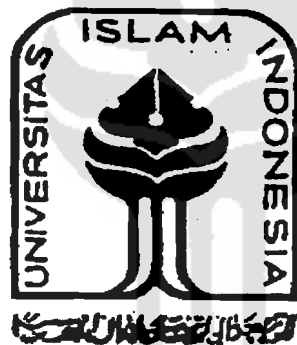


TUGAS AKHIR
STUDI PUSTAKA

ANALISIS PERKUATAN TANAH
DENGAN *SHEET REINFORCED*
DAN *STRIP REINFORCED*

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil



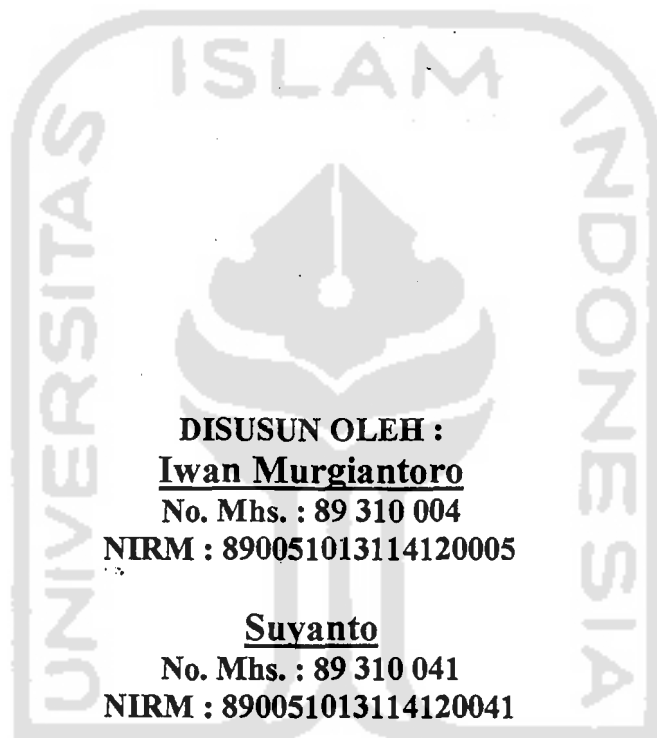
DISUSUN OLEH :
Iwan Murgiantoro
No. Mhs. : 89 310 004
NIRM : 890051013114120005

Suyanto
No. Mhs. : 89 310 041
NIRM : 890051013114120041

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
1999


**TUGAS AKHIR
STUDI PUSTAKA**

**ANALISIS PERKUATAN TANAH
DENGAN *SHEET REINFORCED*
DAN *STRIP REINFORCED***

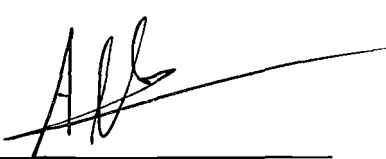


Telah diperiksa dan disetujui Oleh :

Ir. H.A.Halim Hasmar, MT
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 1.10.1999

Ir. A.Marzuko, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 1. 10 . 1999

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun Panjatkan Kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, salam dan sholawat tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ *Analisis Perkuatan Tanah dengan Sheet Reinsforced dan Strip Reinsforced* “.

Tugas Akhir ini merupakan Studi Literatur yang diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh derajat kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusun menyadari dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan dan ilmu yang penyusun miliki, untuk itu segala saran dan kritik demi kesempurnaan Tugas Akhir ini, sangat penyusun harapkan.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin, BMA, MT. selaku Ketua Jurusan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir.H.A.Halim Hasmar, MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. A.Marzuko, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Semua Pihak yang telah membantu hingga Tugas Akhir ini selesai.

Semoga Allah SWT, membalas amal baiknya dan akhirnya penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi Kita semua. Amiiin.

Wassalaamu'alikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Agustus 1999

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metode Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perkuatan Tanah	6

2.2	Perkuatan Tanah Menggunakan Geotekstil	6
2.2.1	Perkuatan Tanah Menggunakan <i>Sheet Reinsforced</i>	6
2.2.2	Perkuatan Tanah Menggunakan <i>Strip Reinsforced</i>	8
BAB III	LANDASAN TEORI	11
3.1	Konsep Perkuatan	11
3.2	Jenis-jenis Perkuatan	11
3.3	Tinjauan Umum Geotekstil	13
3.4	Perkuatan Tanah dengan Geotekstil	16
3.4.1	Perhitungan Perencanaan Perkuatan Tanah Untuk Timbunan	17
3.4.2	Kapasitas Daya Dukung Tarik Dari <i>Reinsforcement</i>	20
3.5	Metode Analisis	23
3.5.1	<i>Sheet Reinsforced</i>	24
3.5.2	<i>Strip Reinsforced</i>	28
BAB IV	METODE ANALISIS	32
4.1	Pengumpulan Data	32
4.1.1	Jenis Data	32
4.1.2	Sumber Data	32
4.2	Analisis Desain Penggunaan Geotekstil Untuk Perkuatan	32
4.2.1	Perencanaan Geotekstil Sebagai Perkuatan	34

4.3 Kestabilan Eksternal (<i>External Stability</i>)	36
4.4 Kestabilan Internal (<i>Internal Stability</i>)	37
BAB V ANALISIS PERKUATAN TANAH	38
5.1 Data Perencanaan	38
5.2 Menentukan Parameter Tanah	39
5.2.1 Menentukan Parameter Tegangan Tanah	39
5.2.2 Menentukan Parameter Kuat Geser Tanah	40
5.3 Analisis Perkuatan Tanah	46
5.3.1 Perkuatan Tanah Dengan <i>Sheet Reinsforced</i>	46
5.3.2 Perkuatan Tanah Dengan <i>Strip Reinsforced</i>	60
BAB VI PEMBAHASAN	77
6.1 <i>Sheet Reinsforced</i>	77
6.2 <i>Strip Reinsforced</i>	79
6.3 <i>Sheet Reinsforced</i> dan <i>Strip Reinsforced</i>	81
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	82
7.1 Kesimpulan	82
7.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian	Hal 5
Gambar 3.1	<i>Logaritmik Spiral Failure Surface</i>	Hal 17
Gambar 3.2	Model Keruntuhan <i>Single Plane Failure Surface</i>	Hal 18
Gambar 3.3	Model Keruntuhan <i>Two Part Wedge Failure Surface</i>	Hal 18
Gambar 3.4	Model Keruntuhan <i>Circular Failure Surface</i>	Hal 19
Gambar 3.5	Analisis Friksi	Hal 20
Gambar 3.6	<i>Strip Reinforcement</i>	Hal 20
Gambar 3.7	<i>Sheet Reinforcement</i>	Hal 21
Gambar 3.8	<i>Rod Reinforcement</i>	Hal 21
Gambar 3.9	<i>VSL Retained Earth</i>	Hal 22
Gambar 3.10	Analisis Pasif + Friksi	Hal 22
Gambar 3.11	Pembagian <i>Zone</i> Pada Lereng	Hal 24
Gambar 3.12	Gaya-gaya yang Bekerja Pada Perkuatan Tanah Geotekstil	Hal 25
Gambar 3.13	Gaya Horisontal yang Terjadi Pada Lembaran Geotekstil	Hal 27
Gambar 3.14a	Gaya-gaya pada Analisis <i>External Stability</i>	Hal 28
Gambar 3.14b	Gaya-gaya pada Analisis <i>External Stability</i>	Hal 29

Gambar 4.1	Dasar Perencanaan Tegangan Tarik dan Panjang Lengan Jangkar	Hal 35
Gambar 5.1	Kondisi Lereng	Hal 38
Gambar 5.2	Diagram Lingkaran Mohr Untuk Menentukan Harga ϕ' dan c'	Hal 45
Gambar 5.3	Kondisi Lereng	Hal 46
Gambar 5.4	Pembagian Lereng Menjadi Dua <i>Zone</i>	Hal 46
Gambar 5.5	<i>Spacing</i> Tiap <i>Zone</i>	Hal 48
Gambar 5.6	Bidang Longsor pada Lereng	Hal 49
Gambar 5.7	Pembagian Daerah Longsor Menjadi Enam Pias	Hal 50
Gambar 5.8	Panjang Efektif Geotekstil	Hal 52
Gambar 5.9	Kondisi Lereng	Hal 60
Gambar 5.10	<i>Facing element</i>	Hal 60
Gambar 5.11	<i>Strip Reinsforced</i>	Hal 60
Gambar 5.12	Luas Bidang yang Dipikul Satu Strip	Hal 61
Gambar 5.13	Desain Perkuatan	Hal 61
Gambar 5.14	Bidang Longsor pada Lereng	Hal 64
Gambar 5.15	Pembagian Daerah Longsor menjadi Enam Pias	Hal 64
Gambar 6.1	Grafik Hubungan antara Angka Keamanan dengan Nomer Lapisan	Hal 78
Gambar 6.2	Grafik Hubungan antara Angka Keamanan dengan Nomer Lapisan	Hal 80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Perhitungan Panjang Geotekstil dan SF	Hal 7
Tabel 2.2	Hasil Perhitungan Kedalaman Terhadap SF	Hal 10
Tabel 3.1	Kuat Tarik dan Regangan Geotekstil	Hal 14
Tabel 3.2	Rentang Harga-harga dari Beberapa Karakteristik Teknik <i>Geosynthetics</i> yang ada di Pasaran	Hal 15
Tabel 5.1	Data uji Triaksial <i>Consolidated Drained</i>	Hal 39
Tabel 5.2	Perhitungan Stabilitas Lereng	Hal 51
Tabel 5.3	Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil <i>Overlapping</i>	Hal 59
Tabel 5.4	Perhitungan Stabilitas Lereng	Hal 66
Tabel 5.5	Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil <i>Overlapping</i>	Hal 75
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Kedalaman Terhadap SF	Hal 76
Tabel 6.1	Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil <i>Overlapping</i>	Hal 77
Tabel 6.2	Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil <i>Overlapping</i>	Hal 79

DAFTAR NOTASI

- c = kohesi
- σ = tegangan normal
- ϕ = sudut gesek dalam tanah
- q = beban terbagi merata (ton / m^2)
- γ = berat volume tanah timbunan (ton / m^3)
- K_a = koefisien tekanan tanah aktif
- K_o = koefisien tekanan tanah diam
- L = panjang bidang geser (m)
- SF = angka keamanan
- H = tinggi dinding tanah perkuatan (m)
- b = panjang bidang longsor (m)
- W = berat tiap bagian per meter panjang = $b.H. \gamma$ (ton)
- α = sudut garis singgung masing-masing pias = $\text{arc.tan } a / R$ ($^\circ$)
- R = jari-jari lingkaran bidang longsor (m)
- w = kadar air (%)
- σ_1 = tekanan deviator yang memecahkan tanah (kg / cm^2)
- P = beban deviator yang memecahkan sampel tanah (kg)

σ_3 = tekanan *cell* (kg / cm²)

u = tekanan air pori (kg / cm²)

n = kadar pori (%)

σ_{hei} = tegangan pada lapis geotekstil (T / m²)

S_{vi} = tebal lapisan geotekstil (m)

T_a = gaya tarik ijin geotekstil (T / m)

T_u = kuat tarik geotekstil (T / m)

a_i = jarak horisontal pusat pias dari pusat lingkaran (m)

L_e = panjang efektif geotekstil (m)

F_H = gaya horisontal yang dipikul geotekstil (T / m')

P_f = gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat
gesekan dengan tanah (T / m')

l_o = panjang geotekstil *overlapping* (m)

INTISARI

Perkuatan tanah didefinisikan sebagai suatu inklusi (pemasukan/ penggabungan) elemen-elemen penahan ke dalam massa tanah yang bertujuan untuk menaikkan perilaku mekanis massa tanah. Pemakaian perkuatan tanah kirannya sangat cocok untuk digunakan pada lereng dan timbunan, disamping aplikasi lainnya. Untuk mendukung perkuatan tanah digunakan bahan geotekstil berupa sheet reinforced dan strip reinforced.

Sheet reinforced merupakan bahan geotekstil berupa lembaran-lembaran dan strip reinforced merupakan bahan geotekstil berupa strip (angkur).

Analisis perhitungan perkuatan tanah dengan tinggi timbunan tanah yang sama yaitu setinggi 6 meter serta dengan kondisi tanah yang sama menghasilkan perhitungan sebagai berikut : untuk perkuatan tanah sheet reinforced kenaikan angka keamanan terhadap lapisan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh adalah 0,01% , 11,36% , 35,84%, 18,08%, 17,59%, 17,12% , sedangkan untuk perkuatan tanah strip reinforced kenaikan angka keamanan terhadap lapisan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, kesembilan adalah 5,07% , 5,30% , 5,07% , 13,43% , 13,43% , 12,33% , 31,94%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Semakin mahal nya lahan untuk mendirikan bangunan maka dicari cara lain yaitu dengan reklamasi pantai ataupun dengan sistem perbaikan tanah. Banyak bahan yang digunakan diantaranya itu penggunaan geotekstil. Geotekstil merupakan bahan sintesis yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan geser tanah. Dengan bahan perkuatan ini bisa diperoleh suatu konstruksi teknik yang aman dengan biaya pembuatan konstruksi menjadi murah dan aman.

Sebelum geotekstil digunakan pada suatu konstruksi perlu dilakukan penelitian lapangan untuk memperoleh suatu informasi geoteknik tanah / batuan sebagai konstruksi itu sendiri. Informasi geoteknik tersebut adalah kekuatan material batuan, perilaku deformasi, porositas, permeabilitas, diskontinuitas dan kuat geser. Dengan informasi ini dapat ditentukan jenis geotekstil yang tepat untuk dapat mengatasi masalah yang timbul oleh adanya perilaku tanah terhadap suatu konstruksi.

1.2 Latar Belakang

Pembangunan fisik selalu berhubungan dengan tanah, dimana tanah

mempunyai spesifikasi dan daya dukung yang berbeda-beda. Tanah lunak seperti tanah gambut, tanah lempung dan tanah rawa perlu diperhatikan kemampuan daya dukungnya.

Kelongsoran tanah sangat ditentukan oleh kuat geser, untuk memperhatikan 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. Dengan adanya pembekuan dan pencairan berulang-ulang menyebabkan hilangnya kekuatan dari tanah yang diperbaiki, walaupun pada kenyataannya kekuatan tersebut hilang seluruhnya. 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 geotekstil. Geotekstil diciptakan sedemikian rupa sehingga bisa digunakan untuk menggantikan fungsi dari bahan baku untuk pembuatan konstruksi, diantaranya digunakan geotekstil untuk konstruksi perkuatan tanah.

Perkuatan tanah adalah memasukkan (menyisipkan) elemen penahan kedalam massa tanah agar sifat-sifat mekanisnya bertambah baik. Perkuatan tanah dengan menggunakan geotekstil banyak digunakan pada tanah yang kurang baik. Jenis

konstruksi perkuatan tanah ini banyak dijumpai sebagai konstruksi dinding saluran, dermaga pelabuhan, atau pada konstruksi-konstruksi pangkal jembatan, lereng bukit, tepi jalan, penanggulangan erosi dan lain-lain. Dan jenis perkuatan tanah ini dapat dikategorikan sebagai : *gravity wall*, *counterfort retaining wall*, *buttressed retaining wall*.

Dengan ditemukannya bahan sintetis yang terbuat dari serat-serat bahan *polypropylene*, *polyester* dan lain-lain yang mempunyai karakteristik kuat tarik tinggi, tahan cuaca dan fleksibel, maka bahan tersebut banyak digunakan pada konstruksi perkuatan tanah. Pemakaian bahan sintetis ini yang dikenal dengan geotekstil jelas akan mengurangi kebutuhan akan beton, baja, biaya konstruksi dinding perkuatan tanah dan mengurangi biaya angkutan kebutuhan elemen-elemen (baja, tulangan, pasir, kerikil, semen dan lain-lain). Selain itu juga penghematan waktu pelaksanaan, tidak menimbulkan masalah korosi dan yang jelas biaya total dapat ditekan. Tipe konstruksi perkuatan ini mengandalkan pada reaksi gesekan antara tanah dan geotekstil yang digunakan karena geotekstil merupakan bagian dari konstruksi tersebut dan akan bekerja sesuai fungsi yang direncanakan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa perkuatan tanah dengan *Sheet Reinsforced*.
2. Menganalisa perkuatan tanah dengan *Strip Reinsforced*.

1.4 Batasan Masalah

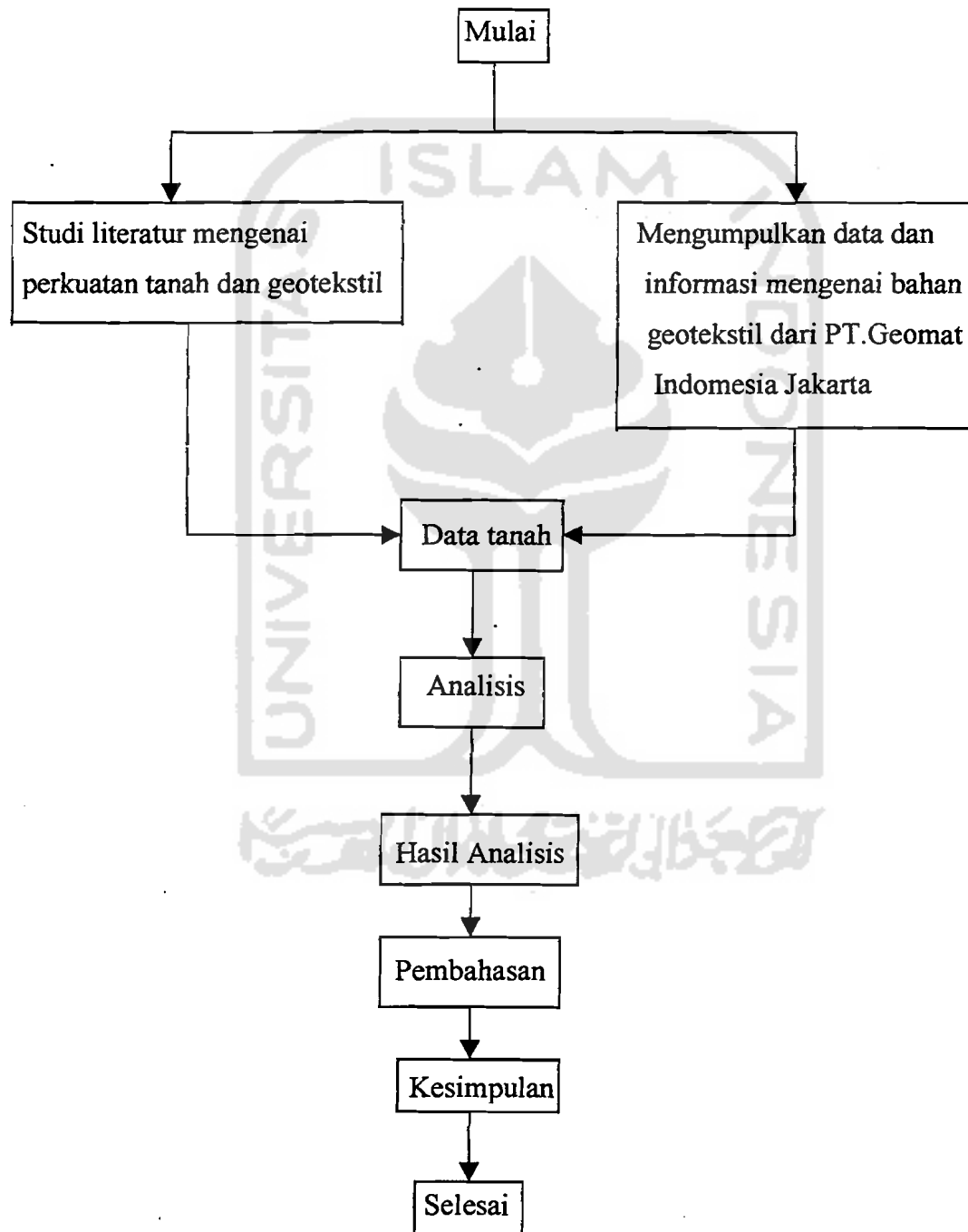
1. Jenis tanah yang digunakan dari data-data laboratorium mekanika tanah Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Merencanakan perkuatan tanah secara vertikal.
3. Tinggi perkuatan tanah = 6 meter.
4. Muka air tanah pada kedalaman 12 meter dibawah muka tanah.
5. Kuat tarik *Sheet Reinsforced* = 40 T / m.
6. Kuat tarik *Strip Reinsforced* ukuran 8 cm x 0,5 cm, kuat tarik = 4500 kg / cm²
jarak antara *strip* = 0,70 m ; A = Sh x Sv = 0,54 m²
7. Beban gempa tidak diperhitungkan.

1.5 Metode Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan cara studi literatur, dimana materi pembahasan diambil dari berbagai macam buku literatur, laporan ilmiah, brosur-brosur geotekstil, makalah-makalah seminar dan diperoleh keterangan langsung dari perusahaan yang bergerak dalam bidang geotekstil yaitu PT. Geomat Indonesia Jakarta.

Dalam penulisan tugas akhir ini dimulai dengan studi serta pengkajian literatur tentang geotekstil dan perkuatan tanah kemudian tentang penggunaan geotekstil pada perkuatan tanah berdasarkan dari penulisan tentang materi tersebut yang telah dibuat terlebih dahulu. Ditambah dengan data-data yang diperoleh dari PT. Geomat Indonesia. Dari data-data yang diperoleh baik dari literatur maupun dari PT. Geomat Indonesia, maka dicoba untuk mendesain perkuatan tanah

dengan *Sheet Reinsforced* dan *Strip Reinsforced*. Dari hasil desain perkuatan tanah berdasarkan data yang ada dibuat analisa serta pembahasan hasilnya kemudian disimpulkan, yang kesemuanya ini menjadi bahasan Tugas Akhir.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkuatan Tanah

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

Konstruksi perkuatan tanah ini merupakan salah satu alternatif dari suatu konstruksi yang didasarkan pada berat konstruksi (*gravity wall*) atau *cantilever wall*, yang banyak sekali manfaatnya pada konstruksi-konstruksi teknik sipil.

