

Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Menggunakan Geotextil Berlapis (Studi Kasus : Ring Road)

Kharis Marannu Salle

Hendra Riogilang, O. B. A. Sompie

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: kharissalle91@gmail.com

ABSTRAK

Dalam dunia teknologi geoteknik untuk mengatasi permasalahan konstruksi tanah yang bermasalah diterapkan desain-desain terapan seperti dinding penahan tanah, stabilisasi lereng, perkuatan timbunan (embankment), perkuatan pondasi, filtrasi, drainase, pelapis kedap air dan lain sebagainya. Tetapi secara khusus untuk memperkuat daya dukung tanah menggunakan geotextil. Tidak jarang juga digunakan material kayu dan bambu untuk memikul gaya tarik yang timbul dalam konstruksi jalan atau timbunan. Kekuatan tanah untuk memikul beban sangatlah menunjang dalam kestabilan suatu struktur bangunan dimana tanah sebagai dasar perkuatan dari struktur bangunan harus memiliki kapasitas dukung dan kuat geser yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui kekuatan tanah yang diberi perkuatan geotextil, berapa besar faktor keamanan yang didapat, dan melihat perbedaan faktor keamanan antara tanah yang tidak diberi perkuatan geotextil dan tanah yang diberi perkuatan pemodelan geotextil pada tanah dengan menggunakan program plaxis v.8.2 2D. Penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan 2 lapisan geotextil pada tanah yang mempunyai jarak tertentu. Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan program Plaxis v.8.2 2D menunjukkan bahwa kekuatan tanah yang diberi perkuatan geotextil mampu menahan beban hingga 70 KN/m², didapat juga faktor keamanan pada tanah Wopt (non Geotextil) yaitu 1.271 pada beban 40 KN/m² sedangkan pada tanah Wopt (dengan geotextil) didapat faktor keamanan sebesar 1.641 dengan beban yang sama. Presentase kenaikan faktor keamanannya adalah 29%.

Kata kunci : geotextil berlapis, kekuatan tanah, plaxis v.8.2, faktor keamanan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di dalam dunia geoteknik dikenal material tanah. Material tanah sesuai dengan karakteristik kepadatannya masing-masing, dapat menerima beban kompresi dengan cukup baik. Terlepas dari tingkat kepadatannya, material tanah sangat lemah dan memikul gaya tarik, bahkan hampir selalu dijumpai gaya-gaya tarik yang perlu dipikul. Untuk itu diperlukan sesuatu bahan yang dapat ditanamkan ke dalam tanah untuk memikul gaya tarik.

Untuk mengatasi permasalahan konstruksi tanah yang bermasalah diterapkan desain-desain terapan seperti dinding penahan tanah, stabilisasi lereng, perkuatan timbunan (*embankment*), perkuatan pondasi, filtrasi, drainase, pelapis kedap air dan lain sebagainya, tetapi secara khusus untuk memperkuat daya dukung tanah menggunakan geotextil. Tidak jarang juga digunakan material kayu dan bambu untuk memikul gaya tarik yang timbul dalam konstruksi jalan atau timbunan.

Kondisi tanah di Manado sebagian besar berupa tanah lempung pasir. Lempung pasir merupakan tanah yang kondisinya kurang stabil, karena mempunyai daya dukung yang cukup rendah, sehingga pembangunan di atas tanah lempung pasir akan menimbulkan banyak masalah. Untuk itu, perbaikan tanah lempung pasir harus dilakukan

sebelum membangun suatu konstruksi di atas tanah lempung pasir.

Banyak cara yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah tanah lempung pasir, baik secara fisik maupun secara kimiawi, namun teknologi yang tepat untuk pembangunan pada tanah lempung pasir ini masih terbatas, salah satu metode yang bisa digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung pasir adalah dengan menggunakan perkuatan geotextil pada tanah lempung pasir. Penggunaan geotextil untuk perbaikan tanah dasar banyak dilakukan pada konstruksi jalan raya, namun penggunaan geotextil untuk perbaikan tanah dasar pada bangunan dengan pondasi dangkal belum banyak digunakan. Pada penelitian ini akan digunakan geotextil untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung pasir pada daerah lereng di daerah *Ring Road*.

Rumusan Masalah

Geotextil adalah metode yang sudah lama di gunakan, tepatnya di Negara Jepang. Yang digunakan untuk memperkuat daya dukung tanah. Aplikasi utama metode ini untuk memperkuat dan menstabilkan tanah yang mempunyai daya dukung sangat buruk di daerah lereng maupun di daerah datar. Faktor yang membuat teknik geotextil ini lebih diinginkan dari pada metode lain yaitu lebih mudah di

gunakan dan murah. Permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini berhubungan dengan berapa besar transfer beban pada geotekstil yang digunakan.

Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Jenis tanah : lempung berpasir.
2. Pengambilan sampel tanah di lakukan di daerah Ring Road.
3. Getextil yang digunakan tipe PAT Woven Geotekstil.

Tujuan Penulisan.

