

PERPUSTAKAAN ITSIP UII
HADIAH/BELE
TGL. TERIMA : 30-3-2001
NO. JUDUL :
NO. INV. : 488/TA/JTS
NO. INDIK. :

TUGAS AKHIR

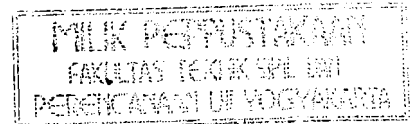
ANALISIS STABILITAS LERENG

5120003240001

**DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL PADA
JALAN TOL SEKSI C SEMARANG**



Disusun oleh:



Nama : Ratih Wijayanti
No Mhs : 96310050
NIRM : 960051013114120043

Nama : Maryanto
No Mhs : 96310110
NIRM : 960051013114120095

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2000

TUGAS AKHIR

**ANALISIS STABILITAS LERENG
DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL PADA
JALAN TOL SEKSI C SEMARANG**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh :

**Nama : Ratih Wijayanti
No. Mhs : 96310050
NIRM : 960051013114120043**

**Nama : Maryanto
No. Mhs : 96310110
NIRM : 960051013114120095**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS STABILITAS LERENG
DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL PADA
JALAN TOL SEKSI C SEMARANG**

Disusun Oleh :

Nama : Ratih Wijayanti

No Mhs : 96310050

NIRM : 960051013114120043

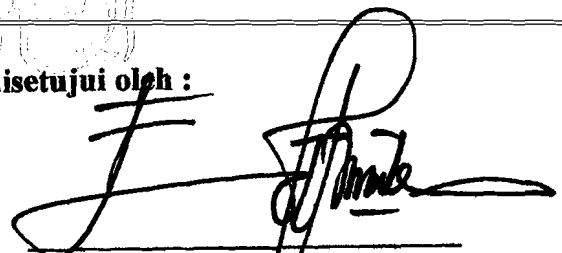
Nama : Maryanto

No Mhs : 96310110


NIRM : 960051013114120095

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 22-12-2013

Ir. Akhmad Marzuko, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 22-12-2013

LEMBAR PERSEMPAHAN

TUGAS AKHIR INI RATIH PERSEMBAHKAN :

Yang Tercinta :

Bapak Soebagyo.....”cepat sembuh ya...pak”, terima kasih atas segala pengorbanannya, cinta, kasih sayangnya, doa serta semangat yang bapak berikan sampai akhir zaman. *Ibu Soedarmi (alm)*...”ratih kangen...”, terima kasih telah melahirkan ratih ke dunia ini, terima kasih atas segala cinta, doa, kasih sayangnya, pengertiannya sampai dunia berakhir. *Pakdhe dan Budhe Muchdir Jayasentana*, terima kasih atas doa, semangat, kasih sayangnya yang telah diberikan. *Om Sur dan Bulik Sri*, terima kasih atas doa dan semangatnya. *Bapak dan Ibu Mursito*, terima kasih atas doa, restu, dan semangatnya.

Yang Tersayang :

Mbak Aan dan Mas Nung, terima kasih atas doa dan semangat yang diberikan. *Mbak Nana dan Mas Sur*, terima kasih atas segala pengertiannya, semangatnya dan doanya. Adikku yang manis “*Adi Nugroho*”..terima kasih mau mengantar aku ke mana-mana, semoga tercapai semua impianmu. Keponakanku yang lucu-lucu...*Sari, Hanif* dan yang sedang dinanti kehadirannya...Bulik persembahkan ini untuk kalian semua. *Mbak Zaroh dan Mas Arif*, terima kasih atas doa, semangatnya. *Ayah dan Mama Djuwarno*, terima kasih atas doa restunya.

Yang Terkasih :

Mas Iwang...makasih banyak atas semua pengertiannya, pengorbanannya, cintanya , doa dan semangatnya....” Kamu benar-benar berarti dalam hidupku”... I love you..

Buat Keluargaku di Yogyakarta :

Mas Herwanto...teman kecilku sekaligus kakakku...makasih yach atas doa dan semangatnya, bantuannya, aku bikin kamu enggak tidur semalaman buat nungguin aku pendadaran, aku enggak bakalan lupa segala kebaikanmu... *Mas Anda* ..makasih..kamu bela-belain datang dari kudu buat nungguin aku pendadaran, doa dan semangatmu membuat aku bisa jadi ST sekarang. *Bapak dan Ibu Pandi* ...terima kasih atas kasih sayang yang diberikan selama ratih di Yogya....matur nuwun....Kakak dan Adikku di Pandi's kost. *Mbak Ani dan Mas Indra*....kapan nich aku jadi tante?...*Ita “DJ”*...jangan males ngerjain skripsi yach...buruan wisuda...*Ika*...kamu benar-benar wanita karier...*Nana*...jangan bobo' terus, yang rajin kuliahnya. *Vivi*...makasih atas pinjaman bajunya...*Dewi*..bobo'nya dikurangi yach....*Yuli*...aku enggak bakalan lupa kelucuanmu. *Ami*...kamu kok turun terus sich....*Vitha*..semoga kamu jadi yang “prima”. *Adek “Rien”kecil*...rajin belajar yach supaya cepet lulus. *Santi*...makasih atas kaset Sheilla dan Backstreetboy-nya...yang tiap malam nemenin aku ngerjain TA ini. *Dek Pita*...makasih atas

bantuannya...cepat-cepet jadi ST yach..**Eni**..Westlife Forever.....rajin belajar biar cepet lulus. **Uum dan Ismi**....rajin belajar juga yach...**Ratna**..makasih atas semuanya.

Kalian semua Te O Pe BGT dech...

Teman-temanku :

Maryanto..kamu benar-benar teman TA yang baik...**Umar dan Wati**..makasih atas semangat yang kamu berikan, **Dira dan Ani** ...thank's mau nungguin aku pendadaran. **Mas Fanny dan Mas Eka Deny**.....makasih juga mau nungguin aku pendadaran.. **Mas Adid**...makasih atas semangatnya. **Hanin**...kapan nyusul...
Teman-temanku seperjuangan.....

LEMBAR PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI MARYANTO PERSEMBAHKAN UNTUK :

- KELUARGA DI PREMBUN

BAPAK KALIAN IBU (MENIKO INGKANG SAGED KAWULA PERSEMBAHAKEN DUMATENG BAPAK KALIAN IBU); MBAK YULI KALIAN MAS SURATNO, MULYONO, NURI, AGUS, DENY, MBAH KAKUNG - KALIAN MBAH PUTRI, KELUARGA MANIJAN, KELUARGA LASIMAN.

- KONCO-KONCO KOST PAK DIRMAN: KANG CUCUT, ARI, PILA (MOGA-MOGA TETAP KERASAN TINGGAL DI KOST PAK DIRMAN).

- TEMEN-TEMEN DI KAMPUS : UMAR, WATI (MAKASIH YA...BANTUANNYA), MAS EKA, MAS ADID, MAS EKA DENY, MAS FANNY (MAKASIH ATAS SEMUA DOANYA), MARLIANSAH, KHAIRUL, AJI, DIRA, ANI, IWAN EFENDI, JANI, CAH-CAH GEOTEKNIK DAN SEMUA TEMAN-TEMAN KELAS E ANGKATAN '96.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahilahirabil'alamin, segala puji ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta salawat kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya dan para pengikut-pengikutnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini diselesaikan untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang kesarjanaan Strata I (S I) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Sesuai dengan obyek penelitian, maka Tugas Akhir ini berjudul “ **Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Pada Jalan Tol Seksi C Semarang** “.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun banyak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D. , selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Tajuddin BMA, M.S. , selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji Tugas Akhir.

4. Bapak Ir. Akhmad Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji

Tugas Akhir.

5. Bapak Ir. H. A. Halim Hasmar, MT, selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

6. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan ini.

Walaupun telah berusaha semaksimal mungkin, penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Desember 2000

Penyusun

Ratih Wijayanti dan Maryanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR MOTTO	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAKSI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang Masalah	2
1.3 Pokok Masalah	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Manfaat Penelitian	8
1.7 Metode Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Tanah	13

3.1.1 Umum.....	13
3.1.2 Klasifikasi Tanah.....	14
3.1.3 Ukuran Partikel Tanah.....	20
3.2 Tanah Lempung.....	20
3.2.1 Mineral Lempung.....	20
3.2.2 Sifat-sifat Umum Mineral Lempung.....	21
3.2.3 Pengaruh Kandungan Air Terhadap Lempung.....	23
3.2.4 Pengaruh Perubahan Volume pada Tanah Lempung	25
3.3 Lereng.....	26
3.3.1 Umum.....	26
3.3.2 Kelongsoran Lereng.....	26
3.3.3 Stabilitas Lereng.....	27
3.4 Geosintetik.....	33
3.4.1 Umum.....	33
3.4.2 Bahan dan Karakteristik Geosintetik.....	34
3.5 Perkuatan Lereng.....	44
3.5.1 Latar Belakang Teori Perkuatan.....	44
3.6 Analisis Hitungan.....	47
3.6.1 Tinjauan Terhadap Stabilitas Dalam.....	52
3.6.2 Tinjauan Terhadap Stabilitas Luar.....	56
3.7 Penanggulangan Longsoran Pada Lereng Tanpa Perkuatan....	60
3.7.1 Mengubah Geometri Lereng.....	61
3.7.2 Mengendalikan Air Permukaan.....	61
3.7.3 Mengendalikan Air Rembesan.....	62

3.7.4 Penambatan dan Tindakan Lain	62
3.8 Analisis Kelongsoran dengan Program Komputer.....	63
BAB IV ANALISIS STRUKTUR	66
4.1 Perencanaan	66
4.2 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil.....	68
4.2.1 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut Kemiringan Lereng 45 °.....	69
4.2.2 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut Kemiringan Lereng 60 °.....	70
4.2.3 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut Kemiringan Lereng 75 °.....	72
4.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil	74
4.3.1 Tinjauan Terhadap Stabilitas Internal	74
4.3.2 Tinjauan Terhadap Stabilitas Eksternal.....	75
4.4 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring	78
4.4.1 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring.....	78
BAB V PEMBAHASAN	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Dinding penahan tanah dari pasangan batu
- Gambar 2. Dinding penahan tanah dari beton bertulang
- Gambar 3. Penempatan geosintetik pada permukaan tanah
- Gambar 4. Bagan alir penelitian
- Gambar 5. Klasifikasi butiran tanah berdasarkan USDA
- Gambar 6. *Triangular Classification Cent* (pedoman segitiga)
- Gambar 7. Tipe-tipe keruntuhan lereng
- Gambar 8. Metode irisan
- Gambar 9. Benang penyusun geotekstil
- Gambar 10. Gabungan dua set benang-benang paralel yang membentuk struktur bidang
- Gambar 11. Geotekstil yang dirajut
- Gambar 12. Kompresibilitas dari beberapa tipe geotekstil
- Gambar 13. Diagram tegangan regangan berbagai tipe geotekstil
-
- Gambar 14a. Tumpukan pasir dengan sudut lereng asli
- Gambar 14b. Tumpukan pasir dengan lereng yang diperkuat
- Gambar 15. Mekanisme perkuatan pada penelitian Henri Vidal
- Gambar 16. Lereng tanpa perkuatan
- Gambar 17. Lereng dengan perkuatan
- Gambar 18. Ilustrasi aksi perkuatan dari uji geser langsung

Gambar 19. Uraian gaya-gaya yang bekerja pada tanah dengan perkuatan

geotekstil

Gambar 20. Kelongsoran lereng

Gambar 21. Gaya-gaya yang bekerja pada perkuatan lereng dengan geosintetik

Gambar 22. Menentukan Spasi vertikal geotekstil

Gambar 23. Menentukan panjang geosintetik sebagai perkuatan

Gambar 24. Stabilitas lereng terhadap geser

Gambar 25. Stabilitas lereng terhadap bahaya guling

Gambar 26. Stabilitas lereng terhadap kuat dukung tanah

Gambar 27. Pemotongan kepala longsor

Gambar 28. Kelongsoran lereng tanpa perkuatan

Gambar 29. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 45°

Gambar 30. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 60°

Gambar 31. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 75°

Gambar 32. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 45°

Gambar 33. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 60°

Gambar 34. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 75°

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Klasifikasi tekstur tanah berdasarkan USDA
Tabel 2.	Sistem klasifikasi Unified
Tabel 3.	(Lanjutan)
Tabel 4.	Batasan ukuran golongan tanah
Tabel 5.	Aktifitas mineral lempung
Tabel 6.	Tingkat plastisitas tanah menurut Atteberg
Tabel 7.	Tingkat plastisitas tanah menurut Burmsiter
Tabel 8.	Hubungan antara batas Atterberg dan potensi volume
Tabel 9.	Koefisien kuat dukung tanah
Tabel 10.	Data tanah hasil penyelidikan tanah pada lokasi proyek
Tabel 11.	Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan sudut 45°
Tabel 12.	Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan sudut 60°
Tabel 13.	Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan sudut 75°
Tabel 14.	Perhitungan panjang geotekstil
Tabel 15.	Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut 45°
Tabel 16.	Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut 60°
Tabel 17.	Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut 75°
Tabel 18.	Hubungan antara faktor keamanan dengan sudut kemiringan lereng
Tabel 19.	Hubungan antara faktor keamanan dengan perkuatan geotekstil dengan sudut kemiringan
Tabel 20.	Hubungan faktor keamanan antara lereng tanpa terasiring dan lereng dengan terasiring

DAFTAR NOTASI

Simbol Penjelasan

Inggris

b	Lebar pita penelitian Henri Vidal
B	Lebar irisan
c	Kohese tanah
Cq	Kohesi tanah dasar
f	Koefisien gesek antara pita perkuatan dengan butiran tanah
F	Perlawanan gesek akibat gesekan geotekstil dengan tanah
h	Tinggi lereng
H	Tinggi irisan dari bidang longsor
Ka	Koefisien tekanan tanah aktif
M_p	Momen penahan terjadinya guling
Mg	Momen yang menyebabkan terjadinya guling
Nc	Koefisien tanah yang disebabkan oleh kohesi
Nq	Koefisien tanah yang disebabkan oleh beban merata
Ny	Koefisien tanah akibat berat volume tanah
Pa	Koefisien tekanan tanah aktif
Pd	Gaya yang menyebabkan terjadinya geser
Ph	Koefisien tekanan tanah akibat beban titik

P_q Koefisien tekanan tanah akibat beban merata

P_r Kuat tarik iji pada uji geser langsung

P_t Gaya yang menahan geser

P_v Tekanan tanah vertikal pada ketinggian yang ditinjau

SF Angka keamanan

S_v Spasi vertikal

T Gaya tarik yang terjadi pada pita percobaan Henri Vidal

T_a Kuat tarik ijin geotekstil

W Berat lereng pada bagian perkuatan

z Tinggi lereng terhadap ketinggian geotekstil yang diukur dari permukaan atas lereng

Yunani

α Sudut geser singgung pada dasar bidang longsor

β Sudut kemiringan lereng

ϕ Sudut gesek dalam tanah

θ Sudut lingkaran

σ Tegangan normal tanah

l Lebar sampel uji percobaan Henri Vidal

γ Berat volume tanah

δ Sudut gesek antara gesek antara geotekstil dengan tanah

τ Tegangan geser tanah

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kontrol stabilitas lereng tanpa perkuatan
- Lampiran 2 Kontrol stabilitas leeng dengan perkuatan
- Lampiran 3 Data tanah hasil penyelidikan lapangan

ABSTRAKSI

Pada lereng yang curam, kelongsoran akan sangat mungkin terjadi sewaktu-waktu dan dapat merusak bangunan yang ada disekitar lereng tersebut. Untuk mencegah terjadinya kelongsoran maka dibuatlah konstruksi perkuatan tanah (lereng). Salah satu perkuatan lereng adalah dengan perkuatan geotekstil.

Geotekstil adalah bagian dari geosintetik yaitu bahan-bahan sintetik yang biasa digunakan di lingkungan tanah untuk suatu konstruksi teknik. Geotekstil mempunyai fungsi sebagai perkuatan tanah, penyaringan, lapisan pemisah, pengendali erosi dan penyaluran air. Geotekstil merupakan alternatif perkuatan lereng yang relatif murah dibandingkan dengan perkuatan yang lainnya.

Studi kasus ini menganalisis faktor keamanan lereng tanpa perkuatan geotekstil, lereng dengan perkuatan geotekstil dan lereng dengan terasiring. Lereng dengan terasiring analisisnya dilakukan dengan variasi ketinggian tingkatan terasiring.

Berdasar hasil analisis menunjukkan bahwa pada lereng dengan perkuatan geotekstil mempunyai faktor keamanan yang lebih besar daripada lereng tanpa perkuatan geotekstil. Demikian juga pada lereng dengan terasiring mempunyai faktor keamanan yang lebih besar daripada lereng tanpa terasiring.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Umum

Secara umum permukaan tanah di bumi ini ada dua yaitu permukaan tanah horisontal dan tidak horisontal (miring). Pada permukaan tanah yang horisontal seluruh lapisan tanah dari yang paling atas sampai bawah terjadi keseimbangan karena relatif tidak ada pengaruh geseran tanah yang diakibatkan oleh gaya gravitasi bumi. Sedangkan permukaan tanah yang tidak horisontal, komponen gravitasi akan cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikembangkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi longsor. Analisis stabilitas tanah pada permukaan tanah miring ataupun vertikal ini, biasanya disebut dengan analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering dijumpai pada perancangan-perancangan bangunan seperti : jalan kereta api, jalan raya, bandara, bendungan, urugan tanah, saluran air dan lain-lainnya. Umumnya, analisa stabilitas lereng dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian, dan lereng urugan tanah.

Analisis stabilitas lereng dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut misalnya, kondisi tanah yang berlapis-lapis, aliran rembesan air dalam tanah, kuat geser tanah dan lain-lainnya. Terzaghi (1950) membagi penyebab longsor

lereng terdiri dari akibat pengaruh dalam (*internal effect*) dan pengaruh luar (*external effect*). Pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser dari tanahnya. Contohnya, akibat perbuatan manusia mempertajam kemiringan tebing atau memperdalam galian tanah, beban yang bekerja di atas lereng dan akibat erosi air sungai. Pengaruh dalam, yaitu longsor yang terjadi dengan tanpa adanya perubahan kondisi luar dan gempa bumi. Contoh yang umum untuk kondisi ini adalah pengaruh bertambahnya tekanan air pori di dalam lereng.

1.2 Latar Belakang Masalah

Struktur bangunan yang didirikan di sekitar lereng, memiliki resiko tinggi terhadap bahaya kelongsoran. Kelongsoran lereng yang mungkin terjadi sewaktu-waktu dapat merusak struktur yang ada disekitar lereng tersebut.

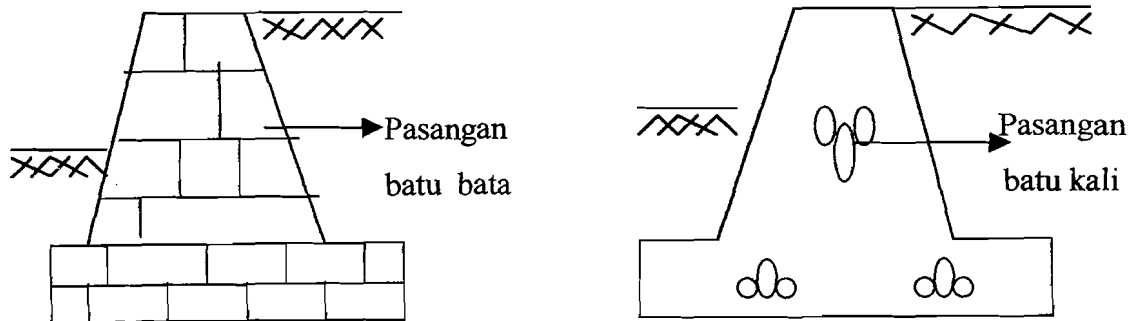
Kelongsoran tanah sangat ditentukan oleh kuat geser. Untuk memperbaiki kondisi tanah, berbagai metode stabilisasi tanah telah dikembangkan, antara lain stabilisasi kimiawi maupun stabilisasi mekanik.

Stabilisasi kimiawi dengan menggunakan campuran bahan semen dan kapur dimaksudkan untuk menaikkan kekuatan, kekakuan dan ketahanan tanah pada tanah berbutir halus. Stabilisasi mekanik diantaranya dengan melakukan pemadatan dengan mesin pemadat seperti : alat tumbuk, pelat getar, mesin gilas, drum halus, mesin gilas ban angin, mesin gilas kaki domba, mesin gilas getar. Pemadatan dengan alat sering menimbulkan permasalahan tersendiri yaitu tidak tersedianya bahan baku

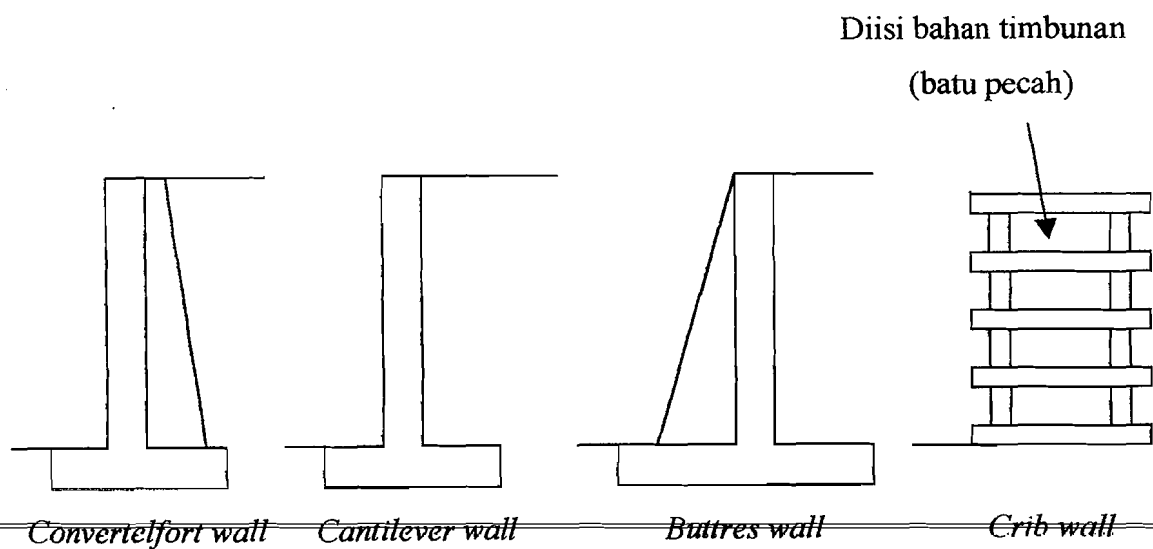
konstruksi dan tidak bisa beroperasinya alat berat tersebut dikarenakan alat terjebak tanah lunak.

Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan bahan sintesis polimer yaitu geosintetik. Geosintetik tersebut berfungsi sebagai penahan longsoran yang mungkin terjadi pada lereng. Sebelum geosintetik diperkenalkan sebagai bahan perkuatan lereng ada beberapa konstruksi yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah (*Retaining wall*). Tetapi pelaksanaannya ternyata terdapat kekurangan-kekurangan yang cukup merugikan. Misalnya tembok penahan tanah dari pasangan batu (*Gravity wall*), akan membutuhkan dimensi yang cukup besar sehingga membutuhkan areal lahan yang luas. Jika dibuat dari beton bertulang akan membutuhkan waktu pengerjaan yang cukup lama, biaya yang besar dan membutuhkan kecermatan dalam pelaksanaan penulangan konstruksinya.

Pada perkembangan teknologi bahan-bahan konstruksi dewasa ini sangat dimungkinkan pembuatan konstruksi bangunan teknik sipil khususnya konstruksi dinding penahan tanah dengan kemudahan kerja, waktu pembangunan yang relatif singkat dan biaya yang dapat diperkecil tetapi dengan kekuatan serta kestabilan konstruksi yang sama. Sehingga dalam kondisi tertentu, pembangunan konstruksi dinding penahan tanah dengan menggunakan bahan-bahan yang umum dipakai sudah kurang efisien lagi, untuk itu diperlukan suatu solusi dengan menggunakan bahan material alternatif yang berbeda dengan bahan material umum yang sering dipakai. Bahan alternatif yang dapat kita pakai salah satunya adalah geosintetik.



Gambar 1. Dinding penahan tanah dari pasangan batu (Suryolelono, 1991)

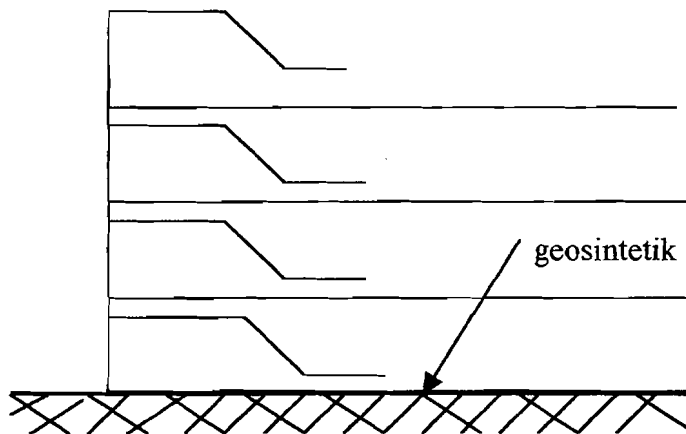


Gambar 2. Dinding penahan tanah dari beton bertulang (Suryolelono, 1991)

Dengan menggunakan geosintetik sebagai dinding penahan tanah akan mendapatkan beberapa keuntungan, antara lain (Bob Barret, 1990) :

1. Geosintetik sebagai perkuatan dinding penahan tanah lebih mudah serta lebih efisien dalam pelaksanaannya mengingat geosintetik sebagai bahan yang sudah jadi, sedangkan konstruksi beton bertulang / batu kali yang digunakan sebagai

dinding penahan tanah memerlukan waktu pengolahan bahan yang relatif lama (campuran semen, pasir, kerikil, baja tulangan, air serta material lain yang diperlukan). Bahan geosintetik yang dipakai sebagai dinding penahan tanah dapat ditempatkan pada permukaan tanah, sehingga akan mengurangi biaya galian dan ketinggian total konstruksinya (gambar 3),



Gambar 3. Penempatan geosintetik pada permukaan tanah

2. Bahan geosintetik bersifat *porous* (tembus air) yang mampu menahan tarikan dan menahan geser (akibat gesekan antara geosintetik dengan tanah), sehingga dapat pula berfungsi sebagai penulangan pada tanah (seperti tulangan pada konstruksi beton).

Pada kenyataannya tidak semua dinding penahan tanah bisa diberi perkuatan geosintetik. Dalam kondisi tertentu seperti lereng yang terlalu tinggi, penggunaan geosintetik menjadi tidak efisien lagi bila dibandingkan dengan penggunaan konstruksi beton bertulang / pasangan batu kali. Demikian juga pada lereng untuk

1.5 Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu yang diberikan, maka dalam tugas akhir ini dibatasi hanya pada permasalahan sebagai berikut ini :

1. Lereng pada Jalan Tol Seksi C Semarang dengan Sta 0 + 839.
2. Jenis tanah adalah tanah lempung.
3. Tinggi lereng adalah 15 m.
4. Geosintetik yang dipakai adalah jenis geotekstil yang ditenun (*woven*), dengan kuat tarik ultimit 80 t/m².
5. Kemiringan lereng adalah 45°, 60°, 75°.
6. Dihindari air hujan yang masuk ke lereng.
7. Pemasangan geosintetik adalah mendatar.
8. Beban gempa tidak diperhitungkan.
9. Jenis lereng adalah lereng terbatas.
10. Dianalisis dengan formula dan program komputer *MRSS*.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari studi literatur ini diharapkan akan memberikan manfaat yang cukup berarti di bidang teknik sipil, khususnya bidang studi geoteknik, yaitu menambah wawasan baru dalam perencanaan lereng dengan perkuatan geosintetik, beserta variabel-variabelnya.

1.7 Metode Penelitian

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengumpulkan dan mempelajari buku-buku literatur.
Tugas akhir ini mengambil kasus di bagian Jalan Tol Seksi C Semarang. Hal-hal lain yang berhubungan dengan materi pembahasan diambil dari berbagai buku literatur, laporan ilmiah, buku manual dan brosur geosintetik, serta makalah-makalah seminar dan tulisan-tulisan ilmiah dari majalah.
2. Mengumpulkan data yang diperlukan.
Dalam pengumpulan data diambil data dari PT. Jasa Marga Semarang.
3. Merumuskan permasalahan yang ada untuk mendisain lereng.
4. Menentukan dimensi, bentuk dan sebagainya yang dipakai untuk perencanaan.
5. Menentukan parameter-parameter yang berpengaruh didalam mendisain lereng.
6. Merencanakan dan menghitung berdasarkan teori-teori yang dipakai.
7. Pembahasan untuk setiap parameter.
8. Kesimpulan dan Saran.

Untuk lebih jelasnya lihat bagan alir penelitian dalam gambar 4

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Istilah tanah dalam pengertian teknik secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Braja M Das, 1988). Selain itu tanah juga didefinisikan sebagai himpunan beraneka ragam mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bed rock*) (Hardiyatmo C.H, 1992).

Tanah adalah material yang penuh ketidakpastian, dimana kita harus tetap menghadapi resiko. Walaupun beberapa resiko selalu terdapat pada pekerjaan tanah.

Faktor resiko tadi masih harus tetap diperkirakan dan resiko-resiko tinggi harus tetap dihindarkan.

Lempung merupakan agregat mineral kristalin berbentuk serpih berukuran mikroskopis dan sub mikroskopis. Lempung mempunyai ciri khas dan sifat-sifat koloidal, yaitu plastisitas, kohesi dan kemampuan mengabsorpsi air (Raph B Peck, 1973).

Konstruksi perkuatan tanah (*soil reinforcement*) sebenarnya merupakan bentuk lain dari dinding perkuatan tanah yang sudah banyak dikenal. Hanya bedanya tipe ini memanfaatkan bahan sintesis yang akhir-akhir ini berkembang dengan pesat. Perkuatan tanah dengan memanfaatkan bahan sintesis atau dikenal dengan geotekstil telah dikemukakan sejak tahun 1960 oleh H. Vidal seorang Prancis dan perkuatan ini mengalami sukses besar.

Tinjauan Penelitian Terdahulu

- Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA (1996)

Peneliti ini mengambil topik “ Pendekatan Teoritis Perilaku Komposit Antara Tanah Dan Geosintetik Pada Tanah Berlapis Banyak Yang Diperkuat Dengan Geosintetik “. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa perilaku komposit tanah-geosintetik bekerja bersama-sama untuk mendukung beban struktur di atasnya tergantung dari ikatan atau kontak antara tanah dengan geosintetik serta mobilisasi gesekan (*friction mobilized*) antara tanah dengan geosintetik. Besarnya jari-jari kelengkungan deformasi geosintetik yang terjadi sangat tergantung pada kekakuan geosintetik (fleksibilitas), jenis dan kepadatan relatif tanah timbunan, jarak antara lapisan nap geosintetik, tinggi timbunan/struktur dan besar kecilnya beban dalam hal ini adalah tegangan vertikal dan tegangan normal.

- Ery Saptina Yuliati dan Dyan Septita (1996)

Kedua peneliti ini mengambil topik “Studi Pustaka Mekanisme Transfer Beban Pada *Soil Nailing* Sebagai Struktur Perkuatan Dinding Basemen Bangunan Bertingkat Banyak”. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa

fenomena dasar mekanisme transfer beban pada *soil nailing* terletak pada pertahanan yang ditimbulkan oleh gesekan tanah dan *nail* sepanjang permukaan dinding galian dapat meningkatkan faktor keamanan lereng sampai 59,69 %.

- Dr. Ir. Edy Purwanto, DEA (1997)

Peneliti ini mengambil topik “ Hukum Interaksi Antara Geosintetik Dan Tanah”. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa mekanis gesekan antara geosintetik dan tanah granuler sangat tergantung pada modulus elastis dan bentuk geosintetik. Semakin besar modulus elastis geosintetik maka sudut gesek yang didapat juga semakin besar.

- Iwan Murgiantoro dan Suyanto (1999)

Topik pembahasan yang diambil oleh kedua peneliti di atas adalah “Analisis Perkuatan Tanah Dengan *Sheet Reinforced* Dan *Strip Reinforced*”. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa lapisan pada perkuatan tanah *strip reinforced* dibuat lebih rapat daripada lapisan perkuatan tanah *sheet reinforced*. Perkuatan tanah dengan *sheet reinforced* dan *strip reinforced* relatif mempunyai tingkat keamanan yang sama dan ditinjau dari segi pengerjaan serta biaya perkuatan tanah dengan *strip reinforced* lebih sedikit rumit dan lebih mahal.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

3.1.1 Umum

Dalam pengertian teknik secara umum, "tanah" didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan (Braja M. Das, 1988).

Istilah "tanah" dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan adalah mencakup semua bahan/unsur tanah seperti lempung, pasir, kerikil dan batu-batuan yang besar (L. W. Wesley, 1977).

Pembentukan tanah dari bahan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yaitu proses yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil yang terjadi akibat adanya pengaruh erosi, air, angin, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Sedangkan pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen,

karbon dioksida, air yang mengandung asam atau alkali dan proses kimia lain (Hardiyatmo H. C , 1992)

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, walaupun istilah yang sama juga digunakan menggambarkan sifat tanah yang khusus. Misalnya lempung adalah jenis unsur tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo H. C , 1992).