2.2 Perkuatan Tanah Menggunakan Geotekstil

2.2.1 Perkuatan Tanah Menggunakan *Sheet Reinforced*

Berdasarkan analisis (A.Halim Hasmar,1994) mengenai perkuatan tanah dengan menggunakan geotekstil berupa lembaran-lembaran atau *sheet reinforced* dengan data sebagai berikut :

1. Tinggi dinding = 9 meter
2. Beban terbagi merata $q = 0,24 \text{ t/m}^2$
3. Kohesi tanah $c = 0,107 \text{ kg/cm}^2 = 1,07 \text{ T/m}^2$
4. $\phi = 22,6^\circ$; $\gamma_b = 1,82 \text{ gr/cm}^3 = 1,82 \text{ T/m}^3$
5. Geotekstil yang digunakan Stablenka 400/100 dengan kuat tarik :

$$T_u = 40 \text{ T / m}$$

Diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2.1 Hasil Perhitungan Panjang Geotekstil dan SF

Kedalaman	Panjang geotekstil <i>overlapping</i>	SF
1,5 m	5,146 m	1,748
3 m	2,573 m	1,748
4 m	2,573 m	2,622
5 m	2,058 m	2,622
6 m	1,715 m	2,622
6,75 m	1,715 m	4,079
7,5 m	1,544 m	4,662
8,25 m	1,403 m	5,246
9 m	1,287 m	5,829

2.2.2 Perkuatan Tanah Menggunakan Strip Reinforced

Perhitungan perkuatan tanah dengan menggunakan *strip reinforced* dengan data tanah yang telah ditentukan sebagai berikut (A.Halim Hasmar ;1994)

Tinggi timbunan = 8,00 meter

$q_{ult} = 40 \text{ ton/m}^2$

Reinforcement Strip :

Lebar = 6,00 cm, tebal = 0,50 cm

strip = 3100 kg/cm²

Jarak strip = 0,75 meter

Luas bidang yang dipikul untuk 8 m

satu strip = 0,54 m²

Tanah dibawah timbunan :

sudut geser dalam tanah $\phi = 25^\circ$

Dari data-data tersebut diperoleh hasil melalui perhitungan yang menggunakan rumus sebagai berikut :

EXTERNAL STABILITY

1. *Sliding along the base*

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

$$L = SF \cdot K_a \cdot \left(q + \gamma \cdot \frac{H}{2} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana : K_a = koefisien tekanan tanah aktif

ϕ = sudut gesek dalam tanah

L = panjang gaya geser

SF = angka keamanan

q = kuat beban terbagi merata

γ = berat volume timbunan tanah

H = tinggi dinding tanah perkuatan

2. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$L^2 = \frac{SF \cdot H \cdot Ka \cdot (q + 1/3 \cdot \gamma \cdot H)}{\gamma} \dots \dots \dots (2.3)$$

3. Berat tanah untuk reinforcement

$$L = \frac{SF \cdot \sigma_v}{q_{ult}} \dots \dots \dots (2.4)$$

4. Eksentrisitas

$$1/6 \cdot L = \frac{q \cdot Ka \cdot \frac{H^2}{2} + \gamma \cdot Ka \cdot H \cdot \frac{3}{6}}{H \cdot L \cdot \gamma + q \cdot L} \dots \dots \dots (2.5)$$

5. Stabilitas lereng (Slope stability)

$$FS = \frac{\sum b \cdot c + \sum N \cdot \tan \phi}{\sum T} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana : b = panjang bidang longsor

 c = kohesi tanah

ϕ = sudut geser dalam tanah

 W = berat tiap bagian per meter panjang = b.h γ

 N = W.cos α

$$N = W \cdot \cos \alpha$$

$$T = W \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha = \text{sudut garis singgung masing-masing pias} = \text{arc.tan } a/R$$

$$R = \text{jari-jari lingkaran bidang longsor}$$

Kesimpulan :

Panjang reinforcement strip dengan $L = 5,00$ meter aman dipakai untuk konstruksi dengan SF terhadap pullout sebagai berikut :

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Kedalaman Terhadap SF

Kedalaman	SF terhadap pullout
0,30	1,62
1,05	1,75
1,80	1,81
2,55	1,90
3,30	2,05
4,05	2,01
4,80	2,34
5,55	2,84
6,30	3,35
7,05	3,71
7,80	2,68

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konsep Perkuatan

Tanah yang dikenai gaya luar maka bagian dalam tanah akan mengalami deformasi gaya geser (*shear deformation*). Deformasi ini terjadi sebelum ketidakstabilan disepanjang bidang geser timbul. Deformasi gaya geser akan menyebabkan meningkatnya kemampatan dan regangan tarik. Adanya gesekan partikel, bentuk partikel dan tegangan pemampatan menimbulkan tahanan geser yang akan menstabilkan tanah. Tahanan geser ini harus mampu menahan gaya yang menyebabkan longsor, apabila terjadi peningkatan tegangan pada bidang gelincir. Untuk mengimbangi deformasi pada bidang geser, perkuatan ditempatkan pada arah bidang tarik yang akan menghasilkan gaya tarik pada perkuatan.

3.2 Jenis-jenis Perkuatan

Pada umumnya ada dua jenis perkuatan :

1. Perkuatan dengan menggunakan material rigid, seperti jangkar, paku tanah (*soil nailing*) dan tiang cerucuk Dimana material yang rigid ini mempunyai kemampuan tarik, tekan, geser, lentur bahkan puntir.

2. Perkuatan dengan menggunakan material yang fleksibel seperti metal strip dan bahan geotekstil. Material ini mempunyai kemampuan tarik dan geser, tidak mempunyai kemampuan lentur maupun tekan..

Jenis-jenis material fleksibel :

1. Material strip; misalnya: *aluminium alloy, copper, galvanized steel, stainless steel, glass-fibre-reinforced plastic*, dan lain-lain.
2. Geosintetis, misalnya: *polypropylene, polyester, nylon, polyetyene*.

Menurut konfigurasi dan fungsinya geosintetis dapat dibedakan atas :

1. Geotekstil, berfungsi sebagai:
 - a. Separator
 - b. Perkuatan
 - c. Filter
 - d. Drainasi
 - e. Proteksi
 - f. *Sealing*
2. *Geogrids*, berfungsi sebagai:
 - a. Perkuatan
 - b. Separator
3. *Geomembran*, berfungsi sebagai :
 - a. *Lining*
 - b. *Liquid barrier*
 - c. *Vapor barrier*

4. *Geocomposite*

Merupakan kombinasi dari *geotextile* dan *geogrid* atau *geogrid* dan *geomembran*. Bahan ini mempunyai fungsi yang sama dengan geotekstil.

3.3 Tinjauan Umum Geotekstil

Geotekstil terdiri dari dua bagian , yaitu *natural fibres* dan *syntetic fibres*. *Natural fibres* merupakan bahan alami yang biasanya berupa jerami dahan dan ranting pepohonan yang dalam istilah asingnya *jute grids*, *paper strips* dan *wood shaving*. Geotekstil fibres terdiri dari dua macam yaitu *convensional geotextile* dan geotekstil *related products*.

Convensional geotextile ada tiga jenis yaitu *non-woven* , *knitted* dan *woven*. *Non woven* dibuat dari *mechanically bonded*, *chemically bonded* dan *thermally bonded*. Kemudian *woven* terbuat dari *mono filament*, *multi filament* dan *slit film*. Hasil dari produksi *mechanically bonded* adalah *nebblepunched* sedangkan hasil dari produksi jenis *thermally bonded* ada tiga yaitu *calenderedsingle polymer*, *melled* dan *calendered-multy-polymer* .

Jenis yang kedua dari *synthetic fibres* adalah *geotextile related product*. Produk ini terdiri tiga macam yaitu *one dimensional* menghasilkan jenis geotekstil *strips-ties*.. Kemudian *two dimensional* dibagi dalam dua bagian: *open mesh* dan *close mesh*. *Open mesh* menghasilkan geotekstil *grid-mesh* sedangkan *close mesh* menghasilkan geotekstil *webs*. Macam yang ketiga adalah *three dimensional* yang menghasilkan geotekstil *mats*.

Tabel 3.1 Kuat Tarik dan Regangan Geotekstil

Sumber : Publikasi pabrik

Uraian	Arah panjang		Arah lentur		Tipe
	σ_a	ε	σ_a	ε	
	kg / m ²	%	kg / m ²	%	
1. <i>HATE</i> 305130	1.650	14,70	1.900	19,20	Anyam
305105	2.260	10,30	2.650	16,00	Anyam
305250 T	3.760	21,30	4.240	16,50	Anyam
2. <i>STABILEHKA</i>					
150 / 45	15.000	9	4.500	20	Anyam
400 / 100	40.000	10	10.000	10	Anyam
1000 / 100	100.000	10	10.000	10	Anyam
3. <i>BIDIM</i> U 14	700	7)*)*	Nir - anyam
U 34	1.460	70)*)*	Nir - anyam
U 64	3.300	70)*)*	Nir - anyam
4. <i>TYPAR</i> 3207	200	30)*)*	Nir - anyam
3407-2	660	33)*)*	Nir - anyam
3707-4	1.520	42)*)*	Nir - anyam

)* Harga arah lebar sama dengan arah panjang

Tabel 3.2 Rentang Harga-harga dari Beberapa Karakteristik Teknik

Geosynthetics yang ada di pasaran

(Sumber : Ici Fibres,1986)

<i>Geosynthetic</i>	<i>Tensile Strength</i> kN/m	<i>Maximum Extention</i> %	<i>Apparent opening size (AOS) mm</i>	<i>Volume Water Permeability</i> litres / m ² / s*	<i>Unit weight</i> g / m ²
<i>Geotextiles</i>					
<i>Wovens</i>	8 - 800	5 - 35	0.05 - 2.50	5 - 2000	100 - 1300
<i>Nonwoven</i>	3 - 90	20 - 80	0.01 - 0.35	20 - 300	70 - 2000
<i>Knitteds</i>	2 - 120	12 - 600	0.1 - 1.2	60 - 800	
<i>Stitch-Bonded</i>	15 - 800	15 - 30	0.04 - 0.4	30 - 80	250 - 1200
<i>Geomembrans</i>					
<i>Nonreinforced</i>	10 - 50	100 - 500	zero	zero	300 - 1500
<i>Reinforced</i>	20 - 200	10 - 30	zero	zero	600 - 2000
<i>Geo - Linear Elements</i>	50 - 500	3 - 15	zero	zero	Not Applicable
<i>Geogrids</i>	10 - 200	3 - 25	25 - 75	v. high	150 - 900

*) Arah tegak lurus bidang *geosynthetics* dengan *constant head* sebesar 10 cm

kepada bahan bangunan, selalu ditinjau tegangan tarik dan desak serta adanya regangan sebagai akibat muatan/beban yang diperhitungkan. Demikian pula dengan pemenuhan masalah tersebut pabrik yang memproduksi geotekstil memberikan kemampuan dari geotekstil yang produksi berupa kuat tarik dan regangan. Berdasarkan perhitungan yang ada di dalam ilmu teknik sipil pemakaian geotekstil dapat ditentukan dari tabel tegangan dan regangan yang ada.

3.4 Perkuatan Tanah dengan Geotekstil

Secara umum pemanfaatan bahan tersebut dalam konstruksi dinding penahan tanah yang berarti memberikan perkuatan pada massa tanah, memperbesar stabilitas timbunan dibelakang dinding penahan tanah. Perkuatan ini juga mengurangi potensi gaya lateral yang menimbulkan perpindahan ke arah horisontal daripada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja di belakang dinding penahan tanah atau biasa dikenal sebagai tekanan tanah aktif.

Sebenarnya konstruksi ini, merupakan salah satu alternatif dari suatu konstruksi yang didasarkan pada berat konstruksi (*gravity*) atau *cantilever wall*, yang banyak sekali manfaatnya pada konstruksi-konstruksi teknik sipil. Pemakaian geotekstil jelas akan mengurangi kebutuhan akan beton, baja, biaya konstruksi dinding penahan tanah dan mengurangi biaya angkutan kebutuhan elemen-elemen konstruksi. Selain itu juga penghematan waktu pelaksanaan, tidak menimbulkan masalah korosi dan yang jelas biaya total dapat ditekan. Tipe

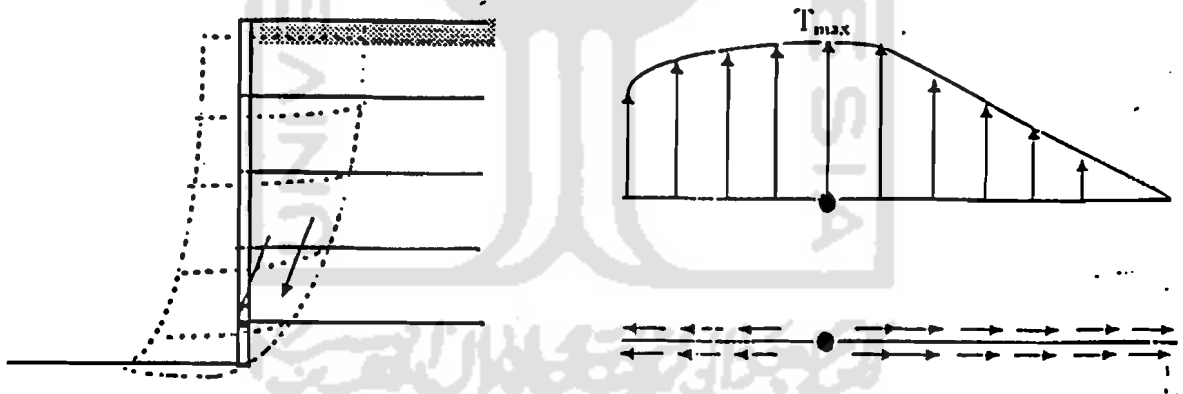
konstruksi perkuatan ini mengandalkan pada reaksi gesekan antara tanah dan geotekstil yang digunakan.

3.4.1 Perhitungan Perencanaan Perkuatan Tanah Untuk Timbunan

Dalam mendesain perkuatan tanah ada tiga metode pendekatan yang umum digunakan, yaitu :

1. Berdasarkan kondisi saat runtuh

Pendekatan ini banyak dipakai dalam mendesain perkuatan tanah. Pendekatan didasarkan atas *limit analysis* (analisis pada bidang longsor). Dari hasil di laboratorium menunjukkan *Logaritmik spiral failure surface* memberikan lokasi tegangan tarik maksimum (T_{max}) *reinsforcement* pada bidang runtuh.



Gambar 3.1 *Logaritmik Spiral Failure Surface*

(Sumber : M.Irsyad,1994)

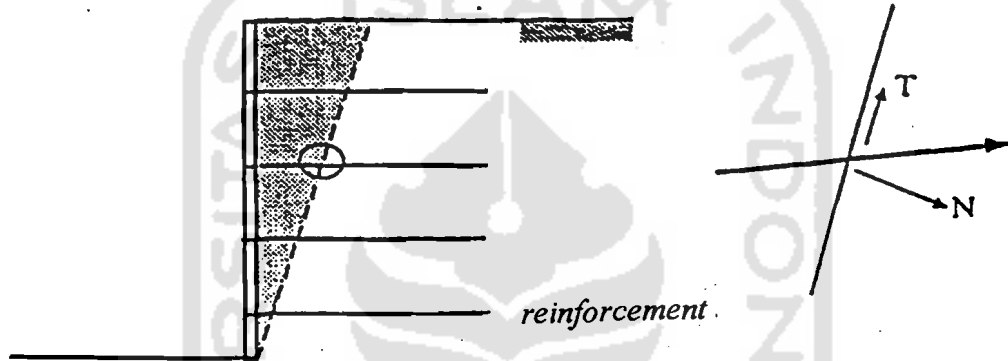
Pada pendekatan ini terdapat tiga bentuk kemungkinan bidang runtuh yang umum digunakan dalam analisis yaitu :

a. *Single Plane Failure Surface*

Digunakan oleh U.K. Dept. of Transport, T dan N ditambahkan dalam memobilisir *shear strength*. Dari beberapa bidang runtuh (*trial-error*) digunakan bidang runtuh yang memerlukan reinforcement terbesar.

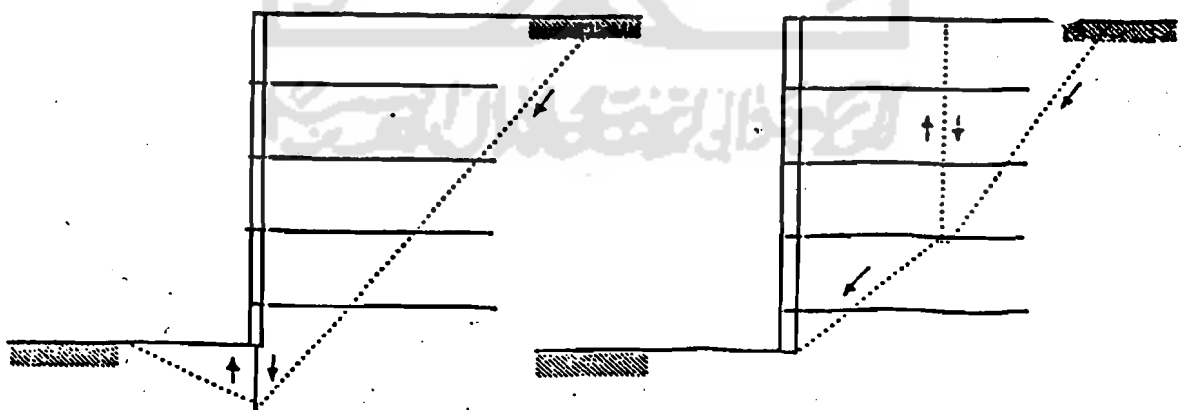
b. *Two Part Wedge Failure Surface*

c. *Circular Failure Surface*



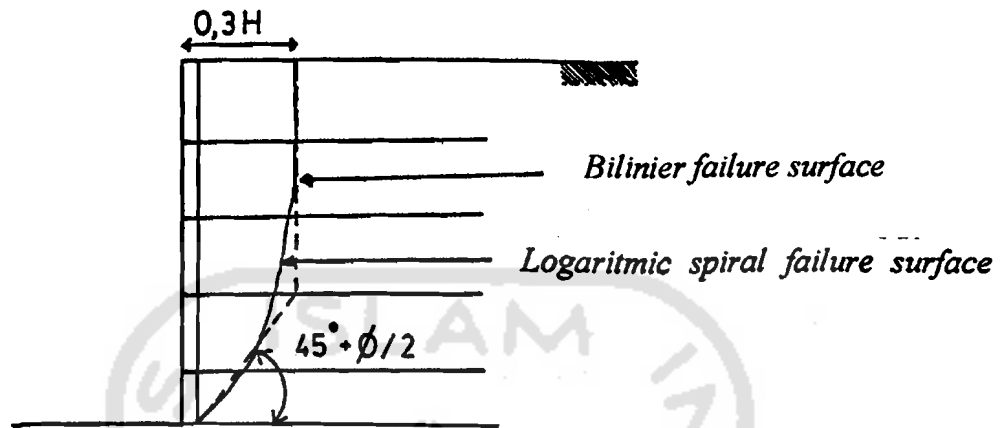
Gambar 3.2 Model Keruntuhan *Single Plane Failure Surface*

(Sumber : M.Irsyad,1994)



Gambar 3.3 Model Keruntuhan *Two Part Wedge Failure Surface*

(Sumber : M.Irsyad,1994)



Gambar 3.4 Model Keruntuhan *Circular Failure Surface*

(Sumber : M.Irsyad,1994)

Perbedaan utama dari masing-masing analisis didasarkan atas asumsi bidang runtuh dan besarnya kontribusi *reinsforcement*.

2. Didasarkan atas dasar *working stress condition*

Tidak seperti pada analisa yang didasarkan pada saat runtuh, disini diasumsikan tegangan horisontal $\sigma_v \cdot k_0$, dimana k_0 = koefisien tanah diam.

Deformasi yang terjadi didasarkan atas respon tanah yang koheren terhadap beban luar. Hasilnya lebih kuat dari analisa yang didasarkan saat runtuh.

3. Didasarkan atas metode elemen hingga (*Finite Element Methode*)

Pada pendekatan ini analisis tegangan dan deformasi dihitung dengan menggunakan metode elemen hingga.

3.4.2 Kapasitas Daya Dukung Tarik dari *Reinforcement*

Metode yang digunakan untuk menghitung kapasitas daya dukung tarik dari *reinforcement* secara umum ada tiga pendekatan yaitu :

- a. Analisis yang menganggap friksi saja,

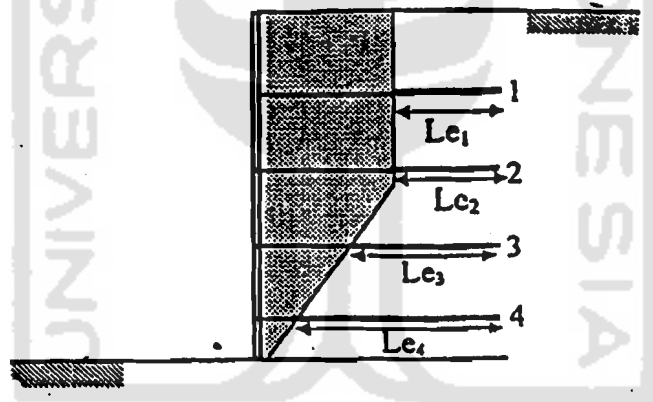
$$P_f = \mu^* \cdot \gamma z \cdot A_s = \mu^* \cdot \sigma_v \cdot A_s$$

P_f = *pullout capacity*

μ^* = *apparent friction*

σ_v = tegangan vertikal

A_s = luas penampang *reinforcement*

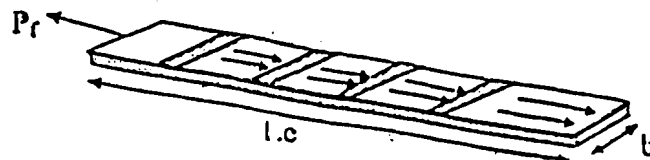


Gambar 3.5 Model Keruntuhan dan Panjang Geotekstil

Strip Reinforcement

$$P_f = \mu^* \cdot \gamma z \cdot L_e \cdot 2b$$

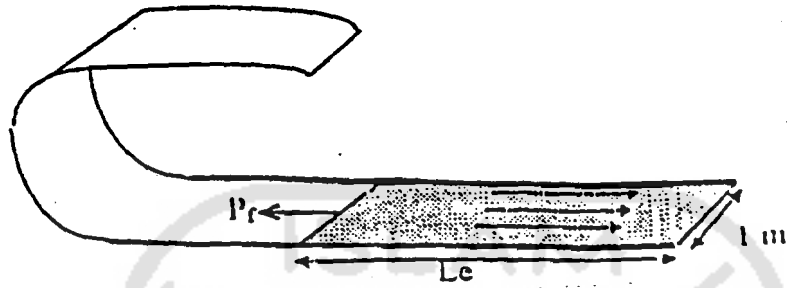
$$0,5 < \mu^* < 1,5$$



Gambar 3.6 *Strip Reinforcement*

Sheet reinforcement

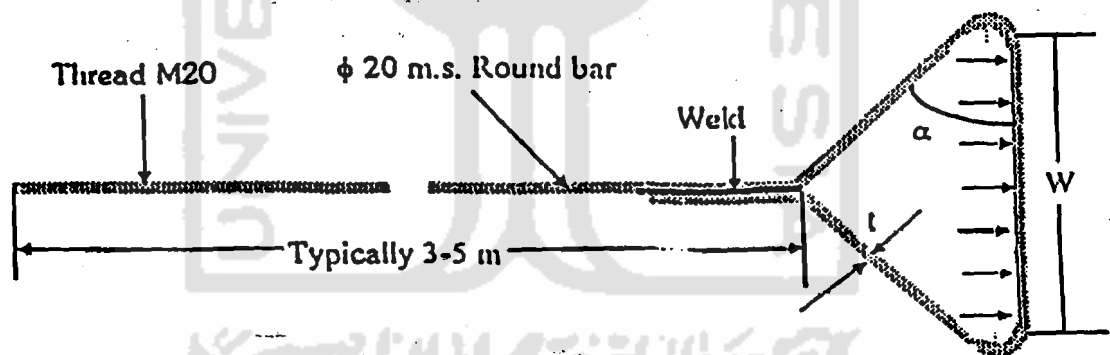
$$P_f = 2 \cdot L_e \cdot \gamma z \cdot \tan \frac{2}{3} \phi$$



Gambar 3.7 Sheet Reinforcement

b. Analisis yang menganggap pasif saja,

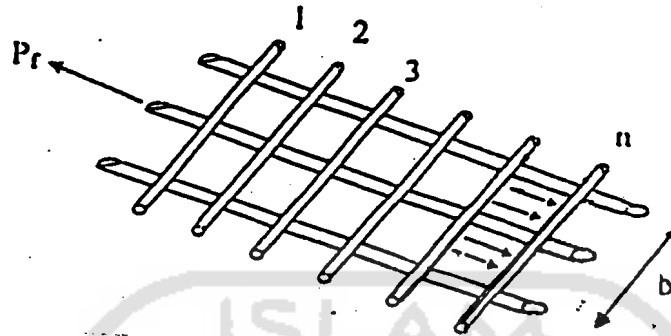
Rod Reinforcement (Anchored Earth)



Gambar 3.8 Rod Reinforcement

$$P_f = \frac{K_p \cdot \sigma_v \cdot W \cdot l}{\cos \alpha_1} \cdot e^{2(\pi - \alpha_1) \tan \phi}$$

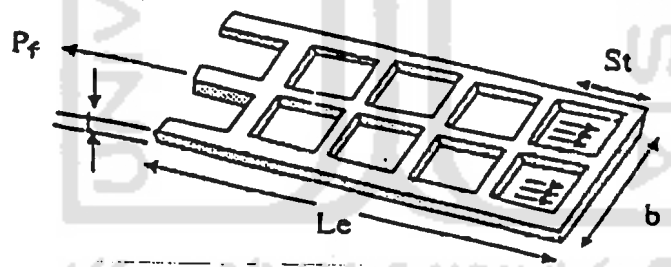
VSL Retained Earth



Gambar 3.9 VSL Retained Earth

$$P_f = N_p \cdot \gamma z d \cdot b \cdot n$$

c. Analisis yang menganggap pasif + friksi.



