma h =$
 $X_z = 20$ m **subsurface x left** $L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$
 $Y_z = 8$ m **subsurface y left**
 SF = 0.551
 $R = 25.1$ m **radius** $S_v = \frac{T_{All}}{SF \cdot \sigma HZ}$
 $x_o = 19.59$ m **circle x coord** $\sigma h = Ka \cdot \gamma + Ka \cdot q$
 $y_o = 32.93$ m **center y coord**
 $x_A = 16.67$ m **x surf**
 $y_A = 8$ m **y surf** point 1
 $x_B = 37.4$ m **x surf** point akhir
 $y_B = 15.6$ m **y surf**
 $x_C = 28.46$ m **x surf** point tengah
 $y_C = 9.45$ m **y surf**
 MR = 10390 kNm
 $L_o = 1$ m
 $q_{Kereta} = 50$ kN/m²
 $q_{Balast} = 8.55$ kN/m²

Perhitungan Momen Penahan Geotextile & Panjang Geotextile Dibelakang Bidang Longsor Sayap Kanan Timbunan

Jarak(sv) =

Sv (m)	Jumlah (n)	Hi (m)	Ti (m)	ytimb kN/m3	Cu1	Cu2	θ1	θ2	σv kN/m2	τ1 (kN.m)	τ2 (kN.m)	T _{allow} kNm	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm
0.25	1	7.6	24.93	17.0	0	12	30	13.4	129.2	74.59	42.86	17.91	3	53.72
0.25	2	7.35	24.68	17.0	0	0	30	30	124.95	72.14	72.14	17.91	3	53.72
0.25	3	7.1	24.43	17.0	0	0	30	30	120.7	69.69	69.69	17.91	3	53.72
0.25	4	6.85	24.18	17.0	0	0	30	30	116.45	67.23	67.23	17.91	3	53.72
0.25	5	6.6	23.93	17.0	0	0	30	30	112.2	64.78	64.78	17.91	3	53.72
0.25	6	6.35	23.68	17.0	0	0	30	30	107.95	62.32	62.32	17.91	3	53.72
0.25	7	6.1	23.43	17.0	0	0	30	30	103.7	59.87	59.87	17.91	3	53.72
0.25	8	5.85	23.18	17.0	0	0	30	30	99.45	57.42	57.42	17.91	3	53.72
0.25	9	5.6	22.93	17.0	0	0	30	30	95.2	54.96	54.96	17.91	2	35.81
0.25	10	5.35	22.68	17.0	0	0	30	30	90.95	52.51	52.51	17.91	2	35.81
0.25	11	5.1	22.43	17.0	0	0	30	30	86.7	50.06	50.06	17.91	2	35.81
0.25	12	4.85	22.18	17.0	0	0	30	30	82.45	47.60	47.60	17.91	2	35.81
0.25	13	4.6	21.93	17.0	0	0	30	30	78.2	45.15	45.15	17.91	2	35.81
0.25	14	4.35	21.68	17.0	0	0	30	30	73.95	42.70	42.70	17.91	2	35.81
0.25	15	4.1	21.43	17.0	0	0	30	30	69.7	40.24	40.24	17.91	2	35.81
0.25	16	3.85	21.18	17.0	0	0	30	30	65.45	37.79	37.79	17.91	2	35.81
0.25	17	3.6	20.93	17.0	0	0	30	30	61.2	35.33	35.33	17.91	2	35.81
0.25	18	3.35	20.68	17.0	0	0	30	30	56.95	32.88	32.88	17.91	2	35.81
0.25	19	3.1	20.43	17.0	0	0	30	30	52.7	30.43	30.43	17.91	2	35.81
0.25	20	2.85	20.18	17.0	0	0	30	30	48.45	27.97	27.97	17.91	2	35.81
0.25	21	2.6	19.93	17.0	0	0	30	30	44.2	25.52	25.52	17.91	2	35.81
0.25	22	2.35	19.68	17.0	0	0	30	30	39.95	23.07	23.07	17.91	2	35.81
0.25	23	2.1	19.43	17.0	0	0	30	30	35.7	20.61	20.61	17.91	2	35.81
0.25	24	1.85	19.18	17.0	0	0	30	30	31.45	18.16	18.16	17.91	2	35.81
0.25	25	1.6	18.93	17.0	0	0	30	30	27.2	15.70	15.70	17.91	2	35.81
0.25	26	1.35	18.68	17.0	0	0	30	30	22.95	13.25	13.25	17.91	2	35.81
0.25	27	1.1	18.43	17.0	0	0	30	30	18.7	10.80	10.80	17.91	2	35.81
0.25	28	0.85	18.18	17.0	0	0	30	30	14.45	8.34	8.34	17.91	2	35.81
0.25	29	0.6	17.93	17.0	0	0	30	30	10.2	5.89	5.89	17.91	2	35.81
0.25	30	0.35	17.68	17.0	0	0	30	30	5.95	3.44	3.44	17.91	2	35.81
0.25	30	0.1	17.43	17.0	0	0	30	30	1.7	0.98	0.98	17.91	2	35.81