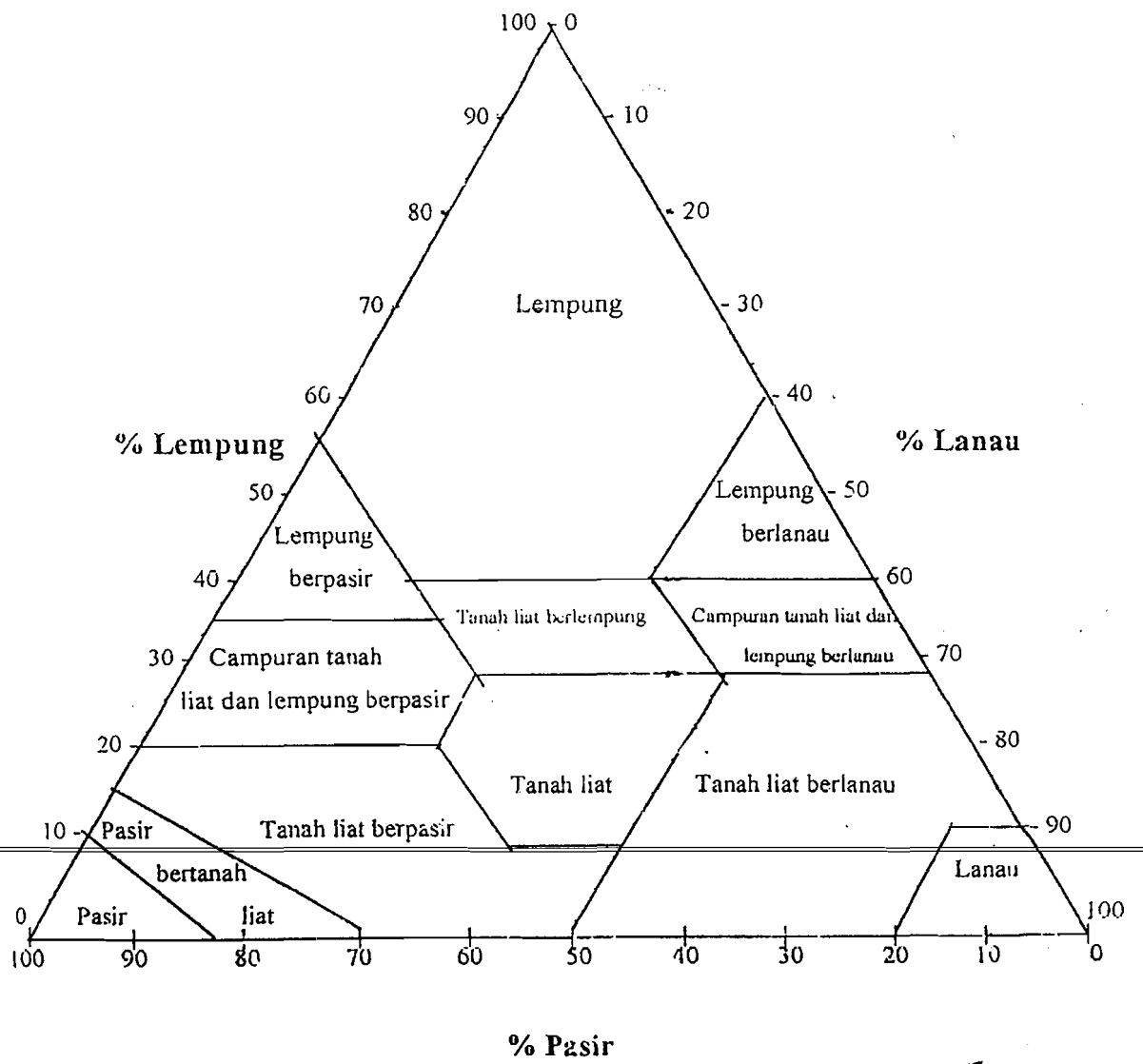
3.1.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitasnya.

a. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Tekstur tanah merupakan keadaan permukaan tanah, dimana tekstur tanah ini dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada pada tanah. Dalam sistem klasifikasi ini tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya.

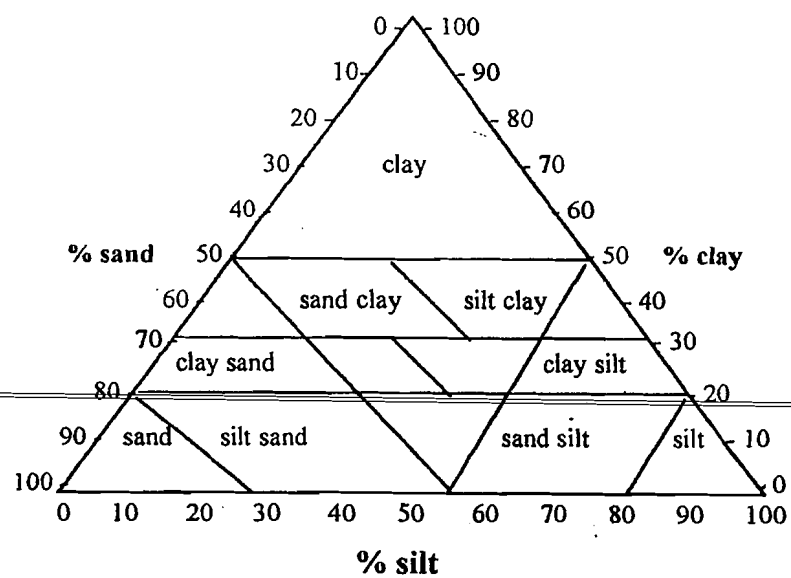
Klasifikasi tanah menurut USDA dapat dilihat pada gambar 5 dan pada tabel 1, sedangkan klasifikasi tanah menurut *Triangular Clasification Cent* (segitiga pedoman) didasarkan pada batas dari butiran tanah seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. Klasifikasi butiran tanah berdasarkan USDA

Tabel 1. Klasifikasi tekstur tanah berdasarkan USDA

Diameter Butiran Tanah (mm)	
Pasir	2,00-0,05
Lanau	0,05-0,002
Lempung	< 0,002

Gambar 6. *Triangular Classification Cent* (pedoman segitiga)

b. Klasifikasi berdasarkan Unified (USCS)

Sistem ini diperkenalkan oleh Cassagrande (1942) yang kemudian dimodifikasi oleh *United States Bureau of Reclamation* (1952).

Sistem klasifikasi *Unified* mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, seperti berikut ini.

1) Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*)

Kerikil dan pasir termasuk dalam golongan tanah ini dimana kurang dari 50% berat contoh tanah lolos ayakan no. 20. Simbol dari kelompok ini diawali dengan huruf **G** untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan huruf **S** untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

2) Tanah berbutir halus (*fine grained soil*)

Merupakan tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. Simbol dari kelompok ini diawali huruf **M** untuk lanau (*silt*) anorganik, huruf **C** untuk lempung (*clay*) anorganik dan huruf **O** untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol **PT** digunakan untuk tanah gambut (*peat*) dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

Simbol lain yang digunakan pada klasifikasi menurut USCS adalah:

W : *Well graded* (tanah dengan gradasi baik)

P : *Poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L : *Low plasticity* (plastisitas rendah)

H : *High plasticity* (plastisitas tinggi)

Tabel 2 Sistem Klasifikasi Unified

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum	
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil dengan butiran halus	GP Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			GM Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
			CC Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SP Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SM Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
		Pasir dengan butiran halus	SC Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
				ML Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
				CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)
Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang	OL Lanau - organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
		MH Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis.		
		CH Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)		
	Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari 50%	OH Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	

Tabel 3. (Lanjutan)

	Kriteria klasifikasi	
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos ayakan No. 200 GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos ayakan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos ayakan No. 200 Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3.	
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_f < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $P_f > 7$	
	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_f < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda	
Batas-batas atterberg di atas garis A dengan $P_f > 7$		
<p> Bagan Plastisitas Untuk klasifikasi tanah berbutir-halus dan fraksi halus dari tanah berbutir-kasar Batas Atterberg yang digambarkan di bawah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda Persamaan garis A $PI = 0,73(LL - 20)$ </p>		
Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488		

3.1.3 Ukuran Partikel Tanah

Tanah secara umum dapat diklasifikasikan sebagai kerikil, pasir, lanau dan lempung tergantung dari ukuran partikel yang paling dominan. Pada tabel 4 diberikan batas rentang besar ukuran butiran tanah menurut beberapa spesifikasi.

Fraksi yang sangat halus tersusun dari butiran yang berukuran lebih kecil dari satu μm . Untuk dapat melihat ukuran butiran tanah yang sedemikian kecilnya harus menggunakan mikroskop elektron.

Tabel 4. Batasan Ukuran Golongan Tanah

Klasifikasi	Ukuran Butiran Tanah (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
MIT	>2	2,0 - 0,06	0,06 - 0,002	< 0,002
USDA	>2	2,0 - 0,05	0,05 - 0,002	< 0,002
AASHTO	76,2 - 2,0	2,0 - 0,075	0,075 - 0,002	< 0,002
Unified (USCS)	7,62 - 4,75	4,74 - 0,075	< 0,075	< 0,0075

3.2 Tanah Lempung

3.2.1 Mineral Lempung

Lempung mempunyai diameter butir efektif lebih kecil dari 0,002 mm, sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopik dan submikroskopik yang berbentuk

lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung dan mineral lainnya.

Fraksi tanah yang mempunyai diameter butir lebih kecil dari 0,002 mm ini dapat menimbulkan pengertian yang berbeda. Hal ini berkenaan dengan mineral lempung yang merupakan substansi kristal, terutama dihasilkan dari proses pelapukan kimia pada pembentukan mineral batuan, biasanya tidak terdapat ukuran partikel besar (Young & Warkentin, 1975).

Sumber utama mineral lempung adalah pelapukan kimia dari batuan yang mengandung *felspar ortoklas*, *felspar plagioklas* dan *mika* yang semuanya disebut dengan silikat aluminium kompleks. Pelapukan batuan ini menghasilkan sejumlah besar mineral lempung dengan sifat daya gabung yang sama terhadap air, tetapi dalam jumlah yang sangat berbeda.

3.2.2 Sifat-sifat Umum Mineral Lempung

1. Hidrasi

Partikel lempung selalu terhidrasi yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul yang disebut air terserap (*absorbed water*). Lapisan ini umumnya mempunyai tebal dua molekul dan disebut dengan difusi (*diffuse layer*) atau lapisan difusi ganda. Lapisan air ini dapat hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 60°C sampai dengan 100°C dan akan mengurangi plastisitas tanah. Pada umumnya, jika lapisan ganda mengalami dehidrasi pada temperatur rendah, sifat plastisitasnya dapat

dikembalikan lagi dengan cara mencampurkan air yang cukup dan dicuring selama 24 jam hingga 48 jam.

2. Aktifitas

Tipe mineral lempung mempunyai muatan negatif, ini menyebabkan terjadinya usaha untuk menyeimbangkan muatan dengan tarikan kation. Aktifitas digunakan pula sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang (*swelling*) tanah lempung (tabel 5). Aktifitas berkaitan pula dengan perubahan volume yang mana dengan sifat aktifnya lempung akan menyerap air disekelilingnya yang menyebabkan lempung bersifat plastis.

Tabel 5. Aktifitas mineral lempung (Mitchell,1976)

Mineral	Aktifitas (A)
Montmorillonite	1-7
Illite	1,5-1
Kaolinite	0,5
Halloysite(2H ₂ O)	0,5
Halloysite (4H ₂ O)	0,1
Attapulgit	0,5-1,2
Allophane	0,5-1,2

3. Flokulasi dan Dispersi

Struktur lempung bersifat terdispersi yaitu terbentuk oleh partikel-partikel lempung yang mengendap secara individu. Lempung yang terdispersi ini partikelnya akan saling berjauhan. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya jarak antar

partikel-partikel, gaya tolak-menolak antara partikel akan lebih besar daripada tarik-menariknya (ikatan Van Der Waals). Apabila butiran lempung yang pada mulanya terdispersi dalam air kemudian posisinya berubah saling bedekatan karena adanya gerakan acak, butiran-butiran akan mengumpul dalam gumpalan besar. Apabila gumpalan besar ini mengendap akan membentuk struktur terflokulasi.

4. Pengaruh Air

Air akan menentukan sifat plastisitas lempung. Fenomena utama dari lempung adalah bahwa massanya yang telah mengering dari suatu kadar air awal mempunyai kekuatan yang cukup besar. Apabila bongkahan ini dipecah menjadi partikel-partikel kecil, bahan tersebut akan berperilaku sebagai bahan yang tidak kohesif. Apabila air ditambahkan kembali, bahan tersebut akan menjadi plastis dengan kekuatan yang lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan yang lebih kering. Apabila lempung basah ini dikeringkan lagi, akan terbentuk bongkahan yang keras dan kuat. Terlihat bahwa kerapatan yang lebih tinggi akibat pemampatan, akan memberikan kekuatan yang sangat tinggi. Dengan demikian air akan mempunyai pengaruh yang penting terhadap mineral lempung.

3.2.3 Pengaruh Kandungan Air Terhadap Lempung

Perilaku tanah berbutir halus sangat dipengaruhi oleh kandungan airnya. Tingkatan plastis tanah dapat ditentukan apabila batas plastis dan batas cairnya telah diketahui. Dengan melihat perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah dapat ditentukan indeks plastisitasnya (PI) yaitu:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(1)$$

Untuk tiap jenis lempung, batas cair dan batas plastis tanah bervariasi. Harga batas cair lebih besar daripada batas plastis. Besaran plastisitas menunjukkan bahwa semakin besar nilai numeriknya semakin besar terjadinya susut pada waktu proses menjadi kering. Pengelompokan sifat plastis tanah dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Berdasarkan nilai indeks plastisitasnya, Atterberg membagi tingkatan plastis tanah dalam selang antara 0% sampai lebih besar dari 17%, sedangkan menurut Burmsiter tingkat plastis tanah dibedakan dalam selang antara 0% sampai lebih besar dari 40% (tabel 6 dan tabel 7).

Tabel 6. Tingkat Plastisitas Tanah Menurut Atterberg (1911)

Indeks Plastisitas	Tingkat Plastisitas	Jenis Tanah
0	Non Plastis	Pasir
$0 < PI < 7$	Rendah	Lanau
$7 < PI < 17$	Sedang	Lempeng Berlanau
$PI > 17$	Sangat Plastis	Lempung/Tanah Liat

Tabel 7. Tingkat Plastisitas Tanah Menurut Burmsiter (1976)

Indeks Plastis	Tingkat Plastis
0	Tidak Plastis
1-5	Sedikit Plastis
5-10	Plastis Rendah
10-20	Plastis Sedang
20-40	Plastis Tinggi
>40	Sangat Plastis

3.2.4 Pengaruh Perubahan Volume pada Tanah Lempung

Setiap tanah kohesif akan mudah mengalami penyusutan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan volume, terutama pada tanah yang mengandung mineral lempung *montmorillonite*. Lempung sebagai tanah ekspansif yaitu tanah yang mudah mengembang, mempunyai sifat sangat keras pada keadaan kering akibat tegangan penyusutan, bahkan pada kadar air yang lebih kecil tanah tersebut akan padat dan keras. Hal ini akan menyebabkan retakan-retakan akibat penyusutan, yang akan mempengaruhi tingkat kejenuhan tanah akibat infiltrasi dari permukaan.

Sifat pengembangan dan penyusutan tanah lempung yang menyebabkan perubahan volume pada umumnya tergantung pada sifat plastisitasnya. Semakin plastis mineral lempung akan semakin potensial untuk menyusut dan mengembang. Pada tabel 8 dapat dilihat hubungan antara potensi perubahan volume terhadap indeks plastisitasnya. Jika tanah mempunyai indeks plastis lebih besar dari 20 maka perlu adanya perbaikan-perbaikan tanah dimana salah satunya dengan stabilisasi tanah.

Tabel 8. Hubungan antara batas Atteberg dan potensi volume

(Holtz & Gibbs, 1956)

Indeks Plastisitas			
Potensi Perubahan Volume	Daerah Kering	Daerah Lembab	Batas Susut (SL)
Kecil	0 – 15	0 - 30	> 12
Sedang	15 – 30	30 -50	10 – 12
Tinggi	> 30	> 50	< 10

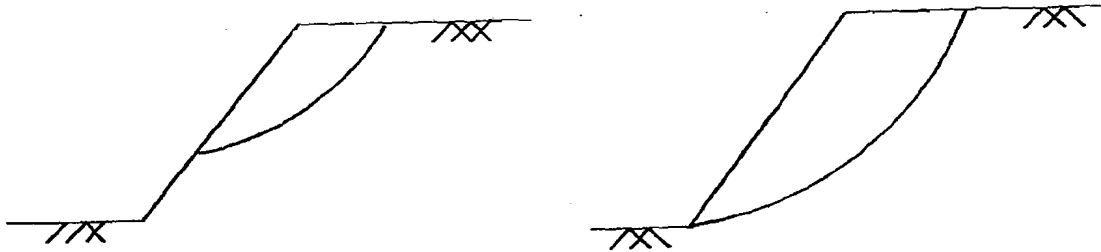
1. Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan, yaitu:
 - a. naiknya berat jenis tanah karena pembasahan,
 - b. adanya tambahan beban eksternal seperti bangunan,
 - c. bertambahnya kecuraman lereng karena erosi alami atau karena penggalian
 - d. bekerjanya beban guncangan.
2. Faktor-faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan, yaitu:
 - a. adanya absorpsi air,
 - b. adanya beban guncangan dan beban berulang,
 - c. pengaruh pembekuan atau pencairan,
 - d. berkurangnya daya ikat/ lekat material akibat naiknya tekanan pori secara berkala.

Berdasarkan pengamatan kelongsoran yang dilakukan oleh Collin (1946), menunjukkan bahwa peristiwa kelongsoran tanah yang sering terjadi cenderung dalam bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan (*sirkuler*), dan hingga saat ini kebanyakan analisa kestabilan lereng didasarkan pada bentuk kelongsoran *sirkuler*.

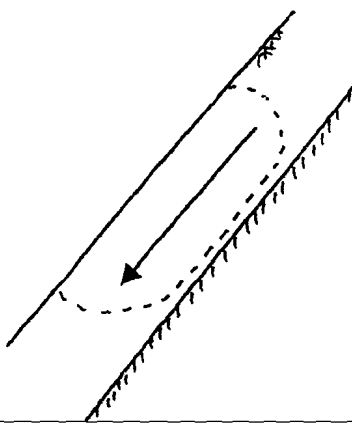
3.3.3 Stabilitas Lereng (*Slope Stability*)

Gaya-gaya gravitasi dan rembesan (*seepage*) cenderung menyebabkan ketidakstabilan pada lereng alami, lereng yang dibentuk dengan cara penggalian, pada lereng tanggul serta pada bendungan tanah.

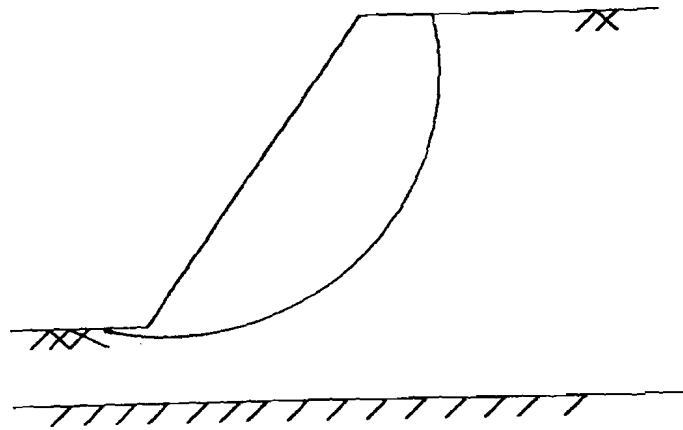
Tipe keruntuhan lereng yang terjadi digambarkan sebagai berikut:



a. Kelongsoran rotasi



b. Kelongsoran translasi



c. Kelongsoran gabungan

Gambar 7. Tipe-tipe keruntuhan lereng

Dalam keruntuhan rotasi (*rotational slip*) tanah akan bergerak menurut bidang gelincir yang mempunyai bentuk busur lingkaran. Longsoran tipe ini biasanya terjadi pada daerah dimana lapisan tanah keras atau lapisan yang bersifat lebih kedap air

didapati cukup dalam. Material longsorannya berupa tanah pelapuk, kadang-kadang juga batuan yang masih segar. Longsoran tipe ini sering juga terjadi pada tanah timbunan yang cukup tinggi yang terletak diatas lapisan lembek yang cukup tebal.

Kelongsoran translasi (*translational slip*) dan kelongsoran gabungan (*compound slip*) terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi oleh adanya kekutan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan. Kelongsoran translasi cenderung terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang relatif dangkal dibawah permukaan lereng, dimana permukaan runtuhnya akan berbentuk bidang dan hampir sejajar dengan lereng. Kelongsoran gabungan biasanya terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan pada kedalaman yang lebih besar, dan permukaan runtuhnya terdiri dari bagian-bagian lengkung dan bidang.

Untuk menganalisa stabilitas lereng ini ada beberapa metode, yaitu:

A. Bidang longsor bentuk rotasi

1. Menurut Fellenius

Metode ini mengasumsikan bahwa, untuk setiap irisan gaya-gaya antar irisan adalah nol. Penyelesaian tersebut meliputi penyelesaian ulang untuk gaya-gaya pada setiap irisan yang tegak lurus terhadap dasar, yaitu:

$$N' = W \cos \alpha - u \cdot \ell \dots \dots \dots (1)$$

Faktor keamanan:

$$SF = \frac{c' \cdot La + \tan \phi' \sum N'}{\sum W \sin \alpha} \dots \dots \dots (2)$$

$$N' = W \cos \alpha - u \cdot l \dots \dots \dots (3)$$

2. Menurut Bishop

Bishop mengasumsikan bahwa resultan gaya pada sisi irisan adalah horisontal, yaitu $X1 - X2 = 0$

Untuk keseimbangan gaya geser pada dasar setiap irisan adalah:

$$T = \frac{1}{SF} (c' + N' \tan \phi') \dots \dots \dots (4)$$

Dengan menyelesaikan kembali gaya-gaya ke arah vertikal,

$$W = N' \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \alpha + \frac{c'}{SF} \sin \alpha + \frac{N'}{SF} \tan \phi' \cdot \sin \alpha \dots \dots \dots (5)$$

$$N' = \frac{(W - \frac{c'}{SF} \sin \alpha - u \cdot l \cdot \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \frac{\tan \phi' \cdot \sin \alpha}{SF})} \dots \dots \dots (6)$$

Dengan substitusi $l = b \sec \alpha$, didapat:

$$SF = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[(c' \cdot b + (W - u \cdot b) \tan \phi') \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi'}{SF}} \right] \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

N' = gaya normal efektif

W = berat total irisan = $\gamma \cdot b \cdot h$

N = gaya normal total pada dasar

u = tekanan air pori pada pusat dasar

l = panjang dasar

T = gaya geser pada dasar

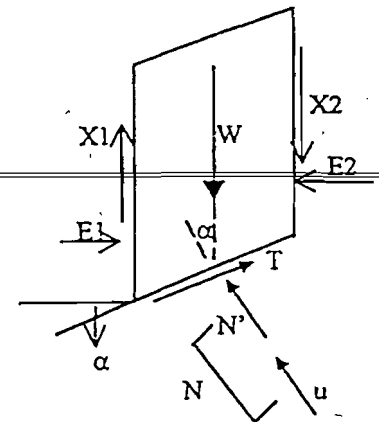
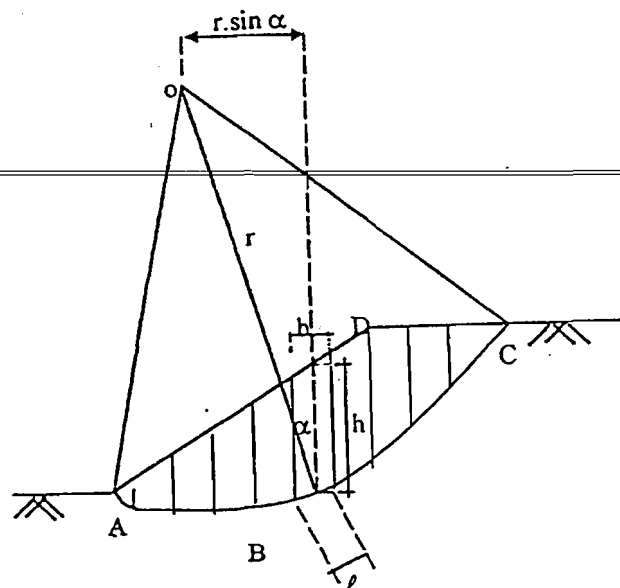
$X1$ dan $X2$ = gaya geser pada sisi-sisi

$E1$ dan $E2$ = gaya normal pada sisi-sisi

α = sudut geser singgung masing-masing irisan

c' = kohesi tanah efektif

3. Metode Irisan



Gambar 8. Metode Irisan

Gaya-gaya yang bekerja pada irisan:

W = berat total irisan = $\gamma \cdot b \cdot h$

N = gaya normal total pada dasar (sama dengan $\sigma \cdot \ell$)

ℓ = panjang dasar

T = gaya geser pada dasar = $\tau_m \cdot \ell$

E = gaya normal pada sisi

X = gaya geser total pada sisi

Faktor keamanan merupakan rasio kekuatan geser yang ada (τ_f) terhadap kekuatan geser (τ_m) yang harus dikerahkan untuk mempertahankan syarat batas keseimbangan.

$$SF = \frac{\tau_f}{\tau_m} \dots \dots \dots (7)$$

Dengan meninjau momen terhadap o , jumlah momen akibat gaya-gaya geser t pada busur keruntuhan AC harus sama dengan momen akibat massa tanah $ABCD$. Untuk setiap irisa, lengan momen W adalah $r \cdot \sin \alpha$ sehingga:

$$\sum T r = \sum W \cdot r \cdot \sin \alpha \dots \dots \dots (8)$$

$$T = \tau_m \cdot \ell = \frac{\tau_f}{SF} \cdot \ell \dots \dots \dots (9)$$

$$SF = \frac{\sum d \cdot l}{\sum W \cdot \sin \alpha} \dots \dots \dots (10)$$

Untuk menganalisis yang menggunakan tegangan efektif,

$$SF = \frac{\sum (c' - \sigma' \cdot \tan \phi')}{\sum W \cdot \sin \alpha} \dots \dots \dots (11)$$

atau

$$SF = \frac{c' \cdot La - \tan \phi' \sum N'}{\sum W \cdot \sin \alpha} \dots \dots \dots (12)$$

La = panjang busur AC

3.4 Geosintetik

3.4.1 Umum

Pengertian geosintetik menurut ICI Fibers (1986) adalah *a synthetic material used in soil (geo) environment*. Jadi semua bahan-bahan sintesis yang digunakan dalam pekerjaan teknik bangunan dan bahan tersebut berada dalam lingkungan tanah dapat disebut sebagai geosintetik.

Geosintetik merupakan produk modern karena penggunaan bahan geosintetik baru mulai dirintis pada dekade tahun 1960-an. Pada tahun 1970-an barulah dimulai penggunaan bahan-bahan geosintetik pada proyek-proyek sipil dan produksi

geosintetik dengan anyaman dan niranyam mulai dipasarkan. Perancis memperkenalkan geosintetik Afrika barat dan Indo Cina, sedangkan Inggris membuat percobaan awalnya di Malaysia dan Australia, yang kemudian Australia memasarkan ke Indonesia. Pada tahun 1977 untuk pertama kali diadakan seminar masalah geosintetik pada *International conference on the use of fabrics in Geotechnics* di Paris. Sejak itulah penggunaan geosintetik meluas ke seluruh dunia. Pada tahun 1983 barulah dibentuk *International Geotextile Society (IGS)*, sebagai hasil dari *the Second International Conference on Geotextile* di Las Vegas pada tahun 1982, yang diikuti oleh wakil-wakil dari 42 negara di dunia.

3.4.2 Bahan dan Karakteristik Geosintetik

Geosintetik yang ada dengan bermacam-macam bentuk dan komposisi polimer dijumpai dalam berbagai aplikasi yang luas. Bahan geosintetik dibentuk dari bahan-bahan polimer yang kuat, tahan lama, tahan terhadap pengaruh kimiawi yang kesemuanya ini memberikan perlawanan yang tinggi (*highly resistant*) terhadap pengaruh kondisi tanah dan cuaca. Tergantung pada penerapannya, geosintetik dapat mempunyai syarat-syarat yang khusus antara lain seperti tahan terhadap rangkai, temperatur dan atau sinar ultraviolet.

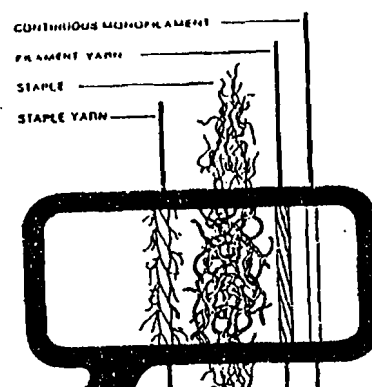
Bahan dasar geosintetik merupakan hasil polimerisasi dari bahan minyak dalam industri-industri kimia atau minyak bumi dengan sifatnya yang tahan terhadap senyawa-senyawa kimia, pelapukan, keausan, sinar ultraviolet dan mikro organisme. Polimer utama yang dipakai sebagai bahan geotekstil adalah *reinforcing agent* yang dicampur dengan bahan baku polimer.

Ada beberapa klasifikasi yang dikemukakan dalam ASTM (1986), IFAI (1990), ICI Fibers (1986), Koerner (1985) dan Rankilot (1981). Disini akan dikemukakan klasifikasi yang diusulkan oleh Koerner (1985) dan ICI Fibers (1986), yaitu Geosintetik untuk istilah umum tekstil sintetis, yaitu semua bahan sintetis yang digunakan dalam pekerjaan teknik bangunan dan bahan tersebut berada dalam lingkungan tanah.

Dalam pekerjaan-pekerjaan teknik sipil, fungsi dan peran geosintetik dibedakan berdasarkan karakteristik yang dimiliki.

Dari berbagai variasi bentuk geosintetik tersebut dapat digolongkan beberapa bentuk dasar yaitu (ICI Fibers, 1986):

1. **Geotextile**, yaitu berbentuk menyerupai bahan tekstil. Nama geotextile pertama kali dicetuskan oleh *Jean Piere Giroud* pada konferensi Internasional Geosintetik ke-1 tahun 1977, kemudian tercantum dalam *American Society for Testing Materials (ASTM) 1986-D 4439-87*, yaitu *any permeable textile material used with fondation, soil... etc.* Jadi pengertian pokok dari *geotextile* adalah sifat tembus air atau porous. Beberapa jenis benang penyusun geotekstil dapat dilihat pada gambar 9.

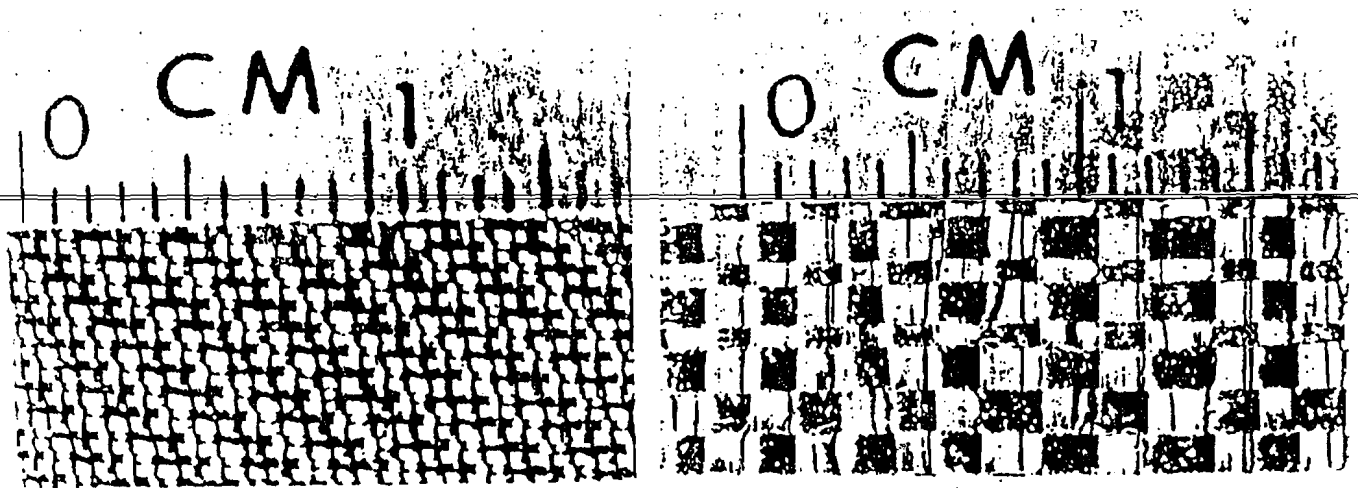


Gambar 9. Benang penyusun geotekstil (Koerner 1985)

Menurut J.P. Giroud berdasarkan pembuatannya, geotekstil dapat digolongkan menjadi beberapa jenis:

a. Geotekstil yang di tenun (*Woven*)

Yaitu geotekstil yang pembuatannya merupakan gabungan dari dua set benang-benang paralel yang dijalin sistematis untuk dapat membentuk suatu struktur bidang, dapat dilihat pada gambar 10 a dan b. Geotekstil yang ditenun dibuat dengan prinsip yang sederhana dari benang-benang hasil pintalan dalam proses persiapan (seperti: monofilamen, multifilamen, dsb) menjadi benang lungsin (*Warp*/sejajar arah pembuatan geotekstil) dan benang pakan (*Weft*/disisipkan tegak lurus *Warp*), yang digabungkan secara sistematis memanjang dan melintang untuk dapat membentuk struktur bidang.



(a)

(b)

Gambar 10. Gabungan dua set benang-benang paralel yang membentuk struktur bidang

b. Geotekstil yang tidak ditenun (*Non Woven*)

Yaitu geotekstil yang pembuatannya tidak dengan ditenun, tetapi jaringan atau serat-serat pembentuknya dilekatkan satu sama lain dengan diikat atau dengan bahan perekat. Ada beberapa cara produksi dari geotekstil *non woven*, antara lain:

1. *Needle Punch Process* (proses penjaruman)

Yaitu geotekstil yang dihasilkan dari proses penjaruman, dibuat dari serat web yang diletakkan dalam mesin yang dilengkapi jarum-jarum yang dirancang khusus. Saat serat web terletak diantara plat yang ditanam dan plat mesin pengupas, maka jarum akan menembus dan mengatur kembali arah serat, sehingga terjadi ikatan mekanik pada serat-serat tersebut. Hasilnya merupakan geotekstil dengan kepadatan tinggi.

2. *Melt (heat) Bonded* (proses ikatan leleh)

Geotekstil ini terdiri dari filamen-filamen menerus atau serat yang panjang dan terikat. Pengikatan dicapai dengan operasi kalendering temperatur tinggi dilakukan dengan melewati bahan tersebut diantara dua roller panas.

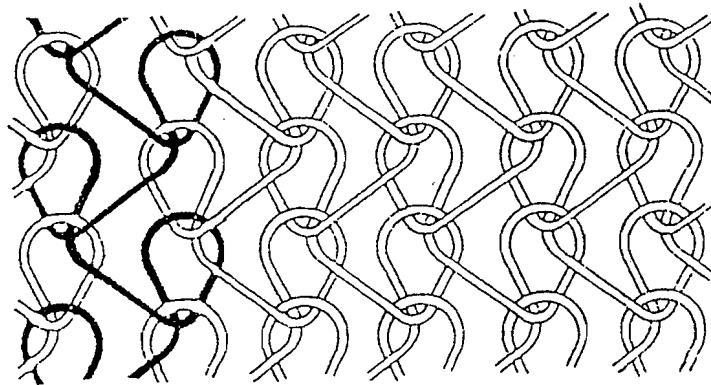
3. *Spun Bonded Process* (proses ikatan pintal).

4. *Resinbonding/ Chemicalbonding Process* (proses ikatan dengan bahan perekat).

c. Geotekstil yang dirajut (*Knitted*)

Geotekstil yang pembuatannya dari satu atau lebih benang yang membentuk serangkaian lubang-lubang yang saling berpegangan membentuk struktur

hidang. Benang-benang yang digunakan adalah monofilamen, multifilamen, spun dan fibrillated seperti yang terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Geotekstil yang dirajut

2. **Geomembrane**, yaitu berbentuk lapisan tipis yang kedap air dan berfungsi menyerupai membran. Yang dibuat umumnya dari lembaran plastik atau karet, tetapi dapat juga dibuat dari geotekstil yang dibungkus aspal. *Geomembrane* sesungguhnya tidak 100% tidak tembus air, tetapi relatif tidak tembus air jika dibandingkan geotekstil. Nilai dari permeabilitasnya diukur dengan *water vapor transmission test* yang memberikan nilai 10^{-10} - 10^{-13} pt/min. Maka fungsi utamanya adalah sebagai penghalang tembusnya air atau penguapan.
3. **Geo-linier elements**, yaitu yang bentuknya berupa lajur-lajur tunggal berdiri sendiri, baik berwujud pipih maupun seperti pipa. Dibuat susunan serat polyester yang dilindungi oleh bahan "*heavy duty polyethylene*".