Gambar 3.10 Gabungan Analisis Pasif + Friksi

$$P_f = L_e \cdot b \cdot \gamma z \cdot \{ (2 \cdot \alpha_s \cdot \tan(\delta)) \} + N_p \cdot \gamma \cdot z \cdot b \cdot \frac{L_e}{S_x} \cdot t \cdot \alpha_b$$

α_s = fraksi dari luas permukaan geogrid yang menerima friksi

α_b = fraksi dari luas potongan geogrid yang menerima bearing

Perencanaan *reinsforcement*

1. *External Stability*

(tanah + *reinsforcement* sebagai satu unit)

- a. *sliding along the base,*
- b. *overturning about the toe,*
- c. *bearing capacity of the foundation,*
- d. *exentrisitas,*
- e. *slope stability.*

2. *Internal Stability*

- a. *failure surface,*
- b. *earth pressure coefficient,*
- c. *pullout capacity,*
- d. *durabilitas.*

3.5 Metode Analisis

Bentuk konstruksi perkuatan tanah yang banyak digunakan dalam bidang teknik sipil adalah pengembangan bentuk dinding penahan tanah antara lain : pangkal jembatan pada jembatan layang, jalan tol, pelindung talud, dinding peredam bising dan lain-lain, yang pada umumnya tersedia lahan yang sempit dan waktu pelaksanaan dibutuhkan sangat singkat.

Bentuk-bentuk yang umum digunakan antara lain sebagai berikut :

1. *Sheet Reinsforced*

Konstruksi perkuatan tanah ini menggunakan geotekstil berupa lembaran-

lembaran. Konstruksi ini benar-benar memanfaatkan kuat geser bahan dengan tanah untuk melawan gaya-gaya yang bekerja. Tipe geotekstil dapat anyaman atau nir-anyam, mempunyai sifat porus dan sebagai filter.

2. Strip Reinforced

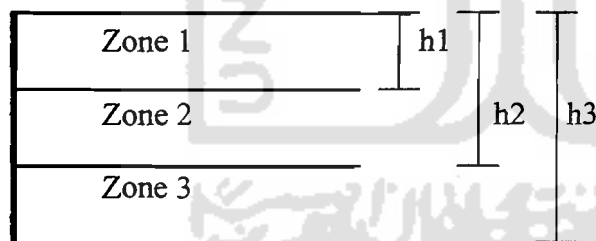
Konstruksi perkuatan tanah ini menggunakan geotekstil berupa *strip* dengan ukuran-ukuran tertentu diletakan pada sebuah facing beton dengan ukuran tertentu. Dimana satu facing beton tersebut ditahan oleh beberapa *strip*.

3.5.1 Sheet Reinforced

a. Stabilitas Eksternal

Menentukan tebal lapisan geotekstil

Lereng dibagi menjadi beberapa zone



Gambar 3.11 Pembagian Zone Pada Lereng

Keterangan gambar :

h_1 = kedalaman zone 1 dari permukaan

h_2 = kedalaman zone 2 dari permukaan

h_3 = kedalaman zone 3 dari permukaan

$$SF = \frac{F}{Pa} = \frac{H.L.\gamma.\tan.\varphi}{q.H.Ka + 0,5.\gamma.H^2.Ka}$$

$$L = \frac{SF.Ka.(q + 0,5.\gamma.H^2.Ka)}{\gamma.\tan.\varphi} \dots\dots\dots(3.4)$$

SF = 1,5

2. Tinjauan terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M.tahanan}{\sum M.aktif} = \frac{W.L/2}{P.q.H/2 + Pe.H/3} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$L^2 = \frac{SF.H.Ka.(q + 1/3\gamma.H)}{\gamma} \dots\dots\dots(3.6)$$

SF = 2,0

3. *Bearing Capacity* (Kapasitas dukung tanah)

Berat tanah untuk *reinforcement* = L.H.1γ

Berat tanah dan muatan terbagi merata = L.H. γ + q.L = σv

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{H.\gamma + q} \dots\dots\dots(3.7)$$

4. Eksentrisitas

$$e = \frac{\sum M.aktif}{Rv} = \frac{Pq.\frac{H}{2} + PE.\frac{H}{3}}{W + q.L} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$e \leq \frac{1}{6}.L$$

$$\frac{1}{6}.L \geq \frac{q.Ka.\frac{H^2}{2} + \gamma.Ka.\frac{H^3}{6}}{H.L.\gamma + q.L} \dots\dots\dots(3.9)$$

H = tinggi lereng

Ka = koefisien tekanan tanah aktif

W = berat tanah dan geotekstil

L = panjang geotekstil

Pq = tekanan tanah aktif akibat beban terbagi merata

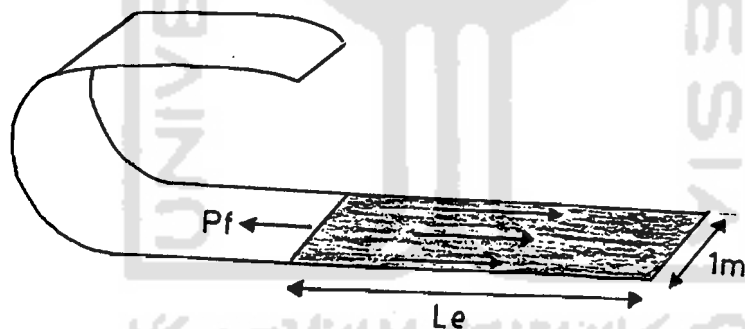
PE = tekanan tanah aktif akibat timbunan tanah

b. Stabilitas Internal

Gaya horisontal yang bekerja pada geotekstil :

Metode yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tarik dari geotekstil dengan analisa yang menganggap friksi saja.

Ditinjau tiap lapisan



Gambar 3.13 Gaya Horisontal yang Terjadi pada Lembaran

Geotekstil

$$P_f i = 2 \cdot L_e \cdot \gamma \cdot z_i \cdot \tan \left(\frac{2}{3} \phi \right)$$

Gaya horisontal yang bekerja pada geotekstil :

$$F_{hi} = S_{vi} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot z_i$$

$$SF = \frac{P \cdot f}{F \cdot H} \geq 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$L_o = \frac{\sigma \cdot h_{ci} \cdot S_{vi} \cdot SF}{2 \cdot z_i \cdot \gamma \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi\right)} \dots \dots \dots (3.10)$$

Pf = gaya tahanan tarik pada geotekstil

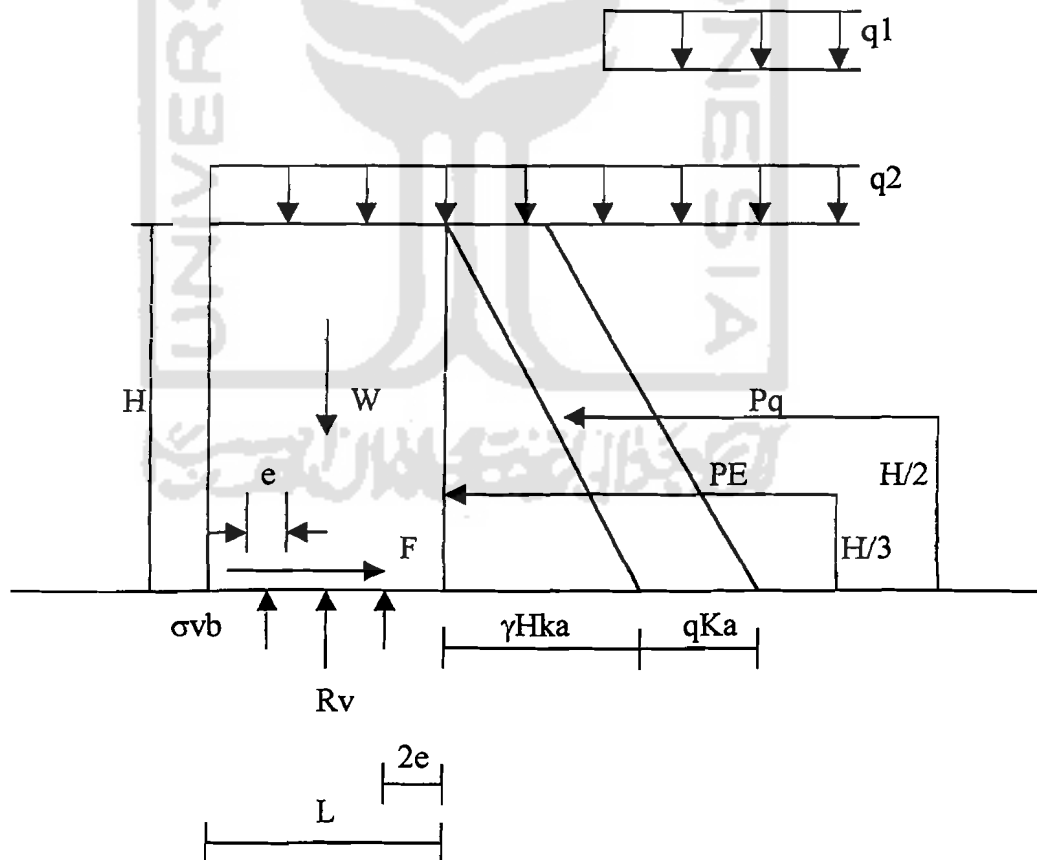
Le = panjang efektif geotekstil

z = kedalaman lembar geotekstil

FH = gaya horisontal yang terjadi pada geotekstil

3.5.2 Strip Reinsforced

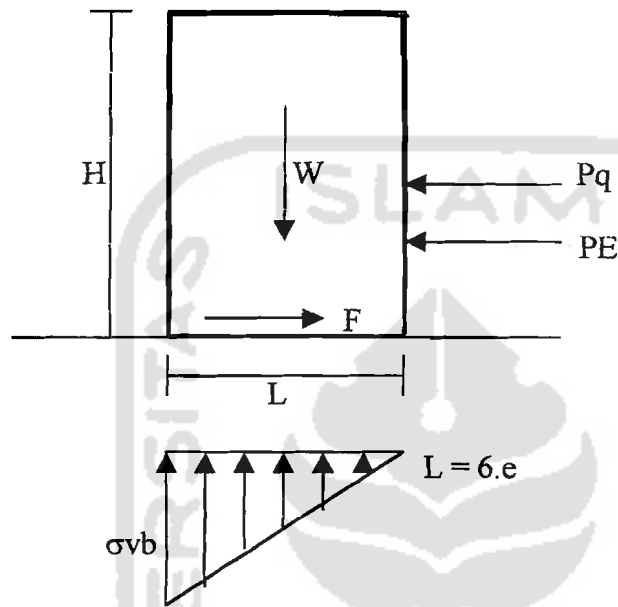
a. Stabilitas Eksternal



Gambar 3.14a Gaya-gaya Pada Analisis *Eksternal Stability*

q1 = untuk asumsi stabilitas *overturning + pullout*

q2 = untuk mencari maksimum horisontal stress



Gambar 3.14b Gaya-gaya Pada Analisis *Eksternal Stability*

1. *Sliding along the base*

$$F = W \cdot \tan \phi \geq SF \cdot (Pq + PE) \dots \dots \dots (3.11)$$

$$H \cdot L \cdot \gamma \cdot \tan \phi \geq SF \cdot (q \cdot H \cdot Ka + 1/2 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot Ka) \dots \dots \dots (3.12)$$

$$L = \frac{SF \cdot Ka \cdot (q + \gamma \cdot \frac{H}{2})}{\gamma \cdot \tan \phi} \dots \dots \dots (3.13)$$

$$SF \approx 1,5$$

2. *Overturning about the toe*

$$SF = \frac{\sum M.resisting}{\sum M.driving} = \frac{W.L/2}{Pq.H/2 + PE.H/3} = \frac{\gamma.L^2}{H.Ka.(q + 1/3.\gamma.H)}$$

$$L^2 = \frac{SF.H.Ka.(q + 1/3.\gamma.H)}{\gamma} \dots\dots\dots(3.14)$$

SF = 2

3. *Bearing capacity*

$$\sigma.vb \leq \sigma.ll : SF \approx 2$$

4. Eksentrisitas

$$e = \frac{\sum M.driving}{Rv} = \frac{Pq.(H/2) + PE.(H/3)}{Rv} \dots\dots\dots(3.15)$$

$$e \leq \frac{1}{6}.L \Rightarrow \frac{q.Ka.\frac{H^2}{2} + \gamma.Ka.\frac{H^3}{6}}{H.L.\gamma + q.L} \dots\dots\dots(3.16)$$

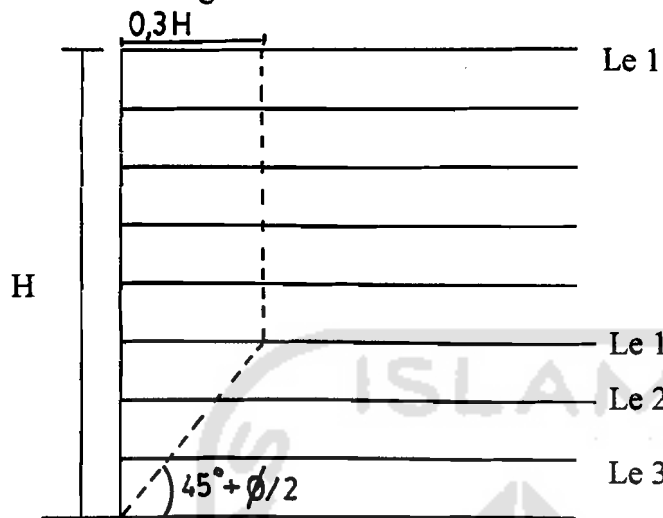
5. *Slope stability*

$$FS = \frac{\sum b.c + \sum N.tan\phi}{\sum T} \dots\dots\dots(3.17)$$

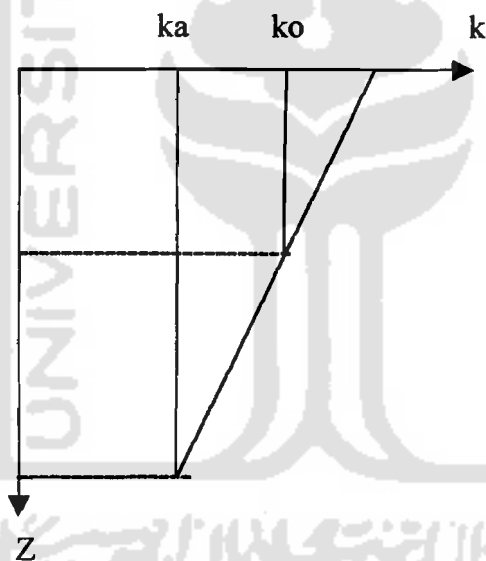
b. Stabilitas Internal

1. Dengan menggunakan *precast facing elemen* dipakai *spacing* (jarak antar *reinforcement*) Ukuran SV x SH

2. Gunakan bilinear garis keruntuhan



Distribusi tegangan horisontal



$$k_o = 1 - \sin \phi ; \quad k_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = SH \cdot SV \cdot \gamma \cdot z \cdot k \dots\dots\dots(3.18)$

Kapasitas tarik *reinsforcement* = $FT = Ar \cdot \sigma$ ijin $\dots\dots\dots(3.19)$

SF terhadap *rupture* = FT / FH

Gaya horisontal yang ditahan tanah *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$Pf = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot Le1 \dots\dots\dots(3.20)$$

SF terhadap *pullout* = Pf / FH

BAB IV

METODE ANALISIS

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Jenis Data

1. Data pokok : data hasil penyelidikan tanah yang digunakan sebagai sampel data dalam perhitungan ditambah data bahan geotekstil yang digunakan sebagai perkuatan.
2. Data penunjang berupa buku-buku, makalah-makalah seminar, brosur-brosur serta tulisan-tulisan ilmiah.

4.1.2 Sumber Data

1. Data pokok diperoleh dari:
 - a. Data tanah diperoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
 - b. Data geotekstil diperoleh dari PT Geomat Indonesia Jakarta.
2. Data penunjang diperoleh dari perpustakaan UII, staf pengajar, PT Geomat Indonesia Jakarta.

4.2 Analisis Desain Penggunaan Geotekstil Untuk Perkuatan Tanah

Kekuatan tanah didasarkan pada kuat geser (*shear strength*) tanah tersebut.

Menurut *Coulomb* (1776)

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana : c = kohesi

σ = tegangan normal pada bidang patah

ϕ = sudut gesek dalam

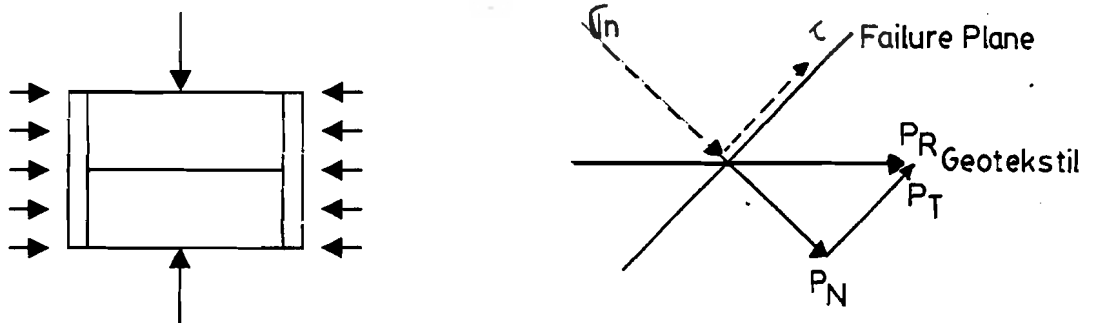
Rumus diatas dapat ditinjau terhadap daya dukung tanah (*bearing capacity*) maupun terhadap kemantapan lereng (*slope stability*). Hal ini juga sesuai dengan aplikasi geotekstil untuk perkuatan, selain untuk mencegah kelongsoran lereng juga untuk meningkatkan daya dukung tanah.

Analisis terhadap pengaruh geotekstil untuk menunjang fungsi tersebut, didekati dengan dua macam uji :

a. *Axial Compression Test* (uji kompresi aksial)

Ini dapat dilakukan baik *Three Axial Compression Test* maupun dengan *Unconfined Compression Test*.

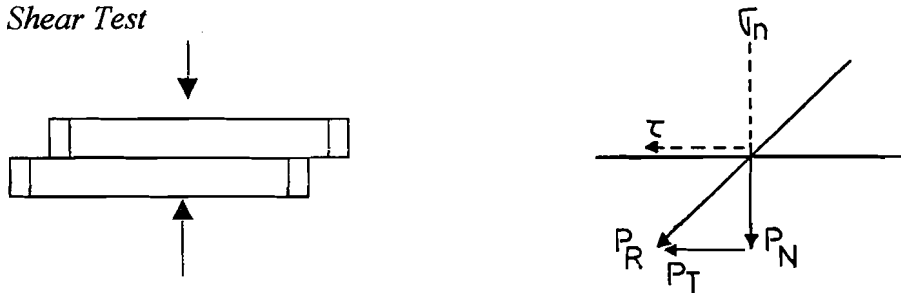
Keruntuhan percontohan tanah, serta peran geotekstil dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Keruntuhan Percontohan Tanah serta Peran Geotekstil

(Sumber : M.Irsyad,1994)

b. *Direct Shear Test*



Gambar 4.2. Keruntuhan percontohan tanah serta peran geotekstil

(Sumber : M.Irsyad,1994)

Dari kedua uji tersebut, dapat dilihat bahwa gaya tarik yang dimiliki geotekstil, akan dapat menambah nilai tegangan normal, juga akan dapat memberikan tambahan tahanan geser. Dengan bertambahnya nilai tegangan normal dan tegangan geser, maka sesuai rumus *Coulomb*, berarti tanah tersebut akan lebih mempunyai kemampuan dalam menahan beban.