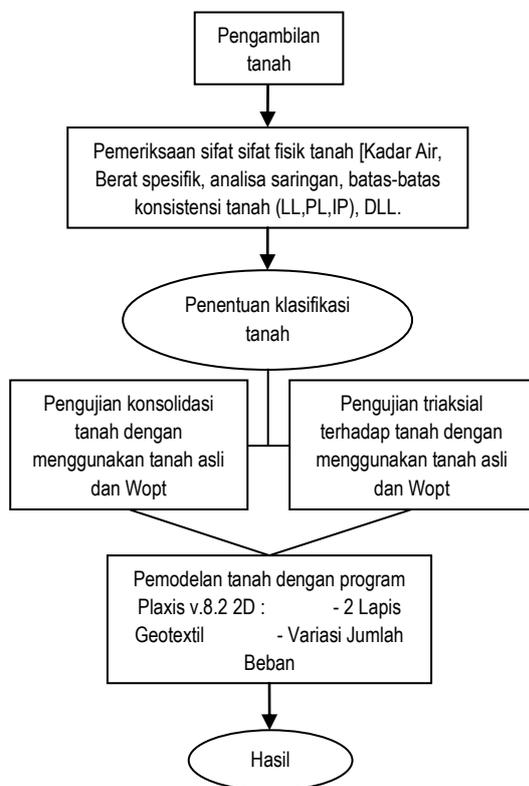
Tujuan penelitian ini untuk :

1. Mengetahui kekuatan tanah yang diberi perkuatan geotekstil.
2. Mengetahui berapa besar faktor keamanan yang didapat.
3. Melihat perbedaan antara tanah yang tidak diberi perkuatan geotekstil dan tanah yang diberi perkuatan geotekstil.

Manfaat Penulisan

1. Mengetahui pengaruh beban yang diberikan pada tanah dengan perkuatan geotekstil.
2. Digunakan sebagai salah satu alternative perkuatan pada tanah.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

LANDASAN TEORI

Struktur Tanah

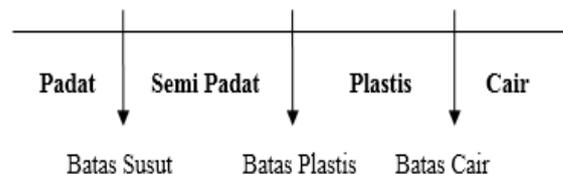
Tanah terdiri dari butiran-butiran material hasil pelapukan massa batuan *massive*, dimana ukuran butirannya bisa sebesar bongkahan, berangkal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan kontak butirnya tidak tersementasi termasuk bahan organik (K. Terzaghi).

Tanah berbutir halus, dalam hal ini lempung (*clay*) dan lanau (*silt*), dapat memperlihatkan sifat kohesif. Partikel tanah lempung umumnya berbentuk plat/pipih dan biasanya mampu menyerap lapisan air (*absorbed water*) pada permukaannya. Adanya sifat mampu menyerap air pada lempung atau lanau halus menjadikan material-material ini bersifat plastis. Plastisitas adalah suatu sifat tanah berbutir halus untuk berdeformasi tanpa adanya retakan atau perubahan volume yang cukup berarti. Secara umum lempung lebih plastis dari pada lanau.

Selanjutnya, batas konsistensi diperlukan untuk melukiskan kondisi fisik tanah berbutir halus, dalam hal ini kadar air. Terdapat 4 (empat) kondisi fisik tanah berdasarkan kadar airnya, yakni : cair, plastis, semi padat, dan padat. Kadar air pada peralihan keadaan padat ke semi padat disebut batas susut (*Shrinkage Limit, SL*), keadaan semi padat ke plastis disebut Batas Plastis (*Plastis Limit, PL*) dan dari keadaan Plastis ke cair disebut Batas Cair (*Liquid Limid, LL*). Suatu rentang antara Batas Plastis dan Batas Cair diatas dikenal sebagai Indeks Plastisitas (*index of Plasticity, IP*). Dapat dilihat bahwa indeks plastisitas merupakan suatu interval yang menunjukkan tanah masih bersifat plastis. Berdasarkan penjelasan diatas maka besarnya indeks plastisitas ditentukan sebagai berikut :

$$IP = LL - PL \quad (1)$$

Gambar berikut ini sketsa kondisi fisik tanah yang juga memperlihatkan batas-batas konsistennya.



Gambar 2. Sketsa Konsistensi Tanah

Tanah lempung adalah mineral tanah sebagai kelompok-kelompok partikel Kristal koloid berukuran kurang dari 0.002 mm, yang terjadi akibat proses pelapukan bahan kimia pada batuan yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam ataupun alkali, dan karbondioksida (Craig, 1987). Sedangkan mineral tanah adalah unsur dasar yang digunakan untuk mengetahui perilaku tanah, selain faktor utama untuk mengontrol bentuk, ukuran, sifat fisik, dan sifat kimia dari partikel tanah (Mitchell, 1976).

Tampak bahwa tanah lempung adalah mineral tanah dari kelompok partikel-partikel berukuran koloid (< 0,002 mm), yang hanya dapat dilihat oleh mikroskop elektron.