Σlembar

70

0.25 m

$M_{\text{geotextile}}$ (kN.m)	$\Sigma M_{\text{geotextile}}$ (kN.m)	Le (m)	Le dipakai (m)	Koordinat x (m)	Koordinat y (m)	Lr dipakai (m)	L Pakai (m)	L_{Total} (m)	L_{lapangan} (m)
1339.21	1339.21	0.23	1.00	20	8	2.47	3.5	11.50	5.00
1325.79	2665.00	0.19	1.00	20.375	8.25	3.76	5.0	16.00	6.00
1312.36	3977.36	0.19	1.00	20.75	8.5	4.58	6.0	19.00	7.00
1298.93	5276.28	0.20	1.00	21.125	8.75	5.18	6.5	20.50	7.00
1285.50	6561.78	0.21	1.00	21.5	9	5.64	7.0	22.00	8.00
1272.07	7833.84	0.22	1.00	21.875	9.25	6.01	7.5	23.50	8.00
1258.64	9092.48	0.22	1.00	22.25	9.5	6.33	7.5	23.50	8.00
1245.21	10337.69	0.23	1.00	22.625	9.75	6.58	7.5	23.50	8.00
821.18	11158.87	0.24	1.00	23	10	6.79	7.5	16.00	8.00
812.23	11971.10	0.26	1.00	23.375	10.25	6.93	7.5	16.00	8.00
803.28	12774.38	0.27	1.00	23.75	10.5	7.09	7.5	16.00	8.00
794.33	13568.71	0.28	1.00	24.125	10.75	7.20	7.5	16.00	8.00
785.37	14354.08	0.30	1.00	24.5	11	7.28	7.5	16.00	8.00
776.42	15130.50	0.31	1.00	24.875	11.25	7.35	7.5	16.00	8.00
767.47	15897.96	0.33	1.00	25.25	11.5	7.40	7.5	16.00	8.00
758.51	16656.47	0.36	1.00	25.625	11.75	7.43	7.5	16.00	8.00
749.56	17406.03	0.38	1.00	26	12	7.43	7.5	16.00	8.00
740.61	18146.64	0.41	1.00	26.375	12.25	7.43	7.5	16.00	8.00
731.65	18878.29	0.44	1.00	26.75	12.5	7.41	7.5	16.00	8.00
722.70	19600.99	0.48	1.00	29.625	12.75	4.89	6.0	13.00	7.00
713.75	20314.74	0.53	1.00	30	13	4.84	6.0	13.00	7.00
704.79	21019.53	0.58	1.00	30.375	13.25	4.79	6.0	13.00	7.00
695.84	21715.37	0.65	1.00	30.75	13.5	4.73	6.0	13.00	7.00
686.89	22402.26	0.74	1.00	31.125	13.75	4.65	6.0	13.00	7.00
677.93	23080.19	0.86	1.00	31.5	14	4.56	6.0	13.00	7.00
668.98	23749.17	1.01	1.10	31.875	14.25	4.47	6.0	13.00	7.00
660.03	24409.20	1.24	1.30	32.25	14.5	4.37	6.0	13.00	7.00
651.07	25060.28	1.61	1.70	32.625	14.75	4.27	6.0	13.00	7.00
642.12	25702.40	2.28	2.30	33	15	4.15	6.5	14.00	7.00
633.17	26335.56	3.91	4.00	33.375	15.25	4.02	7.5	16.00	8.00
624.21	26959.78	13.68	13.70	33.75	15.5	3.89	7.5	16.00	8.00
$\Sigma M_{\text{geotextile}}$	26959.78	1.51	SF OK					$\Sigma \text{Geotextile}$	511 m

Hitung Momen Dorong

$$SF = \frac{9119 \text{ kNm}}{0.557}$$

Mdorong = 16371.6 kNm

Nilai Mrencana dengan SF rencana

SF_{rencana} = 1.5

Mrencana = M_{dorong} x SF_{rencana}
= 24557.5 kNm

Dapat Nilai Momen Tambahan (ΔMR)

ΔMR = Mrencana - MRmin
= 15438.5 kNm

Hitung Kuat Ijin Geotextile

T_{max} = 52 kN/m GW-250 (Textron Ge)