Telah dikemukakan bahwa penggunaan geotekstil untuk perkuatan, umumnya dalam meningkatkan daya dukung tanah dan kemantapan lereng.

4.2.1 Perencanaan Geotekstil Sebagai Perkuatan

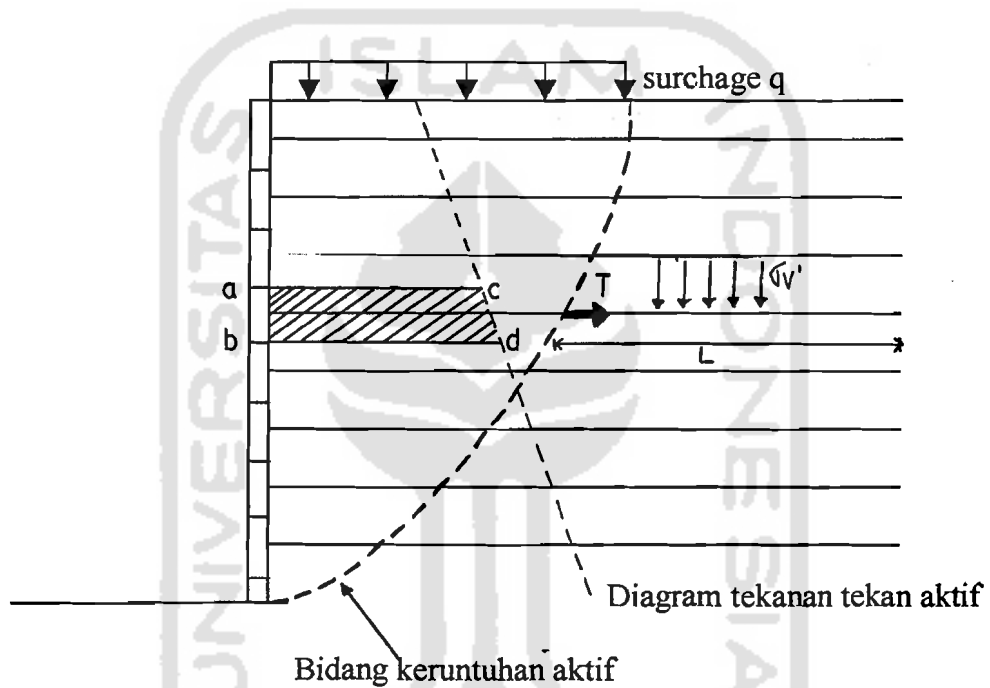
Untuk perencanaan geotekstil sebagai perkuatan perlu diketahui parameter-parameter sebagai berikut :

- a. Besarnya gaya tarik atau tegangan tarik maksimum yang akan bekerja pada geotekstil
- b. Besarnya tegangan geser maksimum yang bekerja pada sisi bidang kontak antara geotekstil dengan tanah.

Gaya atau tegangan tarik maksimum diperlukan untuk mendapatkan jenis geotekstil yang sesuai, sedangkan tegangan geser maksimum untuk menentukan *minimum length of embedment* (jarak minimum masuknya geotekstil kedalam

tanah yang stabil) dari bahan geotekstil. Bila jarak minimum tersebut memenuhi, bahan geotekstil tersebut tidak akan tercabut keluar dari tanah akibat tegangan tarik yang bekerja. .

Sebagai contoh untuk design diberikan kondisi suatu dinding penahan tanah dengan sistem *soil reinforcement*, terlihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 4.1 Dasar Perencanaan Tegangan Tarik dan Panjang Lengan Penjangkar

Gaya T pada setiap geotekstil diketahui dengan cara sebagai berikut :

T = besarnya gaya aktif pada bidang ab

= (luas diagram tegangan tanah aktif $abcd$) x (lebar horisontal panel dinding)

Kemudian dari keseimbangan gaya yang bekerja pada geotekstil didapat :

T_{\max} geser x luas permukaan bahan geotekstil

$$T \times SF \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana :

τ_{max} = tegangan geser maksimum antara geotekstil dengan tanah

SF = suatu angka keamanan (*safety facto*)

Harga τ_{max} dapat dicari dari :

$$\tau_{max} = \sigma_v \cdot C_g \dots \dots \dots (4.3)$$

dimana :

σ_v = tegangan vertikal efektif dari overburden pressure di kedalaman tanah tersebut

C_g = koefisien geser antara bahan geotekstil dengan tanah (didapat dari test laboratorium)

Jadi luas permukaan geotekstil diluar bidang kelongsoran (=A) dapat dicari :

$$A = \frac{SF \cdot T}{\sigma_v \cdot C_g} \dots \dots \dots (4.4)$$

Bila d lebar bahan geotekstil maka :

$$L \cdot d = \frac{SF \cdot T}{\sigma_v \cdot C_g} \dots \dots \dots (4.5)$$

4.3 Kestabilan Eksternal (*External Stability*)

Yang dimaksud dengan kestabilan eksternal adalah kestabilan dari seluruh sistem perkuatan, sudah merupakan satu kesatuan antara geotekstil sebagai perkuatan dengan tanahnya.

Dilakukan beberapa tinjauan terhadap kestabilan eksternal ini yaitu :

- a. *sliding along the base*

- b. *overturning about the toe*
- c. *bearing capacity of the foundation*
- d. *exentrisitas*
- e. *slope stability*

4.4 Kestabilan Internal (*Internal Stability*)

Yang dimaksud dengan kestabilan internal adalah kestabilan dari elemen penunjang, dalam hal ini geotekstil dan interaksi dengan tanah, akibat adanya beban luar.

Dilakukan beberapa tinjauan terhadap kestabilan internal ini yaitu :

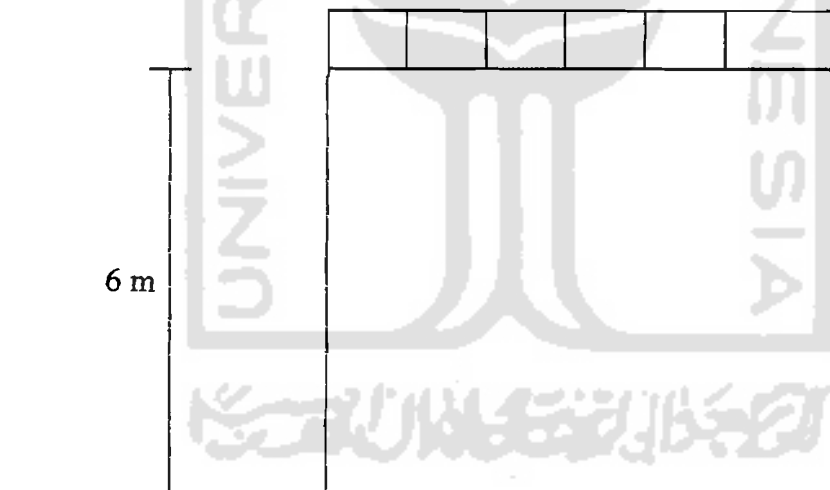
- a. *failure surface*
- b. *earth pressure koefficient*
- c. *pullout capacity*
- d. *durabilitas*

BAB V

ANALISIS PERKUATAN TANAH

5.1 Data Perencanaan

Lereng dengan ketinggian 6,00 meter direncanakan untuk dari muka tanah (+0,00) sampai kedalaman 6,00 meter menggunakan perkuatan tanah dengan geotekstil (*Sheet reinforced dan Strip reinforced*)



Gambar 5.1 Kondisi Lereng

Data tanah :

Kadar air = 10 % ; *Specific gravity* = 2,60 ; kadar pori = 30 %. Muka air tanah pada kedalaman = 12 meter dibawah muka tanah. Kuat geser tanah dan kuat dukung tanah efektif, dihasilkan dari data uji triaksial *Consolidated Drained* dengan 3 buah sampel (dihitung dengan grafik dan analitik).

Data uji triaksial *Consolidated Drained*

Tabel 5.1 Data Uji Triaksial *Consolidated Drained*

	beban deviator kg	tekanan air pori kg/cm ²	tekanan radial kg/cm ²
Sampel 1	40	0,40	1,00
Sampel 2	55	0,80	1,80
Sampel 3	70	1,00	2,00

F sampel tanah = 25 cm²

Data geotekstil

Sheet reinforced, kuat tarik = 6000 kg / cm²

Strip reinforced ukuran 8 cm x 0,5 cm , kuat tarik = 4500 kg / cm² ; *facing* beton bertulang tebal 7 cm, bentuk dan ukuran standar. Satu *facing* ditahan oleh empat *strip reinforced*.

Data beban luar

Diatas muka tanah dipasang konblok setebal 15 cm dan dibawah konblok terdapat lapisann pasir setebal 20 cm.

5.2 Menentukan Parameter Tanah

5.2.1 Menentukan Parameter Tegangan Tanah

Data tanah :

Kadar air (w) = 10 %

Specific gravity (berat jenis tanah) = 2,60

Kadar pori (n) = 30 %

Penyelesaian :

$$e = \frac{n}{1-n} = \frac{0,3}{1-0,3} = 0,4286$$

$$\gamma = \frac{(1+w).G_s.\gamma_w}{1+e} = \frac{(1+0,10).2,6.9,81}{1+0,4286} = 19,64 \text{ kN/m}^3 = 1,964 \text{ T/m}^3$$

5.2.2 Menentukan Parameter Kuat Geser Tanah

Data uji triaksial *Consolidated Drained*

Tabel 5.1 Data Uji Triaksial *Consolidated Drained*

	beban deviator kg	tekanan air pori kg/cm ²	tekanan radial kg/cm ²
Sampel 1	40	0,40	1,00
Sampel 2	55	0,80	1,80
Sampel 3	70	1,00	2,00

F sampel tanah = 25 cm²

Penyelesaian :

σ_1 = tekanan deviator yang memecahkan tanah

P = beban deviator yang memecahkan tanah

A = luas tampang contoh tanah

σ_1 = tekanan vertikal

σ_3 = tekanan cell ; u = tekanan air pori

a. Sampel 1

$$\sigma_{11} = \sigma_{11} - \sigma_{31}$$

$$\sigma_{11} = P / A = 40 / 25 = 1,60 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{31} = 1,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{11} = \sigma_{11} + \sigma_{31}$$

$$= 1,60 + 1,00$$

$$= 2,60 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{11} + \sigma_{31}) / 2 = (2,60 + 1,00) / 2 = 1,80 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{11} - \sigma_{31}) / 2 = (2,60 - 1,00) / 2 = 0,80 \text{ kg / cm}^2$$

Menentukan nilai parameter kuat geser dalam keadaan tekanan efektif

$$u_1 = 0,40 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma'_{11} = \sigma_{11} - u_1 = 2,60 - 0,40 = 2,20 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma'_{31} = \sigma_{31} - u_1 = 1,00 - 0,40 = 0,60 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma'_{11} + \sigma'_{31}) / 2 = (2,20 + 0,60) / 2 = 1,40 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma'_{11} - \sigma'_{31}) / 2 = (2,20 - 0,60) / 2 = 0,80 \text{ kg / cm}^2$$

b. Sampel 2

$$\sigma_{12} = \sigma_{12} - \sigma_{32}$$

$$\sigma_{12} = P / A = 55 / 25 = 2,20 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{32} = 1,80 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{12} = \sigma_{12} + \sigma_{32}$$

$$= 2,20 + 1,80$$

$$= 4,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{12} + \sigma_{32}) / 2 = (4,00 + 1,80) / 2 = 2,90 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{12} - \sigma_{32}) / 2 = (4,00 - 1,80) / 2 = 1,10 \text{ kg / cm}^2$$

Menentukan nilai parameter kuat geser dalam keadaan tekanan efektif

$$u_2 = 0,80 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma'_{12} = \sigma_{12} - u_2 = 4,00 - 0,80 = 3,20 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma'_{32} = \sigma_{32} - u_2 = 1,80 - 0,80 = 1,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma'_{12} + \sigma'_{32}) / 2 = (3,20 + 1,00) / 2 = 2,10 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma'_{12} - \sigma'_{32}) / 2 = (3,20 - 1,00) / 2 = 1,10 \text{ kg / cm}^2$$

c. Sampel 3

$$\sigma_{13} = \sigma_{13} - \sigma_{33}$$

$$\sigma_{13} = P / A = 70 / 25 = 2,80 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{33} = 2,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{13} = \sigma_{13} + \sigma_{33}$$

$$= 2,80 + 2,00$$

$$= 4,80 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{13} + \sigma_{33}) / 2 = (4,80 + 2,00) / 2 = 3,40 \text{ kg / cm}^2$$

$$(\sigma_{13} - \sigma_{33}) / 2 = (4,80 - 2,00) / 2 = 1,40 \text{ kg / cm}^2$$

Menentukan nilai parameter kuat geser dalam keadaan tekanan efektif

$$u_3 = 1,00 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma'_{13} = \sigma_{13} - u_3 = 4,80 - 1,00 = 3,80 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_{33} = \sigma_{33} - u_3 = 2,00 - 1,00 = 1,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma'_{13} + \sigma'_{33}) / 2 = (3,80 + 1,00) / 2 = 2,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\sigma'_{13} - \sigma'_{33}) / 2 = (3,80 - 1,00) / 2 = 1,40 \text{ kg/cm}^2$$

1. Menentukan besarnya parameter kuat geser tanah dan kuat dukung tanah efektif dengan cara analitik :

$$\text{Rumus : } \sigma'_1 = \sigma'_3 \cdot m'^2 + 2 \cdot c' \cdot m'$$

$$m' = \text{tg} (45^\circ + \emptyset / 2)$$

$$\text{Sampel 1} \quad 2,20 = 0,60 \cdot m'^2 + 2 \cdot c' \cdot m' \quad 1)$$

$$\text{Sampel 2} \quad 3,20 = \quad \cdot m'^2 + 2 \cdot c' \cdot m' \quad 2)$$

$$\text{Sampel 3} \quad 3,80 = \quad \cdot m'^2 + 2 \cdot c' \cdot m' \quad 3)$$

$$\hline 9,20 = 2,60 \cdot m'^2 + 6 \cdot c' \cdot m' \quad \text{I)}$$

$$1) \times 2,20 \quad 4,84 = 1,32 \cdot m'^2 + 4,4 \cdot c' \cdot m'$$

$$2) \times 3,20 \quad 10,24 = 3,20 \cdot m'^2 + 6,4 \cdot c' \cdot m'$$

$$3) \times 3,80 \quad 14,44 = 3,80 \cdot m'^2 + 7,6 \cdot c' \cdot m'$$

$$\hline 29,52 = 8,32 \cdot m'^2 + 18,4 \cdot c' \cdot m' \quad \text{II)}$$

$$6 \times \text{II}) \quad 177,12 = 49,92 \cdot m'^2 + 110,4 \cdot c' \cdot m'$$

$$18,4 \times \text{I}) \quad 169,28 = 47,84 \cdot m'^2 + 110,4 \cdot c' \cdot m'$$

$$7,84 = 2,08 \cdot m'^2$$

$$m'^2 = 3,77$$

Didapatkan $m' = 1,94$

$$m' = \operatorname{tg} (45^\circ + \varnothing' / 2)$$

$$1,94 = \operatorname{tg} (45^\circ + \varnothing' / 2)$$

$$\operatorname{arc} \operatorname{tg} 1,94 = (45^\circ + \varnothing' / 2) \quad \longrightarrow \quad \varnothing' = 35,46^\circ$$

Harga $m' = 1,94$ dimasukkan kedalam persamaan I) diperoleh harga $c' = -0,0507$



2. Menentukan besarnya parameter kuat geser tanah dan kuat dukung tanah efektif dengan cara grafik :

Diambil nilai rata-rata

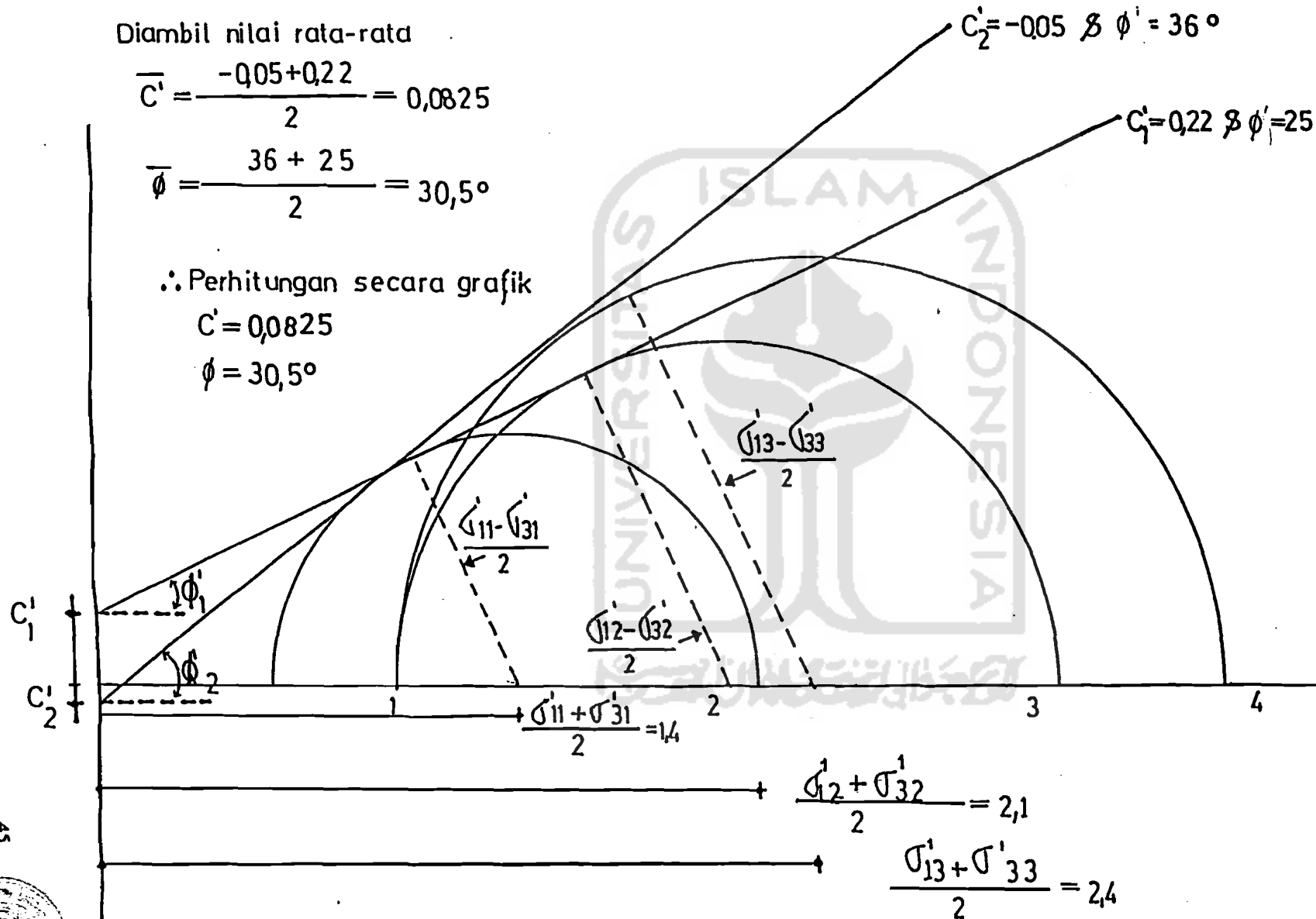
$$\bar{C}' = \frac{-0,05 + 0,22}{2} = 0,0825$$

$$\bar{\phi} = \frac{36 + 25}{2} = 30,5^\circ$$

∴ Perhitungan secara grafik

$$C' = 0,0825$$

$$\phi = 30,5^\circ$$

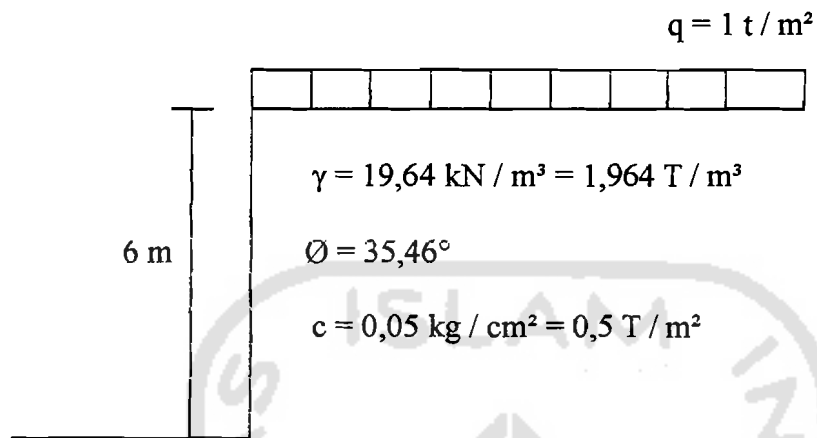


GAMBAR 5.2 DIAGRAM LINGKARAN MOHR
UNTUK MENENTUKAN HARGA ϕ DAN C'