Klasifikasi Tanah Menurut USCS (Unified soil classification system)

Sistem ini mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total tanah lolos ayakan no. 200 simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G untuk *Gravel* (Kerikil) atau tanah berkerikil, dan S untuk *Sand* (Pasir) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200. Symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk Lanau (*silt*) Anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Untuk simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

- W = Tanah dengan gradasi baik (*Well graded*)
 P = Tanah dengan gradasi buruk (*Poorly graded*)
 L = Plastisitas rendah (*Low plasticity*), LL < 50
 H = Plastisitas tinggi (*High Plasticity*), LL > 50

SimbolKlasifikasi TanahMenurut USCS

Jenis Tanah	Simbol	Sub kelompok	Simbol
Kerikil Pasir	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau Lempung Organik Gambut	M		
	C	LL < 50%	L
	O	LL > 50%	H
	PT		

Sumber : Bowles, 1991

Gambar 2. Simbolklasifikasitanahmenurut USCS

Geotextil

Geotextil adalah suatu material geosintetik yang berbentuk seperti karpet atau kain. Umumnya material geotextil terbuat dari bahan polimer *polyester* (PET) atau *polypropylene* (PP). Geotextil adalah material yang bersifat *permeable* (tidak kedap air).

Menurut ASTM D4439, geotextil didefinisikan sebagai geosintetik permeable yang terdiri dari anyaman tekstil (*solely of textiles*). Dalam pembuatan geotextil ada 3 hal penting yang perlu diperhatikan yaitu tipe

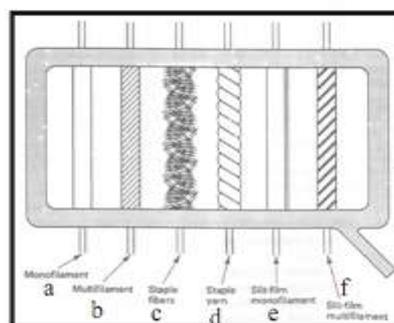
polimer yang digunakan, tipe serat yang digunakan, dan cara penenunan/penganyamannya.

Dalam pembuatan serat untuk pembuatan geotextil, susunan dari material polimernya adalah:

- *Polypropylene* = 83 %.
- *Polyester* = 14 %.
- *Polyethylene* = 2%.
- *Polymide (nylon)* = 1%.

Terdapat berbagai macam serat yang umum digunakan dalam pembuatan geotextil yaitu sebagai berikut :

1. *Monofilament*.
2. *Multifilament*.
3. *Staple yarn*.
4. *Slit – film monofilament*.
5. *Slit – film multifilament*.

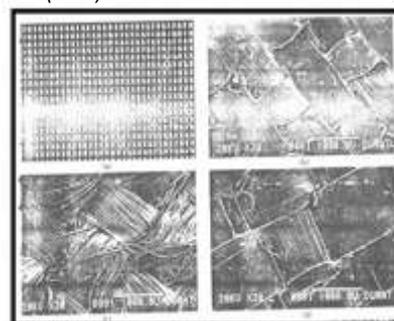


Gambar 3. Tipe-Tipe Serat Polimer Pada Pembuatan Geotextil (Koerner, 1994)

Geotextil umumnya dibuat dari *polypropylene* atau polimer *polyester* yang dibentuk menjadi serat atau tenunan/ayaman dan akhirnya akan menjadi 2 jenis yaitu *woven* dan *nonwoven*.

Berikut beberapa pilihan cara dalam menenun/menganyam serat yaitu :

1. *Woven monofilament* (gambar 1a).
2. *Woven multifilament* (gambar 1b).
3. *Woven slit – film monofilament* (gambar 1e).
4. *Woven slit – film multifilament* (gambar 1f).
5. *Nonwoven continuous filament heat bounded*.
6. *Nonwoven continuous filament needle punched*.
7. *Nonwoven staple needle punched*.
8. *Nonwoven resin – bounded*.
9. *Other woven or nonwoven combinations*.
10. *Knitted (rare)*.



Gambar 4. Tipe – Tipe Tenunan Dalam Pembuatan Geotextil (Koerner 1994)

Karakteristik Geotextil

Pemilihan geotextil untuk perkuatan dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal geotextil terdiri dari : kuat tarik geotextil, sifat perpanjangan (*creep*), struktur geotextil dan daya tahan terhadap faktor lingkungan, sedangkan faktor eksternal adalah jenis bahan timbunan yang berinteraksi dengan geotextil. Struktur geotextil, yaitu jenis anyam (*woven*) atau tidak dianyam (*non-woven*) juga mempengaruhi pada pemilihan geotextil untuk perkuatan.

Kondisi lingkungan juga memberikan reduksi terhadap kuat tarik geotextil karena reaksi kimia antara geotextil dengan lingkungan disekitarnya. Sinar ultraviolet, air laut, kondisi asam atau basa serta mikroorganisme seperti bakteri dapat mengurangi kekuatan geotextil.

Waktu pembebanan juga mengurangi kekuatan geotextil karena akan terjadi degradasi pada geotextil oleh faktor *fatigue* dan *aging*. Untuk menutupi kekurangan tersebut, tidak seluruh kuat tarik geotextil yang tersedia dapat dimanfaatkan dalam perencanaan konstruksi perkuatan.

Aplikasi Geotextil di Lapangan

Geotextil memiliki beberapa kegunaan diantaranya yaitu sebagai lapisan penyangkai (*filter*), lapisan pemisah (*separator*), lapisan perkuatan (*reinforcement*) dan lapisan pelindung (*protector*).