SFID= 1.6 (1.5-3.0)
SFCR= 1.1 (1.0-1.5)
SFCD= 1.5 (1.5-2.0)
SFBD= 1.1 (1.0-1.2)

$$T_{allow} = \frac{T}{FSib \times FScr \times FSbd}$$

T_{allow} = 17.9063 kNm

Data Timbunan

ysat timb=	19.0	kN/m3
γ timb=	17.0	kN/m3
Cu ₁ =	0	kN/m2
φ ₁ =	30	
H inisial=	9.25 m	
H final=	7.8 m	
σ _v =	157.25	kN/m2
τ ₁ =	90.79	kN/m2
Ka =	0.44109	

$$SF = \frac{MRmin}{Mdorong}$$

Data Tanah Dasar

γ _{tanah dasar} =	13.0	kN/m3
Cu ₂ =	12	kN/m2
φ ₂ =	13.432	
τ ₂ =	49.56	kN/m2
T ₁ =	24.08 m	
E =	1	(Efisiensi)

$$\tau_1 = Cu + \sigma_v \tan \phi_1$$

$$\tau_2 = Cu + \sigma_v \tan \phi_2$$

Railroad

Dari Xstabl Hinisial = 7.8 m Sayap Kanan-Kiri

B = 40.4 m

$$\Sigma F_x = 0$$

Kordinat Titik Z: File "STA 88+200"

$$T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E \sigma h =$$

X_z = 20 m subsurface x left

$$L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

Y_z = 8 m subsurface y left

SF = 0.557

$$S_v = \frac{T_{All}}{SF \cdot \sigma HZ}$$

R = 24.25 m radius

$$\sigma h = Ka \cdot \gamma \cdot h + Ka \cdot q$$

x_o = 19.51 m circle x coord

y_o = 32.08 m center y coord

x_A = 16.67 m x surf

point 1

y_A = 8 m y surf

x_B = 37.47 m x surf

point akhir

y_B = 15.8 m y surf

x_C = 28.46 m x surf

point tengah

y_C = 9.45 m y surf

MR = 9119 kNm

L_o = 1 m

q_{Kereta} = 50 kN/m²

q_{Balast} = 8.55 kN/m²

Perhitungan Momen Penahan Geotextile & Panjang Geotextile Dibelakang Bidang Longsor Sayap Kanan Timbunan

Jarak(sv) =

Sv (m)	Jumlah (n)	Hi (m)	Ti (m)	ytimb kN/m3	Cu1	Cu2	θ1	θ2	σv kN/m2	τ1 (kN.m)	τ2 (kN.m)	T _{allow} kNm	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm
0.25	1	7.8	24.08	17.0	0	12	30	13.4	132.6	76.56	43.67	17.91	3	53.72
0.25	2	7.55	23.83	17.0	0	0	30	30	128.35	74.10	74.10	17.91	3	53.72
0.25	3	7.3	23.58	17.0	0	0	30	30	124.1	71.65	71.65	17.91	2	35.81
0.25	4	7.05	23.33	17.0	0	0	30	30	119.85	69.20	69.20	17.91	2	35.81
0.25	5	6.8	23.08	17.0	0	0	30	30	115.6	66.74	66.74	17.91	2	35.81
0.25	6	6.55	22.83	17.0	0	0	30	30	111.35	64.29	64.29	17.91	2	35.81
0.25	7	6.3	22.58	17.0	0	0	30	30	107.1	61.83	61.83	17.91	2	35.81
0.25	8	6.05	22.33	17.0	0	0	30	30	102.85	59.38	59.38	17.91	2	35.81
0.25	9	5.8	22.08	17.0	0	0	30	30	98.6	56.93	56.93	17.91	2	35.81
0.25	10	5.55	21.83	17.0	0	0	30	30	94.35	54.47	54.47	17.91	2	35.81
0.25	11	5.3	21.58	17.0	0	0	30	30	90.1	52.02	52.02	17.91	2	35.81
0.25	12	5.05	21.33	17.0	0	0	30	30	85.85	49.57	49.57	17.91	2	35.81
0.25	13	4.8	21.08	17.0	0	0	30	30	81.6	47.11	47.11	17.91	2	35.81
0.25	14	4.55	20.83	17.0	0	0	30	30	77.35	44.66	44.66	17.91	2	35.81
0.25	15	4.3	20.58	17.0	0	0	30	30	73.1	42.20	42.20	17.91	2	35.81
0.25	16	4.05	20.33	17.0	0	0	30	30	68.85	39.75	39.75	17.91	2	35.81
0.25	17	3.8	20.08	17.0	0	0	30	30	64.6	37.30	37.30	17.91	2	35.81
0.25	18	3.55	19.83	17.0	0	0	30	30	60.35	34.84	34.84	17.91	2	35.81
0.25	19	3.3	19.58	17.0	0	0	30	30	56.1	32.39	32.39	17.91	2	35.81
0.25	20	3.05	19.33	17.0	0	0	30	30	51.85	29.94	29.94	17.91	2	35.81
0.25	21	2.8	19.08	17.0	0	0	30	30	47.6	27.48	27.48	17.91	2	35.81
0.25	22	2.55	18.83	17.0	0	0	30	30	43.35	25.03	25.03	17.91	2	35.81
0.25	23	2.3	18.58	17.0	0	0	30	30	39.1	22.57	22.57	17.91	2	35.81
0.25	24	2.05	18.33	17.0	0	0	30	30	34.85	20.12	20.12	17.91	2	35.81
0.25	25	1.8	18.08	17.0	0	0	30	30	30.6	17.67	17.67	17.91	2	35.81
0.25	26	1.55	17.83	17.0	0	0	30	30	26.35	15.21	15.21	17.91	2	35.81
0.25	27	1.3	17.58	17.0	0	0	30	30	22.1	12.76	12.76	17.91	2	35.81
0.25	28	1.05	17.33	17.0	0	0	30	30	17.85	10.31	10.31	17.91	2	35.81
0.25	29	0.8	17.08	17.0	0	0	30	30	13.6	7.85	7.85	17.91	2	35.81
0.25	30	0.55	16.83	17.0	0	0	30	30	9.35	5.40	5.40	17.91	2	35.81
0.25	30	0.3	16.58	17.0	0	0	30	30	5.1	2.94	2.94	17.91	2	35.81