5.3 Analisis Perkuatan Tanah

5.3.1 Perkuatan Tanah Dengan *Sheet Reinsforced*



Gambar 5.3 Kondisi Lereng

Ditinjau tiap 1 meter arah panjang — bidang gambar

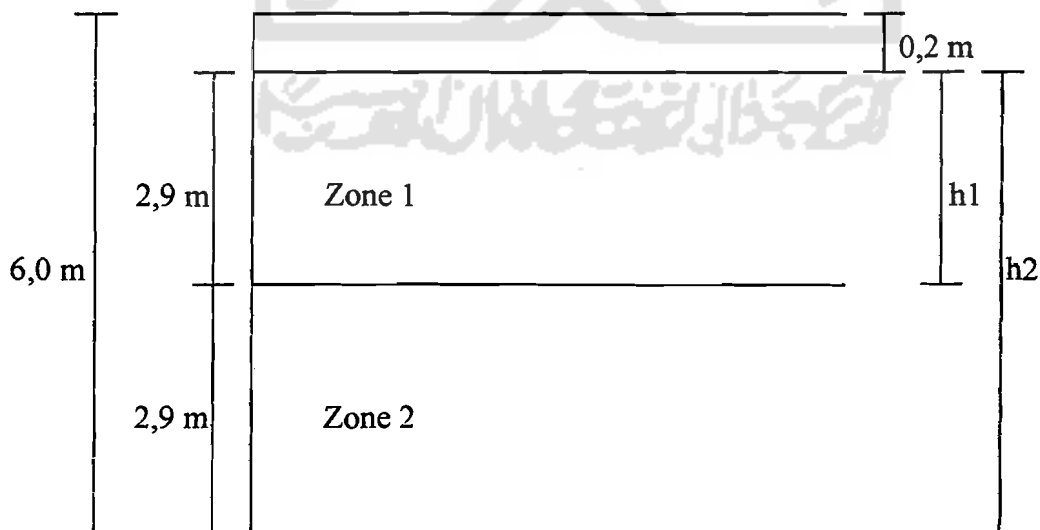
A. Menentukan lebar antara geotekstil

Geotekstil menggunakan Stablenka 400 / 100 dengan kuat tarik :

$$T_u = 40 \text{ T/m}$$

$$T_a = T_u / 3 = 40 / 3 = 13,3333 \text{ T/m}$$

Lereng dibagi menjadi dua zone



Gambar 5.4 Pembagian Lereng Menjadi Dua Zone

Jarak antar lembar

a. Zone 1

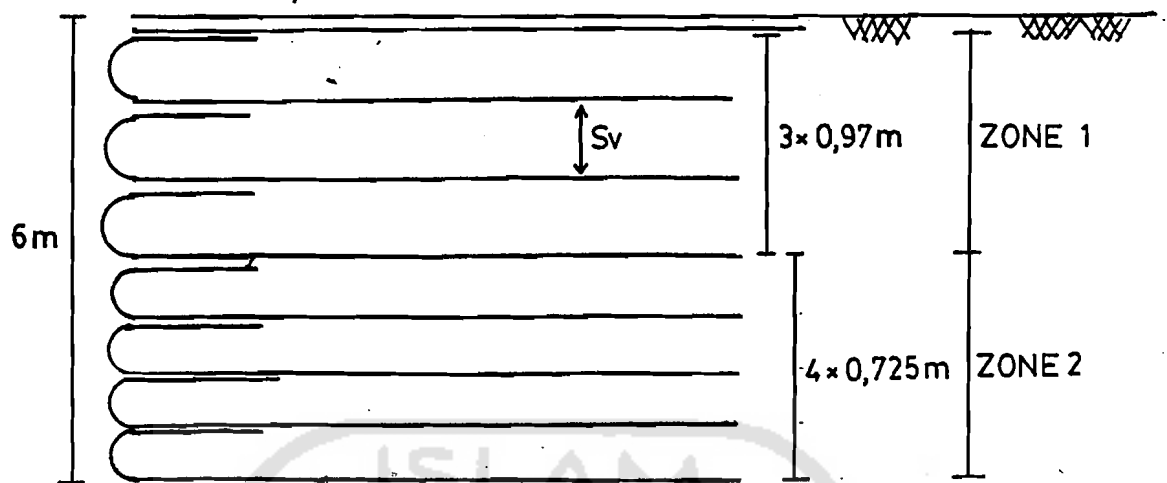
$$\begin{aligned}\sigma_{hc_1} &= h_1 \cdot \gamma \cdot k_0 \\ &= 2,9 \cdot 1,964 \cdot (1 - \sin \emptyset) \\ &= 2,9 \cdot 1,964 \cdot (1 - \sin 35,46^\circ) \\ &= 2,3914 \text{ T / m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Spacing : } S_{v_1} &= T_a / (\sigma_{hc_1} \cdot SF) \quad SF = 1,5 \\ &= 13,3333 / (2,3914 \cdot 1,5) \\ &= 3,7170 \text{ m}\end{aligned}$$

b. Zone 2

$$\begin{aligned}\sigma_{hc_2} &= h_2 \cdot \gamma \cdot k_0 \\ &= 5,8 \cdot 1,964 \cdot (1 - \sin \emptyset) \\ &= 5,8 \cdot 1,964 \cdot (1 - \sin 35,46^\circ) \\ &= 4,7828 \text{ T / m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Spacing : } S_{v_2} &= T_a / (\sigma_{hc_2} \cdot SF) \quad SF = 1,5 \\ &= 13,3333 / (4,7828 \cdot 1,5) \\ &= 1,8585 \text{ m}\end{aligned}$$



Gambar 5.5 Spacing tiap Zone

B. Menentukan Panjang Geotekstil

Tinjauan stabilitas eksternal

1. Stabilitas terhadap geser

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi / 2) = \tan^2 (45 - 35,46^\circ / 2) = 0,2657$$

$$SF = 1,5$$

$$L = \frac{SF \cdot K_a \cdot (q + 0,5 \cdot \gamma \cdot H)}{\gamma \cdot \tan \phi} = \frac{1,5 \cdot 0,2657 \cdot (1 + 0,5 \cdot 1,964 \cdot 6)}{1,964 \cdot \tan 35,46} = 1,96m$$

2. Stabilitas terhadap guling

$$SF = 2,0$$

$$L^2 = \frac{SF \cdot H \cdot K_a \cdot (q + 1/3 \cdot \gamma \cdot H)}{\gamma} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 0,2657 \cdot (1 + 1/3 \cdot 1,964 \cdot 6)}{1,964} = 8m \rightarrow L = 2,83m$$

3. Stabilitas terhadap kapasitas dukung

$$\sigma_{ult} = q_u \cdot SF = 10 \cdot 2 = 20T / m^2$$

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{H \cdot \gamma + q} = \frac{20}{6 \cdot 1,964 + 1} = 1,56 \text{ m}$$

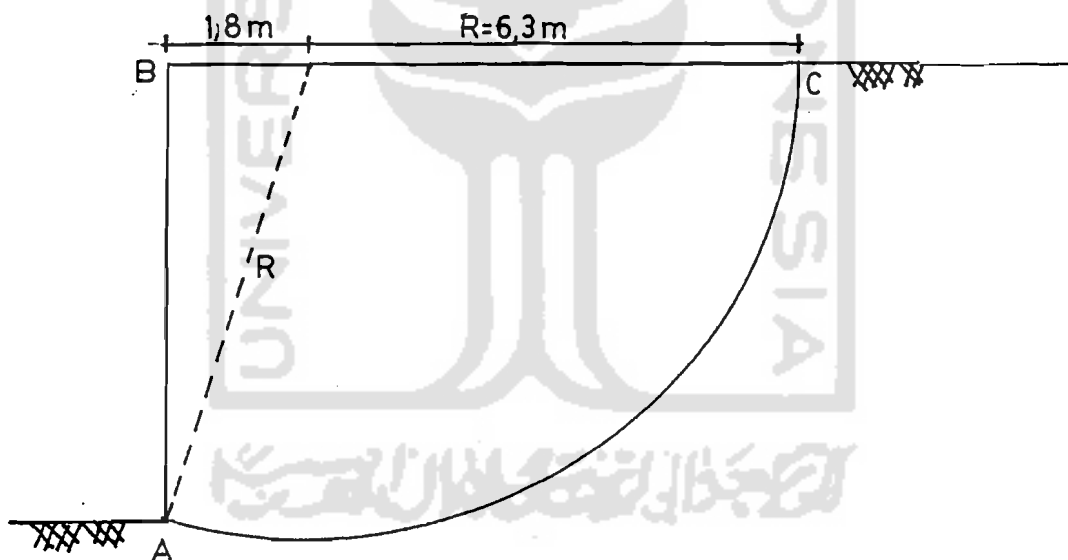
4. Eksentrisitas

$$1/6L = \frac{q \cdot Ka \cdot \frac{H^2}{2} + \gamma \cdot Ka \cdot \frac{H^3}{6}}{H \cdot L \cdot \gamma + q \cdot L} = \frac{1 \cdot 0,2657 \cdot \frac{6^2}{2} + 1,964 \cdot 0,2657 \cdot \frac{1}{6} \cdot 6^3}{6 \cdot L \cdot 1,964 + 1 \cdot L}$$

$$12,784 \cdot L^2 = 141,4119 \rightarrow L = 3,33 \text{ m}$$

Digunakan $L = 3 \text{ m}$

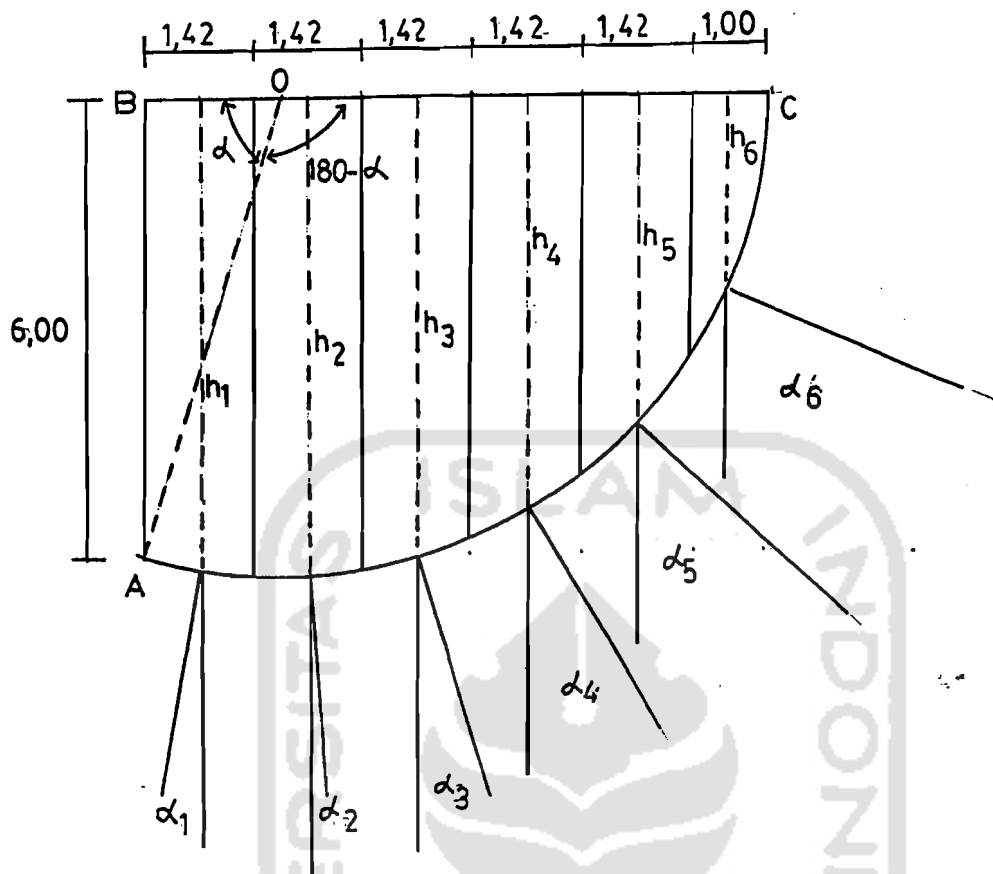
5. Stabilitas Lereng



Gambar 5.6. Bidang Longsor pada Lereng

Lingkaran longsor diasumsikan seperti gambar diatas

- pusat lingkaran berada pada jarak 1,8 m dari tepi lereng
- bidang longsor dibagi dalam 6 pias / bagian, 5 bagian dengan lebar 1,42 m ;
1 bagian dengan lebar 1 m



Gambar 5.7. Pembagian daerah Longsor menjadi Enam Pias

Menentukan panjang busur AC

$$\alpha = \text{arc. tan} \frac{6}{1,8} = 73,3^\circ$$

$$\text{Panjang busur AC} = \frac{180 - \alpha}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R = \frac{180 - 73,3^\circ}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 6,3 = 11,732 \text{ m}$$

Angka keamanan

$$SF = \frac{L_{AC} \cdot C + \sum N \cdot \tan \varphi}{\sum T} \cdot 1,5$$

dengan :

$$L_{AC} = \text{Panjang busur bidang longsor AC} = 11,732 \text{ m}$$

$$C = \text{kohesi tanah} = 0,5 \text{ T / m}^2$$

$$\phi = \text{sudut gesek dalam tanah} = 35,46^\circ$$

$$\Sigma N = W_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$\Sigma T = W_i \cdot \sin \alpha_i$$

$$w = \text{Berat tiap bagian permeter panjang} = b_i \cdot h_i \cdot \gamma$$

$$\gamma = \text{Berat volume tanah} = 1,964 \text{ T / m}^3$$

$$h = \text{Tinggi permukaan dari dasar bidang longsor} = a_i / \tan \alpha_i$$

$$R = \text{Jari-jari lingkaran longsor} = 6,3 \text{ m}$$

$$a_i = \text{Jarak horisontal pusat pias dari pusat lingkaran}$$

$$\alpha_i = \text{Sudut geser singgung masing-masing pias}$$

$$= \arcsin a_i / R$$

Tabel 5.2 Perhitungan Stabilitas Lereng

Pias	b (m)	a _i (m)	α _i (°)	h (m)	W (ton)	cos α _i	sin α _i	N (ton)	T (ton)
1	1,42	1,09	9,96	6,207	17,311	0,9849	0,1730	17,0496	2,9948
2	1,42	0,33	3,0	6,297	17,562	0,9986	0,0523	17,5374	0,9185
3	1,42	1,75	16,13	6,051	16,876	0,9606	0,2778	16,2111	4,6882
4	1,42	3,17	30,21	5,444	15,183	0,8642	0,5032	13,1211	7,6401
5	1,42	4,59	46,77	4,315	12,034	0,6849	0,7286	8,2421	8,7680
6	1,42	5,80	67,02	2,460	6,861	0,3904	0,9206	2,6785	6,3162
								74,8398	31,3258

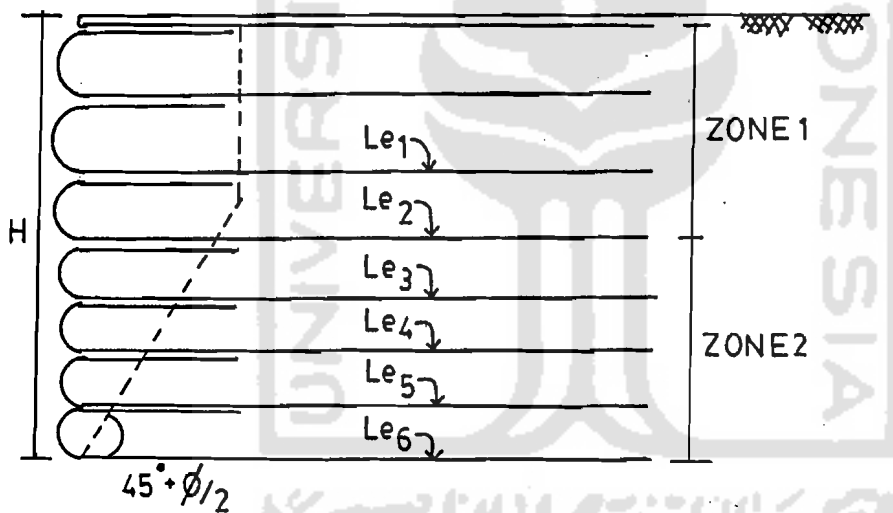
Maka angka keamanan :

$$SF = \frac{L_{AC}.C + \sum N.\tan.\varphi}{\sum T}$$

$$SF = \frac{(11,732 \times 0,5) + (74,839 \times \tan.35,46)}{31,3258} = 1,89 \times 1,5 \rightarrow Ok$$

C. Stabilitas Internal

Panjang efektif geotekstil (Le) :



Gambar 5.8 Panjang Efektif Geotekstil

Perhitungan angka keamanan tiap lembar geotekstil :

$$K_o = 1 - \sin \varnothing = 1 - \sin 35,46^\circ = 0,4199$$

$$K_a = 0,2657$$

$$T_a = 13,3333 \text{ T / m'}$$

$$\gamma = 1,964 \text{ T / m}^3$$

$$\mu = \tan 2.\varnothing / 3 = \tan 2.35,46^\circ / 3 = 0,4377$$

Kedalaman 1,17 m

$$z = 1,17 \text{ m} ; S_v = 0,97 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_1} = 2,3914 \text{ T/m}^2$$

$$L_{e_1} = 1,2 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$FH = S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma$$

$$= 0,97 \cdot 0,4199 \cdot 1,17 \cdot 1,964$$

$$= 0,9359 \text{ T/m'}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$P_f = 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu$$

$$= 2 \cdot 1,964 \cdot 1,17 \cdot 1,2 \cdot 0,4377$$

$$= 2,4139 \text{ T/m'}$$

Angka keamanan

$$SF = P_f / FH = 2,4139 / 0,9359 = 2,579 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (2,3914 \cdot 0,97 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 1,17 \cdot 0,4377) = 1,7297 \text{ m}$$

Kedalaman 2,14 m

$$z = 2,14 \text{ m} ; S_v = 0,97 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_1} = 2,3914 \text{ T/m}^2$$

$$L_{e_1} = 1,2 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$\begin{aligned} FH &= S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma \\ &= 0,97 \cdot 0,4199 \cdot 2,14 \cdot 1,964 \\ &= 1,7119 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$\begin{aligned} P_f &= 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu \\ &= 2 \cdot 1,964 \cdot 2,14 \cdot 1,2 \cdot 0,4377 \\ &= 4,4151 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Angka keamanan

$$SF = P_f / FH = 4,4151 / 1,7119 = 2,58 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$\begin{aligned} l_o &= (\sigma_{hc_1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu) \\ &= (2,3914 \cdot 0,97 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 2,14 \cdot 0,4377) = 0,9457 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman 3,00 m

$$z = 3,00 \text{ m} ; S_v = 0,97 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_1} = 2,3914 \text{ T / m}^2$$

$$L_{e_2} = 1,52 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$\begin{aligned} FH &= S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma \\ &= 0,97 \cdot 0,4199 \cdot 3,00 \cdot 1,964 \\ &= 2,3998 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$\begin{aligned} P_f &= 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu \\ &= 2 \cdot 1,964 \cdot 3,00 \cdot 1,52 \cdot 0,4377 \\ &= 7,8399 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Angka keamanan

$$SF = P_f / F_H = 7,8399 / 2,3998 = 3,267 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$\begin{aligned} l_o &= (\sigma_{hc1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu) \\ &= (2,3914 \cdot 0,97 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 3,00 \cdot 0,4377) = 0,6746 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman 3,725 m

$$z = 3,725 \text{ m} ; S_v = 0,725 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc2} = 4,7828 \text{ T / m}^2$$

$$L_{e3} = 1,89 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$\begin{aligned} F_H &= S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma \\ &= 0,725 \cdot 0,4199 \cdot 3,725 \cdot 1,964 \\ &= 2,2272 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$\begin{aligned} P_f &= 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu \\ &= 2 \cdot 1,964 \cdot 3,725 \cdot 1,89 \cdot 0,4377 \\ &= 12,1042 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Angka keamanan

$$SF = Pf / FH = 12,1042 / 2,2272 = 5,4347 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu) \\ = (4,7828 \cdot 0,725 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 3,725 \cdot 0,4377) = 0,8122 \text{ m}$$

Kedalaman 4,45 m

$$z = 4,45 \text{ m} ; S_v = 0,725 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_2} = 4,7828 \text{ T/m}^2$$

$$L_{e_4} = 2,27 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$FH = S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma \\ = 0,725 \cdot 0,4199 \cdot 4,45 \cdot 1,964 \\ = 2,6606 \text{ T/m'}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$Pf = 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu \\ = 2 \cdot 1,964 \cdot 4,45 \cdot 2,27 \cdot 0,4377 \\ = 17,3674 \text{ T/m'}$$

Angka keamanan

$$SF = Pf / FH = 17,3674 / 2,6606 = 6,528 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu) \\ = (4,7828 \cdot 0,725 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 4,45 \cdot 0,4377) = 0,6798 \text{ m}$$

Kedalaman 5,175 m

$$z = 5,175 \text{ m} ; S_v = 0,725 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_2} = 4,7828 \text{ T / m}^2$$

$$L_{e_5} = 2,64 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$FH = S_v \cdot k_o \cdot z \cdot \gamma$$

$$= 0,725 \cdot 0,4199 \cdot 5,175 \cdot 1,964$$

$$= 3,094 \text{ T / m'}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

$$P_f = 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot L_e \cdot \mu$$

$$= 2 \cdot 1,964 \cdot 5,175 \cdot 2,64 \cdot 0,4377$$

$$= 23,4889 \text{ T / m'}$$

Angka keamanan

$$SF = P_f / FH = 23,4889 / 3,0941 = 7,5915 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7828 \cdot 0,725 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 5,175 \cdot 0,4377) = 0,5846 \text{ m}$$

Kedalaman 6,00 m

$$z = 6,00 \text{ m} ; S_v = 0,725 \text{ m} ; SF = 1,5$$

$$\sigma_{hc_2} = 4,7828 \text{ T / m}^2$$

$$L_{e_6} = 3,00 \text{ m}$$

Gaya horisontal yang dipikul geotekstil

$$\begin{aligned} FH &= Sv \cdot ko \cdot z \cdot \gamma \\ &= 0,725 \cdot 0,4199 \cdot 6,00 \cdot 1,964 \\ &= 3,5874 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Gaya horisontal yang ditahan geotekstil akibat gesekan dengan tanah

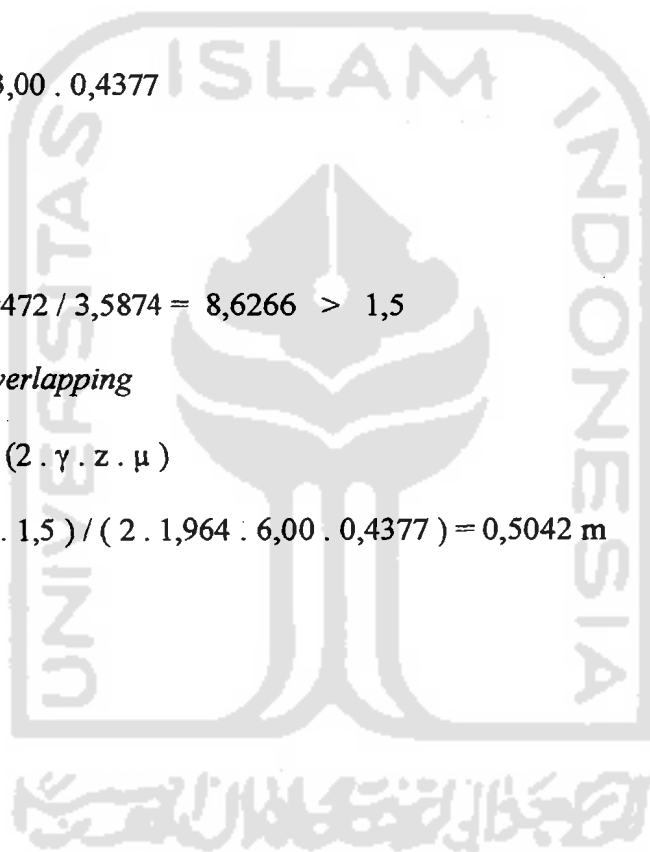
$$\begin{aligned} Pf &= 2 \cdot \gamma \cdot z \cdot Le \cdot \mu \\ &= 2 \cdot 1,964 \cdot 6,00 \cdot 3,00 \cdot 0,4377 \\ &= 30,9472 \text{ T / m} \end{aligned}$$