4. Geogrid, yaitu yang berbentuk seperti anyaman dalam grid besar-besar menyerupai

bentuk jaring (*net*). Berlawanan seperti geotekstil, *geogrid* relatif lebih kaku seperti bentuk jaring dengan spasi yang lebar pada daun-daunnya.

5. **Geocomposite**, yaitu bahan sintetis yang terdiri dari dua atau lebih kombinasi dari bahan-bahan geosintetik yang berbeda, atau juga bahan sintetis yang bentuknya tidak termasuk dalam empat bentuk *geocomposite* ini juga dikenal sebagai bentuk hibrid. Karena kombinasi dari bahan-bahan geosintetik, maka *geocomposite* mempunyai penggunaan yang lebih luas dalam bidang teknik sipil.

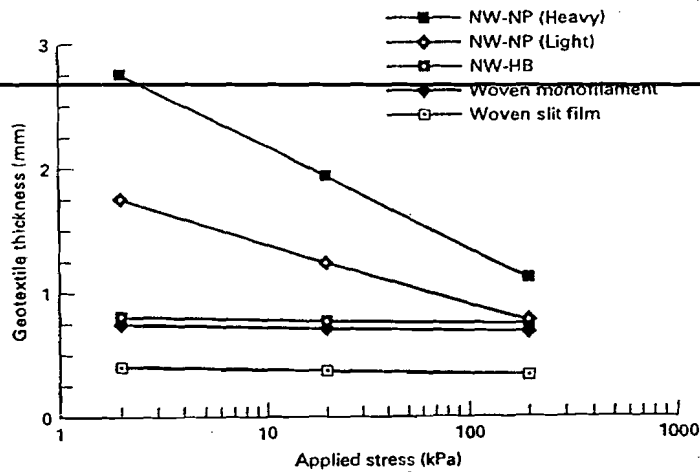
Untuk perencanaan perlu diketahui bagaimana memilih bahan geosintetik. Pilihan tersebut berdasarkan karakteristik teknik bahan geosintetik. Karakteristik teknik tersebut meliputi karakteristik fisik, mekanik, *hidrolik* dan ketahanan.

1. Karakteristik fisik geosintetik dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Massa per satuan volume (*specific gravity*), didefinisikan sebagai perbandingan antara massa bahan sintetis dengan volume bahan sintetis. Beberapa nilai massa per satuan volume polimer utama yang digunakan dalam pembuatan geotekstil adalah (Koerner, 1985):

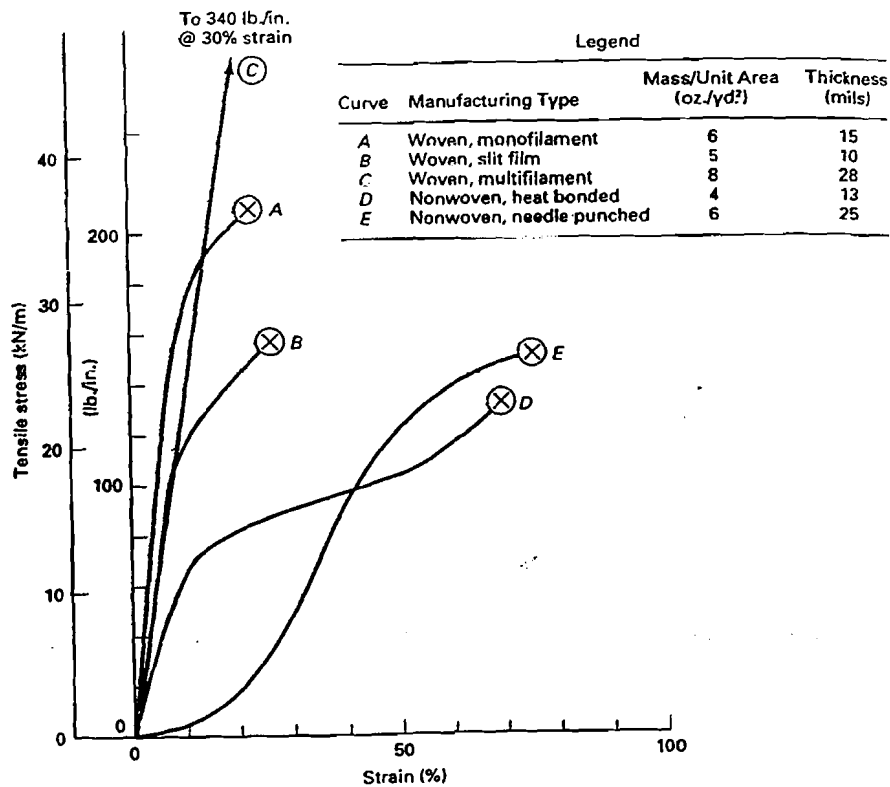
<i>Polypropylene</i>	: $0,91 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyester</i>	: 1,22 sampai $1,38 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Nylon</i>	: 1,05 sampai $1,14 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyethylene</i>	: 0,92 sampai $0,95 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Polyvinyl alkohol</i>	: 1,26 sampai $1,32 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
<i>Galss</i>	: $2,54 \text{ g/m}^3$

-
- b. Massa per satuan luas (*mass per unit area*), adalah massa dari lembaran geosintetik per satuan luas dengan satuan yang digunakan g/m^2 . Massa persatuan luas geotekstil umumnya berkisar 50-70 g/m^2 untuk kelas ringan dan bahkan sampai 700-800 g/m^2 untuk yang lebih berat. Untuk *geomembrane* berkisar 600-3000 g/m^2 , sedangkan untuk struktur komposit berkisar 400-3000 g/m^2 . (Suryolelono, 1991).
- c. Tebal (*thickness*), yaitu jarak antara permukaan ke bagian bawah geosintetik yang diukur dengan tekanan tertentu. ASTM D1777 menyatakan bahwa ketebalan diukur dengan ketelitian sekurang-kurangnya 0,001" (= 0,02mm) pada tekanan tertentu, dengan mengambil kecenderungan tekanan standar 0,29 Psi (= 2,0 Kpa). Geotekstil umumnya mempunyai ketebalan berkisar 10 sampai 300 mils (1 mils = 0,001"), (Koerner, 1985).
- d. Diameter serat (*df*), adalah diameter dari benang sintesis penyusun geosintetik yang umumnya mempunyai tampang berbentuk lingkaran atau elips. Satuan yang digunakan oleh industri-industri tekstil sintesis adalah desintaks (*d tex*) atau masa dari 10.000 m benang sintesis dalam gram massa. Diameter tersebut dinyatakan dalam μ .
2. Karakteristik mekanik geosintetik merupakan karakteristik yang sangat penting untuk perencanaan. Karakteristik mekanik ini meliputi :
- a. Kompresibilitas (*compressibility*), merupakan fungsi ketebalan pada berbagai tekanan normal. Gambar 12 memperlihatkan kompresibilitas beberapa tipe geotekstil. Kemiringan (*slope*) dari bagian utama kurva merupakan modulus kompresibilitas (Koerner, 1985).



Gambar 12. Kompresibilitas dari beberapa tipe geotekstil (Koerner,1985).

- b. Kuat tarik (*tensile strength*), merupakan suatu sifat yang sangat penting pada geosintetik. Tegangan (*stress*) biasanya diukur dalam satuan gaya per unit lebar (lb/m, t/m, kg/cm dsb), sedangkan regangan (*strain*) adalah nilai deformasi dibagi dengan lebar awal.



Gambar 13. Diagram tegangan regangan berbagai tipe geotekstil (Koerner,1985)

Dari hubungan tegangan regangan seperti pada gambar 13. akan diperoleh :

1. Kuat tarik maksimum (*maximum tensile strength*), sebagai indikasi kuat bahan (*fabric strength*).
2. Regangan runtuh, biasanya diberikan dalam data perpanjangan maksimum (*maximum elongation*).
3. *Toughness*, yaitu luas bagian di bawah kurva tegangan regangan.
4. Modulus atau kekakuan (*modulus or stiffness*), yaitu kemiringan dari bagian awal kurva tegangan regangan.
- c. Kuat pecah (*burst strength*), yaitu kekuatan bahan dalam menerima beban terpusat dalam arah tegak lurus lembaran geosintetik. Beban terpusat ini dapat berupa beban pecah (*bursting load*) atau beban coblos (*puncturing load*). Beban pecah terjadi bila geotekstil menerima beban terpusat pada luasan yang relatif sempit, arah tegak lurus lembaran geotekstil.
- d. Kuat robek (*tear strength*), adalah ketahanan bahan terhadap menjalarnya robekan dalam kondisi menahan *tensile*. Juga *tear strength* diperlukan pada saat bahan menerima beban coblos (*puncture*).
- e. Kuat geser terhadap bahan butiran, Yang diukur disini adalah besarnya tegangan geser maksimum yang dapat terjadi antara bahan geosintetik dengan tanah. Biasanya yang diberikan adalah sudut geser dalam antara bahan tekstil dengan tanah.
- f. Kuat lelah (*fatigue strength*) yaitu sifat yang berkaitan dengan beban berulang (*cyclic loading*) dan kemampuan geotekstil memikul beban berulang tersebut.

3. Karakteristik Hidrolis Geosintetik, dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Porositas (n), dari sekumpulan benang sintetis dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut :

$$n = 1 - \frac{m}{p \cdot t} \dots\dots\dots(13)$$

Notasi :

n = porositas

m = massa per satuan luas (g/m^2)

t = tebal geosintetik (m)

p = massa per satuan volume dari benang sintetis (g/m^3)

Keadaan diatas berlaku untuk geosintetik dengan struktur benang-benang sintetis. Porositas geosintetik umumnya sangat tinggi dibanding tanah tetapi tinggal 70% nya saja untuk tekanan sampai 500 Kpa dan 40% untuk tekanan 900 Kpa (Suryolelono,1991).

- b. *Apparent Opening Size (AOS)*, adalah sebuah ukuran yang menunjukkan diameter tertentu pada lubang-lubang geosintetik.
- c. *Percent open area (POA)*, yaitu perbandingan antara *total open area* (seluruh lubang antara benang) dengan *total specimen area* (seluruh permukaan). Penggunaan *POA* hanya berlaku untuk *monofilamen woven geotextile*.
- d. *Permeability*, adalah koefisien rembesan air tanah arah normal geosintetik tegak lurus bidang geosintetik.
- e. *Permittivity*, adalah harga koefisien *permeability* arah normal bidang untuk tiap satuan tebal geosintetik. Biasanya harga *permittivity* agak konstan.

f. *Transmitivity*, adalah koefisien rembesan air arah sejajar bidang geosintetik, untuk tebal tertentu dan geosintetik yang digunakan.

4. Karakteristik ketahanan (*Endurance properties*), yaitu sifat yang dimaksudkan untuk mengetahui perilaku geotekstil terhadap waktu. Biasanya dilakukan beberapa uji antara lain: *Creep test*, *Abration test*, *Long term flow test*, *Gradient ratio test*.

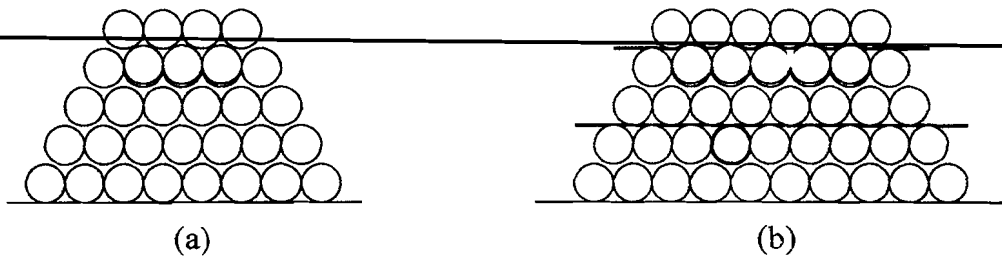
Selain dari 4 karakteristik teknik diatas diberikan juga hal-hal lain yang sering menjadi masalah pada penggunaan bahan polimer diantaranya (Koerner,1986) :

- a. Ketahanan terhadap bahan kimia (ASTM D543)
- b. Ketahanan terhadap suhu tinggi (ASTM D794)
- c. Ketahanan terhadap cahaya dan iklim (ASTM D1435)
- d. Ketahanan terhadap bakteri
- e. Ketahanan terhadap pelapukan dalam tanah

3.5 Perkuatan Lereng

3.5.1 Latar Belakang Teori Perkuatan

Pada tahun 1966, seorang ahli teknik dari Perancis bernama Henri Vidal mengadakan penelitian. Dari hasil penelitiannya ia menyimpulkan bahwa, tumpukan pasir alam yang mempunyai sudut lereng asli tertentu, dapat stabil dengan sudut kemiringan yang lebih besar, jika diberi material fleksibel yang mampu menahan tarikan di dalam tumpukan pasir tersebut (gambar 14)



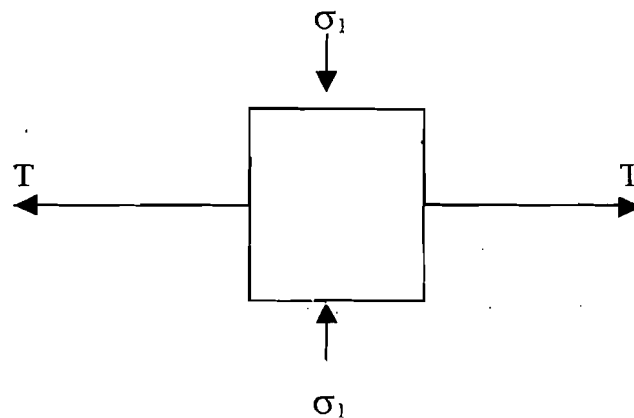
Gambar 14. (a) Tumpukan pasir dengan sudut lereng asli

(b) Tumpukan pasir dengan lereng yang diperkuat

Dari asumsi Henri Vidal tersebut, dapat dijelaskan beberapa hal sebagai berikut :

Tanah pasir alam (gambar 14 a), akan mengikuti hukum tersebut dan mempunyai sudut geser dalam (ϕ) jika tanah tersebut dibebani dengan tekanan vertikal σ_1 , maka agar tidak terjadi keruntuhan, harus diberi tekanan lateral σ_3 yang besarnya adalah $K_a \cdot \sigma_1$. Adanya pita/strip (gambar 14 b) akan menimbulkan geseran antara butir-butir pasir dengan pita tersebut, yang berarti timbul gaya tarik pada pita dan hal ini akan menginduksi timbulnya tekanan lateral.

Mekanisme dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Mekanisme perkuatan pada penelitian Henri Vidal (Tutut & Dedy, 1996)



Selanjutnya dari mekanisme tersebut di atas, dapat dibuat persamaan yaitu :

$$T_2 - T_1 = 2 \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot f \cdot \Delta l \dots\dots\dots(14)$$

$$f = \frac{T_2 - T_1}{2 \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot \Delta l} \dots\dots\dots(15)$$

Notasi :

σ_1 = tegangan vertikal

T = gaya tarik pada pita

f = koefisien gesekan antara pita dengan butiran tanah

b = lebar pita

l = lebar tanah uji

Akibat tegangan σ_1 , timbul gaya tarik pada pita yang besarnya adalah

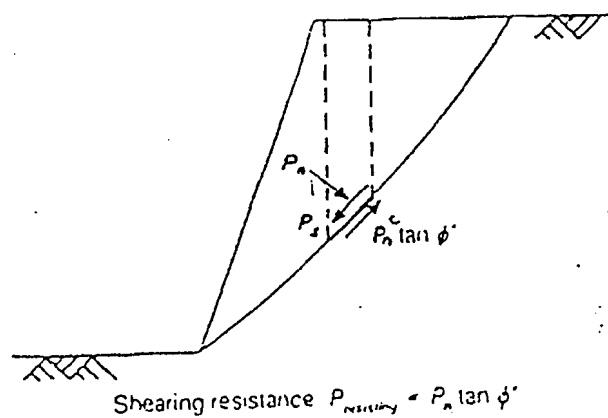
$T = (T_2 - T_1)$. Agar tidak terjadi slip maka :

$$f \geq \frac{T}{2 \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot \Delta l} \dots\dots\dots(16)$$

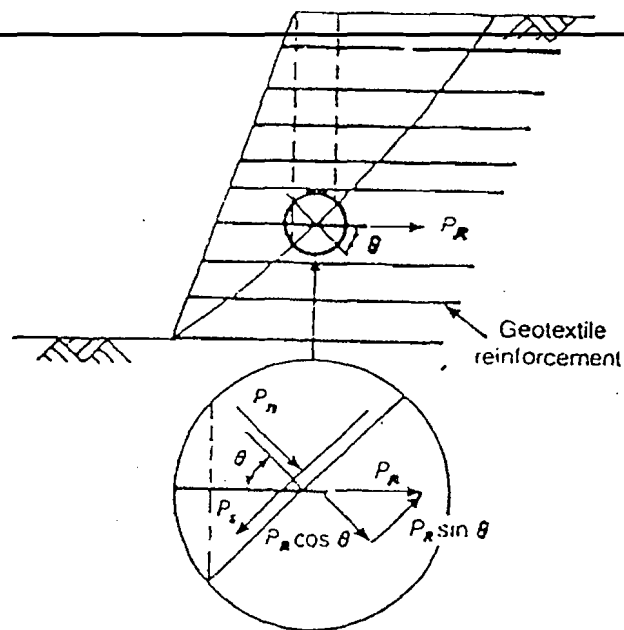
Teori yang dikembangkan oleh Hausmann (1976) mengemukakan bahwa adanya material penguat membantu tanah dalam menahan ekspansi lateralnya. Adanya gejala ekspansi kearah lateral akan menimbulkan gaya geser antara tanah dengan material tanah tersebut, yang besarnya akan ditentukan oleh kuat tarik dari material atau daya lekatnya dengan tanah.

3.6 Analisis Hitungan

Pada dasarnya pemakaian geotekstil sebagai bahan perkuatan stabilitas lereng adalah untuk memperbesar kekuatan geser tanah sehingga tidak terjadi kelongsoran. Seperti terlihat pada gambar 16, beban sendiri tanah pada lereng akan menyebabkan pendistribusian gaya geser (P_s) yang bekerja pada daerah permukaan geser. Jika tanah tidak diberi perkuatan maka gaya yang terjadi tersebut hanya ditahan oleh gaya pertahanan geser partikel tanah ($P_n \tan \phi$). Pemakaian geotekstil sebagai perkuatan akan memberikan kekuatan tegangan (P_r) dan juga memberikan dua komponen penahan pada permukaan geser. Komponen gaya tangensial perkuatan ($P_r \sin \theta$) bekerja langsung untuk menahan gaya geser yang bekerja menambah pertahanan geser partikel tanah, seperti terlihat pada gambar 16.



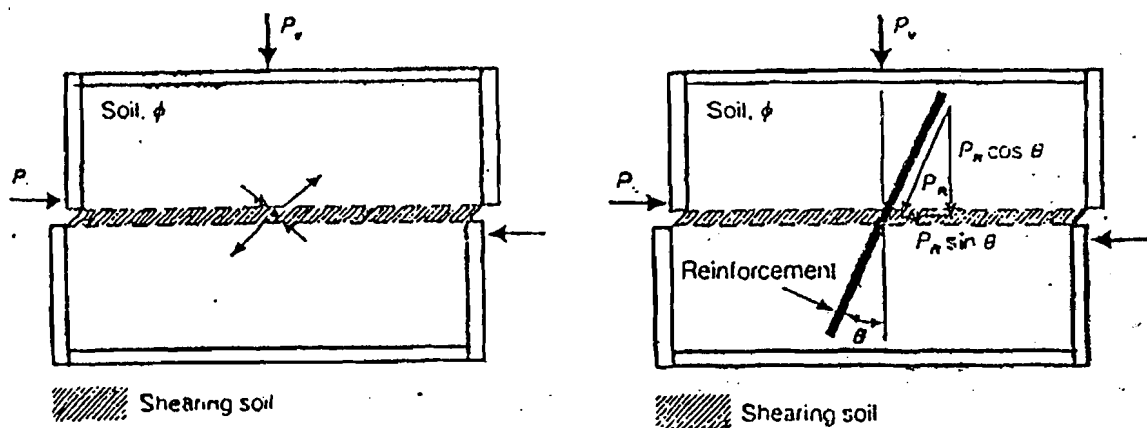
Gambar 16. Lereng tanpa perkuatan (Jewell, 1996)



Shearing resistance.
 $P_{resisting} = P_n \tan \phi' + P_R (\sin \theta + \cos \theta \tan \phi)$

Gambar 17. Lereng dengan perkuatan (Jewell, 1996)

Analisis terhadap pengaruh geotekstil untuk menunjang fungsinya sebagai pencegah kelongsoran lereng, bisa didekati dengan uji geser langsung (*Direct Shear Test*) seperti terlihat pada gambar 18.

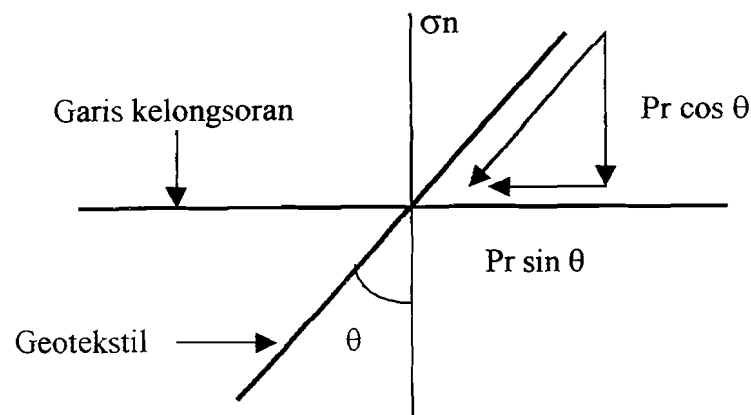


(a) Tanah tanpa perkuatan

(b) Tanah dengan perkuatan

Gambar 18. Ilustrasi aksi perkuatan dari uji geser langsung (Jewell, 1996)

Dari percobaan geser langsung pada tanah yang diberi perkuatan seperti yang diperlihatkan pada gambar 18, dapat dijelaskan sebagai berikut (gambar 19):



Gambar 19. Uraian gaya-gaya yang bekerja pada tanah dengan perkuatan geotekstil.

Dari gambar 18 dan 19 dapat dibuat suatu kesimpulan tentang gaya-gaya yang bekerja menahan kelongsoran pada tanah dengan perkuatan geotekstil :

1. Pada tanah tanpa perkuatan, beban yang mengakibatkan kelongsoran tanah akan ditahan oleh :

$$P_{\text{penahan}} = P_v \tan \varphi \dots \dots \dots (17)$$

Notasi :

P_v = gaya normal

φ = sudut gesek dalam

2. Pada tanah dengan perkuatan, beban yang mengakibatkan kelongsoran tanah akan ditahan oleh :

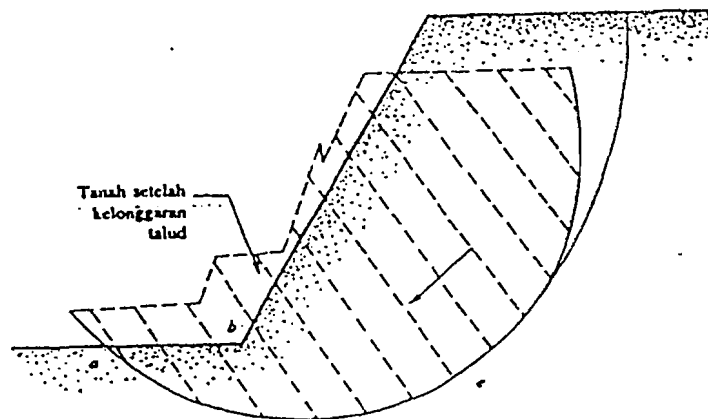
$$P_{\text{penahan}} = P_v \tan \varphi + P_r (\sin \theta + \cos \theta \tan \varphi) \dots \dots \dots (18)$$

Notasi :

P_r = kuat tarik geotekstil

θ = sudut gesek antara geotekstil dengan gaya normal pada permukaan bidang kelongsoran

Perlu tidaknya penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng didasarkan pada perhitungan faktor keamanan didefinisikan sebagai (Braja. M. Das)



Gambar 20. Kelongsoran lereng

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} \dots\dots\dots (19)$$

Notasi :

F_s = faktor keamanan

τ_f = tegangan geser

τ_d = tegangan geser disain yang bekerja sepanjang bidang longsor

Kuat geser tanah menurut Coulomb (1776) terdiri dari dua komponen, yaitu kohesi dan tegangan normal dan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

c = kohesi tanah

ϕ = sudut gesek dalam

σ = tegangan normal pada bidang longsor.

Dengan cara yang sama dapat dituliskan :

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \phi_d \dots\dots\dots(21)$$

Dimana c_d adalah kohesi disain dan ϕ_d sudut geser disain yang bekerja sepanjang bidang longsor. Dengan memasukkan persamaan (19) dan (20) kedalam persamaan (18), maka kita dapatkan :

$$FS = \frac{c + \sigma \tan \phi}{c_d + \sigma \tan \phi_d} \dots\dots\dots(22)$$

$F_s = 1$, maka lereng adalah dalam keadaan akan longsor. Umumnya nilai dari angka keamanan diambil 1,3 ~ 1,5.

Analisa perhitungan untuk geosintetik yang berfungsi sebagai perkuatan pada studi kasus ini pada dasarnya adalah metode batas keseimbangan (*Limit Equilibrium Concept*), yang meninjau keseimbangan lereng terhadap gaya-gaya luar yang bekerja dengan gaya yang ada di dalam konstruksi itu sendiri. Hanya pada analisis selanjutnya dilakukan dengan mengasumsikan bentuk-bentuk kelongsoran yang mungkin terjadi pada lereng buatan, dan merupakan analisis dari faktor keamanan (*safety factor*) terhadap stabilitas dari konstruksi, yang meliputi :

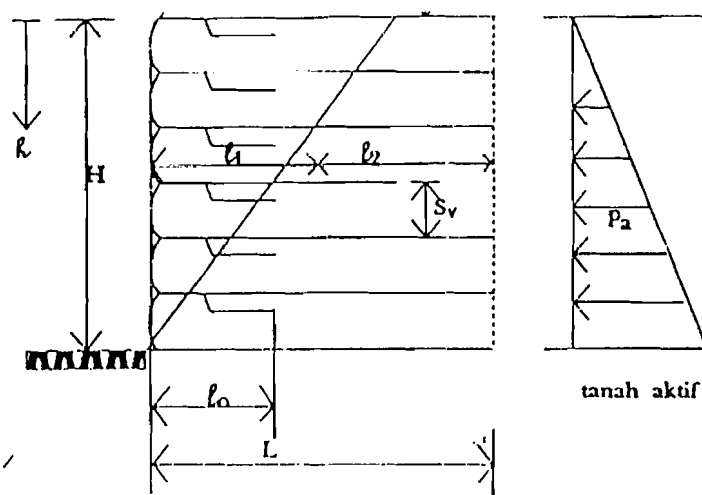
- a. stabilitas dalam (*internal stability*),
- b. stabilitas luar (*eksternal stability*),

3.6.1 Tinjauan Terhadap Stabilitas Dalam.

Pada analisis stabilitas dalam, dianggap bahwa tegangan geser pada tanah dibawah perkuatan tidak cukup kuat untuk menahan tekanan tanah aktif dan beban tambahan lainnya.

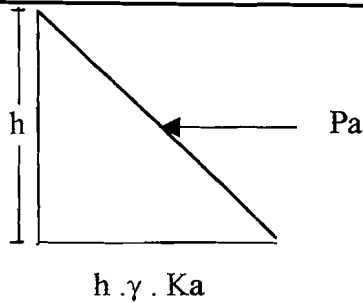
Kestabilan dalam dari lereng tanah yang diperkuat tergantung dari kekuatan geosintetik yang dipergunakan. Keruntuhan akan terjadi jika kekuatan tarik, atau ikatan antara tanah dengan elemen perkuatan tidak dapat lagi untuk menahan tegangan tarik yang timbul akibat tekanan tanah aktif, serta gaya-gaya luar yang bekerja (Ingold, 1988).

Analisis hitungan stabilitas dalam yang dilakukan pertama kali adalah menghitung gaya-gaya horisontal yang bekerja dalam tanah yang terlihat pada gambar 21.



Gambar 21. Gaya-gaya yang bekerja pada perkuatan lereng dengan goesintetik (Suryolelono, 1990).

1. Tekanan tanah aktif



$$Pa = \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \gamma \cdot ka$$

Notasi :

γ = berat volume tanah timbunan

Ka = koefisien tekanan tanah aktif

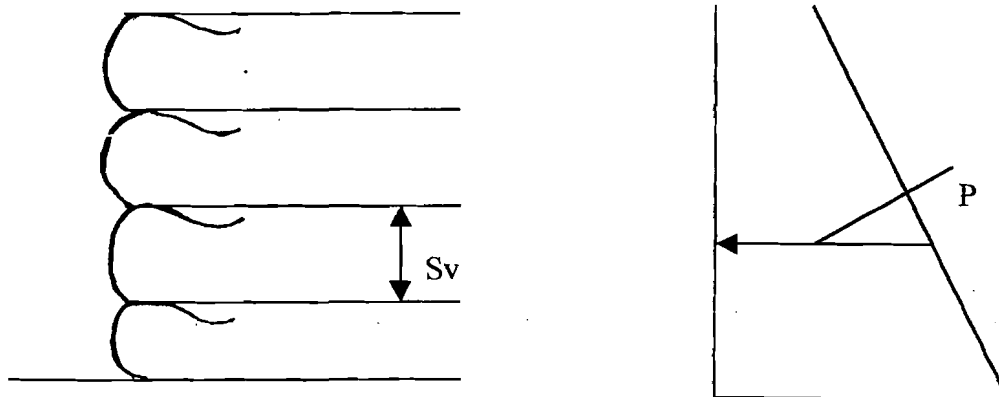
$$= \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} = \text{tg}^2 (45 - \varphi/2)$$

φ = sudut geser tanah

h = tinggi lereng terhadap geotekstil
tinjauan

a. Analisis Spasi vertikal geotekstil (S_v)

Dianggap lapisan geosintetik akan menahan setengah tebal tanah di atasnya dan setengah tebal tanah dibawahnya (gambar 22). Dalam hitungan ini diambil 1 meter panjang perkuatan tanah \perp bidang gambar.



Gambar 22. Menentukan spasi vertikal geotekstil (Suryolelono, 1990).

Spasi vertikal (S_v) geosintetik dicari dengan persamaan :

$$S_v = \frac{\overline{T_a}}{p \cdot SF} \dots\dots\dots(26)$$

Keterangan :

S_v = Spasi vertikal geosintetik

T_a = beban tarik ijin geosintetik diambil dari $\frac{1}{2}$ beban ultimit geosintetik

p = total gaya horisontal yang ditinjau pada kedalaman h

SF = angka keamanan (1,3 ~ 1,5)

b. Analisis panjang perkuatan geosintetik yang diperlukan.

Dengan konsep dasar teori kelongsoran Coulomb bahwa bidang kelongsoran tanah berbentuk bidang rata, maka bentuk geosintetik sebagai perkuatan dapat ditentukan dengan persamaan :

$$L_1 = (H-h) \operatorname{tg} ((45^\circ - \varphi/2) - \operatorname{tg} (90^\circ - \beta)) \dots\dots\dots(27)$$

Keterangan :

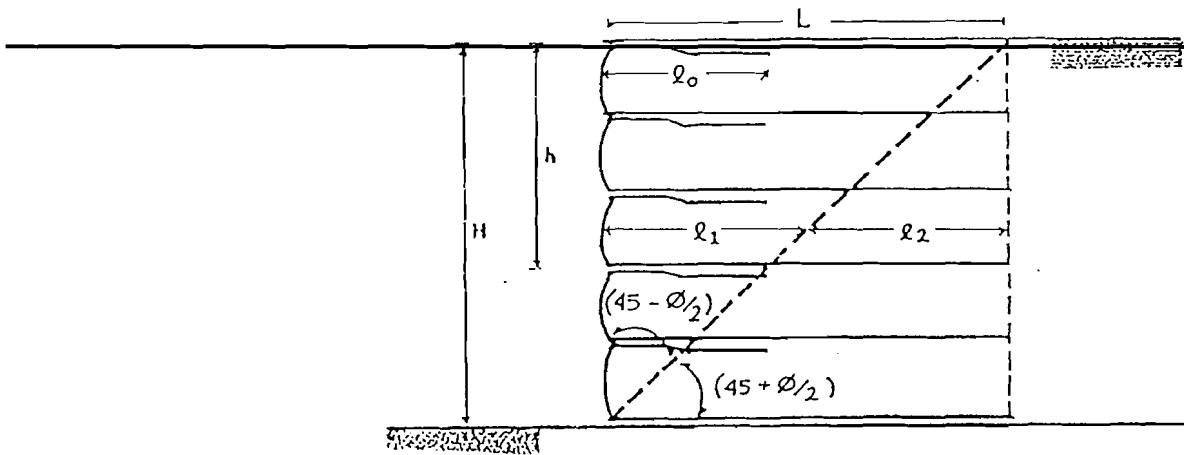
L_1 = panjang geosintetik diluar garis kelongsoran

H = tinggi lereng

h = tinggi lapisan geosintetik dari permukaan lereng

φ = sudut gesek tanah

β = sudut lereng desain



Gambar 23. Menentukan panjang geosintetik sebagai perkuatan. (Suryolelono,1990).

Bila lereng dalam keadaan seimbang, maka gaya tarik yang bekerja pada geosintetik ini akan di lawan oleh gaya gesek antara tanah dengan kedua sisi geosintetik.

$$F = 2 \cdot \tau_g \cdot L \dots\dots\dots(28)$$

Sedangkan menurut hukum Coloumb:

$$\tau_g = c + Pv \cdot \text{tg } \delta \dots\dots\dots(29)$$

Maka dengan mendistribusikan persamaan (28) ke persamaan (29), diperoleh :

$$F = 2 (c + Pv \cdot \text{tg } \delta) \cdot L$$

$$= 2 (c + (\gamma \cdot h) \cdot \text{tg } \delta) \dots\dots\dots(30)$$

Untuk lereng keadaan seimbang:

$$T = F$$

Maka panjang geosintetik sebagai angkur dapat ditentukan dengan persamaan :

$$L_2 = \frac{(Sv \cdot P \cdot SF)}{2(c + (\gamma \cdot h) \cdot \text{tg } \delta)} \dots\dots\dots(31)$$

Notasi :

L_2 = panjang geosintetik sebagai angkur

S_v = spasi vertikal

P = tekanan tanah horisontal pada titik yang di tinjau

SF = angka keamanan

c = kohesi tanah

γ = berat volume tanah timbunan

h = tinggi geosintetik tinjau dari permukaan lereng

δ = sudut gesek antara tanah dan geosintetik ($\delta = 2/3\phi$)

ϕ = sudut gesek tanah

P_v = tekanan tanah horisontal pada ketinggian geotekstil

L total untuk kebutuhan struktur = $l_1 + l_2$

c. Analisis panjang *over laping* geosintetik.

Tidak ada analisis khusus untuk menentukan panjang geosintetik sebagai *over laping* (l_o) seperti terlihat pada gambar 23, karena secara teori tidak diperlukan.

Tetapi dalam praktek agar konstruksi merupakan kesatuan (stabilitas terhadap gaya-gaya eksternal), maka diperkirakan panjang *over laping* diambil 50% dari l_1 atau minimal 1 meter.

3.6.2 Tinjauan Terhadap Stabilitas Luar.

Analisis stabilitas dari lereng secara keseluruhan, dapat dilakukan dengan anggapan lereng merupakan struktur yang kuat dan kaku, sehingga dengan demikian dapat digunakan rumus-rumus yang sederhana sebagai dasar analisis. Walaupun kekuatan dari lereng tanah yang diperkuat lebih mengandalkan pada gesekan, tetapi kestabilan struktur secara keseluruhan antara tanah dan bahan perkuatan tetap harus

diselidiki. Analisis kestabilan luar lereng tanah dengan perkuatan meliputi stabilitas terhadap keruntuhan geser, keruntuhan guling dan daya dukung tanah dasar.

1. Stabilitas terhadap gaya geser.

Faktor keamanan terhadap gaya geser dapat ditentukan dengan persamaan :

a. Gaya yang menahan (Pt) :

$$P_t = \left[c_g + \left(\frac{W_{\text{tot}}}{L_g} \right) \cdot \text{tg } \delta \right] \cdot L_g \dots \dots \dots (32)$$

Keterangan :

L_g = panjang geosintetik pada lapisan terbawah

c_g = lekatan antara geosintetik dan tanah dasar
= $0,8c$ (c = kohesi tanah dasar pondasi).

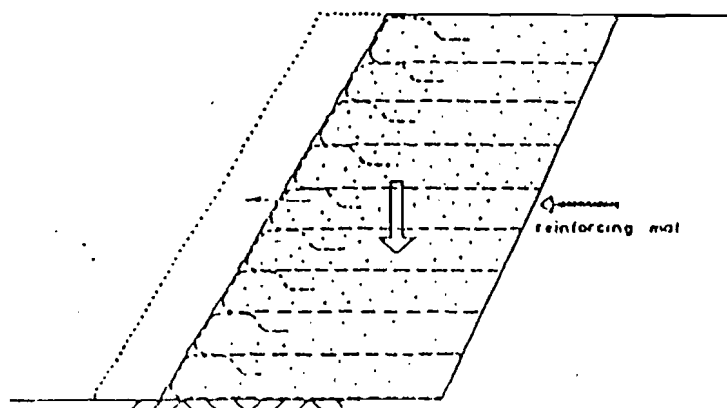
W = berat lereng sepanjang L_g

b. Gaya yang mendorong (Pd), adalah total gaya horisontal pada tanah

$$P_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_a \dots \dots \dots (33)$$

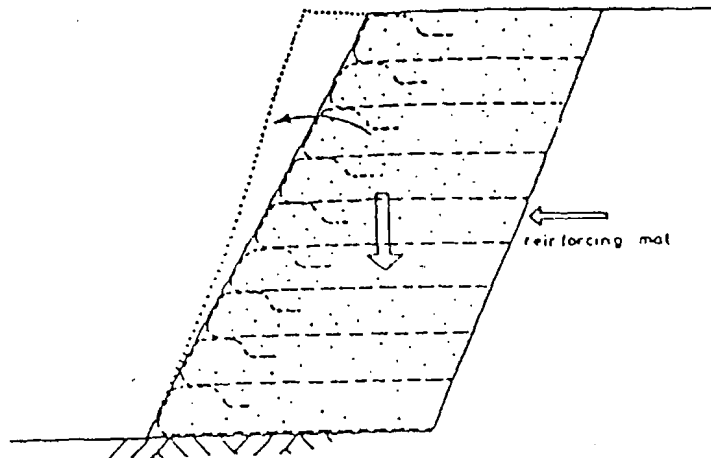
Dari kedua persamaan tersebut diatas, faktor keamanan diperoleh dengan persamaan:

$$SF = \frac{P_t}{P_d} > 1,5 \dots \dots \dots (34)$$



Gambar 24. Stabilitas lereng terhadap geser.

2. Stabilitas terhadap bahaya guling.



Gambar 25. Stabilitas lereng terhadap bahaya guling

Faktor keamanan ditentukan berdasarkan perbandingan antara momen penahan dan momen penyebab guling terhadap titik guling yang ditinjau.

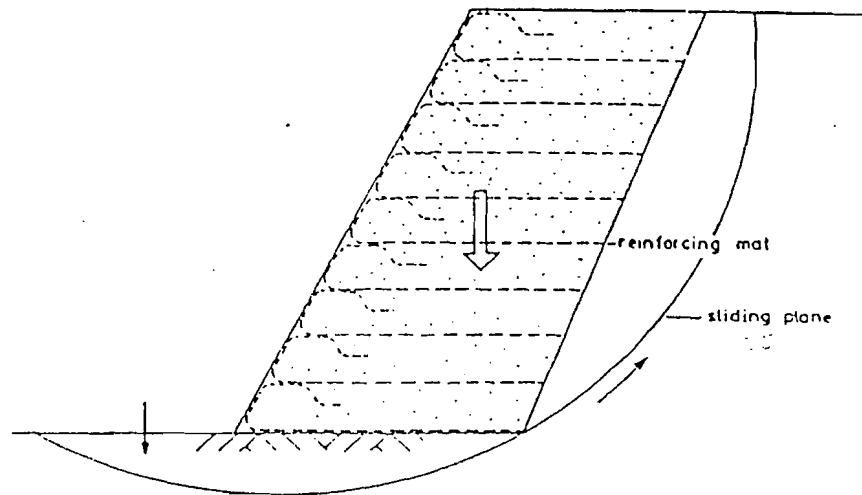
Momen penahan (M_p) = perkalian antara berat lereng yang diperkuat geosintetik dengan lengan momen dari titik guling tinjauan.

Momen guling (M_g) = perkalian antara gaya-gaya horisontal yang bekerja dalam tanah dan tinggi gaya-gaya tersebut terhadap titik guling tinjauan.

Faktor keamanan ditentukan sebagai :

$$SF = \frac{\sum M_p}{\sum M_g} \geq 1,5 \dots \dots \dots (35)$$

3. Stabilitas terhadap kuat dukung tanah.



Gambar 26. Stabilitas lereng terhadap kuat dukung tanah.

Pada dasarnya di dalam menentukan tinggi lereng perkuatan, harus diperhitungkan pula kemampuan daya dukung (*bearing capacity*) dari tanah dibawah perkuatan tersebut. Terzaghi dan Peck (1976) dengan teori daya dukungnya memberi rumusan daya dukung maksimum dari tanah sebagai berikut

$$\sigma_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots \dots \dots (36)$$

Keterangan :

c = kohesi tanah

N_c, N_q, N_γ = koefisien kuat dukung tanah

q = beban merata

B = lebar konstruksi bagian bawah

γ = berat volume tanah dibawah konstruksi

Koefisien kuat dukung tanah dapat dicari dengan menggunakan tabel 9

Tabel 9. Koefisien kuat dukung tanah (Sanglerat, 1983)

ϕ°	N_γ	N_q	N_c
0	0	1	5,1
5	0,2	1,6	6,5
10	1,0	2,5	8,3
15	2,3	3,9	11,0
20	5,0	6,4	14,8
25	10,4	10,7	20,7
30	21,8	15,4	30,1
35	47,9	33,3	46,1
40	113	64,2	75,3
45	299	134,9	133,9

Faktor keamanan dicari dengan persamaan :

$$SF = \frac{\sigma_{ult}}{\sigma_{terjadi}} \geq 1,5 \dots \dots \dots (37)$$

$\sigma_{terjadi}$ = berat beban pada lereng termasuk berat sendiri

3.7 Penanggulangan Longsoran Pada Lereng Tanpa Perkuatan

Pada suatu lereng bekerja gaya-gaya yang terdiri dari gaya pendorong dan gaya penahan. Gaya pendorong adalah gaya tangensial dari berat massa tanah, sedangkan gaya penahan berupa tahanan geser tanah. Suatu lereng akan longsor bila keseimbangan gaya-gaya yang bekerja terganggu, yaitu gaya pendorong melampaui gaya penahan. Oleh karena itu prinsip penanggulangan longsoran adalah mengurangi gaya pendorong atau menambah gaya penahan.

Cara penanggulangan longsoran dengan mengurangi gaya pendorong dapat dilakukan antara lain dengan memotong dan pengendalian air permukaan, sedangkan penanggulangan yang menambah gaya penahan antara lain dengan pengendalian air rembesan, penambatan dan penimbunan pada kaki lereng.

3.7.1 Mengubah Geometri Lereng

Umumnya lereng alam menunjukkan kemantapan jangka panjang, tetapi pada beberapa kasus tidak demikian. Untuk itu perlu dilakukan perubahan geometri lereng dengan parameter geotekniknya.

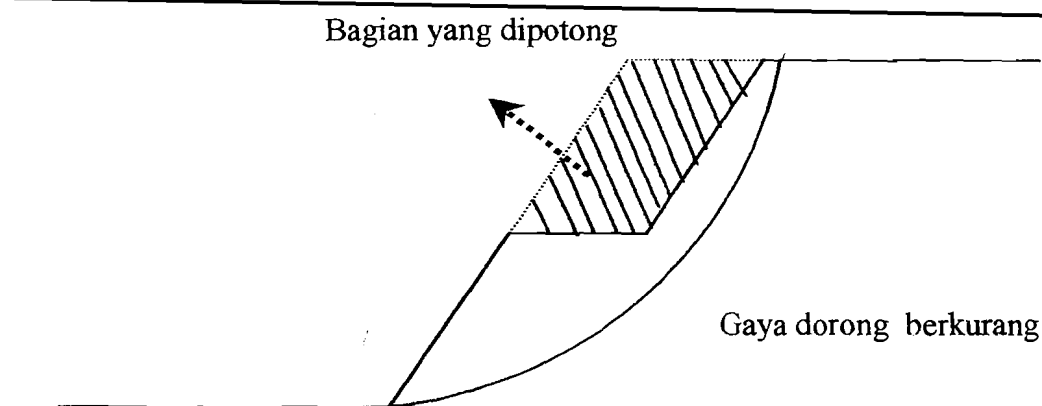
Mengubah geometri lereng dapat dilakukan dengan cara pemotongan dan penimbunan pada ujung kaki lereng. Metoda penanggulangan ini mempunyai prinsip mengurangi gaya dorong dari massa tanah yang longsor dan menambah gaya penahan dengan cara penimbunan pada ujung kaki lereng, sehingga faktor keamanan lereng dapat bertambah. Metoda ini umumnya dilakukan untuk tipe longsor rotasi.

Pada tugas akhir ini dilakukan analisis dengan mengurangi gaya pendorong dari massa tanah yang longsor dengan cara melakukan pemotongan pada bagian kepala bidang longsor (Gambar 27).

3.7.2 Mengendalikan Air Permukaan

Air permukaan merupakan salah satu faktor penyumbang ketidakmantapan lereng, karena akan meninggikan tekanan air pori. Genangan air permukaan juga akan menimbulkan penjenahan, sehingga massa tanah akan menjadi lembek dan menambah berat massa longsor. Aliran air permukaan dapat juga menimbulkan erosi sehingga akan mengganggu kemantapan lereng yang ada. Oleh karena itu air permukaan perlu dikendalikan untuk mencegah masuknya atau mengurangi rembasan air permukaan ke daerah longsor.

Mengendalikan air permukaan dapat dilakukan dengan cara menanam tumbuhan, menutup rekahan, tata salir dan perbaikan permukaan lereng.



Gambar 27. Pemotongan Kepala Longsoran.

3.7.3 Mengendalikan Air Rembesan

Maksud dari mengendalikan air rembesan (drainase bawah permukaan) adalah untuk menurunkan muka air tanah di daerah longsor. Dalam memilih cara yang tepat perlu dipertimbangkan jenis dan letak muka air tanah. Usaha mengeringkan dan atau menurunkan air tanah dalam lereng dengan mengendalikan air rembesan, umumnya cukup sulit dan memerlukan penyelidikan yang cermat.

Metoda pengendalian air rembesan yang sering digunakan adalah sumur dalam, penyalir tegak, penyalir mendatar, pelantar, sumur pelega, penyalir parit pengecat, penyalir liput dan elektro osmosis.

3.7.4 Penambatan dan Tindakan Lain

Penambatan merupakan cara penanggulangan yang bersifat mengikat atau menahan massa tanah yang bergerak, sedangkan tindakan lain dilakukan bila penanggulangan dengan cara mengubah geometri lereng, mengendalikan air dan penambatan tidak dapat diterapkan.

Cara penambatan untuk penanggulangan dapat dibagi menjadi 2 (dua) jenis berdasarkan material yang bergerak yaitu:

1. Penambatan tanah

Penambatan tanah umumnya dilakukan dengan bangunan penahan yang berfungsi sebagai penahan terhadap massa tanah yang bergerak, sehingga meningkatkan tahanan geser. Bangunan penahan dapat terdiri dari beberapa macam antara lain bronjong, tembok penahan, sumuran, tiang dan dinding penompang isian batu.

2. Penambatan batuan

Penambatan batuan berfungsi sebagai penahan atau pengikat massa batuan yang akan bergerak terhadap massa batuan mantap. Tipe gerakan pada batuan terdiri dari tipe runtuh dan penjurangan yang bergerak melalui bidang lemahnya seperti kekar dan bidang perlapisan. Tipe gerakan jenis ini dapat ditanggulangi dengan tumpuan beton, baut batuan, pengikat beton, jala kawat, tembok penahan batu dan dinding tipis.

Tindakan lain meliputi cara penanggulangan antara lain dengan penggantian material stabilisasi, penggunaan bahan ringan dan relokasi.

3.8 Analisis Kelongsoran dengan Program Komputer

Analisis berdasarkan bidang kelongsoran sirkuler juga disebut dengan metode irisan. Analisis ini pada dasarnya adalah untuk mengetahui faktor keamanan dari suatu lereng dengan atau tanpa perkuatan geotekstil menggunakan metode irisan, yaitu pembagian lereng pada daerah kelongsoran bidang sirkuler menjadi beberapa

irisasi. Angka keamanan didapatkan dari perbandingan antara gaya-gaya yang menahan kelongsoran dengan gaya-gaya yang menyebabkan kelongsoran (Braja, 1984).

Karena untuk itu mengetahui bentuk bidang kelongsoran kritis dengan metode kelongsoran sirkuler secara manual sulit dilakukan, maka analisis hitungan perkuatan lereng dengan metode kelongsoran sirkuler ini dibantu dengan perangkat komputer yang dalam hal ini penulis menggunakan program komputer *MRSS (Mirafi Reinforcement Stability Slope)*.

Dengan memasukkan data-data dari lereng akan diketahui faktor keamanan yang ada dapat diketahui perlu tidaknya lereng diberi perkuatan.

Dengan program ini dapat dilakukan pengontrolan faktor keamanan terhadap lereng dengan perkuatan geotekstil.

Dalam pengoperasian program *MRSS* diperlukan langkah sebagai berikut:

1. Input data

- a. Untuk lereng tanpa perkuatan geotekstil data yang diperlukan adalah:

tinggi lereng = m

berat volume tanah (γ_b) = kN/m³

kohesi (c) = kN/m²

sudut gesek dalam (ϕ) = °

sudut kemiringan lereng (β) = °

koefisien interaksi antara tanah dengan geotekstil (δ)

- b. Untuk lereng dengan geotekstil data yang diperlukan adalah:

Tinggi lereng = m

Berat volume tanah (γ_b) = kN/m^3

Kohesi (c) = kN/m^2

Sudut gesek dalam (ϕ) = 0

Sudut kemiringan lereng (β) = 0

Koefisien interaksi antara tanah dengan geotekstil (δ)

Kuat tarik ijin geotekstil (T_a) = kN/m^2

Spasi vertikal (S_v) = m

2. Operasi atau proses pengolahan data
3. Output atau hasil tampilan berupa:
 - Lingkaran atau kelongsoran kritis
 - Radius atau jari-jari kelongsoran
 - Kelongsoran pusat lingkaran
 - Faktor keamanan

BAB IV ANALISIS STRUKTUR

4.1 Perencanaan

Dalam studi ini, dilakukan studi kasus yang diambil dari data lereng di lokasi : Jalan Tol Seksi "C" Semarang, Jawa Tengah. Pada pembangunan Jalan Tol Seksi C Semarang, untuk mendapatkan elevasi jalan yang sama maka harus dilakukan pemotongan lereng pada sebagian tempat. Akibat pemotongan lereng alami, lereng menjadi lebih curam dan mudah terjadi kelongsoran. Untuk mencegah kelongsoran maka dibuatlah penahan dengan perkuatan geotekstil.

✓ Karakteristik tanah pada lokasi dari hasil penyelidikan tanah dapat dilihat dalam tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Data tanah hasil penyelidikan tanah pada lokasi proyek

Lapisan	Kedalaman (m)	γ_b (gr/cm ³)	Kohesi tanah (c) (t/m ²)	Sudut geser dalam tanah ($\phi = ^\circ$)	$K_a =$ $\tan^2(45 -$ $\phi/2)$	$2c\sqrt{K_a}$
1	2.5	1.8857	0.14	15	0.5888	0.2148
2	5.0	1.8177	0.16	16	0.5678	0.2411
3	7.5	1.8021	0.2	16	0.5678	0.3014
4	10	1.7258	0.2	12	0.6557	0.3239
5	12.5	1.7215	0.2	15	0.5888	0.3069

Tabel 10. (Lanjutan)

6	15	1.7115	0.22	16	0.5678	0.3315
7	17.5	1.9103	0.24	22	0.4549	0.3237
8	20	1.8372	0.23	20	0.4903	0.3221
9	22.5	1.7253	0.2	25	0.4059	0.2548
10	25	1.8185	0.21	24	0.4217	0.2727
11	27.5	1.7137	0.19	15	0.5888	0.2919
12	30	1.6244	0.2	16	0.5678	0.3014

Tinjauan kemantapan timbunan dilakukan terhadap tinggi timbunan pada sta (0 + 839), perhitungan dilakukan per meter panjang timbunan. Parameter-parameter tanah timbunan adalah sebagai berikut ini :

$$\gamma_b = 1,7774 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,19 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 15^\circ$$

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

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2) = 0,5888$$

$$2c\sqrt{K_a} = 0,2916$$

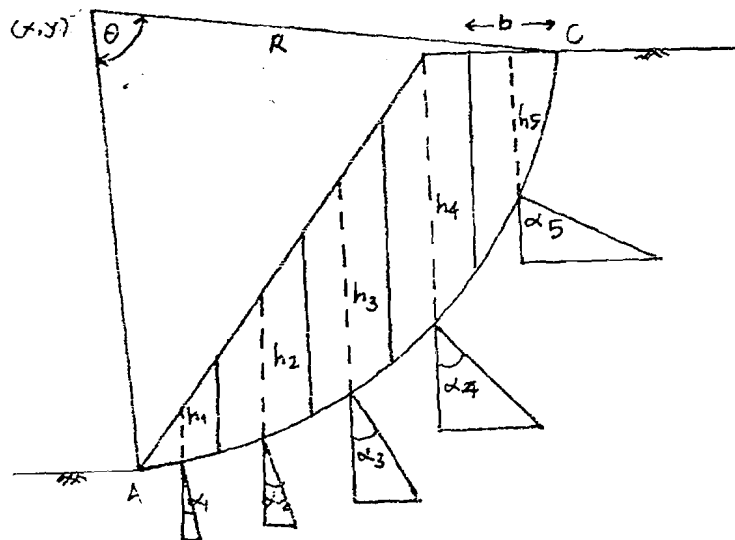
(Data diperoleh dari PT. Jasa Marga Semarang)

Pada kasus ini perkuatan yang digunakan adalah geosintetik dengan tipe woven dengan karakteristik :

Geotekstil menggunakan jenis woven dengan kuat tarik ultimit 80 t/m.

4.2 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil

Pada kasus ini analisa dilakukan dengan menggunakan metode irisan untuk kelongsoran lereng, dengan variasi sudut, yaitu 45° , 60° dan 75° .



Gambar 28. kelongsoran lereng tanpa perkuatan

Analisis angka keamanan :

$$SF = \frac{L \overline{AC} \cdot c + \sum N \cdot \tan \varphi}{\sum T} > 1,5$$

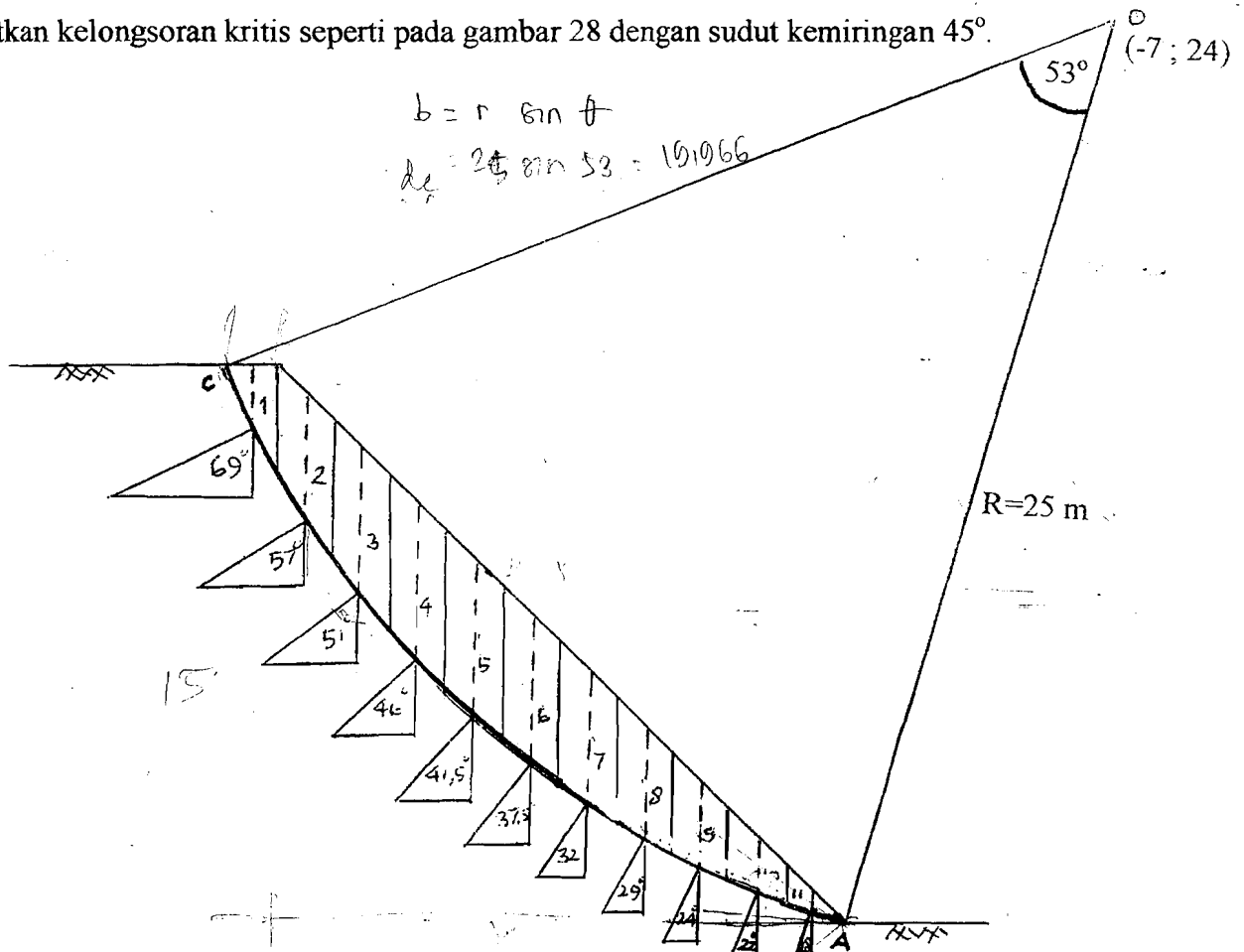
Keterangan :

- $L \overline{AC}$ = Panjang busur bidang longsor AC
- c = Kohesi tanah ✓
- φ = Sudut geser dalam tanah ✓
- $\sum N$ = $\sum W_i \cdot \cos \alpha_i$
- $\sum T$ = $\sum W_i \cdot \sin \alpha_i$
- W = Berat tiap bagian permeter panjang = $\gamma b_i \cdot h_i \cdot b_i$
- γb_i = Berat volume tanah tiap lapisan
- h = Tinggi permukaan dari dasar bidang longsor ✓
- R = Jari - jari lingkaran bidang longsor
- α_i = sudut geser singgung dari masing - masing pias

4.2.1 Analisis Stabilitas Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut

Kemiringan Lereng 45°

Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan cara coba-coba didapatkan kelongsoran kritis seperti pada gambar 28 dengan sudut kemiringan 45°.



Gambar 29. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 45°

Menentukan panjang busur \overline{AC} :

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\theta}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot R$$

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{53^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 25 = 23,126 \text{ m}$$

$$\frac{23,126}{11} = 2,10 \text{ (luas horizontal)}$$

$$\sin = \frac{40}{110}$$

Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan dengan sudut kemiringan 45° dipresentasikan dalam tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan sudut 45°

Pias	B (m)	α (°)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	1.6	69	2	5.687	0.358	0.934	2.038	5.311
2	1.5	57	3.8	10.131	0.544	0.838	5.517	8.496
3	1.5	51	4.35	11.597	0.629	0.777	7.298	9.012
4	1.5	46	4.5	11.997	0.695	0.719	8.334	8.629
5	1.5	41.5	4.4	11.731	0.749	0.663	8.796	7.773
6	1.5	37.5	4.1	10.931	0.793	0.608	8.672	6.654
7	1.5	32	3.6	9.597	0.848	0.529	8.138	5.085
8	1.5	29	3	7.998	0.875	0.485	6.995	3.877
9	1.5	24	2.4	6.398	0.914	0.407	5.845	2.602
10	1.5	22	1.4	3.732	0.927	0.375	3.460	1.398
11	1.5	18	0.6	1.599	0.951	0.309	1.521	0.494
	1616	?	34.15				66.614	59.34

$$SF = \frac{LAC.c + \sum N.tan\phi}{\sum T}$$

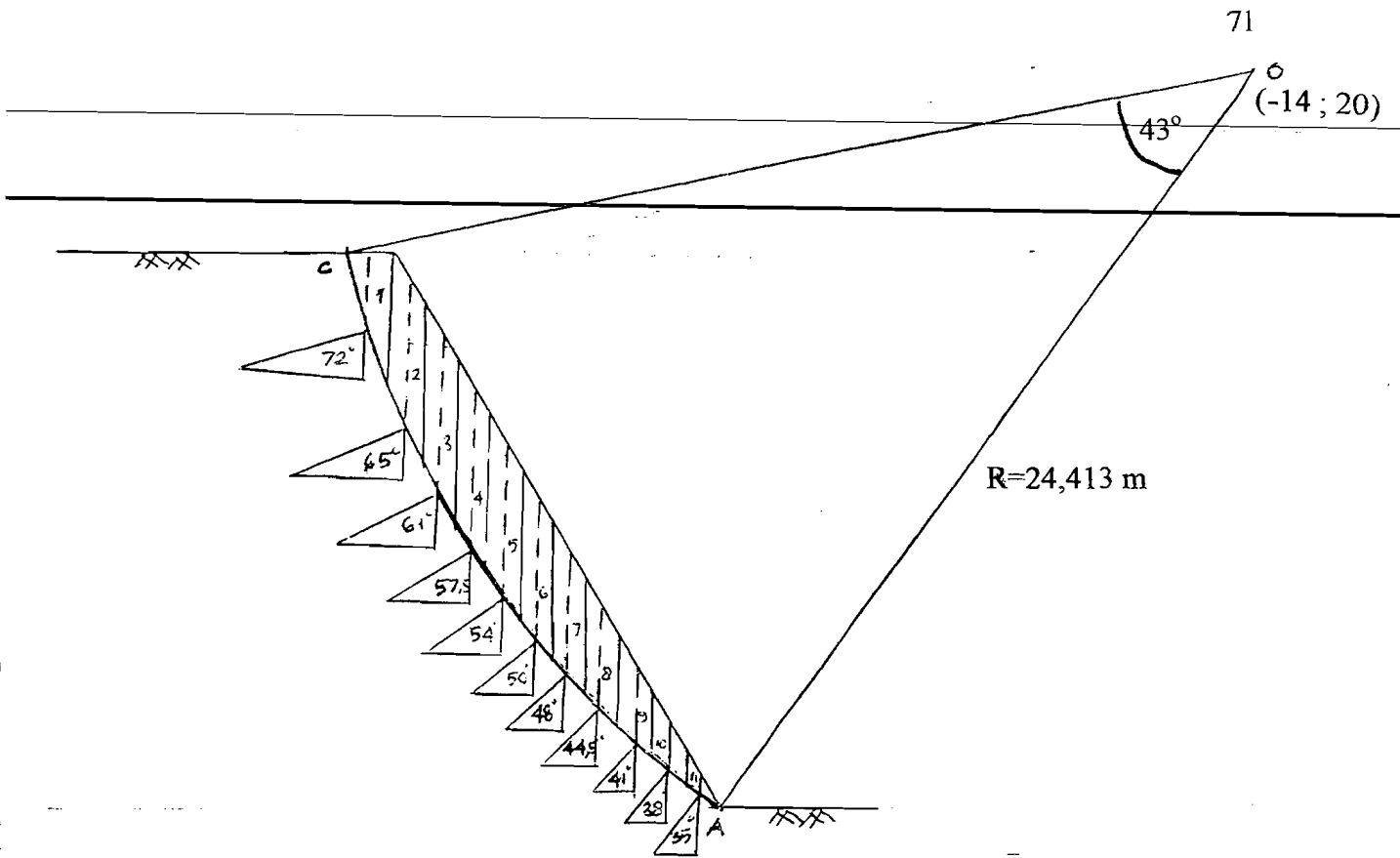
$$SF = \frac{(23,126.0,19) + (66,614.tan15)}{59,34}$$

$$= 0,388 < 1,5$$

4.2.2 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut

Kemiringan Lereng 60°

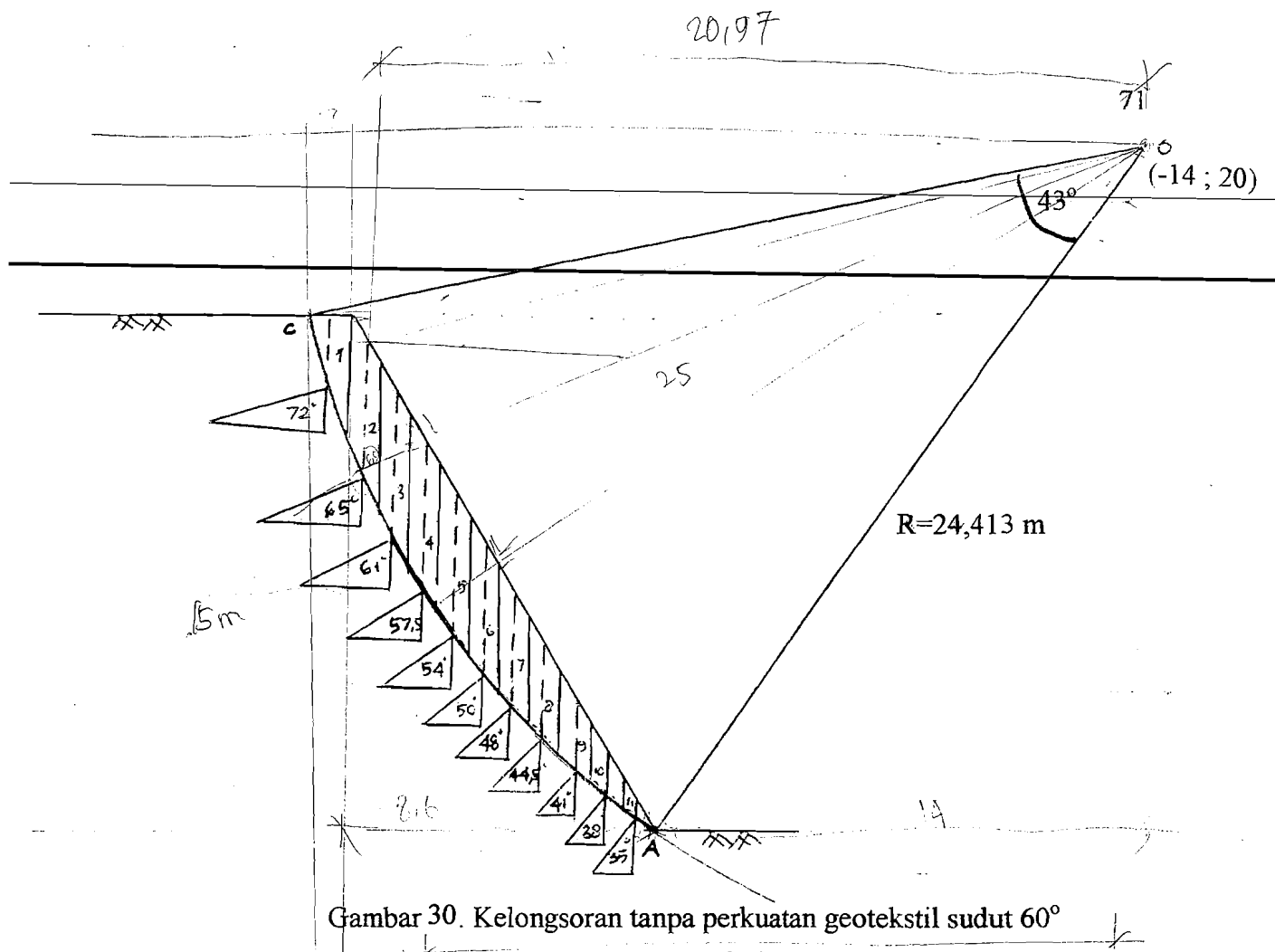
Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan cara coba-coba didapatkan kelongsoran kritis seperti pada gambar 29 dengan sudut kemiringan 60° dipresentasikan dalam tabel 12.



Gambar 30. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 60°

Tabel 12. Perhitungan kelongsoran dengan sudut kemiringan 60°

Pias	B (m)	α ($^\circ$)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	1.2	72	2.4	5.119	0.309	0.951	1.582	4.868
2	0.86	65	4.1	6.267	0.423	0.906	2.648	5.679
3	0.86	61	4.3	6.573	0.485	0.875	3.187	5.749
4	0.86	57.5	4.1	6.267	0.537	0.843	3.367	5.285
5	0.86	54	3.9	5.961	0.587	0.809	3.503	4.823
6	0.86	50	3.6	5.502	0.643	0.766	3.536	4.215
7	0.86	48	3.2	4.891	0.669	0.743	3.272	3.634
8	0.86	44.5	2.6	3.974	0.713	0.701	2.834	2.785
9	0.86	41	2	3.057	0.756	0.656	2.307	2.005
10	0.86	38	1.2	1.834	0.788	0.616	1.445	1.129
11	0.86	35	0.6	0.917	0.819	0.574	0.795	0.525
							28.476	40.698



Gambar 30. Kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil sudut 60°

Tabel 12. Perhitungan kelongsoran dengan sudut kemiringan 60°

Pias	B (m)	α ($^\circ$)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	1.2	72	2.4	5.119	0.309	0.951	1.582	4.868
2	0.86	65	4.1	6.267	0.423	0.906	2.648	5.679
3	0.86	61	4.3	6.573	0.485	0.875	3.187	5.749
4	0.86	57.5	4.1	6.267	0.537	0.843	3.367	5.285
5	0.86	54	3.9	5.961	0.587	0.809	3.503	4.823
6	0.86	50	3.6	5.502	0.643	0.766	3.536	4.215
7	0.86	48	3.2	4.891	0.669	0.743	3.272	3.634
8	0.86	44.5	2.6	3.974	0.713	0.701	2.834	2.785
9	0.86	41	2	3.057	0.756	0.656	2.307	2.005
10	0.86	38	1.2	1.834	0.788	0.616	1.445	1.129
11	0.86	35	0.6	0.917	0.819	0.574	0.795	0.525
							28.476	40.698

LAC = 18,32

11
= 1,67

$$\text{Panjang AC} = \frac{\theta}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot R$$

$$\text{Panjang AC} = \frac{43^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 24,413 = 18,32 \text{ m}$$

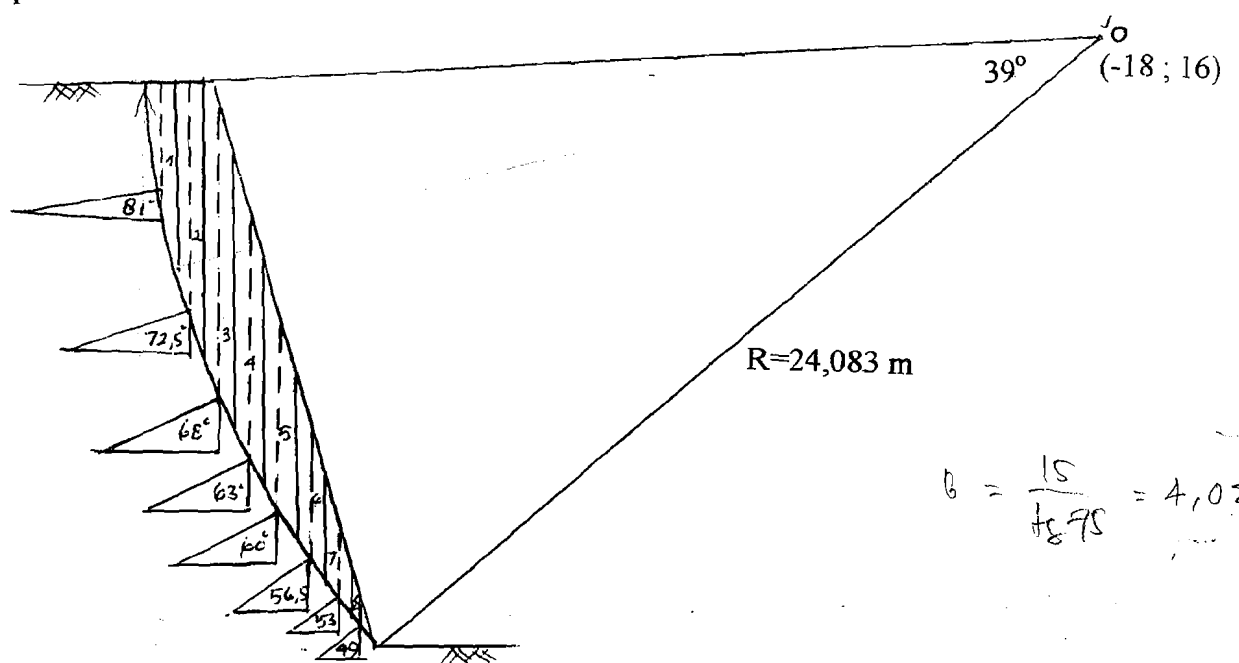
$$\text{SF} = \frac{\text{LAC} \cdot c + \sum N \cdot \tan \phi}{\sum T}$$

$$\text{SF} = \frac{(18,32 \cdot 0,19) + (28,476 \cdot \tan 15^\circ)}{40,698}$$

$$= 0,283 < 1,5 \text{ tidak aman}$$

4.2.3 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan Sudut Kemiringan Lereng 75°

Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotekstil dengan cara coba-coba didapatkan kelongsoran kritis seperti pada gambar 30 dengan sudut kemiringan 75° dipresentasikan dalam tabel 13.



Gambar 31. Kelongsoran tanpa perkuatan sudut 75°

Tabel 13. Perhitungan kelongsoran tanpa perkuatan geotkstil dengan sudut 75 °

Pias	B (m)	α (°)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	0.77	81	3.1	4.243	0.156	0.987	0.664	4.188
2	0.77	72.5	6.4	8.759	0.3	0.954	2.633	8.354
3	0.77	68	8.5	11.633	0.375	0.927	4.357	10.785
4	0.77	63	8.1	11.086	0.454	0.891	5.032	9.877
5	0.77	60	7.25	9.922	0.5	0.866	4.961	8.593
6	0.77	56.5	5	6.843	0.551	0.834	3.777	5.706
7	0.77	53	3.25	4.448	0.602	0.798	2.678	3.552
8	0.77	49	1.3	1.779	0.656	0.755	1.167	1.343
							25.269	52.398

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{\theta}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot R$$

$$\text{Panjang } \overline{AC} = \frac{39^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 24,08 = 16,39 \text{ m}$$

$$SF = \frac{LAC \cdot c + \sum N \cdot \tan \phi}{\sum T}$$

$$SF = \frac{(16,39 \cdot 0,19) + (25,269 \cdot \tan 15)}{52,398}$$

$$= 0,19 < 1,5 \text{ tidak aman}$$

4.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Dari analisis stabilitas lereng tanpa perkuatan geotekstil diperoleh angka keamanan (SF) < 1,5. Berawal dari persoalan tersebut maka diperlukan suatu perkuatan untuk memperoleh nilai SF yang disyaratkan. Dalam analisis ini meliputi analisis stabilitas internal dan analisis stabilitas eksternal.

4.3.1 Tinjauan Terhadap Stabilitas Internal

Tinjauan stabilitas internal meliputi:

a. Tekanan tanah aktif yang bekerja

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi/2) = \tan^2(45 - 15/2) = 0,5888$$

$$\sigma_h = \gamma b \cdot k_a \cdot h - 2c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$= 1,7774 \cdot 0,5888 \cdot h - 0,2916$$

$$= 1,0465 \cdot h - 0,2916$$

b. Menentukan Spasi vertikal (Sv)

Dalam analisis ini digunakan geotekstil dengan kuat tarik ultimit 80 t/m.

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{3} = \frac{80}{3} = 26,667 \text{ t/m}$$

$$S_v = \frac{T_{all}}{\sigma_h \cdot SF} = \frac{26,667}{(\gamma k_a \cdot h - 2c \sqrt{k_a}) \cdot 1,5} = \frac{26,667}{(1,7774 \cdot 0,5888 h - 0,2916) \cdot 1,5}$$

$$S_v = \frac{26,667}{1,569 h - 0,4374}$$

$$\text{Untuk } Z = 2,5 \text{ m} \longrightarrow S_v = 7,65 \text{ m} \quad \text{Untuk } Z = 10 \text{ m} \longrightarrow S_v = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Untuk } Z = 5 \text{ m} \longrightarrow S_v = 3,59 \text{ m} \quad \text{Untuk } Z = 12,5 \text{ m} \longrightarrow S_v = 1,39 \text{ m}$$

$$\text{Untuk } Z = 7,5 \text{ m} \longrightarrow S_v = 2,26 \text{ m} \quad \text{Untuk } Z = 15 \text{ m} \longrightarrow S_v = 1,15 \text{ m}$$

Di ambil spasi vertikal : Sv = 1,5 m sampai kedalaman = 9 m

Sv = 1,0 m sampai kedalaman = 15 m

c. Menentukan panjang geotekstil

1. Menentukan L1 :

$$L_1 = (H-z) \tan (45- \varphi/2)$$

$$= (15 - z) \tan (45 - 15/2)$$

2. Menentukan L2 :

$$L_2 = \frac{(Sv . \sigma_h . FS)}{2(c + \gamma b . z . \tan \delta)}$$

3. Menentukan Lo :

$$L_o = \frac{Sv . \sigma_h . FS}{4(c + \gamma b . z . \tan \delta)}$$

4. Menentukan L total yang dibutuhkan :

$$L \text{ total} = Sv + L_2 + L_1 + L_o$$

Perhitungan panjang geotekstil yang diperlukan dapat dilihat dalam tabel 14.

4.3.2 Tinjauan Terhadap Stabilitas Eksternal

a. Tinjauan terhadap geser

$$SF = \frac{\left[Ca + \left(\frac{W1 + W2 + Pa \sin \delta}{Lg} \right) \tan \delta \right] . Lg}{Pa \cos \delta}$$

$$Ca = 0,8 c = 0,8 . 0,22 = 0,192$$

$$W1 = l . h . \gamma b = 8,5 . 15 . 1,7774 = 226,6185 \text{ ton}$$

$$W2 = l . h . \gamma b = 7,5 . 9 . 1,7774 = 119,975 \text{ ton}$$

Tabel 14. Perhitungan panjang geotekstil

No Lapis	Sv (m)	Z (m)	γ_{hc} (t/m ²)	L1 (m)	L2 (m)	Lo (m)	L total (m)	L ambil (m)
1	1.5	1.5	1.5698	10.35855	2.693497	1.346749	15.8988	16
2	1.5	3	3.139599	9.2076	3.146359	1.57318	15.42714	16
3	1.5	4.5	4.709399	8.05665	3.333163	1.666581	14.55639	16
4	1.5	6	6.279199	6.9057	3.435137	1.717568	13.55841	16
5	1.5	7.5	7.848998	5.75475	3.499372	1.749686	12.50381	16
6	1.5	9	9.418798	4.6038	3.543548	1.771774	11.41912	16
7	1	10	10.46533	3.8365	2.377371	1.188685	8.402556	8.5
8	1	11	11.51186	3.0692	2.389791	1.194895	7.653886	8.5
9	1	12	12.5584	2.3019	2.40024	1.20012	6.90226	8.5
10	1	13	13.60493	1.5346	2.409154	1.204577	6.14833	8.5
11	1	14	14.65146	0.7673	2.416847	1.208423	5.39257	8.5
12	1	15	15.698	0	2.423554	1.211777	4.63533	8.5

$$Pa = 0,5 \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot ka$$

$$\begin{aligned}
&= 0,5 \cdot \gamma b_1 \cdot h_1^2 \cdot ka_1 + (\gamma b_1 \cdot h_1 \cdot ka_1) \cdot h_2 + 0,5 \cdot \gamma b_2 \cdot h_2^2 \cdot ka_2 + (\gamma b_1 \cdot h_1 \cdot ka_1 \\
&\quad + \gamma b_2 \cdot h_2 \cdot ka_2) \cdot h_3 + 0,5 \cdot \gamma b_3 \cdot h_3^2 \cdot ka_3 + (\gamma b_1 \cdot h_1 \cdot ka_1 + \dots + \gamma b_3 \cdot h_3 \cdot ka_3) \cdot h_4 \\
&\quad + 0,5 \cdot \gamma b_4 \cdot h_4^2 \cdot ka_4 + (\gamma b_1 \cdot h_1 \cdot ka_1 + \dots + \gamma b_4 \cdot h_4 \cdot ka_4) \cdot h_5 + 0,5 \cdot \gamma b_5 \cdot h_5^2 \cdot ka_5 \\
&\quad + (\gamma b_1 \cdot h_1 \cdot ka_1 + \dots + \gamma b_5 \cdot h_5 \cdot ka_5) \cdot h_6 + 0,5 \cdot \gamma b_6 \cdot h_6^2 \cdot ka_6 \\
&= 3,468 + 6,9375 + 3,225 + 13,387 + 3,197 + 19,782 + 3,536 + 26,855 + 3,175 \\
&\quad + 33,205 + 3,03 \\
&= 119,797 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

$$Pa \sin \delta = 119,797 \cdot \sin (0,67 \cdot 12) = 16,75 \text{ Ton}$$

$$Pa \cos \delta = 119,797 \cdot \cos (0,67 \cdot 12) = 118,62 \text{ Ton}$$

$$SF = \frac{\left[0,192 + \left(\frac{266,618 + 119,975 + 16,75}{8,5} \right) \tan 20,9 \right] 8,5}{118,62} = 1.183 < 1,5 \text{ tidak aman}$$

karena lereng belum aman terhadap geser, maka geotekstil diperpanjang menjadi 17 m untuk semua lapisan .

$$SF = \frac{\left[0,192 + \left(\frac{453,237 + 16,75}{17} \right) \tan 20,9 \right] \cdot 17}{118,62} = 1,54 > 1,5 \text{ aman}$$

d. Tinjauan guling

$$SF = \frac{W1 \cdot X1 + Pa \sin \delta \cdot 18}{Pa \cos \delta \cdot 5}$$

$$SF = \frac{453,237 \cdot 8,5 + 16,75 \cdot 17}{118,62 \cdot 5}$$

$$= 6,97 > 1,5 \text{ aman}$$

e. Tinjauan Bearing Capacity

Untuk $\phi = 22^\circ$, maka dari tabel 9. Koefisien kuat dukung menurut Sanglerat 1983

diperoleh $N_c = 16,88$, $N_\gamma = 7,13$

$$P_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$P_{ult} = 0,24 \cdot 16,88 + 0 + 0,5 \cdot 1,9103 \cdot 17 \cdot 7,13 = 119,82 \text{ t/m}^2$$

$$P_{act} = \gamma_b \cdot h = 1,7774 \cdot 15 = 26,66 \text{ t/m}^2$$

Maka akan didapatkan angka keamanan :

$$SF = \frac{P_{ult}}{P_{act}}$$

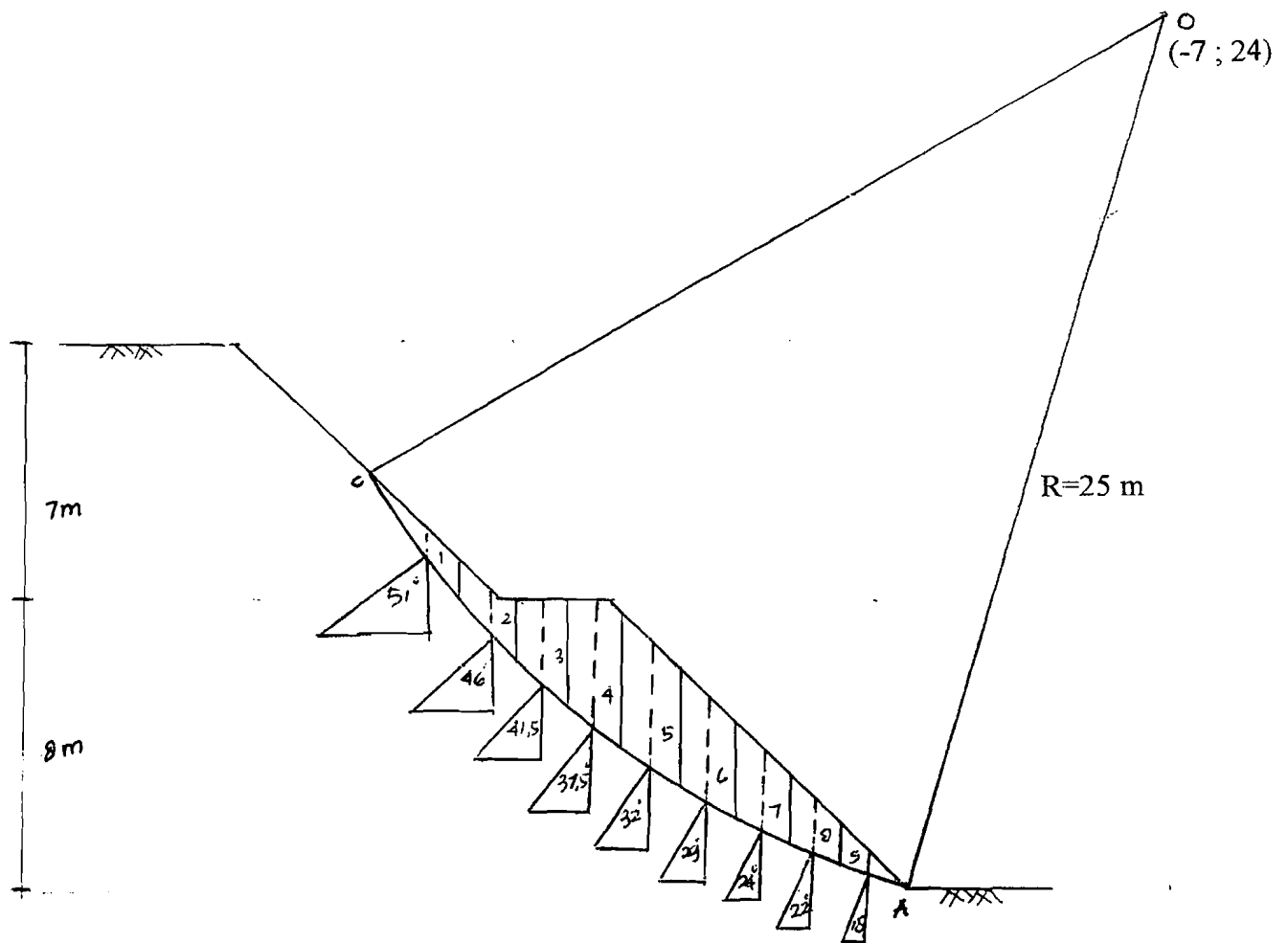
$$SF = \frac{119,82}{26,66} = 4,49 > 1,5 \dots \dots \dots \text{Aman!}$$

4.4 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring

4.4.1 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring dengan Sudut Kemiringan

45°

Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dari kelongsoran kritis seperti pada gambar 31 dengan sudut kemiringan 45°.



Gambar 32. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 45°

Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut kemiringan 45°

dipresentasikan dalam tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut 45°

Pias	B (m)	α (°)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	1.5	57	0.9	2.399	0.544	0.838	1.305	2.01
2	1.5	51	1.2	3.199	0.629	0.777	2.012	2.485
3	1.5	46	1.4	3.732	0.695	0.719	2.593	2.594
4	1.5	41.5	2.3	6.132	0.749	0.663	4.592	4.065
5	1.5	37.5	4	10.664	0.793	0.608	8.456	8.456
6	1.5	32	3.6	9.597	0.848	0.529	8.138	5.085
7	1.5	29	3	7.998	0.875	0.485	6.995	3.877
8	1.5	24	2.4	6.398	0.914	0.407	5.845	2.602
9	1.5	22	1.4	3.732	0.927	0.375	3.460	1.398
10	1.5	18	0.6	1.599	0.951	0.309	1.521	0.494
							44.917	33.066

$$SF = \frac{LAC.c + \Sigma N.tan \phi}{\Sigma T}$$

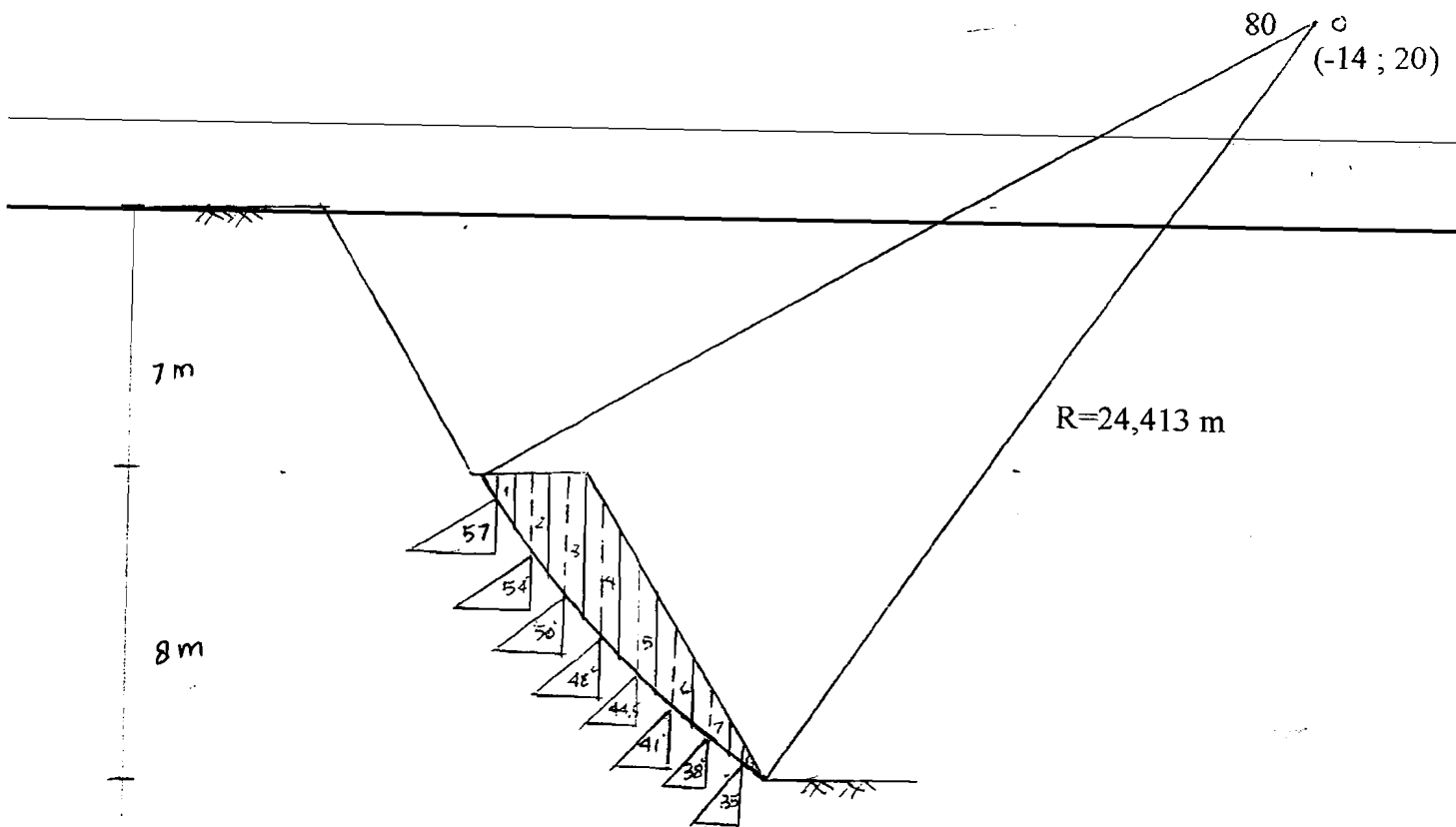
$$SF = \frac{(23,126.0,19) + (44.917.tan 15)}{33,066}$$

$$= 0,496 < 1,5$$

4.2.2 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring dengan Sudut Kemiringan

Lereng 60°

Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dari kelongsoran kritis seperti pada gambar 32 dengan sudut kemiringan 60°.



Gambar 33. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 60°

Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut kemiringan 60° dipresentasikan dalam tabel 16.

Tabel 16. Perhitungan kelongsoran dengan sudut kemiringan 60°

Pias	B (m)	α ($^\circ$)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	0.86	57.5	1.2	1.834	0.537	0.843	0.985	1.546
2	0.86	54	2.4	3.668	0.587	0.809	2.153	2.967
3	0.86	50	3.55	5.426	0.643	0.766	3.489	4.156
4	0.86	48	3.2	4.891	0.669	0.743	3.272	3.634
5	0.86	44.5	2.6	3.974	0.713	0.701	2.834	2.785
6	0.86	41	2	3.057	0.756	0.656	2.307	2.005
7	0.86	38	1.2	1.834	0.788	0.616	1.445	1.129
8	0.86	35	0.6	0.917	0.819	0.574	0.795	0.325
							17.28	18.547

$$SF = \frac{LAC \cdot c + \sum N \cdot \tan \phi}{\sum T}$$

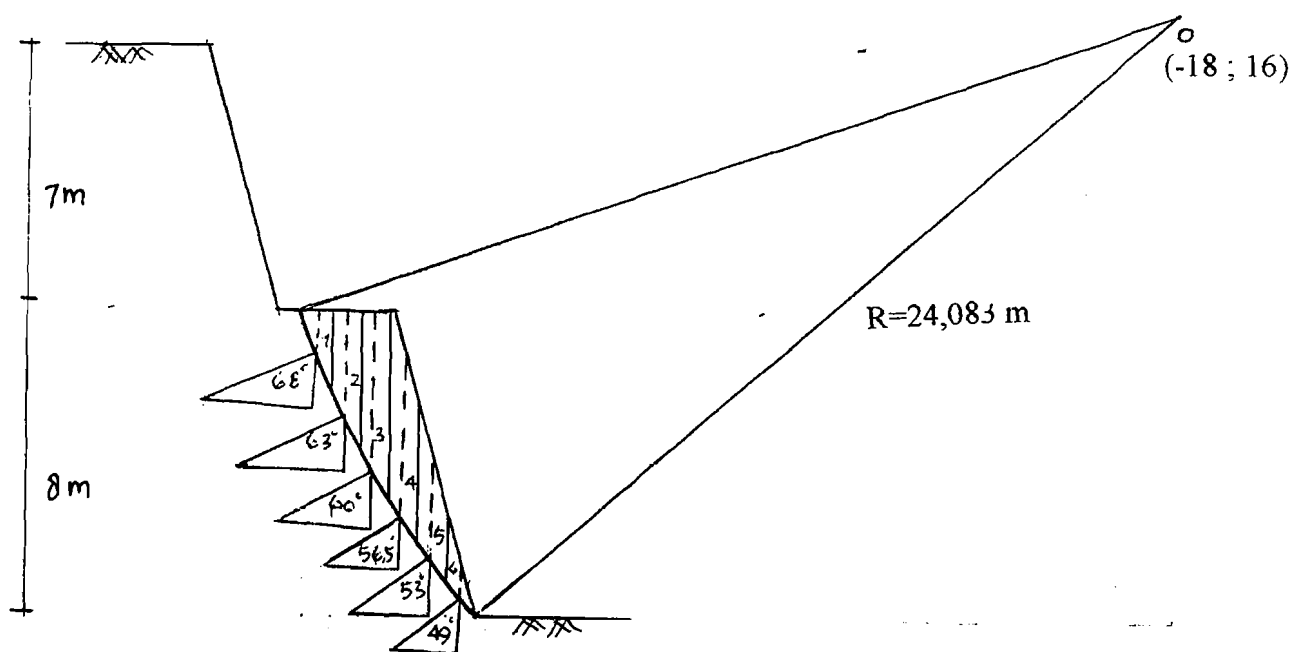
$$SF = \frac{(18,32 \cdot 0,19) + (17,28 \cdot \tan 15)}{18,547}$$

$$= 0,437 < 1,5 \text{ tidak aman}$$

4.2.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Terasiring dengan Sudut Kemiringan

Lereng 75°

Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dari kelongsoran kritis seperti pada gambar 33 dengan sudut kemiringan 75°.



Gambar 34. Penanggulangan dengan cara terasiring dengan sudut kemiringan 75°

Tabel 17. Perhitungan angka keamanan dengan terasiring dengan sudut 75 °

Pias	B (m)	α (°)	H (m)	W (ton)	Cos α	Sin α	N (ton)	T (ton)
1	0.77	68	1.5	2.053	0.375	0.927	0.769	1.903
2	0.77	63	3	4.105	0.454	0.891	1.864	3.657
3	0.77	60	4.3	5.885	0.5	0.866	2.942	5.096
4	0.77	56.5	5	6.843	0.551	0.834	3.777	5.706
5	0.77	53	3.25	4.448	0.602	0.798	2.678	3.552
6	0.77	49	1.3	1.779	0.656	0.753	1.167	1.343
							13.197	21.257

$$SF = \frac{LAC.c + \Sigma N.tan \phi}{\Sigma T}$$

$$SF = \frac{(16,39.0,19) + (13,197.tan 15)}{21,257}$$

$$= 0,312 < 1,5 \text{ tidak aman}$$

BAB V
PEMBAHASAN

Dari beberapa variabel yang terdapat pada perencanaan sebuah lereng baik dengan geotekstil tanpa geotekstil maupun dengan terasiring dapat dilakukan beberapa analisis diantaranya :

1. Analisis hubungan faktor keamanan stabilitas lereng antara lereng tanpa perkuatan dengan lereng dengan perkuatan

Dari kontrol stabilitas lereng dari beberapa sudut kemiringan lereng dapat dibuat tabel sebagai berikut :

Tabel 18. Hubungan antara faktor keamanan dengan sudut kemiringan lereng

Sudut kemiringan	Faktor Keamanan		
	45°	60°	75°
Tanpa geotekstil	0.4097	0.290	0.2198
Dengan geotekstil	2.716	1.569	1.278

Dari tabel diatas terlihat perbedaan faktor keamanan yang nyata antara lereng tanpa geotekstil dengan lereng dengan geotekstil. Faktor

keamanan pada lereng dengan perkuatan geotekstil berubah cukup besar terhadap perubahan sudut kemiringan lereng, yang menunjukkan bahwa penggunaan geotekstil sebagai perkuatan pada lereng benar-benar mampu memberikan tambahan kekuatan sebagai penahan kelongsoran, bertambahnya kekuatan ini disebabkan karena meningkatnya kekuatan geser tanah akibat adanya gesekan antara geotekstil dan tanah

2. Analisis hubungan antara faktor keamanan stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil dengan sudut kemiringan

Dari kontrol stabilitas lereng pada kondisi L, H, Sv dan Ta yang sama dengan mengubah sudut kemiringan lereng didapatkan nilai SF (lampiran 2) yang dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 19. Hubungan antara faktor keamanan stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil dengan sudut kemiringan

Sudut kemiringan	45°	60°	75°
Faktor keamanan	2.716	1.569	1.278

Dari tabel 19 menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan maka faktor keamanan stabilitas lereng semakin kecil, hal ini disebabkan oleh naiknya tegangan geser tanah akibat bertambahnya berat tanah pada bidang longsor.

3. Analisis hubungan faktor keamanan stabilitas lereng antara lereng tanpa terasiring dan lereng dengan terasiring

Untuk meningkatkan faktor keamanan stabilitas lereng dapat dilakukan dengan mengurangi gaya pendorong atau menambah gaya penahan. Pada analisis ini dilakukan dengan mengurangi gaya pendorong yaitu dengan melakukan pemotongan kepala longsor.

Dari kontrol stabilitas lereng pada lereng tanpa terasiring untuk sudut kemiringan lereng 45° , 60° , 75° didapatkan faktor keamanan 0.4097 ; 0.209; 0.2198.

Pada lereng dengan terasiring untuk sudut kemiringan lereng 45° , 60° , 75° didapatkan faktor keamanan : 0.496; 0.437; 0.321, dan dapat dibuat tabel sebagai berikut :

Tabel 20. Hubungan faktor keamanan stabilitas lereng antara lereng tanpa terasiring dan lereng dengan terasiring

Sudut ($^\circ$)	Faktor Keamanan		
	45	60	75
Tanpa terasiring	0.4097	0.290	0.2198
Dengan terasiring	0.496	0.437	0.321

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dengan terasiring maka akan didapatkan peningkatan faktor keamanan walaupun tidak besar, hal ini disebabkan oleh berkurangnya gaya pendorong akibat pemotongan berat

massa tanah pada bagian kepala longsoran dan faktor keamanan
menurun dengan bertambahnya sudut kemiringan lereng.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari beberapa pembahasan yang ada dapat dibuat beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Faktor keamanan suatu lereng tanpa perkuatan dengan ketinggian dan karakteristik tanah yang sama, akan dipengaruhi oleh kemiringan lereng tersebut (α). Sedangkan pada lereng dengan perkuatan, selain dipengaruhi oleh kemiringan lereng juga dipengaruhi oleh panjang perkuatan (L), kuat tarik ijin perkuatan (Ta), dan spasi vertikal (Sv).
2. Pada sudut kemiringan yang sama (α), adanya perkuatan lereng akan meningkatkan faktor keamanan berkisar antara 441% sampai dengan 562.9% dari faktor keamanan stabilitas lereng tanpa geotekstil.
3. Untuk spasi vertikal yang sama, penurunan sudut kemiringan lereng dari 75° menjadi 45° akan meningkatkan faktor keamanan berkisar antara 22.7% sampai dengan 112.5%.
4. Geotekstil baru akan berfungsi sebagai perkuatan lereng apabila panjang bagian pada zona pasif mampu menahan tegangan tarik yang terjadi pada geotekstil tersebut.
5. Pada lereng tanpa perkuatan dengan adanya terasiring, untuk sudut kemiringan yang sama akan meningkatkan faktor keamanan berkisar antara 21% sampai dengan 46%.

B. SARAN

1. Agar geotekstil benar-benar dapat berfungsi dalam kegunaannya sebagai perkuatan lereng, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pembuatan lereng, yaitu:
 - a. pemadatan tanah di lapangan perlu di test kepadatannya agar didapatkan kepadatan yang maksimum,
 - b. menggunakan tanah urugan yang relatif mudah menyerap air,
 - c. sambungan antara 2 geotekstil harus mampu menahan beban tarik yang mungkin terjadi pada geotekstil.
2. Penelitian tentang perkuatan geotekstil untuk stabilitas lereng masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengubah variasi ketinggian terasiring, variasi sudut kemiringan pada masing-masing tingkat pada terasiring.

DAFTAR PUSTAKA

1. Braja M. Das, 1984, *Principles of Foundation Engenering*, Brook/Cole Engenering Devison, Monterey, California.
2. Edy Purwanto, DR. Ir. DEA, 1996, Pendekatan Teoritis Perilaku Komposit Antara Tanah Dan Geosintetik Pada Tanah Berlapis Banyak Yang Diperkuat Dengan Geosintetik, Seminar Rutin, Universitas-Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Edy Purwanto, DR. Ir. DEA, 1997, Hukum Interaksi Antara Geosintetik Dan Tanah, Seminar Rutin, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Ery Saptina Yuliati dan Dyan Septita, 1996, Studi Pustaka Mekanisme Transfer Beban Pada *Soil Nailing* Sebagai Struktur Perkuatan Dinding Basemen Bangunan Bertingkat Banyak, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Hardiyatmo H. C, DR, Ir, M.Eng, 1994, Mekanika Tanah II, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
6. Hausman, 1990, *Engenering Principles of Ground Modification*.
7. ICI Fibres, 1986, *Geotextiles or Geosynthetics, Proceiding Technical Sesion of The Thirt Asian ICI Fibres Geotextiles Conference*, Bangkok, Thailand.
8. Iwan Mugiantoro dan Suyanto, 1999, Analisis Perkuatan Tanah Dengan *Sheet Reinforced* Dan *Strip Reinforced*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Jewel R. A, DR, 1992, *Geotextiles Design for Soil Reinforcement*, Exxon Chemical Geopolymer Ltd, Canada.

-
10. Koerner R. M, Ph. D, P. E, 1986, *Design With Geosynthetics*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
 11. Koerner R. M, Ph. D, P. E, 1986, *Construction and Geotechnical Method in Foundation Engineering*, Mc Graw Hill, Singapore.
 12. Luthfi Hasan, Ir, MS, 1996, *Penggunaan Bahan Geosintetik Dalam Bidang Teknik Sipil, Materi Kuliah Umum, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.*
 13. Suryolelono K. B, Hardiyatmo C. H, Gourc J. P, 1993, *Geosintetik Sebagai Bahan Konstruksi Dinding Penahan Tanah, Suatu Mode Laboratorium, Proc Seminar Hasil Terbaru Penelitian Bahan, PAU IT UGM, Yogyakarta.*
 14. Suryolelono K.B, 1991, *Teknik Pondasi Bagian I, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.*
 15. Tutut Trihastuti dan Dedy Wahyudi, 1996, *Studi Penggunaan Geosintetik Sebagai Perkuatan Lereng Studi Kasus Proyek Bogor Lake Side, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.*



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
	RATHI WIJAYA NTI	96 310 050		TSG
	ALYANTO	96 310 110		TSG

JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS KESTABILITAS TERBUKA BENTUK
PERENCANAAN STRUKTUR TUGAS AKHIR PERENCANAAN STRUKTUR

Dosen Pembimbing I : DR. IR. EDY PURWANTO, CES, DEA
 Dosen Pembimbing II : DR. A. MARZUKI

1

2



Yogyakarta, 25 JUNI 2000
 Dekan,
 Jurusan Teknik Sipil

[Signature] 25/11/2000
 DR. H. LAJUDDIN BILAKIS, MS



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi

TUGAS AKHIR :

Pembimbing I :
 Pembimbing II :

program: MRSSlope (Ver 1.2 March 1993)

Licensed to: NURCAHYO S.PUTRO
CIVIL ENGINEERING
UII YOGYA

LAMPIRAN 1

ALCATRAZ-IROMEJAN GKIII/783

Copyright (c) Mirafi, A Division of Nicolon Corporation 1992

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
Location: SEMARANG
Owner: AAN
Client: DR.EDY P
Prepared by: RATIH
Date/Time: 12-14-2000 / 13:09:54
Analysis no: 8

SLOPE GEOMETRY and SURCHARGE:

Slope height = 15.0 (m)
Slope Angle = 45.0 (degrees)
No surcharge

SOIL DATA:	COHESION (kN/m ²)	FRICITION ANGLE (degrees)	BULK UNIT WEIGHT (kN/m ³)	THICKNESS (m)
Slope Soil	1.9	15.0	17.8	15.0
Base Layer 1 Soil	2.4	22.0	19.1	2.5
Base Layer 2 Soil	2.3	20.0	18.4	

PHREATIC SURFACE DATA

Phreatic surface elevation at TOE of slope = 0.00 (m)
Phreatic surface elevation at CREST of slope = 0.00 (m)

GROUND ACCELERATION DATA

No ground acceleration. Static analysis

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
 Location: SEMARANG
 Prepared by: RATIH
 Date/Time: 12-14-2000 / 13:09:54

ANALYSIS DETAILS:

TYPE: Circular Slip Analysis using Bishop's Method of Slices

OPTION: Multiple Slip Analyses passing through a FIXED POINT

INPUT:

X coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 Y coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 X coordinate of search grid origin = -15.00 (m)
 Y coordinate of search grid origin = 15.00 (m)
 Width and height of search grid = 11.00 (m)
 Search grid spacing = 1.00 (m)
 Number of centers of rotation = 144

OUTPUT:

X coordinate of critical center of rotation = -7.00 (m)
 Y coordinate of critical center of rotation = 24.00 (m)
 Radius of critical circular arc = 25.00 (m)
 X coordinate of critical slip circle exit = 16.32 (m)
 Y coordinate of critical slip circle exit = 15.00 (m)
 Factor of Safety = 0.410

SUMMARY OF CALCULATIONS:

Number	Center of Rotation X Coord	YCoord	Radius	Factor of Safety
1	-14.00	15.00	20.52	19.072
2	-13.00	15.00	19.85	> 100
3	-12.00	15.00	19.21	75.927
4	-11.00	15.00	18.60	26.022
5	-10.00	15.00	18.03	0.939
6	-9.00	15.00	17.49	0.728
7	-8.00	15.00	17.00	0.608
8	-7.00	15.00	16.55	1.692
9	-6.00	15.00	16.16	1.099
10	-5.00	15.00	15.81	0.465
11	-4.00	15.00	15.52	0.451
12	-15.00	16.00	21.93	> 100
13	-14.00	16.00	21.26	> 100
14	-13.00	16.00	20.62	2.371
15	-12.00	16.00	20.00	1.419
16	-11.00	16.00	19.42	13.771
17	-10.00	16.00	18.87	0.764
18	-9.00	16.00	18.36	0.630
19	-8.00	16.00	17.89	2.129
20	-7.00	16.00	17.46	0.500
21	-6.00	16.00	17.09	0.469
22	-5.00	16.00	16.76	0.452
23	-4.00	16.00	16.49	0.443
24	-15.00	17.00	22.67	5.465
25	-14.00	17.00	22.02	2.514
26	-13.00	17.00	21.40	1.499
27	-12.00	17.00	20.81	17.092
28	-11.00	17.00	20.25	8.317

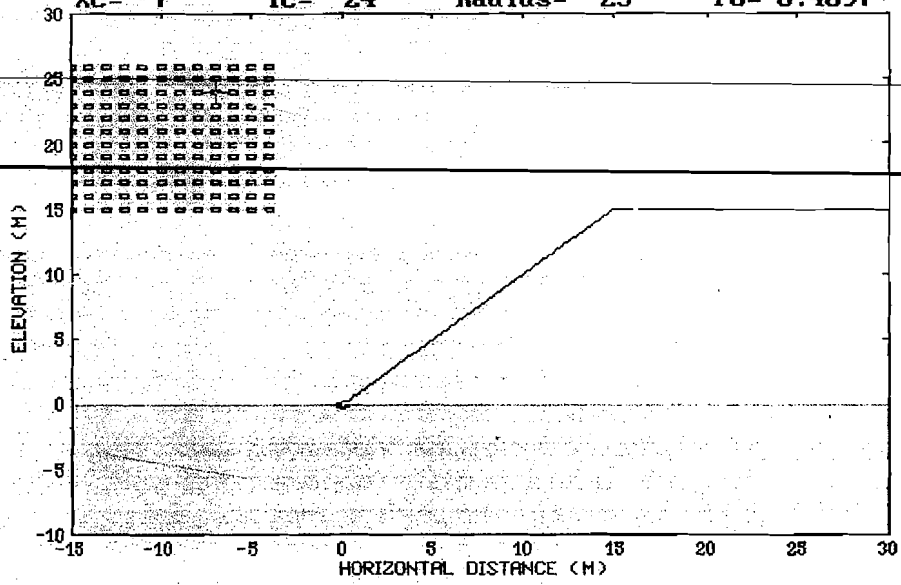
32		17.00	18.38	1.125
33	3	-6.00	17.00	0.453
34		-5.00	17.00	0.441
35		-4.00	17.00	0.437
36		-15.00	18.00	> 100
37		-14.00	18.00	49.017
38		-13.00	18.00	21.650
39		-12.00	18.00	10.234
40		-11.00	18.00	0.677
41		-10.00	18.00	4.088
42		-9.00	18.00	0.522
43		-8.00	18.00	1.359
44		-7.00	18.00	0.457
45		-6.00	18.00	0.441
46		-5.00	18.00	0.433
47		-4.00	18.00	0.431
48		-15.00	19.00	59.058
49		-14.00	19.00	1.138
50		-13.00	19.00	0.864
51		-12.00	19.00	0.701
52		-11.00	19.00	0.600
53		-10.00	19.00	2.507
54		-9.00	19.00	1.642
55		-8.00	19.00	0.455
56		-7.00	19.00	0.854
57		-6.00	19.00	0.431
58		-5.00	19.00	0.569
59		-4.00	19.00	0.507
60		-15.00	20.00	1.189
61		-14.00	20.00	0.898
62		-13.00	20.00	7.785
63		-12.00	20.00	0.618
64		-11.00	20.00	0.547
65		-10.00	20.00	0.500
66		-9.00	20.00	1.364
67		-8.00	20.00	0.446
68		-7.00	20.00	0.769
69		-6.00	20.00	0.630
70		-5.00	20.00	0.423
71		-4.00	20.00	0.490
72		-15.00	21.00	18.010
73		-14.00	21.00	9.752
74		-13.00	21.00	0.636
75		-12.00	21.00	3.525
76		-11.00	21.00	0.509
77		-10.00	21.00	1.623
78		-9.00	21.00	0.450
79		-8.00	21.00	0.434
80		-7.00	21.00	0.704
81		-6.00	21.00	0.590
82		-5.00	21.00	0.417
83		-4.00	21.00	0.422
84		-15.00	22.00	11.603
85		-14.00	22.00	0.654
86		-13.00	22.00	4.185
87		-12.00	22.00	2.739
88		-11.00	22.00	2.271
89		-10.00	22.00	0.455
90		-9.00	22.00	0.437
91		-8.00	22.00	0.425
92		-7.00	22.00	0.418
93		-6.00	22.00	0.559
94		-5.00	22.00	0.417
95		-4.00	22.00	0.425
96		-15.00	23.00	7.998
97		-14.00	23.00	0.588
98		-13.00	23.00	0.530
99		-12.00	23.00	2.193
100		-11.00	23.00	1.607

.04	-7.00	23.00	24.04	0.411	<-- critical circle
.05	-6.00	23.00	23.77	0.413	<-- critical circle
.06	-5.00	23.00	23.54	0.499	
.07	-4.00	23.00	23.35	0.479	
.08	-15.00	24.00	28.30	0.602	
.09	-14.00	24.00	27.78	0.540	
.10	-13.00	24.00	27.29	0.497	
.11	-12.00	24.00	26.83	0.466	
.12	-11.00	24.00	26.40	0.444	
.13	-10.00	24.00	26.00	0.429	
.14	-9.00	24.00	25.63	0.823	
.15	-8.00	24.00	25.30	0.677	
.16	-7.00	24.00	25.00	0.410	<-- critical circle
.17	-6.00	24.00	24.74	0.528	
.18	-5.00	24.00	24.52	0.424	
.19	-4.00	24.00	24.33	0.481	
.120	-15.00	25.00	29.15	4.409	
.121	-14.00	25.00	28.65	0.493	
.122	-13.00	25.00	28.18	0.472	
.123	-12.00	25.00	27.73	0.442	
.124	-11.00	25.00	27.31	0.431	
.125	-10.00	25.00	26.93	0.419	
.126	-9.00	25.00	26.57	0.410	<-- critical circle
.127	-8.00	25.00	26.25	0.641	
.128	-7.00	25.00	25.96	0.411	<-- critical circle
.129	-6.00	25.00	25.71	0.521	
.130	-5.00	25.00	25.50	0.496	
.131	-4.00	25.00	25.32	0.485	
.132	-15.00	26.00	30.02	3.463	
.133	-14.00	26.00	29.53	0.479	
.134	-13.00	26.00	29.07	1.778	
.135	-12.00	26.00	28.64	1.384	
.136	-11.00	26.00	28.23	0.421	
.137	-10.00	26.00	27.86	0.846	
.138	-9.00	26.00	27.51	0.708	
.139	-8.00	26.00	27.20	0.616	
.140	-7.00	26.00	26.93	0.415	<-- critical circle
.141	-6.00	26.00	26.68	0.517	
.142	-5.00	26.00	26.48	0.437	
.143	-4.00	26.00	26.31	0.491	

Centers of rotation with NO SOLUTION or
EXCESSIVELY HIGH FACTORS OF SAFETY are not tabulated

10

$X_c = -7$ $Y_c = 24$ Radius = 25 FS = 0.4097 horiz accl = 0.00g



Press any key to continue

program: MRSSlope (Ver 1.2 March 1993)

Licensed to: NURCAHYO S.PUTRO
CIVIL ENGINEERING
UII YOGYA
ALCATRAZ-IROMEJAN GK111/783

Copyright (c) Mirafi, A Division of Nicolon Corporation 1992

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
Location: SEMARANG
Owner: ANTO
Client: DR.EDY P
Prepared by: RATIH
Date/Time: 12-14-2000 / 12:23:14
Analysis no: 5

SLOPE GEOMETRY and SURCHARGE:

Slope height = 15.0 (m)
Slope Angle = 60.0 (degrees)
No surcharge

SOIL DATA:	COHESION (kN/m ²)	FRICITION ANGLE (degrees)	BULK UNIT WEIGHT (kN/m ³)	THICKNESS (m)
Slope Soil	1.9	15.0	17.8	15.0
Base Layer 1 Soil	2.4	22.0	19.1	2.5
Base Layer 2 Soil	2.3	20.0	18.4	

PHREATIC SURFACE DATA

Phreatic surface elevation at TOE of slope = 0.00 (m)
Phreatic surface elevation at CREST of slope = 0.00 (m)

GROUND ACCELERATION DATA

No ground acceleration. Static analysis

17
 Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
 Location: SEMARANG
 Prepared by: RATIH
 Date/Time: 12-14-2000 / 12:23:14

ANALYSIS DETAILS:

TYPE: ~~Circular Slip Analysis using Bishop's Method of Slices~~

OPTION: Multiple Slip Analyses passing through a FIXED POINT

INPUT:

X coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 Y coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 X coordinate of search grid origin = -15.00 (m)
 Y coordinate of search grid origin = 15.00 (m)
 Width and height of search grid = 11.00 (m)
 Search grid spacing = 1.00 (m)
 Number of centers of rotation = 144

OUTPUT:

X coordinate of critical center of rotation = -14.00 (m)
 Y coordinate of critical center of rotation = 20.00 (m)
 Radius of critical circular arc = 24.41 (m)
 X coordinate of critical slip circle exit = 9.90 (m)
 Y coordinate of critical slip circle exit = 15.00 (m)
 Factor of Safety = 0.290

SUMMARY OF CALCULATIONS:

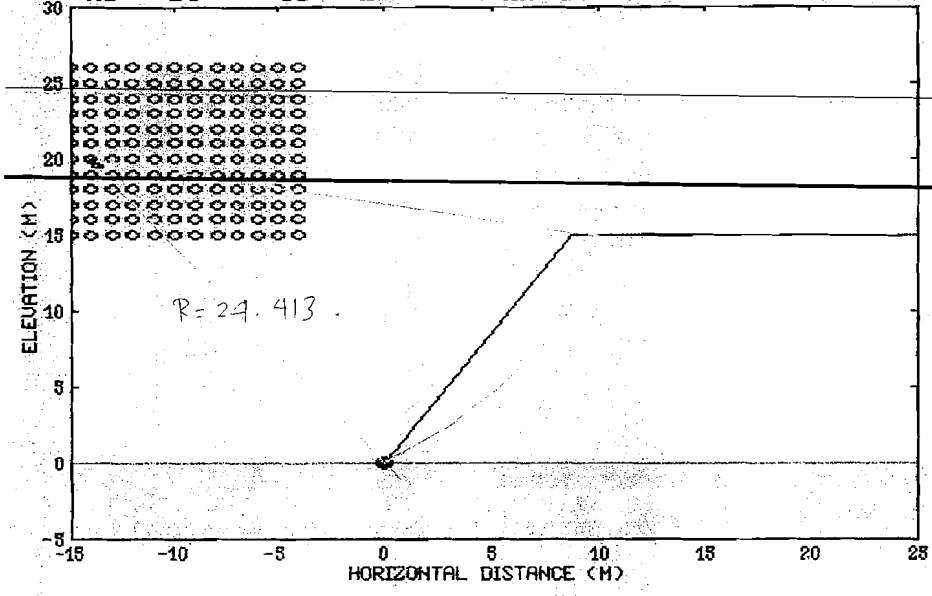
Number	Center of Rotation		Radius	Factor of Safety
	X Coord	YCoord		
1	-15.00	15.00	21.21	0.438
2	-14.00	15.00	20.52	0.380
3	-13.00	15.00	19.85	3.485
4	-12.00	15.00	19.21	2.355
5	-11.00	15.00	18.60	1.695
6	-10.00	15.00	18.03	0.311
7	-9.00	15.00	17.49	0.306
8	-15.00	16.00	21.93	4.991
9	-14.00	16.00	21.26	3.470
10	-13.00	16.00	20.62	0.331
11	-12.00	16.00	20.00	0.317
12	-11.00	16.00	19.42	1.350
13	-10.00	16.00	18.87	0.300
14	-9.00	16.00	18.36	0.298
15	-8.00	16.00	17.89	0.655
16	-7.00	16.00	17.46	0.312
17	-6.00	16.00	17.09	0.323
18	-5.00	16.00	16.76	0.337
19	-4.00	16.00	16.49	0.356
20	-15.00	17.00	22.67	0.334
21	-14.00	17.00	22.02	0.326
22	-13.00	17.00	21.40	0.313
23	-12.00	17.00	20.81	1.437
24	-11.00	17.00	20.25	1.106
25	-10.00	17.00	19.72	0.882
26	-9.00	17.00	19.24	0.303
27	-8.00	17.00	18.79	0.309
28	-7.00	17.00	18.38	0.517

32	-15.00	18.00	23.43	2.686	
33	-14.00	18.00	22.80	2.011	
34	-13.00	18.00	22.20	1.524	
35	-12.00	18.00	21.63	1.191	
36	-11.00	18.00	21.10	0.293	<-- critical circle
37	-10.00	18.00	20.59	0.888	
38	-9.00	18.00	20.12	0.306	
39	-8.00	18.00	19.70	0.566	
40	-7.00	18.00	19.31	0.326	
41	-6.00	18.00	18.97	0.340	
42	-5.00	18.00	18.68	0.358	
43	-4.00	18.00	18.44	0.382	
44	-15.00	19.00	24.21	2.098	
45	-14.00	19.00	23.60	0.296	
46	-13.00	19.00	23.02	0.292	<-- critical circle
47	-12.00	19.00	22.47	0.291	<-- critical circle
48	-11.00	19.00	21.95	0.299	
49	-10.00	19.00	21.47	0.733	
50	-9.00	19.00	21.02	0.622	
51	-8.00	19.00	20.62	0.322	
52	-7.00	19.00	20.25	0.488	
53	-6.00	19.00	19.92	0.350	
54	-5.00	19.00	19.65	0.437	
55	-4.00	19.00	19.42	0.434	
56	-15.00	20.00	25.00	0.293	<-- critical circle
57	-14.00	20.00	24.41	0.290	<-- critical circle
58	-13.00	20.00	23.85	1.096	
59	-12.00	20.00	23.32	0.298	
60	-11.00	20.00	22.83	0.302	
61	-10.00	20.00	22.36	0.309	
62	-9.00	20.00	21.93	0.593	
63	-8.00	20.00	21.54	0.330	
64	-7.00	20.00	21.19	0.482	
65	-6.00	20.00	20.88	0.455	
66	-5.00	20.00	20.62	0.384	
67	-4.00	20.00	20.40	0.443	
68	-15.00	21.00	25.81	1.487	
69	-14.00	21.00	25.24	1.220	
70	-13.00	21.00	24.70	0.297	
71	-12.00	21.00	24.19	0.859	
72	-11.00	21.00	23.71	0.308	
73	-10.00	21.00	23.26	0.650	
74	-9.00	21.00	22.85	0.327	
75	-8.00	21.00	22.47	0.340	
76	-7.00	21.00	22.14	0.480	
77	-6.00	21.00	21.84	0.458	
78	-5.00	21.00	21.59	0.396	
79	-4.00	21.00	21.38	0.418	
80	-15.00	22.00	26.63	1.319	
81	-14.00	22.00	26.08	0.297	
82	-13.00	22.00	25.55	0.935	
83	-12.00	22.00	25.06	0.803	
84	-11.00	22.00	24.60	0.784	
85	-10.00	22.00	24.17	0.325	
86	-9.00	22.00	23.77	0.336	
87	-8.00	22.00	23.41	0.350	
88	-7.00	22.00	23.09	0.370	
89	-6.00	22.00	22.80	0.463	
90	-5.00	22.00	22.56	0.407	
91	-4.00	22.00	22.36	0.430	
92	-15.00	23.00	27.46	1.196	
93	-14.00	23.00	26.93	0.300	
94	-13.00	23.00	26.42	0.306	
95	-12.00	23.00	25.94	0.759	
96	-11.00	23.00	25.50	0.682	
97	-10.00	23.00	25.08	0.333	
98	-9.00	23.00	24.70	0.346	
99	-8.00	23.00	24.35	0.361	
100	-7.00	23.00	24.04	0.380	

104	-15.00	24.00	28.30	0.300
105	-14.00	24.00	27.78	0.305
106	-13.00	24.00	27.29	0.312
107	-12.00	24.00	26.83	0.321
108	-11.00	24.00	26.40	0.331
109	-10.00	24.00	26.00	0.343
110	-9.00	24.00	25.63	0.541
111	-8.00	24.00	25.30	0.507
112	-7.00	24.00	25.00	0.391
113	-6.00	24.00	24.74	0.475
114	-5.00	24.00	24.52	0.431
115	-4.00	24.00	24.33	0.483
116	-15.00	25.00	29.15	1.029
117	-14.00	25.00	28.65	0.312
118	-13.00	25.00	28.18	0.320
119	-12.00	25.00	27.73	0.329
120	-11.00	25.00	27.31	0.340
121	-10.00	25.00	26.93	0.352
122	-9.00	25.00	26.57	0.370
123	-8.00	25.00	26.25	0.508
124	-7.00	25.00	25.96	0.402
125	-6.00	25.00	25.71	0.483
126	-5.00	25.00	25.50	0.484
127	-4.00	25.00	25.32	0.493
128	-15.00	26.00	30.02	0.972
129	-14.00	26.00	29.53	0.319
130	-13.00	26.00	29.07	0.760
131	-12.00	26.00	28.64	0.686
132	-11.00	26.00	28.23	0.349
133	-10.00	26.00	27.86	0.576
134	-9.00	26.00	27.51	0.536
135	-8.00	26.00	27.20	0.510
136	-7.00	26.00	26.93	0.413
137	-6.00	26.00	26.68	0.491
138	-5.00	26.00	26.48	0.454
139	-4.00	26.00	26.31	0.504

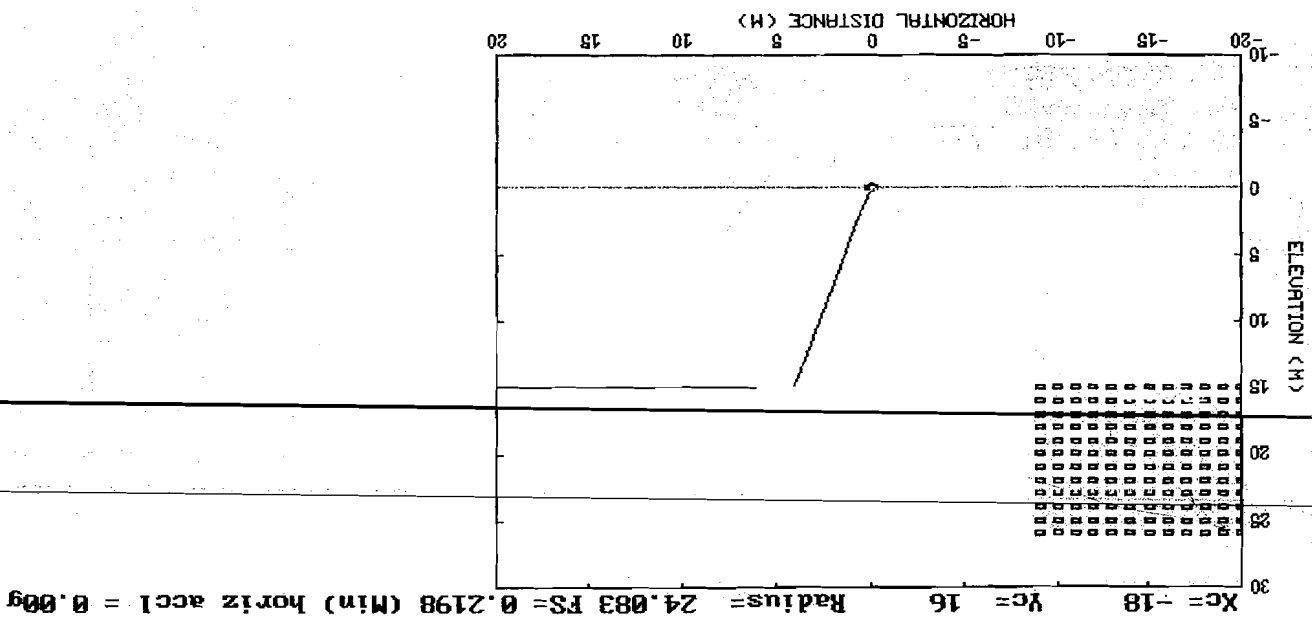
Centers of rotation with NO SOLUTION or
EXCESSIVELY HIGH FACTORS OF SAFETY are not tabulated

Xc= -14 Yc= 20 Radius= 24.413 FS= 0.2900 (Min) horiz accl = 0.00g



A= Adjust grid, C= Calc, M= Modify slope data/reinf/analysis, Q= Quit

a= Adjust grid, C= Calc, M= Modify slope and/or horizontal, Q= Quit



0.5%

program: MRSSlope (Ver 1.2 March 1993)

LAMPIRAN 2

Licensed to: NURCAHYO S.PUTRO

CIVIL ENGINEERING

UII YOGYA

ALCATRAZ-IROMEJAN GKIII/783

Copyright (c) Mirafi, A Division of Nicolon Corporation 1992

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
Location: SEMARANG
Owner: AAN
Client: DR. EDY P
Prepared by: RATIH
Date/Time: 12-08-2000 / 11:27:13
Analysis no: 12

LOPE GEOMETRY and SURCHARGE:

Slope height = 15.0 (m)
Slope Angle = 45.0 (degrees)
Surcharge

SOIL DATA:	COHESION (kN/m ²)	FRICITION ANGLE (degrees)	BULK UNIT WEIGHT (kN/m ³)	THICKNESS (m)
Slope Soil	1.9	15.0	17.8	15.0
Base Layer 1 Soil	2.4	22.0	19.1	2.5
Base Layer 2 Soil	2.3	20.0	18.4	

PHREATIC SURFACE DATA

Phreatic surface elevation at TOE of slope = 0.00 (m)
Phreatic surface elevation at CREST of slope = 0.00 (m)

GROUND ACCELERATION DATA

No ground acceleration. Static analysis

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
 Location: SEMARANG
 Prepared by: RATIH
 Date/Time: 12-08-2000 / 11:27:13

REINFORCEMENT DETAILS:

Effective Reinforcement Length (Layer No. 1) = 17.0 (m)
 Number of Reinforcement Layers = 15

Reinforcement force assumed to act horizontally.

ELEV (m)	LENGTH (m)	NAME	LONG TERM ALLOWABLE LOAD (kN/m)	COEFFICIENT OF SHEAR STRESS INTERACTION	COEFFICIENT OF DIRECT SLIDING
0.0000	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
1	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
2	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
3	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
4	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
5	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
6	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
7	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
8	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
9	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
10	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
11	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
12	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
13	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90
14	17	WOVEN	266.7	0.18	0.90

Project: ANALISIS STABILITAS LERENG TOL SEKSI C SEMARANG
 Location: SEMARANG
 Prepared by: RATIH
 Date/Time: 12-08-2000 / 11:27:13

ANALYSIS DETAILS:

TYPE: ~~Circular Slip Analysis using Modified Bishop's Method of Slices~~

OPTION: Multiple Slip Analyses passing through a FIXED POINT

INPUT:

X coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 Y coordinate of fixed point = 0.00 (m)
 X coordinate of search grid origin = -15.00 (m)
 Y coordinate of search grid origin = 15.00 (m)
 Width and height of search grid = 11.00 (m)
 Search grid spacing = 1.00 (m)
 Number of centers of rotation = 144

OUTPUT:

X coordinate of critical center of rotation = -5.00 (m)
 Y coordinate of critical center of rotation = 26.00 (m)
 Radius of critical circular arc = 26.48 (m)
 X coordinate of critical slip circle exit = 19.08 (m)
 Y coordinate of critical slip circle exit = 15.00 (m)
 Factor of Safety = 2.716

SUMMARY OF CALCULATIONS:

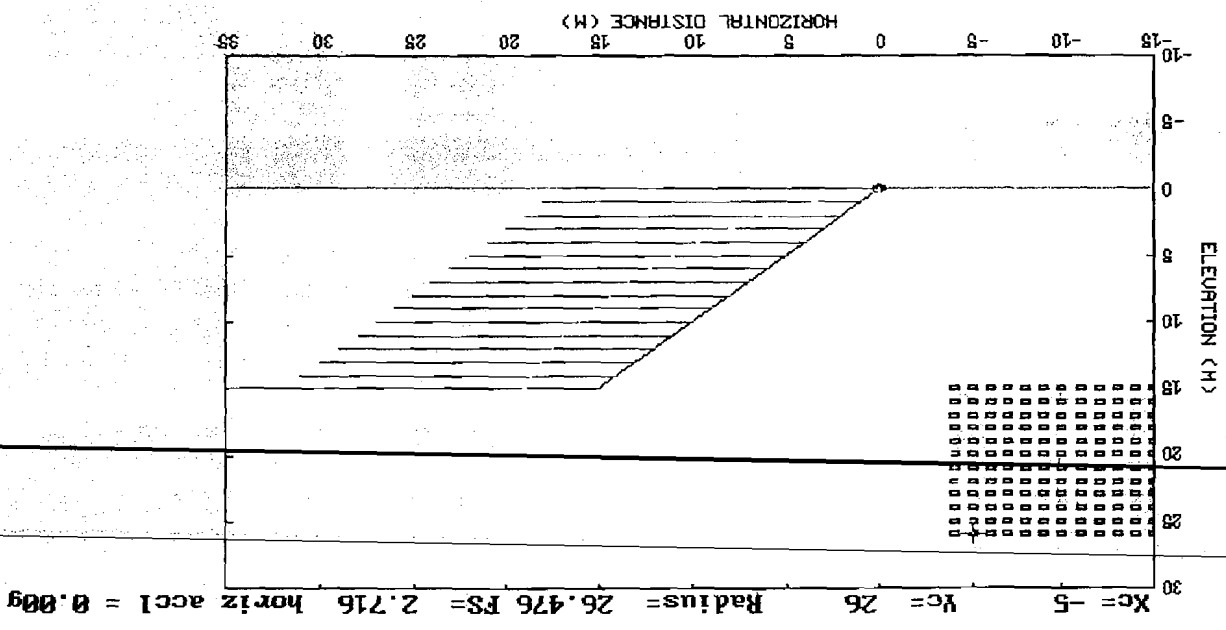
Number	Center of Rotation		Radius	Factor of Safety
	X Coord	YCoord		
1	-14.00	15.00	20.52	19.073
2	-13.00	15.00	19.85	> 100
3	-12.00	15.00	19.21	> 100
4	-11.00	15.00	18.60	> 100
5	-10.00	15.00	18.03	33.743
6	-9.00	15.00	17.49	23.297
7	-8.00	15.00	17.00	22.025
8	-7.00	15.00	16.55	17.003
9	-6.00	15.00	16.16	12.432
10	-5.00	15.00	15.81	7.575
11	-4.00	15.00	15.52	6.204
12	-15.00	16.00	21.93	> 100
13	-14.00	16.00	21.26	> 100
14	-13.00	16.00	20.62	> 100
15	-12.00	16.00	20.00	91.318
16	-11.00	16.00	19.42	68.906
17	-10.00	16.00	18.87	25.153
18	-9.00	16.00	18.36	18.170
19	-8.00	16.00	17.89	18.740
20	-7.00	16.00	17.46	10.434
21	-6.00	16.00	17.09	8.206
22	-5.00	16.00	16.76	6.587
23	-4.00	16.00	16.49	5.386
24	-15.00	17.00	22.67	> 100
25	-14.00	17.00	22.02	98.295
26	-13.00	17.00	21.40	50.583
27	-12.00	17.00	20.81	40.000
28	-11.00	17.00	20.26	30.000
29	-10.00	17.00	19.74	20.000
30	-9.00	17.00	19.26	10.000
31	-8.00	17.00	18.79	11.810

32	-7.00	17.00	18.38	11.265
33	-6.00	17.00	18.03	7.091
34	-5.00	17.00	17.72	5.880
35	-4.00	17.00	17.46	5.128
36	-15.00	18.00	23.43	> 100
37	-14.00	18.00	22.80	> 100
38	-13.00	18.00	22.20	81.336
39	-12.00	18.00	21.63	49.172
40	-11.00	18.00	21.10	20.905
41	-10.00	18.00	20.59	24.545
42	-9.00	18.00	20.12	12.046
43	-8.00	18.00	19.70	12.257
44	-7.00	18.00	19.31	7.800
45	-6.00	18.00	18.97	6.198
46	-5.00	18.00	18.68	5.187
47	-4.00	18.00	18.44	4.326
48	-15.00	19.00	24.21	> 100
49	-14.00	19.00	23.60	44.216
50	-13.00	19.00	23.02	30.715
51	-12.00	19.00	22.47	22.273
52	-11.00	19.00	21.95	17.943
53	-10.00	19.00	21.47	17.769
54	-9.00	19.00	21.02	13.301
55	-8.00	19.00	20.62	8.338
56	-7.00	19.00	20.25	8.086
57	-6.00	19.00	19.92	5.796
58	-5.00	19.00	19.65	5.348
59	-4.00	19.00	19.42	4.449
60	-15.00	20.00	25.00	69.195
61	-14.00	20.00	24.41	32.571
62	-13.00	20.00	23.85	38.084
63	-12.00	20.00	23.32	17.738
64	-11.00	20.00	22.83	14.448
65	-10.00	20.00	22.36	11.208
66	-9.00	20.00	21.93	11.062
67	-8.00	20.00	21.54	7.162
68	-7.00	20.00	21.19	6.990
69	-6.00	20.00	20.88	5.721
70	-4.00	20.00	20.40	3.989
71	-15.00	21.00	25.81	66.851
72	-14.00	21.00	25.24	41.829
73	-13.00	21.00	24.70	18.780
74	-12.00	21.00	24.19	20.756
75	-11.00	21.00	23.71	11.894
76	-10.00	21.00	23.26	12.481
77	-9.00	21.00	22.85	7.435
78	-8.00	21.00	22.47	6.138
79	-7.00	21.00	22.14	6.104
80	-6.00	21.00	21.84	5.049
81	-5.00	21.00	21.59	3.696
82	-4.00	21.00	21.38	3.242
83	-15.00	22.00	26.63	45.458
84	-14.00	22.00	26.08	19.822
85	-13.00	22.00	25.55	22.401
86	-12.00	22.00	25.06	16.682
87	-11.00	22.00	24.60	14.137
88	-10.00	22.00	24.17	8.028
89	-9.00	22.00	23.77	6.475
90	-8.00	22.00	23.41	5.408
91	-7.00	22.00	23.09	4.569
92	-6.00	22.00	22.80	4.507
93	-5.00	22.00	22.56	3.408
94	-4.00	22.00	22.36	3.040
95	-3.00	23.00	22.19	2.890
96	-2.00	23.00	22.04	2.890
97	-1.00	23.00	21.94	13.690
98	-1.00	23.00	21.94	13.690
99	-11.00	23.00	25.50	10.748

0	-10.00	23.00	25.08	7.261
1	-9.00	23.00	24.70	5.684
2	-7.00	23.00	24.04	4.089
3	-6.00	23.00	23.77	3.575
4	-5.00	23.00	23.54	3.626
5	-4.00	23.00	23.35	3.236
6	-15.00	24.00	28.30	16.909
7	-14.00	24.00	27.78	13.323
8	-13.00	24.00	27.29	10.679
9	-12.00	24.00	26.83	8.686
0	-11.00	24.00	26.40	7.155
1	-10.00	24.00	26.00	6.760
2	-9.00	24.00	25.63	6.036
3	-8.00	24.00	25.30	5.051
4	-7.00	24.00	25.00	4.186
5	-6.00	24.00	24.74	3.820
6	-5.00	24.00	24.52	2.995
7	-4.00	24.00	24.33	3.053
8	-15.00	25.00	29.15	20.641
9	-14.00	25.00	28.65	11.196
0	-13.00	25.00	28.18	9.105
1	-12.00	25.00	27.73	7.497
2	-11.00	25.00	27.31	6.242
3	-10.00	25.00	26.93	5.250
4	-9.00	25.00	26.57	4.467
5	-8.00	25.00	26.25	4.600
6	-7.00	25.00	25.96	3.497
7	-6.00	25.00	25.71	3.607
8	-5.00	25.00	25.50	3.248
9	-4.00	25.00	25.32	2.940
0	-15.00	26.00	30.02	16.763
1	-14.00	26.00	29.53	9.772
2	-13.00	26.00	29.07	10.308
3	-12.00	26.00	28.64	8.309
4	-11.00	26.00	28.23	5.479
5	-10.00	26.00	27.86	5.641
6	-9.00	26.00	27.51	4.847
7	-8.00	26.00	27.20	4.256
8	-7.00	26.00	26.93	3.284
9	-6.00	26.00	26.68	3.403
0	-5.00	26.00	26.48	2.716 <-- critical circle
1	-4.00	26.00	26.31	2.783

Centers of rotation with NO SOLUTION or
EXCESSIVELY HIGH FACTORS OF SAFETY are not tabulated

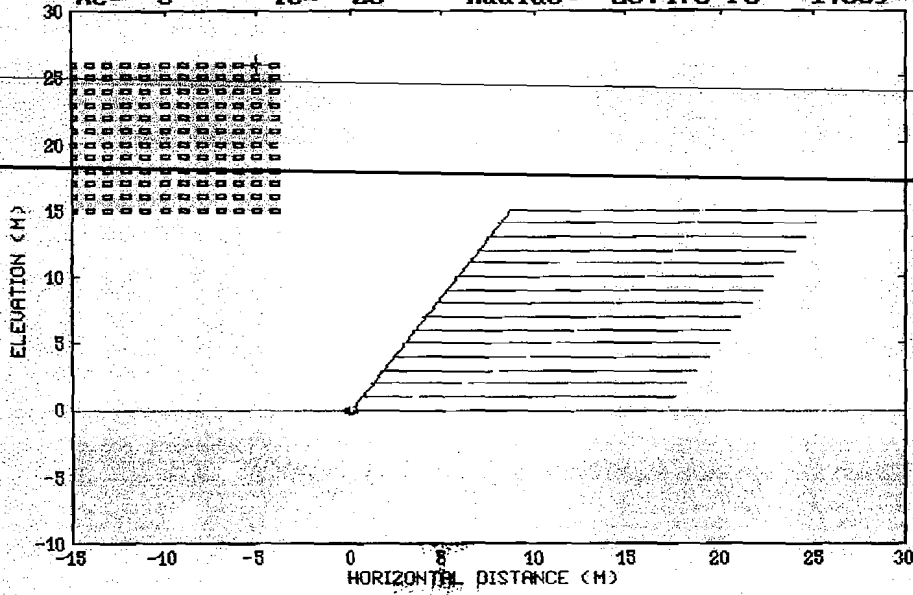
Press any key to continue



L = 17 Δ5°

L=17 60°

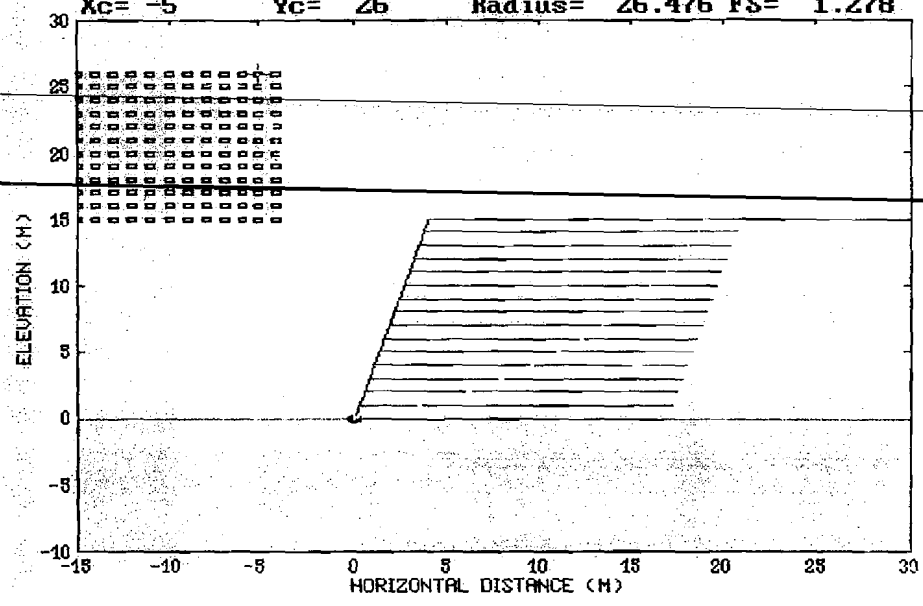
Xc= -5 Yc= 26 Radius= 26.476 FS= 1.569 horiz accl = 0.00g



Press any key to continue

L=17 75°

Xc= -5 Yc= 26 Radius= 26.476 FS= 1.278 horiz accl = 0.00g



Press any key to continue

LAMPIRAN 3

**LAFORAN HASIL PENYELIDIKAN TANAH
PADA PROYEK JALAN TOLL SEKSI " C " JANGLI - KALIGAWA
SEMARANG**

I. PENDAHULUAN

Sesuai dengan surat perintah kerja nomor : 514-0/282, tertanggal 1 Agustus 1995 dari PT. ADHI KARYA (Persero) Cabang Nomor V di Semarang, kepada Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNDIP, maka telah dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi dan petunjuk yang telah diberikan.

Adapun penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi penyelidikan lapangan dan Laboratorium.

Penyelidikan lapangan meliputi pekerjaan sondir berat (mesin) dengan kapasitas 10,0 ton, dan pengeboran dengan mesin (Drilling Bore), juga dilaksanakan SPT dengan interval -2,00 meter serta pengambilan contoh tanah terganggu (Disturbed) dan contoh tanah tak terganggu (Undisturbed). Dimana contoh tanah tersebut dibawa ke Laboratorium untuk diselidiki mengenai sifat-sifat physis (Physical Properties) dan sifat sifat mekanis (Mechanical Properties).

II. PENYELIDIKAN LAPANGAN DAN LABORATORIUM

Penyelidikan yang dilaksanakan meliputi penyelidikan lapangan dan Laboratorium.

2.1. Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan lapangan yang dilaksanakan meliputi pekerjaan sondir mesin dan pengeboran mesin.

2.1.1. Pekerjaan Sondir Mesin

Pada pekerjaan sondir mesin alat yang dipergunakan adalah type Dutch Cone Penetrometer buatan Gauda dengan kapasitas 10,0 ton, dan tahanan konus (cones resistance) $q_c = 700,0 \text{ kg/cm}^2$.

Banyaknya titik sondir mesin ada 16 (enam belas) titik yaitu titik SM.1 sampai dengan SM.16 yang penempatannya seperti yang ditunjukkan yaitu STA 0 + 350 sampai STA 9 + 556.

Titik Sondir Mesin 1 (SM.1)

Untuk titik sondir Mesin SM.1 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -7 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 700,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 794,67 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -3,40 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur, dari yang tidak padat sampai medium padat dan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 16,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 48,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -3,40 meter sampai -7,00 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai padat dan keras dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 56,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 700,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 2 (SM.2)

Untuk titik sondir SM.2 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -12,80 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 390,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 2048,0 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -6,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dan lapisan padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 18,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 46,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -6,60 meter sampai -12,80 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai padat dan keras dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 50,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 360,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 3 (SM.3)

Untuk titik sondir SM.3 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -18,20 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 520,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 2165,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,40 meter sampai -12,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 12,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 56,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -12,60 meter sampai -18,20 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai padat dan keras dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 58,5 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 520,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 4 (SM.4)

Untuk titik sondir SM.4 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -9,00 m dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 7 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 861,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,40 meter sampai -7,80 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dan lapisan padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 18,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 48,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -8,00 meter sampai -9,00 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai padat dan keras dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 56,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 700,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 5 (SM.5)

Untuk titik sondir SM.5 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -15,80 m dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 19 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 986,67 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -14,80 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 46,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -15,00 meter sampai -15,80 meter lapisan tanah dalam keadaan padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 56,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 190,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 6 (SM.6)

Untuk titik sondir SM.6 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -28,20 m dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 216 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1616,00 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -27,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 50,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -27,80 meter sampai -28,20 meter lapisan tanah dalam keadaan padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 140,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 216,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 7 (SM.7)

Untuk titik sondir SM.7 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -29,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 52,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1877,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -29,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -5,00 meter sampai -6,80 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai agak padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 48,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 86,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 8 (SM.8)

Untuk titik sondir SM.8 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -28,00 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1896,00 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -28,00 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -7,60 meter sampai -8,40 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai agak padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 46,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 70,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 9 (SM.9)

Untuk titik sondir SM.9 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -26,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 30,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1874,67 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -26,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -5,80 meter sampai -6,60 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai agak padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 50,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 60,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 10 (SM.10)

Untuk titik sondir SM.10 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -29,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 160,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1576,00 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -28,40 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -28,60 meter sampai 29,60 meter lapisan tanah dalam keadaan agak padat sampai padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 60,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 160,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 11 (SM.11)

Untuk titik sondir SM.11 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -34,20 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1576,00 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai -28,40 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -28,60 meter sampai 29,60 meter lapisan tanah dalam keadaan agak padat sampai padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 60,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 160,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 12 (SM.12)

Untuk titik sondir SM.12 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -35,40 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1773,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,80 meter sampai -35,40 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan tidak teratur dari yang tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 34,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -29,20 meter sampai 30,60 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat sampai padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 44,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 140,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 13 (SM.13)

Untuk titik sondir SM.13 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -34,80 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1682,67 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,40 meter sampai -0,80 meter lapisan tanah dalam keadaan medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 72,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -1,00 meter sampai 34,80 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan dari tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 14 (SM. 14)

Untuk titik sondir SM.14 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -33,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1744,00 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,40 meter sampai 33,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan dari tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 44,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 15 (SM.15)

Untuk titik sondir SM.15 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -34,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1645,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -0,60 meter sampai 34,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan dari tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 36,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir Mesin 16 (SM.16)

Untuk titik sondir SM.16 kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai -35,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cones Resistance) $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$ dan jumlah tahanan geser (total friction) $f = 1821,33 \text{ kg/cm}^1$.

Kedalaman -1,00 meter sampai 35,60 meter lapisan tanah mempunyai kepadatan dari tidak padat sampai medium padat dengan tahanan konus (Cones Resistance) antara $q_c = 2,00 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 28,0 \text{ kg/cm}^2$.

2.1.2. Pekerjaan Bor Mesin

Pada pekerjaan bor mesin alat yang dipergunakan adalah type Drilling Bore Machine. Banyaknya titik bor ada 12 (dua belas) titik meliputi BM.I sampai BM.XII yang penempatannya satu sama lainnya berjauhan yaitu terletak pada STA 0 + 350 sampai dengan STA 9 + 500.

Kedalaman satu sama lainnya bervariasi ada yang hanya sampai -15,00 meter dan ada yang sampai -35,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Pengambilan contoh tanah dengan interval -2,00 meter dan standard penetration test (SPT) dengan interval -2,50 meter, contoh tanah tersebut dibawa ke Laboratorium, untuk diselidiki mengenai sifat-sifat physis tanah (Physical Properties) dan sifat-sifat mekanis (Mechanical Properties).

Titik Bor BM.1 (STA. 0 + 350)

Pada titik bor ini pengeboran mencapai -15,00 meter dari muka tanah setempat. Jenis dan susunan lapisan tanah sampai dengan kedalaman -15,00 meter adalah sebagai berikut :

Kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -5,00 meter lapisan tanah berupa lempung berwarna coklat kehitaman kondasi lapisan kenyal, nilai SPT bervariasi dari $N = 13,0$ sampai $N = 36,0$.

Kedalaman -5,00 meter sampai -12,50 meter lapisan tanah berupa batu pasir berwarna coklat kehitaman dalam keadaan padat nilai N rata-rata cukup besar $36 < N \leq 53$.

Selanjutnya dibawah -12,50 meter sampai -15,00 meter dari muka tanah setempat berupa batu lempung berwarna coklat dalam keadaan sangat keras, nilai SPT $N > 60$.

Titik Bor BM.2 (STA. 0 + 839)

Pada titik bor ini pengeboran mencapai -35,00 meter dari muka tanah setempat. Jenis dan susunan lapisan tanah yang diperoleh pada titik bor ini adalah sebagai berikut :

Kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -6,00 meter lapisan tanah berupa lempung berwarna coklat kemerahan kondasi lapisan sangat kenyal, dimana nilai SPT terbesar antara $N = 10,0$ sampai $N = 34,0$.

Kedalaman -6,00 meter sampai -10,00 meter lapisan tanah berupa lempung berwarna coklat kekuningan sangat kenyal dengan nilai SPT berkisar antara $N = 10,0$ sampai $N = 34,0$.

Kedalaman -10,00 meter sampai -15,00 meter lapisan tanah berupa lempung berwarna abu-abu kenyal dengan nilai SPT berkisar antara $N = 10,0$ sampai $N = 53,0$.

Perhitungan daya dukung tanah

Dari data penyelidikan tanah yang dilaksanakan di Laboratorium, maka dapat dihitung besar daya dukung (Bearing Capacity) yang didasarkan dengan rumus Terzaghi sebagai berikut :
 Harga-harga tersebut sudah termasuk angka keamanan (factor of safety) = 2.5

KODE SAMPel	KEDALAMAN (METER)	DAYA DUKUNG q safe (kg/cm ²)		
		Square	Round	Continuous
STA.0+350	2.00 - 2.50	1.0141	1.0051	0.9029
	4.50 - 5.00	2.3606	2.3414	2.1822
	7.00 - 7.50	4.0951	4.0553	4.0460
	9.50 - 10.00	6.2258	6.1734	6.2175
	12.00 - 12.50	6.2976	6.2583	6.2657
	14.50 - 15.00	24.6798	24.4957	24.5746
STA.0+839	2.00 - 2.50	1.6223	1.6023	1.4578
	4.50 - 5.00	2.5739	2.5516	2.3868
	7.00 - 7.50	3.6441	3.6220	3.3870
	9.50 - 10.00	3.0620	3.0504	2.8510
	12.00 - 12.50	4.6063	4.5880	4.3610
	14.50 - 15.00	5.8710	5.8501	5.5849
STA.2+850	2.00 - 2.50	2.2462	2.2291	1.9148
	4.50 - 5.00	4.0116	3.9809	3.6021
	7.00 - 7.50	6.8629	6.8078	6.4319
	9.50 - 10.00	33.9006	33.4906	33.4251
	12.00 - 12.50	23.6173	23.4238	23.1236
	14.50 - 15.00	31.2126	30.9971	30.8401
STA.3+175	2.00 - 2.50	3.1599	3.1198	2.8071
	4.50 - 5.00	5.3411	5.2860	4.9691
	7.00 - 7.50	10.5892	10.4809	10.2014
	9.50 - 10.00	12.7600	12.6571	12.3408
	12.00 - 12.50	27.0918	26.8643	26.6683
	14.50 - 15.00	17.2693	17.1728	16.7443
STA.3+675	2.00 - 2.50	1.0058	0.9998	0.8671
	4.50 - 5.00	1.0701	1.0646	0.9852
	7.00 - 7.50	3.3837	3.3580	3.2839
	9.50 - 10.00	3.6734	3.6531	3.5620
	12.00 - 12.50	8.2808	8.2365	7.9690
	14.50 - 15.00	5.5592	5.5403	5.2883

Perhitungan daya dukung tanah

Dari data penyelidikan tanah yang dilaksanakan di Laboratorium, maka dapat dihitung besar daya dukung (Bearing Capacity) yang didasarkan dengan rumus Terzaghi sebagai berikut :
 Harga-harga tersebut sudah termasuk angka keamanan (factor of safety) = 3.0

KODE SAMPel	KEDALAMAN (METER)	DAYA DUKUNG q_{safe} (kg/cm ²)		
		Square	Round	Continuous
STA.3+945	2.00 - 2.50	0.4897	0.4903	0.4074
	4.50 - 5.00	0.7740	0.7744	0.6607
	7.00 - 7.50	0.7219	0.7225	0.6796
	9.50 - 10.00	1.3564	1.3594	1.3205
STA.4+263	2.00 - 2.50	0.4253	0.4251	0.3506
	4.50 - 5.00	0.4852	0.4845	0.4255
	7.00 - 7.50	0.6930	0.6921	0.6271
	9.50 - 10.00	1.1331	1.1325	1.0749
STA.5+050	2.00 - 2.50	0.4711	0.4712	0.3893
	4.50 - 5.00	0.7574	0.7586	0.6726
	7.00 - 7.50	0.8514	0.8513	0.7679
	9.50 - 10.00	0.9248	0.9239	0.8337
STA.7+175	2.00 - 2.50	0.7816	0.7820	0.6305
	4.50 - 5.00	0.6211	0.6217	0.5345
	7.00 - 7.50	0.7033	0.7037	0.6312
	9.50 - 10.00	0.8543	0.8545	0.7588
STA.9+010	2.00 - 2.50	0.4382	0.4362	0.3585
	4.50 - 5.00	0.4013	0.4005	0.3402
	7.00 - 7.50	0.9911	0.9906	0.8895
	9.50 - 10.00	0.5607	0.5603	0.5055
STA.9+200	2.00 - 2.50	0.2005	0.1989	0.1749
	4.50 - 5.00	0.5150	0.5146	0.4736
	7.00 - 7.50	0.4838	0.4837	0.4498
	9.50 - 10.00	0.8107	0.8095	0.7617
STA.9+500	2.00 - 2.50	0.6108	0.6114	0.5101
	4.50 - 5.00	0.7400	0.7409	0.6556
	7.00 - 7.50	0.8435	0.8433	0.7602
	9.50 - 10.00	0.4342	0.4335	0.4038

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penyelidikan tanah yang dilaksanakan dilapangan maupun di Laboratorium, maka dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut :

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penyelidikan tanah yang dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa :

4.1.1. Untuk lokasi titik STA 0 + 350

- Menurut hasil sondir mesin SM.1 (sebelah kiri) lapisan tanah keras mulai kedalaman -7,00 meter dengan tahanan konus (cones resistance) $q_c = 700 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan pada sondir Mesin SM.2 (sebelah kanan) lapisan tanah padat, mulai pada kedalaman -10,80 meter dari permukaan setempat dengan tahanan konus (cones resistance) $q_c = 390 \text{ kg/cm}^2$
- Menurut hasil pengeboran mesin BM.I lapisan tanah padat mulai kedalaman -7,00 meter dan lapisan tanah keras mulai kedalaman -13,00 meter dari permukaan tanah setempat.

4.1.2. Untuk lokasi titik STA 0 + 839

- Menurut hasil Sondir Mesin SM.3, lapisan tanah padat terdapat/mulai pada kedalaman -18,20 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (cones resistance) $q_c = 520 \text{ kg/cm}^2$
- Menurut hasil bor mesin lapisan tanah padat mulai kedalaman -16,00 meter sampai -30,00 meter, tetapi pada kedalaman -27,50 meter terdapat lapisan tanah padat dengan nilai SPT $N = 31,0$.
- Menurut Hasil Bor Mesin BM.2, lapisan tanah dari kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -15,00 meter lapisan tanah dalam keadaan tidak padat dengan nilai SPT rata-rata $N = 18,0$.
Baru pada kedalaman -15,00 meter lapisan tanah dalam keadaan padat sampai -27,00 meter, sedangkan pada kedalaman -27,50 meter terdapat lapisan tanah dalam keadaan tidak padat dengan nilai SPT $N = 31,0$.
Kedalaman dibawah -27,50 meter sampai -35,00 meter lapisan tanah dalam keadaan padat sampai keras.

4.1.3. Untuk lokasi titik STA 2 + 850

- Menurut hasil sondir SM.4 lapisan tanah pada kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -8,20 meter lapisan tanah dalam keadaan tidak padat dan lapisan tanah dalam keadaan padat.



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SOIL TEST

Project : JALAN TOL SEKSI C
Location : JANGGLI - KALIGAWÉ
SEMARANG

NO	Boring No	Sample Code	Depth (m)	Water Content (w) %	Spesific Grafy. Of Solid (Gs)	DENSITY			porosity (n) %	Void Ratio (e)
						Bulk Density γ_b gr/cm ³	Dry Density γ_d gr/cm ³	Wet Density γ_w gr/cm ³		
1	STA.0+350	STA.0+350 -1	-2.00 - 2.50	27.63	2.4178	1.8500	1.4495	-	40.05	0.6680
2		STA.0+350 -2	-4.50 - 5.00	31.43	2.4316	1.8114	1.3782	-	43.32	0.7643
3		STA.0+350 -3	-7.00 - 7.50	30.72	2.5014	1.8490	1.4145	-	43.45	0.7683
4		STA.0+350 -4	-9.50 - 10.00	31.55	2.5014	1.8391	1.3980	-	44.11	0.7893
5		STA.0+350 -5	-12.00 - 12.50	33.76	2.5231	1.8225	1.3625	-	46.00	0.8518
6		STA.0+350 -6	-14.50 - 15.00	20.99	2.6401	2.0552	1.6987	-	35.66	0.5542
7	STA.0+839	STA.0+839 -1	-2.00 - 2.50	31.73	2.6228	1.8857	1.4314	-	45.42	0.8323
8		STA.0+839 -2	-4.50 - 5.00	34.75	2.5391	1.8177	1.3489	-	46.87	0.8823
9		STA.0+839 -3	-7.00 - 7.50	37.32	2.5720	1.8021	1.3123	-	48.98	0.9599
10		STA.0+839 -4	-9.50 - 10.00	44.13	2.5392	1.7258	1.1974	-	52.84	1.1206
11		STA.0+839 -5	-12.00 - 12.50	45.24	2.5555	1.7215	1.1853	-	53.62	1.1560
12		STA.0+839 -6	-14.50 - 15.00	41.33	2.4245	1.7115	1.2110	-	50.05	1.0020
13		STA.0+839 -7	-17.00 - 17.50	29.31	2.6056	1.9103	1.4773	-	43.30	0.7638
14		STA.0+839 -8	-19.50 - 20.00	34.26	2.5761	1.8372	1.3685	-	46.88	0.8825
15		STA.0+839 -9	-22.00 - 22.50	45.39	2.5720	1.7253	1.1866	-	53.86	1.1674



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SOIL TEST

Project : JALAN TOL SEKSI C
Location : JANGGLI - KALIGAWÉ
SEMARANG

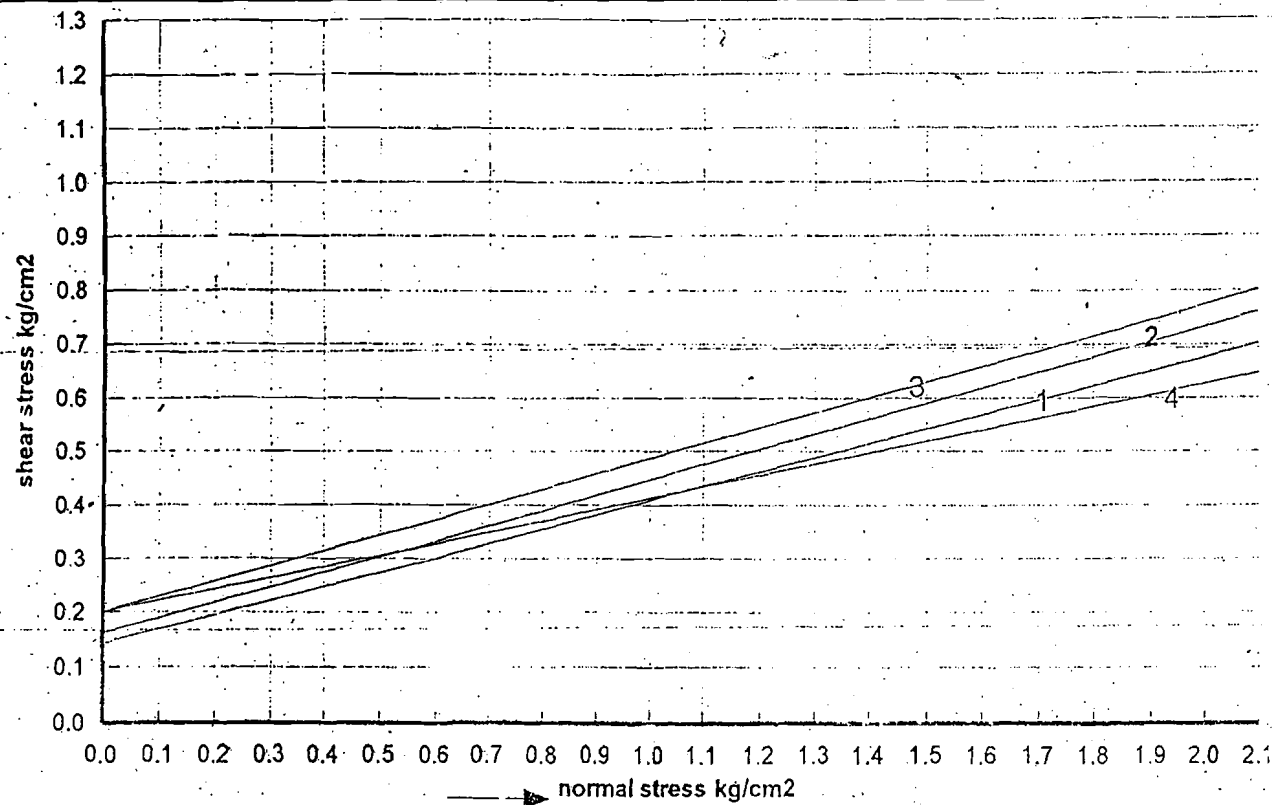
NO	Boring No	Sample Code	Depth (m)	Water Content (w) %	Specific Gravity Of Solid (Gs)	DENSITY			porosity (n) %	Void Ratio (e)
						Bulk Density γ_b gr/cm ³	Dry Density γ_d gr/cm ³	Wet Density γ_w gr/cm ³		
16	STA.0+839	STA.0+839 -10	-24.50 - 25.00	38.02	2.6401	1.8185	1.3176	-	50.09	1.0038
17		STA.0+839 -11	-27.00 - 27.50	42.70	2.4649	1.7137	1.2009	-	51.28	1.0525
18		STA.0+839 -12	-29.50-30.00	54.61	2.4649	1.6244	1.0506	-	57.38	1.3462
19	STA.2+850	STA.2+850 -1	-2.00 - 2.50	34.71	2.6543	1.8611	1.3816	-	47.95	0.9212
20		STA.2+850 -2	-4.50 - 5.00	33.10	2.6623	1.8836	1.4151	-	46.85	0.8813
21		STA.2+850 -3	-7.00 - 7.50	29.06	2.6530	1.9334	1.4981	-	43.53	0.7709
22		STA.2+850 -4	-9.50-10.00	18.90	2.7157	2.1339	1.7948	-	33.91	0.5131
23		STA.2+850 -5	-12.00-12.50	16.59	2.6736	2.1593	1.8519	-	30.73	0.4437
24		STA.2+850 -6	-14.50-15.00	11.64	2.6272	2.2461	2.0119	-	23.42	0.3059
25	STA.3+175	STA.3+175 -1	-2.00 - 2.50	5.79	2.6930	2.4647	2.3298	-	13.49	0.1559
26		STA.3+175 -2	-4.50 - 5.00	3.00	2.6799	2.5547	2.4802	-	7.45	0.0805
27		STA.3+175 -3	-7.00 - 7.50	4.24	2.6716	2.5014	2.3996	-	10.18	0.1133
28		STA.3+175 -4	-9.50-10.00	7.30	2.6271	2.3653	2.2044	-	16.09	0.1918
29		STA.3+175 -5	-12.00-12.50	2.98	2.6612	2.5392	2.4658	-	7.34	0.0792
30		STA.3+175 -6	-14.50-15.00	12.60	2.6210	2.2185	1.9703	-	24.83	0.3303



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO

DIRECT SHEAR TEST

BORING NO. : STA.0+839
PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA SEMARANG



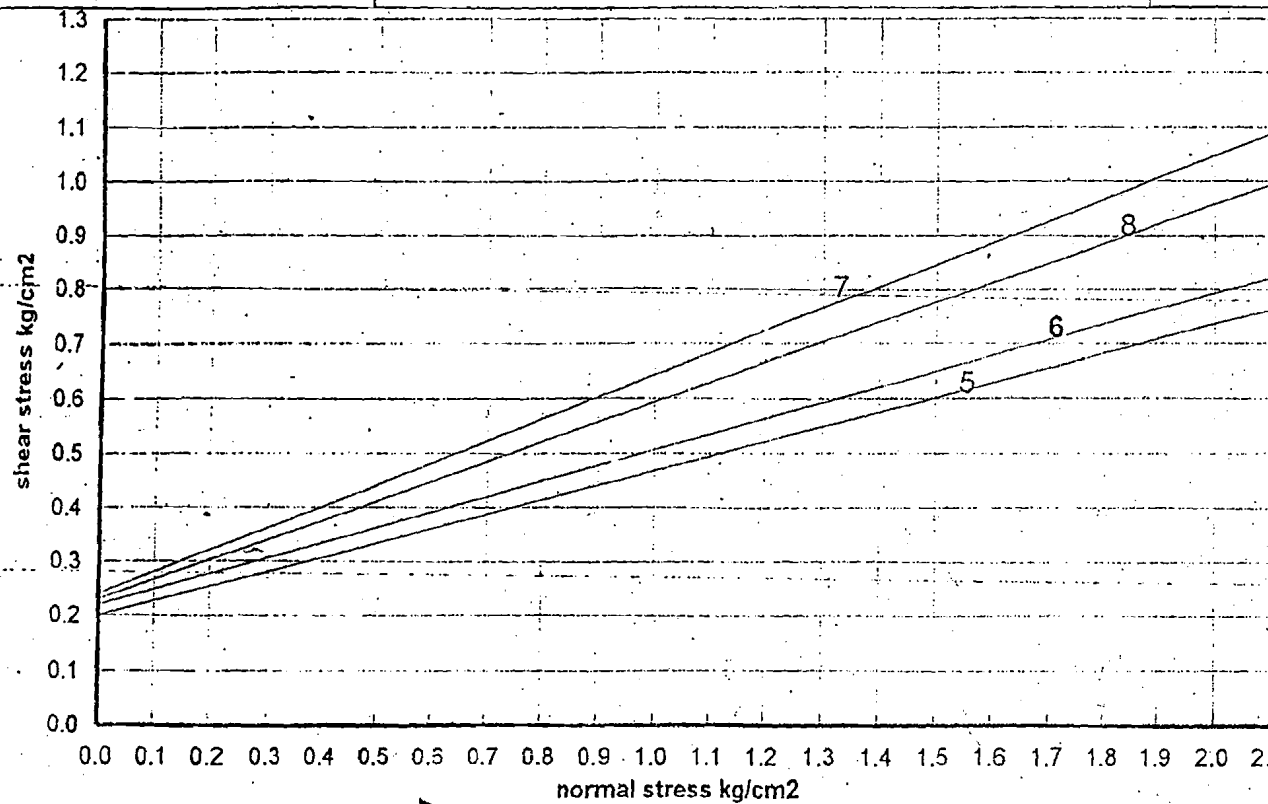
	Depth (m)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)
1	2.00 (2.50)	0.14	15
2	4.50 (5.00)	0.16	16
3	7.00 (7.50)	0.2	16
4	9.50 (10.00)	0.2	12



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO

DIRECT SHEAR TEST

BORING NO. : STA.0+839
PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI KALIGAWA SEMARANG



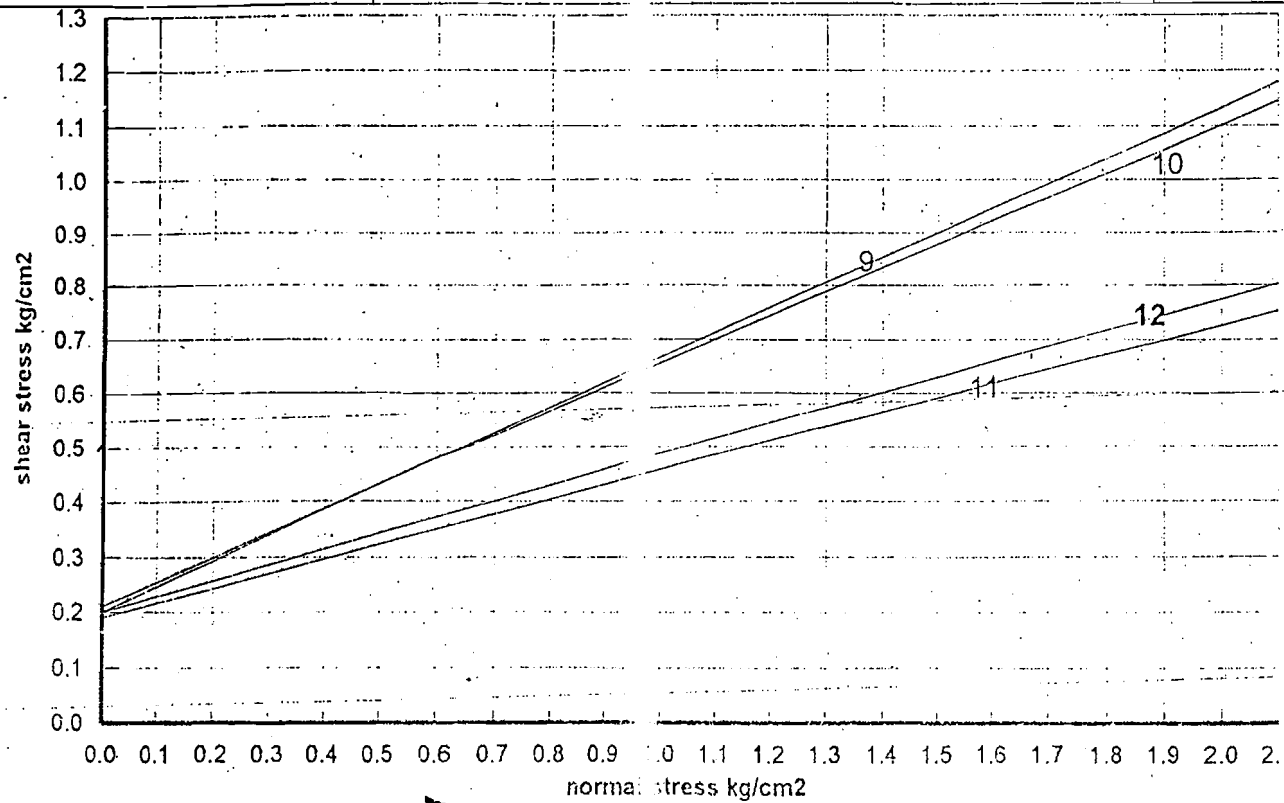
	Depth (m)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)
5	12.00 - 12.50	0.2	15
6	14.50 - 15.00	0.22	16
7	17.00 - 17.50	0.24	22
8	19.50 - 20.00	0.23	20



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO

DIRECT SHEAR TEST

BORING NO. : STA.0+839
PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA SEMARANG