Σlembar

64

0.25 m

M _{geotextile} (kN.m)	ΣM _{geotextile} (kN.m)	Le (m)	Le dipakai (m)	Koordinat x (m)	Koordinat y (m)	Lr dipakai (m)	L Pakai (m)	L _{Total} (m)	L _{lapangan} (m)
1293.55	1293.55	0.22	1.00	20	8	2.29	3.5	11.50	5.00
1280.12	2573.68	0.18	1.00	20.375	8.25	3.57	5.0	16.00	6.00
844.46	3418.14	0.19	1.00	20.75	8.5	4.37	5.5	12.00	6.00
835.51	4253.65	0.19	1.00	21.125	8.75	4.96	6.0	13.00	7.00
826.56	5080.21	0.20	1.00	21.5	9	5.42	6.5	14.00	7.00
817.60	5897.81	0.21	1.00	21.875	9.25	5.63	7.0	15.00	8.00
808.65	6706.46	0.22	1.00	22.25	9.5	6.20	7.5	16.00	8.00
799.70	7506.16	0.23	1.00	22.625	9.75	6.32	7.5	16.00	8.00
790.74	8296.90	0.24	1.00	23	10	6.52	7.5	16.00	8.00
781.79	9078.69	0.25	1.00	23.375	10.25	6.68	7.5	16.00	8.00
772.84	9851.53	0.26	1.00	23.75	10.5	6.80	7.5	16.00	8.00
763.88	10615.41	0.27	1.00	24.125	10.75	6.90	7.5	16.00	8.00
754.93	11370.34	0.29	1.00	24.5	11	6.97	7.5	16.00	8.00
745.98	12116.32	0.30	1.00	24.875	11.25	7.04	7.5	16.00	8.00
737.02	12853.35	0.32	1.00	25.25	11.5	7.07	7.5	16.00	8.00
728.07	13581.42	0.34	1.00	25.625	11.75	7.08	7.5	16.00	8.00
719.12	14300.54	0.36	1.00	26	12	7.08	7.5	16.00	8.00
710.17	15010.70	0.39	1.00	26.375	12.25	7.07	7.5	16.00	8.00
701.21	15711.91	0.41	1.00	26.75	12.5	7.04	7.5	16.00	8.00
692.26	16404.17	0.45	1.00	29.7	12.75	4.43	5.5	12.00	6.00
683.31	17087.48	0.49	1.00	30	13	4.46	5.5	12.00	6.00
674.35	17761.83	0.54	1.00	30.375	13.25	4.39	5.5	12.00	6.00
665.40	18427.23	0.59	1.00	30.75	13.5	4.33	5.5	12.00	6.00
656.45	19083.68	0.67	1.00	31.125	13.75	4.25	5.5	12.00	6.00
647.49	19731.17	0.76	1.00	31.5	14	4.15	5.5	12.00	6.00
638.54	20369.71	0.88	1.00	31.875	14.25	4.05	5.5	12.00	6.00
629.59	20999.30	1.05	1.10	32.25	14.5	3.94	5.5	12.00	6.00
620.63	21619.93	1.30	1.40	32.625	14.75	3.83	5.5	12.00	6.00
611.68	22231.61	1.71	1.80	33	15	3.71	6.0	13.00	7.00
602.73	22834.34	2.49	2.50	33.375	15.25	3.58	6.5	14.00	7.00
593.77	23428.11	4.56	4.60	33.75	15.5	3.44	7.5	16.00	8.00
ΣM _{geotextile}	23428.11	1.52	SF OK					ΣGeotextile	443 m

Hitung Momen Dorong

$$SF = \frac{11060 \text{ kNm}}{0.545}$$

$$M_{\text{dorong}} = 20293.6 \text{ kNm}$$

Nilai Mrencana dengan SF rencana

$$SF_{\text{rencana}} = 1.5$$

$$M_{\text{rencana}} = M_{\text{dorong}} \times SF_{\text{rencana}} \\ = 30440.4 \text{ kNm}$$