Material geotextil bekerja menggunakan metode membrane effect yang hanya mengandalkan tensile strength (kuat tarik) dari material itu sendiri. Adapun beberapa faktor yang harus diperhatikan ketika akan menggunakan material geotextil sebagai lapisan perkuatan yaitu :

- Jenis geotextil yang akan digunakan.
- Kondisi lingkungan, perubahan cuaca, dan kondisi asam atau basa dapat mempengaruhi kekuatan dari geotextil.
- Material timbunan yang akan digunakan.
- Interaksi antara material timbunan dengan geotextil.

Menurut Koerner, geosintetik memiliki 5 fungsi utama yaitu sebagai :

- Pemisah (*Separation*).
- Perkuatan (*Reinforcement*).
- Filtrasi (*Filtration*).
- Drainase (*Drainage*).
- Penghalang Cairan (*Liquid Barrier*).

Sedangkan menurut salah satu perusahaan pembuat geosintetik yaitu GeoForce adalah sebagai :

- Lapisan Pelindung.
- Perkuat Lereng.
- Pemisah.
- Retaining Wall.
- Perkuatan pada tanah dasar lunak.

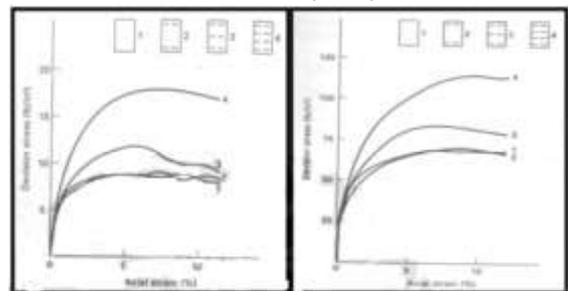
Contoh Pengujian pada Geotextil

Geotextil umumnya telah mengalami percobaan pengujian kekuatan di laboratorium sebelum digunakan di lapangan. Percobaan tersebut meliputi diantaranya adalah :

- Pengujian tarik jalur (*strip tensile test*).
- Pengujian regangan bidang (*plane shear stress*).
- Pengujian robekan tepi (*wing wear test*).
- Pengujian tarik cengkram bidang (*grab tensile test*).

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti :

- Uji direct shear pada tanah pasir oleh Mirja Rio Endrayana (2008) dengan menggunakan teori Robert M. Koerner (1994).
- Uji coba terhadap beberapa contoh uji tanah yaitu tanah pasir dengan $\rho=3 \text{ lb/in}^2$ (21 kpa) dan $\rho=30 \text{ lb/in}^2$ (210 kpa) berikut grafik hasil uji coba direct shear oleh Mirja Rio Endrayana dengan menggunakan teori Robert M. Koerner (1994).



Gambar 5. Grafik pengaruh Geotextil dengan berbagai macam lokasi berbeda pada contoh uji pasir $\rho=3 \text{ lb/in}^2$ (21 kpa) dan $\rho=30 \text{ lb/in}^2$ (210 kpa) berdasarkan uji geser langsung.

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak lapisan geotextil yang diberikan pada tanah, maka tanah tersebut akan memberikan regangan yang sama namun mampu menahan beban/tegangan lebih besar hingga 60%, dibandingkan dengan tanah yang tidak diberikan lapisan geotextil.

Kuat Geser Tanah Menurut Mohr-Coulomb

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser (*Shear Failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut.

Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh :

- Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya lempung. Kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan butir-butir tanah (*c soil*).
- Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya

gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut gesek dalam.

- Padatanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan dan gesekan antara butir-butir tanah.

Kekuatan Tanah dinyatakan dengan rumus :

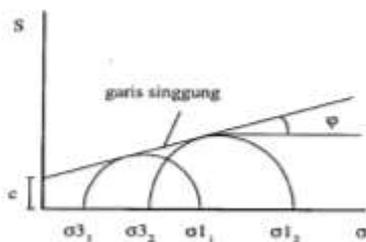
$$S = c + \sigma' \tan \phi \quad (2)$$

Dimana : c : kohesi

ϕ : sudut geser

σ' : Tegangan normal di pusat geser

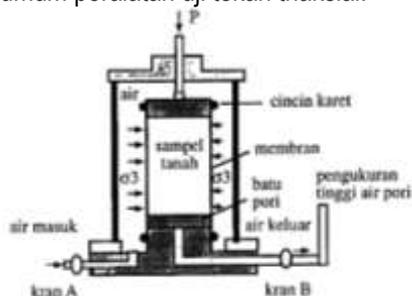
Mohr (1882) juga menyajikan suatu persamaan kuat geser tanah. Rumusannya menyangkut suatu fungsi tak linier yang lebih mencerminkan perilaku sebenarnya daripada tanah. Ilustrasi persamaan ini diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 6. Kurva Keruntuhan Tanah Mohr-Coulomb Dan Lingkaran Mohr

Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Tekan Triaksial

Uji tekan triaksial (*triaxial compression test*) diketahui sebagai uji yang paling terandalkan dalam memperoleh parameter geser dan data tegangan-tegangan tanah. Pada pengujian ini sampel tanah diletakkan di atas dasar sel dan dibagian atas ditutup. Sampel tanah ditutup dengan membrane yang diameternya sama dengan sampel. Sel diisi dengan air dengan tegangan dinaikan sampai nilai yang dimaksudkan. Tegangan sel (σ_3) dibiarkan bekerja selama jangka waktu tertentu. Pengukuran kuat geser dilakukan dengan memberikan tekanan vertical pada sampel. Pembacaan dapat dilakukan pada proving ring pada tegangan tertentu. Dari pembacaan dapat diketahui tekanan maksimum yang terjadi saat terjadi keruntuhan. Gambar dibawah ini adalah skema umum peralatan uji tekan triaksial.



