

33577/14/08



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



RSS  
625.7  
SKO  
P-1  
—  
2008

**TUGAS AKHIR - PS 1380**

**PERENCANAAN EMBANKMENT DAN PERKERASAN  
JALAN TOL SURABAYA - MOJOKERTO  
PADA PERSIMPANGAN DENGAN JALAN ARTERI  
DI WARU  
(STA 9+000 s/d STA 10+000)**

**NI'MATUS SHOLIKHAH  
NRP. 3105 109 608**

**Dosen Pembimbing  
Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc.Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2008**

<b>PERPUSTAKAAN ITS</b>	
Tgl. Terima	07-10-08
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	232090



**FINAL PROJECT - PS 1380**

**DESIGN OF EMBANKMENT AND OSSIFYING OF  
TURNPIKE SURABAYA - MOJOKERTO AT  
INTERSECTION BY WAY OF ARTERY IN WARU  
(STA 9+000 s/d STA 10+000)**

**NI'MATUS SHOLIKHAH  
NRP. 3105 109 608**

**Counselor Lecture:  
Prof.Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc.Ph.D**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2008**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN EMBANKMENT DAN PERKERASAN**  
**JALAN TOL SURABAYA – MOJOKERTO**  
**PADA PERSIMPANGAN DENGAN JALAN ARTERI**  
**DI WARU**  
**(STA 9+000 s/d STA 10+000)**

**TUGAS AKHIR**  
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Teknik Perhubungan Jalan Raya  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**NI'MATUS SHOLIKHAH**  
**NRP. 3105 109 608**



Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

*Indrasurya B. Mochtar*

1. **Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar Msc. Ph.D** .....  
**NIP. 130532021**

**SURABAYA**  
**AGUSTUS 2008**



**PERENCANAAN EMBANKMENT DAN PERKERASAN  
JALAN TOL SURABAYA – MOJOKERTO PADA  
PERSIMPANGAN DENGAN JALAN ARTERI DI WARU  
(STA 9+000 s/d STA 10+000)**

Nama Mahasiswa : Ni'matus Sholikhah  
NRP : 3105 109 608  
Jurusan : Teknik Sipil FTSP – ITS  
Dosen Pembimbing: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.  
PhD

**Abstrak**

*Saat ini Pemerintah sedang melaksanakan program untuk membangun jalan tol Trans-Jawa. Salah satu tahapan dari pembangunan jalan tol tersebut adalah pada wilayah Surabaya-Mojokerto. Namun pada daerah Waru, pembangunan jalan tol ini menemui kendala pada tanah dasarnya. Kondisi tanah dasar yang jelek yang merupakan tanah lempung dengan konsistensi lunak sampai sedang inilah yang menyebabkan konstruksi jalan belum bisa dilaksanakan dengan mudah apalagi pada STA 9+000 s/d STA 10+000 perencanaan jalan tol akan melintasi jalan arteri.*

*Dalam perencanaan ini dilakukan proses perbaikan tanah dasar terlebih dahulu dengan cara mempercepat waktu penurunan dan menaikkan daya dukung tanah dasar dengan menggunakan Prefabricated Vertical Drain (PVD). Jalan tol yang melintasi jalan arteri di Waru membutuhkan timbunan untuk mencapai level yang diinginkan. Dengan adanya timbunan tersebut harus pula dicek untuk kestabilan tanah timbunan tersebut agar tidak terjadi kelongsoran. Dengan kondisi Safety Factor (SF) yang belum memenuhi syarat maka timbunan tersebut juga memerlukan perkuatan. Perkuatan tersebut akan menggunakan lapisan Geotextile. Setelah adanya perkuatan dari tanah dasar dan timbunan maka pembangunan jalan tol dapat dilaksanakan. Dalam penelitian ini akan mencoba memakai dua*



*jenis perkerasan yaitu dengan perkerasan lentur dan kaku. Dari kedua jenis perkerasan tersebut akan dibandingkan yang mana yang lebih ekonomis.*

*Dari hasil penelitian terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan hanya 10 minggu dengan pola pemasangan segitiga dengan panjang 11 m dari bahan jenis Colbondrain CX 100. Sedangkan Geotextile pada tiap – tiap STA didapatkan kebutuhan yang bervariasi karena timbunan yang dibutuhkan pada masing – masing STA juga bervariasi. Untuk jenis perkerasan lentur didapatkan ketebalan untuk surface 19 cm, base course 20 cm, sedangkan pada perkerasan kaku didapatkan hasil untuk ketebalan pelat lantai setebal 30 cm. Sedangkan kebutuhan dowel memakai tulangan  $\phi$  32 dengan panjang 450 mm dengan jarak 300 mm dan tie bar memakai tulangan  $\phi$  12 dengan panjang 635 mm dan jarak 600 mm.*

*Kata kunci: tanah lunak, PVD, geotextile, perkerasan lentur, perkerasan kaku, ekonomis.*

**DESIGN OF EMBANKMENT AND OSSIFYING OF  
TURNPIKE SURABAYA – MOJOKERTO AT  
INTERSECTION BY WAY OF ARTERY IN WARU  
( STA 9+000 to STA 10+000)**

Name of Student : Ni'matus Sholikhah  
NRP : 3105 109 608  
Majors : Civil Engineering FTSP – ITS  
Counsellor Lecturer : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc.  
PhD.

**Abstract**

*In this time Government is executing program for developing turnpike Trans - Java. One of step from the works turnpike is at region Surabaya - Mojokerto. But at district Waru, this road-works of toll meet constraint at the basis earth. Soil condition is bad basis which is Clay earth with soft consistency until this moderate causing construction walking not yet can be executed easily more than anything else at STA 9+000 to STA 10+000 planning of turnpike will get through artery passage.*

*In the plan the is done by is fundamental soil improvement process before hand by the way of quicken derivation time and boost up fundamental earth bearing power by using Prefabricated Vertical Drain (PVD). Flyover getting through artery passage in Waru require hoard for reaching level the wanted. With the existence of hoard dicheck must also for the stability of hoard earth in order not to invite avalanche. With condition of Safety Factor (SF) which not yet is up to standard hence the hoard also require strengthening. Strengthen the used layer*

*Geotextile. After existence of strengthening from fundamental earth and hoard hence works of enforceable flyover. In this research will try on two type pavement that is by flexible pavement and rigid pavement. From both types of pavement the will which compared which more economic.*

*From research result seen that time which required to reach derivation only 10 week with cupola erection of triangle with length of 11 m from type material Colbondrain CX 100. While Geotextile at every STA got by requirement which vary by hoard which required at each STA also vary. For type flexible pavementt got by thickness for surface 19 cm, base course 20 cm, while at rigid pavement got by result for thickness of floor plate as thick 30 cm. While requirement of dowel use bone  $\phi$  32 with length of 450 mm with distance of 300 mm and tie bar use bone  $\phi$  12 with length of 635 mm and aparting 600 mm.*

*Keyword : soft soil, PVD, geotextile, flexible pavement, rigid pavement, economic.*



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir yang berjudul "Perencanaan Embankment Dan Perkerasan Jalan Tol Surabaya – Mojokerto Pada Persimpangan Dengan Jalan Arteri Di Waru (Sta 9+000 S/D Sta 10+000)" ini dapat kami selesaikan. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan bagi setiap mahasiswa dalam menempuh jenjang pendidikan S1 dalam jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini kami berusaha menerapkan segala sesuatu yang telah kami peroleh baik melalui bangku kuliah, dari berbagai literatur maupun dari dosen pembimbing.

Tersusunnya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak dan Ibu yang telah banyak membantu baik secara moral dan material serta atas segala doa – doanya.
3. Bapak Dr. Ir Edijatno selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc. Ph.D selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir, atas segala bimbingan dan waktunya dalam penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Isdarmanu selaku dosen wali
6. Rekan – Rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil atas bantuannya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya kami berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca.

Surabaya, July 2008

Penyusun,

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Maksud dan Tujuan.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Perhitungan Tinggi Timbunan yang diperlukan.....	9
2.1.1 Besar Penurunan Tanah.....	9
2.1.2 Waktu Konsolidasi Tanpa Vertikal Drain.....	16
2.1.3 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD.....	18
2.1.4 Penentuan Kedalaman PVD.....	19
2.1.5 Waktu Konsolidasi dengan <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i> .....	19
2.2 Perhitungan Stabilitas Embankment Setelah Perbaikan Tanah Dengan PVD.....	24
2.3 Perencanaan Geotextile.....	25
2.4 Perencanaan Perkerasan Jalan.....	28
2.4.1 Perkerasan Lentur.....	28
2.4.2 Perkerasan Kaku.....	40
2.5 Anggaran Biaya.....	46
BAB III METODOLOGI PENULISAN.....	47
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	49
4.1 Data Tanah.....	49
4.2 Data Spesifikasi Bahan.....	64



4.3 Data Lalu Lintas.....	66
<b>BAB V ANALISA DATA.....</b>	<b>67</b>
5.1 Perhitungan Tinggi Timbunan yang diperlukan.....	67
5.1.1 Besar Penurunan Tanah.....	67
5.1.2 Hubungan H awal, H akhir dan Settlement.....	77
5.1.3 Waktu Konsolidasi Tanpa Vertikal Drain.....	78
5.1.4 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD.....	79
5.1.5 Penentuan Kedalaman PVD.....	80
5.1.6 Waktu Konsolidasi dengan Vertikal Drain.....	80
5.2 Perhitungan Stabilitas Embankment.....	85
5.2.1 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah.....	85
5.2.2 Analisa Stabilitas Timbunan.....	91
5.3 Perencanaan Geotextile.....	91
5.3.1 Perencanaan Geotextile Arah Melintang.....	92
5.3.2 Perencanaan Geotextile Arah Memanjang.....	97
5.4 Perencanaan Perkerasan Jalan.....	102
5.4.1 Perkerasan Lentur.....	102
5.4.2 Perkerasan Kaku.....	110
5.5 Anggaran Biaya.....	114
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>121</b>
6.1 Kesimpulan.....	121
6.2 Saran.....	123
Daftar Pustaka.....	125
Lampiran 1.....	L1
Lampiran 2.....	L13
Lampiran 3.....	L19
Lampiran 4.....	L93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi.....	17
Tabel 2.2	Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan.....	32
Tabel 2.3	Komposisi roda dan unit ekivalen 8.16 ton beban as tunggal.....	33
Tabel 2.4	Komposisi distribusi kendaraan pada lajur rencana.....	34
Tabel 2.5	Indeks permukaan pada akhir umur rencana.....	37
Tabel 2.6	Indeks permukaan pada awal umur rencana.....	38
Tabel 2.7	Faktor regional.....	39
Tabel 2.8	Vericle Damage.....	41
Tabel 2.9	Faktor distribusi lajur.....	41
Tabel 2.10	Kebutuhan dowel.....	45
Tabel 2.11	Kebutuhan Tie Bar.....	46
Tabel 4.1	Data atterberg limit dari hasil penyelidikan laboratorium.....	51
Tabel 4.2	Data atterberg limit dari hasil regresi linier.....	53
Tabel 4.3	Data water content dari hasil penyelidikan laboratorium.....	54
Tabel 4.4	Data water content dari hasil regresi linier	55
Tabel 4.5	Data berat isi kering ( $\gamma_d$ ) dari hasil penyelidikan laboratorium.....	55
Tabel 4.6	Data berat isi kering ( $\gamma_d$ ) dari hasil regresi linier.....	56
Tabel 4.7	Data spesific gravity (Gs) dari hasil penyelidikan laboratorium.....	57
Tabel 4.8	Data spesific gravity (Gs) dari hasil regresi linier.....	58
Tabel 4.9	Data void ratio (e) dan porositas (n).....	59



Tabel 4.10	Data berat isi tanah ( $\gamma_t$ ) dan berat isi saturated ( $\gamma_{sat}$ ).....	60
Tabel 4.11	Data indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan indeks pemuaiian ( $C_s$ ).....	60
Tabel 4.12	Data nilai $C_v$ dari hasil penyelidikan laboratorium.....	61
Tabel 4.13	Data nilai $C_v$ dari hasil regresi linier.....	62
Tabel 4.14	Data nilai $C_u$ dari hasil penyelidikan laboratorium.....	62
Tabel 4.15	Data nilai $C_u$ dari hasil regresi linier.....	63
Tabel 4.16	Spesifikasi <i>Prefabricated Vertical Drain</i> ..	64
Tabel 4.17	Spesifikasi <i>Geotextile</i> .....	65
Tabel 4.18	Komposisi lalu lintas.....	66
Tabel 4.19	Data volume lalu lintas.....	66
Tabel 5.1	Settlement $q = 3 \text{ t/m}^2$ dan $q = 5 \text{ t/m}^2$ (9+000 s/d 9+635).....	71
Tabel 5.2	Settlement $q = 7 \text{ t/m}^2$ dan $q = 9 \text{ t/m}^2$ (9+000 s/d 9+635).....	72
Tabel 5.3	Settlement $q = 11 \text{ t/m}^2$ dan $q = 13 \text{ t/m}^2$ (9+000 s/d 9+635).....	73
Tabel 5.4	Settlement $q = 3 \text{ t/m}^2$ dan $q = 5 \text{ t/m}^2$ (9+700 s/d 10+000).....	74
Tabel 5.5	Settlement $q = 7 \text{ t/m}^2$ dan $q = 9 \text{ t/m}^2$ (9+700 s/d 10+000).....	75
Tabel 5.6	Settlement $q = 11 \text{ t/m}^2$ dan $q = 13 \text{ t/m}^2$ (9+700 s/d 10+000).....	76
Tabel 5.7	Hubungan antara Settlement, H awal dan H akhir.....	77
Tabel 5.8	Penurunan Tanpa Vertikal Drain.....	79
Tabel 5.9	Derajat Konsolidasi Rata – Rata $s = 0.8 \text{ m}$	83
Tabel 5.10	Derajat Konsolidasi Rata – Rata $s = 1.0 \text{ m}$	83
Tabel 5.11	Derajat Konsolidasi Rata – Rata $s = 1.5 \text{ m}$	84
Tabel 5.12	Timbunan untuk perencanaan.....	86
Tabel 5.13	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+000.....	88



Tabel 5.14	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+100.....	88
Tabel 5.15	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+200.....	88
Tabel 5.16	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+300.....	89
Tabel 5.17	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+400.....	89
Tabel 5.18	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+500.....	89
Tabel 5.19	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+600.....	90
Tabel 5.20	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+635.....	90
Tabel 5.21	Perhitungan kenaikan daya dukung tanah STA 9+700 s/d 10+000.....	90
Tabel 5.22	Hasil analisa <i>Dxstable</i> untuk H akhir 5.1 m.....	94
Tabel 5.23	Kebutuhan geotextile Arah Melintang.....	95
Tabel 5.24	Kebutuhan geotextile untuk timbunan Bervariasi Arah Melintang.....	97
Tabel 5.25	Hasil analisa <i>Dxstable</i> untuk Arah Memanjang STA 9+635.....	99
Tabel 5.26	Kebutuhan Geotextile Arah Memanjang...	101
Tabel 5.27	LHR umur rencana.....	103
Tabel 5.28	Lintas ekivalen permulaan (LEP).....	103
Tabel 5.29	Lintas ekivalen akhir (LEA).....	104
Tabel 5.30	Lintas ekivalen tengah (LET).....	104
Tabel 5.31	Lintas ekivalen rencana (LER).....	105
Tabel 5.32	LHR umur rencana.....	112
Tabel 5.33	W18 tahun ke-n.....	113
Tabel 5.34	Analisa harga satuan pokok.....	114
Tabel 5.35	Volume Pekerjaan.....	118
Tabel 5.36	Rencana anggaran biaya.....	119

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi proyek.....	2
Gambar 2.1	Grafik tegangan tanah beban trapesium.....	11
Gambar 2.2	Hubungan H awal dan H akhir.....	12
Gambar 2.3	Karakteristik lempung terkonsolidasi normal.....	14
Gambar 2.4	Karakteristik lempung terkonsolidasi secara berlebih.....	15
Gambar 2.5	Arah aliran tanpa <i>vertical drain</i> .....	17
Gambar 2.6	Pola pemasangan PVD bujursangkar..	19
Gambar 2.7	Pola pemasangan PVD segitiga.....	20
Gambar 2.8	Arah aliran dengan <i>vertical drain</i> ....	24
Gambar 2.9	Anggapan internal stability.....	27
Gambar 2.10	Anggapan overall stability.....	28
Gambar 2.11	Korelasi DDT dan CBR .....	36
Gambar 2.12	Hubungan modulus reaksi tanah dasar dan CBR.....	42
Gambar 2.13	Desain tebal perkerasan pelat.....	44
Gambar 2.14	Sambungan tie bar.....	45
Gambar 3.1	Bagan Alur Metodologi.....	48
Gambar 4.1	Denah titik bor dan sondir penyelidikan di lapangan.....	49
Gambar 4.2	Pedoman kondisi tanah dan tingkat kepadatan.....	50
Gambar 4.3	Persamaan regresi untuk liquid limit..	52
Gambar 4.4	Persamaan regresi untuk plastis limit..	52
Gambar 4.5	Persamaan regresi untuk water content.....	54
Gambar 4.6	Persamaan regresi untuk berat isi kering ( $\gamma_d$ ).....	56
Gambar 4.7	Persamaan regresi untuk Specific gravity (Gs).....	57

Gambar 4.8	Persamaan regresi nilai Cv.....	61
Gambar 4.9	Persamaan regresi nilai Cu.....	63
Gambar 5.1	Profil timbunan.....	67
Gambar 5.2	Susunan Tanah.....	68
Gambar 5.3	Pengaruh Tanah Akibat Beban Timbunan.....	69
Gambar 5.4	Hubungan antara H awal dan H akhir.	77
Gambar 5.5	Hubungan Settlement dan H akhir.....	78
Gambar 5.6	Hubungan antara Derajat Konsolidasi dan Waktu.....	84
Gambar 5.7	Input Profil Timbunan Arah Melintang H final 3.5 m.....	92
Gambar 5.8	Input Profil Timbunan Arah Memanjang H final 3.5 m.....	97



# BAB I

## PENDAHULUAN

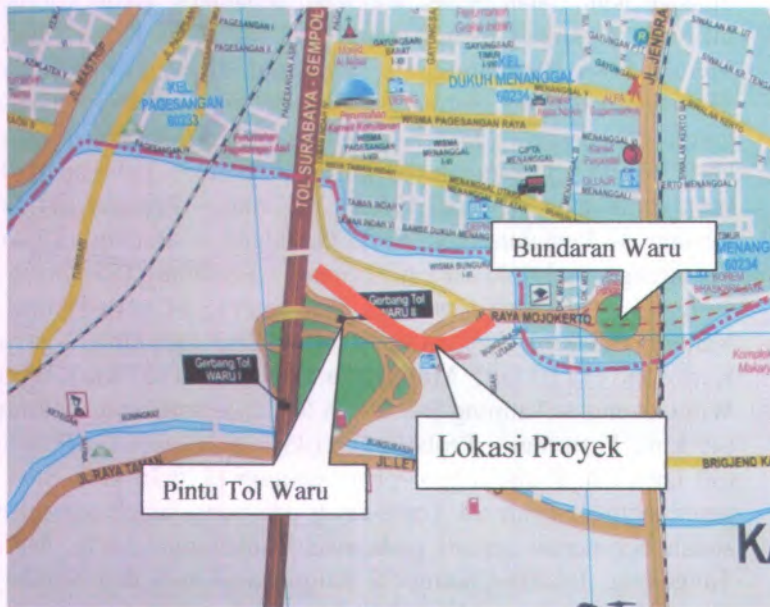
### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan jalan tol Trans-Jawa (*Trans Java Tollway System*) yang diprogramkan oleh Pemerintah saat ini sedang dilaksanakan. Jalan bebas hambatan sepanjang 1.100 kilometer ini akan dibangun membentang dari sisi barat Pulau Jawa di Merak, Jawa Barat hingga ujung timur di Banyuwangi, Jawa Timur. Pelaksanaan pembangunan jalan tol ini terbagi 21 tahap, yaitu: Tangerang – Jakarta (33 km), Merak – Tangerang (73 km), Jakarta – Cikampek (83 km), Cikampek – Palimanan (116 km), Palimanan – Kanci (26 km), Kanci – Pejagan (34 km), Pejagan – Pemalang (57 km), Pemalang – Batang (39 km), Semarang – Solo (75.70 km), Batang – Semarang (75 km), Solo – Ngawi (90.10 km), Gempol – Pandaan (13.61 km), Pandaan – Malang (37 km), Kertosono – Mojokerto (41 km), Ngawi – Kertosono (87.02 km), **Mojokerto – Surabaya (37 km)**, Waru – Wonokromo – Tanjung Perak (18.60 km), Surabaya – Gempol (49 km), Pasuruan – Probolinggo (45 km), Gempol – Pasuruan (32 km), dan Probolinggo – Banyuwangi (170.36 km). Saat ini pembangunan jalan tol Trans-Jawa ada yang sudah selesai dan sudah beroperasi seperti pada ruas Tangerang-Jakarta, Merak-Tangerang, Jakarta-Cikampek, Palimanan-Kanci dan Surabaya-Gempol. Ada yang sedang dalam proses konstruksi seperti pada ruas Kanci-Pejagan, Surabaya-Mojokerto. Sedangkan untuk ruas yang lain masih dalam proses pembebasan tanah dan proses perencanaan. Pembangunan jalan tol ini bertujuan untuk menghubungkan pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta) dengan Tanjung Perak (Surabaya) dan mengurangi waktu tempuh Jakarta-Surabaya yang semula  $\pm 14 - 16$  jam menjadi  $\pm 8$  jam.

Setiap tahapan pembangunan jalan tol juga dibagi dalam beberapa seksi, sebagaimana dalam pelaksanaan pembangunan jalan tol Surabaya – Mojokerto yang direncanakan sepanjang 37 km. Pelaksanaan tol Surabaya – Mojokerto terdiri dari 4 seksi, antara lain:

- a. Seksi 1, dimulai dari Bundaran Waru sampai Sepanjang.
- b. Seksi 2, dimulai dari Waru sampai Driyorejo.
- c. Seksi 3, dimulai dari Driyorejo sampai Krian.
- d. Seksi 4, dimulai dari Krian sampai Mojokerto.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas perencanaan jalan tol Seksi 1 yang dimulai dari Bundaran Waru yang melintasi jalan arteri Surabaya – Mojokerto, yang dapat di lihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1  
Lokasi Proyek

Seksi 1 ruas jalan tol Surabaya - Mojokerto dibangun di atas tanah sawah dengan konsistensi sangat lunak sampai dengan lunak. Sebagaimana diketahui bahwa tanah yang lunak akan menimbulkan beberapa masalah utama antara lain:

1. Daya dukung tanah yang sangat rendah.
2. Tingkat penurunan tanah yang relatif besar.



3. Banyak masalah – masalah yang timbul beberapa tahun setelah bangunan didirikan. (terjadi retak, penurunan yang tidak sama).

Menurut Mochtar (2000), pada prinsipnya suatu bangunan tidak boleh didirikan di atas tanah yang *compressible* bila dikhawatirkan nanti terjadi perbedaan penurunan (*differential settlement*) yang lebih besar daripada batas toleransi untuk bangunan tersebut. Selain itu tanah yang lunak sering tidak memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul beban bangunan yang didirikan di atasnya. Oleh karena itu tanah harus distabilisasi terlebih dahulu. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan pemampatan tanah sebelum bangunan itu didirikan, dengan tujuan pokok sebagai berikut:

1. Menghilangkan sama sekali atau sebagian besar penurunan konsolidasi yang akan terjadi akibat beban bangunan tersebut. Penghilangan penurunan konsolidasi dilakukan dengan cara membebani tanah dengan beban awal yang lebih besar atau sama beban bangunan yang direncanakan. Bila total penurunan yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan, beban awal tersebut dapat dihilangkan (dibongkar). Baru kemudian bangunan yang sebenarnya dapat dilaksanakan dan perbedaan penurunan nantinya diharapkan sangat kecil. Karena beban awal tersebut diberikan sebelum beban sesungguhnya (hanya untuk memampatkan tanah saja), cara seperti ini juga dikenal dengan cara *preloading*.
2. Meningkatkan daya dukung tanah (tahanan geser / *shear strength*) dari tanah dasar. Pemampatan dapat meningkatkan tahanan geser tanah sehingga tanah yang semula lunak dan mempunyai daya dukung yang rendah menjadi lebih kuat dan lebih stabil dalam mendukung beban bangunan.

Perbaikan tanah cara pemampatan awal ini umumnya cocok untuk tanah lempung jenuh air yang lunak, tanah – tanah lanau yang *compressible*, tanah lempung organik dan tanah peat.

Namun sering dijumpai dalam perencanaan bahwa cara *preloading* masih memerlukan waktu yang terlalu lama, padahal proyek yang sedang berlangsung tidak dapat menunggu selama itu. Untuk mempercepat waktu konsolidasi akan digunakan



vertikal drain. Cara ini diterapkan pada tanah – tanah dimana pemampatan terjadi sebagian besar akibat konsolidasi primer. Vertikal drain umumnya berupa tiang – tiang vertikal yang mudah mengalirkan air pori dan memperpendek panjang aliran. Sedangkan bahan yang digunakan dapat berupa tiang pasir (*sand drain*) atau bahan *geosyntheticis* yang dikenal dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Teknik ini telah berhasil diterapkan pada tanah – tanah yang mendukung *embankment*, jalan raya, *runway*, abutment jembatan, pondasi gedung dan tangki - tangki dengan sukses. Untuk referensi yang lengkap, dapat dilihat tulisan dari Pilot (1977), Akagi (1977 dan 1979), US Navy (1971), dan Hansbo (1979).

Tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan *embankment* dan perkerasan jalan tol yang sesuai pada persimpangan dengan jalan arteri Surabaya - Mojokerto di Waru yang didirikan di atas tanah lunak.

Untuk kondisi tanah yang lunak tersebut, metode perbaikan tanah diterapkan dengan cara menggunakan vertikal drain yang dikombinasikan dengan tanah timbunan sehingga *settlement* yang seharusnya terjadi puluhan tahun dapat dipercepat dalam beberapa bulan atau minggu saja. Cara ini juga sekaligus meningkatkan daya dukung tanah dasar. Tanpa PVD, penurunan konsolidasi tanah akan berlangsung lama dan menyebabkan tekanan air yang tinggi pada pori – pori tanah. Jadi air yang berada di dalam tanah memiliki tekanan yang lebih tinggi akan sangat berbahaya dengan stabilitas tanah timbunan di bagian tepi. Banyak timbunan di atas tanah lunak tersebut yang mungkin longsor akibat perencanaan yang tidak memperhitungkan hal ini. Dengan PVD, tekanan air pori yang besar dengan cepat diturunkan, sehingga tekanan air di dalam tanah menjadi hidrostatis kembali; stabilitas akan naik; daya dukung tanah juga naik. Apalagi dengan adanya tanah timbunan yang dihamparkan akan menyebabkan tanah dasar akan lebih cepat mengalami pemampatan. Tinggi timbunan yang diperlukan untuk mempercepat waktu konsolidasi harus diperhitungkan agar timbunan tersebut pada nantinya tepat sesuai dengan level yang direncanakan. Ketinggian timbunan yang dibutuhkan sangat bervariasi, hal ini tergantung kedalaman tanah dasar yang

mengalami pemampatan. Jika tanah dasar yang dimampatkan sangat besar maka tinggi timbunan yang dibutuhkan juga sangat tinggi. Hal ini menyebabkan kemungkinan terjadinya longsor sangat besar, untuk itu diperlukan lapisan penguat tanah (*reinforcement*). Lapisan yang dimaksudkan di atas adalah dengan penggunaan *Geotextile* yang merupakan bahan *geosynthetics* berbentuk menyerupai bahan tekstil (rajutan seperti bahan kain). *Geotextile* umumnya dihamparkan di dasar embankment yang didirikan di atas tanah lunak, karena dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar.

Analisa untuk keperluan perencanaan jalan raya adalah kondisi daya dukung tanah pada lapisan *subgrade*. Setelah stabilisasi tanah dan perkuatan terhadap embankment dilakukan maka perkerasan jalan dapat didirikan. Konstruksi perkerasan jalan adalah suatu konstruksi yang berlapis-lapis yang terletak pada suatu landasan yang elastis (tanah dasar). Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ketentuan lapisan yang berada dibawahnya sampai ketentuan tanah dasar.

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Konstruksi perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.  
Lapisan pengikat perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketentuan tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton biasanya bertulang atau tidak bertulang dan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah (*Subbase Course*).
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat merupakan perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Untuk mendapatkan jenis perkerasan yang ekonomis dalam Tugas Akhir ini akan direncanakan dengan menggunakan



perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).

### 1.2 Perumusan Masalah

Dengan adanya permasalahan perencanaan pondasi pada tanah sangat lunak seperti diuraikan di atas, maka timbul beberapa masalah yang ingin diselesaikan dalam Tugas Akhir ini. Adapun permasalahan yang ditimbulkan dari uraian di atas antara lain:

1. Bagaimana merencanakan tinggi timbunan awal agar pada saat sesudah terjadi penurunan didapatkan tinggi timbunan yang sesuai dengan level yang direncanakan ?
2. Bagaimana perhitungan stabilitas embankment setelah adanya perbaikan tanah dengan menggunakan PVD ?
3. Bagaimana merencanakan perkuatan geotextile pada embankment badan jalan bila stabilitas tanah yang dilakukan belum memenuhi syarat ?
4. Bagaimana merencanakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang sesuai untuk kondisi lalu lintas dan umur rencana yang direncanakan ?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tinggi timbunan awal agar pada saat sesudah terjadi penurunan didapatkan tinggi timbunan yang sesuai dengan level yang direncanakan
2. Mendapatkan perhitungan stabilitas embankment setelah adanya perbaikan tanah dengan menggunakan PVD.
3. Mendapatkan kemiringan tepi bahu jalan agar tidak terjadi kelongsoran pada bahu jalan tersebut.
4. Mendapatkan perencanaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang sesuai dan mengetahui perkerasan mana yang lebih ekonomis.



#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan analisa maka dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sehingga diharapkan memperoleh hasil yang maksimal dalam pengolahannya.

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas tentang geometrik jalan.
2. Metode perbaikan tanah yang digunakan adalah vertikal drain dengan *Prefabricated Vertikal Drain* (PVD) yang di kombinasi dengan pembebanan timbunan.
3. Hanya meninjau pada konsolidasi primer saja karena konsolidasi sekunder pengaruh yang didapatkan sangat kecil.
4. Volume lalu lintas diambil dari data yang diperoleh dari PT. Jasa Marga untuk rute jalan tol Waru – Gempol. Di sini tidak dilakukan analisa volume lalu lintas (*demand traffic*) yang akan melewati jalan tol Surabaya - Mojokerto.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perhitungan Tinggi Timbunan yang Diperlukan

#### 2.1.1 Mencari Besar Penurunan Tanah

Jika suatu lapisan tanah mengalami tambahan beban di atasnya maka dibawahnya akan mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori dan lain sebagainya. Dari faktor – faktor diatas berhubungan erat dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Menurut Das, (1995) (Volume 1), dalam hal penurunan pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dua kelompok besar, yaitu:

1. Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan penurunan segera umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastis.
2. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat keluarnya air yang menempati pori – pori tanah.

Jenis tanah lempung – lanau ini mempunyai daya kemampu-mampatan mulai dari *highly compressible* sampai dengan *low compressible* jika diberi penambahan tegangan, oleh karena itu penurunan (*settlement*) akan segera terjadi. Koefisien rembesan lempung-lanau sangat kecil sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berlangsung sangat lambat dan dalam waktu yang sangat lama. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan konsolidasi jauh lebih besar dan lebih lambat dibandingkan dengan penurunan segera. Oleh karena itu biasanya hanya penurunan pada lapisan lempung yang diperhitungkan dan teori konsolidasi di sini dimaksudkan untuk tanah lempung.

Untuk perhitungan tegangan di dalam tanah pondasi yang disebabkan oleh beban berbentuk trapesium seperti pada penimbunan jalan, maka dipakai gambar grafik *Osterberg* sebagaimana pada Gambar 2.1, dimana gambar ini dipakai untuk mendapatkan harga pengaruh  $I$  yang dinyatakan dengan suatu fungsi  $a/z$ ;  $b/z$ ; dan  $q$ . Untuk dapat menghitung besarnya penurunan, harus di ketahui tegangan awal atau tegangan overburden ( $p_0$ ) pada lapisan yang di tinjau dan tegangan akibat beban yang diatasnya ( $p = p_0' + \Delta p$ ). Besarnya  $p_0'$  dan  $\Delta p$  adalah :

$$p_0' = Z \times (\gamma_{sat} - \gamma_w) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\Delta p = I \times q \times 2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$Z$  = Kedalaman tanah yang ditinjau (m)

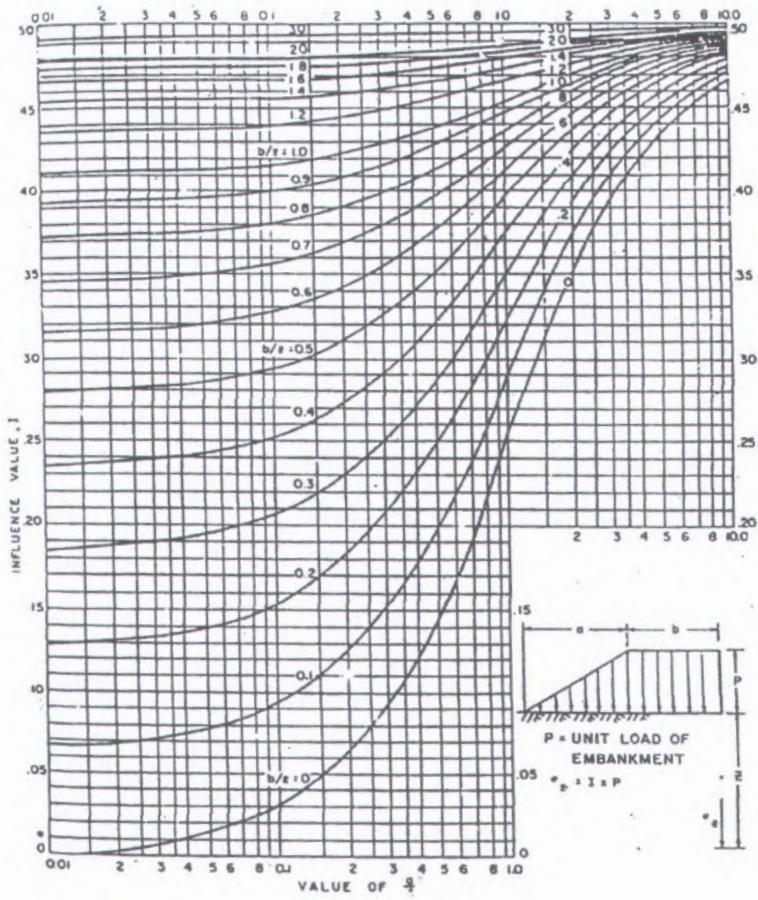
$\gamma_{sat}$  = Tegangan tanah yang jenuh air ( $t/m^3$ )

$\gamma_w$  = Tegangan air ( $t/m^3$ )

$I$  = Faktor pengaruh yang merupakan fungsi dari kedalaman  $Z$  dan ukuran embankment

$q$  = Beban embankment di ambil nilai 1,2,3,5,7,dan 9 ( $t/m^2$ )





Gambar 2.1  
Grafik tegangan tanah beban trapesium

Dalam hal konsolidasi tanah besarnya indeks pemampatan dan indeks pemuaihan dari lapisan tanah yang memampat, menurut Kosasih dan Mochtar (1997) adalah:

1. Indeks pemampatan ( $C_c$ ) adalah:

$$C_c = 0.006 LL + 0.13 e^2 - 0.13 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

2. Indeks pemuaihan ( $C_s$ ) adalah:

$$C_s = 0.002 LL + 0.02 e^2 - 0.05 \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

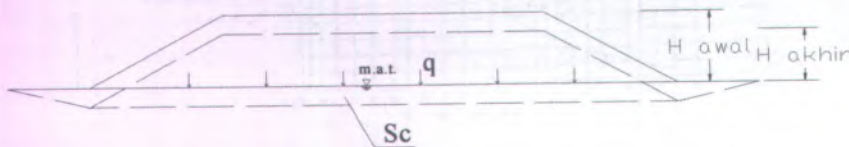
Dimana:

$C_c$  = Indeks pemampatan

$C_s$  = Indeks pemuaihan

LL = Batas cair (%)

Pada tanah pondasi yang lunak, mudah mampat, dan tebal kadang – kadang dibutuhkan untuk mengadakan pembebanan sebelum pelaksanaan bangunan itu didirikan. Maksud dari pembebanan adalah untuk meniadakan atau mereduksi penurunan konsolidasi. Beban ditentukan sebesar  $1 t/m^2$ ,  $2 t/m^2$ ,  $3 t/m^2$ ,  $5 t/m^2$  dan  $9 t/m^2$  dibebankan pada tanah, maka berapa besar penurunan yang terjadi. Jika beban preloading tersebut  $\bar{q} t/m^2$  akan terjadi  $S_c$ , sehingga akan didapat  $H_{awal}$  yaitu :



Gambar 2.2  
Hubungan  $H_{awal}$  dan  $H_{akhir}$

Adapun untuk mendapatkan  $H_{awal}$  yang diperlukan agar pada saat setelah terjadi penurunan akan mendapatkan  $H_{akhir}$  sesuai dengan level yang telah direncanakan .

$$\bar{q} = (H_{awal} \cdot S_c) \gamma_{timb} + S_c (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

Bila  $\gamma_{\text{timb}}$  dianggap  $\approx \gamma_{\text{sat}}$

$$\begin{aligned}\bar{q} &= (H_{\text{awal}} - Sc) \gamma_{\text{sat}} + Sc \cdot \gamma_{\text{timb}} - Sc \cdot \gamma_w \\ &= H_{\text{awal}} \gamma_{\text{sat}} - Sc\end{aligned}$$

Jadi

$$H_{\text{awal}} = \frac{(\bar{q} + Sc)}{\gamma_{\text{sat}}}$$

$$\text{Dan } H_{\text{akhir}} = H_{\text{awal}} - Sc \dots\dots\dots(2.5)$$

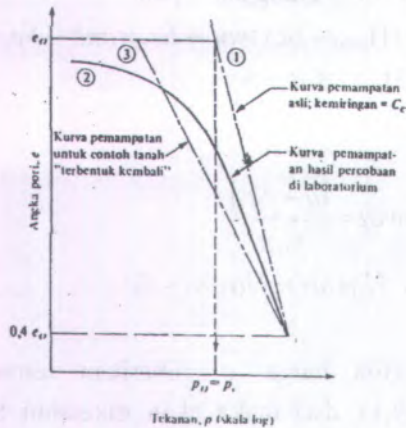
Bila harga  $\bar{q}$  diberikan tertentu (misal  $\bar{q} = 1,3,5,7,9,11$  dst) maka akan diketahui  $Sc$  sehingga harga  $H_{\text{awal}}$  dan  $H_{\text{akhir}}$  dapat dicari.

Suatu tanah di lapangan pada suatu kedalaman tertentu telah mengalami tekanan efektif maksimum akibat berat tanah di atasnya. Apabila beban total yang diberikan pada saat percobaan adalah lebih besar daripada tekanan efektif overburden maksimum yang pernah dialami oleh tanah tersebut, maka perubahan angka pori yang terjadi adalah lebih besar dan hubungan antara  $e$  versus  $\log p$  menjadi linear dan memiliki kemiringan yang tajam.

Keadaan tersebut diatas membawa kita pada dua definisi yang berdasarkan pada tegangan tanah :

- Terkonsolidasi secara normal (*Normally Consolidated*), dimana tekanan efektif overburden pada saat ini adalah merupakan tekanan maksimal yang pernah dialami tanah tersebut, kondisi ini seperti pada Gambar 2.2.





Gambar 2.3  
Karakteristik lempung terkonsolidasi normal

Menurut Mochtar, (2000), dalam menghitung penurunan yang terjadi pada tanah terkonsolidasi secara normal tiap lapis tanah:

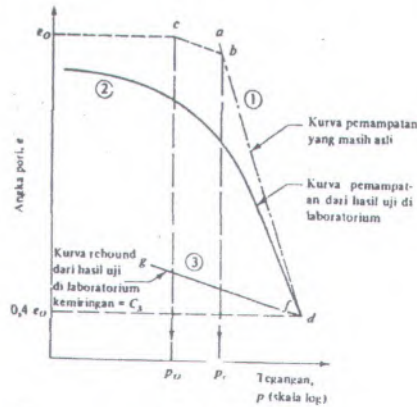
$$S_{ci} = \left[ \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0} \right) \right] \times H \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- $\Delta e$  : Besarnya perubahan angka pori
- $S_{ci}$  : Besarnya pemampatan yang terjadi (m)
- $C_c$  : Compression Index ( Indeks Pemampatan )
- $H$  : Tebal lapisan tanah (m)
- $p_0'$  : Tegangan overburden Efektif ( $t/m^2$ )
- $\Delta p$  : Penambahan tegangan akibat beban vertikal ( $t/m^2$ )
- $e_0$  : Angka pori mula – mula (sebelum terkonsolidasi)

- Konsolidasi secara berlebih (*Overconsolidated*), dimana tekanan efektif overburden pada saat ini adalah lebih kecil dari tekanan yang pernah dialami tanah tersebut

sebelumnya. Tekanan efektif overburden maksimal yang pernah dialami sebelumnya dinamakan *Tekanan Pra konsolidasi (Preconsolidation pressure)*. Karakteristik lempung yang demikian dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4  
Karakteristik lempung terkonsolidasi secara berlebih

Menurut Mochtar, (2000), dalam menghitung penurunan yang terjadi pada tanah terkonsolidasi secara berlebih tiap lapis tanah:

$$Sc = \left[ \frac{Cs}{1 + e0} \log \frac{pc'}{p0'} + \frac{Cc}{1 + e0} \log \frac{p0' + \Delta p}{pc'} \right] \cdot Hi \dots\dots(2.7)$$

Apabila lapisan tanah dihitung kedalaman tertentu terdiri dari beberapa sub lapisan maka nilai penurunan yang terjadi adalah nilai kumulatif penurunan per lapisan tanah, dapat dirumuskan :

$$Sc = \sum_{i=1}^n Sci \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

- Δe : Besarnya perubahan angka pori
- Sc : Besarnya pemampatan yang terjadi (m)
- Cc : Compression Index ( Indeks Pemampatan )
- H : Tebal lapisan tanah (m)



$p_o'$  : Tegangan overbuden Efektif ( $t/m^2$ )

$\Delta p$  : Penambahan tegangan akibat beban vertikal ( $t/m^2$ )

$e_o$  : Angka pori mula – mula (sebelum terkonsolidasi)

$n$  : Jumlah lapisan tanah yang akan dihitung besarnya pemampatan konsolidasi (hanya lapisan lanau lempung yang memampat saja, umumnya untuk lapisan pasir dianggap tidak memampat).

$S_c$  : Besar pemampatan konsolidasi untuk lapisan no. ke  $i$  (  $m$  )

### 2.1.2 Waktu Konsolidasi Tanpa PVD

Waktu pemampatan yang terjadi pada tanah asli akan terjadi dua pemampatan yaitu :

- Pemampatan Primer
- Pemampatan Sekunder

$U_o$  adalah pemampatan yang terjadi akibat adanya penambahan tegangan diatas permukaan tanah. Terzaghi (1925) memperkenalkan teori pertama kali mengenai kecepatan konsolidasi untuk tanah lempung yang jenuh air. Penurunan matematis dari persamaan tersebut didasarkan pada anggapan – anggapan berikut ini:

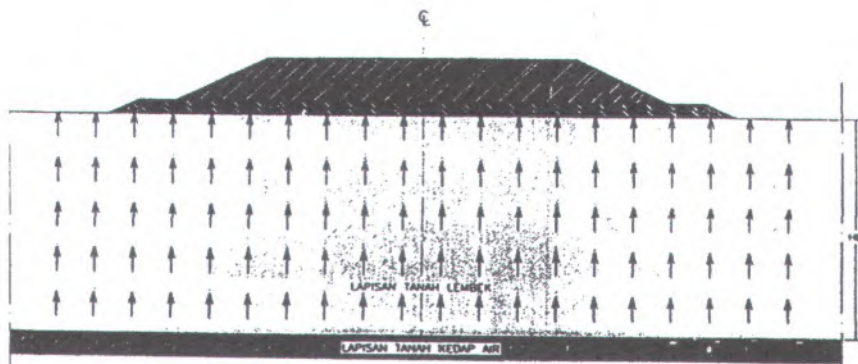
- Tanah ( sistem lempung air) adalah homogen
- Tanah lempung dalam keadaan benar – benar jenuh
- Kemampuan mampat air diabaikan
- Regangan Kecil
- Kemampuan mampat butiran tanah tetap
- Aliran air hanya satu arah saja (pada arah pemampatan)
- Hukum darcy berlaku
- Ada hubungan khusus yang tak tergantung waktu, antara air pori dan tegangan efektif.

Variasi derajat konsolidasi rata – rata terhadap faktor waktu yang berdimensi, yang diberikan dalam Tabel 2.1 yang berlaku untuk keadaan seluruh kedalaman lapisan yang mengalami konsolidasi.

Tabel 2.1  
Variasi Faktor waktu terhadap derajat konsolidasi

Derajat Konsolidasi ( U % )	Faktor Waktu ( Tv )
0	0.000
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.216
50	0.197
60	0.287
70	0.403
80	0.567
90	0.818
100	$\infty$

Sedangkan aliran konsolidasi jika tanpa PVD dapat kita lihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5  
Arah aliran tanpa vertikal drain

Waktu konsolidasi jika hanya mendapatkan beban timbunan di atasnya masih memerlukan waktu yang relatif



cukup lama, hal ini dapat kita dapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{T_v \times H_{dr}^2}{C_v} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

$t$  = Lama waktu yang dibutuhkan untuk pemampatan ( tahun )

$T_v$  = Faktor waktu ( tahun )

$H_{dr}$  = Panjang aliran yang harus di tempuh oleh air pori untuk mengalir keluar ( m )

$C_v$  = Koefesien aliran air arah vertikal (  $m^2$ /tahun )

### 2.1.3 Kecepatan yang Relatif Besar di awal Umur Rencana

Kecepatan penurunan Tanpa menggunakan vertikal drain akan berlangsung lama. Hal ini jika dibiarkan secara terus menerus akan merusak konstruksi dari bangunan di atasnya. Untuk itu perlu adanya perhitungan rate of settlement untuk jalan yang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{C_v \times t}{(H_{dr})^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

Sedangkan Nilai konsolidasi tanpa PVD (U) di dapatkan dari:

$$U = \sqrt{\frac{4 T_v}{\pi}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

$t$  = Lama waktu yang dibutuhkan untuk pemampatan ( tahun )

$T$  = Faktor waktu ( tahun )

$H_{dr}$  = Panjang aliran yang harus di tempuh oleh air pori untuk mengalir keluar ( m )

- $C_v$  = Koefesien aliran air arah vertikal (  $m^2/tahun$  )  
 $U$  = Besarnya konsolidasi tanpa PVD (%)

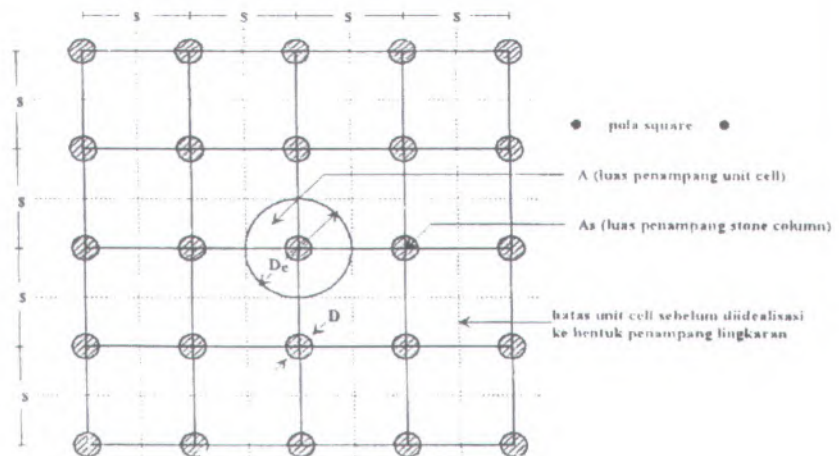
### 2.1.4 Penentuan Kedalaman PVD

Dalam penentuan kedalaman PVD yang dibutuhkan hal – hal yang harus diperhatikan adalah bahwa ari data sondir dan boring yang didapatkan dari lapangan kita analisa terlebih dahulu. Lapisan tanah dari berbagai STA yang ditinjau, kita buat grafik yang menunjukkan masing – masing STA tersebut sampai kedalaman yang terkonsolidasi. Dari grafik tersebut dapat kita diambil 2/3 dari kedalaman tanah yang terkonsolidasi.