Dapat Nilai Momen Tambahan (ΔMR)

$$\Delta MR = M_{\text{rencana}} - MR_{\text{min}} \\ = 19380.4 \text{ kNm}$$

Hitung Kuat Ijin Geotextile

$$T_{\text{max}} = 52 \text{ kN/m GW-250 (Textron Ge)}$$

SFID=	1.6	(1.5-3.0)
SFCR=	1.1	(1.0-1.5)
SFCD=	1.5	(1.5-2.0)
SFBD=	1.1	(1.0-1.2)

$$T_{\text{allow}} = \frac{T}{FS_{\text{ib}} \times FS_{\text{scr}} \times FS_{\text{bd}}}$$

$$T_{\text{allow}} = 17.9063 \text{ kNm}$$

Data Timbunan

γ _{sat} timb=	19.0	kN/m ³
γ timb=	17.0	kN/m ³
Cu ₁ =	0	kN/m ²
φ ₁ =	30	
H inisial=	9.46 m	
H final=	8 m	
σ _v =	160.82	kN/m ²
τ ₁ =	92.85	kN/m ²
Ka =	0.44109	

$$SF = \frac{MR_{\text{min}}}{M_{\text{dorong}}}$$

Data Tanah Dasar

γ _{tanah dasar} =	13.0	kN/m ³
Cu ₂ =	12	kN/m ²
φ ₂ =	13.432	
τ ₂ =	50.41	kN/m ²
T ₁ =	25.38 m	
E =	1	(Efisiensi)

$$\tau_1 = Cu + \sigma_v \tan \phi_1$$

$$\tau_2 = Cu + \sigma_v \tan \phi_2$$

Railroad

Dari Xstabl Hinisial = 8 m Sayap Kanan-Kiri

B = 41 m

Kordinat Titik Z: File "STA 88+200"

X_z = 20 m subsurface x left

Y_z = 8 m subsurface y left

SF = 0.545

R = 25.56 m radius

x_o = 19.63 m circle x coord

y_o = 33.38 m center y coord

x_A = 16.67 m x surf

point 1

y_A = 8 m y surf

x_B = 38.37 m x surf

point akhir

y_B = 16 m y surf

x_C = 28.47 m x surf

point tengah

y_C = 9.41 m y surf

MR = 11060 kNm

L_o = 1 m

Q_{Kereta} = 50 kN/m²

Q_{Balast} = 8.55 kN/m²

$$\Sigma Fx = 0$$

$$T_{allow} \times FS = (\tau_1 + \tau_2) \times L_e \times E \sigma h =$$

$$L_e = \frac{T_{allow} \times FS}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

$$S_v = \frac{T_{All}}{SF \cdot \sigma HZ}$$

$$\sigma h = Ka \cdot \gamma \cdot + Ka \cdot q$$

Perhitungan Momen Penahan Geotextile & Panjang Geotextile Dibelakang Bidang Longsor Sayap Kanan Timbunan