Gambar 7. Skema Umum Alat Uji Tekan Triaksial

Sampel tanah berbentuk silinder dengan tinggi minimal dua kali diameter. Sampel tanah dibungkus dengan karet tipis sehingga air tidak dapat keluar, kemudian dimasukkan kedalam silinder yang diberi air dan tekanan, sehingga air akan masuk kesegala arah. Percobaan dilakukan dengan menggunakan triaksial jenis *Unconsolidated Undrained Test* (UU).

METODE PENELITIAN



Pengambilan sampel tanah di daerah Ring Road, tepatnya di perumahan Citra Land dengan titik koordinat $1^{\circ}26'03.51''\text{U}$ $124^{\circ}50'54.76''\text{T}$.

Jenis Data

Data merupakan keterangan yang diperlukan dalam suatu penelitian. Adapun jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data kualitatif, merupakan data yang disajikan secara deskriptif atau dalam bentuk uraian.
2. Data kuantitatif, merupakan data yang disajikan dalam bentuk angka-angka.

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer, merupakan data yang diperoleh langsung dari penelitian yang akan dilakukan. Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium.
2. Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari literature atau buku-buku referensi yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Karakteristik Tanah

Hasil pengujian karakteristik tanah dirangkum pada tabel berikut :

Tabel 1
Hasil Uji Karakteristik Tanah

No	Karakteristik	Ring Road
1.	Kadar air tanah kering udara	4.04 %
2.	(ω)	47.15 %
3.	Batas Cair (LL)	25.36%
4.	Batas plastis (PL)	21.79 %
5.	Indeks plastis (IP)	2.45
6.	Berat jenis (Gs)	52.18 %
	Lolos saringan no.200	

Sumber : Hasil Penelitian Kharis, 2014

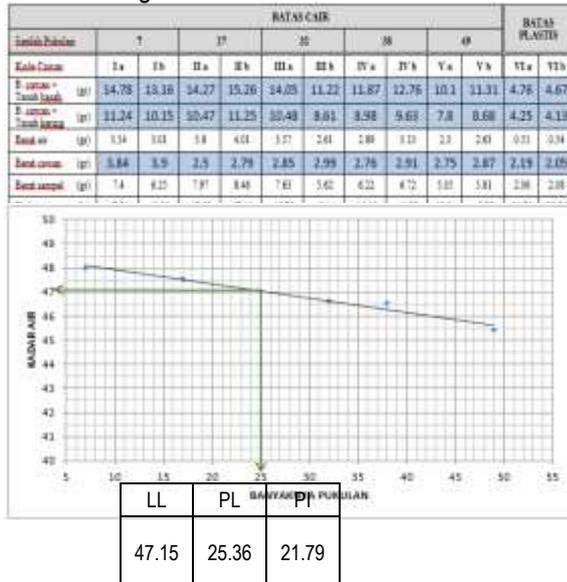
1. Kadar Air KeringUdara

No.	Nomor Contoh dan Kedalaman		Tanah Kering Udara	
	Nomor Cawan yang dipakai		A	B
1	Berat Cawan + Tanah Basah	(gram)	430.78	445.71
2	Berat Cawan + Tanah Kering	(gram)	422.12	436.32
3	Berat Air ((1)-(2))	(gram)	8.66	9.39
4	Berat Cawan	(gram)	207.29	204.69
5	Berat tanah kering ((2)-(4))	(gram)	214.83	231.63
6	Kadar Air ((3)/(5))*100	(%)	4.03	4.05
7	Kadar Air rata-rata	(%)	4.04	

2. BeratJenis

Lokasi		Ring Road	
Kedalaman (m)			
Nomor Piktometer		A1	A2
Berat Piktometer - Cawan	W2	99.52	56.52
Berat Piktometer	W1	49.52	46.52
Berat Tanah	W2 - W1	10.00	10.00
Temperatur	t °C	28°	28°
Berat piktometer + Air + Tanah pada suhu 25°C	W3	154.09	151.54
Berat Piktometer + Air pada 25° C	W4	148.20	145.58
W3 - (W1) + W4		158.20	155.58
Ju Tanah	W3 - W3	4.11	4.04
Berat Jenu	W1	2.43	2.48
Berat Jenu rata-rata		2.45	