Angka keamanan

$$SF = Pf / FH = 30,9472 / 3,5874 = 8,6266 > 1,5$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$\begin{aligned} lo &= (\sigma_{hc1} \cdot Sv \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu) \\ &= (4,7828 \cdot 0,725 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 6,00 \cdot 0,4377) = 0,5042 \text{ m} \end{aligned}$$

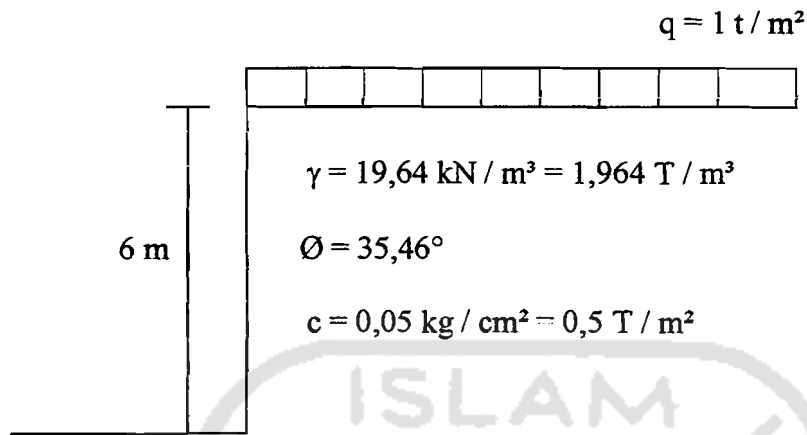


Tabel 5.3 Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil *Overlapping*

No	Sv (m)	Z (m)	FH (T /m')	Le (m)	Pf (T /m')	σ_{hc} (T/m ²)	Lo (m)	SF
1	0,97	1,17	0,9359	1,2	2,4139	2,3914	1,7297	2,579
2	0,97	2,14	1,7119	1,2	4,4151	2,3914	0,9457	2,580
3	0,97	3,00	2,3998	1,52	7,8399	2,3914	0,8746	3,267
4	0,725	3,725	2,2272	1,89	12,1042	4,7828	0,8122	5,4347
5	0,725	4,45	2,6606	2,27	17,3674	4,7828	0,6798	6,528
6	0,725	5,175	3,0940	2,64	23,4889	4,7828	0,5846	7,5915
7	0,725	6,00	3,5874	3,00	30,9472	4,7828	0,5042	8,6266

SF > 1,5 jadi panjang geotekstil yang digunakan 3 m

5.3.2 Perkuatan Tanah Dengan *Strip Reinforced*



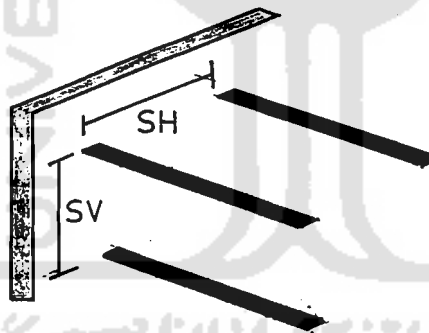
Gambar 5.9 Kondisi Lereng

Data geotekstil :

Strip reinforced ukuran 8 cm x 0,5 cm , kuat tarik = 4500 kg / cm² ,

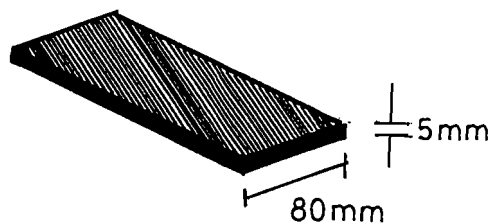
menggunakan *facing* beton bertulang, dipakai *spacing* (jarak antara *strip*)

SV = 0,70 m, SH = 1,00 m

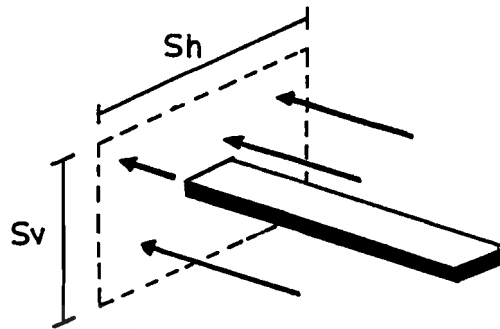


Gambar 5.10 *Facing element*

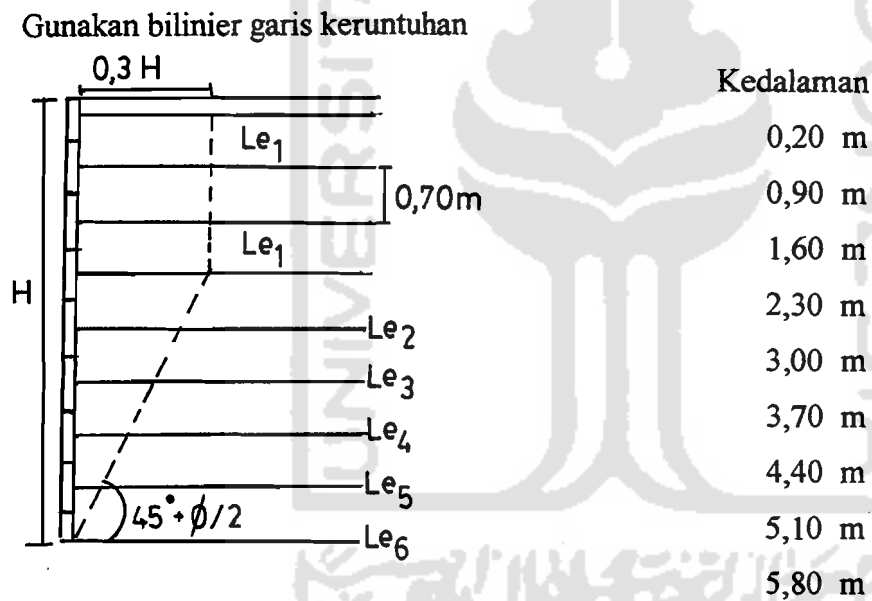
Gunakan ukuran strip : 80 mm x 5 mm



Gambar 5.11 Strip



Gambar 5.12 Luas Bidang yang Dipikul Satu Strip



Gambar 5.13 Desain Perkuatan

$$k_o = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 35,46^\circ = 0,4199 ; k_a = \tan^2 (45^\circ - \phi / 2) = 0,2657$$

Digunakan strip ukuran : 80 mm x 5 mm

$$\sigma_{ijin \text{ tarik}} = 4500 \text{ kg / cm}^2 = 4,5 \text{ Ton / cm}^2$$

$$L_{e1} = 3 - (0,3 \cdot 6) = 3 - 1,8 = 1,2 \text{ m}$$

$$L_{e2} = (3 - 1,8) + 0,52 \times 0,70 = 1,564 \text{ m}$$

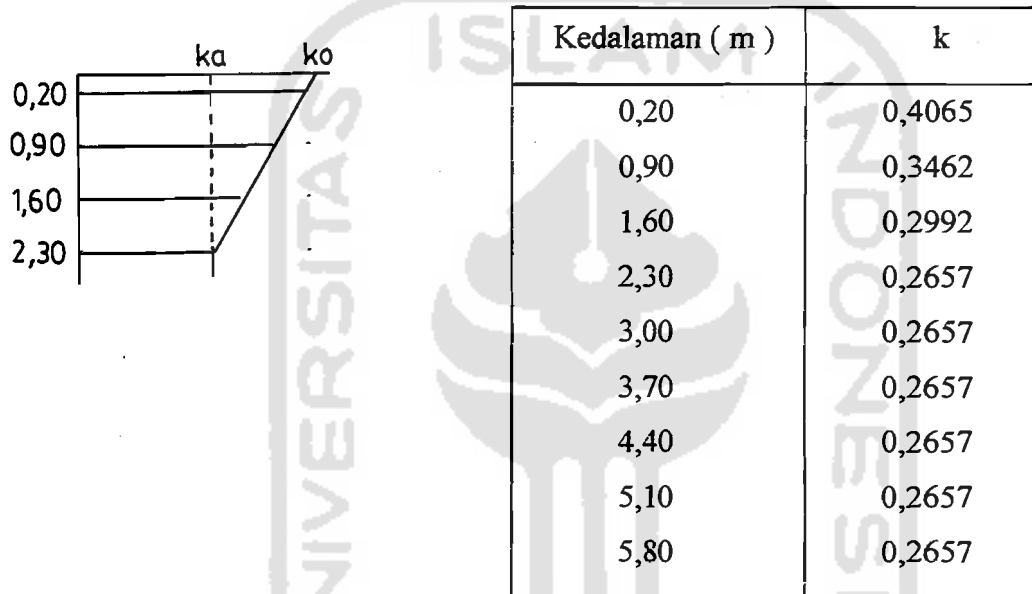
$$Le_3 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 1,40 = 1,928 \text{ m}$$

$$Le_4 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 2,10 = 2,292 \text{ m}$$

$$Le_5 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 2,80 = 2,656 \text{ m}$$

$$Le_6 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 3,50 = 3,00 \text{ m}$$

Distribusi tegangan horisontal



A. External Stability

1. Sliding along the base

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35,46^\circ}{2} \right) = 0,2657$$

$$L = \frac{SF \cdot Ka \cdot (q + \gamma \cdot \frac{H}{2})}{\gamma \cdot \tan \varphi} = \frac{1,5 \cdot 0,2657 \cdot (1 + 1,96 \cdot \frac{6}{2})}{1,96 \cdot \tan 35,46^\circ} = 1,9642 \text{ m}$$

2. Overturning about the toe

$$L^2 = \frac{SF.H.Ka.(q + 1/3.\gamma.H)}{\gamma} = \frac{2.6.0,2657.(1 + 1/3.1,96.6)}{1,96} = 8,0035$$

$$L = 2,829.m$$

3. Bearing capacity

$$\text{Berat tanah untuk reinforcement} = L . H . 1 . \gamma = L \times 6 \times 1 \times 1,964 = 11,76L$$

$$\text{Berat tanah : } q = (11,76 + 1) . L = 12,76.L \text{ ton} = \sigma_v$$

$$L = \frac{SF.\sigma_v}{q_{ult}} = \frac{SF.(12,76.L)}{30} \Rightarrow SF = \frac{30.L}{12,76.L}; \text{ untuk } L = 2,00.m$$

$$SF = \frac{60}{25,52} = 2,35 \rightarrow \text{Jadi } L \geq 2,00.m \rightarrow \text{OK}$$

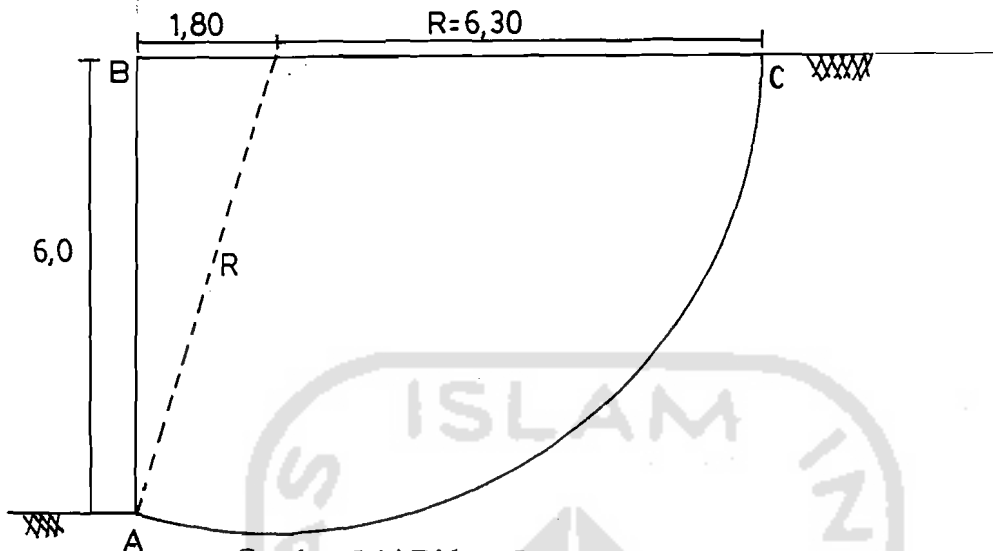
4. Eksentrisitas

$$1/6.L = \frac{q.Ka.H^2/2 + \gamma.Ka.H.3/6}{H.L.\gamma + q.L} = \frac{1.0,2657.36/2 + 1,96.0,2657.6.3/6}{6.L.1,96 + 1.L}$$

$$L^2 = \frac{6,344916.6}{12,76} = 2,9835 \rightarrow L = 1,73.m$$

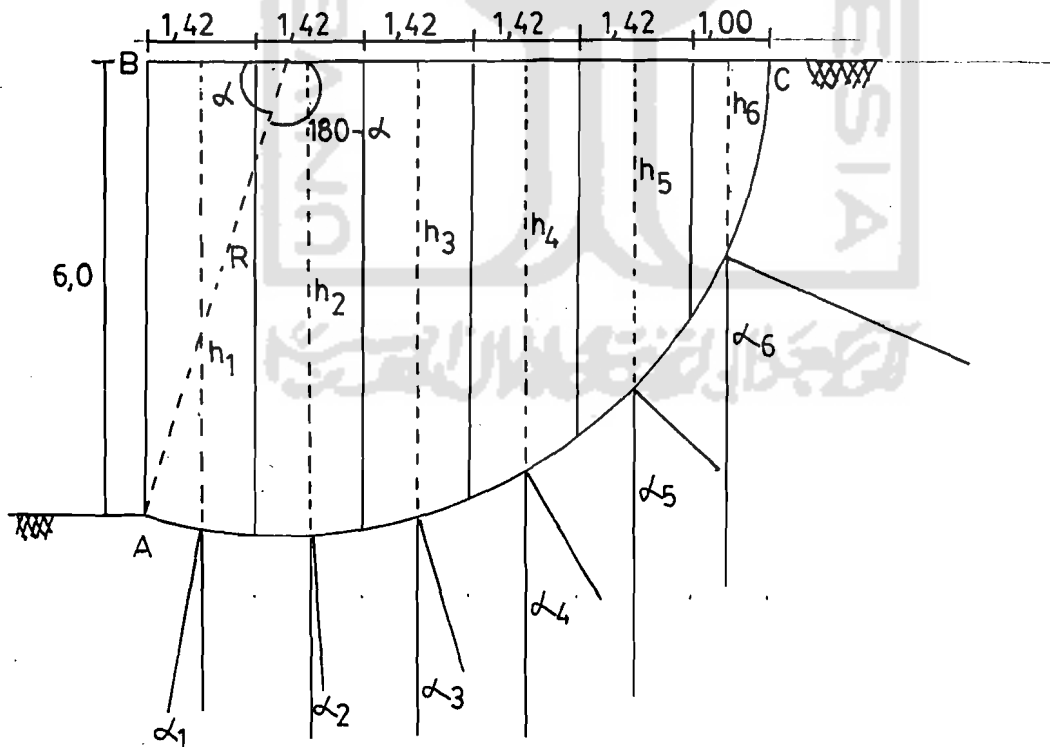
Digunakan $L = 3$ meter

5. Slope stability



Gambar 5.14 Bidang Longsor pada Lereng

Lingkaran longsor diasumsikan seperti tergambar, dengan pusat lingkaran pada muka tanah, 1,8 meter dari tepi. Bidang longsor AC dibagi dalam 6 pias / bagian, 5 bagian dengan lebar 1,42 meter dan 1 bagian dengan lebar 1 meter



Gambar 5.15 Pembagian Daerah Longsor menjadi Enam Pias

Menentukan panjang busur AC

$$\alpha = \text{arc. tan.} \frac{6}{1,8} = 73,3^\circ$$

$$\text{Panjang busur AC} = \frac{180 - \alpha}{360} \cdot 2\pi \cdot R = \frac{180 - 73,3}{360} \cdot 2\pi \cdot 6,3 = 11,732 \text{ m}$$

Angka keamanan

$$SF = \frac{L_{AC} \cdot C + \sum N \cdot \tan \phi}{\sum T} \cdot 1,5$$

Dengan :

$$L_{AC} = \text{Panjang busur bidang longsor AC} = 11,732 \text{ m}$$

$$C = \text{kohesi tanah} = 0,5 \text{ T/m}^2$$

$$\phi = \text{sudut gesek dalam tanah} = 35,46^\circ$$

$$\sum N = W_i \cdot \cos \alpha_1$$

$$\sum T = W_i \cdot \sin \alpha_1$$

$$w = \text{Berat tiap bagian permeter panjang} = b_i \cdot h_i \cdot \gamma$$

$$\gamma = \text{Berat volume tanah} = 1,964 \text{ T/m}^3$$

$$h = \text{Tinggi permukaan dari dasar bidang longsor} = a_i / \tan \alpha_1$$

$$R = \text{Jari-jari lingkaran longsor} = 6,3 \text{ m}$$

$$a_i = \text{Jarak horisontal pusat pias dari pusat lingkaran}$$

$$\alpha_1 = \text{Sudut geser singgung masing-masing pias}$$

$$= \text{arc sin } a_i / R$$

Tabel 5.4 Perhitungan Stabilitas Lereng

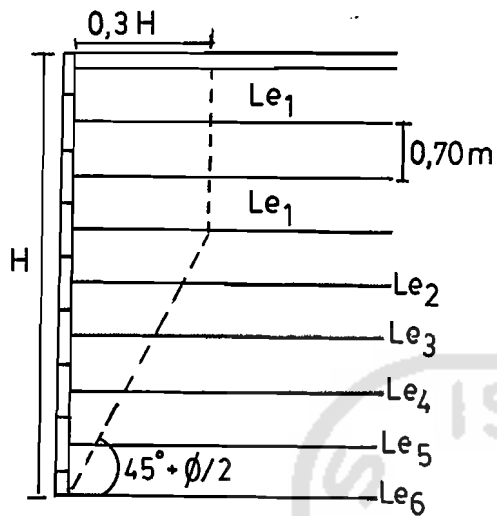
Pias	b (m)	ai (m)	α_i (°)	h (m)	W (ton)	$\cos \alpha_i$	$\sin \alpha_i$	N (ton)	T (ton)
1	1,42	1,09	9,96	6,207	17,311	0,9849	0,1730	17,0496	2,9948
2	1,42	0,33	3,0	6,297	17,562	0,9986	0,0523	17,5374	0,9185
3	1,42	1,75	16,13	6,051	16,876	0,9606	0,2778	16,2111	4,6882
4	1,42	3,17	30,21	5,444	15,183	0,8642	0,5032	13,1211	7,6401
5	1,42	4,59	46,77	4,315	12,034	0,6849	0,7286	8,2421	8,7680
6	1,42	5,80	67,02	2,460	6,861	0,3904	0,9206	2,6785	6,3162
								74,8398	31,3258

Maka angka keamanan :

$$SF = \frac{L_{AC} \cdot C + \sum N \cdot \tan \varphi}{\sum T}$$

$$SF = \frac{(11,732 \times 0,5) + (74,839 \times \tan 35,46)}{31,3258} = 1,89 \cdot 1,5 \rightarrow Ok$$

B. Internal Stability



$$k_0 = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 35,46^\circ = 0,4199 ; k_a = \tan^2 (45^\circ - \phi / 2) = 0,2657$$

Digunakan strip ukuran : 80 mm x 5 mm

$$\sigma_{ijin \ tarik} = 4500 \text{ kg / cm}^2 = 4,5 \text{ Ton / cm}^2$$

$$Le_1 = 3 - (0,3 \cdot 6) = 3 - 1,8 = 1,2 \text{ m}$$

$$Le_2 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 0,70 = 1,564 \text{ m}$$

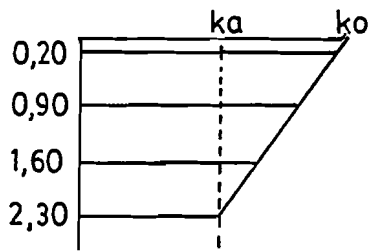
$$Le_3 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 1,40 = 1,928 \text{ m}$$

$$Le_4 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 2,10 = 2,292 \text{ m}$$

$$Le_5 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 2,80 = 2,656 \text{ m}$$

$$Le_6 = (3 - 1,8) + 0,52 \times 3,50 = 3,00 \text{ m}$$

Distribusi tegangan horisontal



Kedalaman (m)	k
0,20	0,4065
0,90	0,3462
1,60	0,2992
2,30	0,2657
3,00	0,2657
3,70	0,2657
4,40	0,2657
5,10	0,2657
5,80	0,2657

Kedalaman 0,20 m

$$k = 0.4065 \text{ , } A = Sh \times Sv = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = Sh \cdot Sv \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

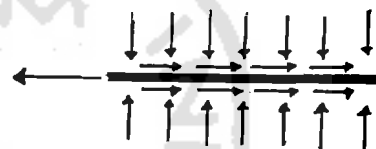
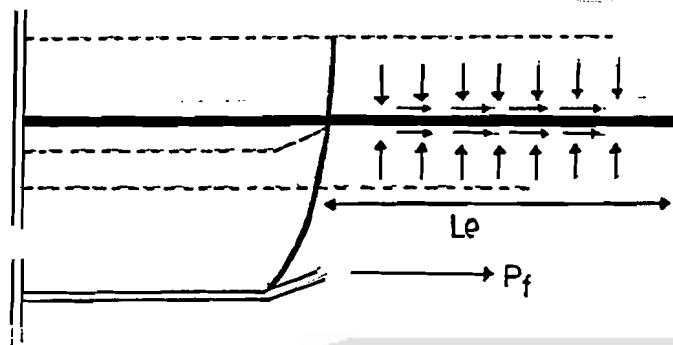
$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 0,20 \cdot 0,4065$$

$$= 0,0862 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $FT = Ar \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

SF terhadap *rupture* = $FT / FH = 18 / 0,0862 = 208,82 > 1 \text{ OK}$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :



$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_{e1} = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 0,20 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 0,1129 \text{ T / m'}$$

$$\text{SF terhadap pullout} = P_f / F_H = 0,1129 / 0,0862 = 1,31 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (1,7318 \cdot 0,2 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 0,2 \cdot 0,4377) = 1,5109 \text{ m}$$

Kedalaman 0,90 m

$$k = 0,3462, \quad A = S_h \times S_v = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $F_H = S_h \cdot S_v \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 0,90 \cdot 0,3462$$

$$= 0,3304 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $F_T = A_r \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap rupture} = F_T / F_H = 18 / 0,3304 = 54,48 > 1 \quad \text{OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_{e1} = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 0,90 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 0,5091 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 0,5091 / 0,3304 = 1,54 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (1,7318 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 0,90 \cdot 0,4377) = 1,175 \text{ m}$$

Kedalaman 1,60 m

$$k = 0,2992, \quad A = S_h \times S_v = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $F_H = S_h \cdot S_v \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 1,60 \cdot 0,2992$$

$$= 0,5077 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $F_T = A_r \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap } rupture = F_T / F_H = 18 / 0,5077 = 35,45 > 1 \quad \text{OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_{e1} = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 1,60 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 0,9050 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 0,9050 / 0,5077 = 1,78 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc1} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (1,7318 \cdot 0,54 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 1,60 \cdot 0,4377) = 0,66 \text{ m}$$

Kedalaman 2,30 m

$$k = 0,2657, A = Sh \times Sv = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = Sh \cdot Sv \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 2,30 \cdot 0,2657$$

$$= 0,6481 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $FT = Ar \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap } rupture = FT / FH = 18 / 0,6481 = 27,77 > 1 \text{ OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$Pf = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot Le_1 = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 2,30 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 1,3010 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = Pf / FH = 1,3010 / 0,6481 = 2,01 > 1 \text{ OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_1} \cdot Sv \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (1,7318 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 2,30 \cdot 0,4377) = 0,46 \text{ m}$$

Kedalaman 3,00 m

$$k = 0,2657, A = Sh \times Sv = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = Sh \cdot Sv \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 3,00 \cdot 0,2657$$

$$= 0,8454 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $FT = Ar \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap } rupture = FT / FH = 18 / 0,8454 = 21,29 > 1 \text{ OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_e z = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 3,00 \cdot 1,5 \cdot 1,564 = 2,2116 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 2,2116 / 0,8454 = 2,62 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc2} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7832 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 3,00 \cdot 0,4377) = 0,97 \text{ m}$$

Kedalaman 3,70 m

$$k = 0,2657, \quad A = S_h \times S_v = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $F_H = S_h \cdot S_v \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 3,70 \cdot 0,2657$$

$$= 1,0426 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $F_T = A_r \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap } rupture = F_T / F_H = 18 / 1,0426 = 17,26 > 1 \quad \text{OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_e z = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 3,70 \cdot 1,5 \cdot 1,928 = 3,3625 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 3,3625 / 1,0426 = 3,23 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc2} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7832 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 3,70 \cdot 0,4377) = 0,79 \text{ m}$$

Kedalaman 4,40 m

$$k = 0,2657, A = Sh \times Sv = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = Sh \cdot Sv \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 4,40 \cdot 0,2657$$

$$= 1,2399 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $FT = Ar \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$SF \text{ terhadap } rupture = FT / FH = 18 / 1,2399 = 14,52 > 1 \text{ OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$Pf = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot Le_4 = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 4,40 \cdot 1,5 \cdot 2,292 = 4,7536 \text{ T}$$

$$SF \text{ terhadap } pullout = Pf / FH = 4,7536 / 1,2399 = 3,84 > 1 \text{ OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc_2} \cdot Sv \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7832 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 4,40 \cdot 0,4377) = 0,66 \text{ m}$$

Kedalaman 5,10 m

$$k = 0,2657, A = Sh \times Sv = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $FH = Sh \cdot Sv \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 5,10 \cdot 0,2657$$

$$= 1,4371 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $FT = Ar \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$SF \text{ terhadap } rupture = FT / FH = 18 / 1,4371 = 12,52 > 1 \text{ OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_{e5} = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 5,10 \cdot 1,5 \cdot 2,656 = 6,3849 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 6,3849 / 1,4371 = 4,44 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc2} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7832 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 5,10 \cdot 0,4377) = 0,57 \text{ m}$$

Kedalaman 5,80 m

$$k = 0,2657, \quad A = S_h \times S_v = 0,54 \text{ m}^2$$

Gaya horisontal yang dipikul : $F_H = S_h \cdot S_v \cdot \gamma \cdot z \cdot k$

$$= 0,54 \cdot 1,964 \cdot 5,80 \cdot 0,2657$$

$$= 1,6344 \text{ T}$$

Kapasitas tarik *reinsforcement* : $F_T = A_r \cdot \sigma_{ijin} = 8 \cdot 0,5 \cdot 4,5 = 18 \text{ ton}$

$$\text{SF terhadap } rupture = F_T / F_H = 18 / 1,6344 = 11,01 > 1 \quad \text{OK}$$

Gaya horisontal yang ditahan *reinsforcement* akibat dipegang oleh tanah :

$$P_f = 2 \cdot b \cdot \gamma \cdot z \cdot u^* \cdot L_{e6} = 2 \cdot 0,08 \cdot 1,964 \cdot 5,80 \cdot 1,5 \cdot 3,50 = 9,5686 \text{ T}$$

$$\text{SF terhadap } pullout = P_f / F_H = 9,5686 / 1,6344 = 5,85 > 1 \quad \text{OK}$$

Panjang geotekstil *overlapping*

$$l_o = (\sigma_{hc2} \cdot S_v \cdot SF) / (2 \cdot \gamma \cdot z \cdot \mu)$$

$$= (4,7832 \cdot 0,70 \cdot 1,5) / (2 \cdot 1,964 \cdot 5,80 \cdot 0,4377) = 0,5 \text{ m}$$

Tabel 5.5 Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil *Overlapping*

No	Sv (m)	Z (m)	FH (T)	Le (m)	Pf (T)	σ_h (T/m ²)	Lo (m)	SF
1	0,2	0,2	0,0862	1,2	0,1129	1,7318	1,51	1,31
2	0,70	0,90	0,3304	1,2	0,5091	1,7318	1,18	1,54
3	0,70	1,60	0,5077	1,2	0,9050	1,7318	0,66	1,78
4	0,70	2,30	0,6481	1,2	1,3010	1,7318	0,46	2,01
5	0,70	3,00	0,8454	1,564	2,2116	4,7832	0,97	2,62
6	0,70	3,70	1,0426	1,928	3,3625	4,7832	0,79	3,23
7	0,70	4,40	1,2399	2,292	4,7536	4,7832	0,66	3,84
8	0,70	5,10	1,4371	2,656	6,3849	4,7832	0,57	4,44
9	0,70	5,80	1,6344	3,50	9,5686	4,7832	0,50	5,85

SF > 1,5 jadi panjang geotekstil yang digunakan 3 m

Kesimpulan

Panjang *reinsforcement strip* dengan $L = 3,00$ meter aman dipakai untuk konstruksi dengan SF terhadap *pullout* sebagai berikut:

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Kedalaman Terhadap SF

Kedalaman (m)	SF terhadap <i>pullout</i>
0,20	1,31
0,90	1,54
1,60	1,78
2,30	2,01
3,00	2,62
3,70	3,23
4,40	3,84
5,10	4,44
5,80	5,85

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 *Sheet Reinsforced*

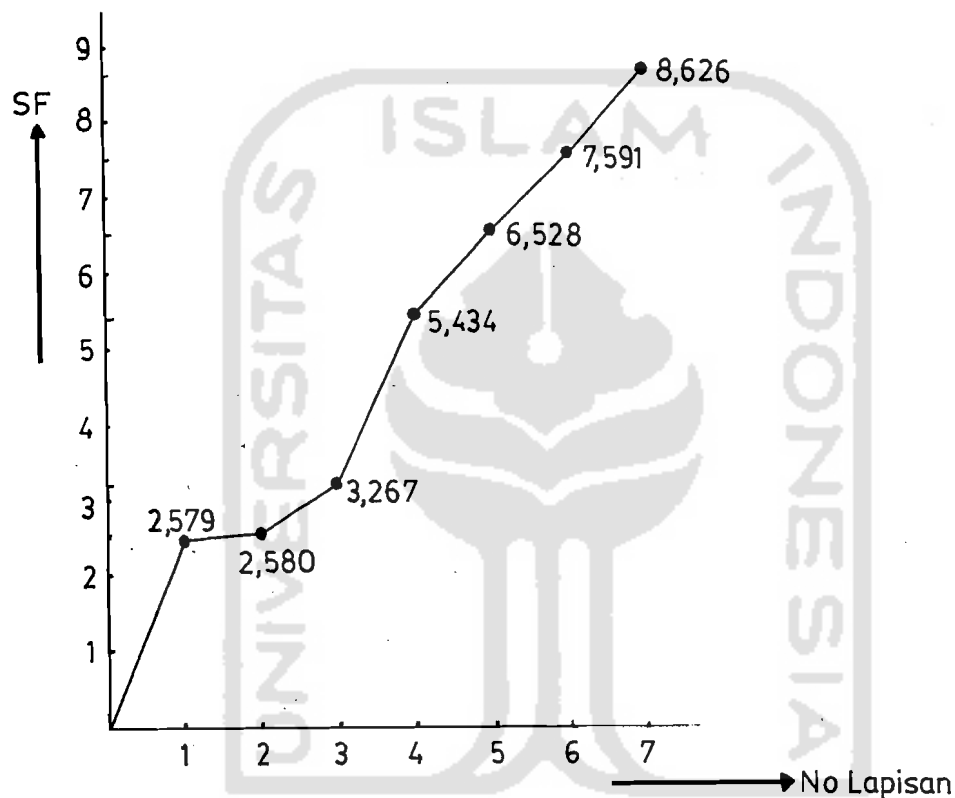
Perkuatan tanah dengan menggunakan *sheet reinsforced* ditinjau eksternal yaitu guling, geser dan kuat dukung tanah dengan angka keamanan 1,5 maka dapat ditentukan panjang geotekstil yang digunakan untuk perkuatan tanah adalah 3 m. Kemudian dari panjang geotekstil yang dipakai menghasilkan angka keamanan dan panjang geotekstil *overlapping* untuk masing-masing lapis sebagai berikut :

Tabel 6.1 Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil *Overlapping*

No Lapis	Lo (m)	SF
1	1,7297	2,579
2	0,9457	2,580
3	0,8746	3,267
4	0,8122	5,4347
5	0,6798	6,528
6	0,5846	7,5915
7	0,5042	8,6266

Tampak bahwa angka keamanan tiap lapis geotekstil lebih besar dari 1,5 maka dengan panjang geotekstil 3 m perkuatan tanah bisa dikatakan aman dari bahaya guling, geser dan daya dukung tanah.

Dari tabel 6.1 dapat dibuat grafik hubungan antara angka keamanan dengan nomer lapisan sebagai berikut :



Gambar 6.1 Grafik Hubungan antara Angka Keamanan dengan Nomer Lapisan

Pembagian daerah lapisan pada perkuatan tanah dengan *Sheet Reinsforced* dibagi dalam dua *zone*. *Zone* pertama dibagi menjadi tiga lapisan dengan jarak antar lapisan adalah 0,97 m untuk *zone* kedua dibagi menjadi empat lapisan dengan jarak antar lapisan 0,725 m.

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin dalam lapisan maka semakin besar angka keamanannya. Untuk *zone* pertama kenaikan angka keamanan terhadap nomer lapisan pertama, kedua, ketiga maka adalah 0.01% , 11,36% , sedangkan untuk *zone* kedua kenaikan angka keamanan terhadap nomer lapisan keempat, kelima, keenam, ketujuh adalah 35,84% , 18,08% , 17,59% , 17,12%

6.2 Strip Reinsforced

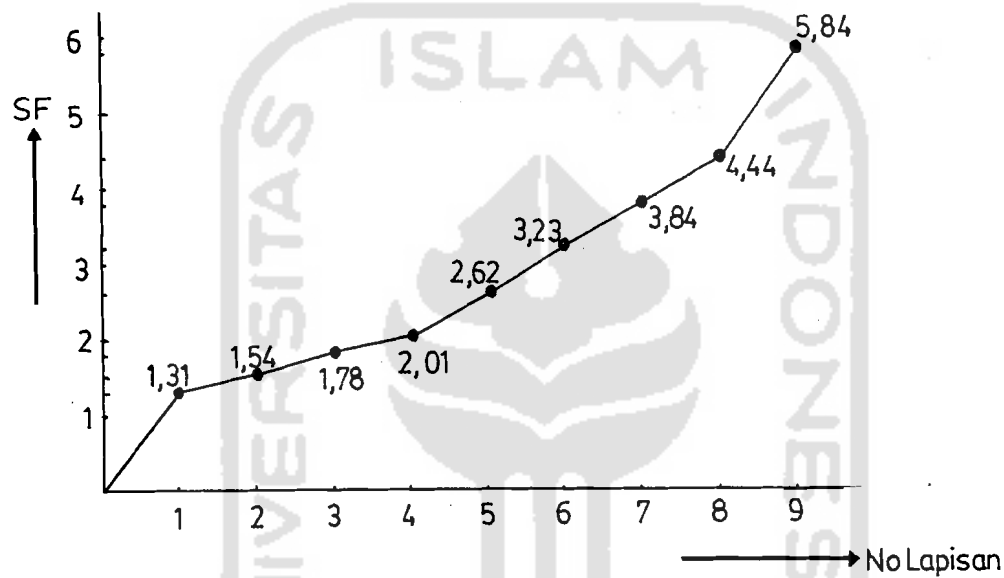
Perkuatan tanah dengan menggunakan *strip reinsforced* (menggunakan *precast facing element*) ditinjau eksternal yaitu guling, geser dan daya dukung tanah dengan angka keamanan 1,0 maka dapat ditentukan panjang *strip* yang digunakan perkuatan tanah adalah 3 m. Dari panjang *strip* yang digunakan menghasilkan angka keamanan dan panjang geotekstil *overlapping* sebagai berikut :

Tabel 6.2 Angka Keamanan dan Panjang Geotekstil *Overlapping*

No Lapis	Lo (m)	SF
1	1,51	1,31
2	1,18	1,54
3	0,66	1,78
4	0,46	2,01
5	0,97	2,62
6	0,79	3,23
7	0,66	3,84
8	0,57	4,44
9	0,50	5,85

Tampak bahwa angka keamanan tiap lapis strip lebih bsar dari 1,5 maka dengan panjang strip 3 m perkuatan tanah tersebut aman terhadap bahaya guling, geser dan daya dukung tanah.

Dari tabel 6.2 dapat dibuat grafik hubungan antara angka keamanan dengan nomer lapisan sebagai berikut :



Gambar 6.1 Grafik Hubungan antara Angka Keamanan dengan Nomer Lapisan

Pembagian daerah lapisan pada perkuatan tanah dengan *Strip Reinforced* dibagi menjadi sembilan lapisan dengan jarak antar lapisan 0,70 meter.

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin dalam lapisan maka semakin besar angka keamanannya. Kenaikan angka keamanan terhadap nomer lapisan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, kesembilan adalah 5,07% , 5,30% , 5,07% , 13,43% , 13,43% , 13,43% , 12,33% , 31,94%.

6.3 *Sheet Reinsforced* dan *Strip Reinsforced*

Pada prinsipnya perhitungan perkuatan tanah dengan menggunakan *sheet reinsforced* dan *strip reinsforced* ditinjau eksternal yaitu guling, geser dan daya dukung tanah mempunyai perhitungan yang sama.

Pembagian daerah lapisan untuk perkuatan tanah dengan *sheet reinsforced* dibagi dalam beberapa *zone* dimana tiap *zone* dibagi dalam beberapa lapisan sedangkan untuk perkuatan tanah dengan *strip reinsforced* pembagian daerah lapisan berdasarkan jarak antar strip .

Pembagian daerah lapisan pada perkuatan tanah dengan menggunakan *sheet reinsforced* lebih sedikit jika dibandingkan dengan perkuatan tanah dengan menggunakan *strip reinsforced* karena gaya horisontal yang ditahan geotekstil *sheet reinsforced* akibat gesekan dengan tanah lebih besar daripada gaya horisontal yang ditahan *strip reinsforced* akibat gesekan dengan tanah. Dengan demikian lapisan pada perkuatan tanah *strip reinsforced* dibuat lebih rapat daripada lapisan perkuatan tanah *sheet reinsforced*.

Dengan pembahasan di atas perkuatan tanah dengan *sheet reinsforced* dan *strip reinsforced* relatif mempunyai tingkat keamanan yang sama dan ditinjau dari segi pengerjaan serta biaya tentunya perkuatan tanah dengan *strip reinforcement* lebih sedikit rumit di dalam pengerjaannya dan lebih mahal dalam pembayaran

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Perhitungan perkuatan tanah dengan menggunakan *sheet reinsforced* dan *strip reinsforced* stabilitas eksternal yaitu guling, geser dan daya dukung tanah mempunyai cara analisis yang sama. .
2. Pembagian daerah lapisan pada perkuatan tanah dengan *sheet reinsforced* dibagi dalam dua *zone* , untuk *zone* pertama dibagi tiga lapisan dengan jarak antar lapisan adalah 0,97 meter dan untuk *zone* kedua dibagi empat lapisan dengan jarak antar lapisan adalah 0,725 meter.
3. Pada perkuatan tanah dengan *sheet reinsforced* kenaikan angka keamanan pada analisis terhadap nomer lapisan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh adalah 0,01% , 11,36% , 35,84% , 18,08% , 17,59% , 17,12%
4. Pembagian daerah lapisan pada perkuatan tanah dengan *strip reinsforced* dibagi dalam sembilan lapisan dengan jarak antar lapisan 0,70 meter.
5. Pada perkuatan tanah dengan *strip reinsforced* kenaikan angka keamanan pada analisis terhadap nomer lapisan pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, kesembilan adalah 5,07% , 5,30% , 5,07% , 13,43% , 13,43% , 13,43% , 12,33% , 31,94%.

7.2 Saran

1. Penyelidikan geoteknik untuk memperoleh parameter-parameter dari tanah pada konstruksi perkuatan, harus dilakukan dengan cermat.
2. Pemilihan geotekstil sebagai bahan material perkuatan tanah, harus selektif dan didasarkan pada kriteria-kriteria perencanaan yang diperlukan.
3. Produksi geotekstil yang beredar di pasaran sangat banyak, oleh karena itu pemilihan yang tepat mengenai jenis, spesifikasi teknis yang memadai akan menambah nilai ekonomis dari perkuatan tanah dengan geotekstil.



DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, Josep E, 1991, ANALISIS DAN DESAIN PONDASI, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Das, Braja M, 1994, MEKANIKA TANAH, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Halim Hasmar, Abdul, 1994, SOIL IMPROVEMENT, Tugas Program Magister Teknik Sipil-Geoteknik Institut Teknologi Bandung, Bandung.
4. Halim Hasmar, Abdul, 1990, GEOTEKSTIL ERA BARU BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK SIPIL, Makalah pada Pertemuan Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Hardiyanto, Hari Kristadi, 1994, MEKANIKA TANAH 2, Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
6. Irsyad, M, Ir, MSE, Ph.D, 1994 PERKUATAN TANAH UNTUK LERENG DAN TIMBUNAN , Bahan Kuliah, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
7. Luhtfi Hasan, Ir, Ms, 1998 PENGGUNAAN BAHAN GEOSINTETIK DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL, Materi Kuliah Umum, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.




DATA TEKNIS

PROPERTIES	Test Method	Unit	3207	3267	3337	3407	3407-23607-3	3707	3857	
UNIT WEIGHT	Nominal	g/m ²	68	90	110	136	150	190	240	290
THICKNESS under 2 kN/m ² 20 kN/m ² 200 kN/m ²	Calculated	mm	0.36	0.41	0.45	0.46	0.48	0.56	0.63	0.78
	averages	mm	0.33	0.36	0.40	0.43	0.44	0.52	0.65	0.75
		mm	0.29	0.34	0.35	0.39	0.40	0.48	0.63	0.72
TENSILE STRENGTH										
- Strip test 5 cm	DIN 53857	kN/m	2.8	3.4	4.0	6.3	7.5	9.8	12.7	16.0
Elongation at max. load	ISO 5081	%	25	25	25	25	32	32	32	33
- Strip test 10 cm folded	DIN 53857-2	kN/m	3.1	4.1	5.0	7.6	8.8	10.3	14.2	17.4
Elongation at max. load		%	35	40	40	40	40	40	40	40
- 10 cm width restrained	SN 198461	kN/m	3.2	3.9	5.2	7.6	9.5	12.0	16.0	19.2
Elongation at max. load	(EMPA)	%	30	27	30	31	38	33	40	40
- Wide width 50 cm	NF-G 38-014	kN/m	3.5	4.7	5.6	8.8	10.7	13.0	17.7	21.5
Elongation at max. load (E _a)		%	31	35	35	35	43	45	45	45
- Grab strength	DIN 53858	N	270	360	440	665	710	890	1070	1300
- Grab strength	ASTM 1682	N	285	390	470	630	780	1000	1250	1440
	mod 200 mm									
Elongation at max. load		%	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60
PLUNGER CBR (±)	DIN 54307	N	500	690	830	1270	1500	1850	2450	3030
BURST STRENGTH	ASTM D-3785	kN/m ²	580	750	1000	1350	1370	1700	2100	2450
TRAPEZOIDAL TEAR STRENGTH	ASTM D-1117	N	125	200	270	370	380	460	570	680
CONE PENETRATION	SCALIE	mm	50	43	36	29	30	23	20	17
PUNCTURE RESISTANCE	ASTM D-3787	N	100	120	150	225	250	335	415	465
PERMEABILITY COEFFICIENT "k"										
under 2 kN/m ²	EMPA, ITF	10 ⁻⁹ m ² s ⁻¹	25	13	10	7	5	6.5	4.0	3.5
under 200 kN/m ²	DE VOORST	10 ⁻⁹ m ² s ⁻¹	9	7	6	5	3.5	5	2.8	2.1
PERMITTIVITY										
under 2 kN/m ²	EMPA, ITF	s ⁻¹	5.5	3.1	2.0	1.5	1.1	1.1	0.6	0.4
under 200 kN/m ²		s ⁻¹	4.4	2.0	1.8	1.2	0.9	0.9	0.5	0.3
FLOW RATE at 10 cm head	DE VOORST	L m ⁻² s	250	210	160	100	75	60	40	30
TRANSMISSIVITY										
under 20 kN/m ²	EMPA	10 ⁻⁹ m ² s ⁻¹	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.9
under 200 kN/m ²		10 ⁻⁹ m ² s ⁻¹	0.05	0.07	0.1	0.15	0.15	0.2	0.3	0.5
MAX. PORE SIZE (D₉₅)										
- Dry sieving	DE VOORST	µm	340	290	210	165	140	125	100	85
- Wet sieving	EMPA, Franzius	µm	290	240	190	160	130	100	100	90
- Hydrodynamic sieving	NF-G 38-017	µm	270	250	190	140	130	100	90	70

The values given correspond to average results obtained in our laboratories and outside institutes and are indicative.
The right is reserved to make changes at any time without notice.



DATA TEKNIS

DURABILITY

- Natural U.V. light

Unaffected up to several months in direct sunlight, but prolonged exposure can cause strength losses.

No measurable strength loss after 60 hours XENONTEST (SN 195308/ISO 105/B 04)

- Effect of naturally occurring acids
- Effect of lactic acid (pH=2,4), 15 days at 50°C
- Effect of naturally occurring alkali
- Effect of sodium carbonate (pH=11,5), 15 days at 50°C
- Effect of calcium hydroxyde Ca(OH)_2 (pH=12,5), 10 g/l, 15 days at 25°C
- Effect of bacteria

None
None
None
None
None
None

PRODUCT DESCRIPTION

- Polymer nature
- Polymer specific gravity
- Melting point
- Service temperature range
- Fibre nature
- Fibre diameter
- Fibre bonding

100% polypropylene
0.91
165°C
- 40 to + 100°C
Filament (continuous)
10-55 μm
Thermal bonding

COMMERCIAL DATA

Type	Width in	Length m	Surface per roll m ²	Fibre diameter mm	Weight per roll kg	Full loads of Toler. No. of rolls				
						Container size		Truck - Trailer size		
						20 ft	40 ft	40 ft	2 - 7 m	8 - 9 m
3207	2 00	1200	2400	50	170	48	90	90	90	105
3267	2 00	600	1600	54	149	48	96	96	96	112
3337	2 00	150	300	30	41	55	110	110	110	110
	4 19	150*	629	30	81	55	112	112	112	112
	5 20	150*	780	30	99	55	112	112	112	112
3407	2 10	150	315	31	48	55	110	110	110	110
	3 50	150*	525	31	80	55	112	112	112	112
	4 25	150*	637	31	97	55	110	110	110	110
	5 20	150*	780	31	119	55	110	110	110	110
3407-2	4 25	100*	425	28	74	55	112	112	112	112
	5 20	100*	520	28	89	55	112	112	112	112
3607-3	4 25	100*	425	28	91	55	112	112	112	112
	5 20	100*	520	28	111	55	112	112	112	112
3707	4 25	100*	425	30	112	55	110	110	110	110
	5 20	100*	520	30	127	55	110	110	110	110
3857	5 20	100*	520	31	161	55	110	110	110	110

SPECIFICATION MULTITEX

PROPERTIES	TEST METHOD	UNIT	M - 150	M - 190	M - 250
PHYSICAL					
Mass	ASTM D 377 - 85	gr / m ²	150	190	250
Material			PP	PP	PP
Colour			Black	Black	Black
MECHANICAL					
Strip Tensile Strength Warp / Weft Direction	ASTM D 1682 - 64	N / 5 cm	2005 / 1180	2100 / 1510	2650 / 2560
Elongation at Max Load Warp / Weft Direction	ASTM D 1682 - 64	%	21 / 16	20 / 15	24 / 15
Grab Tensile Strength Warp / Weft Direction	ASTM D 1682 - 64	N / 2,5 cm	1130 / 930	1310 / 930	1955 / 1755
Elongation at Max Load Warp / Weft Direction	ASTM D 1682 - 64	%	18 / 15	18 / 11	23 / 17
Trapezoid Tear Strength Warp / Weft Direction	ASTM D 1117 - 80	N	394 / 281	403 / 272	431 / 481
HYDRAULIC					
Pore Size Analysis					
O 10	NEN 5168 / Draft /		90	86	117
O 50	SEP 1985 - Draft	micron	142	105	142
O 90	Dutch Std		187	167	197
O 98			235	212	232
Water Permeability At 10 cm Head	NEN 5168 / Draft / SEP 1985 - Draft Dutch Std	l / sqm / s	20	15	33
CHEMICAL					
Effect of Soil Natural Acidity or Alkalinity			Nil	Nil	Nil
Effect of UV Light			UV	UV	UV

GEOFILTER NON WOVEN GEOTEXTILE

GENERAL INFORMATION

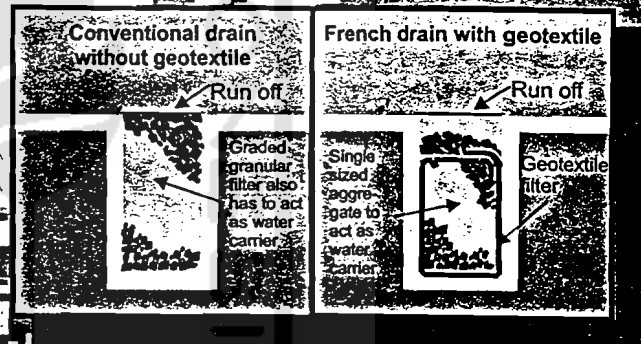
GeoFilter is spun bonded non woven fabric made of 100% polyester continuous filaments. Especially GEOFILTER has excellent physical properties and durability for geotechnical application. Our company has many experiences for more than 10 years and high technology on the application of GEOFILTER.

Resistance to chemical and biological attack.

GEOFILTER shall have no significant change in sulphates, chlorides, acids, alkali, in the forms and concentration in which they are present in soils, sea water and ground water to be found on site. GEOFILTER shall be proof against bacterial attack, fungus, insects and vermin.

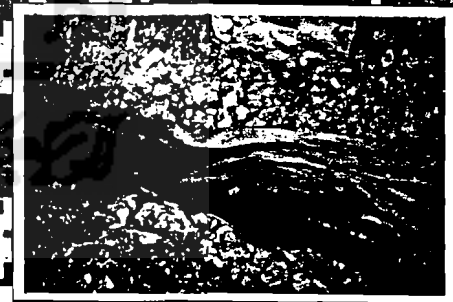
FUNCTION

- Separation**
 GEOFILTER is installed between two different soils and prevent the contamination of two soils.
- Filtration**
 Where the drainage is performed by porous pipe, GEOFILTER is installed for filtration and retention of lines.
- Drainage**
 The thickness of GEOFILTER can function as a drainage course which the water can be drainage away.
- Reinforcement**
 GEOFILTER is installed on weak ground for the reinforcing and stabilization.



APPLICATION

- SPORTS GROUND/RAIL ROAD/TUNNEL**
 Prevention of mixture between good and bad quality soil
 Support reinforcement in the ground
 Prevention of break stone rolling into the roads & railways
 Drainage of excess pore pressure water
 Leading drainage of NATM tunnel
 Prevention of soil particle flowing into the closing trenches
- Embankment/Bank/Slope Protection**
 Slope stability & prevention of soil particle flowing out
 Prevention of soil consolidation
 Prevention of uneven settlements
 Stability structure
- Industrial Area**
 Reinforcement in the weak foundation
 Prevention of uneven settlements
 Maintaining roads or heavy equipment in soil improvement area
 Separator of subgrade fills and other layers of road soil



TEST CONDUCTED	TEST METHOD	UNIT	GF 515	GF 520	GF 525	GF 530	GF 540	GF 550
PHYSICAL PROPERTIES								
Fiber Identification	ASTM D 276		Polyester	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester
Weight	ASTM D 3776	gr/m ²	153,4	213	263	300	409	589
Thickness Under Pressure 2 kPa	ASTM D 1777	mm	1,6	2,1	2,5	2,94	3,64	3,8
Colour			White	White	White	White	White	White
MECHANICAL PROPERTIES								
Wide Strip Tensile Strength	ASTM D 4595	kN/m	16,25	18,08	21,17	22,6	27,8	32
Grap Tensile Strength	ASTM D 4632	N	6,90	1000	1250	1500	1700	1850
Elongation	ASTM D 4632	%	90 / 71	83 / 69	81 / 71	75	79 / 76	79 / 59
Tearing Strength Trapezoid Method	ASTM D 4533	N	275	340	450	623,7	742,4	800
Puncture Resistance	ASTM D 4833	N	400	525	600	641,7	814	1000
HIDRAULIC PROPERTIES								
Permeability at 50 mm water head	ASTM D 4491	l/m ² /sec	33	30,7	28,9	27	25	25
Pore Size (O ₉₅)	ASTM D 4751	mm	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	0,09
CHEMICAL PROPERTIES								
Effect of soil Natural Acidity or Alkalinity	-	-	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL
Effect on UV Light	-	-	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized

GF-515

GF-520

GF-525

GF-530

GF-540

GEOMAT WOVEN GEOTEXTILE

Made in Indonesia

GENERAL INFORMATION

Geomat is woven synthetic material made of polypropylene which has excellent physical and durability for geotechnical application.

FUNCTION

- Separation
- Filtration
- Drainage
- Reinforcement
- Erosion Control

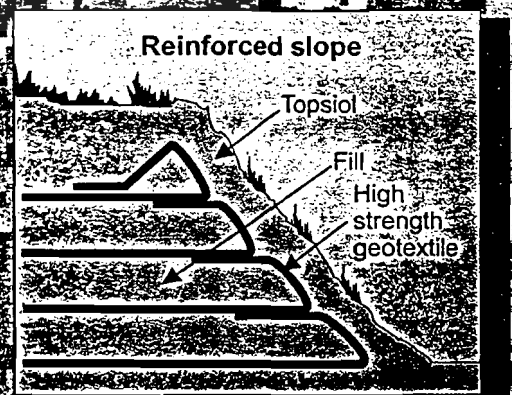
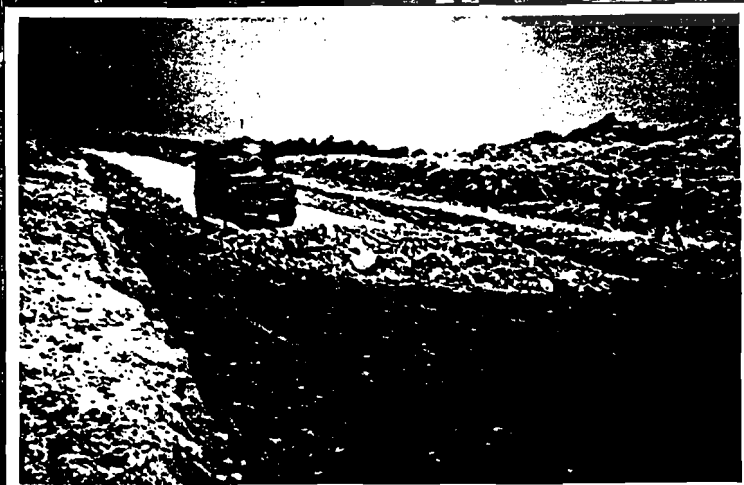
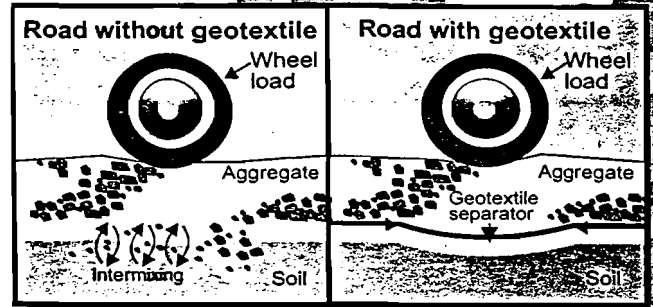
APPLICATION

Road/Industrial Area

- Prevention of mixture between good and bad quality soil.
- Support reinforcement in the ground.
- Prevention of mud pumping.

Embankment/Bank/Slope/Retaining Walls

- Prevention of uneven settlements and support reinforcement.
- Prevention of soil elimination by velocity of flow.
- Prevention of silting in cesspools.
- Prevention of clogging.
- Prevention of soil particle flow during closing trenches.



MECHANICAL PROPERTIES						
Ultimate Tensile Strength	ASTM D 5035-90					
● Length		kN/m	27,10	40,22	50,18	60,02
● Width		kN/m	26,20	41,10	43,20	54,11
Ultimate Elongation at Break	ASTM D 5035-90					
● Length		%	16,90	17,50	18,30	19,70
● Width		%	18,00	20,50	23,10	32,00
Ultimate Tear Strength	ASTM D 4533-85					
● Length		N	577,80	690,00	750,50	799,50
● Width		N	554,30	800,80	843,70	1035,90
HIDRAULIC PROPERTIES						
Coefisien Permeability at 100 mm Waterhead	ICI-Beban 10 kg	l/m ² /sec	64,10	100,00	130,00	144,00
Pore Size (Oss)	ASTM D 4751-87	u	150,00	130,00	125,00	70,00
PHYSICAL PROPERTIES						
Weight	ASTM D 3776-90	gr/m ²	150	200	225	250
Thickness	ASTM D 1777	mm	0,48	0,60	0,85	1,10
Width / roll	-	m	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8	4,0 / 3,8
Length / roll	-	m	150 / 200	150 / 200	150 / 200	150 / 200
Material	-	-	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene
Colour	-	-	Black	Black	Black	Black
CHEMICAL PROPERTIES						
Effect of Soil Natural Acidity or Alkanity	-	-	NIL	NIL	NIL	NIL
Effect on U.V. Light	-	-	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized	U.V. Stabilized

GM-250

GM-200

GM-150

GEO-MAT WOVEN GEOTEXTILE

GENERAL INFORMATION

Geomat is woven synthetic material made of polyester/polypropylene which has excellent physical and durability for geotechnical application.

CHARACTERISTIC OF GEO-MAT

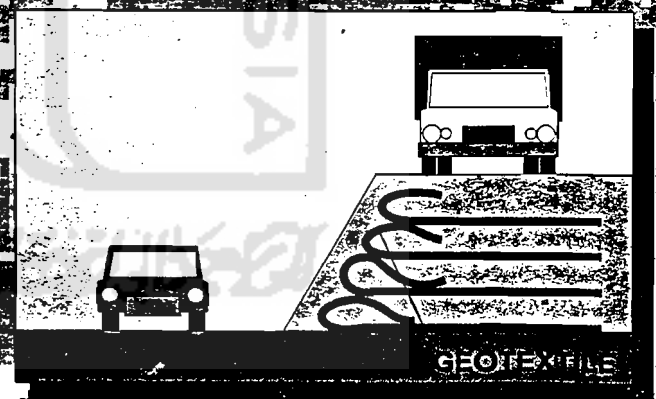
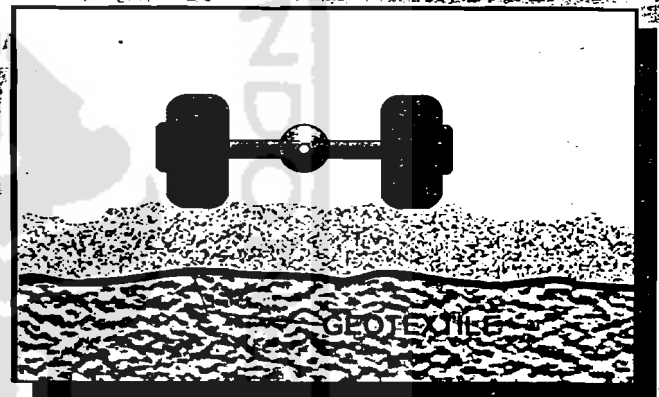
- Excellent mechanical properties
- Reduction of maintenance and surcharge quantity by the excellent separating layers.
- Large and excellent tensile strength per square by using of high tenacity filament.
- Support reinforcement in the filling-up of weak foundation.
- By choice of textile material is good for construction.
- Excellent chemical and heat resistance.

ROAD/INDUSTRIAL AREA

- Support reinforcement in the weak foundation
- Prevention of mixture between surcharge material and foreign ban soil.
- Easy to carry heavy equipment in reinforcement of weak foundation.
- Prevention of uneven settlements.
- Drainage of excess pore pressure water.
- Maintenance of effective thickness in subbase.

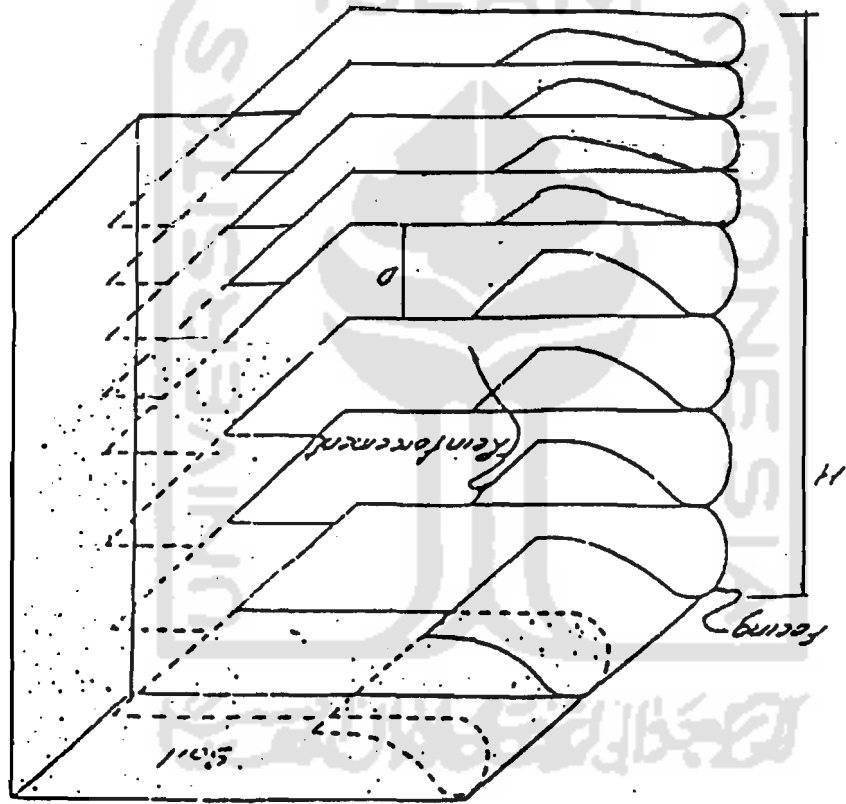
EMBANKMENT/BANK

- Prevention of uneven settlements and support reinforcement.
- Prevention soil elimination by velocity of flow.
- Excellent separating effect between underwater weak foundation and surcharge fills.
- Prevention of sliding in construction.



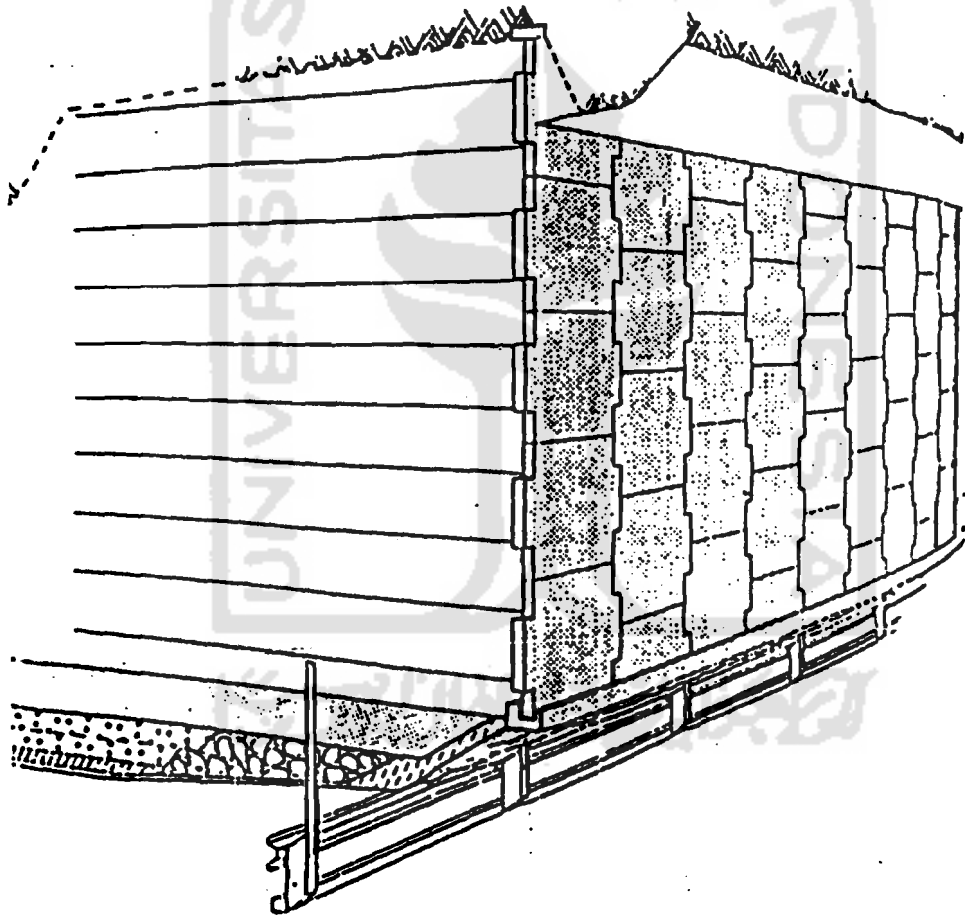
	UND	GM-40	GM-50	GM-60	GM-70	GM-80	GM-500	GM-1000	GM-1500	GM-2000	GM-2500	GM-3000
PHYSICAL PROPERTIES												
Fiber Identification		Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene	Polypropylene	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester	Polyester
Weight (ASTM D 5035-90)	gr/m ²	192,8	222,6	305,5	325,6	404,1	140	300	450	600	700	1000
Thickness (ASTM D 5199-92)												
● 4,9 kPa	mm	0,69	0,78	1,08	1,02	1,40	0,59	0,70	1,10	1,75	2,00	2,50
● 23,6 kPa	mm	0,59	0,70	1,00	1,05	1,28	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Colour	-	Black / White	Black / White	Black / White	Black / White	Black / White	White	White	White	White	White	White
MECHANICAL PROPERTIES												
Tensile Strength (ASTM D 5035-90)	kN/m											
● Length		45,1	52,0	68,6	72,3	85,3	50	100	150	200	250	300
● Width		44,6	44,5	59,5	69,4	80,8	50	100	150	200	250	300
Elongation (ASTM D 5035-90)	%											
● Length		26,9	27,5	30,1	27,2	35,5	10	20	25	39	47	50
● Width		21,3	17,1	17,9	19,7	22,9	10	20	25	39	47	50
Tearing Strength (ASTM D 5035-90)	kN/m											
● Length		700,4	718,1	990,8	1289,0	1564,5	1500	1580	1780	1900	2050	2200
● Width		763,2	1534,3	1380,3	1348,9	1569,6	1500	1580	1780	1900	2050	2200
HIDRAULIC PROPERTIES												
Water Permeability (Water head)	l/m ² /s	35	32	30	25	21	5	14	19	25	30	35
Pore Size (O ₉₀) (ASTM D 4751-87)	mikron	300	325	310	374	425	200	346	280	375	400	425
CHEMICAL PROPERTIES												
Effect of soil Natural Acidity or Alkalinity	-	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
Effect on UV Light	-	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized	U.V.Stabilized

Gambar Perspektif Sheet Reinforced



Lampiran 10

Gambar Perspektif Strip Reinforced



Lampiran 11