Jarak(sv) =

Sv (m)	Jumlah (n)	Hi (m)	Ti (m)	ytimb kN/m3	Cu1	Cu2	Ø1	Ø2	σv kN/m2	τ1 (kN.m)	τ2 (kN.m)	T _{allow} kNm	Lapisan Geotex	T _{allow} kNm
0.25	1	8	25.38	17.0	0	12	30	13.4	136	78.52	44.48	17.91	3	53.72
0.25	2	7.75	25.13	17.0	0	0	30	30	131.75	76.07	76.07	17.91	3	53.72
0.25	3	7.5	24.88	17.0	0	0	30	30	127.5	73.61	73.61	17.91	3	53.72
0.25	4	7.25	24.63	17.0	0	0	30	30	123.25	71.16	71.16	17.91	3	53.72
0.25	5	7	24.38	17.0	0	0	30	30	119	68.70	68.70	17.91	3	53.72
0.25	6	6.75	24.13	17.0	0	0	30	30	114.75	66.25	66.25	17.91	3	53.72
0.25	7	6.5	23.88	17.0	0	0	30	30	110.5	63.80	63.80	17.91	3	53.72
0.25	8	6.25	23.63	17.0	0	0	30	30	106.25	61.34	61.34	17.91	3	53.72
0.25	9	6	23.38	17.0	0	0	30	30	102	58.89	58.89	17.91	3	53.72
0.25	10	5.75	23.13	17.0	0	0	30	30	97.75	56.44	56.44	17.91	3	53.72
0.25	11	5.5	22.88	17.0	0	0	30	30	93.5	53.98	53.98	17.91	3	53.72
0.25	12	5.25	22.63	17.0	0	0	30	30	89.25	51.53	51.53	17.91	2	35.81
0.25	13	5	22.38	17.0	0	0	30	30	85	49.07	49.07	17.91	2	35.81
0.25	14	4.75	22.13	17.0	0	0	30	30	80.75	46.62	46.62	17.91	2	35.81
0.25	15	4.5	21.88	17.0	0	0	30	30	76.5	44.17	44.17	17.91	2	35.81
0.25	16	4.25	21.63	17.0	0	0	30	30	72.25	41.71	41.71	17.91	2	35.81
0.25	17	4	21.38	17.0	0	0	30	30	68	39.26	39.26	17.91	2	35.81
0.25	18	3.75	21.13	17.0	0	0	30	30	63.75	36.81	36.81	17.91	2	35.81
0.25	19	3.5	20.88	17.0	0	0	30	30	59.5	34.35	34.35	17.91	2	35.81
0.25	20	3.25	20.63	17.0	0	0	30	30	55.25	31.90	31.90	17.91	2	35.81
0.25	21	3	20.38	17.0	0	0	30	30	51	29.44	29.44	17.91	2	35.81
0.25	22	2.75	20.13	17.0	0	0	30	30	46.75	26.99	26.99	17.91	2	35.81
0.25	23	2.5	19.88	17.0	0	0	30	30	42.5	24.54	24.54	17.91	2	35.81
0.25	24	2.25	19.63	17.0	0	0	30	30	38.25	22.08	22.08	17.91	2	35.81
0.25	25	2	19.38	17.0	0	0	30	30	34	19.63	19.63	17.91	2	35.81
0.25	26	1.75	19.13	17.0	0	0	30	30	29.75	17.18	17.18	17.91	2	35.81
0.25	27	1.5	18.88	17.0	0	0	30	30	25.5	14.72	14.72	17.91	2	35.81
0.25	28	1.25	18.63	17.0	0	0	30	30	21.25	12.27	12.27	17.91	2	35.81
0.25	29	1	18.38	17.0	0	0	30	30	17	9.81	9.81	17.91	2	35.81
0.25	30	0.75	18.13	17.0	0	0	30	30	12.75	7.36	7.36	17.91	2	35.81
0.25	30	0.5	17.88	17.0	0	0	30	30	8.5	4.91	4.91	17.91	2	35.81
0.25	30	0.25	17.63	17.0	0	0	30	30	4.25	2.45	2.45	17.91	2	35.81

Σlembar

75

0.25 m

M _{geotextile} (kN.m)	ΣM _{geotextile} (kN.m)	Le (m)	Le dipakai (m)	Koordinat x (m)	Koordinat y (m)	Lr dipakai (m)	L Pakai (m)	L _{Total} (m)	L _{lapangan} (m)
1363.39	1363.39	0.22	1.00	20.00	8	2.55	4.0	13.00	5.00
1349.96	2713.35	0.18	1.00	20.38	8.25	3.87	5.0	16.00	6.00
1336.53	4049.88	0.18	1.00	20.75	8.5	4.71	6.0	19.00	7.00
1323.10	5372.98	0.19	1.00	21.13	8.75	5.29	6.5	20.50	7.00
1309.67	6682.64	0.20	1.00	21.50	9	5.76	7.0	22.00	8.00
1296.24	7978.88	0.20	1.00	21.88	9.25	6.13	7.5	23.50	8.00
1282.81	9261.69	0.21	1.00	22.25	9.5	6.45	7.5	23.50	8.00
1269.38	10531.07	0.22	1.00	22.63	9.75	6.78	7.5	23.50	8.00
1255.95	11787.02	0.23	1.00	23.00	10	6.93	7.5	23.50	8.00
1242.52	13029.55	0.24	1.00	23.38	10.25	7.10	7.5	23.50	8.00
1229.09	14258.64	0.25	1.00	23.75	10.5	7.24	7.5	23.50	8.00
810.44	15069.08	0.26	1.00	24.13	10.75	7.35	7.5	16.00	8.00
801.49	15870.56	0.27	1.00	24.50	11	7.45	7.5	16.00	8.00
792.53	16663.10	0.29	1.00	24.88	11.25	7.52	7.5	16.00	8.00
783.58	17446.68	0.30	1.00	25.25	11.5	7.58	7.5	16.00	8.00
774.63	18221.31	0.32	1.00	25.63	11.75	7.60	7.5	16.00	8.00
765.67	18986.98	0.34	1.00	26.00	12	7.63	7.5	16.00	8.00
756.72	19743.71	0.36	1.00	26.38	12.25	7.62	7.5	16.00	8.00
747.77	20491.47	0.39	1.00	26.75	12.5	7.60	7.5	16.00	8.00
738.82	21230.29	0.42	1.00	27.13	12.75	7.58	7.5	16.00	8.00
729.86	21960.15	0.46	1.00	30.00	13	5.04	6.5	14.00	7.00
720.91	22681.06	0.50	1.00	30.38	13.25	5.00	6.5	14.00	7.00
711.96	23393.02	0.55	1.00	30.75	13.5	4.93	6.0	13.00	7.00
703.00	24096.02	0.61	1.00	31.13	13.75	4.85	6.0	13.00	7.00
694.05	24790.07	0.68	1.00	31.50	14	4.77	6.0	13.00	7.00
685.10	25475.17	0.78	1.00	31.88	14.25	4.68	6.0	13.00	7.00
676.14	26151.31	0.91	1.00	32.25	14.5	4.59	6.0	13.00	7.00
667.19	26818.50	1.09	1.10	32.63	14.75	4.49	6.0	13.00	7.00
658.24	27476.74	1.37	1.40	33.00	15	4.37	6.0	13.00	7.00
649.28	28126.02	1.82	1.90	33.38	15.25	4.26	6.5	14.00	7.00
640.33	28766.35	2.74	2.80	33.75	15.5	4.13	7.0	15.00	8.00
631.38	29397.73	5.47	5.50	34.13	15.75	4.00	7.5	16.00	8.00
ΣM _{geotextile}	29397.73	1.52	SF OK					ΣGeotextile	551 m