3. Atterberg

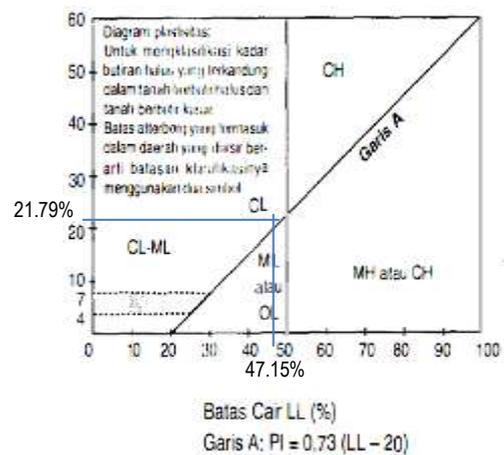


4. DistribusiUkuranButiran (Analisa Saringan)

Nomor Saringan #	Ukuran Lubang (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lolos (gr)	Berat Kumulatif Tertahan (gr)	Persen Tertahan (%)	Konsistif	
						Persen Tertahan	Persen Lolos
8	2.380	1.12	298.88	1.12	0.37	0.37	99.63
10	2.000	3.10	295.78	4.22	1.03	1.41	98.99
12	1.680	3.05	292.73	7.27	1.03	2.42	97.58
16	1.190	9.73	283.00	17.00	3.24	5.67	94.33
18	1.000	13.26	269.74	30.26	4.42	10.09	89.91
30	0.590	13.83	255.91	44.09	4.61	14.70	85.30
40	0.425	13.61	242.30	57.70	4.54	19.23	80.77
50	0.297	20.80	221.50	78.50	6.93	26.17	73.83
80	0.177	24.86	196.64	103.36	8.29	34.45	65.55
100	0.149	15.18	181.46	118.54	5.06	39.51	60.49
200	0.075	24.92	156.54	143.46	8.31	47.82	52.18
PAN	0	156.54	0.00	300.00	52.18	100.00	0.00
Σ		300.00					

Klasifikasi Tanah

Kedalaman (m)	Kandungan lempung (%)	Klasifikasi	
		Ukuran Butiran	Plastisitas
0-200 (0.075 mm)	Lempung dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lempung tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau benampung
	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berlanau, lempung berpasir, lempung berlanau lempung kurus ('lean clays')	CL	
Lempung dan lempung batas cair > 50%	Lempung organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	OL	
	Lempung tak organik atau pasir halus datar, lempung elastis	MH	
	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')	CH	
Tanah dengan organik tinggi	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	OH	
	Gambut ('peat'), dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		



Grifik 1. Diagram Plastisitas, Cassagrande

Macam Tanah	E (Kg/cm ²)
LEMPUNG	
• Sangat Lunak	3 - 30
• Lunak	20 - 40
• Sedang	45 - 90
• Berpasir	300 - 425
PASIR	
• Berlanau	50 - 200
• Tidak Padat	100 - 250
• Padat	500 - 1000
PASIR DAN KERIKIL	
• Padat	800 - 2000
• Tidak Padat	500 - 1400
LANAU	20 - 200
LOSES	150 - 600
CADAS	1400 - 14000

(Sumber Bowles, 1997)

Tabel 2. Hubungan Antara Jenis Tanah dengan Modulus Elastisitas

Jenis Tanah	Poisson Ratio (μ)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 1,0
Batuhan	0,1 – 0,4
Urutan dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

(Sumber : Buku Mekanika Tanah, Briggs M. Das Jilid 1)

Tabel 3. Hubungan Antara Jenis Tanah Dengan Poisson Ratio

Koefisien Permeabilitas (k)

Nilai k untuk macam-macam tanah

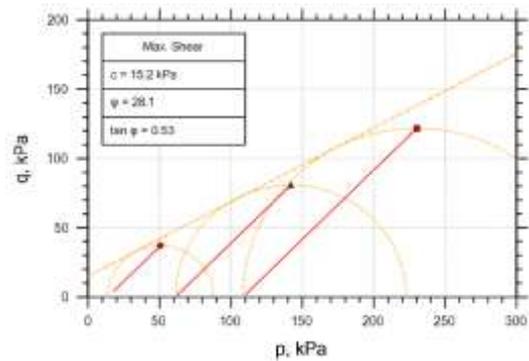
Kerikil	> 10 cm/det
Pasir	10 - 10 ⁻² cm/det
Lanau	10 ⁻² - 10 ⁻⁵ cm/det
Lempung	< 10 ⁻⁵ cm/det

Dasar Mekanika Tanah, Budi Santosa dkk, hal 24

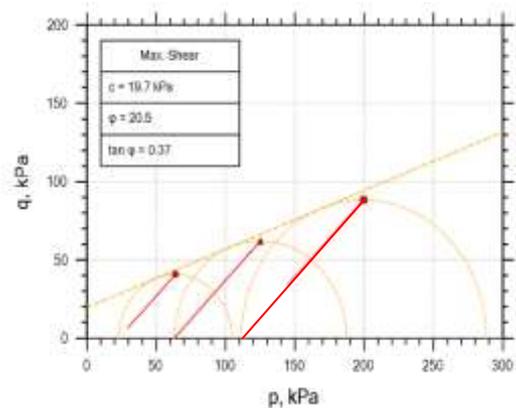
Hasil Pengujian Laboratorium

Parameter Tanah	Satuan	Tanah Asli	Tanah Terganggu ($W_{opt} = 24,3\%$)
Berat vol. Basah (γ_{sat})	KN/m ³	17.17	18.86
Berat vol. kering (γ_{unsat})	KN/m ³	12.11	14.97
(e_0)	-	1.0231	0.6364
Permeabilitas (k)	m/hr	0.001	0.001
Modulus Young (E)	KN/m ²	42000	42000
Poisson Ratio (ν)	-	0.3	0.3
Kohesi (c)	KN/m ²	15.2	19.7
Sudut geser dalam (ϕ)	°	28.1	20.5