### 2.1.5 Waktu Konsolidasi dengan PVD

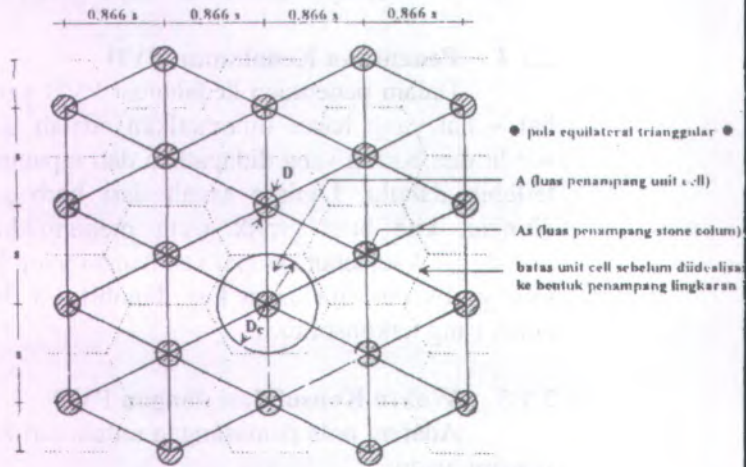
Adapun pola pemasangan untuk vertikal drain ada 2 macam, yaitu:

1. Pola bujursangkar dengan  $D = 1,13 S$



Gambar 2.6  
Pola pemasangan PVD bujursangkar



2. Pola segitiga dengan  $D = 1,05 S$ 

Gambar 2.7  
Pola pemasangan PVD segitiga

Lama waktu untuk proses pemampatan konsolidasi dapat di hitung dengan persamaan :

$$t = \frac{T_v \times H^2}{C_{vgabungan}} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

$$C_{vgab} = \frac{(H_1 + H_2 + H_3 \dots\dots\dots + H_n)^2}{\left[ \left( \frac{H_1}{C_{v_1}} \right)^{1/2} + \left( \frac{H_2}{C_{v_2}} \right)^{1/2} + \left( \frac{H_n}{C_{v_n}} \right)^{1/2} \right]^2} \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

t = Lama waktu yang dibutuhkan untuk pemampatan ( tahun )

$T_v$  = Faktor waktu ( tahun )

H = Panjang aliran yang harus di tempuh oleh air pori untuk mengalir keluar ( m )

$C_{vgab}$  = Koefesien aliran gabungan air arah vertikal (  $m^2/tahun$  )

Menurut Mochtar (2000), besarnya derajat konsolidasi arah vertikal ( $U_v$ ) didapatkan dari:

1. Untuk  $U_v$  antara 0 s/d 60%, maka :

$$U_v = \sqrt{\frac{4 \times T_v}{\pi}} \dots\dots\dots(2.14)$$

2. Untuk  $U_v$  antara > 60%, maka :

$$U_v = (100 - 10^{-a})\% \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

$$a = \frac{1.781 - T_v}{0.933}$$

Dengan Cara pemakaian drainase vertikal sangat efektif untuk mempercepat konsolidasi dari tanah kompresif (seperti lempung atau lempung berlanau) sehingga memperpendek waktu pemampatan dari waktu yang dibutuhkan tanah mampat tanpa vertikal drain. Sistem drainase vertikal telah dijelaskan oleh Baron ( 1948 ) berdasarkan teori aliran pasir vertikal yang menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linear satu dimensi. Teori Baron menjelaskan beberapa anggapan sebagai berikut:

1. Lempung jenuh air dan homogen
2. Semua regangan tekan dalam tanah bekerja kearah vertikal saja
3. Aliran air pori hoisontal, tidak ada aliran vertikal
4. Kebenaran hukum Darcy tentang koefisien permeability pada semua lokasi
5. Air dan butiran tanah relatif tak termampatkan dibandingkan dengan kemampumampatan struktur suunan partikel tanah lempung
6. Beban tanah mulanya diterima oleh air pori sebagai tegangan air pori
7. Pada vertikal drain tidak terjadi tegangan pori yang melebihi tegangan hidrostatik

8. Daerah pengaruh aliran dari setiap drain berbentuk silinder

Teori ini menetapkan hubungan antara waktu, diameter drain, jarak drain, koefisien konsolidasi, dan rata-rata derajat konsolidasi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori ini oleh Hansbo (1979) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$t = \left( \frac{D^2}{8 \cdot Ch} \right) \cdot [F(n) + F_s + F_r] \cdot \ln \left( \frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana:

t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer (tahun)

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD (m)

Harga D = 1.13 x S untuk pola susunan bujursangkar seperti kondisi pada Gambar 2.6

Harga D = 1.05 x S untuk pola susunan segitiga seperti kondisi pada Gambar 2.7

Ch = Koefisien konsolidasi tanah arah horisontal berkisar 2 s/d 5 Cv ( m<sup>2</sup>/tahun )

$\bar{U}_h$  = derajat konsolidasi tanah arah horisontal (%)

Adanya faktor Fr dan Fs cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Dari penyelidikan diketahui bahwa faktor yang paling penting adalah  $[F(n)]$ . Besar Fs dapat mendekati atau bahkan lebih besar F(n), tergantung dari besarnya kerusakan pada tanahnya akibat pemasangan PVD. Dari data lapangan didapatkan nilai Fs/F(n) dapat berkisar antara 1 sampai . Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa F(n) = Fs. Dan pengaruh perlawanan aliran (Fr) umumnya kecil dan dianggap nilainya nol. Sehingga besarnya derajat konsolidasi arah horisontal (Uh) dari persamaan di atas menjadi sebagai berikut:



$$t = \left( \frac{D^2}{8 Ch} \right) F(n) \operatorname{Ln} \frac{1}{1 - U_h} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\text{dan nilai } F(n) = \operatorname{Ln} \left( \frac{D}{dw} \right) - \frac{3}{4} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

$t$  = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$ .

$D$  = diameter lingkaran

$Ch$  = koefisien konsolidasi aliran horisontal

$F(n)$  = faktor tahanan akibat jarak antara PVD

$U_h$  = derajat konsolidasi arah horisontal

Dari derajat konsolidasi baik dari arah vertikal dan horisontal yang mempengaruhi proses konsolidasi setelah pemasangan PVD tersebut, maka akan didapatkan derajat konsolidasi rata - rata berdasarkan persamaan sebagai berikut ini:

$$(1 - \bar{U}) = (1 - U_v) \times (1 - U_h) \dots\dots\dots(2.19)$$

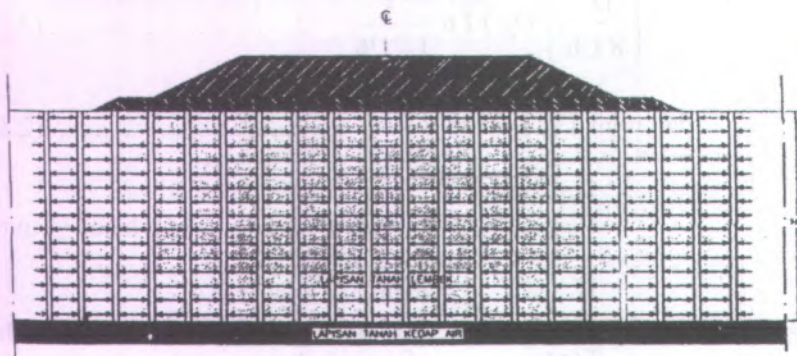
Dimana:

$\bar{U}$  = derajat konsolidasi rata - rata

$U_v$  = derajat konsolidasi vertikal

$U_h$  = derajat konsolidasi horisontal

Dengan demikian semakin rapat pemasangan maka semakin cepat waktu konsolidasi. Sedangkan untuk arah pengaliran air dengan menggunakan Vertikal drain adalah sebagaimana pada Gambar 2.8 dimana air pori akan bergerak horisontal dan vertikal.



Gambar 2.8  
Arah aliran dengan vertikal drain

## 2.2. Perhitungan Stabilitas Embankment Setelah Perbaikan Tanah dengan PVD

Setelah adanya pemasangan PVD, tanah dasar yang semula mempunyai harga  $C_u$  (*Undrained Shear Strength*) lebih rendah, akan mengakibatkan kenaikan pada tanah tersebut. Hasil penelitian terbaru oleh Ardana dan Mochtar (1999) memberikan penurunan yang lebih sesuai dengan kondisi di lapangan untuk harga  $C_u$  baru yaitu sebagai berikut:

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

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.1899 - 0.0016 \text{ PI}) \sigma'_p \dots(2.20)$$

\* Untuk harga Plasticity Index, PI tanah > 120%

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.0454 - 0.00004 \text{ PI}) \sigma'_p \dots(2.21)$$

Dimana:

$C_u$  = Kekuatan geser undrained (*Undrained shear strength*)

PI = Index Plastis

$\sigma'_p$  = Tegangan tanah vertikal efektif

Dengan adanya kenaikan daya dukung tanah lempung setelah mengalami pemampatan, umumnya kondisi yang paling berbahaya bagi tanah lempung yang lunak bila dibebani dengan timbunan tanah adalah pada awal umur timbunan. Pada tanah lempung proses pemampatan konsolidasi setelah adanya beban surcharge berlangsung sangat lama. Sedangkan pada daerah lereng timbunan harga Cu juga mengalami perubahan. Hal ini terjadi karena pengaruh tanah dasar yang tidak mengalami perubahan perbaikan tanah dan tanah yang mengalami perbaikan. Berikut adalah harga Cu lereng yang didapatkan dari persamaan:

$$\text{Culereng} = \frac{\text{Cu tanah asli} + \text{Cu baru}}{2} \dots\dots\dots(2.22)$$

### 2.3. Perencanaan Geotextile

Dalam menentukan metode perbaikan tanah dasar yang cocok dasar pertimbangannya adalah besarnya peningkatan daya dukung tanah dasar akibat preloading dan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan konstruksi tersebut.

Adapun geosintetic yang dikombinasikan dengan vertikal drain terdiri dari beberapa bentuk, yaitu:

1. Geotextile
2. Geomembran
3. Geo – linier elements
4. Geogrids
5. Geocomposit

Dari fungsinya, bahan geosintetic pada umumnya digunakan untuk lima tujuan dasar, yaitu:

1. *Drainage*, sebagai pengalir air tanah
2. *Filtration*, sebagai penyaring dan penahan partikel tanah halus spaya tidak terbawa oleh aliran rembesan air tanah.
3. *Separation*, sebagai pemisah dua lapisan (antara lapisan tanah dasar dengan timbunan)



4. *Protection and erosion control*, sebagai pencegah erosi dan gerusan.
5. *Reinforcement*, sebagai penguat dan pemegang tanah.

Dalam pemakaian geotextile dikombinasi dengan vertikal drain yang mana akan meningkatkan daya dukung tanah dasar akan dikontrol dalam 2 kondisi stabilitas, yaitu:

1. *Internal stability*

Internal stability adalah kestabilan embankment karena tidak terjadinya kelongsoran pada bagian tubuh embankment itu sendiri. Hal ini dapat dilihat pada anggapan dengan Gambar 9. Dalam perencanaan penggunaan geotextile harus dikontrol pada kestabilan timbunan karena terjadinya kelongsoran pada bagian tubuh timbunan harus dihindari. Berdasarkan tekanan tanah untuk mengontrol internal stability ada tiga persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu:

- a. Tidak terjadi keruntuhan (failure) pada bagian lereng timbunan
- b. Tekanan tanah aktif  $\leq$  (berat lereng timbunan  $\times$  tan  $\delta$ )  $\times$  1/SF
- c. Syarat kekuatan bahan ( S )

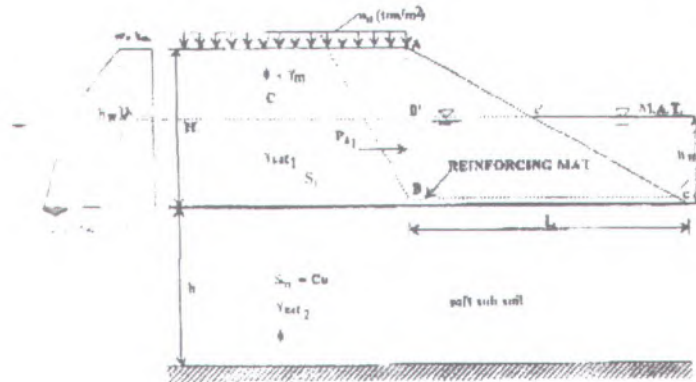
$$Pa - \text{berat lereng timbunan} \leq \frac{Si}{SF} \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

SF min = 1.5 ( beban tetap )

SF min = 1.25 ( beban sementara )

Si = kekuatan tarik bahan geosintetis

Bila syarat diatas tidak terpenuhi, digunakan beberapa lapis bahan.



Gambar 2.9  
Anggapan Internal Stability

## 2. Overall Stability

Pada overall stability kestabilan ini harus ditinjau terhadap keruntuhan menurut bidang gelincir. Hal ini seperti pada kondisi Gambar 2.10. Untuk menghitung analisa ini digunakan irisan bishop dengan bantuan program STABLE. Syarat overall stability adalah sebagai berikut:

Besarnya momen penggerak adalah berat segmen busur bidang longsor x jarak pusat berat bidang longsor.

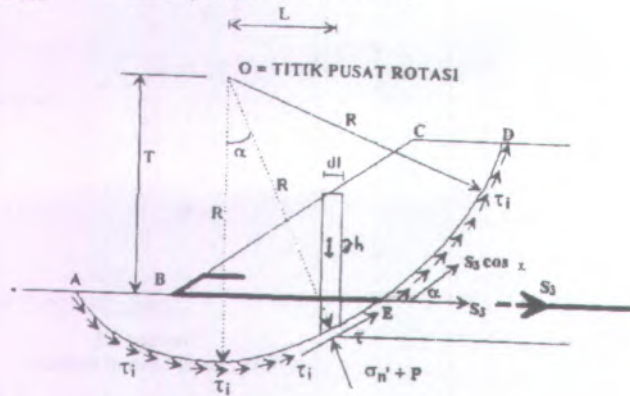
$$M_{\text{penggerak}} = \sum_A^0 g \cdot h \cdot (dL) \cdot L = \int_{\text{titikA}}^{\text{titikD}} g \cdot h \cdot L \cdot dL \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\begin{aligned} M_{\text{penahan}} &= \sum_{\text{titikA}}^{\text{titikD}} \tau_i \cdot R \cdot (dL) + S3 \cdot H_T \\ &= \int_{\text{titikA}}^{\text{titikD}} \tau_i \cdot R \cdot dL + S3 \cdot H_T \quad \dots\dots\dots(2.25) \end{aligned}$$

Atau momen penahan = momen penggerak x SF dari STABLE

$$SF_{\min} = 1.5 \text{ ( beban tetap )}$$

$$SF_{\min} = 1.25 \text{ ( beban sementara )}$$



Gambar 2.10  
Anggapan Overall stability

## 2.4. Perencanaan Tebal Perkerasan

### 2.4.1 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Lapisan-lapisan konstruksi perkerasan jalan terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu:

1. lapisan permukaan / penutup / aus.
2. perkerasan meliputi Base Course dan Sub Base Course.
3. Tanah dasar (Sub Grade).

Ketiga bagian tersebut berfungsi mendukung muatan lalu lintas di atasnya.

Muatan lalu lintas ini menimbulkan gaya-gaya penting sebagai berikut :

- a. Gaya vertikal (berat muatan kendaraan).
- b. Gaya horisontal (gaya geser rem).
- c. Gaya-gaya getaran.

Karena sifat gaya-gaya tersebut makin ke bawah makin berkurang, sehingga yang diterima oleh bagian-bagian konstruksi tersebut juga berbeda-beda, tergantung dimana bagian tersebut berada.

□ **Bagian 1** : Lapisan permukaan / aus / Surface Course.



Lapisan ini menerima muatan a, b, c, secara penuh, sehingga lapisan ini mempunyai persyaratan struktural yang paling berat. Jadi lapisan ini harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja.

Lapisan ini terletak paling atas, yang berfungsi antara lain :

1. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya.
3. Lapisan aus, lapisan yang langsung terkena gesekan akibat rem kendaraan, sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih kecil.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

- **Bagian 2** : Lapisan perkerasan (Base dan Sub Base). Lapisan ini menerima beban / muatan a dan c hampir penuh, sedangkan muatan b sudah berkurang, sehingga persyaratan untuk ini relatif sudah agak longgar, bila dibandingkan dengan lapisan 1. Pada lapisan ini menerima gaya vertikal dan getaran-getaran.

Lapisan ini terletak antara lapisan permukaan dan lapisan bawah.

Fungsi lapisan pondasi atas adalah :

1. Bagian perkerasan yang menerima gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
2. Lapisan peresap untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan, Material yang digunakan untuk Base Course adalah harus cukup

kuat dan tanpa bahan pengikat dengan nilai CBR > 50 % dan PI < 4%.

Material yang dipakai adalah batu pecah, kerikil dan sebagainya.

Lapisan perkerasan ini terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar (Sub Grade) yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk penyebaran beban roda ke tanah dasar.  
Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai nilai CBR > 10% dan PI < 10%.
2. Material harus lebih rendah mutunya dari Material diatasnya agar efisien dalam penggunaan Material.
3. mengurangi tebal lapisan diatasnya yang harganya lebih mahal.
4. lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.

□ **Bagian 3** : Lapisan tanah dasar (Sub Grade).

Lapisan ini praktis hanya menerima muatan a dan c yang pengaruhnya sudah mengecil, sehingga muatan b sudah tidak berpengaruh lagi. Suatu konstruksi perkerasan jalan diletakkan diatas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya dukung konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar (Sub Grade). Semakin perbaikan mutu dari tanah dasar, maka konstruksi perkerasan juga akan baik, namun sebaliknya jika tanah dasar jelek maka umur konstruksi perkerasan tidak akan tahan lama. Untuk itu pada kondisi tanah dasar yang jelek perlu diadakan penstabilan tanah agar mampu menahan konstruksi perkerasan secara keseluruhan dengan perbaikan.

Dalam perencanaan Tugas Akhir khususnya untuk perkerasan lentur ini harus diketahui nilai LHR untuk jalan yang akan direncanakan. Adapun langkah – langkah tersebut sebagai berikut:



1. Mengetahui LHR pada awal umur rencana. Hal ini data dapat didapatkan melalui survei di lapangan.
2. Mendapatkan nilai LHR pada umur rencana dari suatu jalan. Hal ini dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{LHR rencana} = \text{LHR awal} \cdot (1 + i)^n \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

n = umur rencana

i = perkembangan lalu lintas

3. Mendapatkan angka ekivalen (E)

Angka Ekivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

$$\text{E sumbu tunggal} = \left[ \frac{\text{BebanSatuSumbuTunggalDalamKg}}{8.160} \right]^4 \dots(2.27)$$

$$\text{E sumbu ganda} = 0,086 \times \left[ \frac{\text{BebanSatuSumbuGandaDalamKg}}{8.160} \right]^4 \dots\dots\dots(2.28)$$

Untuk beban sumbu 100 Kg sampai dengan 16.000 Kg, hasil perhitungan angka ekivalen sumbu tunggal dan ganda dapat dilihat pada tabel 5.1.



Tabel 2.2









## Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5415	0,0466
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,0000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.069	11,4184	0,9820
16.000	35.276	14,7815	1,2712

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina

Marga

Tabel 2.3  
Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8.16 ton Beban As Tunggal

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MANSIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

#### 4. Lintas Ekuivalen Permulaan

Lintas Ekuivalen Permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang

diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

J= Jenis kendaraan

E = Angka Ekivalen tiap jenis kendaraan

C= Koefisien Distribusi Kendaraan

Tabel 2.4  
Komposisi Distribusi Kendaraan pada lajur rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan (Berat total < 5 ton)		Kendaraan Berat (Berat total > 5 ton)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,75	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

## 5. Lintas Ekivalen Akhir

Lintas Ekivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{U_{\text{umur rencana}}} \times C_j \times E_j \dots\dots(2.30)$$



#### 6. Lintas Ekivalen Tengah

Lintas Ekivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Untuk menghitung LET digunakan rumus :

$$\text{LET} = \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2} \dots\dots\dots(2.31)$$

#### 7. Lintas Ekivalen Rencana

Lintas Ekivalen Rencana (LER) ialah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb) pada jalur rencana. Perumusan menghitung LER ialah :

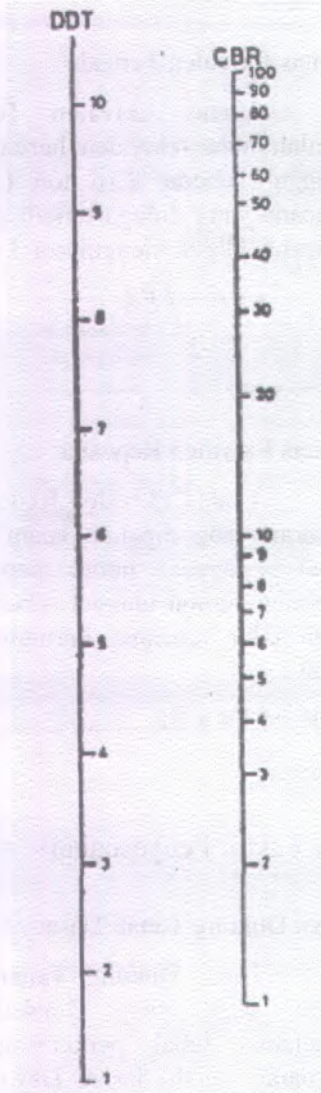
$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \dots\dots\dots(2.32)$$

dimana :

$$\text{FP( Faktor Penyesuaian)} = \frac{\text{Umur Rencana}}{10}$$

#### 8. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ialah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR. Nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan gambar korelasi DDT dan CBR pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11

Korelasi DDT dan CBR

*Sumber: Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen**Bina Marga*

Catatan : Hubungkan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri hingga diperoleh nilai DDT.

### 9. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP) ialah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya ialah seperti yang tersebut dibawah ini :

- IP = 1,0 : menyatakan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.
- IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Untuk menentukan nilai IP pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lalu Lintas Rencana (LER) seperti dicantumkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5  
Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	Tol
< 10	1,0	1,5	1,5	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,0	2,5
			2,5	2,5

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga



Tabel 2.6  
Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA	3,9 – 3,4	$< 2000$
BURTU	3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3000$
	2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

## 10. Faktor Regional

Faktor Regional (FR) ialah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Nilai Faktor Regional (FR) didapat berdasarkan klasifikasi tanah yang ada pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7.  
Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% Berat kendaraan		% Berat kendaraan		% Berat Kendaraan	
	≤ 30%	>30%	<3 0%	>30 %	≤30 %	>30 %
Iklm I <900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklm II >900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Bina Marga

Keterangan : Iklm I<900mm/th maksudnya curah hujan yang terjadi selama 1 tahun di bawah 900mm.

### 11. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks Tebal Pakerasan (ITP) ialah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan jalan yang nilainya didapat dengan nomogram. Untuk harga LER>10.000 nilai ITP diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Log } W_{t18} =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log} \frac{1}{FR} + 0,372 \left( \frac{DDT}{1,2} - 3 \right) \dots\dots\dots (2.33)$$

$$Wt_{18} = \text{LER} \times \text{Umur Rencana} \times 365 \dots\dots\dots (2.34)$$

$$Gt = \text{Log} \left[ \frac{IPo - IPt}{IPo - 1,5} \right] \dots\dots\dots (2.35)$$

Dimana :

$Wt_{18}$  = Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar sumbu tunggal 18000 pon yang telah diperhitungkan terhadap faktor regional.

$Gt$  = Fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari  $IP= Ipo$  sampai  $IP=Ipt$  dengan kehilangan tingkat pelayanan dari  $Ipo$  sampai  $Ipt=1,5$ .

$ITP$  = Indeks Tebal Perkerasan

$DDT$  = Daya Dukung Tanah

$FR$  = Faktor Regional

#### 2.4.2 Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan jalan beton semen portland atau yang disebut dengan rigid pavement terdiri dari pelat beton semen portland dan lapisan pondasi. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri.

Perencanaan perkerasan kaku dalam perencanaan tugas akhir ini memakai metode AASHTO. Adapun metode yang digunakan adalah:



## 1. Analisa lalu lintas

Dalam hal ini untuk menentukan *traffic design* yang meliputi:

- a. Umur rencana
- b. Lalu lintas harian rata – rata dan pertumbuhan lalu lintas tahunan.

Sesuai dengan pada perkerasan lentur, penggolongan jenis kendaraan akan menurut pada penggolongan berdasarkan Bina Marga.

- c. *Vericle Damage Factor (VDF)*
- d. Adapun Tabel untuk menentukan nilai *Vericle Damage Factor (VDF)* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.8.  
Vericle Damage Factor menurut Bina Marga MST-10

No	Type kendaraan dan golongan	Nilai VDF
1	Sedan, jeep, st. wagon	0.0005
2	Pick-up, combi	0.2174
3	Truck 2 As (L), micro truck, mobil hantaran	0.2174
4	Bus kecil	0.2174
5	Bus besar	0.3006
6	Truck 2 As (H)	0.4159
7	Truck 3 As	2.7416
8	Truck 4 As, truck gandengan	3.9083
9	Truck s. trailler	4.1718

## e. Faktor Distribusi Arah (DD)

Untuk faktor ini  $DD = 0.3 - 0.7$  dan umumnya menurut *AASHTO, (1993)* pada umumnya diambil sebesar 0.5

## f. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Berdasarkan *AASHTO, (1993)* faktor ini dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.9

Tabel 2.9.  
Faktor Distribusi Lajur

Jumlah Lajur setiap arah	DL (%)
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

- g. Equivalent Single Axle Load (ESAL) selama umur rencana

Adapun rumus untuk mendapatkan desain traffic ESAL adalah sebagai berikut:

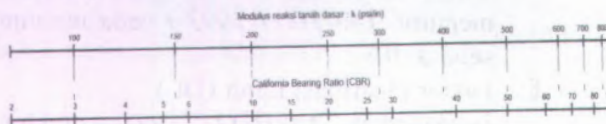
$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times 365 \dots (2.36)$$

Dimana:

- $W_{18}$  = Traffic design pada lajur lalu lintas, ESAL  
 $LHR_j$  = Jumlah lalu lintas harian rata – rata 2 arah  
 $VDF_j$  = Vericle Damage Factor untuk jenis kendaraan j.  
 $DD$  = Faktor distribusi arah  
 $DL$  = Faktor distribusi lajur  
 $N1$  = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka  
 $Nn$  = Lalu lintas pada akhir ummur rencan

## 2. Menentukan Kekuatan Lapisan Tanah Dasar

Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan k seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Hal ini diambil dari literatur Highway Engineering (Teknik Jalan Raya), Clakson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996



Gambar 2.11  
Hubungan modulus reaksi tanah dasar dan CBR

## 3. Modulus Elastisitas Beton

Untuk penentuan modulus elastisitas beton dapat ditentukan berdasarkan:

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c}$$

Dimana:

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (psi)

$f_c'$  = Kuat tekan beton, silinder (psi)

Kuat tekan beton  $f_c'$  ditetapkan sesuai pada Spesifikasi pekerjaan. Di Indonesia saat ini umumnya digunakan  $f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2$ .

4. Flexural Strength  
*Flexural strength* ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan. Pada saat ini umumnya dipakai  $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$
5. Menentukan Tebal Pelat Lantai
6. Dalam perencanaan tebal plat lantai kendaraan akan memakai Grafik di bawah ini (Gambar 2.12) sebagai berikut:



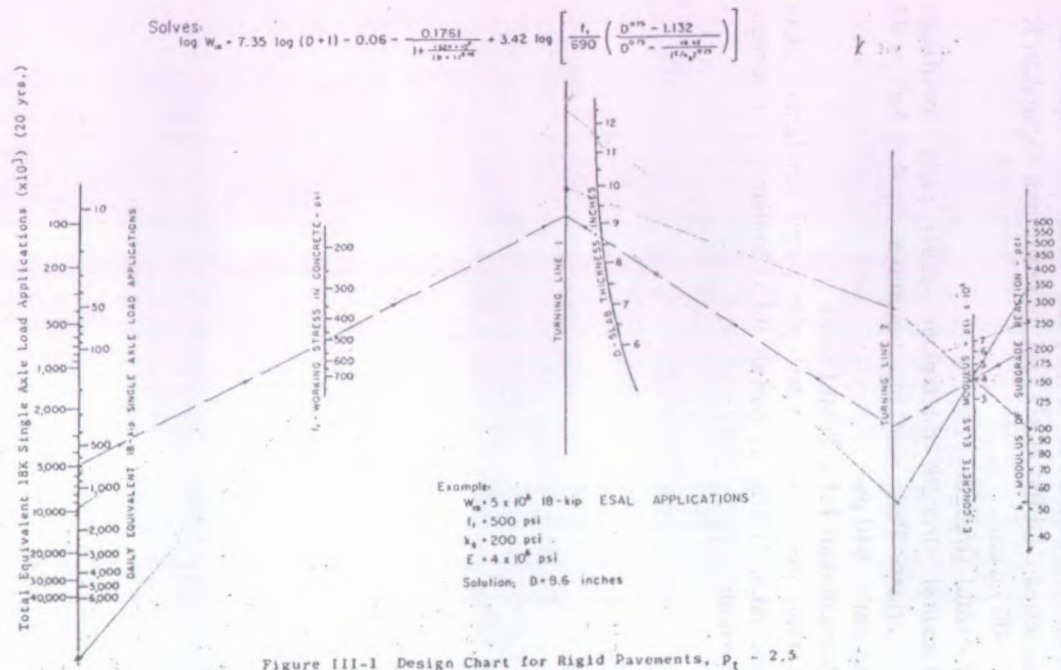


Figure III-1 Design Chart for Rigid Pavements,  $p_t = 2.5$

Gambar 2.12  
 Desain Tebal Perkerasan Pelat

### 7. Perencanaan dowel dan tie bar

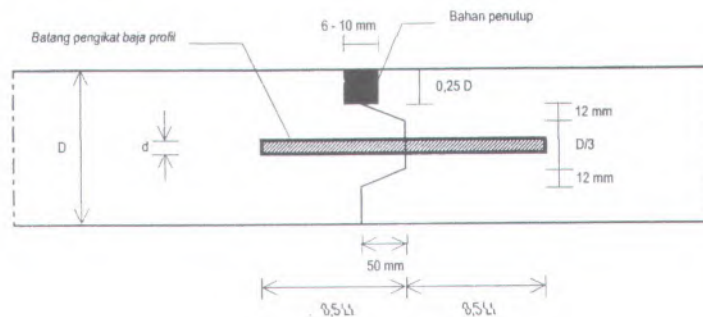
Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Berikut ini adalah tabel untuk mendapatkan kebutuhan dowel yaitu:

Tabel 2.10.  
Kebutuhan dowel yang dibutuhkan

Tebal Pelat		Dowel					
Perkerasan		Diameter		Panjang		Jarak	
inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
6	150	¾	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1¼	32	18	450	12	300
10	250	1¼	32	18	450	12	300
11	275	1¼	32	18	450	12	300
12	300	1½	38	18	450	12	300
13	325	1½	38	18	450	12	300
14	350	1½	38	18	450	12	300

Sumber: Principles of Pavement Design by Yoder & Witczak, 1975

Sedangkan tie bar adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horisontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang.



Gambar 2.13  
Sambungan Tie Bar

Sedangkan cara menentukan dimensi batang pengikat adalah sebagai berikut:

Tabel 2.11.  
Kebutuhan Tie bar

Jenis dan mutu baja	Tegangan kerja (psi)	Tebal perkerasan (inchi)	Diameter batang 1/2 in						Diameter batang 5/8 in			
			Panjang (inchi)	Jarak maximum (inchi)			Panjang (inchi)	Jarak maximum (inchi)				
				Lebar lajur 10 ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft		Lebar lajur 10 ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft		
Grade 40	30000	6	25	48	48	48	30	48	48	48		
		7	25	48	48	48	30	48	48	48		
		8	25	48	44	40	30	48	48	48		
		9	25	48	40	38	30	48	48	48		
		10	25	48	38	32	30	48	48	48		
		11	25	35	32	29	30	48	48	48		
		12	25	32	29	26	30	48	48	48		

### 2.5. Anggaran Biaya

Perencanaan anggaran biaya dalam perencanaan Tugas Akhir ini akan menggunakan data harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari analisa harga yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2008.

Di sini akan dihitung kebutuhan biaya untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Dari perencanaan masing – masing perkerasan tersebut selanjutnya akan dihitung kebutuhan volume masing – masing pekerjaan.

Dengan didapatkannya volume pekerjaan dari masing – masing perkerasan dan adanya harga satuan pekerjaan dari Pemerintah Kota Surabaya 2008, maka nilai anggaran biaya dapat diketahui. Dari masing – masing perkerasan tersebut setelah didapatkan nilai RAB selanjutnya akan dibandingkan mana yang lebih ekonomis.

Untuk harga satuan yang diambil dari HSPK Pememerintak Kota Surabaya tahun 2008 yang akan dipakai untuk perencanaan dapat di lihat pada Tabel 5.32



### BAB III

## METODOLOGI PENULISAN

Metodologi penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Membahas latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah dan metodologi.
2. Membahas tentang dasar – dasar teori yang akan digunakan serta perumusan yang akan dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Mengumpulkan dan menganalisa data. Dalam hal ini meliputi:
  - a. Data tanah asli
  - b. Data tanah timbunan
  - c. Data spesifikasi bahan yang meliputi PVD dan *Geotextile*
  - d. Data lalu lintas
4. Perencanaan timbunan dan konsolidasi tanah dasar

Dalam perencanaan timbunan pada nantinya akan didapatkan besarnya settlement yang terjadi. Dari perhitungan settlement maka akan dipakai untuk perencanaan kebutuhan PVD baik itu untuk mendapatkan kedalaman PVD, pola pemasangan sehingga daya dukung tanah dasar akan meningkat.

5. Perencanaan stabilitas embankment setelah adanya perbaikan tanah dengan menggunakan PVD

Timbunan dibutuhkan untuk mendapatkan elevasi rencana sesuai dengan kondisi di lapangan. Sesuai dengan medan di lapangan maka di perlukan tinggi timbunan yang bervariasi. Hal ini akan membuat timbunan perlu dikontrol mengenai kestabilannya. Agar inggi timbunan ini tidak akan longsor maka perlu dianalisa dengan program bantu STABLE dengan irisan Bishop yang akan didapatkan nilai *Safety Factor* dari timbunan tersebut.

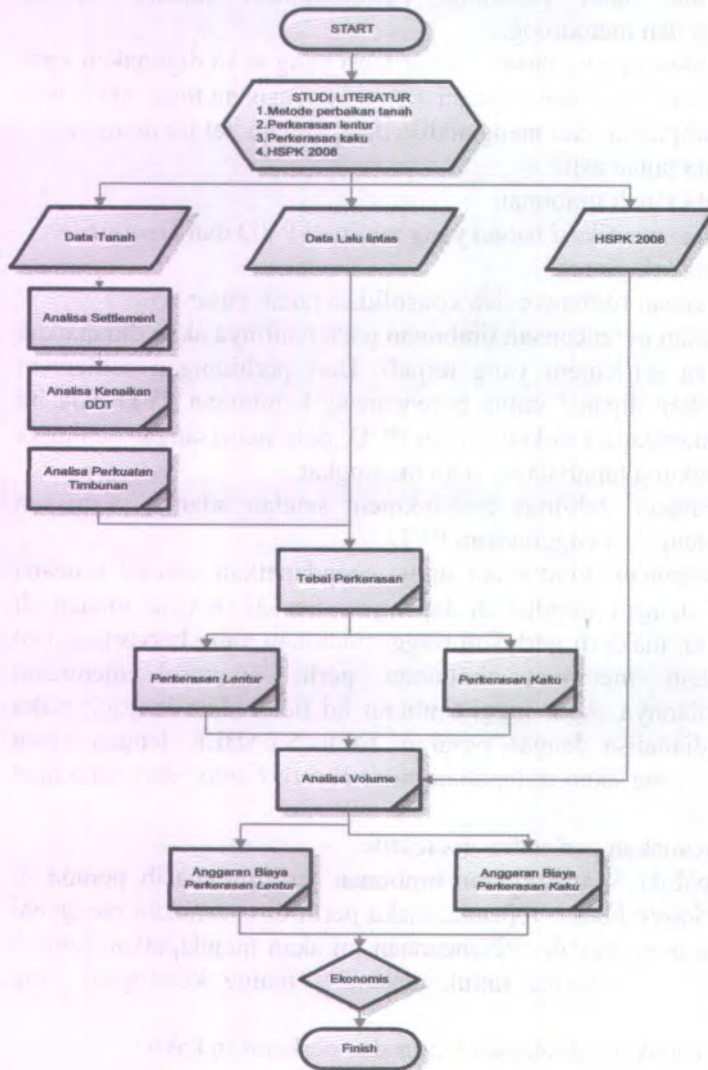
6. Merencanakan perkuatan geotextile

Apabila *Safety Factor* timbunan tersebut masih berada di bawa *Safety Factor* rencana, maka perlu direncanakan mengenai perkuatan geotextile. Perencanaan ini akan mendapatkan jumlah kebutuhan geotextile untuk masing – maing ketinggian yang bervariasi.

7. Merencanakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Perkerasan lentur dan perkerasan kaku akan direncanakan dan akan dibandingkan mengenai kondisi yang lebih ekonomis sesuai dengan umur rencana jalan tol.

Adapun bagan alur metodologi



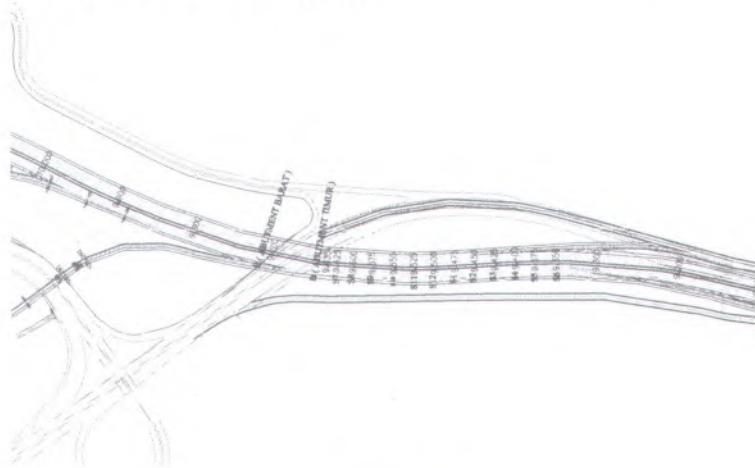
## BAB IV PENGOLAHAN DATA

### 4.1. Data Tanah

Dalam memperoleh data tentang karakteristik tanah di lapangan, dilakukan penyelidikan tanah yang terdiri dari test sondir, boring dan SPT. Dari test yang dilakukan di lapangan ini akan didapatkan klasifikasi jenis tanah, susunan lapisan tanah pada tiap – tiap kedalaman tertentu, muka air tanah dan tingkat kepadatan tanah. Adapun data tanah yang akan digunakan untuk perhitungan dalam perencanaan Tugas Akhir ini merupakan nilai rata – rata yang diambil dari data tanah yaitu:

1. Untuk STA 9+000 s/d STA 9+635 memakai data tanah dari STA 9+000 dan STA 9+635.
2. Untuk STA 9+700 s/d STA 10+000 memakai data tanah dari STA 9+700, STA 10+260 dan STA 10+290.

Berikut ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang merupakan denah titik bor penyelidikan di lapangan.



Gambar 4.1  
Denah Titik Bor dan Sondir Penyelidikan di Lapangan



Untuk Tanah yang dipasang PVD adalah hanya pada kedalaman yang memiliki tanah lanau – lempung berkonsistensi sangat lunak s/d medium, dimana spesifikasi kondisi tanah dan tingkat kepadatannya dapat dilihat pada Gambar 4.2.

JENIS TANAH	SPT	SONDIR
_____	N = 0 (SPT)	CN = 0 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
SANGAT LUNAK		
_____	N = 2 (SPT)	CN = 10 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
LUNAK		
_____	N = 4 (SPT)	CN = 20 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
MEDIUM		
_____	N = 8 (SPT)	CN = 40 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
STIFF		
_____	N = 15 (SPT)	CN = 75 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
VERY STIFF		
_____	N = 30 (SPT)	CN = 150 kg/cm <sup>2</sup> (Conus Sondir)
HARD		

Gambar 4.2  
Pedoman Kondisi Tanah dan Tingkat Kepadatan

Dalam perencanaan pemasangan PVD I ni pada nantinya akan dipasang sampai dengan 2/3 dari penurunan konsolidasi primer (  $S_c$  ).

Dari hasil test yang dilakukan di lapangan, selanjutnya akan diambil contoh untuk dilakukan penyelidikan di laboratorium. Setelah dilakukan penyelidikan di laboratorium akan didapatkan parameter – parameter tanah yang akan dibutuhkan untuk proses perencanaan. Dari beberapa data tanah dari laboratorium tersebut pada tiap – tiap titik *sample* akan dibuat nilai rata – rata yang didapatkan dengan regresi linear pada masing – masing STA untuk proses perhitungan perencanaan.