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS
SURABAYA

JUDUL

TUGAS
AKHIR

PEMBIMBING

Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc. PhD

MAHASISWA

Geniar Wijaya

3110100052

GAMBAR

Potongan Melintang
Timbunan Rel

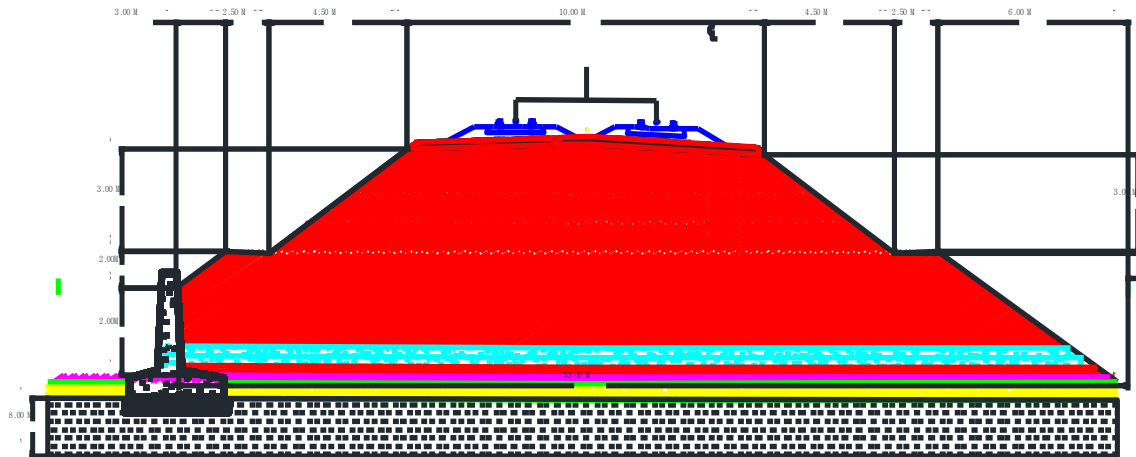
SKALA

1:100

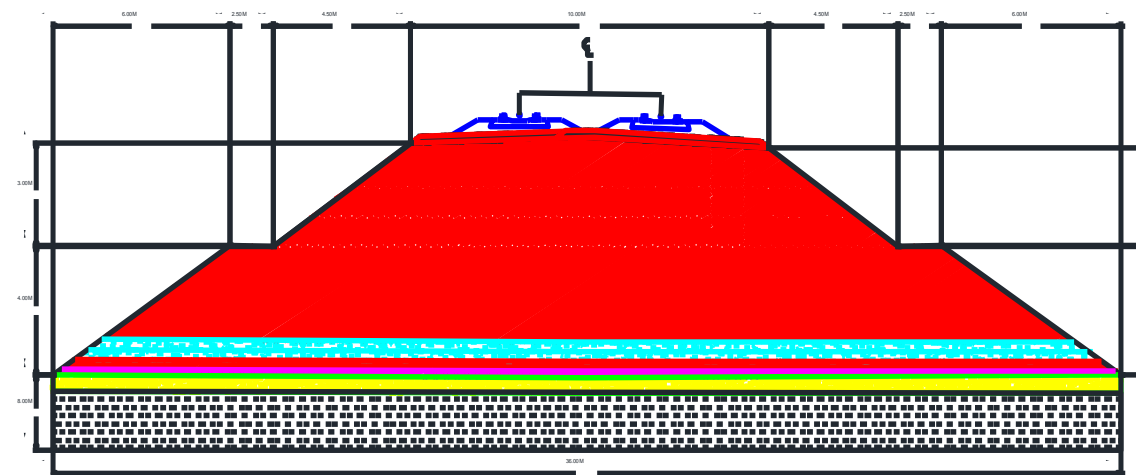
NOMER

1

CATATAN



STA 87+200 s/d STA 87+400



STA 87+500 s/d STA 88+600



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FTSP - ITS
SURABAYA

JUDUL

TUGAS
AKHIR

PEMBIMBING

Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc. PhD

MAHASISWA

Geniar Wijaya

3110100052

GAMBAR

Pola Pemasangan
Geotextile

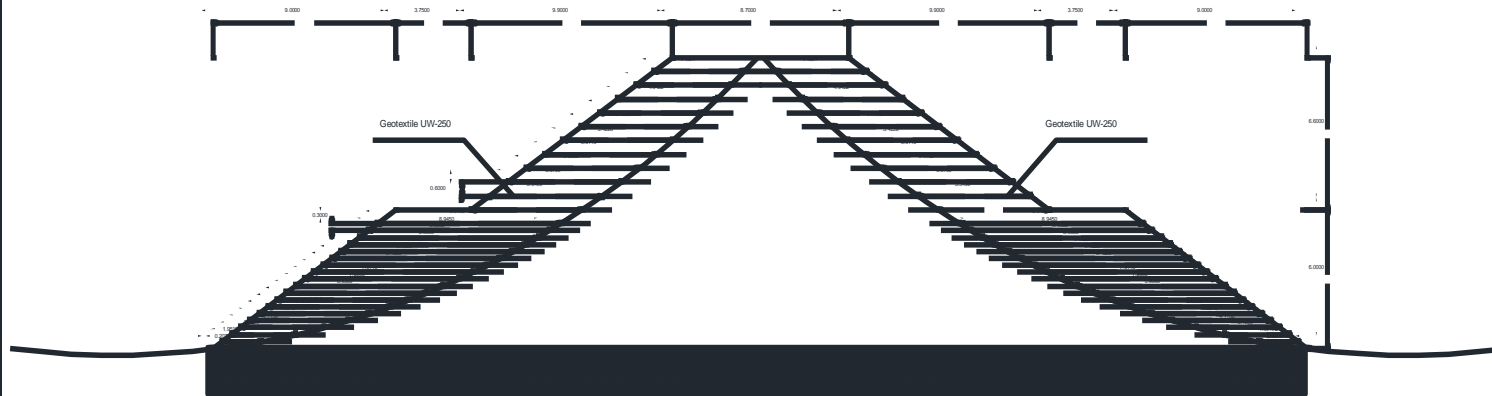
SKALA

1:100

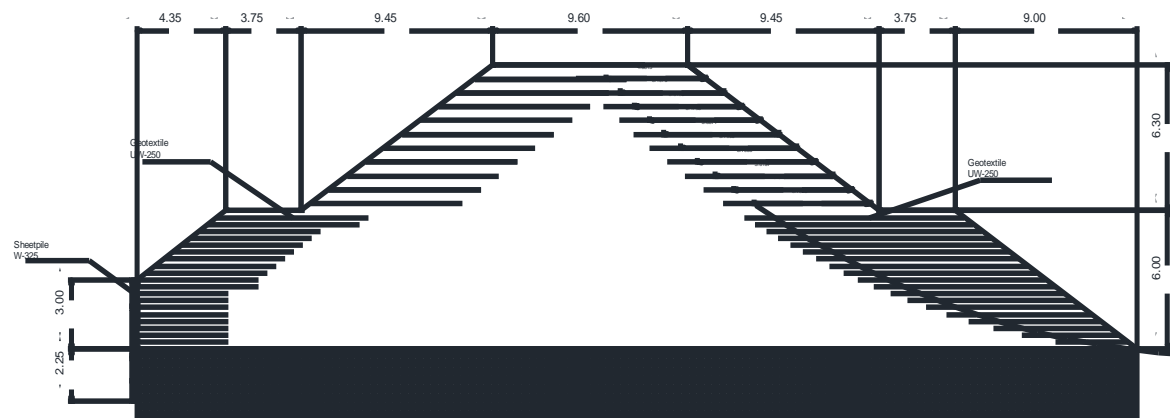
NOMER

2

CATATAN



STA 87+500 s/d STA 88+600



STA 87+200 s/d STA 87+400

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama Geniar Wijaya, dilahirkan di Surabaya tanggal 23 Mei 1992 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Siswoyo Joko Priyono dan Aries Setyaningsih

Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari tahun 1998 di SD Mojolangu 3 Malang dan lulus pada tahun 2004, dilanjutkan ke SMPN 4 Malang dan lulus pada tahun 2007, serta lanjut ke SMAN 8 Malang dan lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sarjana Jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (FTSP-ITS) Surabaya terdaftar dengan NRP 3110100052.

Di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya, penulis adalah mahasiswa Program Sarjana (S1) dengan bidang studi geoteknik.

Contact Person:

Email : geniarwijaya@gmail.com

No. Hp : 081326658850

(Halaman ini sengaja dikosongkan)