Hasil Uji Triaxial



Grafik 2. Lingkaran Mohr Hasil Pengujian Triaxial UU (Tanah Asli)

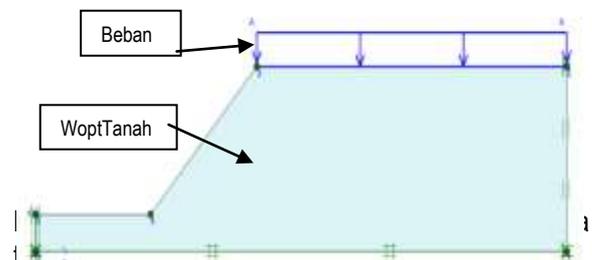


Grafik 3. Lingkaran Mohr Hasil Pengujian Triaxial UU (Tanah Wopt).

Dari grafik 2 didapat nilai-nilai parameter tanah yaitu : $c = 15,2$ KPa dan $\phi = 28,1$. Sedangkan pada grafik 3 didapat nilai $c = 19,7$ KPa dan $\phi = 20,5$.

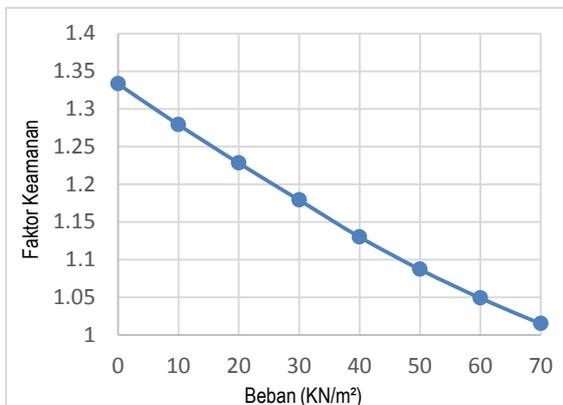
Hubungan Antara Beban Dan Faktor Keamanan

- Pemodelan Tanah Pada Program Plaxisv.8.2 2D (Tanah Asli)



Tabel 4
Beban Dan Faktor Keamanan (Tanah Asli)

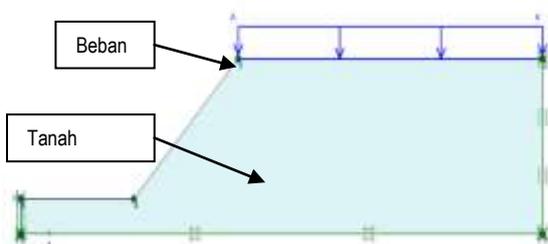
NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.530
2	10	1.459
3	20	1.396
4	30	1.329
5	40	1.271
6	50	1.219
7	60	1.174
8	70	1.139



Grafik 4. Hubungan Antara Beban Dengan Faktor Keamanan (Tanah Asli)

Dari grafik dapat dilihat bahwa bertambahnya jumlah beban maka nilai faktor keamanan akan semakin menurun. Pada beban 0 KN/m² dan 70 KN/m² didapat faktor keamanan sebesar 1,343 dan 1,015.

- Pemodelan Tanah Pada Program Plaxisv. 8.2 2D (Tanah Wopt)

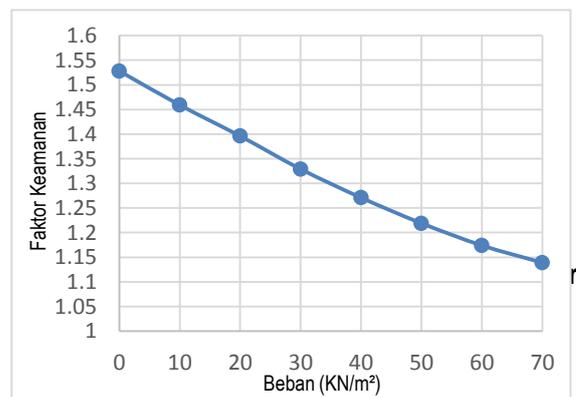


Gambar 5. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (Tanah Wopt)

Hasil simulasi untuk pemodelan ini ditampilkan pada tabel 5 dan grafik 5 berikut ini.

Tabel 5
Beban Dan Faktor Keamanan (Tanah Wopt)

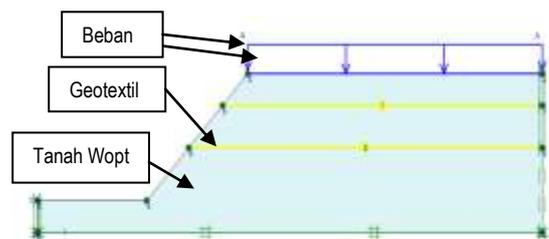
NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.343
2	10	1.281
3	20	1.228
4	30	1.179
5	40	1.130
6	50	1.087
7	60	1.049
8	70	1.015



Grafik 5. Hubungan Antara Beban Dengan Faktor Keamanan (Tanah Wopt)

Dari grafik dapat dilihat bahwa bertambahnya jumlah beban maka nilai faktor keamanan akan semakin menurun. Pada beban 0 KN/m² dan 70 KN/m² didapat faktor keamanan sebesar 1,530 dan 1,139.