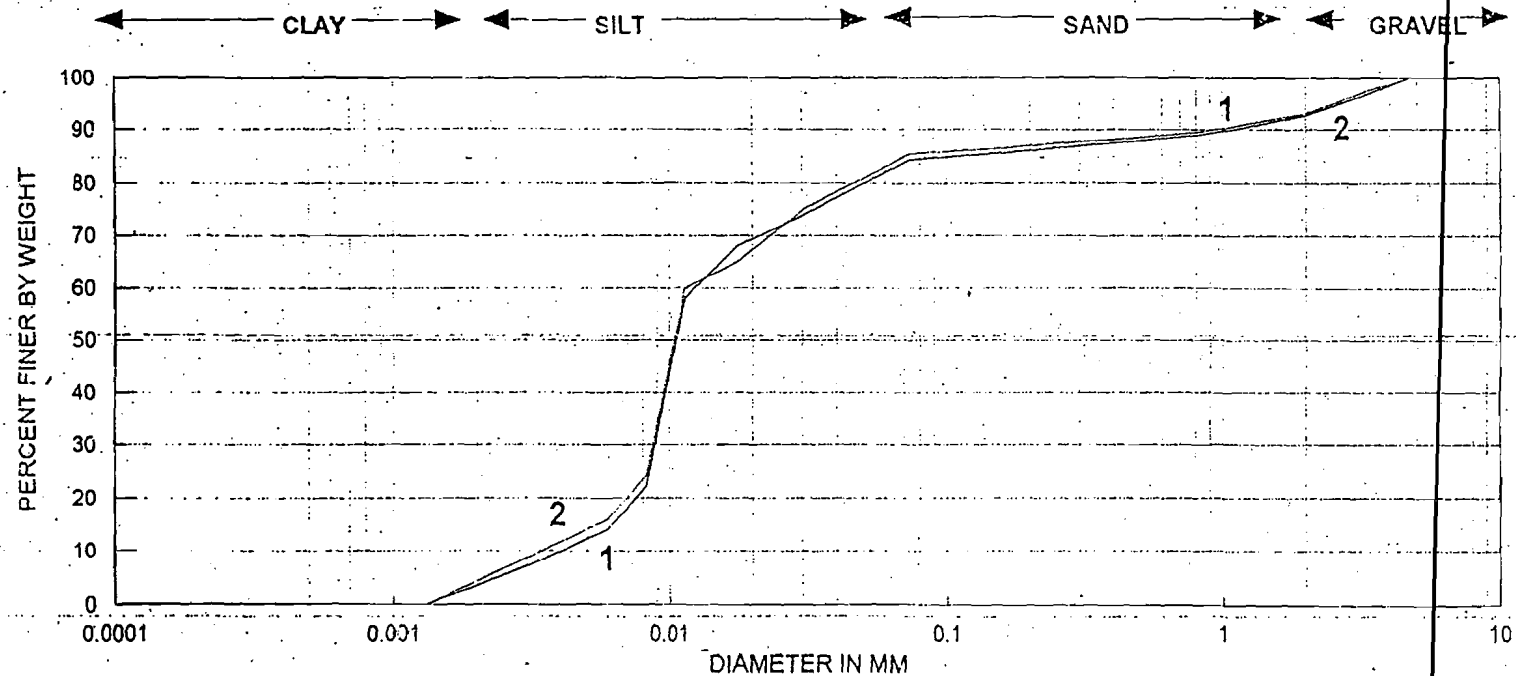
	Depth (m)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	
9	22.00	22.50	0.2	25
10	24.50	25.00	0.21	24
11	27.00	27.50	0.19	15
12	29.50	30.00	0.2	16



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA
SEMARANG



1. STA 0 + 839 = 2.00 - 2.50 M

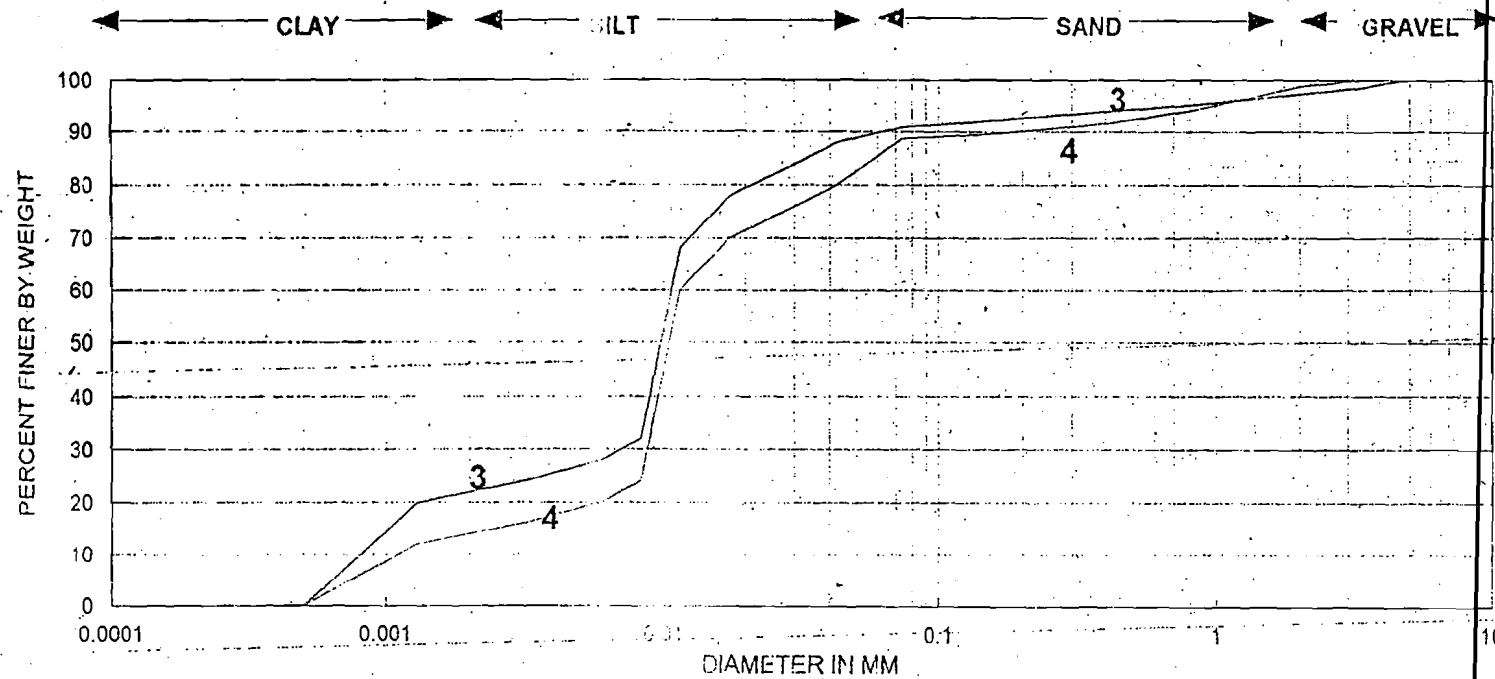
2. STA 0 + 839 = 4.50 - 5.00 M



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA
: SEMARANG



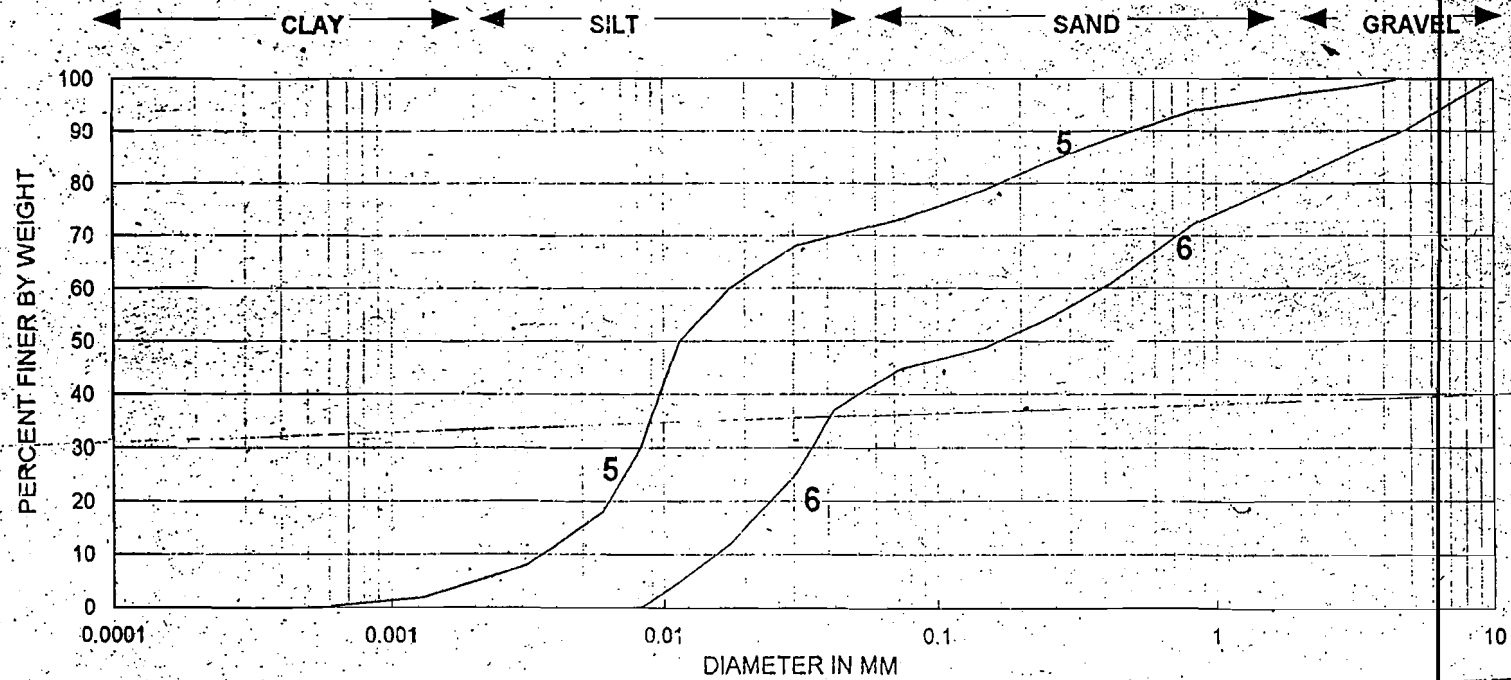
3. STA 0 + 839 = 7.00 - 7.50 M
4. STA 0 + 839 = 9.50 - 10.00 M



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA
SEMARANG



5. STA 0 + 839 = 12.00 - 12.50 M

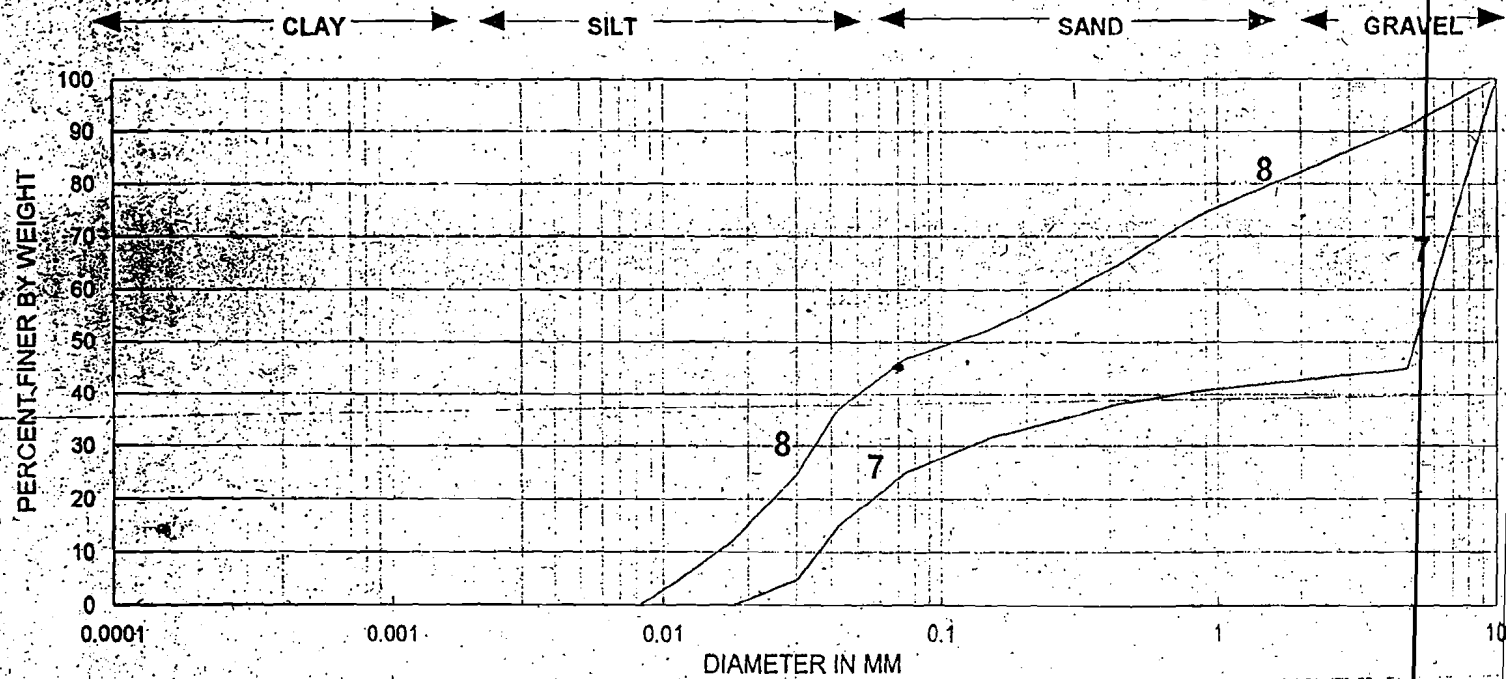
6. STA 0 + 839 = 14.50 - 15.00 M



LABORATORIUM
MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : JALANTOL SEKSI C
LOCATION : JANGLI - KALIGAWA
: SEMARANG



7. STA 0 + 839 = 17.00 - 17.50 M

8. STA 0 + 839 = 19.50 - 20.00 M



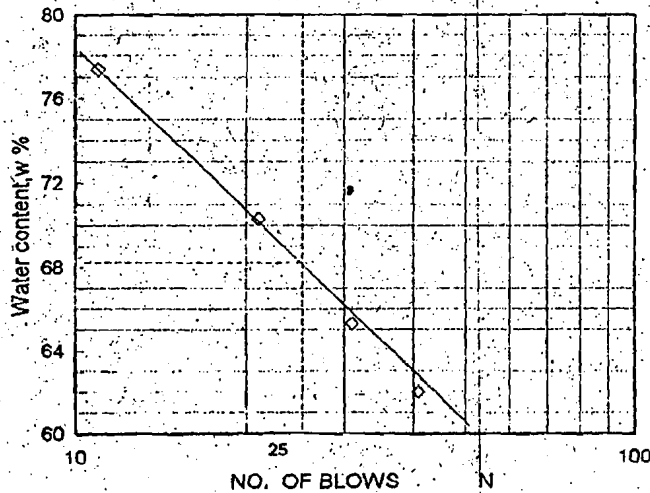
LIQUID AND PLASTIC LIMIT TEST

PROYEK : JALAN TOL SEKSI C
 TEMPAT : JANGGLI - KALIGAWA SEMARANG
 BORING NO. : STA 3 + 675 Depth : 02.00 - 02.50 M

WAKTU : SEPTEMBER 1995
 TEAM : LMT - FT - UNDIP

LIQUID LIMIT DETERMINATION

NO. OF BLOWS	N	41	31	21	11
Can no.		84	202	164	260
Wt. of wet soil + can	gr	21.80	16.30	19.00	13.55
Wt. of dry soil + can	gr	16.10	11.50	14.50	12.40
Wt. of can	gr	6.90	4.15	8.10	4.45
Wt. of dry soil	gr	9.20	7.35	6.40	7.95
Wt. of moisture	gr	5.70	4.80	4.50	6.15
WATER CONTENT, w	%	61.96	65.31	70.31	77.36



Flow index f_i	=	
Liquid Limit	=	68.00
Plastic Limit	=	35.66
Plastisity Index	=	32.34

PLASTIC LIMIT DETERMINATION

Can no.		133			
Wt. of wet soil + can	gr	16.50			
Wt. of dry soil + can	gr	14.20			
Wt. of can	g	7.75			
Wt. of dry soil	gr	6.45			
Wt. of moisture	gr	2.30			
WATER CONTENT, w	%	35.66			



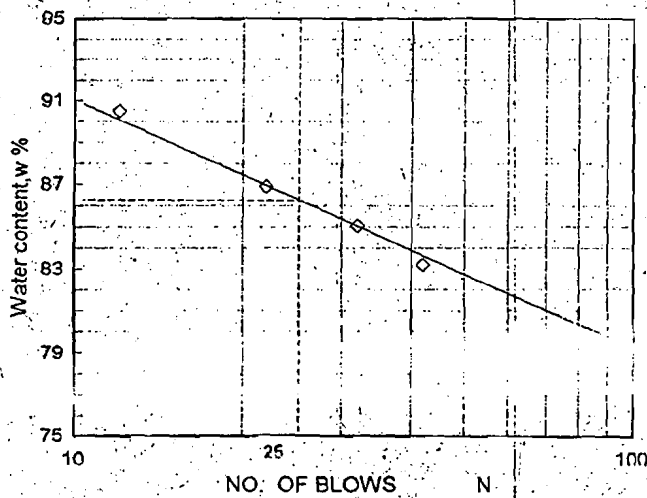
LIQUID AND PLASTIC LIMIT TEST

PROYEK : JALAN TOL SEKSI C
 TEMPAT : JANGGLI - KALIGAWA SEMARANG
 BORING NO : STA 3 + 675 Depth : 04.50 - 05.00 M

WAKTU : SEPTEMBER 1995
 TEAM : LMT - FT - UNDIP

LIQUID LIMIT DETERMINATION

NO. OF BLOWS	N	42	32	22	12
Can no		225	141	180	181
Wt. of wet soil + can	gr	15.90	19.80	21.80	19.50
Wt. of dry soil + can	gr	10.70	14.40	15.50	13.80
Wt. of can	gr	4.45	8.05	8.25	7.50
Wt. of dry soil	gr	6.25	6.35	7.25	6.30
Wt. of moisture	gr	5.20	5.40	6.30	5.70
WATER CONTENT, w	%	83.20	85.04	86.90	90.48



Flow index, f_i =
 Plasticity index = 41.56

PLASTIC LIMIT DETERMINATION

Can no		221			
Wt. of wet soil + can	gr	13.40			
Wt. of dry soil + can	gr	10.60			
Wt. of can	g	4.30			
Wt. of dry soil	gr	6.30			
Wt. of moisture	gr	2.80			
WATER CONTENT, w	%	44.44			



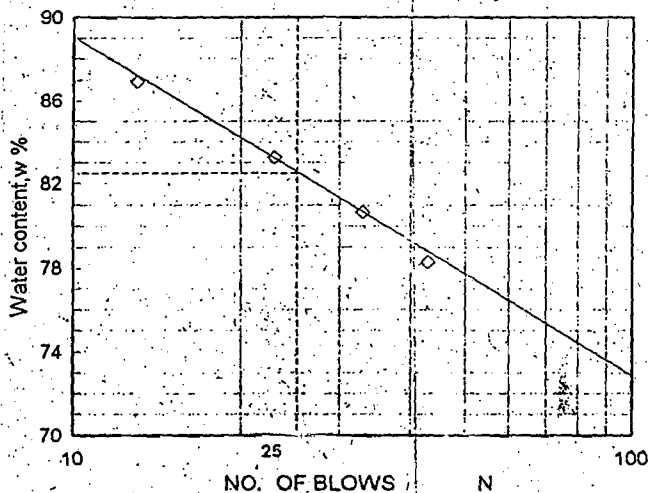
LIQUID AND PLASTIC LIMIT TEST

PROYEK : JALAN TOL SEKSI C
 TEMPAT : JANGGLI - KALIGAWA SEMARANG
 BORING NO : STA 3 + 945 Depth : 04.50 - 05.00 M

WAKTU : SEPTEMBER 1995
 TEAM : LMT - FT - UNDIP

LIQUID LIMIT DETERMINATION

NO. OF BLOWS	N	43	33	23	13
Can no:		251	8	75	110
Wt. of wet soil + can	gr	20.00	22.00	20.50	22.10
Wt. of dry soil + can	gr	13.15	15.00	14.30	15.40
Wt. of can	gr	4.40	6.32	6.85	7.69
Wt. of dry soil	gr	8.75	8.68	7.45	7.71
Wt. of moisture	gr	6.85	7.00	6.20	6.70
WATER CONTENT, w	%	78.29	80.65	83.22	86.90



Flow index f_i	=	
Liquid Limit	=	82.45
Plastic Limit	=	42.07
Plasticity Index	=	40.38

PLASTIC LIMIT DETERMINATION

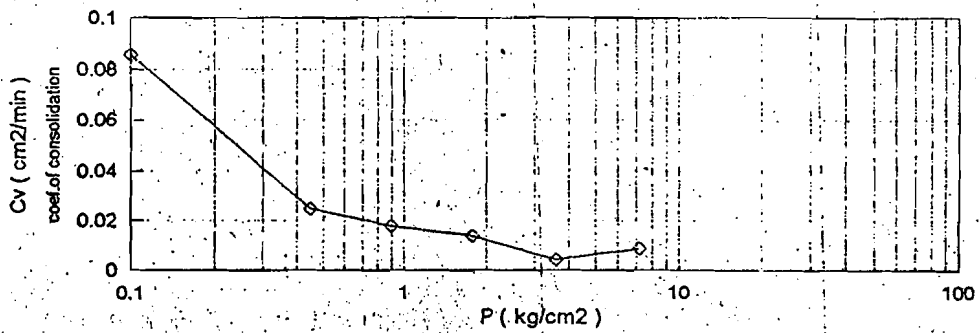
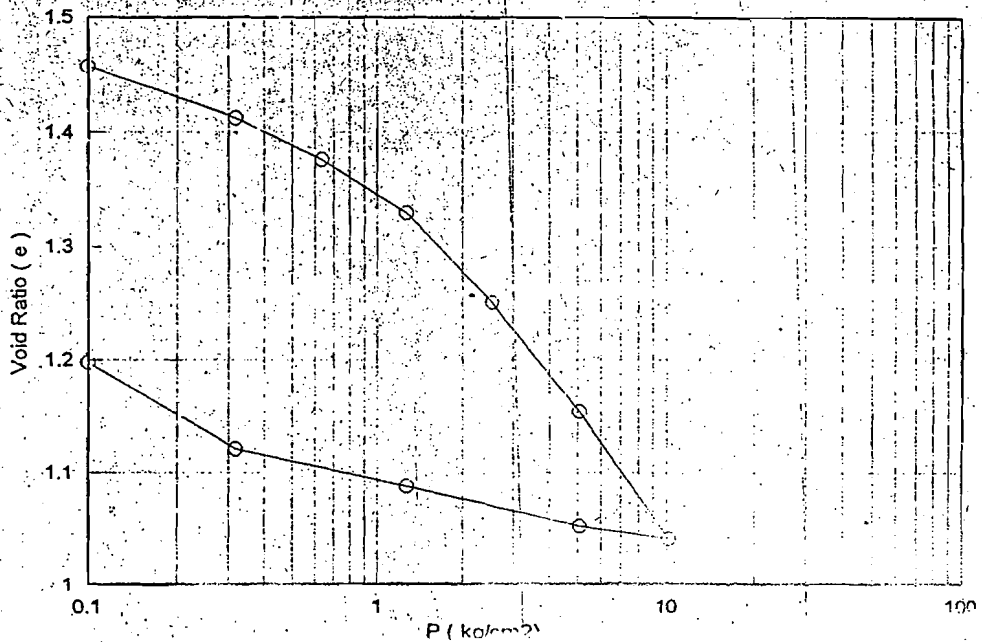
Can no		90			
Wt. of wet soil + can	gr	21.20			
Wt. of dry soil + can	gr	17.30			
Wt. of can	g	8.03			
Wt. of dry soil	gr	9.27			
Wt. of moisture	gr	3.90			
WATER CONTENT, w	%	42.07			



CONSOLIDATION TEST

PROYEK : Jl. Tol Seksi C
TEMPAT : Jangli - Kaligawe Semarang
BORING NO : STA 0+839 depth : -9.50 - 10.00 m

WAKTU : September 1995
TEAM : LMT - FT - UNDIP



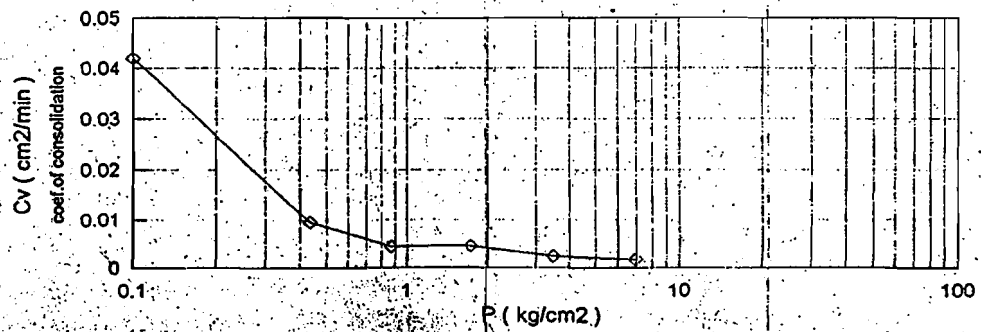
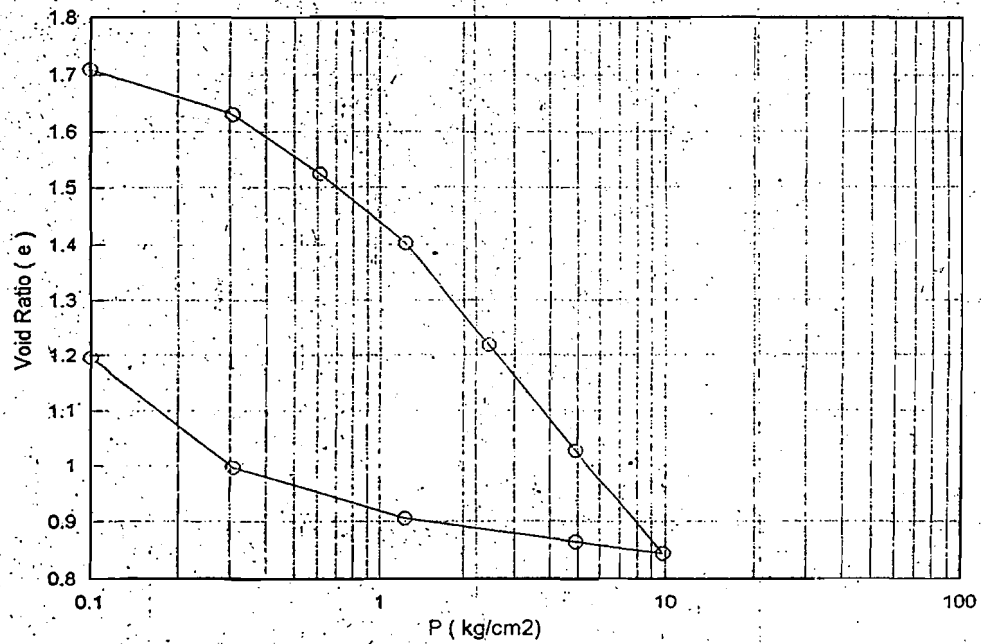
CC = 0.2017



CONSOLIDATION TEST

PROYEK : Jl. Tol Seksi C
TEMPAT : Jangli - Kaligawe Semarang
BORING NO : STA 9+500, depth : -22,00 - 22,50 m

WAKTU : September 1995
TEAM : LMT - FT - UNDIP

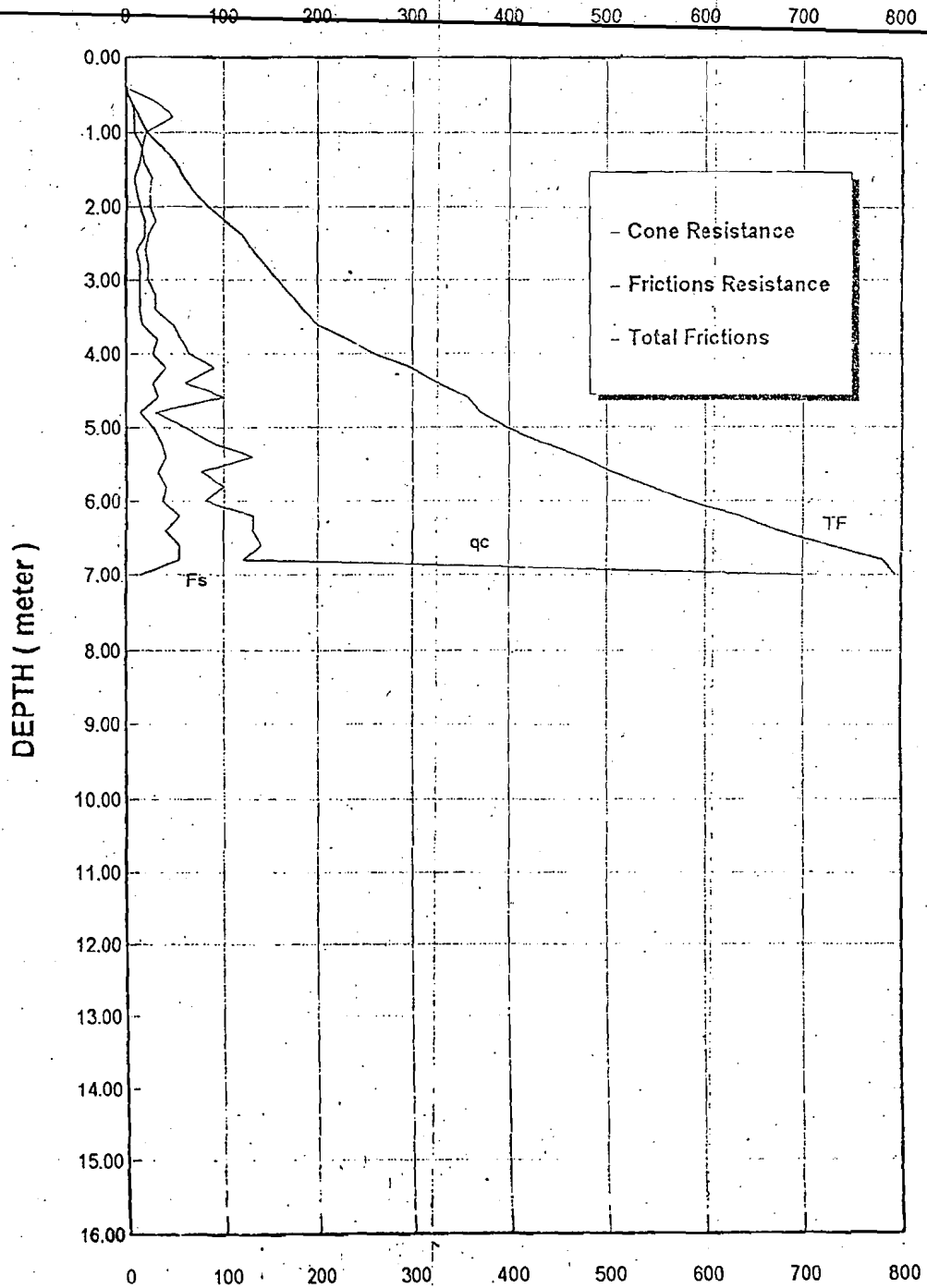


CC = 0.4944



GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm²)
FRICTION RESISTANCE (Kg/cm²)



TOTAL FRICTION RESISTANCE (Kg/cm)

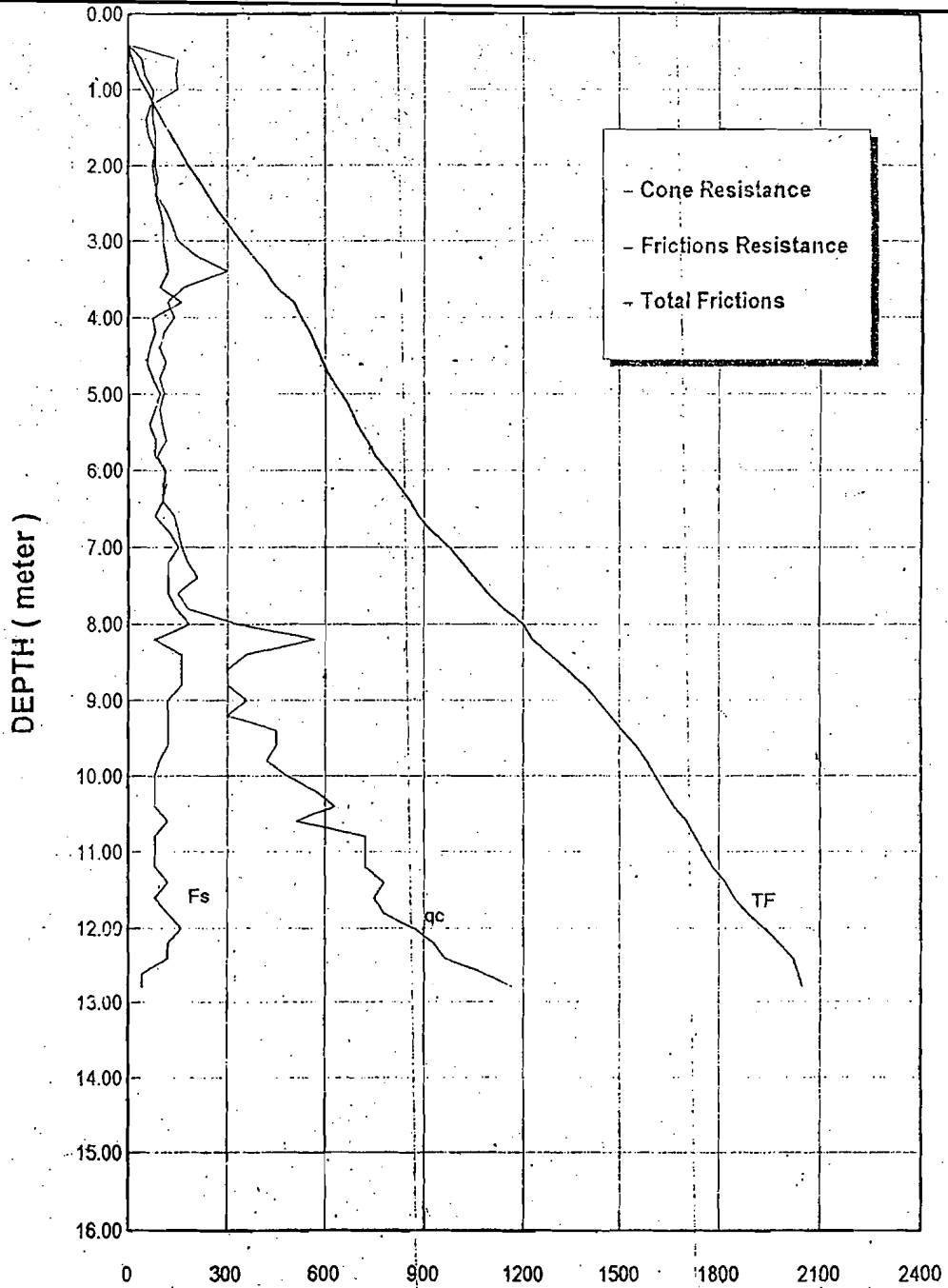
PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOKASI : STA . 0 + 350 (KIRI)
SONDIR : SM.1



GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm²)
FRICTION RESISTANCE (Kg/cm²)

0 100 200 300 400 500 600 700 800



TOTAL FRICTION RESISTANCE (Kg/cm)

PROJECT : JALAN TOL SEKSI C
LOKASI : STA . 0 + 350 (KANAN)
SONDIR : SM.2



GRAFIK SONDIR