Berikut ini adalah data tanah yang didapatkan dari hasil laboratorium yang dapat mewakili untuk perencanaan. Dari data tanah tersebut akan dibuat grafik secara linear yang nantinya akan dipakai untuk perhitungan perencanaan. Adapun data yang dibutuhkan adalah:

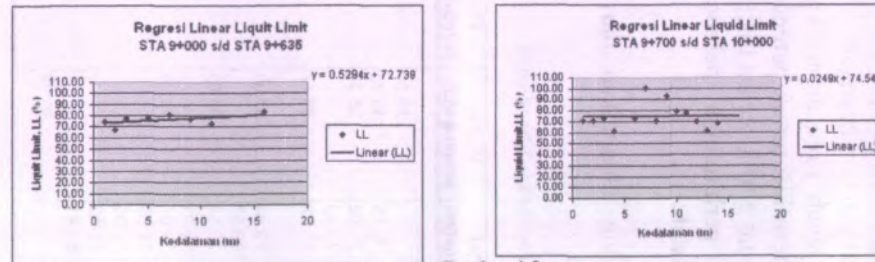
1. Nilai Atterberg Limit

Adapun nilai dari data yang didapatkan dari hasil laboratorium adalah:

Tabel 4.1  
Data atterberg limit dari hasil penyelidikan laboratorium

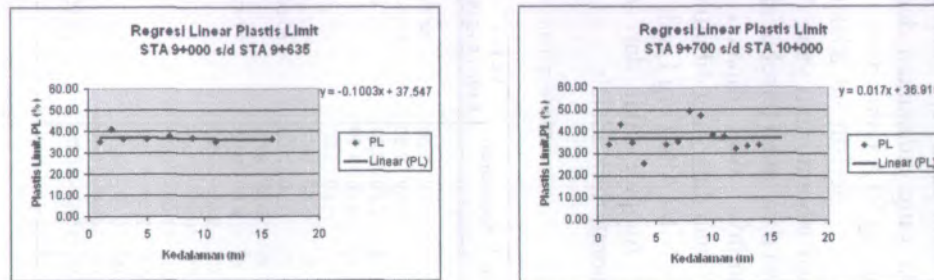
No	Kedalaman	LL (%)	LL (%)	PL (%)	PL (%)
		9+000-9+635	9+700-10+000	9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	74.72		35.21	
2	1.00 - 2.00	67.04	70.65	40.86	34.17
3	2.00 - 3.00	77.8	71.02	36.35	43.38
4	3.00 - 4.00		72.83		35.29
5	4.00 - 5.00	77.25	61.28	36.47	25.57
6	5.00 - 6.00				
7	6.00 - 7.00	80.66	73.44	37.69	34.43
8	7.00 - 8.00		100.92		35.46
9	8.00 - 9.00	77.12	70.54	36.86	49.74
10	9.00 - 10.00		93.81		47.48
11	10.00 - 11.00	72.95	79.07	35.09	38.62
12	11.00 - 12.00		78.09		37.76
13	12.00 - 13.00		70.00		32.38
14	13.00 - 14.00		61.52		33.42
15	14.00 - 15.00		68.41		33.91
16	15.00 - 16.00	82.96		36.43	

Dari data di atas maka akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan linier yaitu:



Gambar 4.3

Grafik persamaan regresi untuk liquid limit



Gambar 4.4

Grafik persamaan regresi untuk plastis limit



Sedangkan dari persamaan regresi linier tersebut akan kita dapatkan parameter – parameter LL dan PL yang akan dipakai untuk perhitungan dalam Tugas Akhir ini. Dari parameter – parameter LL dan PL yang didapatkan, maka akan didapatkan pula nilai PI. Adapun data tanah LL, PL, dan PI yang sudah diregresi adalah:

Tabel 4.2  
Data atterberg limit dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	ATTERBERG LIMIT					
		LL (%)		PL (%)		IP (%)	
		9+000-9+635	9+700-10+000	9+000-9+635	9+700-10+000	9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	73.268	74.57	37.447	36.93	35.82	37.64
2	1.00 - 2.00	73.798	74.60	37.346	36.95	36.45	37.65
3	2.00 - 3.00	74.327	74.62	37.246	36.97	37.08	37.65
4	3.00 - 4.00	74.857	74.65	37.146	36.98	37.71	37.66
5	4.00 - 5.00	75.386	74.67	37.046	37.00	38.34	37.67
6	5.00 - 6.00	75.915	74.70	36.945	37.02	38.97	37.68
7	6.00 - 7.00	76.445	74.72	36.845	37.04	39.60	37.69
8	7.00 - 8.00	76.974	74.75	36.745	37.05	40.23	37.69
9	8.00 - 9.00	77.504	74.77	36.644	37.07	40.86	37.70
10	9.00 - 10.00	78.033	74.80	36.544	37.09	41.49	37.71
11	10.00 - 11.00	78.562	74.82	36.444	37.10	42.12	37.72
12	11.00 - 12.00	79.092	74.84	36.343	37.12	42.75	37.72
13	12.00 - 13.00	79.621	74.87	36.243	37.14	43.38	37.73
14	13.00 - 14.00	80.151	74.89	36.143	37.15	44.01	37.74
15	14.00 - 15.00	80.680	74.92	36.043	37.17	44.64	37.75
16	15.00 - 16.00	81.209	74.94	35.942	37.19	45.27	37.76

## 2. Nilai Water Content (wc)

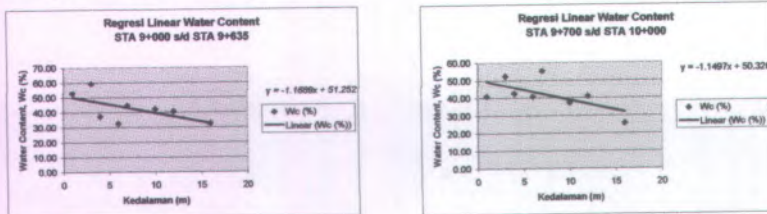
Adapun nilai dari data yang didapatkan dari hasil laboratorium adalah:

Tabel 4.3

Data water content dari hasil penyelidikan laboratorium

No	Kedalaman	Natural Water Content (%)	
		9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	52.690	40.790
2	1.00 - 2.00		
3	2.00 - 3.00	59.310	52.330
4	3.00 - 4.00	37.250	42.330
5	4.00 - 5.00		
6	5.00 - 6.00	32.420	40.640
7	6.00 - 7.00	44.500	55.200
8	7.00 - 8.00		
9	8.00 - 9.00		
10	9.00 - 10.00	42.070	37.190
11	10.00 - 11.00		
12	11.00 - 12.00	40.410	40.790
13	12.00 - 13.00		
14	13.00 - 14.00		
15	14.00 - 15.00		
16	15.00 - 16.00	32.40	25.500

Dari data di atas maka akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan linier yaitu:



Gambar 4.5

Grafik persamaan regresi untuk water content

Sedangkan dari persamaan regresi linier tersebut akan kita dapatkan parameter – parameter wc yang akan dipakai untuk perhitungan dalam Tugas Akhir ini. Adapun data tanah wc yang sudah diregresi adalah:

Tabel 4.4  
Data water content dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	Natural Water Content (%)	
		9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	50.083	49.176
2	1.00 - 2.00	48.914	48.027
3	2.00 - 3.00	47.745	46.877
4	3.00 - 4.00	46.576	45.727
5	4.00 - 5.00	45.408	44.578
6	5.00 - 6.00	44.239	43.428
7	6.00 - 7.00	43.070	42.278
8	7.00 - 8.00	41.901	41.128
9	8.00 - 9.00	40.732	39.979
10	9.00 - 10.00	39.563	38.829
11	10.00 - 11.00	38.394	37.679
12	11.00 - 12.00	37.225	36.530
13	12.00 - 13.00	36.056	35.380
14	13.00 - 14.00	34.887	34.230
15	14.00 - 15.00	33.719	33.081
16	15.00 - 16.00	32.550	31.931

### 3. Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ )

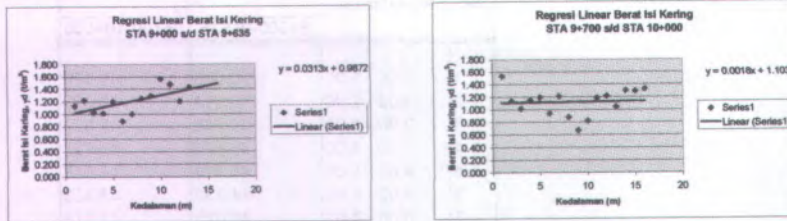
Adapun nilai dari data yang didapatkan dari hasil laboratorium adalah:

Tabel 4.5  
Data berat isi kering ( $\gamma_d$ ) dari hasil penyelidikan laboratorium

No	Kedalaman	Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ ) ( $t/m^3$ )	
		9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	1.128	1.530
2	1.00 - 2.00	1.220	1.136
3	2.00 - 3.00	1.028	1.014
4	3.00 - 4.00	1.013	1.144
5	4.00 - 5.00	1.198	1.194
6	5.00 - 6.00	0.887	0.937
7	6.00 - 7.00	1.002	1.214
8	7.00 - 8.00	1.245	0.879
9	8.00 - 9.00	1.291	0.673
10	9.00 - 10.00	1.562	0.822
11	10.00 - 11.00	1.473	1.184
12	11.00 - 12.00	1.204	1.216
13	12.00 - 13.00	1.428	1.043
14	13.00 - 14.00		1.302
15	14.00 - 15.00		1.293
16	15.00 - 16.00		1.324



Dari data di atas maka akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan linier yaitu:



Gambar 4.6

Grafik persamaan regresi untuk berat isi kering ( $\gamma_d$ )

Sedangkan dari persamaan regresi linier tersebut akan kita dapatkan parameter – parameter  $\gamma_d$  yang akan dipakai untuk perhitungan dalam Tugas Akhir ini. Adapun data tanah  $\gamma_d$  yang sudah diregresi adalah:

Tabel 4.6  
Data berat isi kering ( $\gamma_d$ ) dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	Berat Isi Kering ( $\gamma_d$ ) ( $t/m^3$ )	
		9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	1.019	1.106
2	1.00 - 2.00	1.050	1.108
3	2.00 - 3.00	1.081	1.109
4	3.00 - 4.00	1.112	1.111
5	4.00 - 5.00	1.144	1.113
6	5.00 - 6.00	1.175	1.115
7	6.00 - 7.00	1.206	1.117
8	7.00 - 8.00	1.238	1.118
9	8.00 - 9.00	1.269	1.120
10	9.00 - 10.00	1.300	1.122
11	10.00 - 11.00	1.332	1.124
12	11.00 - 12.00	1.363	1.126
13	12.00 - 13.00	1.394	1.127
14	13.00 - 14.00	1.425	1.129
15	14.00 - 15.00	1.457	1.131
16	15.00 - 16.00	1.488	1.133

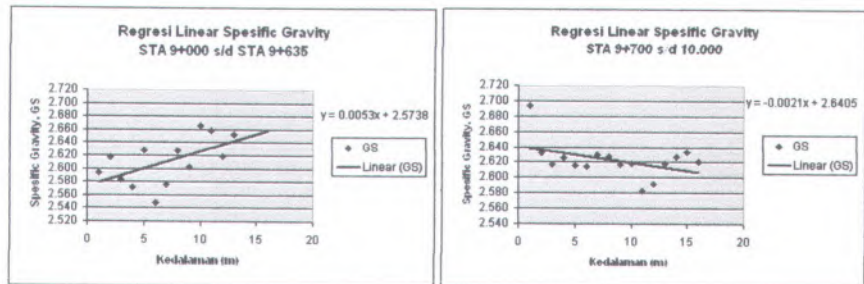
#### 4. Specific Gravity (Gs)

Adapun nilai dari data yang didapatkan dari hasil laboratorium adalah:

Tabel 4.7  
Data specific gravity (Gs) dari hasil penyelidikan laboratorium

No	Kedalaman	Specific Gravity (GS)	
		9+000-9.635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	2.594	2.694
2	1.00 - 2.00	2.617	2.632
3	2.00 - 3.00	2.583	2.617
4	3.00 - 4.00	2.572	2.626
5	4.00 - 5.00	2.628	2.616
6	5.00 - 6.00	2.548	2.614
7	6.00 - 7.00	2.576	2.630
8	7.00 - 8.00	2.628	2.627
9	8.00 - 9.00	2.603	2.617
10	9.00 - 10.00	2.665	2.618
11	10.00 - 11.00	2.658	2.583
12	11.00 - 12.00	2.618	2.592
13	12.00 - 13.00	2.653	2.618
14	13.00 - 14.00		2.627
15	14.00 - 15.00		2.633
16	15.00 - 16.00		2.621

Dari data di atas maka akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan linier yaitu:



Gambar 4.7

Grafik persamaan regresi untuk specific gravity

Sedangkan dari persamaan regresi linier tersebut akan kita dapatkan parameter – parameter  $G_s$  yang akan dipakai untuk perhitungan dalam Tugas Akhir ini. Adapun data tanah  $G_s$  yang sudah diregresi adalah:

Tabel 4.8  
Data specific gravity ( $G_s$ ) dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	Specific Gravity (GS)	
		9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	2.579	2.638
2	1.00 - 2.00	2.584	2.636
3	2.00 - 3.00	2.590	2.634
4	3.00 - 4.00	2.595	2.632
5	4.00 - 5.00	2.600	2.630
6	5.00 - 6.00	2.606	2.628
7	6.00 - 7.00	2.611	2.626
8	7.00 - 8.00	2.616	2.624
9	8.00 - 9.00	2.622	2.622
10	9.00 - 10.00	2.627	2.620
11	10.00 - 11.00	2.632	2.617
12	11.00 - 12.00	2.637	2.615
13	12.00 - 13.00	2.643	2.613
14	13.00 - 14.00	2.648	2.611
15	14.00 - 15.00	2.653	2.609
16	15.00 - 16.00	2.659	2.607

#### 5. Angka Pori dan Porositas

- a. Angka pori didapatkan dari rumus:

$$e = \left( \frac{G_s \times 1}{\gamma_d} \right) - 1$$

- b. Porositas didapatkan dari rumus:

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

Berikut ini nilai angka pori dan porositas yang didapatkan dari persamaan di atas adalah:



Tabel 4.9  
Data void ratio (e) dan porositas (n)

No	Kedalaman	VOID RATIO		POROSITAS	
		e	e	n	n
		9+000-9+635	9+700-10+000	9+000-9+635	9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	1.532	1.386	0.605	0.581
2	1.00 - 2.00	1.462	1.380	0.594	0.580
3	2.00 - 3.00	1.395	1.375	0.583	0.579
4	3.00 - 4.00	1.333	1.369	0.571	0.578
5	4.00 - 5.00	1.274	1.363	0.560	0.577
6	5.00 - 6.00	1.218	1.357	0.549	0.576
7	6.00 - 7.00	1.164	1.352	0.538	0.575
8	7.00 - 8.00	1.114	1.346	0.527	0.574
9	8.00 - 9.00	1.066	1.341	0.516	0.573
10	9.00 - 10.00	1.020	1.335	0.505	0.572
11	10.00 - 11.00	1.029	1.329	0.507	0.571
12	11.00 - 12.00	1.010	1.324	0.502	0.570
13	12.00 - 13.00	0.992	1.318	0.498	0.569
14	13.00 - 14.00	0.967	1.313	0.492	0.568
15	14.00 - 15.00	0.944	1.307	0.486	0.567
16	15.00 - 16.00	0.919	1.301	0.479	0.565

6. Berat isi tanah ( $\gamma_t$ ) dan Berat isi saturated ( $\gamma_{sat}$ )

a. Berat isi tanah didapatkan dari rumus:

$$\gamma_t = \frac{(G_s \times 1) + (w_c \times G_s \times 1)}{1 + e}$$

b. Berat isi saturated didapatkan dari rumus:

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s \times 1 \times (1 + w_c)}{1 + (G_s \times w_c)}$$

Berikut ini nilai Berat isi tanah ( $\gamma_t$ ) dan berat isi saturated ( $\gamma_{sat}$ ) yang didapatkan dari persamaan di atas adalah:

Tabel 4.10  
Data berat isi tanah ( $\gamma_t$ ) dan berat isi tanah saturated ( $\gamma_{sat}$ )

No	Kedalaman	BERAT ISI TANAH		BERAT ISI SATURATED	
		$\gamma_t$ 9+000-9+635 ( $t/m^3$ )	$\gamma_t$ 9+700-10+000 ( $t/m^3$ )	$\gamma_{sat}$ 9+000-9+635 ( $t/m^3$ )	$\gamma_{sat}$ 9+700-10+000 ( $t/m^3$ )
1	0.00 - 1.00	1.529	1.649	1.689	1.713
2	1.00 - 2.00	1.563	1.639	1.700	1.722
3	2.00 - 3.00	1.597	1.629	1.711	1.731
4	3.00 - 4.00	1.631	1.619	1.722	1.741
5	4.00 - 5.00	1.663	1.609	1.734	1.750
6	5.00 - 6.00	1.695	1.599	1.746	1.760
7	6.00 - 7.00	1.726	1.589	1.758	1.770
8	7.00 - 8.00	1.756	1.578	1.771	1.781
9	8.00 - 9.00	1.786	1.568	1.784	1.792
10	9.00 - 10.00	1.815	1.558	1.798	1.803
11	10.00 - 11.00	1.795	1.547	1.812	1.814
12	11.00 - 12.00	1.801	1.537	1.826	1.826
13	12.00 - 13.00	1.805	1.526	1.841	1.838
14	13.00 - 14.00	1.816	1.516	1.857	1.851
15	14.00 - 15.00	1.825	1.505	1.873	1.864
16	15.00 - 16.00	1.836	1.494	1.889	1.877

## 7. Index Pemampatan dan Index Pemuaiian

Berikut ini nilai Indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan Indeks pemuaiian ( $C_s$ ) yang didapatkan dari Persamaan 2.3 dan 2.4 adalah:

Tabel 4.11  
Data indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan indeks pemuaiian ( $C_s$ )

No	Kedalaman	INDEX PEMAMPATAN		INDEX PEMUAIAN	
		$C_c$ 9+000-9+635	$C_c$ 9+700-10+000	$C_s$ 9+000-9+635	$C_s$ 9+700-10+000
1	0.00 - 1.00	0.615	0.567	0.143	0.138
2	1.00 - 2.00	0.591	0.565	0.140	0.137
3	2.00 - 3.00	0.569	0.563	0.138	0.137
4	3.00 - 4.00	0.550	0.561	0.135	0.137
5	4.00 - 5.00	0.533	0.560	0.133	0.137
6	5.00 - 6.00	0.518	0.558	0.131	0.136
7	6.00 - 7.00	0.505	0.556	0.130	0.136
8	7.00 - 8.00	0.493	0.554	0.129	0.136
9	8.00 - 9.00	0.483	0.552	0.128	0.135
10	9.00 - 10.00	0.474	0.550	0.127	0.135
11	10.00 - 11.00	0.479	0.549	0.128	0.135
12	11.00 - 12.00	0.477	0.547	0.129	0.135
13	12.00 - 13.00	0.476	0.545	0.129	0.134
14	13.00 - 14.00	0.472	0.543	0.129	0.134
15	14.00 - 15.00	0.470	0.542	0.129	0.134
16	15.00 - 16.00	0.467	0.540	0.129	0.134

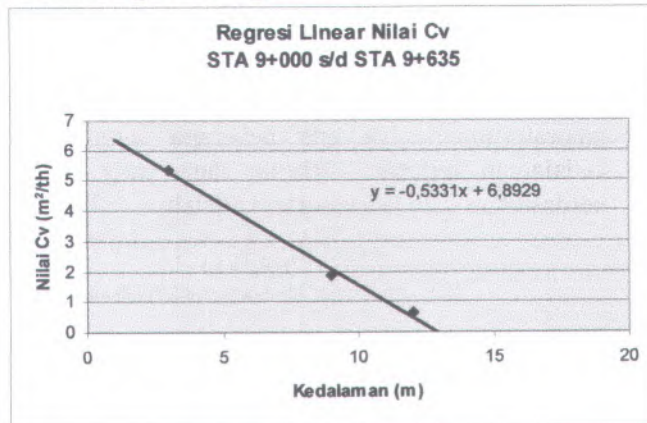
### 8. Nilai Cv

Nilai Cv yang didapatkan berdasarkan hasil data di laboratorium Mekanika Tanah ITS untuk daerah Waru hanya ada beberapa sample data dengan kedalaman tertentu. Adapun data yang dapat mewakili berdasarkan adalah:

Tabel 4.12  
Data nilai Cv dari hasil penyelidikan laboratorium

No	Kedalaman	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	Cv (m <sup>2</sup> /tahun)
1	2.5 – 3.0	0.0017	5.361
2	8.5 – 9.0	0.0006	1.892
3	11.5 – 12.0	0.0002	0.631

Dari data Cv di atas, akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:



Gambar 4.8  
Grafik persamaan regresi untuk nilai Cv

Dari grafik tersebut dan setelah didapatkan persamaan regresi linear, maka nilai Cv dari masing – masing kedalaman dapat diasumsikan sebagai berikut:



Tabel 4.13  
Data nilai Cv dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	Nilai Cv
	(m)	(m <sup>2</sup> /thn)
1	0.00 - 1.00	6.360
2	1.00 - 2.00	5.827
3	2.00 - 3.00	5.294
4	3.00 - 4.00	4.761
5	4.00 - 5.00	4.227
6	5.00 - 6.00	3.694
7	6.00 - 7.00	3.161
8	7.00 - 8.00	2.628
9	8.00 - 9.00	2.095
10	9.00 - 10.00	1.562
11	10.00 - 11.00	1.029

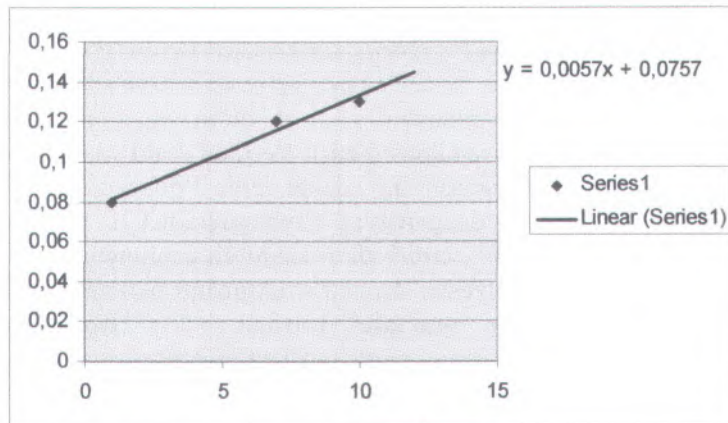
#### 9. Nilai Cu

Nilai Cu yang didapatkan berdasarkan hasil data di laboratorium hanya ada beberapa sample data dengan kedalaman tertentu. Adapun data yang dapat mewakili berdasarkan data laboratorium adalah:

Tabel 4.14  
Data nilai Cu dari hasil penyelidikan laboratorium

No	Kedalaman	Nilai Cu
	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	2.50 - 3.00	0.08
2	8.50 - 9.00	0.12
3	11.50 - 3.00	0.13

Dari data Cu di atas, akan dibuat grafik dan didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:



Gambar 4.9  
Grafik persamaan regresi untuk nilai Cu

Dari grafik tersebut dan setelah didapatkan persamaan regresi linear, maka nilai Cu dari masing – masing kedalaman dapat diasumsikan sebagai berikut:

Tabel 4.15  
Data nilai Cu dari hasil regresi linier

No	Kedalaman	Nilai Cu
	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	0.00 - 1.00	0.081
2	1.00 - 2.00	0.087
3	2.00 - 3.00	0.093
4	3.00 - 4.00	0.099
5	4.00 - 5.00	0.104
6	5.00 - 6.00	0.110
7	6.00 - 7.00	0.116
8	7.00 - 8.00	0.121
9	8.00 - 9.00	0.127
10	9.00 - 10.00	0.133
11	10.00 - 11.00	0.138
12	11.00 - 12.00	0.144

## 4.2. Data Spesifikasi Bahan

### 1. Spesifikasi *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

Dalam perencanaan perbaikan tanah dasar dipilih dengan menggunakan vertical drain yang mempercepat waktu penurunan konsolidasi. Vertikal drain yang digunakan dalam perencanaan ini adalah jenis Prefabricated Vertical Drain (PVD) dengan type Colbondrain CX 1000 dimana jenis PVD ini terdiri dari suatu three-dimensional hitam nonwoven polyester dengan struktur inti berupa kawat pijar. PVD adalah drainase vertikal yang berfilter hasil perekayasaan yang menghasilkan perencanaan konsolidasi yang sangat efisien pada tanah kompresif seperti lempung dan lempung berpasir. Adapun spesifikasinya adalah:

Tabel 4.16  
Data spesifikasi prefabricated vertical drain

#### COLBONDDRAIN CX 1000

PROPERTIES OF COLBONDDRAIN®	UNIT	MEAN VALUE	TEST METHOD
<b>Composite</b>			
Weight	g/m	70	ASTM D-5261
Width	m	0.1	-
Thickness	mm	5	ASTM D-5199
Tensile Strength	kN	2.1	ASTM D-4595
Elongation at break of Drain	%	25	ASTM D-4595
Strength at 10% elongation	kN	1.3	ASTM D-4594
Discharge Capacity at $q_w$ at 350			
Index test - Akzo Nobel, using deformable foam layers	$m^3/s$	$60 \times 10^{-6}$	ASTM D-4716
Straight - Geosynthetic, embedded in bentonite	$m^3/s$	$90 \times 10^{-6}$	ASTM D-4716
Buckled - Geosynthetic, embedded in bentonite	$m^3/s$	$80 \times 10^{-6}$	ASTM D-4716
<b>Filter</b>			
Tensile Strength	kN/m	11	ASTM D-4595
Elongation at break	%	25	ASTM D-4595
A.O.S. ( $O_{95}$ )	$\mu m$	< 75	ASTM D-4751
Permittivity	$s^{-1}$	1.7	ASTM D-4491
Permeability	m/s	$15 \times 10^{-4}$	ASTM D-4491
<b>· ISO 9001 CERTIFIED · HIGH FLOW FILAMENT CORE · SAFE USE IN BUCKLED STATE · SUITABLE TO DEPTHS UP TO 50 M</b>			



## 2. Spesifikasi Bahan Geotextile.

Tabel 4.17  
Data spesifikasi geotextile  
**SPECIFICATION**

PROPERTIES	TEST METHOD	UNIT	TYPE		
			TW 150	TW 190	TW 250
<b>PHYSICAL</b>					
Mass	ASTM D 3776-85	gr/m <sup>2</sup>	150	190	250
Material			PP	PP	PP
Colour			Black	Black	Black
<b>MECHANICAL</b>					
Strip Tensile strength Warp/Weft Direction	ASTM D 1682-64	N/5 cm	1300/1200	1700/1600	3000/2400
Elongation at Max load Warp/Weft Direction			%	18/17	18/17
Grap Tensile Strength Warp/Weft Direction	ASTM D 4632-86	N/10 cm	800/650	975/850	2300/1700
Elongation at Max load Warp/Weft Direction			%	14/13	13/13
Trapezoid Tear Strength Warp/Weft Direction	ASTM D 4533-85	N	600/500	700/500	715/550
Puncture resistance	ASTM D 4833-88	N	300	425	1000
<b>HYDRAULIC</b>					
Pore Size Analysis	Draf Dutch Standard NEN 5168	micron			
Q10			120	110	100
Q50			175	160	125
Q90			240	220	175
Q98			270	25	205
Water Permeability At 10 cm Head	Draf Dutch Standard NEN 5168	l/m <sup>2</sup> S	80	50	30
<b>CHEMICAL</b>					
Effect of soil natural Acidity or alkalinity			Nil	Nil	Nil
Effect of UV Light			UV	UV	UV
<b>PACKAGING</b>					
Roll Length		m	150	150	150
Woll Width		m	4	4	4
Roll Area		m <sup>2</sup>	600	600	600
Roll Weight (approx)		kg	95	120	160

Note : The above geotextile type are standard grades. Other types available upon specific.

All specifications givens are bonafide to the best of our knowledge but are given without warranty.

They are subject to change without notice.

### 4.3. Data Lalu Lintas

Penggolongan komposisi lalu lintas menurut sistem klasifikasi Bina Marga yaitu:

Tabel 4.18  
Komposisi lalu lintas

Type Golongan	Komposisi Lalu Lintas
GOL I	LV Kendaraan ringan Kendaraan bermotor beroda 4, dengan 2 gandar berjarak 2-3m termasuk kendaraan penumpang, oplet, micro bus, pick up dan truk kecil
GOL IIA Umum	LB Bus besar dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5.0 - 6.0 m
GOL IIA	MHV Kendaraan bermotor dengan 2 gandar dengan jarak 3.5 - 5.0 m
GOL IIB	LT Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama dan kedua) < 3.5 m

Adapun data lalu lintas yang akan dipakai dalam perencanaan tugas akhir ini adalah:

Tabel 4.19  
Data volume lalu lintas

No	Golongan	Type Kendaraan	Volume Rata - Rata (Kend/hari)
1	I	LV	31549
2	IIA Umum	LB	340
3	IIA	MHV	2214
4	IIB	LT	2938

## BAB V ANALISA DATA

### 5.1 Perhitungan Tinggi Timbunan yang Diperlukan

#### 5.1.1 Besar Penurunan Tanah

Suatu lapisan tanah dianggap akan mudah memampat apabila lapisan tanah tersebut berupa lempung/lanau dengan rentan konsistensi lunak. Dari profil lapisan tanah dasar untuk perencanaan jalan raya ini terdiri dari lapisan lempung lunak hingga sangat lunak dengan kedalaman rata – rata 16 m. Dalam perencanaan ini akan diambil titik dan dicari nilai rata – rata dari data yang diketahui. Tinggi timbunan yang direncanakan untuk badan jalan tol Surabaya – Mojokerto tersebut mempunyai kemiringan talud 1:2. Direncanakan tinggi minimum 1.00 m.

Ketentuan Perencanaan:

* lebar jalur lalu lintas 6 lajur 2 arah ( 1 lajur = 3.5 m )	$6 \times 3.5 = 21 \text{ m}$
* lebar bahu jalan diperkeras	$2 \times 3 = 6 \text{ m}$
* lebar bahu jalan tidak diperkeras	$2 \times 2 = 4 \text{ m}$
* lebar median	$= 4 \text{ m}$
Total	$= 35 \text{ m}$



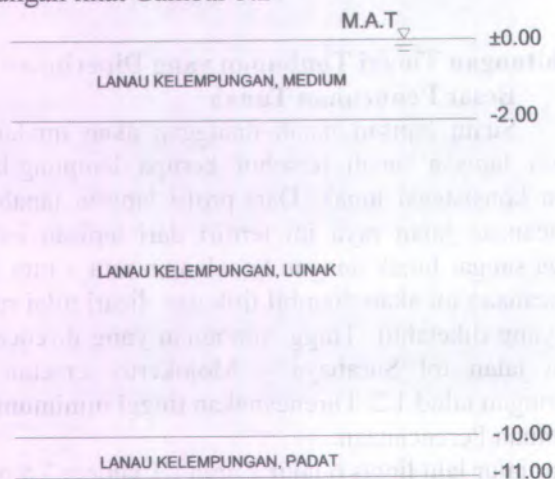
Gambar 5.1  
Profil Timbunan

Besarnya penurunan setelah adanya timbunan akan dihitung dengan menggunakan data tanah rata – rata yang telah dites di laboratorium dan lapangan. Berikut ini adalah contoh perhitungannya.



Contoh perhitungan:

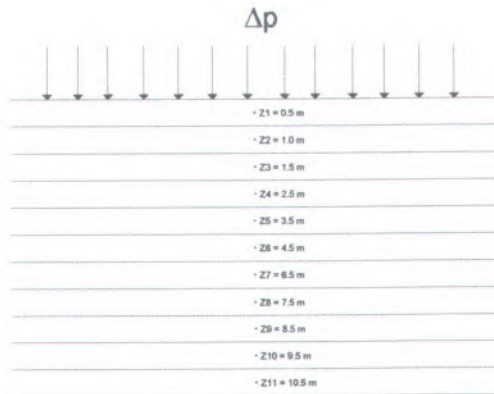
- Muka air tanah pada kedalaman 0 m diambil sebagai contoh perhitungan lihat Gambar 5.2



Gambar 5.2  
Susunan Tanah

- Pada contoh perhitungan penurunan dipakai beban persatuan luas  $q_0$  sebesar  $\text{ton}/\text{m}^2$  dengan kemiringan lereng 1:2. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 5.1.
- Dari data timbunan yang dipakai didapatkan  $\gamma_{\text{timb saturated}}$  rata-rata =  $1.90 \text{ t}/\text{m}^3$
- Umur perencanaan jalan direncanakan 10 tahun

- Lapisan 1



Gambar 5.3  
Pengaruh Tanah Akibat Beban Timbunan

Untuk  $\bar{q} = 3 \text{ t/m}$ , maka didapatkan :

$$H = \frac{\bar{q}}{\gamma_{umb}} = \frac{3}{1.90} = 1.579 \text{ m} \approx 1.60 \text{ m}$$

$$a = 2 \times H$$

$$a = 2 \times 1.60 = 3.20 \text{ m}$$

$$m = \frac{a}{z} = \frac{3.20}{0.5} = 6.40$$

$$n = \frac{b}{z} = \frac{17.5}{0.5} = 35.00$$

Lihat grafik Boussinesq

Didapat harga  $2I = 1.00$

$$\Delta p = 2I \times q_0$$

$$\Delta p = 1 \times 3 = 3.000 \text{ t/m}^2$$

$$p_o' = Z \times (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$p_o' = 0.5 \times (1.689 - 1) = 0.345 \text{ t/m}^2$$

$$p = \Delta p + p_o'$$

$$p = 3.000 + 0.345 = 3.345 \text{ t/m}^2$$

$$pc' = (2 + po')$$

$$pc' = (2 + 0.345) = 2.345 \text{ t/m}^2$$

$$Sc = \frac{H}{1 + eo} \times C_s \times \log \frac{pc'}{po'} + \frac{H}{1 + eo} \times C_c \times \log \frac{po' + \Delta p}{pc'}$$

$$Sc = \frac{1}{1 + 1.532} \times 0.143 \times \log \frac{2.345}{0.345} + \frac{1}{1 + 1.532} \times 0.615 \times \log \frac{0.345 + 3.00}{2.345}$$

$$Sc_i = 0.085 \text{ m}$$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai Tabel 5.6 di bawah ini



Besarnya settlement pada STA 9+000 s/d STA 9+635 dengan q timbunan yang bervariasi.

Tabel 5.1

Settlement untuk  $q = 3 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 5 \text{ t/m}^2$  (STA 9+000 s/d STA 9+635)

untuk  $q = 3 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2I <sub>s</sub>	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	1.60	3.20	6.40	35.00	1.000	3.000	0.345	2.345	3.345	0.085	0.085
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	1.60	3.20	2.13	11.67	1.000	3.000	1.050	3.050	4.050	0.056	0.141
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	1.60	3.20	1.28	7.00	1.000	3.000	1.777	3.777	4.777	0.043	0.184
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	1.60	3.20	0.91	5.00	1.000	3.000	2.528	4.528	5.528	0.035	0.219
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	1.60	3.20	0.71	3.89	1.000	3.000	3.302	5.302	6.302	0.030	0.248
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	1.60	3.20	0.58	3.18	1.000	3.000	4.102	6.102	7.102	0.026	0.274
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	1.60	3.20	0.49	2.69	0.984	2.952	4.929	6.929	7.881	0.022	0.296
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	1.60	3.20	0.43	2.33	0.980	2.940	5.783	7.783	8.723	0.019	0.315
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	1.60	3.20	0.38	2.06	0.968	2.904	6.665	8.665	9.569	0.017	0.332
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	1.60	3.20	0.34	1.84	0.950	2.850	7.579	9.579	10.429	0.015	0.348
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	1.60	3.20	0.30	1.67	0.946	2.838	8.523	10.523	11.361	0.014	0.361

untuk  $q = 5 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2I <sub>s</sub>	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	2.65	5.30	10.60	35.00	1.000	5.000	0.345	2.345	5.345	0.134	0.134
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	2.65	5.30	3.53	11.67	1.000	5.000	1.050	3.050	6.050	0.098	0.232
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	2.65	5.30	2.12	7.00	1.000	5.000	1.777	3.777	6.777	0.079	0.311
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	2.65	5.30	1.51	5.00	1.000	5.000	2.528	4.528	7.528	0.067	0.378
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	2.65	5.30	1.18	3.89	1.000	5.000	3.302	5.302	8.302	0.058	0.435
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	2.65	5.30	0.96	3.18	1.000	5.000	4.102	6.102	9.102	0.051	0.486
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	2.65	5.30	0.82	2.69	0.984	4.920	4.929	6.929	9.849	0.045	0.531
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	2.65	5.30	0.71	2.33	0.976	4.880	5.783	7.783	10.663	0.040	0.571
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	2.65	5.30	0.62	2.06	0.970	4.850	6.665	8.665	11.515	0.036	0.606
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	2.65	5.30	0.56	1.84	0.964	4.820	7.579	9.579	12.399	0.033	0.639
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	2.65	5.30	0.50	1.67	0.952	4.760	8.523	10.523	13.283	0.030	0.669

Tabel 5.2  
Settlement untuk  $q = 7 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 9 \text{ t/m}^2$  (STA 9+000 s/d STA 9+635).

untuk  $q = 7 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	ysat ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2I	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	3.70	7.40	14.80	35.00	1.000	7.000	0.345	2.345	7.345	0.168	0.168
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	3.70	7.40	4.93	11.67	1.000	7.000	1.050	3.050	8.050	0.128	0.295
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	3.70	7.40	2.96	7.00	1.000	7.000	1.777	3.777	8.777	0.106	0.401
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	3.70	7.40	2.11	5.00	1.000	7.000	2.528	4.528	9.528	0.091	0.492
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	3.70	7.40	1.64	3.89	1.000	7.000	3.302	5.302	10.302	0.080	0.572
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	3.70	7.40	1.35	3.18	1.000	7.000	4.102	6.102	11.102	0.071	0.642
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	3.70	7.40	1.14	2.69	0.986	6.902	4.929	6.929	11.831	0.063	0.706
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	3.70	7.40	0.99	2.33	0.980	6.860	5.783	7.783	12.643	0.057	0.763
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	3.70	7.40	0.87	2.06	0.976	6.832	6.665	8.665	13.497	0.052	0.815
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	3.70	7.40	0.78	1.84	0.964	6.748	7.579	9.579	14.327	0.047	0.862
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	3.70	7.40	0.70	1.67	0.954	6.678	8.523	10.523	15.201	0.043	0.905

untuk  $q = 9 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	ysat ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2I	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	4.75	9.500	19.00	35.00	1.000	9.000	0.345	2.345	9.345	0.193	0.193
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	4.75	9.500	6.33	11.67	1.000	9.000	1.050	3.050	10.050	0.151	0.344
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	4.75	9.500	3.80	7.00	1.000	9.000	1.777	3.777	10.777	0.127	0.471
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	4.75	9.500	2.71	5.00	1.000	9.000	2.528	4.528	11.528	0.110	0.581
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	4.75	9.500	2.11	3.89	1.000	9.000	3.302	5.302	12.302	0.098	0.679
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	4.75	9.500	1.73	3.18	1.000	9.000	4.102	6.102	13.102	0.088	0.767
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	4.75	9.500	1.46	2.69	0.988	8.892	4.929	6.929	13.821	0.079	0.845
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	4.75	9.500	1.27	2.33	0.984	8.856	5.783	7.783	14.639	0.072	0.917
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	4.75	9.500	1.12	2.06	0.978	8.802	6.665	8.665	15.467	0.066	0.983
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	4.75	9.500	1.00	1.84	0.970	8.730	7.579	9.579	16.309	0.061	1.044
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	4.75	9.500	0.90	1.67	0.962	8.658	8.523	10.523	17.181	0.056	1.100



Tabel 5.3  
Settlement untuk  $q = 11 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 13 \text{ t/m}^2$  (STA 9+000 s/d STA 9+635)

untuk  $q = 11 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	ysat ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	5.80	11.600	23.20	35.00	1.000	11.000	0.345	2.345	11.345	0.213	0.213
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	5.80	11.600	7.73	11.67	1.000	11.000	1.050	3.050	12.050	0.170	0.383
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	5.80	11.600	4.64	7.00	1.000	11.000	1.777	3.777	12.777	0.145	0.528
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	5.80	11.600	3.31	5.00	1.000	11.000	2.528	4.528	13.528	0.127	0.654
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	5.80	11.600	2.58	3.89	1.000	11.000	3.302	5.302	14.302	0.113	0.767
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	5.80	11.600	2.11	3.18	1.000	11.000	4.102	6.102	15.102	0.102	0.870
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	5.80	11.600	1.78	2.69	0.994	10.934	4.929	6.929	15.863	0.093	0.962
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	5.80	11.600	1.55	2.33	0.990	10.890	5.783	7.783	16.673	0.085	1.047
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	5.80	11.600	1.36	2.06	0.984	10.824	6.665	8.665	17.489	0.078	1.126
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	5.80	11.600	1.22	1.84	0.976	10.736	7.579	9.579	18.315	0.072	1.198
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	5.80	11.600	1.10	1.67	0.972	10.692	8.523	10.523	19.215	0.068	1.266

untuk  $q = 13 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	ysat ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.532	0.615	0.143	1.689	6.85	13.700	27.40	35.00	1.000	13.000	0.345	2.345	13.345	0.231	0.231
2	1	1.5	1.462	0.591	0.140	1.700	6.85	13.700	9.13	11.67	1.000	13.000	1.050	3.050	14.050	0.186	0.416
3	1	2.5	1.395	0.569	0.138	1.711	6.85	13.700	5.48	7.00	1.000	13.000	1.777	3.777	14.777	0.160	0.576
4	1	3.5	1.333	0.550	0.135	1.722	6.85	13.700	3.91	5.00	1.000	13.000	2.528	4.528	15.528	0.141	0.717
5	1	4.5	1.274	0.533	0.133	1.734	6.85	13.700	3.04	3.89	1.000	13.000	3.302	5.302	16.302	0.126	0.843
6	1	5.5	1.218	0.518	0.131	1.746	6.85	13.700	2.49	3.18	1.000	13.000	4.102	6.102	17.102	0.115	0.958
7	1	6.5	1.164	0.505	0.130	1.758	6.85	13.700	2.11	2.69	0.996	12.948	4.929	6.929	17.877	0.105	1.063
8	1	7.5	1.114	0.493	0.129	1.771	6.85	13.700	1.83	2.33	0.994	12.922	5.783	7.783	18.705	0.097	1.159
9	1	8.5	1.066	0.483	0.128	1.784	6.85	13.700	1.61	2.06	0.990	12.870	6.665	8.665	19.535	0.090	1.249
10	1	9.5	1.020	0.474	0.127	1.798	6.85	13.700	1.44	1.84	0.984	12.792	7.579	9.579	20.371	0.083	1.332
11	1	10.5	1.029	0.479	0.128	1.812	6.85	13.700	1.30	1.67	0.974	12.662	8.523	10.523	21.185	0.078	1.410



Besarnya settlement pada STA 9+700 s/d STA 10+000 dengan  $q$  timbunan yang bervariasi.

Tabel 5.4

Settlement untuk  $q = 3 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 5 \text{ t/m}^2$  (STA 9+700 s/d STA 10+000)

untuk  $q = 3 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	1.60	3.200	6.40	35.00	1.000	3.000	3.357	2.357	3.357	0.084	0.084
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	1.60	3.200	2.13	11.67	1.000	3.000	1.083	3.083	4.083	0.055	0.139
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	1.60	3.200	1.28	7.00	1.000	3.000	1.828	3.828	4.828	0.042	0.181
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	1.60	3.200	0.91	5.00	1.000	3.000	2.592	4.592	5.592	0.035	0.216
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	1.60	3.200	0.71	3.89	1.000	3.000	3.376	5.376	6.376	0.029	0.245
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	1.60	3.200	0.58	3.18	1.000	3.000	4.181	6.181	7.181	0.025	0.270
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	1.60	3.200	0.49	2.69	0.984	2.952	5.008	7.008	7.960	0.022	0.292
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	1.60	3.200	0.43	2.33	0.980	2.940	5.857	7.857	8.797	0.019	0.311
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	1.60	3.200	0.38	2.06	0.968	2.904	6.730	8.730	9.634	0.017	0.328
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	1.60	3.200	0.34	1.84	0.950	2.850	7.627	9.627	10.477	0.015	0.342
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	1.60	3.200	0.30	1.67	0.946	2.838	8.550	10.550	11.388	0.013	0.355

untuk  $q = 5 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	2.65	5.300	10.60	35.00	1.000	5.000	0.357	2.357	5.357	0.132	0.132
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	2.65	5.300	3.53	11.67	1.000	5.000	1.083	3.083	6.083	0.096	0.228
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	2.65	5.300	2.12	7.00	1.000	5.000	1.828	3.828	6.828	0.078	0.306
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	2.65	5.300	1.51	5.00	1.000	5.000	2.592	4.592	7.592	0.066	0.373
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	2.65	5.300	1.18	3.89	1.000	5.000	3.376	5.376	8.376	0.057	0.430
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	2.65	5.300	0.96	3.18	1.000	5.000	4.181	6.181	9.181	0.050	0.480
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	2.65	5.300	0.82	2.69	0.984	4.920	5.008	7.008	9.928	0.044	0.525
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	2.65	5.300	0.71	2.33	0.976	4.880	5.857	7.857	10.737	0.039	0.564
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	2.65	5.300	0.62	2.06	0.970	4.850	6.730	8.730	11.580	0.035	0.599
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	2.65	5.300	0.56	1.84	0.964	4.820	7.627	9.627	12.447	0.032	0.632
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	2.65	5.300	0.50	1.67	0.952	4.760	8.550	10.550	13.310	0.029	0.661

Tabel 5.5  
Settlement untuk  $q = 7 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 9 \text{ t/m}^2$  (STA 9+700 s/d STA 10+000)

untuk  $q = 7 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	3.70	7.400	14.80	35.00	1.000	7.000	0.357	2.357	7.357	0.165	0.165
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	3.70	7.400	4.93	11.67	1.000	7.000	1.083	3.083	8.083	0.126	0.290
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	3.70	7.400	2.96	7.00	1.000	7.000	1.828	3.828	8.828	0.105	0.395
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	3.70	7.400	2.11	5.00	1.000	7.000	2.592	4.592	9.592	0.090	0.485
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	3.70	7.400	1.64	3.89	1.000	7.000	3.376	5.376	10.376	0.079	0.564
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	3.70	7.400	1.35	3.18	1.000	7.000	4.181	6.181	11.181	0.071	0.635
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	3.70	7.400	1.14	2.69	0.986	6.902	5.008	7.008	11.910	0.063	0.698
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	3.70	7.400	0.99	2.33	0.980	6.860	5.857	7.857	12.717	0.057	0.755
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	3.70	7.400	0.87	2.06	0.976	6.832	6.730	8.730	13.562	0.052	0.807
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	3.70	7.400	0.78	1.84	0.964	6.748	7.627	9.627	14.375	0.047	0.853
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	3.70	7.400	0.70	1.67	0.954	6.678	8.550	10.550	15.228	0.043	0.896

untuk  $q = 9 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{\text{sat}}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	po ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + po$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	4.75	9.500	19.00	35.00	1.000	9.000	0.357	2.357	9.357	0.190	0.190
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	4.75	9.500	6.33	11.67	1.000	9.000	1.083	3.083	10.083	0.148	0.338
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	4.75	9.500	3.80	7.00	1.000	9.000	1.828	3.828	10.828	0.126	0.464
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	4.75	9.500	2.71	5.00	1.000	9.000	2.592	4.592	11.592	0.110	0.573
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	4.75	9.500	2.11	3.89	1.000	9.000	3.376	5.376	12.376	0.097	0.671
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	4.75	9.500	1.73	3.18	1.000	9.000	4.181	6.181	13.181	0.088	0.758
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	4.75	9.500	1.46	2.69	0.988	8.892	5.008	7.008	13.900	0.079	0.837
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	4.75	9.500	1.27	2.33	0.984	8.856	5.857	7.857	14.713	0.072	0.909
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	4.75	9.500	1.12	2.06	0.978	8.802	6.730	8.730	15.532	0.066	0.974
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	4.75	9.500	1.00	1.84	0.970	8.730	7.627	9.627	16.357	0.060	1.035
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	4.75	9.500	0.90	1.67	0.962	8.658	8.550	10.550	17.208	0.055	1.090



Tabel 5.6  
Settlement untuk  $q = 11 \text{ t/m}^2$  dan  $q = 13 \text{ t/m}^2$  (STA 9+700 s/d STA 10+000)

untuk  $q = 11 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{sat}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	5.80	11.600	23.20	35.00	1.000	11.000	0.357	2.357	11.357	0.210	0.210
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	5.80	11.600	7.73	11.67	1.000	11.000	1.083	3.083	12.083	0.167	0.377
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	5.80	11.600	4.64	7.00	1.000	11.000	1.828	3.828	12.828	0.143	0.520
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	5.80	11.600	3.31	5.00	1.000	11.000	2.592	4.592	13.592	0.126	0.646
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	5.80	11.600	2.58	3.89	1.000	11.000	3.376	5.376	14.376	0.113	0.759
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	5.80	11.600	2.11	3.18	1.000	11.000	4.181	6.181	15.181	0.102	0.861
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	5.80	11.600	1.78	2.69	0.994	10.934	5.008	7.008	15.942	0.093	0.954
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	5.80	11.600	1.55	2.33	0.990	10.890	5.857	7.857	16.747	0.085	1.039
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	5.80	11.600	1.36	2.06	0.984	10.824	6.730	8.730	17.554	0.078	1.117
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	5.80	11.600	1.22	1.84	0.976	10.736	7.627	9.627	18.363	0.072	1.189
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	5.80	11.600	1.10	1.67	0.972	10.692	8.550	10.550	19.242	0.067	1.255

untuk  $q = 13 \text{ t/m}^2$

No	H (m)	Z (m)	e	Cc	Cs	$\gamma_{sat}$ ( $\text{t/m}^3$ )	H (m)	a (m)	m	n	2l	$\Delta p$ ( $\text{t/m}^2$ )	$p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	pc ( $\text{t/m}^2$ )	$\Delta p + p_0$ ( $\text{t/m}^2$ )	Sci (m)	Sci Kom (m)
1	1	0.5	1.386	0.567	0.138	1.713	6.85	13.700	27.40	35.00	1.000	13.000	0.357	2.357	13.357	0.226	0.226
2	1	1.5	1.380	0.565	0.137	1.722	6.85	13.700	9.13	11.67	1.000	13.000	1.083	3.083	14.083	0.183	0.409
3	1	2.5	1.375	0.563	0.137	1.731	6.85	13.700	5.48	7.00	1.000	13.000	1.828	3.828	14.828	0.158	0.567
4	1	3.5	1.369	0.561	0.137	1.741	6.85	13.700	3.91	5.00	1.000	13.000	2.592	4.592	15.592	0.140	0.707
5	1	4.5	1.363	0.560	0.137	1.750	6.85	13.700	3.04	3.89	1.000	13.000	3.376	5.376	16.376	0.126	0.834
6	1	5.5	1.357	0.558	0.136	1.760	6.85	13.700	2.49	3.18	1.000	13.000	4.181	6.181	17.181	0.115	0.949
7	1	6.5	1.352	0.556	0.136	1.770	6.85	13.700	2.11	2.69	0.996	12.948	5.008	7.008	17.956	0.105	1.054
8	1	7.5	1.346	0.554	0.136	1.781	6.85	13.700	1.83	2.33	0.994	12.922	5.857	7.857	18.779	0.097	1.150
9	1	8.5	1.341	0.552	0.135	1.792	6.85	13.700	1.61	2.06	0.990	12.870	6.730	8.730	19.600	0.089	1.240
10	1	9.5	1.335	0.550	0.135	1.803	6.85	13.700	1.44	1.84	0.984	12.792	7.627	9.627	20.419	0.083	1.323
11	1	10.5	1.329	0.549	0.135	1.814	6.85	13.700	1.30	1.67	0.974	12.662	8.550	10.550	21.212	0.077	1.399



### 5.1.2 Hubungan H awal, H akhir dan Settlement

Berdasarkan perhitungan pembebanan yang terjadi, pada STA 9+000 s/d STA 9+635 dan STA 9+700 s/d 10+000, settlement yang terjadi hampir sama yaitu:

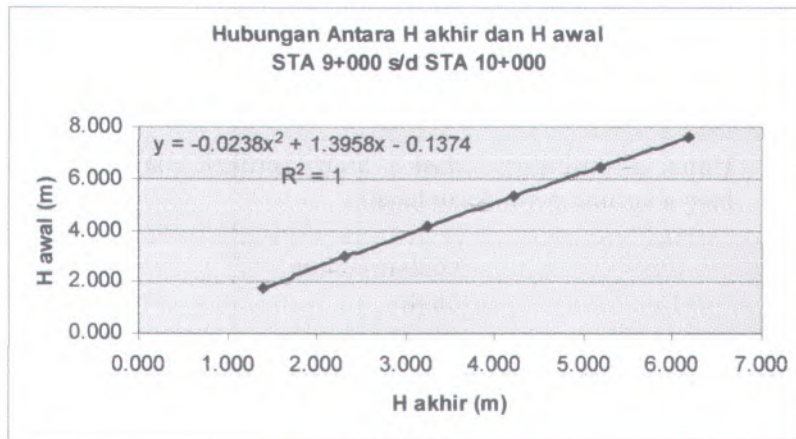
3. Pada STA 9+000 s/d STA 9+635 settlement sebesar 1.410.

4. Pada STA 9+700 s/d STA 10+000 settlement sebesar 1.399.

Dari kedua STA yang ditinjau, akan diambil nilai yang terbesar untuk proses selanjutnya. Berdasarkan Persamaan 2.5, maka hubungan H awal, H akhir dan settlement adalah sebagai berikut:

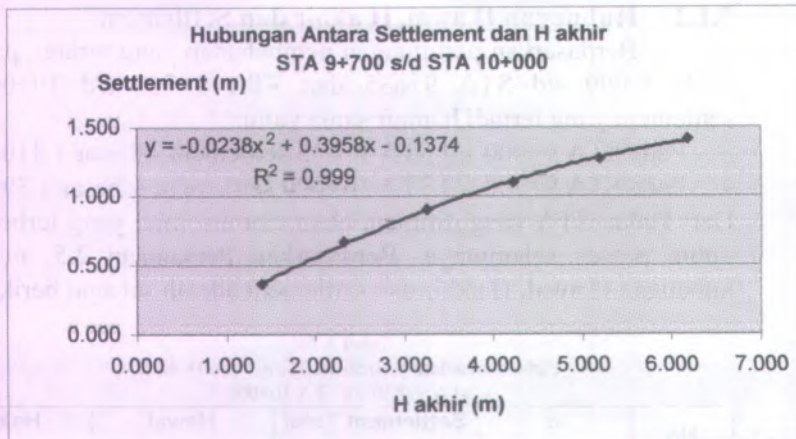
Tabel 5.7  
Hubungan antara Settlement, H awal dan H akhir  
STA 9+000 s/d STA 10+000

No	q (t/m <sup>3</sup> )	Settlement Total (m)	Hawal (m)	Hakhir (m)
1	3	0.361	1.769	1.408
2	5	0.669	2.984	2.315
3	7	0.905	4.161	3.255
4	9	1.100	5.316	4.216
5	11	1.266	6.456	5.190
6	13	1.410	7.584	6.174



Gambar 5.4

Grafik Hubungan antara H awal dan H akhir STA 9+000 s/d STA 10+000



Gambar 5.5

Grafik Hubungan antara Settlement dan H akhir  
STA 9+000 s/d STA 10+000

### 5.1.3 Waktu Konsolidasi Tanpa Vertikal Drain

Tanpa menggunakan PVD, penurunan akan berlangsung lama sekali. Dari analisa data di atas, didapatkan nilai  $C_v$  yang didapatkan dari persamaan regresi linear.

Maka waktu sampai 90% konsolidasi tercapai:

$$t = \frac{T_{90\%} (H_{dr})^2}{C_v}$$

Untuk asumsi konsolidasi 1 arah (vertikal saja) dan drainase hanya ke arah permukaan tanah:

$$\begin{aligned} H_{dr} &= 11 \text{ m} \\ C_v &= 1.029 \text{ m}^2/\text{tahun.} \\ T_{90\%} &= 0.848 \end{aligned}$$

$$t = \frac{T_{90\%} (H_{dr})^2}{C_v} = \frac{0.848 \times 11^2}{1.029} = 99.716 \text{ tahun}$$

### 5.1.4 Kecepatan Penurunan Tanpa PVD yang Relatif Besar di Awal Umur Jalan

Pada Tabel 5.7 didapatkan nilai total settlement akibat konsolidasi tanah dengan  $q = 13 \text{ m}^2/\text{tahun}$  sebesar = 1.410 meter dalam waktu 99.716 tahun.

Berikut ini diberikan rate of settlement jalan:

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

Nilai U di dapatkan dari:

$$\text{Untuk } \bar{U}_v \text{ antara } 0 \text{ s/d } 60\% \implies U = \sqrt{\frac{4 T_v}{\pi}} \times 100\%$$

$$\text{Untuk } \bar{U}_v > 60\% \implies U = (100 - 10^a) \%$$

$$\text{Dimana } a = \frac{1.781 - T_v}{0.933}$$

Tabel 5.8  
Kecepatan Penurunan Tanpa Vertikal Drain  
STA 9+000 s/d STA 10+000

Tahun ke	$T_v$	U (%)	Settlement Sc (cm)
1	0.00850	10.41	14.68
2	0.01701	14.72	20.75
3	0.02551	18.03	25.42
4	0.03402	20.82	29.35
5	0.04252	23.27	32.82
6	0.05102	25.50	35.95
7	0.05953	27.54	38.83
8	0.06803	29.44	41.51
9	0.07654	31.22	44.03
10	0.08504	32.91	46.41

Dari Tabel 5.8 dapat disimpulkan bahwa tanpa pemasangan PVD pada tahun pertama terjadi penurunan sebesar 14.68 cm. Bila dianggap *differential settlement*  $\Delta S = \frac{1}{2} S_c$ , maka  
 $\Delta S = \frac{1}{2} \times 14.68 = 7.34 \text{ cm}$ .



Beda penurunan tersebut bila dibiarkan akan meningkatkan kerusakan terutama pada perkerasan jalan yang akan tetap berlangsung pada tahun – tahun berikutnya. Selain itu dapat disimpulkan bahwa tanpa pemasangan PVD, harga derajat konsolidasi  $U$  (%) akan meningkat secara perlahan dan dalam waktu selama 10 tahun hanya akan mencapai settlement sebesar 46.41 cm yang berarti belum ada perbaikan kekuatan daya dukung tanah pada awal umur konstruksi. Dengan adanya pemasangan PVD akan membantu meningkatkan daya dukung tanah dasar karena proses pemampatan berlangsung dalam waktu yang relatif singkat.

### 5.1.5 Penentuan Kedalaman PVD

Untuk menentukan kedalaman PVD yang dibutuhkan untuk mengatasi penurunan akibat konsolidasi tanah dalam perencanaan ini perlu dipasang sampai kedalaman seluruh lapisan yang terkonsolidasi. Hal ini diperlukan karena beberapa alasan, antara lain:

1. Agar penurunan tanah hampir tidak ada lagi.
2. Agar tidak terjadi perbedaan penurunan tanah yang menyebabkan kerusakan jalan.

Untuk itu dalam perencanaan Tugas Akhir ini kedalaman PVD yang akan dipasang adalah 11 m yang jika di lihat pada profil tanah kedalaman tersebut sudah mencapai tanah dengan lapisan *stiff*.

### 5.1.6 Waktu Konsolidasi Dengan Vertikal Drain

Dalam perhitungan percepatan konsolidasi dengan PVD dipakai :

- Jarak PVD ( $s$ ) = 0.8 m, 1 m dan 1.5 m
- Cvgabungan

$$Cv_{gab} = \frac{(H_1 + H_2 + H_3 \dots \dots \dots + H_n)^2}{\left[ \left( \frac{H_1}{Cv_1} \right)^{1/2} + \left( \frac{H_2}{Cv_2} \right)^{1/2} + \left( \frac{H_n}{Cv_n} \right)^{1/2} \right]^2}$$

$$C_{vgab} = \frac{(1+1+1+1+1+1+1+1+1+1)^2}{\left[ \left( \frac{1}{\sqrt{6.36}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{5.827}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{5.294}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{4.761}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{4.227}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{3.694}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{3.161}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{2.628}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{2.095}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{1.562}} \right) + \left( \frac{1}{\sqrt{1.029}} \right) \right]^2}$$

$$Cv \text{ gabungan} = 2.985 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

$$\text{➤ } Ch = 2.5 \times Cv = 2.5 \times 2.985 = 7.4625 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

➤ Dipakai Pola Susunan Segitiga, maka:

$$D = 1.05 \times s = 1.05 \times 0.8 = 0.84 \text{ m}$$

$$= 1.05 \times 1.0 = 1.05 \text{ m}$$

$$= 1.05 \times 1.5 = 1.575 \text{ m}$$

$$\text{➤ } \text{Lebar drain (a)} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{➤ } \text{Tebal drain (b)} = 5 \text{ mm} = 0.005 \text{ m}$$

$$\text{Maka} \Rightarrow dw = \frac{0.1 + 0.005}{2} = 0.0525$$

$$\text{Jarak antar PVD (s)} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar PVD (a)} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{Tebal PVD (b)} = 0.005 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Lapisan Tanah (H)} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Jika } t = 1 \text{ minggu} = 0.01923 \text{ tahun dan Hdr} = 11 \text{ m}$$

Maka:

○ Derajat Konsolidasi arah Vertikal ( $U_v$ )

$$T_v = \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} = \frac{0.01923 \times 2.985}{11^2} = 0.000474$$

$$U_v = \sqrt{\frac{4 \times T_v}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.000474}{3.14}} = 0.0246$$

○ Derajat Konsolidasi arah Horisontal ( $U_h$ )

$$t = \left( \frac{D^2}{8 Ch} \right) F(n) \text{Ln} \frac{1}{1 - U_h}$$

$$F(n) = \text{Ln} \left( \frac{D}{dw} \right) - \frac{3}{4}$$

$$F(n) = \text{Ln} \left( \frac{0.84}{0.0525} \right) - \frac{3}{4} = 2.0226$$

$$0.01923 = \left( \frac{0.84^2}{8 \times 2.5 \times 2.985} \right) \times 2 \times 2.0226 \times \ln \frac{1}{1 - U_h}$$

$$0.01923 = 0.0478 \times \ln \frac{1}{1 - U_h}$$

$$\frac{1}{1 - U_h} = 1.495 \Rightarrow U_h = 0.3311$$

- o Derajat Konsolidasi Rata - Rata

$$(1 - \bar{U}) = (1 - U_v) \times (1 - U_h)$$

$$(1 - \bar{U}) = (1 - 0.0246) \times (1 - 0.3311)$$

$$(1 - \bar{U}) = 0.9754 \times 0.6689$$

$$(1 - \bar{U}) = 0.65445$$

$$(\bar{U}) = 0.3475$$

Dengan cara seperti di atas, maka untuk menghitung nilai  $t = 1$  minggu dan seterusnya sampai  $t = 15$  minggu dan mencoba mengubah nilai jarak PVD (s) dapat di lihat pada Tabel 5.11 hingga Tabel 5.13. Dan selanjutnya dari tabel - tabel diatas akan digrafikkan antara hubungan waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi dengan derajat konsolidasinya.



Tabel 5.9  
 Derajat Konsolidasi Rata – Rata  
 Untuk  $a=0.1$  m,  $b=0.005$  m,  $s=0.8$  m kedalaman 11 m  
 STA 9+000 s/d STA 10+000

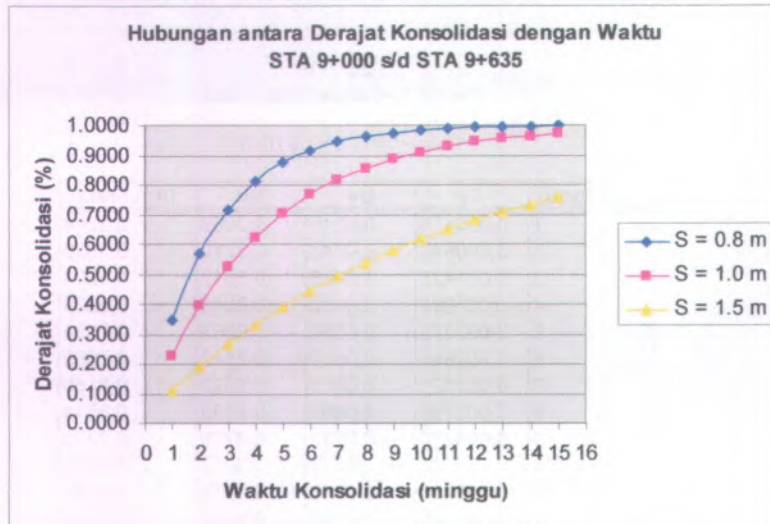
t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Urata-rata
1	0,000474	0,0246	0,3311	0,3475
2	0,000949	0,0348	0,5526	0,5682
3	0,001423	0,0426	0,7008	0,7135
4	0,001898	0,0492	0,7999	0,8097
5	0,002372	0,0550	0,8662	0,8735
6	0,002846	0,0602	0,9105	0,9159
7	0,003321	0,0650	0,9401	0,9440
8	0,003795	0,0695	0,9600	0,9627
9	0,004270	0,0737	0,9732	0,9752
10	0,004744	0,0777	0,9821	0,9835
11	0,005218	0,0815	0,9880	0,9890
12	0,005693	0,0852	0,9920	0,9927
13	0,006167	0,0886	0,9946	0,9951
14	0,006642	0,0920	0,9964	0,9967
15	0,007116	0,0952	0,9976	0,9978

Tabel 5.10  
 Derajat Konsolidasi Rata – Rata  
 untuk  $a=0.1$  m,  $b=0.005$  m,  $s=1.0$  m kedalaman 11 m  
 STA 9+000 s/d STA 10+000

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Urata-rata
1	0,000474	0,0246	0,2069	0,2264
2	0,000949	0,0348	0,3710	0,3929
3	0,001423	0,0426	0,5012	0,5224
4	0,001898	0,0492	0,6044	0,6239
5	0,002372	0,0550	0,6863	0,7035
6	0,002846	0,0602	0,7512	0,7662
7	0,003321	0,0650	0,8027	0,8155
8	0,003795	0,0695	0,8435	0,8544
9	0,004270	0,0737	0,8759	0,8850
10	0,004744	0,0777	0,9016	0,9092
11	0,005218	0,0815	0,9219	0,9283
12	0,005693	0,0852	0,9381	0,9434
13	0,006167	0,0886	0,9509	0,9553
14	0,006642	0,0920	0,9611	0,9646
15	0,007116	0,0952	0,9691	0,9721

Tabel 5.11  
Derajat Konsolidasi Rata - Rata  
untuk  $a=0.1$  m,  $b=0.005$  m,  $s=1.5$  m kedalaman 11 m  
STA 9+000 s/d STA 10+000

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Urata-rata
1	0,000474	0,0246	0,0836	0,1061
2	0,000949	0,0348	0,1602	0,1894
3	0,001423	0,0426	0,2304	0,2631
4	0,001898	0,0492	0,2947	0,3294
5	0,002372	0,0550	0,3536	0,3892
6	0,002846	0,0602	0,4077	0,4434
7	0,003321	0,0650	0,4572	0,4925
8	0,003795	0,0695	0,5025	0,5371
9	0,004270	0,0737	0,5441	0,5777
10	0,004744	0,0777	0,5822	0,6147
11	0,005218	0,0815	0,6171	0,6484
12	0,005693	0,0852	0,6492	0,6790
13	0,006167	0,0886	0,6785	0,7070
14	0,006642	0,0920	0,7053	0,7324
15	0,007116	0,0952	0,7300	0,7557



Gambar 5.6  
Grafik Hubungan antara Derajat Konsolidasi dan Waktu  
STA 9+000 s/d STA 10+000

Berdasarkan Gambar 5.6 lama waktu pemampatan untuk derajat konsolidasi 90% pemampatan total, maka pada STA 9+000 s/d STA 10+000 dipakai pemasangan PVD dengan jarak 1.0 m dengan pola pemasangan segitiga dengan waktu yang dibutuhkan 10 minggu.

## **5.2 Perhitungan Stabilitas Embankment Setelah Perbaikan Tanah Dengan PVD**

### **5.2.1 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah**

Adanya pembebanan timbunan mengakibatkan terjadinya pemampatan tanah dasar yang mengakibatkan harga  $C_u$  ( *Undrained Shear Strength* ) meningkat. Karena pembebanan timbunan tersebut dikombinasikan dengan vertikal drain, maka membuat proses pemampatan menjadi lebih cepat sehingga daya dukung tanah akan meningkat dalam waktu singkat. Pelaksanaan pembebanan timbunan tidak dapat dilaksanakan sekaligus. Karena menyesuaikan dengan kondisi daya dukung tanah pada saat awal pembebanan. Sesuai dengan perencanaan semula PVD yang dipakai adalah type Colbondrain CX 1000 dengan lebar 0.1 m tebal 0.005 m dengan pola pemasangan segitiga dan jarak yang dipakai adalah 1.0 m

Dalam perhitungan berikut, tinggi timbunan yang dibutuhkan dilapangan untuk mencapai elevasi yang diinginkan adalah untuk tinggi timbunan terendah di lapangan pada STA 9+000 adalah 3.5 m sedangkan pada daerah oprit pada STA 9+635 adalah 8.5 m. Begitu pula pada STA sisi kanan yaitu pada STA 9+700 pada daerah oprit tinggi timbunan yang dibutuhkan adalah 8.5 m sedangkan pada STA 10+000 tinggi timbunan masih sama, yaitu 8.5 m. Berdasarkan grafik hubungan H awal dan H akhir, serta grafik hubungan H akhir dan Settlement maka dapat diketahui masing – masing timbunan yang dibutuhkan dan di plot dari grafik secara linear untuk masing – masing STA.



Tabel 5.12  
Timbunan yang dibutuhkan pada perencanaan  
STA 9+000 s/d STA 10+000

No	STA	H akhir (m)	H awal (m)	Settlement (m)
1	STA 9+000	3.50	4.50	1.00
2	STA 9+100	4.29	5.40	1.11
3	STA 9+200	5.07	6.30	1.23
4	STA 9+300	5.86	7.20	1.34
5	STA 9+400	6.65	8.10	1.45
6	STA 9+500	7.44	8.90	1.46
7	STA 9+600	8.22	9.70	1.48
8	STA 9+635 s/d STA 10+000	8.50	10.00	1.50

Dari masing – masing STA tersebut akan di dapatkan Cu baru karena adanya perbaikan tanah dengan menggunakan PVD. Adapun cara perhitungan tersebut adalah:

1. Menghitung penambahan tegangan vertikal efektif akibat beban timbunan apabila derajat konsolidasi sama dengan 100%
2. Menurut Ardana dan Mochtar (1999), perhitungan kenaikan harga Cu menggunakan Persamaan 2.10 dan 2.11.

Berikut ini contoh perhitungan kenaikan harga Cu tanah dasar untuk timbunan dengan H awal = 4.50 m untuk STA 9+000

▪ Pada  $Z = 0.5$  m

▪ Data tanah:

\*  $\gamma_{sat} = 1.689 \text{ t/m}^3$

\* PI = 35.82 %

\* H tanah = 1 m

\*  $p_0' = (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times Z$   
 $= (1.689 - 1) \times 0.5 = 0.345 \text{ t/m}^2$

▪ Menghitung  $\Delta\sigma$  timbunan

a/z =  $3.5/0.5 = 7.0$

b/z =  $17.5/0.5 = 35.0$

$$\begin{aligned}
 I &= 0.5 \\
 \Delta\sigma_{\text{timb}} &= 2 \times I \times q \\
 &= 2 \times 0.5 \times ((3.5 \times 1.9) + (0.99 \times (1.9 - 1))) \\
 &= 7.54 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_p' &= p_0' + \Delta\sigma_{\text{timb}} \\
 &= 0.345 + 7.54 \\
 &= 7.895 \text{ t/m}^2 = 0.789 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Menghitung kekuatan geser *Undrained* tanah setelah konsolidasi. Harga  $C_u$  yang berubah ini merupakan harga  $C_u$  di bawah tanah timbunan

$$\begin{aligned}
 C_u \text{ baru} &= 0.0737 + (0.1899 - 0.0016 \text{ PI}) \times \sigma_p' \\
 &= 0.0737 + (0.1899 - 0.0016 (35.82)) \times 0.789 \\
 &= 0.178 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Sedangkan  $C_u$  pada bawah lereng timbunan adalah  $(C_u \text{ baru} + C_u \text{ awal})/2$

$$C_u \text{ lereng} = (0.178 + 0.081) / 2 = 0.123 \text{ kg/cm}^2.$$

- Untuk perhitungan peningkatan harga  $C_u$  pada lapisan – lapisan di bawahnya caranya adalah sama dengan di atas. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.13 sampai dengan Tabel 5.20 untuk tiap kedalaman  $z$  dan tiap  $H$  initial timbunan masing – masing STA supaya di dapatkan analisa yang optimal.

Tabel 5.13  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+000;  
H awal 4.50 m, H akhir 3.5 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	7.00	35.00	1.000	0.345	7.55	7.895	0.789	0.178	0.081	0.130
1	1.5	1.700	36.45	2.33	11.67	1.000	1.050	7.55	8.600	0.860	0.187	0.087	0.137
1	2.5	1.711	37.08	1.40	7.00	1.000	1.777	7.55	9.327	0.933	0.195	0.093	0.144
1	3.5	1.722	37.71	1.00	5.00	1.000	2.528	7.55	10.078	1.008	0.204	0.099	0.151
1	4.5	1.734	38.34	0.78	3.89	1.000	3.302	7.55	10.852	1.085	0.213	0.104	0.159
1	5.5	1.746	38.97	0.64	3.18	1.000	4.102	7.55	11.652	1.165	0.222	0.110	0.166
1	6.5	1.758	39.60	0.54	2.69	0.984	4.929	7.43	12.358	1.236	0.230	0.116	0.173
1	7.5	1.771	40.23	0.47	2.33	0.976	5.783	7.37	13.151	1.315	0.239	0.121	0.180
1	8.5	1.784	40.86	0.41	2.06	0.964	6.665	7.28	13.944	1.394	0.247	0.127	0.187
1	9.5	1.798	41.49	0.37	1.84	0.956	7.579	7.22	14.796	1.480	0.256	0.133	0.195
1	10.5	1.812	42.12	0.33	1.67	0.946	8.523	7.14	15.668	1.567	0.266	0.138	0.202

Tabel 5.14  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+100  
H awal 5.40 m, H akhir 4.29 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}+p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	8.57	35.00	1.000	0.345	9.16	9.500	0.950	0.200	0.081	0.141
1	1.5	1.700	36.45	2.86	11.67	1.000	1.050	9.16	10.206	1.021	0.208	0.087	0.148
1	2.5	1.711	37.08	1.71	7.00	1.000	1.777	9.16	10.933	1.093	0.216	0.093	0.155
1	3.5	1.722	37.71	1.22	5.00	1.000	2.528	9.16	11.683	1.168	0.225	0.099	0.162
1	4.5	1.734	38.34	0.95	3.89	1.000	3.302	9.16	12.458	1.246	0.234	0.104	0.169
1	5.5	1.746	38.97	0.78	3.18	1.000	4.102	9.16	13.258	1.326	0.243	0.110	0.176
1	6.5	1.758	39.60	0.66	2.69	0.984	4.929	9.01	13.938	1.394	0.250	0.116	0.183
1	7.5	1.771	40.23	0.57	2.33	0.976	5.783	8.94	14.719	1.472	0.258	0.121	0.190
1	8.5	1.784	40.86	0.50	2.06	0.964	6.665	8.83	15.492	1.549	0.267	0.127	0.197
1	9.5	1.798	41.49	0.45	1.84	0.956	7.579	8.75	16.332	1.633	0.275	0.133	0.204
1	10.5	1.812	42.12	0.41	1.67	0.946	8.523	8.68	17.185	1.718	0.284	0.138	0.211

Tabel 5.15  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+200;  
H awal 6.30 m, H akhir 5.07 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}+p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	10.15	35.00	1.000	0.345	10.77	11.119	1.112	0.221	0.081	0.151
1	1.5	1.700	36.45	3.38	11.67	1.000	1.050	10.77	11.824	1.182	0.229	0.087	0.158
1	2.5	1.711	37.08	2.03	7.00	1.000	1.777	10.77	12.552	1.255	0.238	0.093	0.165
1	3.5	1.722	37.71	1.45	5.00	1.000	2.528	10.77	13.302	1.330	0.246	0.099	0.172
1	4.5	1.734	38.34	1.13	3.89	1.000	3.302	10.77	14.077	1.408	0.255	0.104	0.179
1	5.5	1.746	38.97	0.92	3.18	1.000	4.102	10.77	14.877	1.488	0.263	0.110	0.187
1	6.5	1.758	39.60	0.78	2.69	0.984	4.929	10.60	15.531	1.553	0.270	0.116	0.193
1	7.5	1.771	40.23	0.68	2.33	0.976	5.783	10.52	16.299	1.630	0.278	0.121	0.200
1	8.5	1.784	40.86	0.60	2.06	0.964	6.665	10.39	17.052	1.705	0.286	0.127	0.207
1	9.5	1.798	41.49	0.53	1.84	0.956	7.579	10.30	17.879	1.788	0.295	0.133	0.214
1	10.5	1.812	42.12	0.48	1.67	0.946	8.523	10.19	18.716	1.872	0.303	0.138	0.221



Tabel 5.16  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+300  
H awal 7.20 m, H akhir 5.86 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	Pi (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}+p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	11.72	35.00	1.000	0.345	12.37	12.711	1.271	0.242	0.081	0.162
1	1.5	1.700	36.45	3.91	11.67	1.000	1.050	12.37	13.416	1.342	0.250	0.087	0.169
1	2.5	1.711	37.08	2.34	7.00	1.000	1.777	12.37	14.144	1.414	0.258	0.093	0.176
1	3.5	1.722	37.71	1.67	5.00	1.000	2.528	12.37	14.894	1.489	0.267	0.099	0.183
1	4.5	1.734	38.34	1.30	3.89	1.000	3.302	12.37	15.689	1.567	0.275	0.104	0.190
1	5.5	1.746	38.97	1.07	3.18	1.000	4.102	12.37	16.469	1.647	0.284	0.110	0.197
1	6.5	1.758	39.60	0.90	2.69	0.984	4.929	12.17	17.097	1.710	0.290	0.116	0.203
1	7.5	1.771	40.23	0.78	2.33	0.976	5.783	12.07	17.852	1.785	0.298	0.121	0.210
1	8.5	1.784	40.86	0.69	2.06	0.964	6.665	11.92	18.587	1.859	0.305	0.127	0.216
1	9.5	1.798	41.49	0.62	1.84	0.956	7.579	11.82	19.401	1.940	0.313	0.133	0.223
1	10.5	1.812	42.12	0.56	1.67	0.946	8.523	11.70	20.222	2.022	0.321	0.138	0.230

Tabel 5.17  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+400  
H awal 8.10 m, H akhir 6.65 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	Pi (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}+p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	13.30	35.00	1.000	0.345	13.93	14.277	1.428	0.263	0.081	0.172
1	1.5	1.700	36.45	4.43	11.67	1.000	1.050	13.93	14.982	1.498	0.271	0.087	0.179
1	2.5	1.711	37.08	2.66	7.00	1.000	1.777	13.93	15.709	1.571	0.279	0.093	0.186
1	3.5	1.722	37.71	1.90	5.00	1.000	2.528	13.93	16.460	1.646	0.287	0.099	0.193
1	4.5	1.734	38.34	1.48	3.89	1.000	3.302	13.93	17.234	1.723	0.295	0.104	0.200
1	5.5	1.746	38.97	1.21	3.18	1.000	4.102	13.93	18.034	1.803	0.304	0.110	0.207
1	6.5	1.758	39.60	1.02	2.69	0.984	4.929	13.71	18.638	1.864	0.310	0.116	0.213
1	7.5	1.771	40.23	0.89	2.33	0.976	5.783	13.60	19.380	1.938	0.317	0.121	0.219
1	8.5	1.784	40.86	0.78	2.06	0.964	6.665	13.43	20.096	2.010	0.324	0.127	0.225
1	9.5	1.798	41.49	0.70	1.84	0.956	7.579	13.32	20.898	2.090	0.332	0.133	0.232
1	10.5	1.812	42.12	0.63	1.67	0.946	8.523	13.18	21.703	2.170	0.340	0.138	0.239

Tabel 5.18  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+500  
H awal 8.90 m, H akhir 7.44 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	Pi (%)	a/z	b/z	2l	$p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma'_{emb}+p_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma'p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	14.87	35.00	1.000	0.345	15.47	15.816	1.582	0.283	0.081	0.182
1	1.5	1.700	36.45	4.96	11.67	1.000	1.050	15.47	16.521	1.652	0.291	0.087	0.189
1	2.5	1.711	37.08	2.97	7.00	1.000	1.777	15.47	17.248	1.725	0.299	0.093	0.196
1	3.5	1.722	37.71	2.12	5.00	1.000	2.528	15.47	17.999	1.800	0.307	0.099	0.203
1	4.5	1.734	38.34	1.65	3.89	1.000	3.302	15.47	18.773	1.877	0.315	0.104	0.210
1	5.5	1.746	38.97	1.35	3.18	1.000	4.102	15.47	19.573	1.957	0.323	0.110	0.217
1	6.5	1.758	39.60	1.14	2.69	0.984	4.929	15.22	20.152	2.015	0.329	0.116	0.222
1	7.5	1.771	40.23	0.99	2.33	0.976	5.783	15.10	20.882	2.088	0.336	0.121	0.229
1	8.5	1.784	40.86	0.87	2.06	0.964	6.665	14.91	21.580	2.158	0.342	0.127	0.235
1	9.5	1.798	41.49	0.78	1.84	0.956	7.579	14.79	22.369	2.237	0.350	0.133	0.241
1	10.5	1.812	42.12	0.71	1.67	0.946	8.523	14.64	23.159	2.316	0.357	0.138	0.248

Tabel 5.19  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+600  
H awal 9.7 m, H akhir 8.22 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}+P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	16.45	35.00	1.000	0.345	16.98	17.328	1.733	0.303	0.081	0.192
1	1.5	1.700	36.45	5.48	11.67	1.000	1.050	16.98	18.033	1.803	0.311	0.087	0.199
1	2.5	1.711	37.08	3.29	7.00	1.000	1.777	16.98	18.761	1.876	0.319	0.093	0.206
1	3.5	1.722	37.71	2.35	5.00	1.000	2.528	16.98	19.511	1.951	0.326	0.099	0.212
1	4.5	1.734	38.34	1.83	3.89	1.000	3.302	16.98	20.286	2.029	0.334	0.104	0.219
1	5.5	1.746	38.97	1.50	3.18	1.000	4.102	16.98	21.086	2.109	0.343	0.110	0.226
1	6.5	1.758	39.60	1.27	2.69	0.984	4.929	16.71	21.640	2.164	0.348	0.116	0.232
1	7.5	1.771	40.23	1.10	2.33	0.976	5.783	16.58	22.359	2.236	0.354	0.121	0.238
1	8.5	1.784	40.86	0.97	2.06	0.964	6.665	16.37	23.038	2.304	0.361	0.127	0.244
1	9.5	1.798	41.49	0.87	1.84	0.956	7.579	16.24	23.815	2.381	0.368	0.133	0.250
1	10.5	1.812	42.12	0.78	1.67	0.946	8.523	16.07	24.590	2.459	0.375	0.138	0.257

Tabel 5.20  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+635  
H awal 10.00 m, H akhir 8.50 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}+P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.689	35.82	20.00	35.00	1.000	0.345	17.51	17.851	1.785	0.310	0.081	0.196
1	1.5	1.700	36.45	6.67	11.67	1.000	1.050	17.51	18.556	1.856	0.318	0.087	0.202
1	2.5	1.711	37.08	4.00	7.00	1.000	1.777	17.51	19.284	1.928	0.325	0.093	0.209
1	3.5	1.722	37.71	2.86	5.00	1.000	2.528	17.51	20.034	2.003	0.333	0.099	0.216
1	4.5	1.734	38.34	2.22	3.89	1.000	3.302	17.51	20.809	2.081	0.341	0.104	0.223
1	5.5	1.746	38.97	1.82	3.18	1.000	4.102	17.51	21.609	2.161	0.349	0.110	0.230
1	6.5	1.758	39.60	1.54	2.69	0.984	4.929	17.23	22.155	2.216	0.354	0.116	0.235
1	7.5	1.771	40.23	1.33	2.33	0.976	5.783	17.09	22.869	2.287	0.361	0.121	0.241
1	8.5	1.784	40.86	1.18	2.06	0.964	6.665	16.88	23.542	2.354	0.367	0.127	0.247
1	9.5	1.798	41.49	1.05	1.84	0.956	7.579	16.74	24.315	2.431	0.374	0.133	0.253
1	10.5	1.812	42.12	0.95	1.67	0.946	8.523	16.56	25.085	2.508	0.381	0.138	0.260

Tabel 5.21  
Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah STA 9+700  
H awal 10.00 m, H akhir 8.50 m

Hi (m)	Z (m)	$\gamma_{sat}$ ( $t/m^3$ )	PI (%)	a/z	b/z	2l	$P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}$ ( $t/m^2$ )	$\Delta\sigma_{emb}+P_0'$ ( $t/m^2$ )	$\sigma_p'$ ( $kg/cm^2$ )	Cu baru ( $kg/cm^2$ )	Cu awal ( $kg/cm^2$ )	Cu lereng ( $kg/cm^2$ )
1	0.5	1.713	37.64	17.00	35.00	1.000	0.357	17.51	17.863	1.786	0.305	0.081	0.193
1	1.5	1.722	37.65	5.67	11.67	1.000	1.083	17.51	18.590	1.859	0.315	0.087	0.201
1	2.5	1.731	37.65	3.40	7.00	1.000	1.828	17.51	19.334	1.933	0.324	0.093	0.209
1	3.5	1.741	37.66	2.43	5.00	1.000	2.594	17.51	20.100	2.010	0.334	0.099	0.216
1	4.5	1.750	37.67	1.89	3.89	1.000	3.375	17.51	20.882	2.088	0.344	0.104	0.224
1	5.5	1.760	37.68	1.55	3.18	1.000	4.180	17.51	21.687	2.169	0.355	0.110	0.232
1	6.5	1.770	37.69	1.31	2.69	0.984	5.005	17.23	22.231	2.223	0.362	0.116	0.239
1	7.5	1.781	37.69	1.13	2.33	0.976	5.858	17.09	22.944	2.294	0.371	0.121	0.246
1	8.5	1.792	37.70	1.00	2.06	0.964	6.732	16.88	23.608	2.361	0.380	0.127	0.253
1	9.5	1.803	37.71	0.89	1.84	0.956	7.629	16.74	24.365	2.436	0.389	0.133	0.261
1	10.5	1.814	37.72	0.81	1.67	0.946	8.547	16.56	25.108	2.511	0.399	0.138	0.269



### 5.2.2 Analisa Stabilitas Timbunan

Maksud dari pelaksanaan analisa stabilitas timbunan adalah memeriksa kestabilan talud timbunan arah melintang, sehingga dapat diketahui apakah dalam pelaksanaan memerlukan perkuatan geotextile atau tidak. Analisa stabilitas talud timbunan dilakukan dengan bantuan program *Dxstable* yang didasarkan pada metode Bishop. Hasil dari kelongsoran yang di dapat dan angka keamanan (*Safety Factor*) dari sepuluh bidang kelongsoran yang terdalam/terluas. Adapun data yang digunakan sebagai input program *Dxstable* menggunakan asumsi sebagai berikut, bahwa analisa stabilitas talud timbunan menggunakan parameter tanah dasar yang sudah termampatkan akibat penimbunan awal, sehingga harga  $C_u$  yang dipakai adalah:

1. untuk tanah di bawah timbunan menggunakan  $C_u$  baru yang sudah dihitung dalam perhitungan kenaikan daya dukung tanah.
2. untuk tanah yang berada di bagian lereng dari timbunan maka  $C_u$  memakai  $C_u$  lereng yang sudah dihitung dalam perhitungan kenaikan daya dukung tanah.
3. untuk tanah yang masih belum kena bagian timbunan masih tetap menggunakan  $C_u$  tanah asli.

Proses dan hasil analisa kestabilan talud timbunan dengan program *Dxstable* secara lengkap dapat dilihat pada lampiran. Koordinat – koordinat yang membentuk bidang kelongsoran dengan lingkaran terdalam tersebut diplot dengan menggunakan program Microsoft Excel.

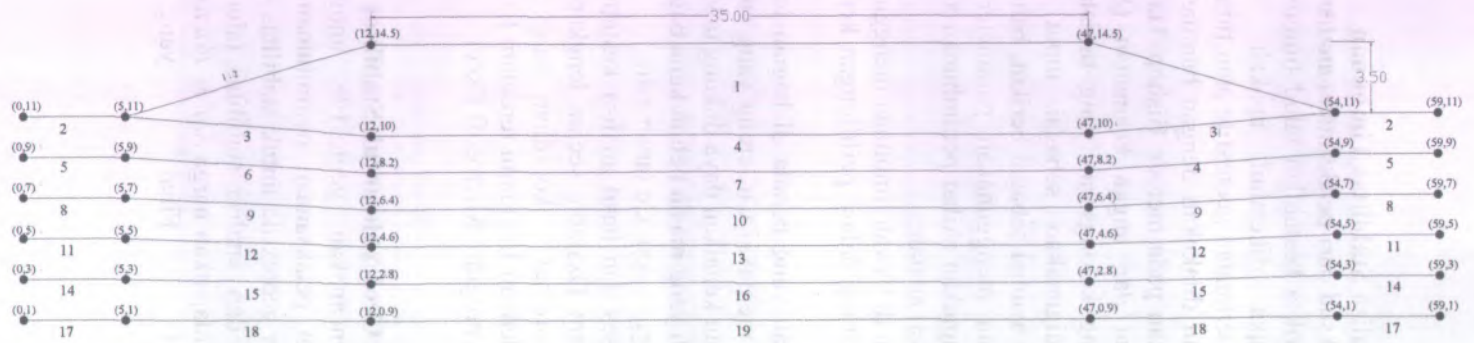
### 5.3 Perencanaan Geotextile untuk Stabilitas Talud Timbunan

Dalam merencanakan geotextile untuk stabilitas talud timbunan pada saat pelaksanaan penimbunan dilakukan dengan metode perencanaan geotextile untuk stabilitas penimbunan di atas tanah lunak. Hasil dari analisa stabilitas talud timbunan dengan program *Dxstable* didapatkan harga *Safety Factor* untuk tinggi akhir timbunan (H Final yang bervariasi)..



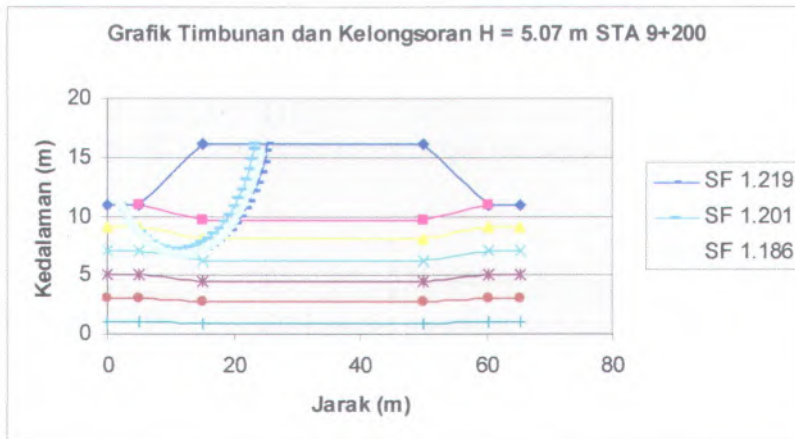
**5.3.1 Perencanaan Geotextile Arah Melintang**

Berikut ini adalah contoh langkah – langkah perencanaan geotextile untuk timbunan untuk H final timbunan sebesar 3.5 m. Adapun profil timbunan arah melintang dengan H final 3.5 m.



Gambar 5.7  
Input Profil Timbunan Arah Melintang  
STA 9+000 H Final 3.5 m

Dari analisa *Dxstable* dapat diketahui harga SF nya kemudian dengan mengplot koordinat – koordinat yang membentuk bidang kelongsoran melalui grafik dari mirosoft excel. Berdasarkan analisa tersebut dapat diketahui nilai titik pusat jari – jari bidang kelongsoran dan momen resisten. Berikut ini adalah hasil dari analisa dengan menggunakan *Dxstable*.



Dari hasil analisa *Dxstable* didapatkan :

$$\text{SF} = 1.186$$

$$\text{Titik Pusat Koordinat X} = 11.81 \text{ m}$$

$$\text{Titik Pusat Koordinat Y} = 20.21 \text{ m}$$

$$\text{Momen resisten} = 7971 \text{ KNm}$$

$$\text{Momen dorong} =$$

$$\frac{\text{momen resisten}}{\text{SF}} = \frac{7971}{1.186} = 6720.91 \text{ KNm}$$

$$\text{SF rencana} = 1.25$$

$$\text{Momen resisten rencana} = \text{SF rencana} \times \text{Momen dorong}$$

$$= 1.25 \times 6720.91$$

$$= 8401.14 \text{ KNm}$$

$$\Delta \text{MR} = \text{momen resisten rencana} - \text{momen resisten}$$

$$= 8401.14 - 7971$$

$$= 430.14 \text{ KNm}$$

$$\text{Sehingga jarak pusat geotextile 1} = 20.21 - 11 = 9.21$$

Kekuatan ultimate geotextile = 60 KNm

Kekuatan Ijin geotextile =

$$T_{allow} = T_{ult} \left( \frac{1}{FS_{ID} \times FS_{CR} \times FS_{CD} \times FS_{BD}} \right)$$

$$T_{allow} = 60 \left( \frac{1}{1.2 \times 2.2 \times 1.1 \times 1.2} \right) = 17.22 \text{ KNm}$$

Maka kekuatan jika memakai 1 geotextile maka

$$= 17.22 \times 9.21$$

$$= 158.59 \text{ KNm}$$

Begitu seterusnya dan dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut:

Tabel 5.22  
Hasil analisa *Dxstable* untuk H akhir 5.07 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.186	7971	6720.91	1.25	8401.14	430.14	17.22	11.81	20.21
1.209	5022	4153.85	1.25	5192.31	170.31	17.22	9.68	18.39
1.235	4691	3798.38	1.25	4747.98	56.98	17.22	10.04	17.93
1.242	3757	3024.96	1.25	3781.20	24.20	17.22	9.45	17.07
1.271	3891	3061.37	1.25	3826.71	-64.29	17.22	9.38	17.41
1.278	6322	4946.79	1.25	6183.49	-138.51	17.22	10.07	19.80
1.284	3360	2616.82	1.25	3271.03	-88.97	17.22	9.05	16.88
1.322	4833	3655.82	1.25	4569.78	-263.22	17.22	11.31	17.61
1.358	8932	6577.32	1.25	8221.65	-710.35	17.22	12.94	21.16
1.365	8002	5862.27	1.25	7327.84	-674.16	17.22	13.41	19.86

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.201	7232	6021.65	1.25	7527.06	295.06	17.22	11.16	19.95
1.229	5285	4300.24	1.25	5375.31	90.31	17.22	10.75	18.16
1.242	5039	4057.17	1.25	5071.46	32.46	17.22	10.48	18.13
1.244	6685	5373.79	1.25	6717.24	32.24	17.22	11.61	19.32
1.259	5777	4588.56	1.25	5735.70	-41.30	17.22	10.88	18.78
1.263	11140	8820.27	1.25	11025.34	-114.66	17.22	13.49	21.90
1.277	8891	6962.41	1.25	8703.01	-187.99	17.22	11.62	21.64
1.380	7927	5744.20	1.25	7180.25	-746.75	17.22	11.42	21.11
1.390	5366	3860.43	1.25	4825.54	-540.46	17.22	12.26	17.89
1.486	8979	6042.40	1.25	7552.99	-1426.01	17.22	14.50	20.29



SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.219	8879	7283.84	1.25	9104.80	225.80	17.22	12.15	21.00
1.242	6488	5223.83	1.25	6529.79	41.79	17.22	11.80	18.98
1.254	6246	4980.86	1.25	6226.08	-19.92	17.22	11.51	18.97
1.277	7073	5538.76	1.25	6923.45	-149.55	17.22	11.94	19.67
1.284	8154	6350.47	1.25	7938.08	-215.92	17.22	12.71	20.23
1.307	10850	8301.45	1.25	10376.82	-473.18	17.22	12.65	22.86
1.326	13500	10181.00	1.25	12726.24	-773.76	17.22	14.58	23.01
1.414	9601	6789.96	1.25	8487.45	-1113.55	17.22	12.52	22.23
1.526	12690	8315.86	1.25	10394.82	-2295.18	17.22	11.86	25.40
1.542	6488	4207.52	1.25	5259.40	-1228.60	17.22	13.58	18.70

Sedangkan untuk mendapatkan kebutuhan geotextile pada H final 5.07 m adalah sebagai berikut:

Tabel 5.23  
Kebutuhan Geotextile

SF Minimum=	1.186	SF Minimum=	1.242
kord.X titik pusat	11.81	kord.X titik pusat:	9.45
kord.Y titik pusat	20.21	kord.Y titik pusat:	17.07
M.Resisten=	7971.00 KN-m	M.Resisten=	3757.00 KN-m
SF perlu=	1.25	SF perlu=	1.25
M.dorong=	6720.91 KN-m	M.dorong=	3024.96 KN-m
M.Resisten perl	8401.14 KN-m	M.Resisten perlu	3781.20 KN-m
$\Delta$ MR=	430.14 KN-m	$\Delta$ MR=	24.20 KN-m
Jarak antar gete	0.2 m	Jarak antar gete>	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.21	17.22	158.5962
2	9.01	17.22	313.7484
3	8.81	17.22	465.4566
4	8.61	17.22	613.7208

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	6.07	17.22	104.5254
2	5.87	17.22	205.6068

SF Minimum=	1.201
kord.X titik pusat	11.16
kord.Y titik pusat	19.95
M.Resisten=	7232.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	6021.65 KN-m
M.Resisten perlu	7527.06 KN-m
$\Delta$ MR=	295.06 KN-m
Jarak antar gete	0.2 m

SF Minimum=	1.244
kord.X titik pusat	11.61
kord.Y titik pusat	19.32
M.Resisten=	6685.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	5373.79 KN-m
M.Resisten perlu	6717.24 KN-m
$\Delta$ MR=	32.24 KN-m
Jarak antar gete	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	8.95	17.22	154.119
2	8.75	17.22	304.794
3	8.55	17.22	452.025

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	8.32	17.22	143.2704
2	8.12	17.22	283.0968
3	7.92	17.22	419.4792

SF Minimum=	1.219
kord.X titik pusat	12.15
kord.Y titik pusat	21.00
M.Resisten=	8879.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	7283.84 KN-m
M.Resisten perlu	9104.80 KN-m
$\Delta$ MR=	225.80 KN-m
Jarak antar gete	0.2 m

SF Minimum=	1.242
kord.X titik pusat	11.80
kord.Y titik pusat	18.98
M.Resisten=	6488.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	5223.83 KN-m
M.Resisten perlu	6529.79 KN-m
$\Delta$ MR=	41.79 KN-m
Jarak antar gete	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.00	17.22	172.2
2	9.80	17.22	340.956
3	9.60	17.22	506.268

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	7.98	17.22	137.4156
2	7.78	17.22	271.3872
3	7.58	17.22	401.9148

Dari contoh di atas maka timbunan dengan H 5.07 m membutuhkan 3 layer geotextile.

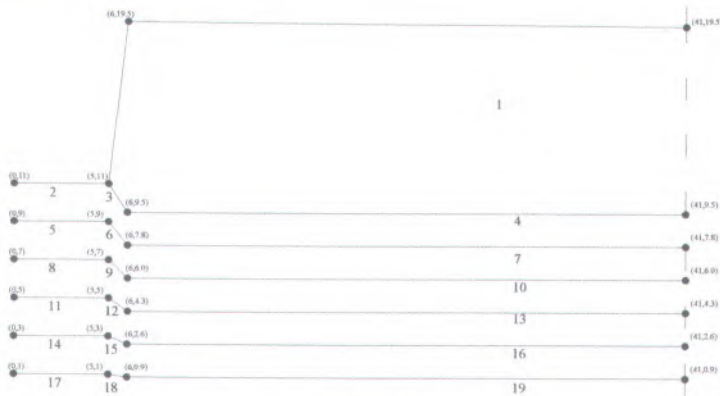
Untuk hasil selengkapnya pada tiap – tiap STA dan variasi timbunan dapat dilihat pada Lampiran. Sedangkan hasil kebutuhan masing – masing STA dapat di lihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24  
 Kebutuhan Geotextile untuk Timbunan yang Bervariasi  
 Arah Melintang

No	Lokasi	H awal	H akhir	Settlement	Kebutuhan Geotextile
ARAH MELINTANG					
1	STA 9+000	4.50	3.50	1.00	-
2	STA 9+100	5.40	4.29	1.11	1 layer
3	STA 9+200	6.30	5.07	1.23	3 layer
4	STA 9+300	7.20	5.86	1.34	6 layer
5	STA 9+400	8.10	6.65	1.45	9 layer
6	STA 9+500	8.90	7.44	1.46	12 layer
7	STA 9+600	9.70	8.22	1.48	20 layer
8	STA 9+635	10.00	8.50	1.50	24 layer
9	STA 9+700 s/d STA 10+000	10.00	8.50	1.50	23 layer

### 5.3.2 Perencanaan Geotextile Arah Memanjang

Perencanaan geotextile arah memanjang ini yang perlu di check adalah pada STA 9+635 dan STA 9+700, dimana pada STA tersebut terdapat oprit jembatan yang melintasi dengan jalan arteri. Timbunan pada STA 9+635 dan STA 9+700 merupakan timbunan yang cukup tinggi yaitu H akhir rencana = 8.5 m. Adapun profil dari tanah timbunan untuk arah memanjang adalah sebagai berikut:

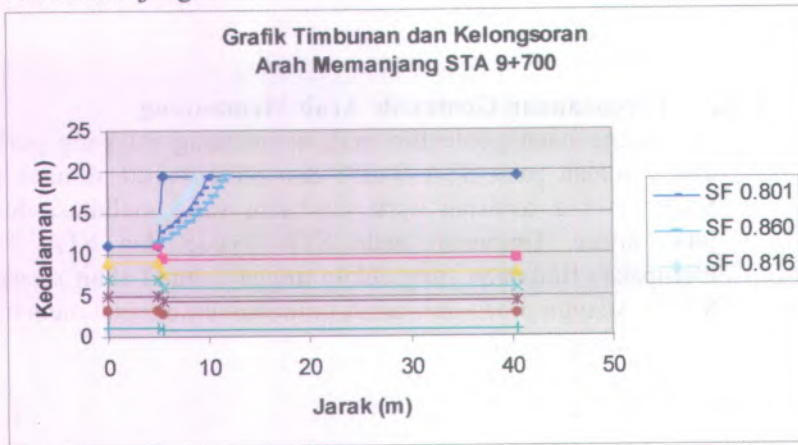


Gambar 5.8  
 Input Profil Timbunan Arah Memanjang  
 STA 9+635 H Final 8.5 m



Berdasarkan profil tanah pada Gambar 5.8, selanjutnya akan di analisa dengan menggunakan *Dxstable* untuk mengetahui besarnya nilai  $\Delta MR$ . Dengan adanya  $\Delta MR$  yang didapatkan, maka perlu dianalisa untuk perkuatan timbunan tersebut apakah masih membutuhkan perkuatan geotextile atau tidak. Namun pada perencanaan oprit jembatan tersebut, abutment jembatan menggunakan pondasi tiang pancang, dimana hal ini dapat mendukung besarnya  $\Delta MR$  yang terjadi. Oleh karena itu kebutuhan geotextile di sini dapat berkurang karena adanya faktor dukungan dari tiang pancang itu sendiri.

Berikut ini adalah hasil analisa *Dxstable* untuk STA 9+635 arah memanjang.



Dari hasil analisa *Dxstable* didapatkan :

$$\text{SF} = 0.848$$

$$\text{Titik Pusat Koordinat X} = 1.77 \text{ m}$$

$$\text{Titik Pusat Koordinat Y} = 21.60 \text{ m}$$

$$\text{Momen resisten} = 483.10 \text{ KNm}$$

$$\text{Momen dorong} =$$

$$\frac{\text{momen resisten}}{\text{SF}} = \frac{483.10}{0.848} = 569.69 \text{ KNm}$$

$$\text{SF rencana} = 1.25$$

$$\text{Momen resisten rencana} = \text{SF rencana} \times \text{Momen dorong}$$

$$= 1.25 \times 569.69$$

$$\begin{aligned}
 &= 712.12 \text{ KNm} \\
 \Delta MR &= \text{momen resisten rencana} - \text{momen resisten} \\
 &= 712.12 - 483.10 \\
 &= 229.02 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.25  
Hasil analisa *Dxstable* untuk Arah memanjang STA 9+635

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.848	483.1	569.69	1.25	712.12	229.02	17.22	1.77	21.60	6.54
1.693	8839	5220.91	1.25	6526.14	-2312.86	17.22	4.17	20.84	9.9
1.744	658.9	377.81	1.25	472.26	-186.64	17.22	5.15	20.06	3.97
1.755	15560	8866.10	1.25	11082.62	-4477.38	17.22	11.82	20.58	13.46
1.759	15310	8703.81	1.25	10879.76	-4430.24	17.22	12.01	20.23	13.35
1.821	17190	9439.87	1.25	11799.84	-5390.16	17.22	12.67	20.82	14.23
1.945	15380	7907.46	1.25	9884.32	-5495.68	17.22	4.29	24.23	13.32
1.958	18910	9657.81	1.25	12072.27	-6837.73	17.22	12.78	21.92	14.83
1.965	28590	14549.62	1.25	18187.02	-10402.98	17.22	14.36	25.72	19.22
1.988	21990	11061.37	1.25	13826.71	-8163.29	17.22	9.64	24.28	15.32

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.861	7672	8910.57	1.25	11138.21	3466.21	17.22	-6.12	27.60	19.68
0.897	6460	7201.78	1.25	9002.23	2542.23	17.22	-3.31	24.99	15.96
0.916	216	235.59	1.25	294.49	78.69	17.22	0.89	24.14	7.78
1.653	189	114.28	1.25	142.85	-46.05	17.22	4.92	21.13	3.37
1.700	8882	5224.71	1.25	6530.88	-2351.12	17.22	4.20	20.83	9.89
1.758	15560	8850.97	1.25	11063.71	-4496.29	17.22	11.83	20.58	13.46
1.763	15300	8678.39	1.25	10847.99	-4452.01	17.22	12.02	20.23	13.35
1.770	83360	47096.05	1.25	58870.06	-24489.94	17.22	-22.24	83.51	77.11
1.825	17180	9413.70	1.25	11767.12	-5412.88	17.22	12.67	20.82	14.23
1.949	15410	7906.62	1.25	9883.27	-5526.73	17.22	4.31	24.22	13.31

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.817	1383	1692.78	1.25	2115.97	732.97	17.22	-0.15	22.30	9.55
1.642	1824	1110.84	1.25	1388.55	-435.45	17.22	4.77	20.06	5.67
1.684	8764	5204.28	1.25	6505.34	-2258.66	17.22	4.14	20.83	9.88
1.750	15520	8868.57	1.25	11085.71	-4434.29	17.22	11.80	20.57	13.45
1.754	15260	8700.11	1.25	10875.14	-4384.86	17.22	11.99	20.22	13.34
1.816	17140	9438.33	1.25	11797.91	-5342.09	17.22	12.64	20.81	14.22
1.939	15300	7890.67	1.25	9863.33	-5436.67	17.22	4.27	24.21	13.32
1.949	18860	9676.76	1.25	12095.95	-6764.05	17.22	12.74	21.90	14.82
1.964	28560	14541.75	1.25	18177.19	-10382.81	17.22	14.35	25.71	19.21
1.984	21060	10614.92	1.25	13268.65	-7791.35	17.22	10.31	23.87	15.12



Sedangkan pada oprit jembatan direncanakan kebutuhan tiang pancang sebagai berikut:

- a. Diameter luar tiang pancang = 0.60 cm
- b. Diameter dalam tiang pancang = 0.50 cm
- c. Jumlah tiang pancang = 10 bh
- d. Panjang tiang pancang = 15.50 m
- e. *Momen bending cracking 1 tiang* = 17 t-m

Berdasarkan data - data tersebut di atas, maka dapat diketahui besarnya  $\Delta MR$  yang dapat didukung oleh tiang pancang tersebut. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan untuk mendapatkan besarnya  $\Delta MR$ .

$$SF = 0.848$$

$$R = 6.54 \text{ m}$$

$$\text{Cu tanah} = 0.305 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sehingga } q_u = 2 \cdot \text{Cu} = 2 \cdot 0.305 = 0.61 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Berdasarkan Grafik didapatkan nilai } f = 6 \text{ t/ft}^3 = 0.192 \text{ kg/cm}^3 = 192 \text{ t/m}^3$$

Selanjutnya mencari besarnya Inersia (I) dan faktor kekakuan (T)

$$I = \frac{1}{4} \pi (R_{\text{luar}}^4 - R_{\text{dalam}}^4) = \frac{1}{4} \pi (0.3^4 - 0.25^4) = 0.0033 \text{ m}^4$$

$$T = \left( \frac{E I}{f} \right)^{1/5} = \left( \frac{10^6 \times 0.0033}{192} \right)^{1/5} = 1.77 \text{ m}$$

Sedangkan nilai L merupakan panjangnya tiang beton yang tertahan di bawah/di atas bidang gelincir. Disini diasumsikan 170 cm. Untuk itu nilai:

$$\frac{L}{T} = \frac{1.70}{1.77} = 0.96$$

Berdasarkan grafik didapatkan nilai FM sebesar 1.00.

$$\text{Momen bending cracking 1 tiang} = 17 \text{ t-m}$$

$$P_{\text{max 1 tiang}} = \frac{\text{Momen cracking 1 tiang pancang}}{T \cdot FM}$$

$$P_{\text{max 1 tiang}} = \frac{17}{1.77 \times 1} = 9.63 \text{ ton}$$



$$\begin{aligned}\Delta MR_{tp} &= n \cdot R \cdot P_{\max 1 \text{ tiang}} \\ &= 10 \cdot 6.54 \cdot 9.63 \\ &= 629.79 \text{ t-m}\end{aligned}$$

Dari analisa di atas dukungan  $\Delta MR_{tp}$  yang diberikan oleh tiang pancang tersebut sebesar 629.79 tm, sedangkan  $\Delta MR$  yang diperlukan agar tanah tersebut tetap stabil adalah sebesar 229.02 KNm  $\approx$  22.90 tm. Dari kondisi tersebut di atas, maka kebutuhan  $\Delta MR$  yang masih harus diperlukan perkuatan adalah sebesar :

$$\begin{aligned}\Delta MR_{\text{perlu}} &= \Delta MR - \Delta MR_{tp} \\ \Delta MR_{\text{perlu}} &= 22.90 - 629.79 = -606.88 \text{ tm}\end{aligned}$$

Adapun perhitungan untuk mendapatkan besarnya masing – masing  $\Delta MR_{tp}$  adalah sebagai berikut:

Tabel 5.26  
Kebutuhan Geotextile Arah Memanjang

SF	R	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	f			I m <sup>4</sup>	T	L/T	FM
			(ton/ft <sup>3</sup> )	(kg/cm <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )				
0.848	6.54	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.861	19.68	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.897	15.96	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.916	7.78	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.817	9.55	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00

SF	M. cracking (t-m)	P max 1 tp (ton)	$\Delta MR_{tp}$ t-m	$\Delta MR$ total t-m	$\Delta MR$ perlu t-m	Kesimpulan
0.848	17.0	9.63	629.79	22.90	-606.88	tdk perlu geotextile
0.861	17.0	9.63	629.79	346.62	-283.16	tdk perlu geotextile
0.897	17.0	9.63	629.79	254.22	-375.56	tdk perlu geotextile
0.916	17.0	9.63	629.79	7.87	-621.92	tdk perlu geotextile
0.817	17.0	9.63	629.79	73.30	-556.49	tdk perlu geotextile

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan pada STA 9+635 tidak diperlukan geotextile untuk arah memanjang.

Sedangkan untuk perhitungan pada STA 9+700 dapat dilihat pada Lampiran 3, dan pada STA tersebut juga tidak memerlukan geotextile untuk arah memanjang.

## 5.4 Perencanaan Perkerasan Jalan

### 5.4.1 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur ini akan digunakan dengan metode Bina Marga (Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, 1987).

Adapun tahapan – tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. LHR pada awal umur rencana jalan

Asumsi data LHR untuk perencanaan jalan tol Surabaya – Mojokerto ini adalah menggunakan LHR dari data yang masuk dan keluar melalui pintu tol yang sudah beroperasi. Dalam tugas akhir ini akan menggunakan data LHR dari rute jalan tol Surabaya – Gempol dengan rute pintu tol Waru - Gempol. Dari data yang ada diasumsikan untuk penggolongan jenis kendaraan sebagai berikut:

1. Jenis Kendaraan Golongan I (LV) = 31549 kendaraan  
Golongan I diasumsikan dengan komposisi:
  - a. Type 1.1 MP = 50 % x 31550 = 15775 kendaraan
  - b. Type 1.2 L = 50 % x 31550 = 15775 kendaraan
2. Jenis Kendaraan Golongan IIA Umum (LB)  
Merupakan kendaraan type 1.2 Bus = 340 kendaraan
3. Jenis Kendaraan Golongan IIA (MHV)  
Merupakan kendaraan type 1.22 truck = 2214 kendaraan
4. Jenis Kendaraan Golongan IIB (LT) = 2938 kendaraan
  - e. Type 1.2+2.2 Trailer = 40 % x 2938 = 1176 kendaraan
  - f. Type 1.2-2 Trailer = 30 % x 2938 = 881 kendaraan
  - g. Type 1.2-22 Trailer = 30 % x 2938 = 881 kendaraan

#### 2. LHR umur rencana jalan

Jalan tol ini direncanakan dengan umur jalan ( n ) sampai 10 tahun dan masa pertumbuhan volume kendaraan ( i ) sebesar 2 %. Berdasarkan Persamaan 2.26 maka LHR umur rencana jalan adalah:



Tabel 5.27  
LHR umur rencana

Type Kendaraan	LHR awal	i	umur rencana	LHR pada tahun ke-n
1.1 MP	15775	2.00%	10	19230
1.2 L	15775	2.00%	10	19230
1.2 Bus	340	2.00%	10	414
1.22 Truck	2214	2.00%	10	2699
1.2+2.2 Trailer	1176	2.00%	10	1434
1.2-2 Trailer	881	2.00%	10	1074
1.2-22 Trailer	881	2.00%	10	1074

3. Angka Ekuivalen (E)

Untuk mendapatkan besarnya nilai angka ekuivalen dari komposisi kendaraan (E) dapat dilihat pada Tabel 2.3

4. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Berdasarkan Persamaan 2.29 maka LEP dari tiap – tiap type kendaraan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.28  
Lintas ekuivalen permulaan (LEP)

No	Type kendaraan	LHR AWAL	E	C	LEP
1	1.1 MP	15775	0.0004	0.20	1.26
2	1.2 L	15775	0.2174	0.40	1371.79
3	1.2 Bus	340	0.3006	0.40	40.88
4	1.22 Truck	2214	2.7416	0.40	2427.96
5	1.2+2.2 Trailer	1176	4.9283	0.40	2318.27
6	1.2-2 Trailer	881	6.1179	0.40	2155.95
7	1.2-22 Trailer	881	10.183	0.40	3588.49



### 5. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Berdasarkan Persamaan 2.30 maka LEA dari tiap – tiap type kendaraan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.29  
Lintas ekivalen akhir (LEA)

No	Type kendaraan	LHR akhir	E	C	LEA
1	1.1 MP	19230	0.0004	0.20	1.54
2	1.2 L	19230	0.2174	0.40	1672.21
3	1.2 Bus	414	0.3006	0.40	49.83
4	1.22 Truck	2699	2.7416	0.40	2959.67
5	1.2+2.2 Trailer	1434	4.9283	0.40	2825.96
6	1.2-2 Trailer	1074	6.1179	0.40	2628.09
7	1.2-22 Trailer	1074	10.183	0.40	4374.35

### 6. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Berdasarkan Persamaan 2.31 maka LET dari tiap – tiap type kendaraan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.30  
Lintas ekivalen tengah (LET)

No	Type kendaraan	LEP	LEA	LET
1	1.1 MP	1.26	1.54	1.40
2	1.2 L	1371.79	1672.21	1522.00
3	1.2 Bus	40.88	49.83	45.36
4	1.22 Truck	2427.96	2959.67	2693.82
5	1.2+2.2 Trailer	2318.27	2825.96	2572.12
6	1.2-2 Trailer	2155.95	2628.09	2392.02
7	1.2-22 Trailer	3588.49	4374.35	3981.42

7. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Berdasarkan Persamaan 2.32 maka LER dari tiap – tiap type kendaraan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.31  
Lintas ekuivalen rencana (LER)

No	Type kendaraan	LET	FP	LER
1	1.1 MP	1.40	1	1.40
2	1.2 L	1522.00	1	1522.00
3	1.2 Bus	45.36	1	45.36
4	1.22 Truck	2693.82	1	2693.82
5	1.2+2.2 Trailer	2572.12	1	2572.12
6	1.2-2 Trailer	2392.02	1	2392.02
7	1.2-22 Trailer	3981.42	1	3981.42
<b>Total</b>				<b>13208.13</b>

8. Daya Dukung Tanah Dasar ( DDT)

Pembangunan perkerasan jalan tol ini akan dilaksanakan di atas tanah timbunan. Untuk itu yang menjadi lapisan subgrade adalah CBR dari tanah timbunan. Adapun data CBR untuk tanah timbunan tersebut sebesar 38.50 %

9. Indeks Permukaan (IP)

Dalam penentuan nilai Ipt dan Ipo harus dipertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lalu lintas. Berdasarkan Tabel 2.5 didapatkan nilai untuk IPT sebesar 2.5, hal ini karena perencanaan jalan tol sebagai jalan yang bebas hambatan diharapkan pada akhir umur rencana kondisi jalan masih cukup baik.

Sedangkan untuk IPO dipakai 4 dengan jenis lapisan perkerasan LASTON.

10. Faktor Regional (FR)

Menurut sumber dari Dinas Pengairan Jawa Timur bahwa curah hujan rata - rata yang terjadi  $\pm 1200$  mm/th. Untuk itu dalam menentukan FR berdasarkan Tabel 2.4

maka dipakai iklim II dengan kelandaian < 6%, dan kondisi LHR untuk kendaraan berat lebih dari 30% maka dipakai FR = 2.5

### 11. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

SURFACE (ASPAL CONCRETE)	
a1 = 0.40	
BASE CRUSHED STONE A	
a2 = 0.14	CBR 90%
SUB GRADE	
CBR 38.50 %	

Untuk mendapatkan nilai ITP dengan LER > 10000 maka ITP tidak didapatkan dengan nilai dari nomogram akan tetapi dengan memakai seperti pada Persamaan 2.33, 2.34, dan 2.35. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Gt &= \text{Log} \left[ \frac{IPo - IPt}{IPo - 1,5} \right] \\
 &= \text{Log} \left[ \frac{4 - 2.5}{4 - 1,5} \right] = -0.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wt_{18} &= \text{LER} \times 365 \times 10 \\
 &= 13208.13 \times 365 \times 10 \\
 &= 48209674.5
 \end{aligned}$$

$$\text{Log } Wt_{18} =$$



$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{FR} + 0,372 \left( \frac{DDT}{1,2} - 3 \right)$$

**Untuk ketebalan Surface (D<sub>1</sub>)**

Sesuai Grafik 2.11 untuk CBR 90% didapatkan DDT = 10.10 maka:

$$\text{Log } W_{t_{18}} =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{FR} + 0,372 \left( \frac{DDT}{1,2} - 3 \right)$$

$$\text{Log } 48209674.5 =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{-0,22}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{2,5} + 0,372 \left( \frac{10.1032}{1,2} - 3 \right)$$

$$6,683 =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{-0,22}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{2,5} + 0,372 \left( \frac{8,50}{1,2} - 3 \right)$$

Dengan cara coba – coba diperoleh nilai ITP sebesar

$$ITP = 7.30125$$

$$ITP = a_1 D_1$$

$$7.30125 = 0.4 D_1 \quad \rightarrow D_1 = 18.25 = 19 \text{ cm}$$

#### Untuk Ketebalan Base Course

Sesuai Grafik 2.11 untuk CBR 70% didapatkan DDT = 9.6  
maka:

$$\text{Log } W_{t_{18}} =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{FR} + 0,372 \left( \frac{DDT}{1,2} - 3 \right)$$

$$\text{Log } 48209674,5 =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{-0,22}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{2,5} + 0,372 \left( \frac{8,50}{1,2} - 3 \right)$$

$$6,683 =$$

$$9,36 \text{Log} \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{-0,22}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \text{Log}$$

$$\frac{1}{2,5} + 0,372 \left( \frac{9,6}{1,2} - 3 \right)$$

Dengan cara coba – coba diperoleh nilai ITP sebesar

$$ITP = 7,75$$

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

$$7,75 = 0,4 \cdot 18,5 + 0,14 \cdot D_2 \rightarrow D_2 = 2,5 \text{ cm}$$

Tebal minimum untuk lapisan Base adalah 20 cm.

Sehingga lapisan Base memakai tebal 20 cm

Dari perhitungan masing – masing tebal perkerasan sebagai berikut didapatkan masing – masing tebal perkerasan adalah sebagai berikut:

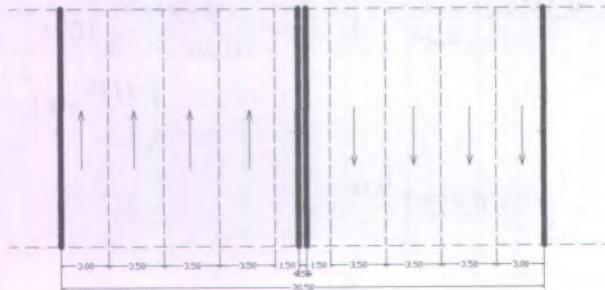
- D1 = 19 cm
- D2 = 20 cm



### 5.4.2 Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan perkerasan kaku ini akan digunakan dengan metode AASHTO

Adapun perencanaan perkerasan ini akan dipakai dengan menggunakan 6 lajur 2 arah dan pada kiri dan kanan sisi jalan terdapat bahu jalan yang diperkeras. Berikut ini adalah sketsa perencanaan perkerasan jalan.



Adapun tahapan – tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Adapun parameter – parameter yang dipakai untuk perencanaan adalah sebagai berikut:

Berdasarkan metode AASHTO, 1993 hal II-10 bahwa penentuan dari:

- a. Terminal serviceability index (pt) = 2.5
  - b. Initial serviceability index (po) = 4.5
  - c. Total loss of serviceability (po-pt) =  $4.5 - 2.5 = 2$
2. Menentukan modulus reaksi tanah dasar  
Untuk tanah timbunan CBR yang dipakai adalah 38.5%. Berdasarkan dari Gambar 2.11 didapatkan nilai k sebesar 400 pci.
  3. Menentukan modulus elastis beton

Dalam perencanaan mutu beton akan memakai:

$$f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2 = 5700 \text{ psi (untuk pelat beton)}$$

$$f_c' = 105 \text{ kg/cm}^2 = 1500 \text{ psi (untuk lean concrete)}$$

untuk itu maka nilai modulus elastis betn adalah sebagai berikut:

a. Untuk tebal pelat beton

$$E_c = 57000 \times \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 57000 \times \sqrt{5700} = 4303405.63 \text{ psi}$$

b. Untuk lean concrete

$$E_c = 57000 \times \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 57000 \times \sqrt{1500} = 2207600.51 \text{ psi}$$

4. Flexural strength ( $Sc'$ )

Dalam hal ini ditentukan sebesar ( $Sc'$ )

$$= 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$$

5. Menentukan Safety Factor untuk desain

$f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2$  (untuk pelat beton)

$$f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2 \times 0.084 = 33.60 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0.7 \times \sqrt{f_c'}$$

$$f_r = 0.7 \times \sqrt{33.60} = 4.058 \text{ Mpa}$$

$$= 41.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 588.56 \text{ Psi}$$

$f_c' = 105 \text{ kg/cm}^2$  (untuk lean concrete)

$$f_c' = 105 \text{ kg/cm}^2 \times 0.084 = 8.82 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0.7 \times \sqrt{f_c'}$$

$$f_r = 0.7 \times \sqrt{8.82} = 2.08 \text{ Mpa}$$

$$= 24.75 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 351.93 \text{ Psi}$$

Berdasarkan AASHTO, 1993 hal II-26 didapatkan nilai C sebesar 1.3, maka:

$$f_t = \frac{Sc}{C} = \frac{640}{1.3} = 492.31$$

## 6. Menentukan nilai LHR

Besarnya LHR pada awal umur rencana adalah sebagai berikut:

No	Type kendaraan	LHR AWAL
1	1.1 MP	15775
2	1.2 L	15775
3	1.2 Bus	340
4	1.22 Truck	2214
5	1.2+2.2 Trailer	1176
6	1.2-2 Trailer	881
7	1.2-22 Trailer	881

Sedangkan pertumbuhan lalu lintas diasumsikan mengalami kenaikan sebesar 2% dengan waktu perencanaan 10 tahun, untuk itu akan didapatkan LHR tiap – tiap tahun dengan kenaikan yang terjadi sebagai berikut:

Tabel 5.32  
LHR umur rencana

LALU LINTAS HARIAN RATA - RATA										
LHR AWAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15775	16091	16412	16741	17075	17417	17765	18121	18483	18853	19230
15775	16091	16412	16741	17075	17417	17765	18121	18483	18853	19230
340	347	354	361	368	375	383	391	398	406	414
2214	2258	2303	2350	2397	2444	2493	2543	2594	2646	2699
1176	1200	1224	1248	1273	1298	1324	1351	1378	1405	1434
881	899	917	935	954	973	992	1012	1032	1053	1074
881	899	917	935	954	973	992	1012	1032	1053	1074

## 7. Menentukan tebal perkerasan

Sebagaimana dalam Persamaan 2.36, maka besarnya nilai  $W_{18}$  adalah sebagai berikut:



Tabel 5.33  
W18 ESAL

W18 pada tahun ke- n											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10076	10278	10483	10693	10907	11125	11348	11574	11806	12042	12283	
438117	446879	455817	464933	474232	483716	493391	503258	513324	523590	534062	
13057	13318	13584	13856	14133	14415	14704	14998	15298	15604	15916	
775430	790939	806757	822893	839350	856137	873260	890725	908540	926711	945245	
587160	598903	610881	623098	635560	648272	661237	674462	687951	701710	715744	
439870	448668	457641	466794	476130	485652	495365	505273	515378	525686	536200	
469527	478917	488496	498265	508231	518395	528763	539339	550125	561128	572350	
<b>ESAL</b>	<b>2733236</b>	<b>2787901</b>	<b>2843659</b>	<b>2900532</b>	<b>2958543</b>	<b>3017714</b>	<b>3078068</b>	<b>3139629</b>	<b>3202422</b>	<b>3266470</b>	<b>3331800</b>
<b>Cum ESAL</b>	<b>2733236</b>	<b>5521137</b>	<b>8364796</b>	<b>11265328</b>	<b>14223871</b>	<b>17241585</b>	<b>20319652</b>	<b>23459282</b>	<b>26661704</b>	<b>29928174</b>	<b>33259973</b>

Berdasarkan Gambar 2.12, dengan menghubungkan antara nilai  $W_{18}$ , ft, k, dan  $E_c$  didapatkan  $D$  (tebal perkerasan) sebesar 11.5 inches atau 29.21 cm dan dibulatkan = 30 cm

## 8. Menentukan dowel dan tie bar

Dengan didapatkan nilai tebal perkerasan sebesar 30 cm = 300 mm, berdasarkan Tabel 2.10, maka dowel yang digunakan untuk perencanaan adalah dowel dengan diameter 32 cm, dengan panjang 45 cm dan jarak pemasangan 30 cm. Sedangkan untuk tie bar dipakai besi  $\phi$  12 cm dengan panjang 63.5 cm dan jarak pemasangan 60 cm

## 5.5 Anggaran Biaya

Berdasarkan analisa perkerasan lentur (flexible pavement) dan perkerasan kaku (rigid pavement) yang telah di rencanakan maka perlu dibandingkan mengenai rencana anggaran biaya. Kedua biaya tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui jenis perkerasan mana yang lebih ekonomis.

Berikut ini analisa harga satuan yang dibutuhkan untuk Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.34  
Analisa Harga Satuan Pokok

No	Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
1	<b>Produksi dan Penghamparan Laston Lapis Aus /AC-WC (ton)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.0034	OH	60,000	204
	Pekerja Terampil	0.0413	OH	30,000	1,239
				<b>Jumlah</b>	<b>1,443</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Aspal Curah	57.75	kg	6,100	352,275
	Agregat Kasar	0.4993	m <sup>3</sup>	119,000	59,417
	Agregat Halus	0.2547	m <sup>3</sup>	113,600	28,934
	Filler	21.56	kg	1,000	21,560
	Tack Coat (Lapis Perekat)	3.85	m <sup>3</sup>	8,102	31,193
				<b>Jumlah</b>	<b>493,378</b>
	<u>Sewa Peralatan</u>				
	Aspal Mixing Plant	0.0241	jam	3,800,000	91,580
	Generator Set	0.0241	jam	200,000	4,820
	Wheel Loader 10-15 HP	0.0117	jam	375,000	4,388
	Dump Truck	0.3148	jam	113,800	35,824
	Aspal Finisher	0.0151	jam	600,000	9,060
	Tandem Roller	0.0097	jam	155,000	1,504
	Tire Roller	0.0107	jam	155,000	1,659
	Alat Bantu	1.0000	ls	1,000	1,000
				<b>Jumlah</b>	<b>149,834</b>
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>644,655</b>

No	Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
2	<b>Agregat Lapis Pondasi Atas Kelas A</b>				
	<b>Menggunakan Alat (m<sup>3</sup>)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.0067	OH	60,000	402
	Operator Alat Konstruksi	0.0133	OH	35,000	466
	Pembantu Operator	0.0133	OH	25,000	333
	Pengemudi	0.0067	OH	50,000	335
	Pembantu Sopir	0.0067	OH	30,000	201
	Pekerja/Buruh Tak Terampil	0.04	OH	25,000	1,000
				<b>Jumlah</b>	<b>2,736</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Pasir pasang	0.1267	m <sup>3</sup>	100,000	12,670
	Batu Pecah mesin 1/2 cm	0.4067	m <sup>3</sup>	146,000	59,378
	Batu Pecah mesin 2/3 cm	0.48	m <sup>3</sup>	142,700	68,496
	Batu Pecah mesin 0.5/1 cm	0.2933	m <sup>3</sup>	144,900	42,499
				<b>Jumlah</b>	<b>183,043</b>
	<u>Sewa Peralatan</u>				
	Sewa Motor Grader 125-140 pk	0.0333	jam	270,000	8,991
	Sewa Truck Tangki Air	0.0333	jam	70,000	2,331
	Sewa Wales	0.0333	jam	80,000	2,664
Sewa Alat Bantu (1 set@3 alat)	0.0017	jam	1,000	2	
			<b>Jumlah</b>	<b>13,988</b>	
			<b>Nilai HSPK</b>	<b>199,767</b>	
3	<b>Agregat Lapis Pondasi Bawah Kelas C</b>				
	<b>Menggunakan Alat (m<sup>3</sup>)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.0067	OH	60,000	402
	Operator Alat Konstruksi	0.0133	OH	35,000	466
	Pembantu Operator	0.0133	OH	25,000	333
	Sopir	0.0067	OH	50,000	335
	Pembantu Sopir	0.0067	OH	30,000	201
	Pekerja Tak Terampil	0.0400	OH	25,000	1,000
				<b>Jumlah</b>	<b>2,736</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Tasirtu/Sirtu	1.02	m <sup>3</sup>	75,000	76,500
	Batu kerikil beton	0.2533	m <sup>3</sup>	88,200	22,341
				<b>Jumlah</b>	<b>98,841</b>
	<u>Sewa Peralatan</u>				
	Sewa Motor Grader 125-140 pk	0.0333	jam	270,000	8,991
	Sewa Truck Tangki Air	0.0333	jam	70,000	2,331
	Sewa Walles	0.0333	jam	80,000	2,664
	Sewa Alat Bantu (1 set@3 alat)	0.0017	jam	1,000	2
				<b>Jumlah</b>	<b>13,988</b>
			<b>Nilai HSPK</b>	<b>115,565</b>	



No	Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
4	<b>Pekerjaan Rabatan Lantai Kerja</b> 1Pc;3Ps;6Kr (m <sup>3</sup> )				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.08	OH	60,000	4,800
	Kepala Tukang Batu	0.025	OH	50,000	1,250
	Tukang Batu	0.25	OH	40,000	10,000
	Pekerja Terampil	1.65	OH	30,000	49,500
				<b>Jumlah</b>	<b>65,550</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Pasir Cor	0.5081	m <sup>3</sup>	105,000	53,351
	Semen PC 50 kg	3.7257	zak	44,000	163,931
	Batu Pecah 2/3 cm	1.0161	m <sup>3</sup>	142,700	144,997
				<b>Jumlah</b>	<b>362,279</b>
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>427,829</b>
5	<b>Bracing (m)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.1400	OH	60,000	8,400
	Tukang besi	0.0770	OH	35,000	2,695
	Pekerja/Buruh Tak Terampil	0.1960	OH	25,000	4,900
				<b>Jumlah</b>	<b>15,995</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Walter Moer	1.0000	buah	27,500	27,500
	Besi D-12	0.4069	kg	7,600	3,092
	Pelat tebal 10 mm	0.0004	kg	10,300	4
	Elektroda Baja	1.0000	kg	19,100	19,100
				<b>Jumlah</b>	<b>49,697</b>
	<u>Sewa Peralatan</u>				
Sewa Welding set	0.0700	jam	30,000	2,100	
			<b>Jumlah</b>	<b>2,100</b>	
			<b>Nilai HSPK</b>	<b>67,792</b>	
6	<b>Pekerjaan Pembesian (kg)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.005	OH	60,000	300
	Kepala Tukang Besi	0.005	OH	50,000	250
	Tukang Besi	0.005	OH	35,000	175
	Pekerja/Buruh Tak Terampil	0.15	OH	25,000	3,750
				<b>Jumlah</b>	<b>4,475</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Besi Beton Polos	1.125	kg	9,200	10,350
	Kawat ikat Beton (Bendrat)	0.0204	kg	9,750	199
			<b>Jumlah</b>	<b>10,549</b>	
			<b>Nilai HSPK</b>	<b>15,024</b>	

Sedangkan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan dengan menggunakan perkerasan lentur dan kaku adalah sebagai berikut:

Tabel 5..36  
Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga
<b><u>Pekerjaan Perkerasan Lentur</u></b>					
1	Kebutuhan Lapisan Aspal (LASTON)	ton	12540.00	Rp 644,655	Rp 8,083,974,452
2	Agregat Base Course (Agregat Kelas A)	m <sup>3</sup>	6000.00	Rp 199,767	Rp 1,198,602,420
<b>Total Perkerasan Lentur</b>					<b>Rp 9,282,576,872</b>
<b><u>Pekerjaan Perkerasan Kaku</u></b>					
1	Pekerjaan Rabatan Lantai Kerja	m <sup>3</sup>	3000.00	Rp 427,829	Rp 1,283,486,310
2	Pekerjaan Bekisting	m'	575.00	Rp 67,792	Rp 38,980,147
3	Pekerjaan Pembesian				
	* Tulangan dowel	kg	70998.75	Rp 15,024	Rp 1,066,678,120
	* Tulangan tie bar	kg	7511.43	Rp 15,024	Rp 112,850,973
4	Pekerjaan Pengecoran K-400	m <sup>3</sup>	9000.00	Rp 818,819	Rp 7,369,372,800
<b>Total Perkerasan Kaku</b>					<b>Rp 9,871,368,350</b>
<b>Selisih Biaya</b>					<b>Rp 588,791,478</b>

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

Kategori B. A. B.		g/1	g/2	g/3	g/4	g/5	g/6	g/7	g/8	g/9	g/10	g/11	g/12	g/13	g/14	g/15	g/16	g/17	g/18	g/19	g/20	g/21	g/22	g/23	g/24	g/25	g/26	g/27	g/28	g/29	g/30	g/31	g/32	g/33	g/34	g/35	g/36	g/37	g/38	g/39	g/40	g/41	g/42	g/43	g/44	g/45	g/46	g/47	g/48	g/49	g/50	g/51	g/52	g/53	g/54	g/55	g/56	g/57	g/58	g/59	g/60	g/61	g/62	g/63	g/64	g/65	g/66	g/67	g/68	g/69	g/70	g/71	g/72	g/73	g/74	g/75	g/76	g/77	g/78	g/79	g/80	g/81	g/82	g/83	g/84	g/85	g/86	g/87	g/88	g/89	g/90	g/91	g/92	g/93	g/94	g/95	g/96	g/97	g/98	g/99	g/100
1.001	1.002	1.003	1.004	1.005	1.006	1.007	1.008	1.009	1.010	1.011	1.012	1.013	1.014	1.015	1.016	1.017	1.018	1.019	1.020	1.021	1.022	1.023	1.024	1.025	1.026	1.027	1.028	1.029	1.030	1.031	1.032	1.033	1.034	1.035	1.036	1.037	1.038	1.039	1.040	1.041	1.042	1.043	1.044	1.045	1.046	1.047	1.048	1.049	1.050	1.051	1.052	1.053	1.054	1.055	1.056	1.057	1.058	1.059	1.060	1.061	1.062	1.063	1.064	1.065	1.066	1.067	1.068	1.069	1.070	1.071	1.072	1.073	1.074	1.075	1.076	1.077	1.078	1.079	1.080	1.081	1.082	1.083	1.084	1.085	1.086	1.087	1.088	1.089	1.090	1.091	1.092	1.093	1.094	1.095	1.096	1.097	1.098	1.099	1.100		
1.101	1.102	1.103	1.104	1.105	1.106	1.107	1.108	1.109	1.110	1.111	1.112	1.113	1.114	1.115	1.116	1.117	1.118	1.119	1.120	1.121	1.122	1.123	1.124	1.125	1.126	1.127	1.128	1.129	1.130	1.131	1.132	1.133	1.134	1.135	1.136	1.137	1.138	1.139	1.140	1.141	1.142	1.143	1.144	1.145	1.146	1.147	1.148	1.149	1.150	1.151	1.152	1.153	1.154	1.155	1.156	1.157	1.158	1.159	1.160	1.161	1.162	1.163	1.164	1.165	1.166	1.167	1.168	1.169	1.170	1.171	1.172	1.173	1.174	1.175	1.176	1.177	1.178	1.179	1.180	1.181	1.182	1.183	1.184	1.185	1.186	1.187	1.188	1.189	1.190	1.191	1.192	1.193	1.194	1.195	1.196	1.197	1.198	1.199	1.200		

Halaman ini sengaja dikosongkan



No	Uraian Kegiatan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Harga
7	<b>Pekerjaan Beton Berstruktur K - 400</b>				
	<b>1Pc;1.5Ps;2.5Kr (m<sup>3</sup>)</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.084	OH	60,000	5,040
	Kepala Tukang Batu	0.035	OH	50,000	1,750
	Tukang Batu	0.210	OH	40,000	8,400
	Pekerja/Buruh Tak Terampil	2.100	OH	25,000	52,500
				<b>Jumlah</b>	<b>67,690</b>
	<u>Bahan/Material</u>				
	Pasir Cor	0.488	m <sup>3</sup>	105,000	51,261
	Semen PC 50 kg	8.000	zak	44,000	352,000
	Batu Pecah mesin 1/2 cm	0.814	m <sup>3</sup>	146,000	118,800
				<b>Jumlah</b>	<b>522,061</b>
	<u>Sewa Peralatan</u>				
	Sewa concrete mixer 0.5 m <sup>3</sup>	0.252	jam	50,000	12,600
	Sewa Concree Pump	0.252	jam	25,000	6,300
	Sewa Vibrator	1.000	jam	135,000	135,000
	Sewa Alat Bantu (1 set@3 alat)	0.168	jam	1,000	168
				<b>Jumlah</b>	<b>154,068</b>
	<u>Pembongkaran Cetakan dan Penyiraman</u>				
	<u>Beton</u>				
	Pekerja/Buruh Tak Terampil	3.000	OH	25,000	75,000
				<b>Nilai HSPK</b>	<b>818,819</b>

Sedangkan analisa volume pekerjaan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.35  
Volume Pekerjaan

No	Uraian Volume Pekerjaan
	<b>Pekerjaan Perkerasan Lentur</b>
1	Kebutuhan Lapisan Aspal (LASTON)
	Volume Pekerjaan
	Tebal lapisan : 19 cm = 0.19 m
	Panjang : 1000 m
	Lebar : 30 m
	Total = p x l x tbi
	= 1000 x 30 x 0.19
	= 5700 m <sup>3</sup>
	Kebutuhan = 5700 x (2200/1000)
	= 12540 ton
2	Agregat Base Course (Agregat Kelas A)
	Volume Pekerjaan
	Tebal lapisan : 20 cm = 0.2 m
	Panjang : 1000 m
	Lebar : 30.5 m
	Total = p x l x tbi
	= 1000 x 30 x 0.2
	= 6000 m <sup>3</sup>
	<b>Pekerjaan Perkerasan Kaku</b>
1	Pekerjaan Rabatan Lantai Kerja
	Volume Pekerjaan
	Tebal lapisan : 10 cm = 0.10 m
	Panjang : 1000 m
	Lebar : 30.5 m
	Total = p x l x tbi
	= 1000 x 30 x 0.10
	= 3000 m <sup>3</sup>
2	Pekerjaan Bekisting
	Volume Pekerjaan untuk 1 hari pengecoran diasumsikan ± 200 m <sup>3</sup> , dengan tebal 30 cm, maka volume:
	Panjang : 200 m
	Lebar : 3.5 m
	Pemasangan tiap 4 meter panjang
	Jadi kebutuhan bekisting total adalah:
	200+200+((200/4)*(3.5)) = 575 m'
3	Pekerjaan Pembesian
	Pembesian dowel φ 32-300
	maka kebutuhan = 0.45*(30/0.3)*(1000/4)*6.311
	= 70998.75 kg
	Pembesian tie bar φ 12-600
	maka kebutuhan = 0.635*(1000/0.6)*8*0.887
	= 7511.43 kg
4	Pekerjaan Pengecoran K-400
	Volume Pekerjaan
	Tebal lapisan : 30 cm = 0.30 m
	Panjang : 1000 m
	Lebar : 30 m
	Total = p x l x tbi
	= 1000 x 30 x 0.3
	= 9000 m <sup>3</sup>

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan perencanaan pada BAB IV didapat suatu kesimpulan yaitu:

1. Mengetahui tinggi awal, tinggi akhir rencana dan settlement yang dituangkan dalam persamaan berikut ini.
  - a. Hubungan antara settlement dan tinggi akhir yang dibutuhkan dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:  
$$y = -0.0238 x^2 + 0.3958 x - 0.1374$$
  - b. Hubungan antara tinggi akhir dan tinggi awal dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:  
$$y = -0.0238 x^2 + 1.3958 x - 0.1374$$
  - c. Kondisi tanah asli memerlukan metode perbaikan tanah. Untuk mendapatkan konsolidasi dengan waktu pemampatan yang relatif singkat perlu dipasang PVD dengan pola pemasangan segitiga dengan dimensi sebagai berikut:
    - \* Lebar PVD (a) = 0.1 m
    - \* Tebal PVD (b) = 0.005 m
    - \* Panjang PVD = 11 m
    - \* Jarak antar PVD (s) = 1 m
2. Perhitungan stabilitas embankment setelah adanya PVD akan meningkatkan daya dukung tanah dasar, sehingga didapatkan harga  $C_u$  Baru. Namun dalam mencapai level yang diinginkan dalam suatu perencanaan timbunan, kestabilan lereng masih harus di check dengan menggunakan program bantu *Dxstable* dengan metode irisan Bishop untuk mendapatkan *Safety Factor* yang nantinya dapat diketahui apakah membutuhkan perencanaan perkuatan pada timbunan nantinya
3. Dengan *Safety Factor* yang masih belum memenuhi, maka perlu dipasang perkuatan *geotextile*. *Geotextile* yang dipakai adalah type woven jenis *textron TW 250*. Adapun hasil dari kebutuhan



masing - masing STA dengan tinggi timbunan yang bervariasi tersebut adalah:

No	Lokasi	H awal	H akhir	Settlement	Kebutuhan Geotextile
ARAH MELINTANG					
1	STA 9+000	4.50	3.50	1.00	-
2	STA 9+100	5.40	4.29	1.11	1 layer
3	STA 9+200	6.30	5.07	1.23	3 layer
4	STA 9+300	7.20	5.86	1.34	6 layer
5	STA 9+400	8.10	6.65	1.45	9 layer
6	STA 9+500	8.90	7.44	1.46	12 layer
7	STA 9+600	9.70	8.22	1.48	20 layer
8	STA 9+635	10.00	8.50	1.50	24 layer
9	STA 9+700 s/d STA 10+000	10.00	8.50	1.50	23 layer

Sedangkan untuk arah memanjang, tepatnya pada STA 9+635 dan STA 9+700 tidak dibutuhkan perkuatan geotextile.

4. Dalam merencanakan tebal perkerasan lentur didapatkan lapisan sebagai berikut:

---

SURFACE (ASPAL CONCRETE)

$$a_1 = 0.40$$

---

BASE CRUSHED STONE A

$$a_2 = 0.14 \quad \text{CBR } 90\%$$

---

SUB GRADE  
CBR 38.50 %

- Jadi tebal perkerasan:
- D1 = 19 cm
- D2 = 20 cm

Sedangkan perkerasan kaku hasil perencanaan didapatkan adalah sebagai berikut:

- Dipakai tebal perkerasan beton = 30 cm..
- Dowel dipakai D 32 mm dengan panjang 450 mm dan jarak 300 mm sedangkan tie bar direncanakan dengan jarak 600 mm panjang 635 mm dan diameter tulangan  $\phi$  12 mm.

Dari kedua perkerasan yang direncanakan tersebut dapat di ketahui bahwa pada perkerasan kaku membutuhkan biaya yang lebih besar dari biaya dengan desain perkerasan lentur. Adapun kebutuhan biaya pada perkerasan lentur dan kaku beserta selisihnya adalah sebagai berikut:

- Total perkerasan lentur anggaran biaya mencapai  
Rp. 9 282 576 872,-
- Total perkerasan kaku anggaran biaya mencapai  
Rp. 9 871 368 350,-
- Total selisih antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur adalah:  
= Rp 9 871 368 350 - Rp. 9 282 576 872  
= Rp 588 791 478,-

## 6.2 SARAN

Analisa pembebanan harus dilakukan secara teliti dan mendetail karena merupakan bagian yang sangat penting dalam proses perencanaan

## DAFTAR PUSTAKA

1. Das, Braja M, **"Mekanika Tanah Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis jilid 1"**, Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar, Erlangga.
2. Haryatmo, Hary Christady ( 1994 ), **"Mekanika Tanah 2"**, PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta
3. Mochtar, Indrasurya B ( 2000 ), **"Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah"**, Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS
4. Sosrodarsono, Suyono, **"Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi"**, PT Pradnya Paramita Jakarta
5. Suryawan, Ari (2005), **"Perkerasan Jalan Beton Semen Portland ( Rigid Pavement )"**, Beta Offset.



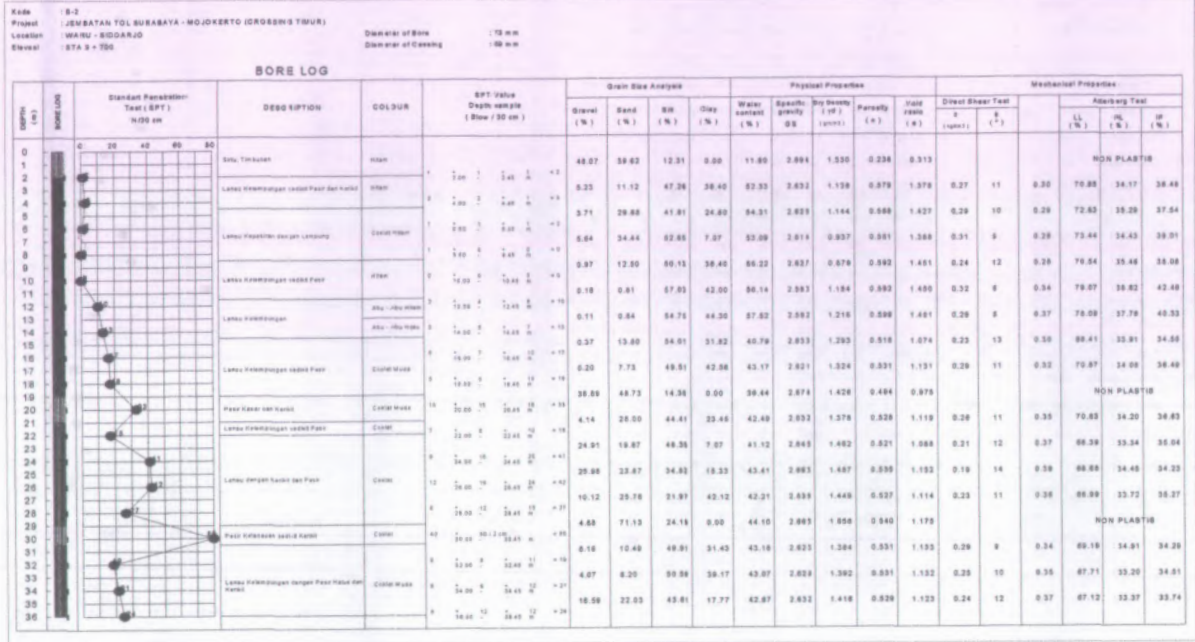
PROFIL TANAH PADA STA 9+000 s/d STA 10+000

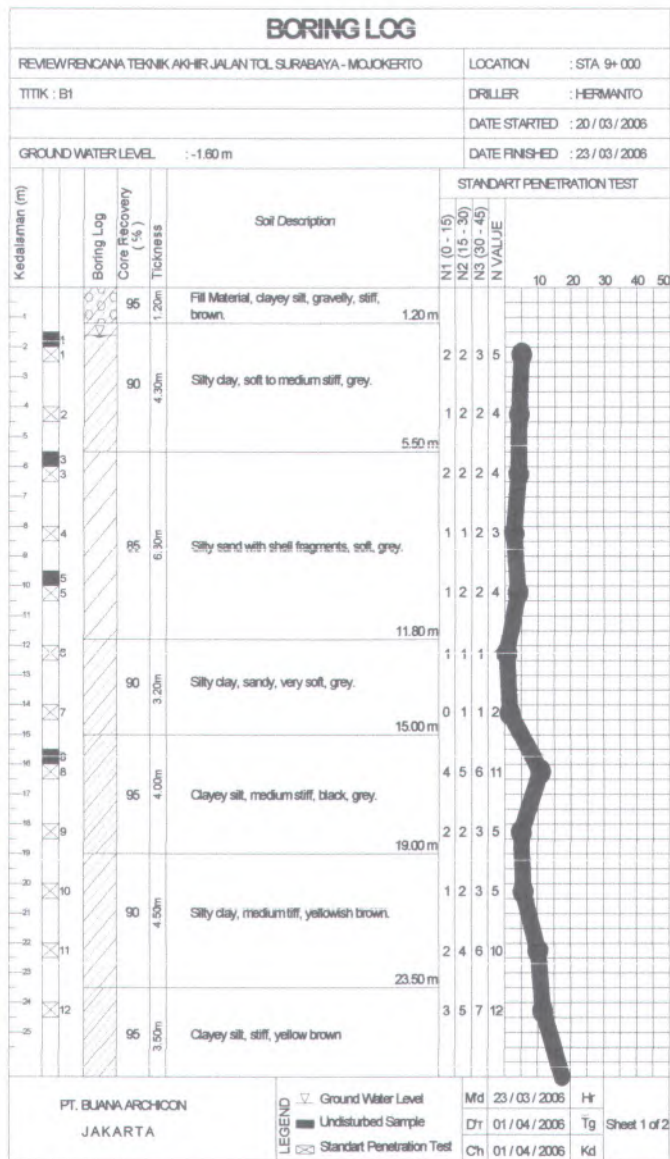
	STA 9+000	STA 9+350	STA 9+375	STA 9+400	STA 9+425	STA 9+450	STA 9+475	STA 9+500	STA 9+525	STA 9+550	STA 9+575	STA 9+600	STA 9+635	STA 9+700	STA 9+775	STA 9+825	STA 9+875	STA 10+075	STA 10+000
10.00																			
9.00	soft limb nan	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak
8.00		lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak
7.00	silty clay lunak	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium
6.00		lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak	lunak
5.00																			
4.00	silty sand lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak
3.00		lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak	lempat lunak
2.00																			
1.00																			
0.00																			
-1.00																			
-2.00																			
-3.00																			
-4.00																			
-5.00																			
-6.00																			
-7.00																			
-8.00																			
-9.00																			
-10.00																			
-11.00																			
-12.00																			
-13.00	silty clay lempat lunak	medium	lunak	lunak	lunak	medium	lunak	medium	medium	lunak	medium	medium	lunak	medium	medium	medium	medium	medium	medium
-14.00																			
-15.00	silty clay medium	stiff	medium	medium	medium	stiff	medium	medium	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff
-16.00																			
-17.00	silty clay lunak	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff	stiff
-18.00																			
-19.00	silty clay medium																		
-20.00																			



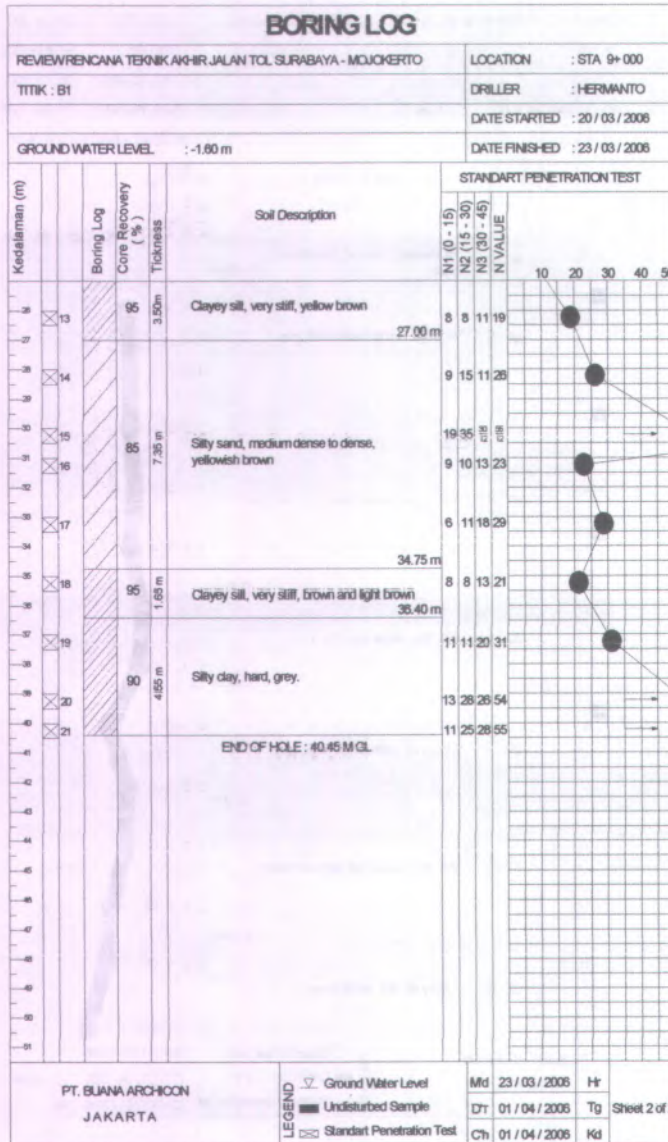
Kode : B-1		Project : JEMBATAN TOL SURABAYA - NGJOKERTO (CROSSING TIMUR)		Diameter of Bore : 73 mm																
Location : WARU - SODARJO		Elevasi : STA 6 + 833		Diameter of Casing : 89 mm																
BORE LOG																				
DEPTH (m)	BORER LOG	Berkas Peristitan Test (SPT) N60 cm	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow /30 cm)	Grain Size Analysis				Physical Properties				Mechanical Properties						
						Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water content (%)	Specific gravity	Porosity (%)	Yield Ratio (%)	Direct Shear Test		Atterberg Test				
																LL (%)	PL (%)	IP (%)		
0			Lapisan Pasir Jernih	Yellow	2.50	0.17	1.12	87.94	40.71	52.89	2.994	1.128	0.978	1.367	0.32	9	0.32	74.72	35.21	39.51
1					2.50	0.25	2.83	82.84	44.28	56.31	2.583	1.028	0.905	1.502	0.30	6	0.27	77.80	36.35	41.45
2					2.50	1.38	2.30	54.78	61.56	58.11	2.972	1.013	0.899	1.468	0.29	7	0.26	77.25	36.47	40.78
3			Lapisan Pasir Jernih	Yellow-Red	2.50	1.00	2.35	59.92	42.82	62.47	2.848	0.887	0.914	1.062	0.26	5	0.25	80.96	37.69	42.86
4					2.50	0.68	0.86	98.21	40.23	59.24	2.976	1.022	0.904	1.926	0.29	7	0.29	77.12	38.88	49.26
5					2.50	0.07	0.84	82.17	37.42	52.82	2.803	1.291	0.879	1.318	0.32	10	0.36	72.95	35.09	37.87
6			Lapisan Pasir Jernih Pasir	Red-Red	2.50	0.11	30.87	49.90	19.31	48.43	2.885	1.582	0.583	1.261			0.00	0.00	0.00	
7					2.50	0.27	23.34	63.34	16.20	47.07	2.858	1.473	0.558	1.260					NON PLASTIC	
8			Lapisan Pasir (100) dengan Lempung	Yellow	2.50	2.20	19.05	51.42	33.33	48.60	2.853	1.428	0.853	1.308	0.18	23	0.42	68.91	34.21	34.70
9					2.50	2.67	31.28	48.65	16.40	44.38	2.880	1.497	0.841	1.180			0.00	0.00	0.00	
10					2.50	2.87	16.01	59.90	71.82	44.85	2.832	1.338	0.842	1.181	0.21	19	0.39	69.78	34.28	35.49
11					2.50	1.08	8.31	50.00	40.81	43.50	2.848	1.396	0.835	1.161	0.16	22	0.41	68.18	33.43	34.73
12					2.50	2.72	34.45	59.78	7.07	42.64	2.884	1.487	0.832	1.128					NON PLASTIC	
13					2.50	1.45	33.73	23.01	42.81	42.08	2.887	1.488	0.829	1.122					NON PLASTIC	
14			Lapisan Pasir Jernih dengan Pasir	Red-Red	2.50	2.06	38.77	62.77	16.80	43.11	2.858	1.498	0.834	1.145					NON PLASTIC	
15					2.50	1.44	10.71	54.95	27.90	44.34	2.842	1.350	0.841	1.177	0.19	19	0.39	67.87	33.62	34.26
16					2.50	0.97	0.88	66.43	42.56	45.77	2.894	1.387	0.843	1.188	0.34	10	0.42	71.66	34.15	37.51
17					2.50	0.05	0.16	87.39	42.28	48.82	2.887	1.383	0.847	1.306	0.32	8	0.37	74.09	35.77	38.31



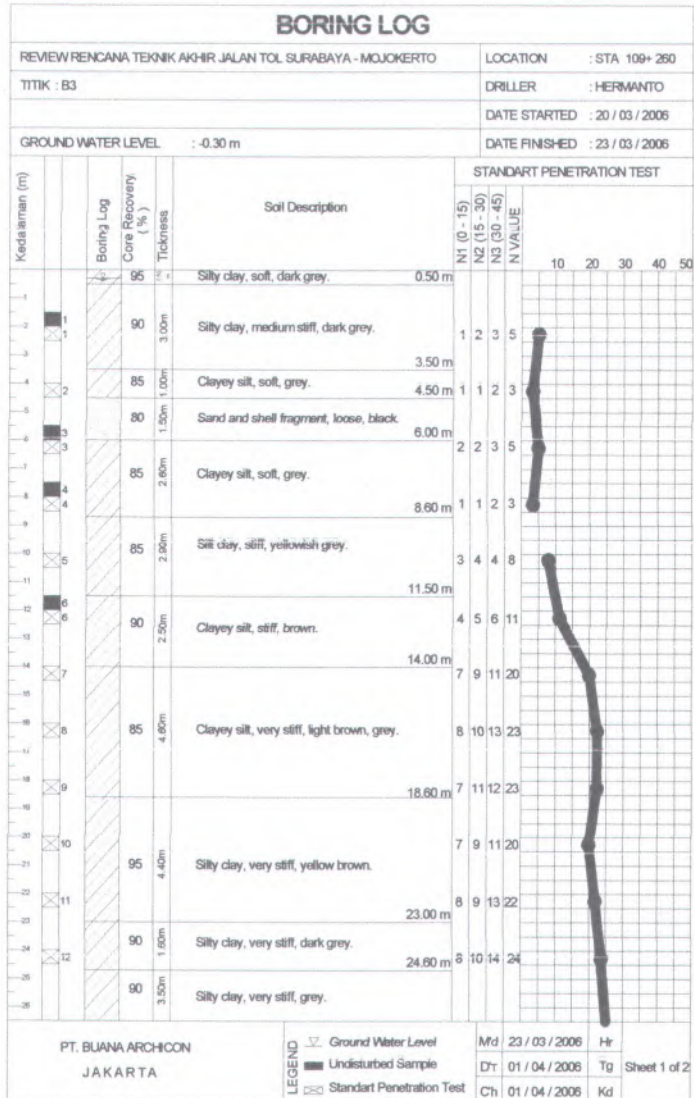


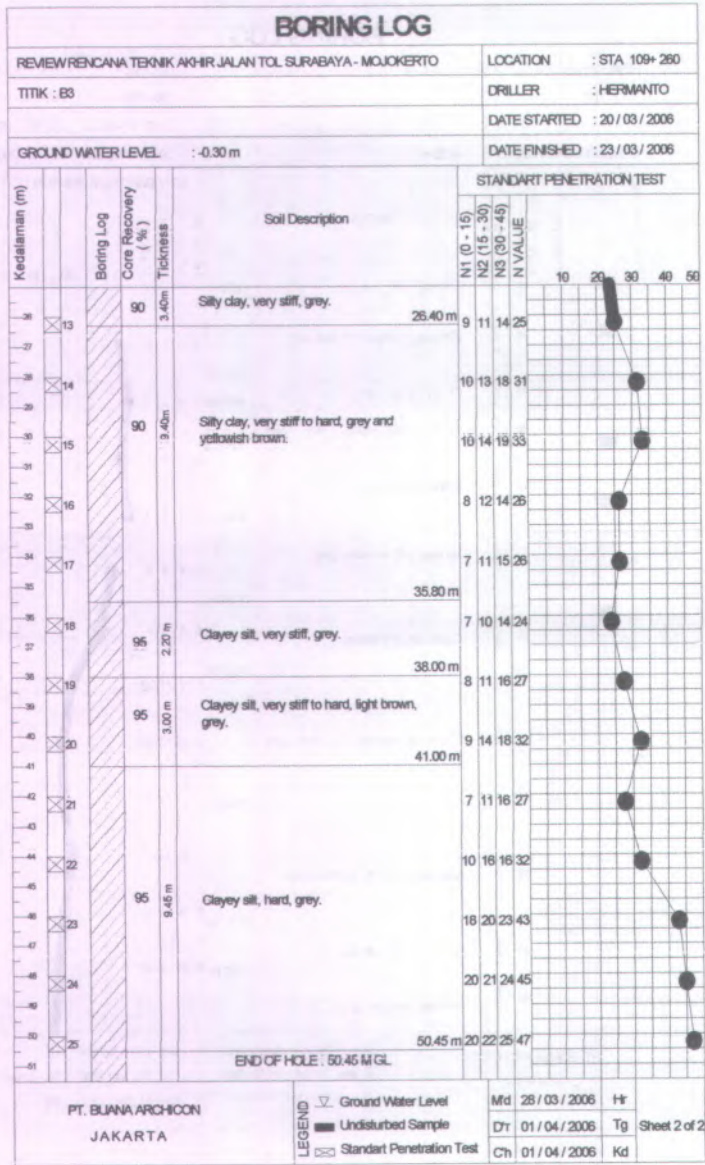


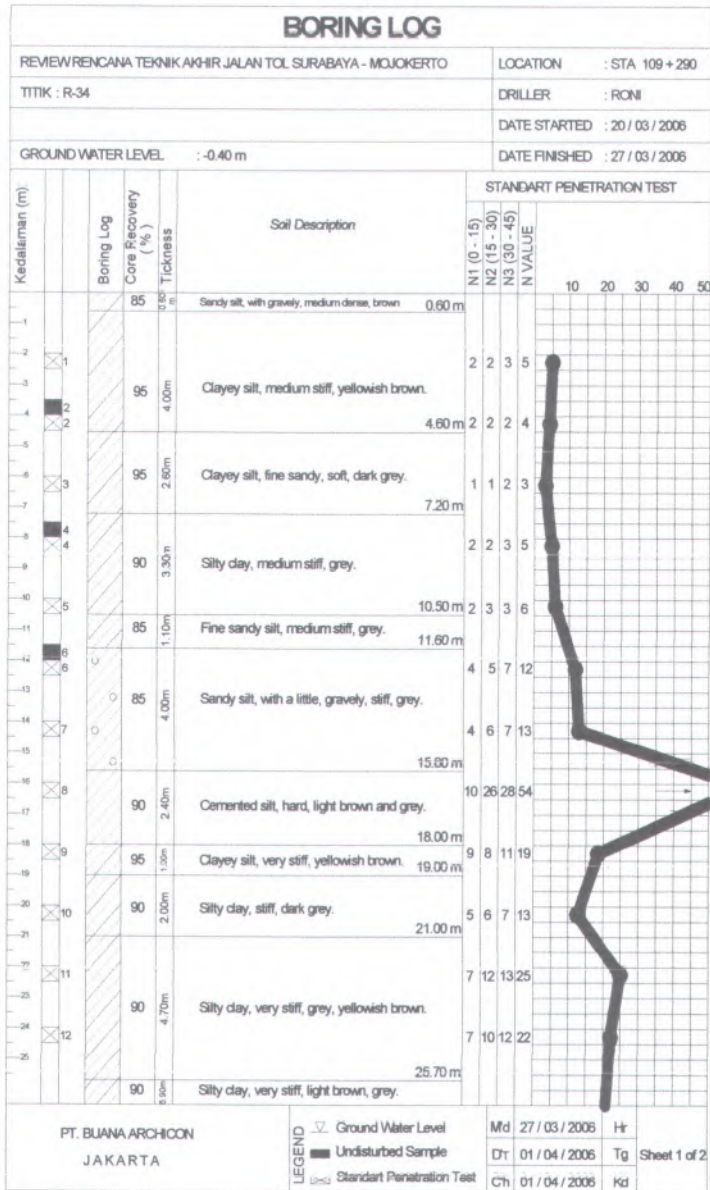
BUANADIVICE



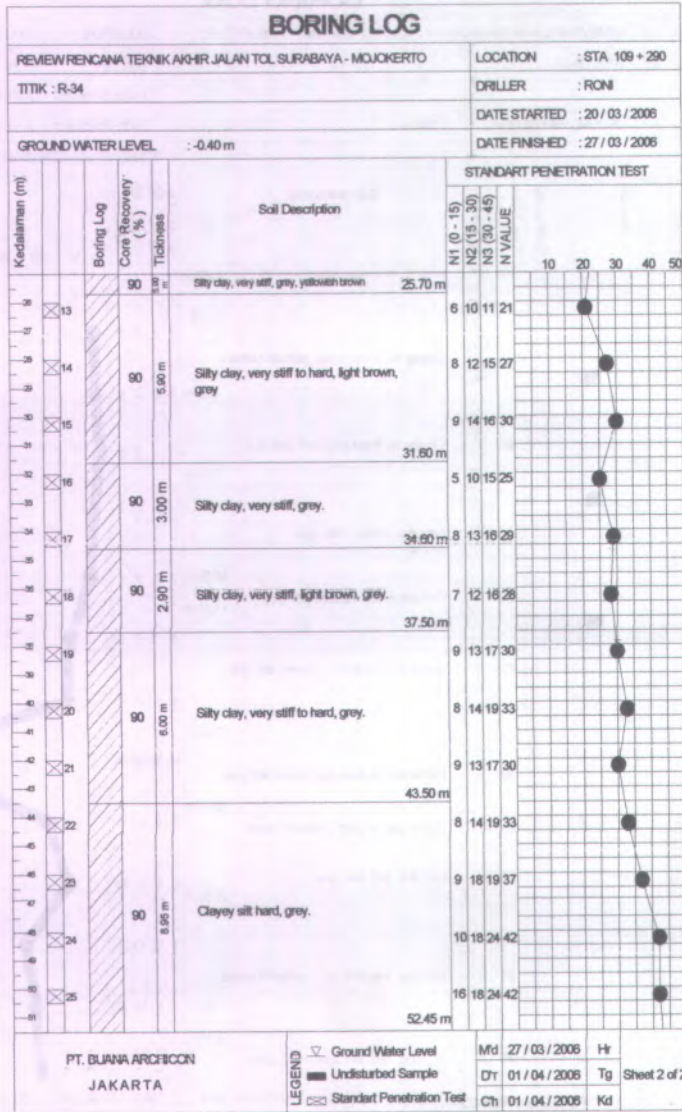














### PERCOBAAN C.B.R.

Kadar air yang dikehendaki : 17,45 %  
Berat isi kering yang dikehendaki : 1,570 gm/cc

Proyek : PEMB. TOL SURABAYA MOJOKERTO  
Order : PT. WIJAYA KARYA  
Contoh No. : 1 (SATU)  
Macam Tanah : PASIR BERLANAU BERLEMPUNG BERKRILIL  
Lokasi : EX SUMBER WARU BELAKANG

Berat tanah + cylinder	9100
Berat cylinder	4545
Berat tanah basah	4555
Berat tanah kering	3878
Berat isi kering	1,670

STANDARD PROCTOR/MOD. AASHTO/ASLI

JENUH / TIDAK JENUH

Swelling:

Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Perubahan				

Pembacaan:

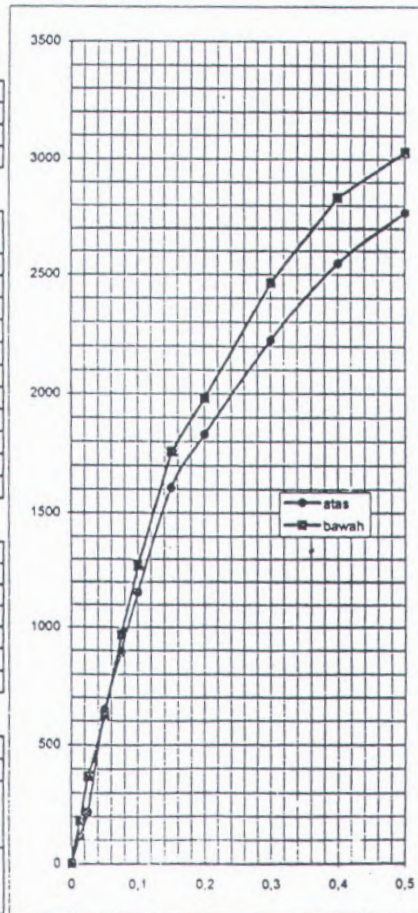
Penurunan (in)	Pembacaan artoji		Beban (lb)	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,01250	127	198	117	183
0,025	236	398	219	360
0,05	702	673	651	624
0,075	963	1045	893	969
0,10	1245	1372	1155	1273
0,15	1733	1896	1608	1759
0,20	1972	2136	1830	1982
0,30	2398	2657	2225	2465
0,40	2745	3054	2547	2834
0,50	2986	3265	2771	3029

Kadar air:

	Sebelum	Sesudah
Tanah basah + krus	89,56	
Tanah kering + krus	83,04	
Krus (No. 36)	44,27	
Air	6,52	
Tanah kering	38,77	
Kadar air %	16,83	

CBR:

	Harga C.B.R. %	
	0.1"	0.2"
Atas	$\frac{1155}{3000} \times 100 = 38,50$	$\frac{1830}{4500} \times 100 = 40,67$
Bawah	$\frac{1273}{3000} \times 100 = 42,43$	$\frac{1982}{4500} \times 100 = 44,04$





## 1. Data Kendaraan yang Masuk Melalui Pintu Tol Waru

TAHUN	BULAN	KELUAR MASUK	GOLONGAN	SIDOARJO	PORONG	GEMPOL
				unit	unit	unit
2006	Januari	Waru Utama	GOL I	244,167	51,568	403,860
			GOL IIA umum	1,669	1	8,423
			GOL IIA	2,004	3,177	38,827
			GOL IIB	3,140	9,487	40,500
	Pebruari	Waru Utama	GOL I	231,822	47,419	347,282
			GOL IIA umum	1,605	3	8,763
			GOL IIA	2,004	3,907	35,278
			GOL IIB	3,320	8,833	40,889
	Maret	Waru Utama	GOL I	255,480	52,221	394,505
			GOL IIA umum	1,738	-	7,894
			GOL IIA	2,163	3,603	39,335
			GOL IIB	3,352	10,839	44,616
	April	Waru Utama	GOL I	238,304	49,585	398,175
			GOL IIA umum	1,686	-	9,384
			GOL IIA	2,223	2,861	37,679
			GOL IIB	3,829	10,984	43,862
	Mei	Waru Utama	GOL I	244,967	51,088	392,213
			GOL IIA umum	2,024	-	10,512
			GOL IIA	2,151	2,943	37,272
			GOL IIB	3,465	10,868	44,713
	Juni	Waru Utama	GOL I	275,072	129,865	178,004
			GOL IIA umum	1,825	563	4,660
			GOL IIA	3,705	12,238	28,246
			GOL IIB	6,642	22,490	32,769
	Juli	Waru Utama	GOL I	307,204	161,830	150,195
			GOL IIA umum	1,713	140	1,977
			GOL IIA	6,220	24,555	18,115
			GOL IIB	6,493	35,582	20,288
	Agustus	Waru Utama	GOL I	278,493	94,638	236,293
			GOL IIA umum	1,820	825	3,828
			GOL IIA	4,047	11,018	29,112
			GOL IIB	6,199	20,674	35,104
	September	Waru Utama	GOL I	290,154	171,677	90,163
			GOL IIA umum	2,150	2,055	1,280
			GOL IIA	4,972	23,281	14,692
			GOL IIB	5,880	36,451	17,914
	Oktober	Waru Utama	GOL I	259,449	135,749	184,615
			GOL IIA umum	1,650	68	374
			GOL IIA	4,019	23,212	17,098
			GOL IIB	3,414	42,017	1,178
	Nopember	Waru Utama	GOL I	291,602	138,385	154,055
			GOL IIA umum	1,803	135	389
			GOL IIA	4,878	26,994	13,161
			GOL IIB	6,388	54,687	388
	Desember	Waru Utama	GOL I	300,244	238,953	-
			GOL IIA umum	1,541	328	-
			GOL IIA	4,794	36,398	-
			GOL IIB	4,888	50,354	-



TAHUN	BULAN	KELUAR MASUK	GOLONGAN	SIDOARJO unit	PORONG unit	GEMPOL unit
2007	Januari	Waru Utama	GOL I	303,510	260,015	-
			GOL IIA umum	1,776	326	-
			GOL IIA	4,973	37,571	-
			GOL IIB	5,203	50,278	-
	Pebruari	Waru Utama	GOL I	255,208	216,556	-
			GOL IIA umum	1,571	437	-
			GOL IIA	3,101	32,740	-
			GOL IIB	3,144	44,529	-
	Maret	Waru Utama	GOL I	303,923	247,550	-
			GOL IIA umum	1,707	474	-
			GOL IIA	4,767	34,706	-
			GOL IIB	4,393	51,392	-
	April	Waru Utama	GOL I	424,733	26,427	-
			GOL IIA umum	1,786	-	-
			GOL IIA	26,361	2,966	-
			GOL IIB	14,845	2,318	-
	Mei	Waru Utama	GOL I	323,364	218,196	-
			GOL IIA umum	1,815	-	-
			GOL IIA	9,165	29,473	-
			GOL IIB	8,207	33,091	-
	Juni	Waru Utama	GOL I	292,887	268,529	-
			GOL IIA umum	1,442	-	-
			GOL IIA	5,152	39,984	-
			GOL IIB	4,342	53,735	-

## 1. Data Kendaraan yang Keluar Melalui Pintu Tol Waru

TAHUN	BULAN	MASUK KELUAR	GOLONGAN	SIDOARJO unit	PORONG unit	GEMPOL unit	
2008	Januari	Waru Utama	GOL I	171,864	31,573	235,280	
			GOL IIA umum	1,726	1	1	
			GOL IIA	1,707	2,512	16,910	
			GOL IIB	3,462	9,300	33,555	
			Waru Ramp	GOL I	89,768	21,701	185,706
				GOL IIA umum	-	-	8,320
		GOL IIA	501	1,484	21,788		
		GOL IIB	427	2,085	6,840		
		Februari	Waru Utama	GOL I	159,835	28,891	198,803
				GOL IIA umum	1,530	-	-
				GOL IIA	1,567	2,335	16,311
				GOL IIB	3,203	8,510	33,250
	Waru Ramp			GOL I	86,921	20,241	156,258
				GOL IIA umum	-	-	8,699
	GOL IIA		424	2,922	18,742		
	GOL IIB		423	1,874	6,946		
	Maret		Waru Utama	GOL I	177,379	32,157	225,858
				GOL IIA umum	1,764	-	-
				GOL IIA	1,693	2,301	17,032
				GOL IIB	3,497	9,624	36,471
		Waru Ramp		GOL I	95,774	22,220	175,654
				GOL IIA umum	-	-	7,683
		GOL IIA	416	2,329	21,963		
		GOL IIB	428	2,876	7,610		
		April	Waru Utama	GOL I	166,884	30,620	226,586
				GOL IIA umum	1,770	-	-
				GOL IIA	1,717	2,445	17,773
				GOL IIB	3,848	9,896	35,455
	Waru Ramp			GOL I	88,417	21,075	179,137
				GOL IIA umum	-	-	8,847
	GOL IIA		496	1,355	19,935		
	GOL IIB		401	3,386	7,694		
	Mei		Waru Utama	GOL I	171,058	31,516	223,334
				GOL IIA umum	1,704	-	-
				GOL IIA	1,745	2,389	18,498
				GOL IIB	3,821	9,982	36,428
		Waru Ramp		GOL I	90,549	20,895	176,060
				GOL IIA umum	-	-	9,956
		GOL IIA	408	1,080	18,989		
		GOL IIB	478	3,356	7,198		
		Juni	Waru Utama	GOL I	180,907	121,525	71,062
				GOL IIA umum	1,464	-	-
				GOL IIA	2,490	15,289	7,151
				GOL IIB	5,628	35,816	13,555
	Waru Ramp			GOL I	95,530	78,706	53,862
				GOL IIA umum	2	2,075	2,851
	GOL IIA		635	14,387	6,849		
	GOL IIB		824	5,569	2,525		
	Juli		Waru Utama	GOL I	188,082	81,456	142,825
				GOL IIA umum	1,705	1	-
				GOL IIA	2,234	8,607	13,943
				GOL IIB	5,461	23,344	25,140
		Waru Ramp		GOL I	97,988	53,549	108,545
				GOL IIA umum	1	136	1,706

TAHUN	BULAN	MASUK KELUAR	GOLONGAN	SIDOARJO unit	PORONG unit	GEMPOL unit	
2006			GOL IIA	517	10,190	16,909	
			GOL IIB	696	8,264	4,702	
	Agustus	Waru Utama	GOL I	184,923	112,134	88,592	
			GOL IIA umum	1,588	-	-	
			GOL IIA	2,062	11,886	9,439	
			GOL IIB	5,019	29,622	18,098	
		Waru Ramp	GOL I	95,330	75,840	65,067	
			GOL IIA umum	5	1,762	2,716	
			GOL IIA	598	12,133	10,264	
			GOL IIB	1,223	7,274	3,402	
		September	Waru Utama	GOL I	184,845	174,118	3,761
				GOL IIA umum	1,852	-	1
				GOL IIA	2,224	20,514	460
				GOL IIB	5,510	48,371	888
		Waru Ramp	GOL I	97,363	109,081	2,472	
				GOL IIA umum	5	3,580	119
				GOL IIA	605	20,326	484
				GOL IIB	672	9,335	192
		Oktober	Waru Utama	GOL I	171,963	187,649	12,977
				GOL IIA umum	1,648	-	-
				GOL IIA	1,543	17,325	459
				GOL IIB	3,439	38,377	119
		Waru Ramp	GOL I	90,406	118,487	10,922	
				GOL IIA umum	1	382	79
				GOL IIA	447	24,768	1,329
				GOL IIB	429	7,293	28
		Nopember	Waru Utama	GOL I	190,160	181,913	3,488
				GOL IIA umum	1,786	-	-
				GOL IIA	2,112	20,585	193
				GOL IIB	5,384	47,972	15
		Waru Ramp	GOL I	101,790	114,851	2,803	
				GOL IIA umum	1	495	11
				GOL IIA	820	20,805	369
				GOL IIB	1,313	11,311	1
		Desember	Waru Utama	GOL I	188,680	174,889	-
				GOL IIA umum	1,030	-	-
				GOL IIA	2,823	18,110	-
				GOL IIB	4,484	44,046	-
		Waru Ramp	GOL I	100,522	114,971	-	
				GOL IIA umum	2	495	-
				GOL IIA	972	19,093	-
				GOL IIB	1,734	10,704	-
	2007	Januari	Waru Utama	GOL I	187,297	201,708	-
				GOL IIA umum	1,741	-	-
				GOL IIA	2,041	19,352	-
				GOL IIB	4,809	46,129	-
			Waru Ramp	GOL I	98,729	133,005	-
					GOL IIA umum	-	341
				GOL IIA	653	24,074	-
				GOL IIB	1,175	12,938	-
Pebruari		Waru Utama	GOL I	158,271	158,969	-	
				GOL IIA umum	1,568	-	-
			GOL IIA	1,581	16,018	-	



TAHUN	BULAN	MASUK KELUAR	GOLONGAN	SIDOARJO	PORONG	GEMPOL
				unit	unit	unit
2007		Waru Ramp	GOL IIB	3,359	39,399	-
			GOL I	86,675	107,448	-
			GOL IIA umum	8	445	-
			GOL IIA	549	20,132	-
			GOL IIB	498	9,638	-
	Maret	Waru Utama	GOL I	186,896	185,535	-
			GOL IIA umum	1,693	1	-
			GOL IIA	2,142	17,004	-
			GOL IIB	4,453	44,782	-
		Waru Ramp	GOL I	101,274	126,229	-
			GOL IIA umum	8	448	-
			GOL IIA	804	21,632	-
			GOL IIB	573	11,219	-
	April	Waru Utama	GOL I	194,863	141,246	-
			GOL IIA umum	1,793	-	-
			GOL IIA	2,137	16,385	-
			GOL IIB	4,417	37,824	-
		Waru Ramp	GOL I	104,943	91,561	-
			GOL IIA umum	3	-	-
			GOL IIA	981	19,023	-
			GOL IIB	795	9,981	-
	Mei	Waru Utama	GOL I	193,685	179,141	-
			GOL IIA umum	1,819	-	-
			GOL IIA	2,259	19,712	-
			GOL IIB	4,368	45,191	-
		Waru Ramp	GOL I	103,813	117,869	-
			GOL IIA umum	-	-	-
			GOL IIA	725	22,792	-
			GOL IIB	1,206	14,125	-
	Juni	Waru Utama	GOL I	184,811	194,463	-
			GOL IIA umum	648	-	-
			GOL IIA	3,320	20,620	-
			GOL IIB	4,075	45,469	-
		Waru Ramp	GOL I	99,531	130,470	-
			GOL IIA umum	-	-	-
			GOL IIA	681	23,802	-
			GOL IIB	1,436	14,562	-

Table with 5 columns: No, Nama, Alamat, No. Telp, and Keterangan. The table contains several rows of data, but the text is very faint and difficult to read. The text "halaman ini sengaja dikosongkan" is overlaid on the table.

No	Nama	Alamat	No. Telp	Keterangan
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

"halaman ini sengaja dikosongkan"

**KEBUTUHAN GEOTEXTILE ARAH MELINTANG**

## 1. Output Stable untuk H akhir 3.5 m STA 9+000

XSTABL File: SUMO-3M 7-17-92 16:49

\*\*\*\*\*

```

*       X S T A B L       *
*                               *
*   Slope Stability Analysis   *
*       using the             *
*   Method of Slices          *
*                               *
*   Copyright (C) 1992 Å 97    *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   Moscow, ID 83843, U.S.A.    *
*                               *
*   All Rights Reserved        *
*                               *
*   Ver. 5.202                96 Å 1599 *

```

\*\*\*\*\*

Problem Description : Timbunan 3.5 meter

## SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

## 5 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
-------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------------------

1	.0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	12.0	14.5	1
3	12.0	14.5	47.0	14.5	1
4	47.0	14.5	54.0	11.0	1
5	54.0	11.0	59.0	11.0	2

## 28 SUBSURFACE boundary segments

Segment	x-left	y-left	x-right	y-right	Soil Unit
---------	--------	--------	---------	---------	-----------



No.	(m)	(m)	(m)	(m)	Below Segment
1	5.0	11.0	12.0	10.0	3
2	12.0	10.0	47.0	10.0	4
3	47.0	10.0	54.0	11.0	3
4	.0	9.0	5.0	9.0	5
5	5.0	9.0	12.0	8.2	6
6	12.0	8.2	47.0	8.2	7
7	47.0	8.2	54.0	9.0	6
8	54.0	9.0	59.0	9.0	5
9	.0	7.0	5.0	7.0	8
10	5.0	7.0	12.0	6.4	9
11	12.0	6.4	47.0	6.4	10
12	47.0	6.4	54.0	7.0	9
13	54.0	7.0	59.0	7.0	8
14	.0	5.0	5.0	5.0	11
15	5.0	5.0	12.0	4.6	12
16	12.0	4.6	47.0	4.6	13
17	47.0	4.6	54.0	5.0	12
18	54.0	5.0	59.0	5.0	11
19	.0	3.0	5.0	3.0	14
20	5.0	3.0	12.0	2.7	15
21	12.0	2.7	47.0	2.7	16
22	47.0	2.7	54.0	3.0	15
23	54.0	3.0	59.0	3.0	14
24	.0	1.0	5.0	1.0	17
25	5.0	1.0	12.0	.9	18
26	12.0	.9	47.0	.9	19
27	47.0	.9	54.0	1.0	18
28	54.0	1.0	59.0	1.0	17

---

ISOTROPIC Soil Parameters

---

19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Water Surface Constant (kPa)	Water Surface No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0	1
2	16.9	16.9	8.1	.00	.000	.0	1
3	16.9	16.9	13.0	.00	.000	.0	1
4	16.9	16.9	17.8	.00	.000	.0	1
5	17.1	17.1	9.3	.00	.000	.0	1
6	17.1	17.1	14.4	.00	.000	.0	1
7	17.1	17.1	19.5	.00	.000	.0	1
8	17.3	17.3	10.4	.00	.000	.0	1
9	17.3	17.3	15.9	.00	.000	.0	1
10	17.3	17.3	21.3	.00	.000	.0	1
11	17.6	17.6	11.6	.00	.000	.0	1
12	17.6	17.6	17.3	.00	.000	.0	1
13	17.6	17.6	23.0	.00	.000	.0	1
14	17.8	17.8	12.7	.00	.000	.0	1
15	17.8	17.8	18.7	.00	.000	.0	1
16	17.8	17.8	24.7	.00	.000	.0	1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0	1
18	18.1	18.1	20.2	.00	.000	.0	1
19	18.1	18.1	26.6	.00	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00

2      54.00      11.00

-----  
BOUNDARY LOADS  
-----

1 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	14.0	45.0	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between  $x = 2.0$  m and  $x = 6.0$  m

Each surface terminates between  $x = 15.0$  m and  $x = 54.0$  m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is  $y = 1.0$  m

1.0 m line segments define each trial failure surface.

-----  
ANGULAR RESTRICTIONS  
-----

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 5.0 degrees

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 16 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*



\*\* The last calculated value of the FOS was 367.7500 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=367.7500) is defined by: xcenter = 26.57  
ycenter = 1250.00 Init. Pt. = 2.44 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 36 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 48.5814 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 48.5814) is defined by: xcenter = 24.33  
ycenter = 267.06 Init. Pt. = 3.33 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 44 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 21.9061 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 21.9061) is defined by: xcenter = 28.88  
ycenter = 42.57 Init. Pt. = 3.78 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 54 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 362.5728 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=362.5728) is defined by: xcenter = 29.10  
 ycenter = 263.46 Init. Pt. = 4.22 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 56 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 23.7600 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 23.7600) is defined by: xcenter = 28.97  
 ycenter = 37.18 Init. Pt. = 4.22 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 71 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was-343.3814 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=\*\*\*\*\*) is defined by: xcenter = 29.50  
 ycenter = 79.62 Init. Pt. = 5.11 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 82 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 22.7031 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 22.7031) is defined by: xcenter = 28.93

ycenter = 34.64 Init. Pt. = 5.56 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 93 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -93.1074 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-93.1074) is defined by: xcenter = 30.15

ycenter = 134.86 Init. Pt. = 6.00 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 100 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 34.8952 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 34.8952) is defined by: xcenter = 24.40

ycenter = 163.32 Init. Pt. = 6.00 Seg. Length = 1.00

Factors of safety have been calculated by the :

\*\*\*\*\* SIMPLIFIED BISHOP METHOD \*\*\*\*\*

The most critical circular failure surface

is specified by 21 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	2.00	11.00
2	2.73	10.31
3	3.53	9.71



4	4.38	9.20
5	5.29	8.78
6	6.24	8.45
7	7.21	8.24
8	8.21	8.12
9	9.21	8.12
10	10.20	8.22
11	11.18	8.43
12	12.13	8.74
13	13.04	9.15
14	13.90	9.66
15	14.71	10.25
16	15.44	10.93
17	16.10	11.68
18	16.67	12.50
19	17.16	13.38
20	17.54	14.30
21	17.60	14.50

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = 1.337 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\* \*\*

\*\* Out of the 100 surfaces generated and analyzed by XSTABL, \*\*

\*\* 9 surfaces were found to have MISLEADING FOS values. \*\*

\*\* \*\*

\*\*\*\*\*

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Timbunan 3.5 meter

	FOS	Circle	Center	Radius	Initial	Terminal	Resisting
	(BISHOP)	x-coord	y-coord	x-coord	x-coord	(m)	Moment
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN-m)
1.	1.337	8.75	17.44	9.34	2.00	17.60	3.044E+03
2.	1.338	8.30	16.15	7.80	2.44	15.92	2.161E+03

3.	1.346	10.63	19.02	11.78	2.00	21.49	4.808E+03
4.	1.346	8.98	17.08	8.92	2.44	17.51	2.843E+03
5.	1.351	8.13	16.07	7.62	2.44	15.57	2.037E+03
6.	1.361	8.40	16.65	8.21	2.44	16.31	2.372E+03
7.	1.398	9.12	18.79	10.55	2.00	18.75	3.754E+03
8.	1.420	10.58	17.65	9.83	3.33	19.88	3.564E+03
9.	1.438	9.34	16.21	7.62	3.78	16.75	2.189E+03
10.	1.465	8.83	18.53	9.87	2.44	17.83	3.298E+03

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

XSTABL File: SUMO-3M 7-17-\*\* 16:56

\*\*\*\*\*

```

*           X S T A B L           *
*                                     *
*   Slope Stability Analysis       *
*   using the                       *
*   Method of Slices               *
*                                     *
*   Copyright (C) 1992 Å 97        *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   Moscow, ID 83843, U.S.A.      *
*                                     *
*   All Rights Reserved            *
*                                     *
*   Ver. 5.202                     96 Å 1599 *

```

\*\*\*\*\*

Problem Description : Timbunan 3.5 meter

-----  
SEGMENT BOUNDARY COORDINATES  
-----

5 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	.0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	12.0	14.5	1
3	12.0	14.5	47.0	14.5	1
4	47.0	14.5	54.0	11.0	1
5	54.0	11.0	59.0	11.0	2

28 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	5.0	11.0	12.0	10.0	3
2	12.0	10.0	47.0	10.0	4
3	47.0	10.0	54.0	11.0	3
4	.0	9.0	5.0	9.0	5
5	5.0	9.0	12.0	8.2	6
6	12.0	8.2	47.0	8.2	7
7	47.0	8.2	54.0	9.0	6
8	54.0	9.0	59.0	9.0	5
9	.0	7.0	5.0	7.0	8
10	5.0	7.0	12.0	6.4	9
11	12.0	6.4	47.0	6.4	10
12	47.0	6.4	54.0	7.0	9
13	54.0	7.0	59.0	7.0	8
14	.0	5.0	5.0	5.0	11
15	5.0	5.0	12.0	4.6	12
16	12.0	4.6	47.0	4.6	13
17	47.0	4.6	54.0	5.0	12
18	54.0	5.0	59.0	5.0	11
19	.0	3.0	5.0	3.0	14
20	5.0	3.0	12.0	2.7	15
21	12.0	2.7	47.0	2.7	16



22	47.0	2.7	54.0	3.0	15
23	54.0	3.0	59.0	3.0	14
24	.0	1.0	5.0	1.0	17
25	5.0	1.0	12.0	.9	18
26	12.0	.9	47.0	.9	19
27	47.0	.9	54.0	1.0	18
28	54.0	1.0	59.0	1.0	17

---

ISOTROPIC Soil Parameters

---

19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru (kPa)	Water Surface Constant No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0 1
2	16.9	16.9	8.1	.00	.000	.0 1
3	16.9	16.9	13.0	.00	.000	.0 1
4	16.9	16.9	17.8	.00	.000	.0 1
5	17.1	17.1	9.3	.00	.000	.0 1
6	17.1	17.1	14.4	.00	.000	.0 1
7	17.1	17.1	19.5	.00	.000	.0 1
8	17.3	17.3	10.4	.00	.000	.0 1
9	17.3	17.3	15.9	.00	.000	.0 1
10	17.3	17.3	21.3	.00	.000	.0 1
11	17.6	17.6	11.6	.00	.000	.0 1
12	17.6	17.6	17.3	.00	.000	.0 1
13	17.6	17.6	23.0	.00	.000	.0 1
14	17.8	17.8	12.7	.00	.000	.0 1
15	17.8	17.8	18.7	.00	.000	.0 1
16	17.8	17.8	24.7	.00	.000	.0 1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0 1
18	18.1	18.1	20.2	.00	.000	.0 1

19 18.1 18.1 26.6 .00 .000 .0 1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00
2	54.00	11.00

BOUNDARY LOADS

-----

1 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	14.0	45.0	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 2.0 m

and x = 8.0 m

Each surface terminates between x = 17.0 m

and x = 54.0 m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = 1.0 m

1.0 m line segments define each trial failure surface.

-----

## ANGULAR RESTRICTIONS

---

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 5.0 degrees

```
*****
** Factor of safety calculation for surface # 16 **
** failed to converge within FIFTY iterations **
** **
** The last calculated value of the FOS was 442.1022 **
** This will be ignored for final summary of results **
*****
```

Circular surface (FOS=442.1022) is defined by: xcenter = 27.04  
ycenter = 1263.32 Init. Pt. = 2.67 Seg. Length = 1.00

---

```
*****
** Factor of safety calculation for surface # 36 **
** failed to converge within FIFTY iterations **
** **
** The last calculated value of the FOS was 62.0265 **
** This will be ignored for final summary of results **
*****
```

Circular surface (FOS= 62.0265) is defined by: xcenter = 25.41  
ycenter = 272.19 Init. Pt. = 4.00 Seg. Length = 1.00

---

```
*****
** Factor of safety calculation for surface # 47 **
** failed to converge within FIFTY iterations **
** **
** The last calculated value of the FOS was 123.0386 **
** This will be ignored for final summary of results **
```



\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=123.0386) is defined by: xcenter = 29.27  
 ycenter = 116.88 Init. Pt. = 4.67 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 49 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 43.9109 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 43.9109) is defined by: xcenter = 29.21  
 ycenter = 38.56 Init. Pt. = 4.67 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 59 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 55.1559 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 55.1559) is defined by: xcenter = 29.26  
 ycenter = 38.89 Init. Pt. = 5.33 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 60 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 57.6420 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 57.6420) is defined by: xcenter = 29.18

ycenter = 70.73 Init. Pt. = 5.33 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 64 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was -18.3782 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=-18.3782) is defined by: xcenter = 30.19  
 ycenter = 34.99 Init. Pt. = 6.00 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 71 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was -19.3725 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=-19.3725) is defined by: xcenter = 31.25  
 ycenter = 95.94 Init. Pt. = 6.67 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 72 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was 167.8082 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=167.8082) is defined by: xcenter = 28.25  
 ycenter = 199.28 Init. Pt. = 6.67 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 76 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*\*\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -54.3709 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-54.3709) is defined by: xcenter = 31.99  
ycenter = 175.93 Init. Pt. = 6.67 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 78 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*\*\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -21.4678 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-21.4678) is defined by: xcenter = 32.57  
ycenter = 141.82 Init. Pt. = 6.67 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 84 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*\*\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 203.2088 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=203.2088) is defined by: xcenter = 29.43  
ycenter = 33.55 Init. Pt. = 7.33 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 88 \*\*



\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -9.7000 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= -9.7000) is defined by: xcenter = 31.68  
ycenter = 61.70 Init. Pt. = 7.33 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 92 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 21.6809 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 21.6809) is defined by: xcenter = 22.88  
ycenter = 70.80 Init. Pt. = 8.00 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 96 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -7.9812 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= -7.9812) is defined by: xcenter = 31.34  
ycenter = 35.28 Init. Pt. = 8.00 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 97 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -67.1699 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-67.1699) is defined by: xcenter = 29.87  
ycenter = 50.52 Init. Pt. = 8.00 Seg. Length = 1.00

Factors of safety have been calculated by the :

\*\*\*\*\* SIMPLIFIED BISHOP METHOD \*\*\*\*\*

The most critical circular failure surface  
is specified by 23 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	2.00	11.00
2	2.73	10.31
3	3.52	9.70
4	4.36	9.16
5	5.25	8.70
6	6.17	8.32
7	7.13	8.03
8	8.11	7.83
9	9.10	7.72
10	10.10	7.71
11	11.10	7.78
12	12.09	7.95
13	13.05	8.21
14	13.99	8.55
15	14.89	8.99
16	15.75	9.50
17	16.56	10.09
18	17.31	10.75
19	18.00	11.48
20	18.61	12.26

21	19.15	13.11
22	19.61	13.99
23	19.82	14.50

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = 1.336 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\* \*\*

\*\* Out of the 100 surfaces generated and analyzed by XSTABL, \*\*

\*\* 16 surfaces were found to have MISLEADING FOS values. \*\*

\*\* \*\*

\*\*\*\*\*

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Timbunan 3.5 meter

	FOS	Circle Center (BISHOP) x-coord (m)	y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.336	9.78	18.53	10.83	2.00	19.00	1.336E+03
2.	1.338	9.36	16.99	8.99	2.67	17.99	2.923E+03
3.	1.347	9.17	16.91	8.79	2.67	17.60	2.790E+03
5.	1.369	9.48	17.56	9.46	2.67	18.42	3.189E+03
	1.370	11.80	20.21	12.45	2.00	22.97	6.248E+03
7.	1.426	10.19	20.08	12.23	2.00	21.06	4.972E+03
8.	1.499	9.97	19.73	11.38	2.67	20.06	4.354E+03
9.	1.577	11.99	18.40	10.89	4.00	22.16	4.478E+03
10.	1.652	9.55	22.28	13.57	2.00	20.68	5.709E+03

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

XSTABL File: SUMO-3M 7-17-\*\* 16:57

\*\*\*\*\*

\* X S T A B L \*

\* \*



\* Slope Stability Analysis \*  
 \* using the \*  
 \* Method of Slices \*  
 \*  
 \* Copyright (C) 1992 - 97 \*  
 \* Interactive Software Designs, Inc. \*  
 \* Moscow, ID 83843, U.S.A. \*  
 \*  
 \* All Rights Reserved \*  
 \*  
 \* Ver. 5.202 96 - 1599 \*

\*\*\*\*\*

Problem Description : Timbunan 3.5 meter

-----  
 SEGMENT BOUNDARY COORDINATES  
 -----

5 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	.0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	12.0	14.5	1
3	12.0	14.5	47.0	14.5	1
4	47.0	14.5	54.0	11.0	1
5	54.0	11.0	59.0	11.0	2

28 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	5.0	11.0	12.0	10.0	3
2	12.0	10.0	47.0	10.0	4
3	47.0	10.0	54.0	11.0	3
4	.0	9.0	5.0	9.0	5
5	5.0	9.0	12.0	8.2	6

6	12.0	8.2	47.0	8.2	7
7	47.0	8.2	54.0	9.0	6
8	54.0	9.0	59.0	9.0	5
9	.0	7.0	5.0	7.0	8
10	5.0	7.0	12.0	6.4	9
11	12.0	6.4	47.0	6.4	10
12	47.0	6.4	54.0	7.0	9
13	54.0	7.0	59.0	7.0	8
14	.0	5.0	5.0	5.0	11
15	5.0	5.0	12.0	4.6	12
16	12.0	4.6	47.0	4.6	13
17	47.0	4.6	54.0	5.0	12
18	54.0	5.0	59.0	5.0	11
19	.0	3.0	5.0	3.0	14
20	5.0	3.0	12.0	2.7	15
21	12.0	2.7	47.0	2.7	16
22	47.0	2.7	54.0	3.0	15
23	54.0	3.0	59.0	3.0	14
24	.0	1.0	5.0	1.0	17
25	5.0	1.0	12.0	.9	18
26	12.0	.9	47.0	.9	19
27	47.0	.9	54.0	1.0	18
28	54.0	1.0	59.0	1.0	17

---

ISOTROPIC Soil Parameters

---

19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter (Ru)	Water Constant (kPa)	Surface No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0	1
2	16.9	16.9	8.1	.00	.000	.0	1

3	16.9	16.9	13.0	.00	.000	.0	1
4	16.9	16.9	17.8	.00	.000	.0	1
5	17.1	17.1	9.3	.00	.000	.0	1
6	17.1	17.1	14.4	.00	.000	.0	1
7	17.1	17.1	19.5	.00	.000	.0	1
8	17.3	17.3	10.4	.00	.000	.0	1
9	17.3	17.3	15.9	.00	.000	.0	1
10	17.3	17.3	21.3	.00	.000	.0	1
11	17.6	17.6	11.6	.00	.000	.0	1
12	17.6	17.6	17.3	.00	.000	.0	1
13	17.6	17.6	23.0	.00	.000	.0	1
14	17.8	17.8	12.7	.00	.000	.0	1
15	17.8	17.8	18.7	.00	.000	.0	1
16	17.8	17.8	24.7	.00	.000	.0	1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0	1
18	18.1	18.1	20.2	.00	.000	.0	1
19	18.1	18.1	26.6	.00	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified  
 Unit weight of water = 10.00 (kN/m<sup>3</sup>)  
 Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00
2	54.00	11.00

BOUNDARY LOADS

-----

1 load(s) specified

Load	x-left	x-right	Intensity	Direction
------	--------	---------	-----------	-----------



No.	(m)	(m)	(kPa)	(deg)
1	14.0	45.0	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between  $x = 2.0$  m

and  $x = 10.0$  m

Each surface terminates between  $x = 25.0$  m

and  $x = 54.0$  m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation

at which a surface extends is  $y = 1.0$  m

1.0 m line segments define each trial failure surface.

---

#### ANGULAR RESTRICTIONS

---

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 5.0 degrees

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 16 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 685.5752 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=685.5752) is defined by: xcenter = 27.88  
ycenter = 1295.56 Init. Pt. = 2.89 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 26 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 20.5933 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 20.5933) is defined by: xcenter = 28.41  
ycenter = 89.85 Init. Pt. = 3.78 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 36 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 145.6526 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=145.6526) is defined by: xcenter = 27.67  
ycenter = 292.21 Init. Pt. = 4.67 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 44 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 35.3156 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 35.3156) is defined by: xcenter = 5.99  
ycenter = 937.58 Init. Pt. = 5.56 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 45 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -29.1790 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-29.1790) is defined by: xcenter = 29.96  
ycenter = 42.86 Init. Pt. = 5.56 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 49 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 31.5685 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 31.5685) is defined by: xcenter = 13.46  
ycenter = 550.29 Init. Pt. = 5.56 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 52 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -25.6442 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-25.6442) is defined by: xcenter = 30.23  
ycenter = 61.97 Init. Pt. = 6.44 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 55 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*



\*\* The last calculated value of the FOS was -54.9405 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=-54.9405) is defined by: xcenter = 34.57  
 ycenter = 297.76 Init. Pt. = 6.44 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 57 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -12.4484 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=-12.4484) is defined by: xcenter = 30.56  
 ycenter = 37.22 Init. Pt. = 6.44 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 62 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 41.5950 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS= 41.5950) is defined by: xcenter = 23.09  
 ycenter = 256.61 Init. Pt. = 7.33 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 66 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -26.9367 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*  
 Circular surface (FOS=-26.9367) is defined by: xcenter = 30.12  
 ycenter = 43.77 Init. Pt. = 7.33 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 67 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was -15.9291 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-15.9291) is defined by: xcenter = 30.56  
 ycenter = 46.71 Init. Pt. = 7.33 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 74 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was -8.4046 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= -8.4046) is defined by: xcenter = 33.62  
 ycenter = 83.92 Init. Pt. = 8.22 Seg. Length = 1.00  
 -----

\*\*\*\*\*  
 \*\* Factor of safety calculation for surface # 79 \*\*  
 \*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*  
 \*\* \*\*  
 \*\* The last calculated value of the FOS was -38.2542 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-38.2542) is defined by: xcenter = 29.94

ycenter = 33.63 Init. Pt. = 8.22 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 83 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -8.1969 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-8.1969) is defined by: xcenter = 31.98

ycenter = 44.28 Init. Pt. = 9.11 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 85 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -6.0955 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-6.0955) is defined by: xcenter = 32.24

ycenter = 36.16 Init. Pt. = 9.11 Seg. Length = 1.00

---

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 87 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -31.1569 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-31.1569) is defined by: xcenter = 35.99

ycenter = 181.76 Init. Pt. = 9.11 Seg. Length = 1.00

---



\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 89 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -11.9658 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-11.9658) is defined by: xcenter = 31.02  
ycenter = 34.32 Init. Pt. = 9.11 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 91 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was -13.7016 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=-13.7016) is defined by: xcenter = 31.61  
ycenter = 45.17 Init. Pt. = 10.00 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 95 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 22.7805 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 22.7805) is defined by: xcenter = 18.87  
ycenter = 25.46 Init. Pt. = 10.00 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 96 \*\*

```

** failed to converge within FIFTY iterations **
**
** The last calculated value of the FOS was -4.8392 **
** This will be ignored for final summary of results **
*****

```

Circular surface (FOS= -4.8392) is defined by: xcenter = 33.17  
ycenter = 36.11 Init. Pt. = 10.00 Seg. Length = 1.00

---

```

*****
** Factor of safety calculation for surface # 97 **
** failed to converge within FIFTY iterations **
**
** The last calculated value of the FOS was -7.2350 **
** This will be ignored for final summary of results **
*****

```

Circular surface (FOS= -7.2350) is defined by: xcenter = 33.37  
ycenter = 54.19 Init. Pt. = 10.00 Seg. Length = 1.00

---

```

*****
** Factor of safety calculation for surface # 99 **
** failed to converge within FIFTY iterations **
**
** The last calculated value of the FOS was 29.7075 **
** This will be ignored for final summary of results **
*****

```

Circular surface (FOS= 29.7075) is defined by: xcenter = 20.93  
ycenter = 28.85 Init. Pt. = 10.00 Seg. Length = 1.00

---

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

The most critical circular failure surface  
is specified by 29 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	2.89	11.00
2	3.60	10.30
3	4.36	9.65
4	5.17	9.06
5	6.02	8.52
6	6.90	8.05
7	7.81	7.64
8	8.75	7.30
9	9.71	7.03
10	10.69	6.82
11	11.68	6.68
12	12.68	6.62
13	13.68	6.62
14	14.67	6.70
15	15.66	6.85
16	16.64	7.06
17	17.60	7.35
18	18.53	7.70
19	19.44	8.12
20	20.32	8.60
21	21.16	9.14
22	21.96	9.74
23	22.71	10.40
24	23.42	11.11
25	24.07	11.86
26	24.67	12.66
27	25.21	13.51
28	25.69	14.38
29	25.74	14.50

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = 1.571 \*\*\*\*



\*\*\*\*\*

\*\*  
 \*\* Out of the 100 surfaces generated and analyzed by XSTABL, \*\*  
 \*\* 23 surfaces were found to have MISLEADING FOS values. \*\*  
 \*\*

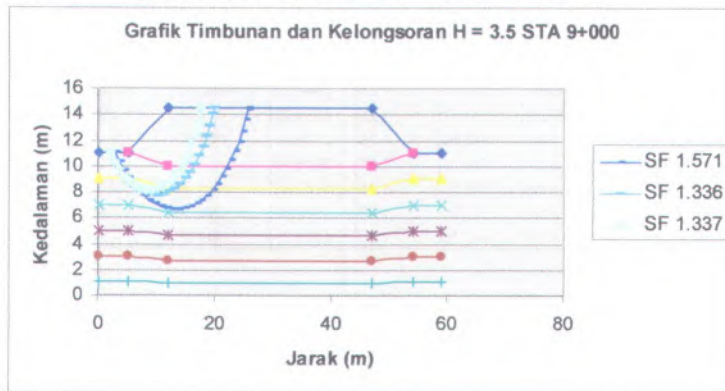
\*\*\*\*\*

The following is a summary of the TEN most critical surfaces  
 Problem Description : Timbunan 3.5 meter

	FOS	Circle Center (BISHOP) x-coord (m)	y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	1.571	13.10	20.69	14.08	2.89	25.74	7.037E+03
2.	1.581	13.35	20.76	14.30	2.89	26.20	7.288E+03
3.	1.628	13.85	22.86	16.77	2.00	28.38	9.720E+03
4.	1.631	13.51	21.64	15.03	2.89	26.74	7.867E+03
5.	1.713	14.28	22.13	15.93	2.89	28.26	9.045E+03
6.	1.730	14.37	25.12	18.77	2.00	29.85	1.143E+04
7.	1.821	16.13	24.59	19.60	2.00	32.93	1.369E+04
8.	1.832	14.17	24.94	17.93	2.89	28.74	1.035E+04
9.	1.944	13.69	28.97	21.44	2.00	29.50	1.322E+04
10.	2.227	16.61	22.42	16.53	4.67	31.12	1.044E+04

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

2. Analisa Stable untuk H akhir 3.5 m STA 9+000  
Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 3.5 m



SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.571	7037	4479.31	1.25	5599.14	-1437.86	17.24	13.10	20.69
1.581	7288	4609.74	1.25	5762.18	-1525.82	17.24	13.35	20.76
1.628	9720	5970.52	1.25	7463.14	-2256.86	17.24	13.85	22.86
1.631	7867	4823.42	1.25	6029.28	-1837.72	17.24	13.51	21.64
1.713	9045	5280.21	1.25	6600.26	-2444.74	17.24	14.28	22.13
1.730	11430	6606.94	1.25	8258.67	-3171.33	17.24	14.37	25.12
1.821	13690	7517.85	1.25	9397.31	-4292.69	17.24	16.13	24.59
1.832	10350	5649.56	1.25	7061.95	-3288.05	17.24	14.17	24.94
1.944	13220	6800.41	1.25	8500.51	-4719.49	17.24	13.69	28.97
2.227	10440	4687.92	1.25	5859.90	-4580.10	17.24	16.61	22.42

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.336	4035	3020.21	1.25	3775.26	-259.74	17.24	9.78	18.53
1.338	2923	2184.60	1.25	2730.75	-192.25	17.24	9.36	16.99
1.347	2790	2071.27	1.25	2589.09	-200.91	17.24	9.17	16.91
1.368	3722	2720.76	1.25	3400.95	-321.05	17.24	10.11	18.02
1.369	3189	2329.44	1.25	2911.80	-277.20	17.24	9.48	17.56
1.416	6248	4412.43	1.25	5515.54	-732.46	17.24	11.80	20.21
1.426	4972	3486.68	1.25	4358.35	-613.65	17.24	10.19	20.08
1.499	4354	2904.60	1.25	3630.75	-723.25	17.24	9.97	19.73
1.577	4478	2839.57	1.25	3549.46	-928.54	17.24	11.99	18.40
1.652	5709	3455.81	1.25	4319.76	-1389.24	17.24	9.55	22.28

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile(KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.337	3044	2276.74	1.25	2845.92	-198.08	17.24	8.75	17.44
1.338	2161	1615.10	1.25	2018.87	-142.13	17.24	8.30	16.15
1.346	4808	3572.07	1.25	4465.08	-342.92	17.24	10.63	19.02
1.346	2843	2112.18	1.25	2640.23	-202.77	17.24	8.98	17.08
1.351	2037	1507.77	1.25	1884.72	-152.28	17.24	8.13	16.07
1.361	2372	1742.84	1.25	2178.55	-193.45	17.24	8.40	16.65
1.398	3754	2685.26	1.25	3356.58	-397.42	17.24	9.12	18.79
1.420	3564	2509.86	1.25	3137.32	-426.68	17.24	10.58	17.65
1.438	2189	1522.25	1.25	1902.82	-286.18	17.24	9.34	16.21
1.465	3298	2251.19	1.25	2813.99	-484.01	17.24	8.83	18.53

Untuk H akhir 3.5 m  $\Delta$ MR bernilai (-), sehingga untuk H akhir 3.5 m tidak membutuhkan perkuatan geotextile.

### 3. Analisa Stable untuk H akhir 4.29 m STA 9+100

Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 4.29 m



Momen yang terjadi pada timbunan 4.29 m



SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.244	5112	4109.32	1.25	5136.66	24.66	17.22	10.22	18.96
1.264	3745	2962.82	1.25	3703.52	-41.48	17.22	9.76	17.39
1.270	4743	3734.65	1.25	4668.31	-74.69	17.22	10.55	18.46
1.293	7893	6104.41	1.25	7630.51	-262.49	17.22	12.36	20.76
1.306	4156	3182.24	1.25	3977.79	-178.21	17.22	10.68	17.72
1.318	6281	4765.55	1.25	5956.94	-324.06	17.22	10.65	20.49
1.398	5572	3985.69	1.25	4982.12	-589.88	17.22	10.40	20.08
1.432	5801	4050.98	1.25	5063.72	-737.28	17.22	12.53	18.95
1.526	5209	3413.50	1.25	4266.87	-942.13	17.22	12.41	18.66
1.535	7210	4697.07	1.25	5871.34	-1338.66	17.22	9.98	22.47

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.266	6452	5096.37	1.25	6370.46	-81.54	17.22	11.23	20.02
1.273	4711	3700.71	1.25	4625.88	-85.12	17.22	10.82	18.22
1.316	5940	4513.68	1.25	5642.10	-297.90	17.22	11.67	19.38
1.355	7888	5821.40	1.25	7276.75	-611.25	17.22	11.70	21.73
1.378	5173	3753.99	1.25	4692.49	-480.51	17.22	11.88	18.49
1.379	9917	7191.44	1.25	8989.30	-927.70	17.22	13.48	21.90
1.439	6938	4821.40	1.25	6026.75	-911.25	17.22	11.52	21.23
1.552	9026	5815.72	1.25	7269.65	-1756.35	17.22	11.01	24.07
1.597	7004	4385.72	1.25	5482.15	-1521.85	17.22	13.92	19.67
1.677	10140	6046.51	1.25	7558.14	-2581.86	17.22	13.89	23.69

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.228	5446	4434.85	1.25	5543.57	97.57	17.22	10.63	19.02
1.261	3332	2642.35	1.25	3302.93	-29.07	17.22	8.72	17.37
1.279	3121	2440.19	1.25	3050.23	-70.77	17.22	9.13	16.98
1.296	2475	1909.72	1.25	2387.15	-87.85	17.22	8.60	16.22
1.316	4187	3181.61	1.25	3977.01	-209.99	17.22	9.08	18.62
1.327	2261	1703.84	1.25	2129.80	-131.20	17.22	8.35	16.06
1.329	2506	1885.63	1.25	2357.04	-148.96	17.22	8.49	16.46
1.388	3520	2536.02	1.25	3170.03	-349.97	17.22	8.90	18.16
1.393	4842	3475.95	1.25	4344.94	-497.06	17.22	11.80	18.20
1.396	5977	4281.52	1.25	5351.90	-625.10	17.22	11.72	19.78

### Kebutuhan geotextile pada timbunan 4.29 m

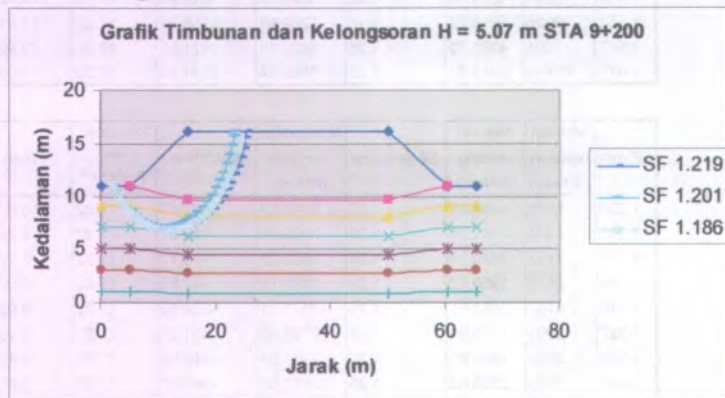
SF Minimum=	1.244	SF Minimum=	1.228
kord.X titik pus	10.22	kord.X titik pusa	10.63
kord.Y titik pus	18.96	kord.Y titik pusa	19.02
M.Resisten=	5112.00 KN-m	M.Resisten=	5446.00 KN-m
SF perlu=	1.25	SF perlu=	1.25
M.dorong=	4109.32 KN-m	M.dorong=	4434.85 KN-m
M.Resisten per	5136.66 KN-m	M.Resisten per	5543.57 KN-m
$\Delta MR=$	24.66 KN-m	$\Delta MR=$	97.57 KN-m
Jarak antar get	0.2 m	Jarak antar gete	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin geotextile	Kekuatan setelah
1	7.96	17.22	137.0712
2	7.76	17.22	270.6984

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin geotextile	Kekuatan setelah
1	8.02	17.22	138.1044
2	7.82	17.22	272.7648

Untuk H akhir 4.29 m membutuhkan perkuatan geotextile 1 layer.

4. Analisa Stable untuk H akhir 5.07 m STA 9+200  
Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 5.07 m





### Momen yang terjadi pada timbunan 5.07 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.219	8879	7283.84	1.25	9104.80	225.80	17.22	12.15	21.00
1.242	6488	5223.83	1.25	6529.79	41.79	17.22	11.80	18.98
1.254	6246	4980.86	1.25	6226.08	-19.92	17.22	11.51	18.97
1.277	7073	5538.76	1.25	6923.45	-149.55	17.22	11.94	19.67
1.284	8154	6350.47	1.25	7938.08	-215.92	17.22	12.71	20.23
1.307	10850	8301.45	1.25	10376.82	-473.18	17.22	12.65	22.86
1.326	13500	10181.00	1.25	12726.24	-773.76	17.22	14.58	23.01
1.414	9601	6789.96	1.25	8487.45	-1113.55	17.22	12.52	22.23
1.526	12690	8315.86	1.25	10394.82	-2295.18	17.22	11.86	25.40
1.542	6488	4207.52	1.25	5259.40	-1228.60	17.22	13.58	18.70

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.201	7232	6021.65	1.25	7527.06	295.06	17.22	11.16	19.95
1.229	5285	4300.24	1.25	5375.31	90.31	17.22	10.75	18.16
1.242	5039	4057.17	1.25	5071.46	32.46	17.22	10.48	18.13
1.244	6685	5373.79	1.25	6717.24	32.24	17.22	11.61	19.32
1.259	5777	4588.56	1.25	5735.70	-41.30	17.22	10.88	18.78
1.263	11140	8820.27	1.25	11025.34	-114.66	17.22	13.49	21.90
1.277	8891	6962.41	1.25	8703.01	-187.99	17.22	11.62	21.64
1.380	7927	5744.20	1.25	7180.25	-746.75	17.22	11.42	21.11
1.390	5366	3860.43	1.25	4825.54	-540.46	17.22	12.26	17.89
1.486	8979	6042.40	1.25	7552.99	-1426.01	17.22	14.50	20.29

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.186	7971	6720.91	1.25	8401.14	430.14	17.22	11.81	20.21
1.209	5022	4153.85	1.25	5192.31	170.31	17.22	9.68	18.39
1.235	4691	3798.38	1.25	4747.98	56.98	17.22	10.04	17.93
1.242	3757	3024.96	1.25	3781.20	24.20	17.22	9.45	17.07
1.271	3891	3061.37	1.25	3826.71	-64.29	17.22	9.38	17.41
1.278	6322	4946.79	1.25	6183.49	-138.51	17.22	10.07	19.80
1.284	3360	2616.82	1.25	3271.03	-88.97	17.22	9.05	16.88
1.322	4833	3655.82	1.25	4569.78	-263.22	17.22	11.31	17.61
1.358	8932	6577.32	1.25	8221.65	-710.35	17.22	12.94	21.16
1.365	8002	5862.27	1.25	7327.84	-674.16	17.22	13.41	19.86



### Kebutuhan geotextile pada timbunan 5.07 m

SF Minimum=	1.219
kord.X titik pusat	12.15
kord.Y titik pusat	21.00
M.Resisten=	8879.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	7283.84 KN-m
M.Resisten perlu	9104.80 KN-m
$\Delta$ MR=	225.80 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

SF Minimum=	1.242
kord.X titik pusat	11.80
kord.Y titik pusat	18.98
M.Resisten=	6488.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	5223.83 KN-m
M.Resisten perlu	6529.79 KN-m
$\Delta$ MR=	41.79 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.00	17.22	172.2
2	9.80	17.22	340.956
3	9.60	17.22	506.268

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	7.98	17.22	137.4156
2	7.78	17.22	271.3872
3	7.58	17.22	401.9148

SF Minimum=	1.201
kord.X titik pusat	11.16
kord.Y titik pusat	19.95
M.Resisten=	7232.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	6021.65 KN-m
M.Resisten perlu	7527.06 KN-m
$\Delta$ MR=	295.06 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

SF Minimum=	1.244
kord.X titik pusat	11.61
kord.Y titik pusat	19.32
M.Resisten=	6685.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	5373.79 KN-m
M.Resisten perlu	6717.24 KN-m
$\Delta$ MR=	32.24 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	8.95	17.22	154.119
2	8.75	17.22	304.794
3	8.55	17.22	452.025

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	8.32	17.22	143.2704
2	8.12	17.22	283.0968
3	7.92	17.22	419.4792

SF Minimum=	1.186
kord.X titik pusat	11.81
kord.Y titik pusat	20.21
M.Resisten=	7971.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	6720.91 KN-m
M.Resisten perlu	8401.14 KN-m
$\Delta$ MR=	430.14 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

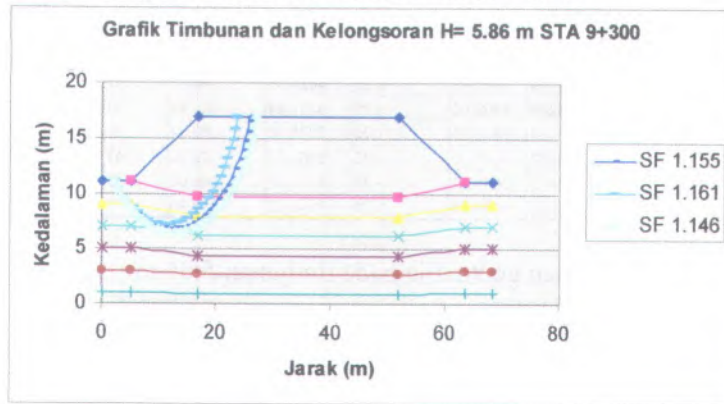
SF Minimum=	1.242
kord.X titik pusat	9.45
kord.Y titik pusat	17.07
M.Resisten=	3757.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	3024.96 KN-m
M.Resisten perlu	3781.20 KN-m
$\Delta$ MR=	24.20 KN-m
Jarak antar getes	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.21	17.22	158.5962
2	9.01	17.22	313.7484
3	8.81	17.22	465.4566
4	8.61	17.22	613.7208

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	6.07	17.22	104.5254
2	5.87	17.22	205.8068

Untuk H akhir 5.07 m membutuhkan perkuatan geotextile 3 layer.

5. Analisa Stable untuk H akhir 5.86 m STA 9+300  
Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 5.86 m



**Momen yang terjadi pada timbunan 5.86 m**

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.155	9728	8422.51	1.25	10528.14	800.14	17.22	12.09	20.94
1.181	7211	6105.84	1.25	7632.30	421.30	17.22	11.62	19.03
1.196	9080	7591.97	1.25	9489.97	409.97	17.22	12.55	20.30
1.197	6908	5771.09	1.25	7213.87	305.87	17.22	11.32	19.01
1.212	7889	6509.08	1.25	8136.34	247.34	17.22	11.76	19.71
1.219	14870	12198.52	1.25	15248.15	378.15	17.22	14.60	23.03
1.233	11970	9708.03	1.25	12135.04	165.04	17.22	12.58	22.78
1.325	7446	5619.62	1.25	7024.53	-421.47	17.22	13.20	18.83
1.332	10810	8115.62	1.25	10144.52	-665.48	17.22	12.33	22.27
1.412	12290	8703.97	1.25	10879.96	-1410.04	17.22	15.63	21.45

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.161	7970	6864.77	1.25	8580.96	610.96	17.22	11.12	19.91
1.176	12330	10484.69	1.25	13105.87	775.87	17.22	13.52	21.93
1.176	5771	4907.31	1.25	6134.14	363.14	17.22	10.60	18.23
1.187	7513	6329.40	1.25	7911.75	398.75	17.22	11.47	19.41
1.201	5503	4582.01	1.25	5727.52	224.52	17.22	10.31	18.19
1.204	6354	5277.41	1.25	6596.76	242.76	17.22	10.72	18.84
1.230	9889	8039.84	1.25	10049.80	160.80	17.22	11.56	21.57
1.264	6726	5321.20	1.25	6651.50	-74.50	17.22	12.22	18.51
1.307	11000	8416.22	1.25	10520.28	-479.72	17.22	14.51	20.98
1.309	10890	8319.33	1.25	10399.16	-490.84	17.22	14.38	21.03



SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.146	10560	9214.66	1.25	11518.32	958.32	17.22	12.71	21.12
1.172	6269	5348.98	1.25	6686.22	417.22	17.22	10.17	18.90
1.181	6536	5534.29	1.25	6917.87	381.87	17.22	10.84	18.87
1.185	5260	4438.82	1.25	5548.52	288.52	17.22	10.18	17.92
1.225	4729	3860.41	1.25	4825.51	96.51	17.22	9.74	17.71
1.226	5284	4309.95	1.25	5387.44	103.44	17.22	9.98	18.17
1.236	7886	6380.26	1.25	7975.32	89.32	17.22	10.56	20.38
1.237	6613	5346.00	1.25	6682.50	69.50	17.22	11.89	18.51
1.272	10870	8545.60	1.25	10682.00	-188.00	17.22	14.18	20.99
1.275	10760	8439.22	1.25	10549.02	-210.98	17.22	14.06	21.04

### Kebutuhan geotextile pada timbunan 5.86 m

SF Minimum=	1.155
kord.X titik pusat	12.09
kord.Y titik pusat	20.94
M.Resisten=	9728.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	8422.51 KN-m
M.Resisten perlu	10528.14 KN-m
$\Delta$ MR=	800.14 KN-m
Jarak antar getex:	0.2 m

SF Minimum=	1.233
kord.X titik pusat=	12.58
kord.Y titik pusat=	22.78
M.Resisten=	11970.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	9708.03 KN-m
M.Resisten perlu=	12135.04 KN-m
$\Delta$ MR=	165.04 KN-m
Jarak antar getex	0.2 m

Geotextile	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.94	17.22	171.17
2	9.74	17.22	338.89
3	9.54	17.22	503.17
4	9.34	17.22	664.00
5	9.14	17.22	821.39
6	8.94	17.22	975.34

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.78	17.22	202.85
2	11.58	17.22	402.26

SF Minimum=	1.161
kord.X titik pusat	11.12
kord.Y titik pusat	19.91
M.Resisten=	7970.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	6864.77 KN-m
M.Resisten perlu	8580.96 KN-m
$\Delta$ MR=	610.96 KN-m
Jarak antar getex:	0.2 m

SF Minimum=	1.230
kord.X titik pusat=	11.56
kord.Y titik pusat=	21.57
M.Resisten=	9889.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	8039.84 KN-m
M.Resisten perlu=	10049.80 KN-m
$\Delta$ MR=	160.80 KN-m
Jarak antar getex	0.2 m

Geotextile	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	8.91	17.22	153.4302
2	8.71	17.22	303.4164
3	8.51	17.22	449.9586
4	8.31	17.22	593.0568
5	8.11	17.22	732.711

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.57	17.22	182.0154
2	10.37	17.22	360.5868



SF Minimum= 1.146  
 kord.X titik pusat= 12.71  
 kord.Y titik pusat= 21.12  
 M.Resisten= 10560.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 9214.66 KN-m  
 M.Resisten perlu= 11518.32 KN-m  
 $\Delta$ MR= 958.32 KN-m  
 Jarak antar gete= 0.2 m

SF Minimum= 1.237  
 kord.X titik pusat= 11.89  
 kord.Y titik pusat= 18.51  
 M.Resisten= 6613.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 5346.00 KN-m  
 M.Resisten perlu= 6682.50 KN-m  
 $\Delta$ MR= 69.50 KN-m  
 Jarak antar getex= 0.2 m

Geotextile	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.12	17.22	174.2664
2	9.92	17.22	345.0888
3	9.72	17.22	512.4672
4	9.52	17.22	676.4016
5	9.32	17.22	836.892
6	9.12	17.22	993.9384

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	7.51	17.22	129.3222
2	7.31	17.22	255.2004

Untuk H akhir 5.86 m membutuhkan perkuatan geotextile 6 layer.

6. Analisa Stable untuk H akhir 6.65 m STA 9+400  
 Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 6.65 m



## Momen yang terjadi pada timbunan 6.65 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M. Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.135	13760	12123.35	1.25	15154.19	1394.19	17.22	13.53	22.46
1.144	10080	8811.19	1.25	11013.99	933.99	17.22	13.08	20.27
1.162	9747	8388.12	1.25	10485.15	738.15	17.22	12.75	20.25
1.175	11010	9370.21	1.25	11712.77	702.77	17.22	13.23	21.04
1.180	12730	10788.14	1.25	13485.17	755.17	17.22	14.10	21.68
1.205	16690	13850.62	1.25	17313.28	623.28	17.22	14.06	24.53
1.206	20590	17072.97	1.25	21341.21	751.21	17.22	16.26	24.71
1.301	15020	11544.97	1.25	14431.21	-588.79	17.22	13.85	23.93
1.364	10390	7617.30	1.25	9521.63	-868.37	17.22	14.96	20.09
1.421	19700	13863.48	1.25	17329.35	-2370.65	17.22	13.11	27.34

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M. Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.117	10410	9319.61	1.25	11649.51	1239.51	17.22	12.08	20.92
1.139	7528	6609.31	1.25	8261.63	733.63	17.22	11.60	19.01
1.147	16110	14045.34	1.25	17556.67	1446.67	17.22	14.67	23.10
1.151	9728	8451.78	1.25	10564.73	836.73	17.22	12.55	20.30
1.164	7202	6187.29	1.25	7734.11	532.11	17.22	11.29	18.97
1.168	8283	7091.61	1.25	8864.51	581.51	17.22	11.73	19.68
1.184	12870	10869.93	1.25	13587.42	717.42	17.22	12.55	22.75
1.265	8859	7003.16	1.25	8753.95	-105.05	17.22	13.67	19.30
1.281	11560	9024.20	1.25	11280.25	-279.75	17.22	12.28	22.21
1.331	17830	13395.94	1.25	16744.93	-1085.07	17.22	16.11	24.27

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M. Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.119	13650	12198.39	1.25	15247.99	1597.99	17.22	13.70	22.12
1.126	8060	7158.08	1.25	8947.60	887.60	17.22	10.95	19.73
1.134	8376	7386.24	1.25	9232.80	856.80	17.22	11.63	19.69
1.138	6774	5952.55	1.25	7440.69	666.69	17.22	10.93	18.67
1.177	6800	5777.40	1.25	7221.75	421.75	17.22	10.70	18.94
1.180	6115	5182.20	1.25	6477.75	362.75	17.22	10.44	18.44
1.185	8458	7137.55	1.25	8921.94	463.94	17.22	12.68	19.31
1.194	9434	7901.17	1.25	9876.47	442.47	17.22	11.06	20.97
1.236	14040	11359.22	1.25	14199.03	159.03	17.22	15.15	21.98
1.236	13880	11229.77	1.25	14037.22	157.22	17.22	15.02	22.03

### Kebutuhan geotextile pada timbunan 6.65 m

SF Minimum= 1.135  
 kord.X titik pu: 13.53  
 kord.Y titik pu: 22.46  
 M.Resisten= 13760.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 12123.35 KN-m  
 M.Resisten pe 15154.19 KN-m  
 $\Delta$ MR= 1394.19 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.46	17.22	197.34
2	11.26	17.22	391.24
3	11.06	17.22	581.69
4	10.86	17.22	768.70
5	10.66	17.22	952.27
6	10.46	17.22	1132.39
7	10.26	17.22	1309.06
8	10.06	17.22	1482.30

SF Minimum= 1.206  
 kord.X titik pus 16.26  
 kord.Y titik pus 24.71  
 M.Resisten= 20590.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 17072.97 KN-m  
 M.Resisten per 21341.21 KN-m  
 $\Delta$ MR= 751.21 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.71	17.22	236.09
2	13.51	17.22	468.73
3	13.31	17.22	697.93
4	13.11	17.22	923.68

SF Minimum= 1.117  
 kord.X titik pu: 12.08  
 kord.Y titik pu: 20.92  
 M.Resisten= 10410.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 9319.61 KN-m  
 M.Resisten pe 11649.51 KN-m  
 $\Delta$ MR= 1239.51 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.92	17.22	170.82
2	9.72	17.22	338.20
3	9.52	17.22	502.14
4	9.32	17.22	662.63
5	9.12	17.22	819.67
6	8.92	17.22	973.27
7	8.72	17.22	1123.43
8	8.52	17.22	1270.15

SF Minimum= 1.184  
 kord.X titik pus 12.55  
 kord.Y titik pus 22.75  
 M.Resisten= 12870.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 10869.93 KN-m  
 M.Resisten per 13587.42 KN-m  
 $\Delta$ MR= 717.42 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.75	17.22	202.34
2	11.55	17.22	401.23
3	11.35	17.22	596.67
4	11.15	17.22	788.68



SF Minimum= 1.119  
 kord.X titik pu: 13.70  
 kord.Y titik pu: 22.12  
 M.Resisten= 13650.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 12198.39 KN-m  
 M.Resisten pe 15247.99 KN-m  
 ΔMR= 1597.99 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

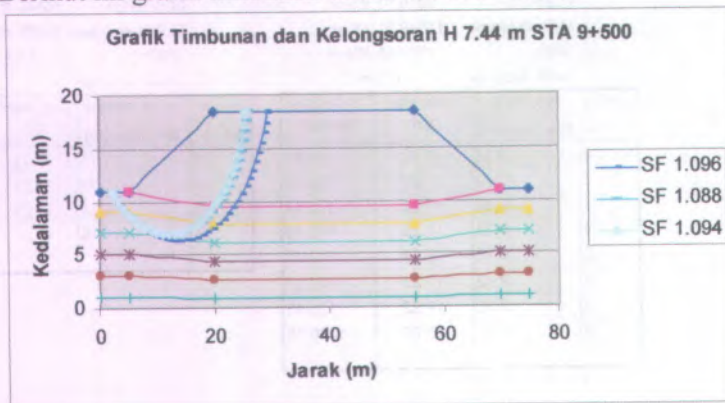
SF Minimum= 1.236  
 kord.X titik pus 15.02  
 kord.Y titik pus 22.03  
 M.Resisten= 13880.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 11229.77 KN-m  
 M.Resisten pe 14037.22 KN-m  
 ΔMR= 157.22 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.12	17.22	191.49
2	10.92	17.22	379.53
3	10.72	17.22	564.13
4	10.52	17.22	745.28
5	10.32	17.22	922.99
6	10.12	17.22	1097.26
7	9.92	17.22	1268.08
8	9.72	17.22	1435.46
9	9.52	17.22	1599.39

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.03	17.22	189.94
2	10.83	17.22	376.43

Untuk H akhir 6.65 m membutuhkan perkuatan geotextile 9 layer.

7. Analisa Stable untuk H akhir 7.44 m STA 9+500  
 Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 7.44 m



## Momen yang terjadi pada timbunan 7.44 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.096	14890	13585.77	1.25	16982.21	2092.21	17.22	13.50	22.43
1.133	10670	9417.48	1.25	11771.84	1101.84	17.22	13.23	20.08
1.136	22460	19771.13	1.25	24713.91	2253.91	17.22	16.32	24.77
1.151	10230	8887.92	1.25	11109.90	879.90	17.22	12.89	20.05
1.152	13550	11762.15	1.25	14702.69	1152.69	17.22	14.26	21.49
1.162	18230	15688.47	1.25	19610.59	1380.59	17.22	14.02	24.49
1.164	11710	10060.14	1.25	12575.17	865.17	17.22	13.37	20.83
1.283	16170	12603.27	1.25	15754.09	-415.91	17.22	13.96	23.65
1.391	21660	15571.53	1.25	19464.41	-2195.59	17.22	13.01	27.18
1.410	23920	16964.54	1.25	21205.67	-2714.33	17.22	18.30	25.49

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.088	11170	10266.54	1.25	12833.18	1663.18	17.22	12.07	20.92
1.095	17830	16283.11	1.25	20353.88	2523.88	17.22	14.80	23.23
1.114	9117	8184.02	1.25	10230.03	1113.03	17.22	12.11	19.51
1.117	11190	10017.91	1.25	12522.38	1332.38	17.22	12.86	20.62
1.152	8292	7197.92	1.25	8997.40	705.40	17.22	11.57	19.26
1.154	9183	7957.54	1.25	9946.92	763.92	17.22	11.85	19.81
1.157	14040	12134.83	1.25	15168.54	1128.54	17.22	12.54	22.73
1.219	11570	9491.39	1.25	11864.23	294.23	17.22	14.57	20.20
1.258	12560	9984.10	1.25	12480.13	-79.87	17.22	12.25	22.17
1.269	20420	16091.41	1.25	20114.26	-305.74	17.22	16.39	24.59

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.094	10640	9725.78	1.25	12157.22	1517.22	17.22	11.84	20.67
1.095	17830	16283.11	1.25	20353.88	2523.88	17.22	14.80	23.23
1.105	11060	10009.05	1.25	12511.31	1451.31	17.22	12.64	20.63
1.107	9019	8147.24	1.25	10184.06	1165.06	17.22	11.89	19.52
1.146	8184	7141.36	1.25	8926.70	742.70	17.22	11.35	19.26
1.146	9072	7916.23	1.25	9895.29	823.29	17.22	11.63	19.81
1.169	11250	9623.61	1.25	12029.51	779.51	17.22	13.91	20.21
1.170	11540	9863.25	1.25	12329.06	789.06	17.22	11.59	21.61
1.232	18510	15024.35	1.25	18780.44	270.44	17.22	16.57	23.08
1.234	20170	16345.22	1.25	20431.52	261.52	17.22	15.97	24.61



## Kebutuhan geotextile pada timbunan 7.44 m

SF Minimum= 1.096  
 kord.X titik pus 13.50  
 kord.Y titik pus 22.43  
 M.Resisten= 14890.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 13585.77 KN-m  
 M.Resisten per 16982.21 KN-m  
 $\Delta$ MR= 2092.21 KN-m  
 Jarak antar get 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.43	17.22	196.82
2	11.23	17.22	390.21
3	11.03	17.22	580.14
4	10.83	17.22	766.63
5	10.63	17.22	949.68
6	10.43	17.22	1129.29
7	10.23	17.22	1305.45
8	10.03	17.22	1478.16
9	9.83	17.22	1647.44
10	9.63	17.22	1813.27
11	9.43	17.22	1975.65
12	9.23	17.22	2134.59

SF Minimum= 1.088  
 kord.X titik pus 12.07  
 kord.Y titik pus 20.92  
 M.Resisten= 11170.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 10266.54 KN-m  
 M.Resisten per 12833.18 KN-m  
 $\Delta$ MR= 1663.18 KN-m  
 Jarak antar get 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.92	17.22	170.82
2	9.72	17.22	338.20
3	9.52	17.22	502.14
4	9.32	17.22	662.63
5	9.12	17.22	819.67
6	8.92	17.22	973.27
7	8.72	17.22	1123.43
8	8.52	17.22	1270.15
9	8.32	17.22	1413.42
10	8.12	17.22	1553.24
11	7.92	17.22	1689.63

SF Minimum= 1.164  
 kord.X titik pus 13.37  
 kord.Y titik pus 20.83  
 M.Resisten= 11710.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 10060.14 KN-m  
 M.Resisten per 12575.17 KN-m  
 $\Delta$ MR= 865.17 KN-m  
 Jarak antar get 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.83	17.22	169.27
2	9.63	17.22	335.10
3	9.43	17.22	497.49
4	9.23	17.22	656.43
5	9.03	17.22	811.92
6	8.83	17.22	963.98

SF Minimum= 1.219  
 kord.X titik pus 14.57  
 kord.Y titik pus 20.20  
 M.Resisten= 11570.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 9491.39 KN-m  
 M.Resisten per 11864.23 KN-m  
 $\Delta$ MR= 294.23 KN-m  
 Jarak antar get 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.20	17.22	158.42
2	9.00	17.22	313.40



SF Minimum= 1.094  
 kord.X titik pus= 11.84  
 kord.Y titik pus= 20.67  
 M.Resisten= 10640.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 9725.78 KN-m  
 M.Resisten per= 12157.22 KN-m  
 $\Delta$ MR= 1517.22 KN-m  
 Jarak antar get= 0.2 m

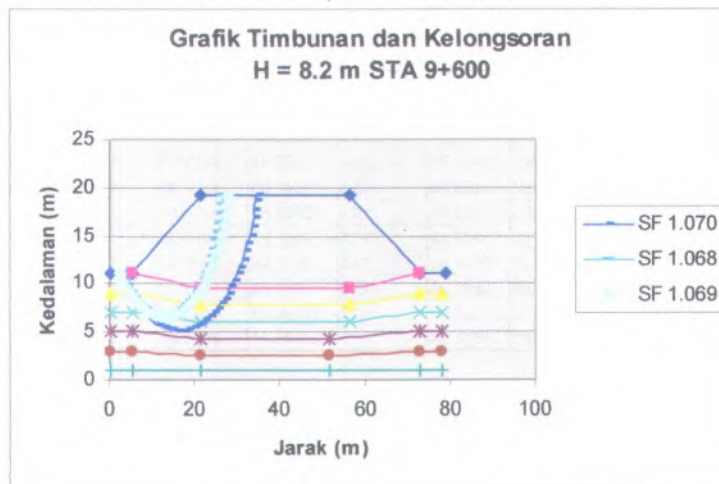
SF Minimum= 1.234  
 kord.X titik pus= 15.97  
 kord.Y titik pus= 24.61  
 M.Resisten= 20170.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 16345.22 KN-m  
 M.Resisten per= 20431.52 KN-m  
 $\Delta$ MR= 261.52 KN-m  
 Jarak antar get= 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.67	17.22	166.52
2	9.47	17.22	329.59
3	9.27	17.22	489.22
4	9.07	17.22	645.41
5	8.87	17.22	798.15
6	8.67	17.22	947.44
7	8.47	17.22	1093.30
8	8.27	17.22	1235.71
9	8.07	17.22	1374.67
10	7.87	17.22	1510.19
11	7.67	17.22	1642.27

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.61	17.22	234.36
2	13.41	17.22	465.28
3	13.21	17.22	692.76

Untuk H akhir 7.44 m membutuhkan perkuatan geotextile 12 layer.

8. Analisa Stable untuk H akhir 8.22 m STA 9+600  
 Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 8.22 m



## Momen yang terjadi pada timbunan 8.22 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	ΔMR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.070	22630	21149.53	1.25	26436.92	3806.92	17.22	15.90	24.34
1.082	11740	10850.28	1.25	13562.85	1822.85	17.22	12.95	20.36
1.118	10710	9579.61	1.25	11974.51	1264.51	17.22	12.37	20.09
1.123	11860	10561.00	1.25	13201.25	1341.25	17.22	12.67	20.68
1.132	14100	12455.83	1.25	15569.79	1469.79	17.22	13.27	21.79
1.187	14840	12502.11	1.25	15627.63	787.63	17.22	15.47	21.10
1.238	25920	20937.00	1.25	26171.24	251.24	17.22	17.46	25.80
1.258	23960	19046.10	1.25	23807.63	-152.37	17.22	18.29	24.15
1.295	20240	15629.34	1.25	19536.68	-703.32	17.22	16.09	24.12
1.313	45310	34508.76	1.25	43135.95	-2174.05	17.22	19.63	32.60

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	ΔMR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.068	11820	11067.42	1.25	13834.27	2014.27	17.22	12.73	20.47
1.081	24330	22506.94	1.25	28133.67	3803.67	17.22	16.40	24.85
1.095	13020	11890.41	1.25	14863.01	1843.01	17.22	12.86	21.24
1.096	11360	10384.96	1.25	12956.20	1596.20	17.22	12.36	20.43
1.112	15660	14082.73	1.25	17603.42	1943.42	17.22	13.55	22.48
1.122	14280	12727.27	1.25	15909.09	1629.09	17.22	14.48	21.11
1.171	17730	15140.91	1.25	18926.13	1196.13	17.22	16.08	22.24
1.174	23240	19795.57	1.25	24744.46	1504.46	17.22	17.32	24.19
1.183	13770	11639.90	1.25	14549.87	779.87	17.22	14.42	21.10
1.201	12790	10649.46	1.25	13311.82	521.82	17.22	14.74	20.34

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	ΔMR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstil (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.069	13760	12871.84	1.25	16089.80	2329.80	17.22	12.73	21.61
1.070	22630	21149.53	1.25	26436.92	3806.92	17.22	15.90	24.34
1.107	12070	10903.34	1.25	13629.18	1559.18	17.22	13.51	20.36
1.124	14790	13158.36	1.25	16447.95	1657.95	17.22	14.31	21.55
1.138	11020	9683.66	1.25	12104.57	1084.57	17.22	12.93	20.09
1.139	15180	13327.48	1.25	16659.35	1479.35	17.22	12.55	22.74
1.145	12170	10628.82	1.25	13286.03	1116.03	17.22	13.22	20.68
1.267	13490	10647.20	1.25	13309.00	-181.00	17.22	12.68	22.01
1.334	26730	20037.48	1.25	25046.85	-1683.15	17.22	18.52	25.75
1.336	39460	29535.93	1.25	36919.91	-2540.09	17.22	20.26	29.86

### Kebutuhan geotextile pada timbunan 8.22 m

SF Minimum= 1.070  
 kord X titik px 15.90  
 kord Y titik px 24.34  
 M Resistensi= 22630.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M dorong= 21149.53 KN-m  
 M Resistensi p 26436.92 KN-m  
 ΔMR= 3806.92 KN-m  
 Jarak antar g 0.2 m

SF Minimum= 1.238  
 kord X titik px 17.46  
 kord Y titik px 25.80  
 M Resistensi= 25920.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M dorong= 20937.00 KN-m  
 M Resistensi p 26171.24 KN-m  
 ΔMR= 251.24 KN-m  
 Jarak antar g 0.2 m

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.34	17.22	229.71
2	13.14	17.22	455.99
3	12.94	17.22	678.81
4	12.74	17.22	898.20
5	12.54	17.22	1114.13
6	12.34	17.22	1326.63
7	12.14	17.22	1535.68
8	11.94	17.22	1741.29
9	11.74	17.22	1943.45
10	11.54	17.22	2142.17
11	11.34	17.22	2337.44
12	11.14	17.22	2529.27
13	10.94	17.22	2717.66
14	10.74	17.22	2902.60
15	10.54	17.22	3084.10
16	10.34	17.22	3262.16
17	10.14	17.22	3436.77
18	9.94	17.22	3607.93
19	9.74	17.22	3775.66
20	9.54	17.22	3939.94

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	14.80	17.22	254.856
2	14.60	17.22	506.268

SF Minimum= 1.068  
 kord X titik px 12.73  
 kord Y titik px 20.47  
 M Resistensi= 11820.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M dorong= 11067.42 KN-m  
 M Resistensi p 13834.27 KN-m  
 ΔMR= 2014.27 KN-m  
 Jarak antar g 0.2 m

SF Minimum= 1.201  
 kord X titik px 14.74  
 kord Y titik px 20.34  
 M Resistensi= 12790.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M dorong= 10649.46 KN-m  
 M Resistensi p 13311.82 KN-m  
 ΔMR= 521.82 KN-m  
 Jarak antar g 0.2 m

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.47	17.22	163.0734
2	9.27	17.22	322.7028
3	9.07	17.22	478.8882
4	8.87	17.22	631.6296
5	8.67	17.22	780.927
6	8.47	17.22	926.7804
7	8.27	17.22	1069.1898
8	8.07	17.22	1208.1552
9	7.87	17.22	1343.6786
10	7.67	17.22	1475.754
11	7.47	17.22	1604.3874
12	7.27	17.22	1729.5768
13	7.07	17.22	1851.3222
14	6.87	17.22	1969.6238
15	6.67	17.22	2084.481
16	6.47	17.22	2195.8944

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.34	17.22	160.8348
2	9.14	17.22	318.2256
3	8.94	17.22	472.1724
4	8.74	17.22	622.6752



SF Minimum=	1.059
kord.X titik pa	12.73
kord.Y titik pa	21.61
M.Resisten=	13760.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	12871.84 KN-m
M.Resisten p	16089.80 KN-m
$\Delta MR=$	2329.80 KN-m
Jarak antar g	0.2 m

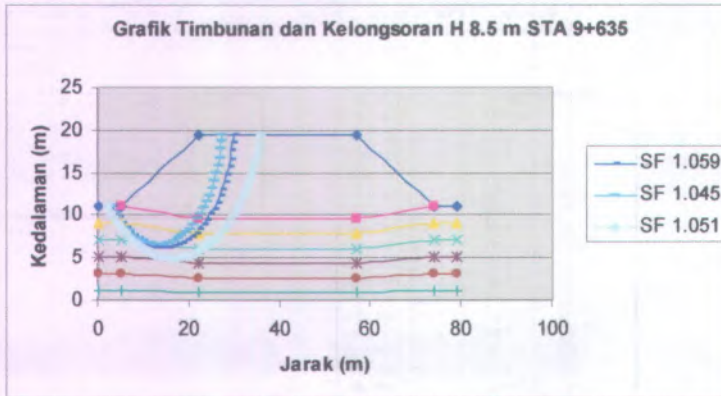
SF Minimum=	1.145
kord.X titik pa	13.22
kord.Y titik pa	20.68
M.Resisten=	12170.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	10628.82 KN-m
M.Resisten p	13286.03 KN-m
$\Delta MR=$	1116.03 KN-m
Jarak antar g	0.2 m

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.61	17.22	182.7042
2	10.41	17.22	361.9644
3	10.21	17.22	537.7806
4	10.01	17.22	710.1528
5	9.81	17.22	879.081
6	9.61	17.22	1044.5652
7	9.41	17.22	1206.6054
8	9.21	17.22	1365.2016
9	9.01	17.22	1520.3538
10	8.81	17.22	1672.062
11	8.61	17.22	1820.3262
12	8.41	17.22	1965.1464
13	8.21	17.22	2106.5226
14	8.01	17.22	2244.4548
15	7.81	17.22	2378.943

Geotextile ke-	Jarak dengan titik	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.68	17.22	166.6896
2	9.48	17.22	329.9352
3	9.28	17.22	489.7368
4	9.08	17.22	646.0944
5	8.88	17.22	799.008
6	8.68	17.22	948.4776
7	8.48	17.22	1094.5032
8	8.28	17.22	1237.0848

Untuk H akhir 8.22 m membutuhkan perkuatan geotextile 20 layer.

9. Analisa Stable untuk H akhir 8.50 m STA 9+635  
Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 8.50 m



## Momen yang terjadi pada timbunan 8.50 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.059	15460	14598.68	1.25	18248.35	2788.35	17.22	14.24	21.65
1.068	14770	13829.59	1.25	17286.99	2516.99	17.22	13.85	21.62
1.085	16880	15557.60	1.25	19447.00	2567.00	17.22	14.39	22.51
1.098	30750	28005.46	1.25	35006.83	4256.83	17.22	17.97	26.44
1.108	20000	18050.54	1.25	22563.18	2563.18	17.22	15.13	23.86
1.109	17450	15734.90	1.25	19668.62	2218.62	17.22	15.56	22.22
1.161	16510	14220.50	1.25	17775.62	1265.62	17.22	15.99	21.62
1.241	27000	21756.65	1.25	27195.81	195.81	17.22	19.04	24.91
1.285	16310	12692.61	1.25	15865.76	-444.24	17.22	16.27	21.93
1.291	21480	16638.26	1.25	20797.83	-682.17	17.22	18.27	23.28

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.051	24750	23549.00	1.25	29436.25	4686.25	17.22	16.43	24.88
1.054	12610	11963.95	1.25	14954.93	2344.93	17.22	13.27	20.68
1.088	11510	10579.04	1.25	13223.81	1713.81	17.22	12.67	20.40
1.088	12870	11829.04	1.25	14786.31	1916.31	17.22	13.04	21.08
1.098	15500	14116.58	1.25	17645.72	2145.72	17.22	13.73	22.31
1.159	15980	13787.75	1.25	17234.69	1254.69	17.22	15.81	21.44
1.214	28240	23261.94	1.25	29077.43	837.43	17.22	17.97	26.38
1.229	25700	20911.31	1.25	26139.14	439.14	17.22	18.69	24.56
1.260	22040	17492.06	1.25	21865.08	-174.92	17.22	16.55	24.68
1.289	21190	16439.10	1.25	20548.88	-641.12	17.22	18.17	23.19

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.045	12450	11913.88	1.25	14892.34	2442.34	17.22	12.94	20.68
1.049	24320	23183.98	1.25	28979.98	4659.98	17.22	16.30	24.75
1.078	11310	10491.65	1.25	13114.56	1804.56	17.22	12.34	20.40
1.080	12500	11574.07	1.25	14467.59	1967.59	17.22	12.65	21.01
1.091	14230	13043.08	1.25	16303.85	2073.85	17.22	13.04	21.90
1.096	15360	14014.60	1.25	17518.25	2158.25	17.22	14.82	21.44
1.142	19020	18654.99	1.25	20818.74	1798.74	17.22	16.44	22.81
1.147	14710	12824.76	1.25	16030.95	1320.95	17.22	14.74	21.44
1.148	24940	21724.74	1.25	27155.92	2215.92	17.22	17.72	24.59
1.166	13690	11740.99	1.25	14676.24	986.24	17.22	15.06	20.65

## Kebutuhan geotextile pada timbunan 8.50 m

SF Minimum=	1.059	SF Minimum=	1.241
kord.X titik pu:	14.24	kord.X titik pu:	19.04
kord.Y titik pu:	21.65	kord.Y titik pu:	24.91
M.Resisten=	15460.00 KN-m	M.Resisten=	27000.00 KN-m
SF perlu=	1.25	SF perlu=	1.25
M.dorong=	14598.68 KN-m	M.dorong=	21756.65 KN-m
M.Resisten pe	18248.35 KN-m	M.Resisten pe	27195.81 KN-m
$\Delta MR=$	2788.35 KN-m	$\Delta MR=$	195.81 KN-m
Jarak antar ge	0.2 m	Jarak antar ge	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	10.65	17.22	183.393
2	10.45	17.22	363.342
3	10.25	17.22	539.847
4	10.05	17.22	712.908
5	9.85	17.22	882.525
6	9.65	17.22	1048.698
7	9.45	17.22	1211.427
8	9.25	17.22	1370.712
9	9.05	17.22	1528.553
10	8.85	17.22	1678.95
11	8.65	17.22	1827.903
12	8.45	17.22	1973.412
13	8.25	17.22	2115.477
14	8.05	17.22	2254.098
15	7.85	17.22	2389.275
16	7.65	17.22	2521.008
17	7.45	17.22	2649.297
18	7.25	17.22	2774.142
19	7.05	17.22	2895.543

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.91	17.22	239.5302
2	13.71	17.22	475.6164



SF Minimum= 1.051  
 kord.X titik pu: 16.43  
 kord.Y titik pu: 24.88  
 M.Resisten= 24750.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 23549.00 KN-m  
 M.Resisten pe 29436.25 KN-m  
 $\Delta$ MR= 4686.25 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

SF Minimum= 1.229  
 kord.X titik pu: 18.69  
 kord.Y titik pu: 24.56  
 M.Resisten= 25700.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 20911.31 KN-m  
 M.Resisten pe 26139.14 KN-m  
 $\Delta$ MR= 439.14 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.88	17.22	239.0136
2	13.68	17.22	474.5832
3	13.48	17.22	706.7088
4	13.28	17.22	935.3904
5	13.08	17.22	1160.628
6	12.88	17.22	1382.4216
7	12.68	17.22	1600.7712
8	12.48	17.22	1815.6768
9	12.28	17.22	2027.1384
10	12.08	17.22	2235.156
11	11.88	17.22	2439.7296
12	11.68	17.22	2640.8592
13	11.48	17.22	2838.5448
14	11.28	17.22	3032.7864
15	11.08	17.22	3223.584
16	10.88	17.22	3410.9376
17	10.68	17.22	3594.8472
18	10.48	17.22	3775.3128
19	10.28	17.22	3952.3344
20	10.08	17.22	4125.912
21	9.88	17.22	4296.0456
22	9.68	17.22	4462.7352
23	9.48	17.22	4625.9808
24	9.28	17.22	4785.7824

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.56	17.22	233.5032
2	13.36	17.22	463.5624

SF Minimum= 1.045  
 kord.X titik pu: 12.94  
 kord.Y titik pu: 20.68  
 M.Resisten= 12450.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 11913.88 KN-m  
 M.Resisten pe 14892.34 KN-m  
 $\Delta$ MR= 2442.34 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

SF Minimum= 1.166  
 kord.X titik pu: 15.06  
 kord.Y titik pu: 20.65  
 M.Resisten= 13690.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 11740.99 KN-m  
 M.Resisten pe 14676.24 KN-m  
 $\Delta$ MR= 986.24 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

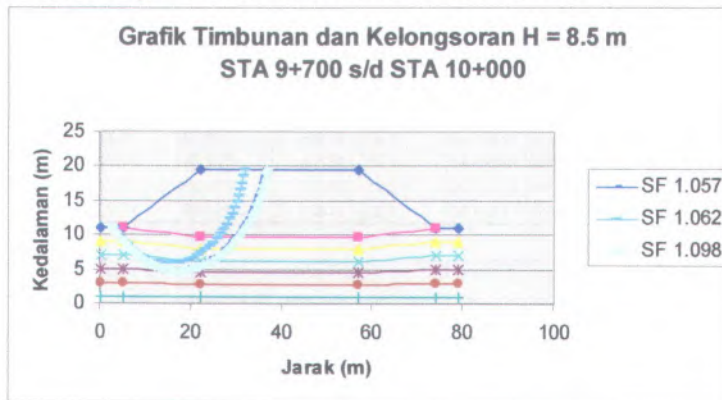
Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.68	17.22	166.6896
2	9.48	17.22	329.9352
3	9.28	17.22	489.7368
4	9.08	17.22	648.0944
5	8.88	17.22	799.008
6	8.68	17.22	948.4776
7	8.48	17.22	1094.5032
8	8.28	17.22	1237.0848
9	8.08	17.22	1376.2224
10	7.88	17.22	1511.916
11	7.68	17.22	1644.1656
12	7.48	17.22	1772.9712
13	7.28	17.22	1898.3328
14	7.08	17.22	2020.2504
15	6.88	17.22	2138.724
16	6.68	17.22	2253.7536
17	6.48	17.22	2365.3392
18	6.28	17.22	2473.4808

Geotextile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	9.65	17.22	166.173
2	9.45	17.22	328.902
3	9.25	17.22	488.187
4	9.05	17.22	644.028
5	8.85	17.22	796.425
6	8.65	17.22	945.378
7	8.45	17.22	1090.887

Untuk H akhir 8.50 m membutuhkan perkuatan geotextile 24 layer.

10. Analisa Stable untuk H akhir 8.50 m STA 9+700 s/d STA 10+000

Berikut ini grafik timbunan untuk H akhir 8.50 m



Momen yang terjadi pada timbunan 8.50 m

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.057	24620	23292.34	1.25	29115.42	4495.42	17.22	16.43	24.88
1.075	12790	11897.67	1.25	14872.09	2082.09	17.22	13.80	20.65
1.109	11730	10577.10	1.25	13221.37	1491.37	17.22	13.19	20.37
1.111	12870	11584.16	1.25	14480.20	1610.20	17.22	13.49	20.98
1.126	15040	13357.02	1.25	16696.27	1656.27	17.22	14.02	22.03
1.310	28240	21557.25	1.25	26946.56	-1293.44	17.22	18.86	26.17
1.312	49020	37362.80	1.25	46703.51	-2316.49	17.22	20.23	33.50
1.359	44760	32935.98	1.25	41169.98	-3590.02	17.22	21.21	31.04
1.388	36150	26044.67	1.25	32555.84	-3594.16	17.22	15.25	31.76
1.415	15320	10826.86	1.25	13533.57	-1786.43	17.22	16.71	21.34



SF min	Momen resisten (KN-m <sup>2</sup> )	Momen dorong (KN-m <sup>2</sup> )	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	ΔMR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.062	18000	16949.15	1.25	21186.44	3186.44	17.22	15.14	22.55
1.074	17370	16173.18	1.25	20216.48	2846.48	17.22	14.74	22.55
1.092	19610	17957.88	1.25	22447.34	2837.34	17.22	15.30	23.50
1.126	20240	17975.13	1.25	22468.92	2228.92	17.22	16.49	23.17
1.126	23100	20515.10	1.25	25643.87	2543.87	17.22	16.07	24.94
1.151	35000	30408.34	1.25	38010.43	3010.43	17.22	18.99	27.47
1.178	19210	16307.30	1.25	20384.13	1174.13	17.22	16.92	22.54
1.290	18890	14643.41	1.25	18304.26	-585.74	17.22	17.19	22.92
1.291	30740	23811.00	1.25	29763.75	-976.25	17.22	20.05	25.95
1.309	22450	17150.50	1.25	21438.12	-1011.88	17.22	18.56	23.68

SF min	Momen resisten (KN-m <sup>2</sup> )	Momen dorong (KN-m <sup>2</sup> )	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	ΔMR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat	
1.098	25750	23451.73	1.25	29314.66	3564.66	17.22	17.32	24.95
1.101	24950	22661.22	1.25	28326.52	3376.52	17.22	16.89	25.01
1.132	27880	24628.98	1.25	30786.22	2906.22	17.22	17.50	26.08
1.171	29000	24765.16	1.25	30956.45	1956.45	17.22	18.62	25.77
1.180	32380	27440.68	1.25	34300.85	1920.85	17.22	18.33	27.70
1.204	27840	23122.92	1.25	28903.65	1063.65	17.22	18.91	25.21
1.249	46380	37133.71	1.25	46417.13	37.13	17.22	21.45	29.95
1.271	27840	21904.01	1.25	27380.02	-459.98	17.22	19.03	25.55
1.289	23570	18285.49	1.25	22856.87	-713.13	17.22	18.71	23.95
1.317	32580	24738.04	1.25	30922.55	-1657.45	17.22	20.51	26.26

### Kebutuhan geotextile pada timbunan 8.50 m

SF Minimum=	1.057
kord.X titik pu:	16.43
kord.Y titik pu:	24.88
M.Resisten=	24620.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	23292.34 KN-m
M.Resisten pe	29115.42 KN-m
$\Delta MR=$	4495.42 KN-m
Jarak antar ge	0.2 m

SF Minimum=	1.126
kord.X titik pu:	14.02
kord.Y titik pu:	22.03
M.Resisten=	15040.00 KN-m
SF perlu=	1.25
M.dorong=	13357.02 KN-m
M.Resisten pe	16696.27 KN-m
$\Delta MR=$	1656.27 KN-m
Jarak antar ge	0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.88	17.22	239.0136
2	13.68	17.22	474.5832
3	13.48	17.22	706.7088
4	13.28	17.22	935.3904
5	13.08	17.22	1160.628
6	12.88	17.22	1382.4216
7	12.68	17.22	1600.7712
8	12.48	17.22	1815.6768
9	12.28	17.22	2027.1384
10	12.08	17.22	2235.156
11	11.88	17.22	2439.7296
12	11.68	17.22	2640.8592
13	11.48	17.22	2838.5448
14	11.28	17.22	3032.7864
15	11.08	17.22	3223.584
16	10.88	17.22	3410.9376
17	10.68	17.22	3594.8472
18	10.48	17.22	3775.3128
19	10.28	17.22	3952.3344
20	10.08	17.22	4125.912
21	9.88	17.22	4296.0456
22	9.68	17.22	4462.7352
23	9.48	17.22	4625.9808

Geote xtile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.03	17.22	189.9366
2	10.83	17.22	376.4292
3	10.63	17.22	559.4778
4	10.43	17.22	739.0824
5	10.23	17.22	915.243
6	10.03	17.22	1087.9596
7	9.83	17.22	1257.2322
8	9.63	17.22	1423.0608
9	9.43	17.22	1585.4454
10	9.23	17.22	1744.386

SF Minimum= 1.062  
 kord.X titik pu: 15.14  
 kord.Y titik pu: 22.55  
 M.Resisten= 18000.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 16949.15 KN-m  
 M.Resisten pe 21186.44 KN-m  
 ΔMR= 3186.44 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

SF Minimum= 1.178  
 kord.X titik pu: 16.92  
 kord.Y titik pu: 22.54  
 M.Resisten= 19210.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 16307.30 KN-m  
 M.Resisten pe 20384.13 KN-m  
 ΔMR= 1174.13 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotex tile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.55	17.22	198.891
2	11.35	17.22	394.338
3	11.15	17.22	586.341
4	10.95	17.22	774.9
5	10.75	17.22	960.015
6	10.55	17.22	1141.686
7	10.35	17.22	1319.913
8	10.15	17.22	1494.696
9	9.95	17.22	1666.035
10	9.75	17.22	1833.93
11	9.55	17.22	1998.381
12	9.35	17.22	2159.388
13	9.15	17.22	2316.951
14	8.95	17.22	2471.07
15	8.75	17.22	2621.745
16	8.55	17.22	2768.976
17	8.35	17.22	2912.763
18	8.15	17.22	3053.106
19	7.95	17.22	3190.005

Geotextile ke	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	11.54	17.22	198.7188
2	11.34	17.22	393.9936
3	11.14	17.22	585.8244
4	10.94	17.22	774.2112
5	10.74	17.22	959.154
6	10.54	17.22	1140.6528
7	10.34	17.22	1318.7076



SF Minimum= 1.098  
 kord.X titik pu: 17.32  
 kord.Y titik pu: 24.95  
 M.Resisten= 25750.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 23451.73 KN-m  
 M.Resisten pe 29314.66 KN-m  
 $\Delta$ MR= 3564.66 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

SF Minimum= 1.249  
 kord.X titik pu: 21.45  
 kord.Y titik pu: 29.95  
 M.Resisten= 46380.00 KN-m  
 SF perlu= 1.25  
 M.dorong= 37133.71 KN-m  
 M.Resisten pe 46417.13 KN-m  
 $\Delta$ MR= 37.13 KN-m  
 Jarak antar ge 0.2 m

Geotextile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	13.95	17.22	240.219
2	13.75	17.22	476.994
3	13.55	17.22	710.325
4	13.35	17.22	940.212
5	13.15	17.22	1166.655
6	12.95	17.22	1389.654
7	12.75	17.22	1609.209
8	12.55	17.22	1825.32
9	12.35	17.22	2037.987
10	12.15	17.22	2247.21
11	11.95	17.22	2452.989
12	11.75	17.22	2655.324
13	11.55	17.22	2854.215
14	11.35	17.22	3049.662
15	11.15	17.22	3241.665
16	10.95	17.22	3430.224
17	10.75	17.22	3615.339

Geotextile ke-	Jarak dengan titik pusat(m)	Kekuatan ijin	Kekuatan setelah
1	18.95	17.22	326.319

Untuk H akhir 8.50 m membutuhkan kekuatan geotextile 23 layer.

## KEBUTUHAN GEOTEXTILE ARAH MEMANJANG

### 1. Output Stable untuk H akhir 8.5 m STA 9+635

XSTABL File: SUMO-P3 7-31-\*\* 10:15

\*\*\*\*\*

```

*           X S T A B L           *
*                                     *
*      Slope Stability Analysis      *
*      using the                     *
*      Method of Slices              *
*                                     *
*      Copyright (C) 1992 - 97      *

```

\* Interactive Software Designs, Inc. \*  
 \* Moscow, ID 83843, U.S.A. \*  
 \* \*  
 \* All Rights Reserved \*  
 \* \*  
 \* Ver. 5.202 96 Å 1599 \*  
 \*\*\*\*\*

Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	.0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	5.5	19.5	1
3	5.5	19.5	40.5	19.2	1

17 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	5.0	11.0	5.5	9.5	3
2	5.5	9.5	40.5	9.5	4
3	.0	9.0	5.0	9.0	5
4	5.0	9.0	5.5	7.8	6
5	5.5	7.8	40.5	7.8	7
6	.0	7.0	5.0	7.0	8
7	5.0	7.0	5.5	6.0	9
8	5.5	6.0	40.5	6.0	10
9	.0	5.0	5.0	5.0	11
10	5.0	5.0	5.5	4.4	12
11	5.5	4.4	40.5	4.4	13
12	.0	3.0	5.0	3.0	14
13	5.0	3.0	5.5	2.6	15
14	5.5	2.6	40.5	2.6	16
15	.0	1.0	5.0	1.0	17
16	5.0	1.0	5.5	.9	18
17	5.5	.9	40.5	.9	19

## ISOTROPIC Soil Parameters

-----  
19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Water Constant Surface No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0 1
2	17.1	17.1	8.1	.00	.000	.0 1
3	17.1	17.1	19.3	.00	.000	.0 1
4	17.1	17.1	30.5	.00	.000	.0 1
5	17.3	17.3	9.3	.00	.000	.0 1
6	17.3	17.3	20.9	.00	.000	.0 1
7	17.3	17.3	32.4	.00	.000	.0 1
8	17.5	17.5	10.4	.00	.000	.0 1
9	17.5	17.5	22.4	.00	.000	.0 1
10	17.5	17.5	34.4	.00	.000	.0 1
11	17.7	17.7	11.6	.00	.000	.0 1
12	17.7	17.7	23.9	.00	.000	.0 1
13	17.7	17.7	36.2	.00	.000	.0 1
14	17.9	17.9	12.7	.00	.000	.0 1
15	17.9	17.9	25.3	.00	.000	.0 1
16	17.9	17.9	38.0	.00	.000	.0 1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0 1
18	18.1	18.1	26.9	.00	.000	.0 1
19	18.1	18.1	39.9	.00	.000	.0 1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 9.81 (kN/m<sup>3</sup>)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

## PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00
2	40.50	11.00

-----  
BOUNDARY LOADS  
-----



1 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	5.5	40.5	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between  $x = 2.0$  m and  $x = 5.3$  m

Each surface terminates between  $x = 6.5$  m and  $x = 40.0$  m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is  $y = 1.0$  m

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

1.0 m line segments define each trial failure surface.

#### ANGULAR RESTRICTIONS

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 40.0 degrees

Factors of safety have been calculated by the :

\*\*\*\*\* SIMPLIFIED BISHOP METHOD \*\*\*\*\*

The most critical circular failure surface is specified by 6 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	5.30	16.10
2	6.10	16.70
3	6.79	17.42
4	7.37	18.24
5	7.82	19.13
6	7.93	19.48

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = .848 \*\*\*\*

The following is a summary of the TEN most critical surfaces  
 Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new  
 FOS Circle Center Radius Initial Terminal Resisting  
 (BISHOP) x-coord y-coord x-coord x-coord Moment  
 (m) (m) (m) (m) (m) (kN-m)

1.	.848	1.77	21.60	6.54	5.30	7.93	4.831E+02
2.	1.693	4.17	20.84	9.90	3.10	13.96	8.839E+03
3.	1.744	5.15	20.06	3.97	5.30	9.04	6.589E+02
4.	1.755	11.82	20.58	13.46	2.37	25.22	1.556E+04
5.	1.759	12.01	20.23	13.35	2.37	25.33	1.531E+04
6.	1.821	12.67	20.82	14.23	2.37	26.81	1.719E+04
7.	1.945	4.29	24.23	13.32	2.73	16.70	1.538E+04
8.	1.958	12.78	21.92	14.83	2.73	27.37	1.891E+04
9.	1.965	14.36	25.72	19.22	2.00	32.46	2.859E+04
10.	1.988	9.64	24.28	15.32	2.00	24.14	2.199E+04

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

XSTABL File: SUMO-P3 7-31-\*\* 10:14

```

*****
*           X S T A B L           *
*                               *
*   Slope Stability Analysis     *
*   using the                    *
*   Method of Slices            *
*                               *
*   Copyright (C) 1992 Å 97     *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   Moscow, ID 83843, U.S.A.    *
*                               *
*   All Rights Reserved         *
*                               *
*   Ver. 5.202                 96 Å 1599 *
*****

```

Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new

-----  
 SEGMENT BOUNDARY COORDINATES  
 -----

## 3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	.0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	5.5	19.5	1
3	5.5	19.5	40.5	19.2	1

## 17 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	5.0	11.0	5.5	9.5	3
2	5.5	9.5	40.5	9.5	4
3	.0	9.0	5.0	9.0	5
4	5.0	9.0	5.5	7.8	6
5	5.5	7.8	40.5	7.8	7
6	.0	7.0	5.0	7.0	8
7	5.0	7.0	5.5	6.0	9
8	5.5	6.0	40.5	6.0	10
9	.0	5.0	5.0	5.0	11
10	5.0	5.0	5.5	4.4	12
11	5.5	4.4	40.5	4.4	13
12	.0	3.0	5.0	3.0	14
13	5.0	3.0	5.5	2.6	15
14	5.5	2.6	40.5	2.6	16
15	.0	1.0	5.0	1.0	17
16	5.0	1.0	5.5	.9	18
17	5.5	.9	40.5	.9	19

## ISOTROPIC Soil Parameters

## 19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru (kPa)	Water Constant Surface No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0 1
2	17.1	17.1	8.1	.00	.000	.0 1
3	17.1	17.1	19.3	.00	.000	.0 1
4	17.1	17.1	30.5	.00	.000	.0 1
5	17.3	17.3	9.3	.00	.000	.0 1



6	17.3	17.3	20.9	.00	.000	.0	1
7	17.3	17.3	32.4	.00	.000	.0	1
8	17.5	17.5	10.4	.00	.000	.0	1
9	17.5	17.5	22.4	.00	.000	.0	1
10	17.5	17.5	34.4	.00	.000	.0	1
11	17.7	17.7	11.6	.00	.000	.0	1
12	17.7	17.7	23.9	.00	.000	.0	1
13	17.7	17.7	36.2	.00	.000	.0	1
14	17.9	17.9	12.7	.00	.000	.0	1
15	17.9	17.9	25.3	.00	.000	.0	1
16	17.9	17.9	38.0	.00	.000	.0	1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0	1
18	18.1	18.1	26.9	.00	.000	.0	1
19	18.1	18.1	39.9	.00	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 9.81 (kN/m<sup>3</sup>)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

#### PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00
2	40.50	11.00

#### BOUNDARY LOADS

1 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	5.5	40.5	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between  $x = 2.0$  m

and  $x = 5.4$  m

Each surface terminates between  $x = 7.0$  m

and  $x = 40.0$  m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation

at which a surface extends is  $y = 1.0$  m

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

1.0 m line segments define each trial failure surface.

#### ANGULAR RESTRICTIONS

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 40.0 degrees

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 91 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 21.2645 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 21.2645) is defined by: xcenter = 8.73  
ycenter = 20.47 Init. Pt. = 5.40 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 94 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 329.9739 \*\*

\*\* This will be ignored for final summary of results \*\*

\*\*\*\*\*

Circular surface (FOS=329.9739) is defined by: xcenter = 21.66  
ycenter = 39.16 Init. Pt. = 5.40 Seg. Length = 1.00

\*\*\*\*\*

\*\* Factor of safety calculation for surface # 99 \*\*

\*\* failed to converge within FIFTY iterations \*\*

\*\* \*\*

\*\* The last calculated value of the FOS was 21.6709 \*\*  
 \*\* This will be ignored for final summary of results \*\*  
 \*\*\*\*\*

Circular surface (FOS= 21.6709) is defined by: xcenter = 9.18  
 ycenter = 21.16 Init. Pt. = 5.40 Seg. Length = 1.00

Factors of safety have been calculated by the :

\*\*\*\*\* SIMPLIFIED BISHOP METHOD \*\*\*\*\*

The most critical circular failure surface  
 is specified by 12 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	5.02	11.38
2	5.83	11.96
3	6.61	12.59
4	7.36	13.26
5	8.07	13.96
6	8.74	14.70
7	9.38	15.47
8	9.97	16.27
9	10.53	17.11
10	11.04	17.97
11	11.51	18.85
12	11.78	19.45

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = .861 \*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\* Out of the 100 surfaces generated and analyzed by XSTABL, \*\*  
 \*\* 3 surfaces were found to have MISLEADING FOS values. \*\*  
 \*\*

\*\*\*\*\*

The following is a summary of the TEN most critical surfaces  
 Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new  
 FOS Circle Center Radius Initial Terminal Resisting  
 (BISHOP) x-coord y-coord x-coord x-coord Moment  
 (m) (m) (m) (m) (m) (kN-m)

1.	.861	-6.12	27.60	19.68	5.02	11.78	7.672E+03
2.	.897	-3.31	24.99	15.96	5.02	11.65	6.460E+03



3.	.916	.89	24.14	7.78	5.40	7.10	2.158E+02
4.	1.653	4.92	21.13	3.37	5.40	7.84	1.889E+02
5.	1.700	4.20	20.83	9.89	3.13	13.99	8.882E+03
6.	1.758	11.83	20.58	13.46	2.38	25.22	1.556E+04
7.	1.763	12.02	20.23	13.35	2.38	25.33	1.530E+04
8.	1.770	-22.24	83.51	77.11	5.02	20.56	8.336E+04
9.	1.825	12.67	20.82	14.23	2.38	26.81	1.718E+04
10.	1.949	4.31	24.22	13.31	2.76	16.71	1.541E+04

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

XSTABL File: SUMO-P3 7-31-\*\* 10:12

\*\*\*\*\*

```

*       X S T A B L       *
*                               *
*   Slope Stability Analysis   *
*   using the                  *
*   Method of Slices          *
*                               *
*   Copyright (C) 1992 Å 97   *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   Moscow, ID 83843, U.S.A. *
*                               *
*   All Rights Reserved      *
*                               *
*   Ver. 5.202                *
*                               *
*   96 Å 1599 *

```

\*\*\*\*\*

Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new

-----  
 SEGMENT BOUNDARY COORDINATES  
 -----

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (m)	y-left (m)	x-right (m)	y-right (m)	Soil Unit Below Segment
1	0	11.0	5.0	11.0	2
2	5.0	11.0	5.5	19.5	1
3	5.5	19.5	40.5	19.2	1

17 SUBSURFACE boundary segments

Segment	x-left	y-left	x-right	y-right	Soil Unit
---------	--------	--------	---------	---------	-----------

No.	(m)	(m)	(m)	(m)	Below Segment
1	5.0	11.0	5.5	9.5	3
2	5.5	9.5	40.5	9.5	4
3	.0	9.0	5.0	9.0	5
4	5.0	9.0	5.5	7.8	6
5	5.5	7.8	40.5	7.8	7
6	.0	7.0	5.0	7.0	8
7	5.0	7.0	5.5	6.0	9
8	5.5	6.0	40.5	6.0	10
9	.0	5.0	5.0	5.0	11
10	5.0	5.0	5.5	4.4	12
11	5.5	4.4	40.5	4.4	13
12	.0	3.0	5.0	3.0	14
13	5.0	3.0	5.5	2.6	15
14	5.5	2.6	40.5	2.6	16
15	.0	1.0	5.0	1.0	17
16	5.0	1.0	5.5	.9	18
17	5.5	.9	40.5	.9	19

---

#### ISOTROPIC Soil Parameters

---

19 Soil unit(s) specified

Soil Unit No.	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Moist Sat. (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion Intercept (kPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru (kPa)	Water Surface Constant (kPa)	No.
1	19.0	19.0	.0	40.00	.000	.0	1
2	17.1	17.1	8.1	.00	.000	.0	1
3	17.1	17.1	19.3	.00	.000	.0	1
4	17.1	17.1	30.5	.00	.000	.0	1
5	17.3	17.3	9.3	.00	.000	.0	1
6	17.3	17.3	20.9	.00	.000	.0	1
7	17.3	17.3	32.4	.00	.000	.0	1
8	17.5	17.5	10.4	.00	.000	.0	1
9	17.5	17.5	22.4	.00	.000	.0	1
10	17.5	17.5	34.4	.00	.000	.0	1
11	17.7	17.7	11.6	.00	.000	.0	1
12	17.7	17.7	23.9	.00	.000	.0	1
13	17.7	17.7	36.2	.00	.000	.0	1

14	17.9	17.9	12.7	.00	.000	.0	1
15	17.9	17.9	25.3	.00	.000	.0	1
16	17.9	17.9	38.0	.00	.000	.0	1
17	18.1	18.1	13.8	.00	.000	.0	1
18	18.1	18.1	26.9	.00	.000	.0	1
19	18.1	18.1	39.9	.00	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 9.81 (kN/m<sup>3</sup>)

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

\*\*\*\*\*

PHREATIC SURFACE,

\*\*\*\*\*

Point No.	x-water (m)	y-water (m)
1	5.00	11.00
2	40.50	11.00

BOUNDARY LOADS

1 load(s) specified

Load No.	x-left (m)	x-right (m)	Intensity (kPa)	Direction (deg)
1	5.5	40.5	10.0	.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 initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 2.0 m

and x = 5.2 m

Each surface terminates between x = 8.0 m

and x = 40.0 m

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = 1.0 m

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

1.0 m line segments define each trial failure surface.



### ANGULAR RESTRICTIONS

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

Lower angular limit := -45.0 degrees

Upper angular limit := 40.0 degrees

Factors of safety have been calculated by the :

\*\*\*\*\* SIMPLIFIED BISHOP METHOD \*\*\*\*\*

The most critical circular failure surface is specified by 8 coordinate points

Point No.	x-surf (m)	y-surf (m)
1	5.20	14.40
2	6.00	15.00
3	6.73	15.69
4	7.38	16.44
5	7.95	17.26
6	8.44	18.14
7	8.82	19.06
8	8.95	19.47

\*\*\*\* Simplified BISHOP FOS = .817 \*\*\*\*

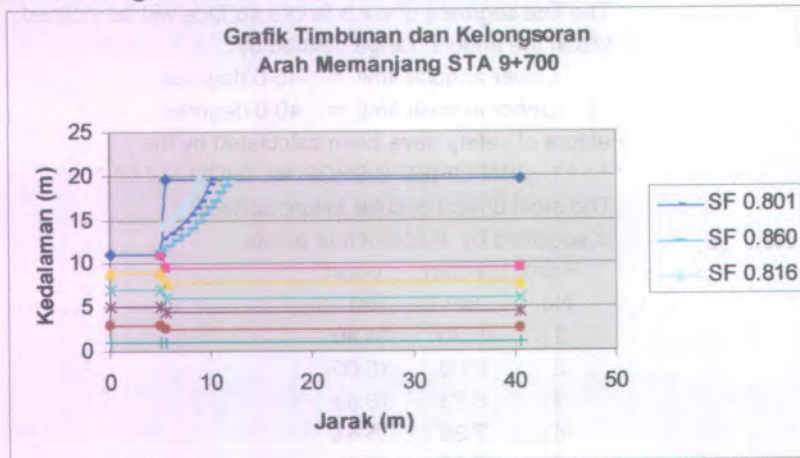
The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Potongan Memanjang STA 9+000 new

	FOS	Circle Center (BISHOP) x-coord (m)	Circle Center y-coord (m)	Radius (m)	Initial x-coord (m)	Terminal x-coord (m)	Resisting Moment (kN-m)
1.	.817	-.15	22.30	9.55	5.20	8.95	1.383E+03
2.	1.642	4.77	20.06	5.67	5.20	10.40	1.824E+03
3.	1.684	4.14	20.83	9.88	3.07	13.91	8.764E+03
4.	1.750	11.80	20.57	13.45	2.36	25.18	1.552E+04
5.	1.754	11.99	20.22	13.34	2.36	25.29	1.526E+04
6.	1.816	12.64	20.81	14.22	2.36	26.77	1.714E+04
7.	1.939	4.27	24.21	13.30	2.71	16.66	1.530E+04
8.	1.949	12.74	21.90	14.82	2.71	27.33	1.886E+04
9.	1.964	14.35	25.71	19.21	2.00	32.45	2.856E+04
10.	1.984	10.31	23.87	15.12	2.36	24.73	2.106E+04

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

2. Analisa Stable untuk H akhir 8.5 m STA 9+700  
Berikut ini grafik timbunan arah memanjang STA 9+700



Momen yang terjadi pada timbunan arah memanjang STA 9+700

SF min	Momen resisten (KN-m')	Momen dorong (KN-m')	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta$ MR(KN-m)	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.801	3041	3796.50	1.25	4745.63	1704.63	17.22	-2.11	23.06	12.62
1.588	3943	2483.00	1.25	3103.75	-839.25	17.22	4.38	20.09	7.43
1.663	4806	2889.96	1.25	3612.45	-1193.55	17.22	4.41	20.89	8.22
1.673	8792	5255.23	1.25	6569.04	-2222.96	17.22	4.10	20.85	9.9
1.722	15700	9117.31	1.25	11396.63	-4303.37	17.22	11.81	20.59	13.47
1.725	15440	8950.72	1.25	11188.41	-4251.59	17.22	12.00	20.24	13.36
1.781	17340	9736.10	1.25	12170.13	-5169.87	17.22	12.65	20.83	14.24
1.907	19080	10005.24	1.25	12506.55	-6573.45	17.22	12.73	21.92	14.83
1.917	28890	15070.42	1.25	18838.03	-10051.97	17.22	14.34	25.69	19.18
1.925	15380	7989.61	1.25	9987.01	-5392.99	17.22	4.24	24.22	13.31



SF min	Momen resisten (KN-m)	Momen dorong (KN-m)	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.860	7725	8982.56	1.25	11228.20	3503.20	17.22	-6.14	27.62	19.71
0.896	6503	7257.81	1.25	9072.27	2569.27	17.22	-3.33	25.01	15.99
0.914	212	231.84	1.25	289.80	77.90	17.22	0.99	24.01	7.62
1.649	192	116.19	1.25	145.24	-46.36	17.22	4.91	21.15	3.39
1.696	8945	5274.17	1.25	6592.72	-2352.28	17.22	4.20	20.84	9.9
1.733	15730	9076.75	1.25	11345.93	-4384.07	17.22	11.84	20.59	13.47
1.736	15480	8917.05	1.25	11146.31	-4333.69	17.22	12.03	20.24	13.36
1.766	84670	47944.51	1.25	59930.63	-24739.37	17.22	-22.28	83.61	77.22
1.792	17370	9693.08	1.25	12116.35	-5253.65	17.22	12.68	20.82	14.24
1.917	28890	15070.42	1.25	18838.03	-10051.97	17.22	14.34	25.69	19.18

SF min	Momen resisten (KN-m)	Momen dorong (KN-m)	SF rencana	M.Resisten rencana (KN-m)	$\Delta MR(KN-m)$	Kekuatan ijin geotekstile (KN/m <sup>2</sup> )	Titik pusat		Jari - Jari Kelongsoran R
0.816	1396	1710.78	1.25	2138.48	742.48	17.22	-0.18	22.33	9.58
1.639	1844	1125.08	1.25	1406.35	-437.65	17.22	4.76	20.08	5.7
1.681	8842	5259.96	1.25	6574.96	-2267.04	17.22	4.14	20.85	9.9
1.725	15710	9107.25	1.25	11384.06	-4325.94	17.22	11.82	20.59	13.47
1.728	15460	8946.76	1.25	11183.45	-4276.55	17.22	12.01	20.24	13.36
1.785	17350	9719.89	1.25	12149.86	-5200.14	17.22	12.66	20.83	14.24
1.914	19100	9979.10	1.25	12473.88	-6626.12	17.22	12.75	21.92	14.83
1.917	28890	15070.42	1.25	18838.03	-10051.97	17.22	14.34	25.69	19.18
1.930	15420	7989.64	1.25	9987.05	-5432.95	17.22	4.27	24.22	13.31
1.963	21330	10866.02	1.25	13582.53	-7747.47	17.22	10.31	23.87	15.13

Besarnya  $\Delta MR_{tp}$  yang ikut mendukung  $\Delta MR$  total yang diperlukan adalah:

SF	R	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	f			l m <sup>2</sup>	T	L/T	FM
			(ton/ft <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>3</sup> )	(t/m <sup>3</sup> )				
0.801	12.62	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.860	19.71	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.896	15.99	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.914	7.62	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00
0.816	9.58	0.61	6.00	0.192	192	0.0033	1.77	0.96	1.00

SF	M. cracking (t-m)	P max 1 tp (ton)	$\Delta MR_{tp}$ t-m	$\Delta MR$ total t-m	$\Delta MR$ perlu t-m	Kesimpulan
0.801	17.0	9.63	629.79	170.46	-459.32	tdk perlu geotextile
0.860	17.0	9.63	629.79	350.32	-279.47	tdk perlu geotextile
0.896	17.0	9.63	629.79	256.93	-372.86	tdk perlu geotextile
0.914	17.0	9.63	629.79	7.79	-622.00	tdk perlu geotextile
0.816	17.0	9.63	629.79	74.25	-555.54	tdk perlu geotextile



Berikut ini adalah Tabel dari jenis tiang pancang yang diproduksi PT. Wijaya Karya.

No	D	Tipe	Harga Satuan	Kapasitas	
	(mm)		Rp / meter	Axial (t)	Crack (tm)
1	300	A1	115,000.00	72.6	2.5
		A2	117,500.00	70.75	3
		Bo	120,000.00	67.5	3.5
		Co	125,000.00	65.4	4
2	350	A1	134,400.00	93.1	5.25
		A3	144,000.00	89.5	6.3
		Bo	159,600.00	86.4	9
		Co	182,400.00	85	12
3	400	A2	174,000.00	121.1	5.5
		A3	182,400.00	117.6	6.5
		Bo	213,600.00	114.4	7.5
		Co	244,800.00	111.5	9
4	450	A1	202,800.00	149.5	7.5
		A2	218,400.00	145.8	8.5
		A3	235,200.00	143.8	10
		Bo	252,000.00	139.1	11
		Co	301,200.00	134.9	12.5
5	500	A1	253,200.00	185.3	10.5
		A2	270,000.00	181.7	12.5
		A3	295,200.00	178.2	14
		Bo	303,600.00	174.9	15
		Co	267,200.00	169	17
6	600	A1	327,600.00	252.7	17
		A2	338,400.00	249	19
		A3	370,800.00	243.2	22
		Bo	427,200.00	238.3	25
		Co	478,800.00	229.5	29

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jombang, 19 April 1981, merupakan anak Keempat dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita Sumberagung Jombang, SDN 1 Sumberagung Jombang, SMPN 1 Tembelang Jombang, SMUN 3 Jombang. Setelah lulus dari SMUN tahun 1999, Penulis mengikuti Ujian Masuk Diploma tiga INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

dan diterima di Jurusan Teknik Sipil dengan NRP 3199 033 045. Pada tahun 2003 Penulis Lulus dan bekerja pada Perusahaan Swasta sebagai Quantity Surveyor. Pada tahun 2005 penulis melanjutkan kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk memperoleh gelar sarjana teknik dan terdaftar dengan NRP. 3105109608. Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Teknik Perhubungan Jalan Raya dengan Judul Tugas Akhir ” Perencanaan Embankment dan Perkerasan Jalan Tol Surabaya – Mojokerto Pada Persimpangan Dengan Jalan Arteri Di Waru (STA 9+000 s/d STA 10+000)”.