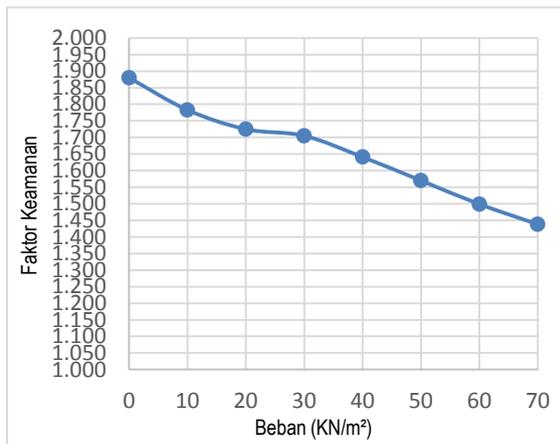
- Pemodelan Tanah Pada Program Plaxisv.8.2 2D (Tanah Wopt 2 Lapis Geotextil)



Hasil simulasi untuk pemodelan ini ditampilkan pada tabel 6 dan grafik 6 berikut ini.

Tabel 6
Beban Dan Faktor Keamanan
(Tanah Wopt 2 Lapis Geotextil)

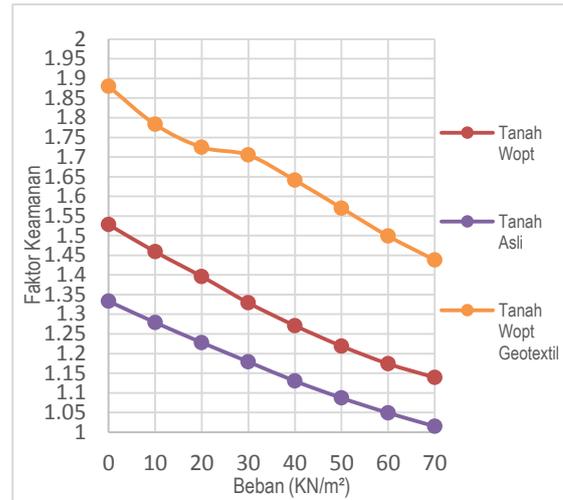
NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.880
2	10	1.783
3	20	1.725
4	30	1.705
5	40	1.641
6	50	1.570
7	60	1.499
8	70	1.438



Grafik 6. Hubungan Antara Beban Dengan Faktor Keamanan (Tanah Wopt 2 Lapis Geotextil)

Dari grafik dapat dilihat bahwa bertambahnya jumlah beban maka nilai faktor keamanan akan semakin menurun. Pada beban 0 KN/m² dan 70 KN/m² didapat faktor keamanan sebesar 1,880 dan 1,438.

- Grafik Perbandingan Tanah Asli, Tanah Wopt, dan Tanah WoptGeotextil



Grafik 7. Perbandingan Tanah Asli, Tanah Wopt, dan Tanah Wopt Geotextil

Dari grafik dapat dilihat bahwa bertambahnya jumlah beban maka nilai faktor keamanan akan semakin menurun. Presentase kenaikan faktor keamanan beban 40 KN/m² (tanah asli) dengan beban 40 KN/m² (tanah Wopt) adalah sebesar 12%. Dan presentase kenaikan faktor keamanan beban 40 KN/m² (tanah asli) dengan beban 40 KN/m² (tanah Wopt geotextil) adalah sebesar 45%. Sedangkan presentase kenaikan faktor keamanan beban 40 KN/m² (tanah Wopt) dengan beban 40 KN/m² (tanah Wopt geotextil) adalah sebesar 29%.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kekuatan tanah yang diberi perkuatan geotextil mampu menahan beban hingga 70 KN/m² dengan faktor keamanan sebesar 1,438.
2. Semakin besar jumlah beban yang diterima, maka faktor keamanan yang di dapat semakin kecil. Contohnya pada tanah asli beban 0 KN/m² di dapat faktor keamanan sebesar 1.343, pada beban 20 KN/m² didapat faktor keamanan 1.228, dan pada beban 50 KN/m² didapat faktor keamanan 1.087.
3. Penggunaan geotextil pada tanah dapat menaikkan nilai faktor keamanan. Contohnya pada tanah Wopt (non geotextil) pada beban 40 KN/m² didapat nilai faktor keamanan 1.271. Dapat dibandingkan dengan tanah Wopt (dengan geotextil) pada beban 40 KN/m² didapat nilai faktor keamanan sebesar 1.641.

Saran

1. Untuk mengetahui tentang Geotextil lebih jauh, dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan Geotextil tersebut di lapangan.
2. Gunakan Geotextil sebagai salah satu alternative untuk memperkuat daya dukung tanah pada tanah lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles Joseph. E, 1991, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das. Braja. M. 1993, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Koerner, Robert M. *Designing With Geosynthetics*. 1994
- Mirja R. E, 2008. *Pengaruh Geotextil*. Jakarta
- Nurdiani N., Munawir A., Rachmansyah A., 2010. *Pengaruh Jarak Pondasi Dari Tepi Lereng Dan Panjang Geotextil Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus Pada Pemodelan Lereng Pasir*. Malang
- Prof. Noriyuki Yasufuku. 2010. *Bahan ajar*. Jepang
-, *Panduan Praktikum mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi*