

PEMERIKSAAN KEKUATAN TANAH DENGAN PERKUATAN ANYAMAN KAWAT (STUDI KASUS : KAWASAN TINOOR)

Davly Rivaldo Tumewu
Hendra Riogilang, Alva N. Sarajar

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
email : Rivaldodavly@gmail.com

ABSTRAK

Ilmu keteknikan, dalam hal ini geoteknik harus dapat memberi jawaban atas kebutuhan daya dukung tanah yang diinginkan sesuai dengan keperluan konstruksi. Oleh karena itu, berbagai macam metode mulai dikembangkan termasuk metode pemberian perkuatan tanah (*soil reinforcement*) yaitu dengan menggunakan material geosintetik. Dalam penelitian ini digunakan anyaman kawat dan serat jute sebagai perkuatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tanah yang diberi perkuatan anyaman kawat dan serat jute, berapa besar faktor keamanan dan melihat perbedaan faktor keamanan sebelum dan sesudah diberi perkuatan anyaman kawat dan serat jute sampai 5 lapis perkuatan dengan menggunakan program *plaxis v.8.2 2D*. Dari hasil penelitian, Faktor keamanan meningkat sesuai dengan pemberian jumlah lapis perkuatan yang diberikan terhadap tanah asli berturut-turut hingga 5 lapis perkuatan : 18.70 %, 36.51 %, 52.42 %, 92.75 %, 139.44 %.

Kata kunci : Kekuatan tanah, anyaman kawat, *plaxis v.8.2*, faktor keamanan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah konstruksi bangunan selalu berkaitan dengan jenis, sifat dan karakteristik tanah yang menunjukkan seberapa besar daya dukung yang diberikan tanah untuk bangunan di atasnya. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipengaruhi oleh penurunan dan stabilitas tanah.

Ilmu keteknikan, dalam hal ini geoteknik harus dapat memberi jawaban atas kebutuhan daya dukung tanah yang diinginkan sesuai dengan keperluan konstruksi. Oleh karena itu, berbagai macam metode mulai dikembangkan. Metode pemberian perkuatan tanah (*soil reinforcement*) merupakan salah satu metode, yaitu dengan menggunakan material geosintetik. Salah satu jenis geosintetik yang telah banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja suatu konstruksi yaitu geotekstil.

Material yang digunakan dalam penulisan ini adalah anyaman kawat dan serat jute. Adapun prinsip dalam pemilihan material perkuatan adalah anyaman kawat dapat berperan sebagai

perkuatan yang menahan *tension* dan serat jute sebagai *drainage* yaitu untuk mengalirkan air.

Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Pemeriksaan kekuatan tanah dengan menggunakan perkuatan anyaman kawat dan serat jute tidak memperhitungkan faktor gempa.
2. Pemeriksaan sifat-sifat fisik tanah.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kekuatan tanah dengan menggunakan perkuatan anyaman kawat dan serat jute.
2. Memberikan perbandingan faktor keamanan dengan dan tanpa menggunakan perkuatan anyaman kawat dan serat jute.

Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya :

1. Mengetahui karakteristik dan kekuatan tanah pada daerah yang bersangkutan
2. Sebagai masukan dan pertimbangan bagi perencanaan untuk membangun bangunan pada daerah yang bersangkutan.

LANDASAN TEORI

Struktur dan Sifat Mekanis Tanah

Sifat-sifat mekanis penting tanah, seperti kekuatan (*strength*) dan pemampatan (*compressibility*), secara langsung berhubungan dengan atau paling tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor dasar seperti rapat masa (*density*), berat volume (*unit weight*), angka pori (*void ratio*), dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*). Selanjutnya, batas konsistensi diperlukan untuk menggambarkan kondisi fisik tanah, dalam hal ini kadar air. Terdapat empat kondisi fisik tanah berdasarkan kadar airnya, yakni : cair, plastis, semi padat, dan padat. Berikut ini adalah sketsa kondisi fisik tanah yang juga memperlihatkan batas-batas konsistensinya.

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

- Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50 % berat total, contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah di mana lebih dari 50% berat total, contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol 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. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck* dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Keruntuhan Pada Lereng

Keruntuhan lereng akibat beban pondasi dapat terjadi pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan timbul gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor atau keruntuhan. Secara umum, longsor pada lereng disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain bertambahnya tegangan yang bekerja dan berkurangnya kuat geser material.

Pengamatan longsor atau keruntuhan pada lereng yang dilakukan oleh Collin (1846) menunjukkan bahwa kebanyakan peristiwa

kelongsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang longsor yang berupa lengkungan.

Pengujian Kuat Geser Tanah Dengan Triaxial

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembapan tertentu (Head, 1982). Kekuatan geser tanah dapat diukur di lapangan maupun di laboratorium. Pengukuran di lapangan antara lain menggunakan *vane-shear*, *plate load*, dan tes penetrasi. Pengukuran di laboratorium meliputi penggunaan miniatur *vane shear*, *direct shear*, *triaxial compression*, dan *unconfined compression* (Sallberg, 1965) dan *fall-cone soil shear strength*.

Metode Program Plaxis

Plaxis adalah program pemodelan dan processing metoda elemen hingga yang mampu melakukan analisa masalah-masalah geoteknik dalam perencanaan sipil. Plaxis 8.2 menyediakan berbagai analisa teknik tentang penurunan tegangan yang terjadi pada tanah dan lain-lain. Program ini dirancang untuk dapat melakukan pembuatan geometri yang akan dianalisa.

Parameter tanah yang digunakan dalam program PLAXIS diantaranya yaitu :

- Berat Volume Tanah Kering / dry soil weight (γ dry)
- Berat Volume Tanah Basah / wet soil weight (γ wet)
- Permeabilitas Arah Horizontal / horisontal permeability (k_x)
- Permeabilitas Arah Vertikal / vertical permeability (k_y)
- Modulus Young / Young's Modulus (E),
- Poisson's Ratio (ν)
- Kohesi / Cohesion (c)
- Sudut Geser / Friction Angle (ϕ)
- Sudut Dilatasi / Dilatancy Angle (ψ)

Perbaikan Tanah (*Reinforcement*)

Modification by Inclusions and confinement (Perbaikan tanah dengan menyisipkan perkuatan dalam lapisan tanah) Teknik perbaikan tanah ini pada prinsipnya serupa dengan penyisipan tulangan baja pada mortar beton. Dengan menyisipkan material perkuatan (seperti: geosintetik, *steel bar*, *steel mesh*, anyaman bambu) akan terbentuk material yang kuat terhadap tarik dan tekan. Fungsi perkuatan pada sistem perbaikan tanah ini adalah sebagai "*tensile member*".

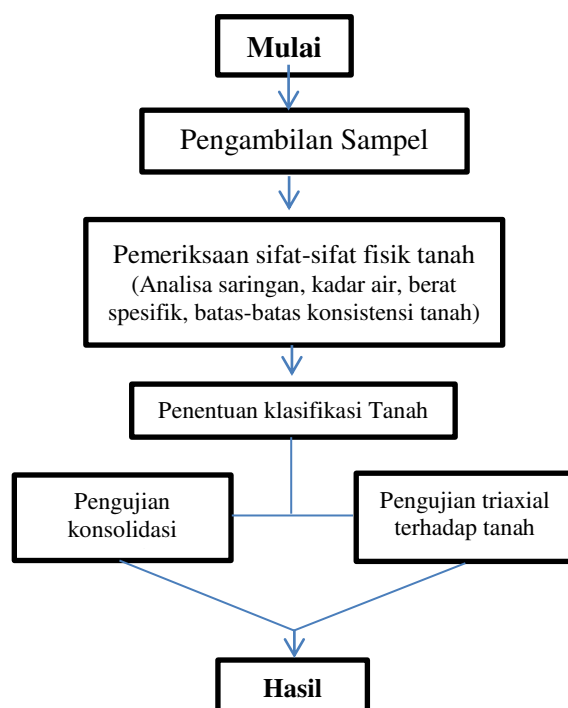
METODE PENELITIAN

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 adalah:
 - a. Quartering.
 - b. Analisa saringan
 - c. Pemeriksaan ukuran butiran dengan *hidrometer*
 - d. Pemeriksaan kadar air
 - e. Pemeriksaan berat spesifik tanah
 - f. Pemeriksaan batas cair tanah
 - g. Pemeriksaan batas plastis dan indeks plastis
 - h. Pengujian konsolidasi
 - i. Pengujian pemadatan tanah
 - j. Pengujian triaksial pada kondisi *unconsolidated undrained*.
2. Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari literatur atau buku-buku referensi yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian ini.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Karakteristik Tanah

Berdasarkan percobaan yang dilakukan di laboratorium tanah, maka berikut ini adalah rangkuman hasil uji karakteristik tanah :

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Tanah

No	Karakteristik Tanah	Satuan	Hasil
1	Kadar air tanah kering udara	(%)	13.42
2	Batas cair (LL)	-	63.3
3	Batas plastis (PL)	-	40.01
4	Indeks plastisitas (IP)	-	23.29
5	Berat jenis (Gs)	-	2.34
6	Lolos saringan no.200	(%)	52.562

Klasifikasi Tanah



Gambar 2. Klasifikasi Tanah

Tabel 2. Klasifikasi Tanah

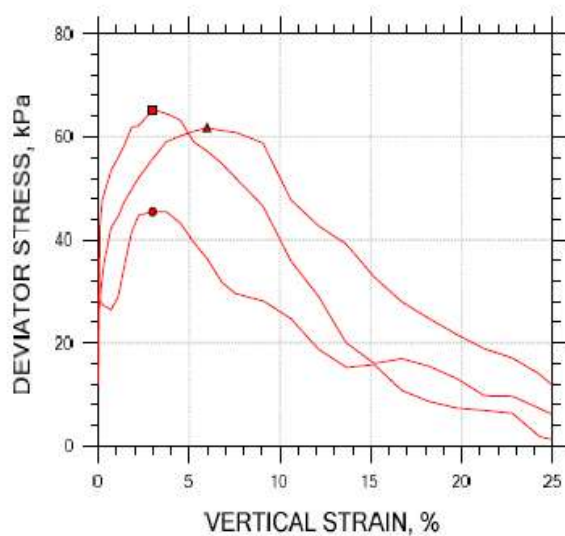
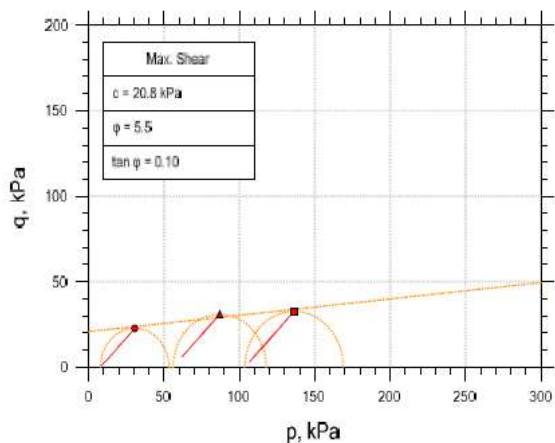
Lanau dan lempung dengan batas cair $LL > 50\%$	MH	Lanau inorganik atau pasir halus diastomae. lanau Elastis	PI berada dibawah garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 1)
	CH	Lempung inorganik dengan plastisitas tinggi, lempung genuk (<i>fat clays</i>)	PI berada diatas garis-A dalam Grafik Plastisitas (Gambar 4.1)
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	PI berada dalam daerah OH dalam Gambar 1 dan $\frac{LL_{(air oven)}}{LL_{(air oven)}} < 0,75$
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut (<i>peat</i>), dan tanah lain kandungan organik Tinggi	

Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 3. Parameter Tanah

Parameter Tanah	Satuan	Tanah
Berat Volume Basah (γ_{sat})	KN/m ³	13.73
Berat Volume Kering (γ_{unsat})	KN/m ³	11.2
Kohesi (c)	KN/m ²	20.8
Sudut Geser Dalam (ϕ)	°	5.5
e_0	-	3.40
Permeabilitas (k)	m/det	10^{-8}
Modulus Young (E)	KN/m ²	5000
Poisson Ratio (ν)	-	0.4

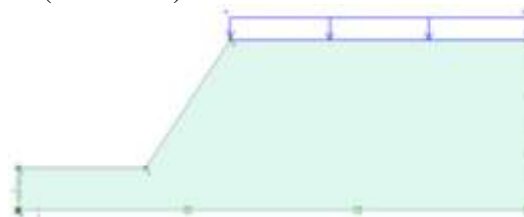
Hasil Pengujian Triaksial



Gambar 3. Hasil Uji Triaksial

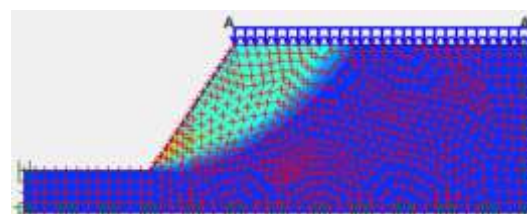
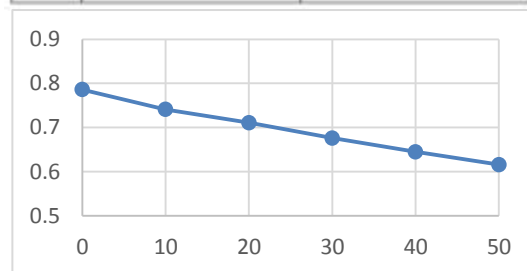
Hubungan Antara Beban dan Faktor Keamanan

1. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (Tanah asli)



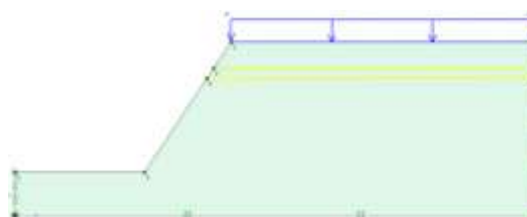
Tabel 4. Hubungan beban dan FK

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	0.786
2	10	0.741
3	20	0.711
4	30	0.676
5	40	0.645
6	50	0.616



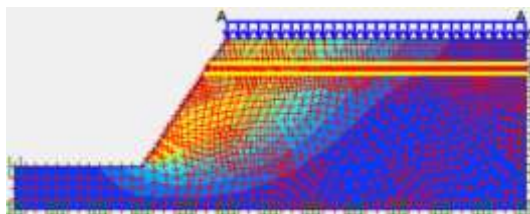
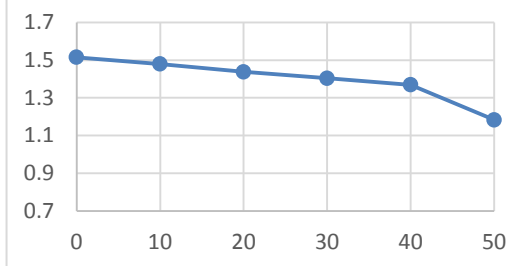
Gambar 4. Bidang keruntuhan

2. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (1 lapis)



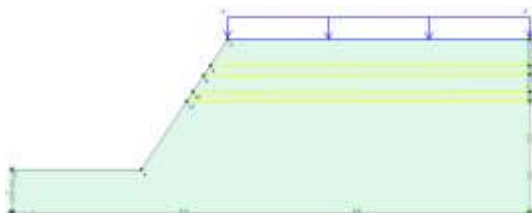
Tabel 5. Hubungan beban dan FK

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	0.933
2	10	0.899
3	20	0.844
4	30	0.836
5	40	0.799
6	50	0.730



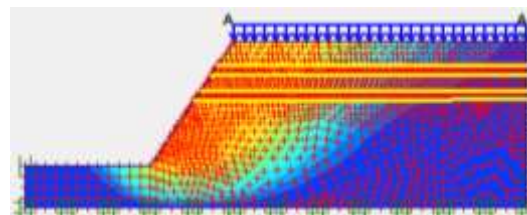
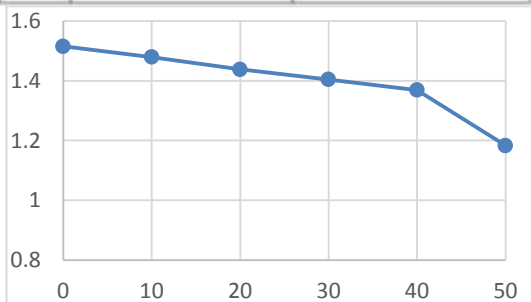
Gambar 5. bidang keruntuhan

3. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (2 lapis)



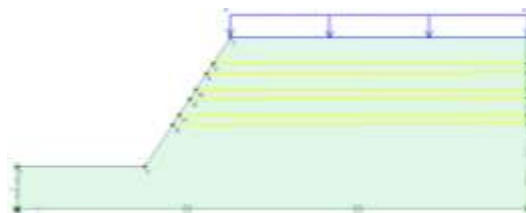
Tabel 6. Hubungan beban dan FK

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.073
2	10	1.000
3	20	0.966
4	30	0.929
5	40	0.902
6	50	0.842



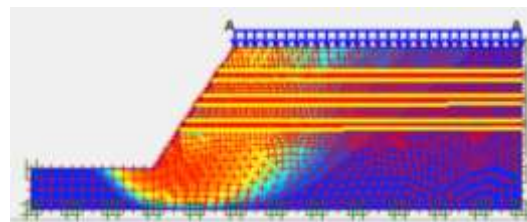
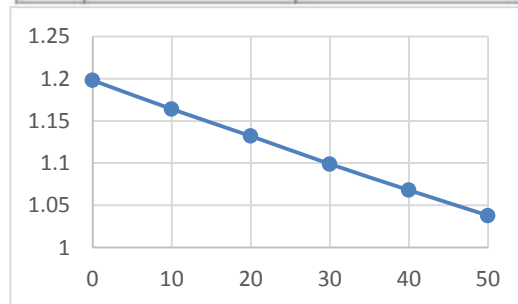
Gambar 6. Bidang keruntuhan

4. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (3 lapis)



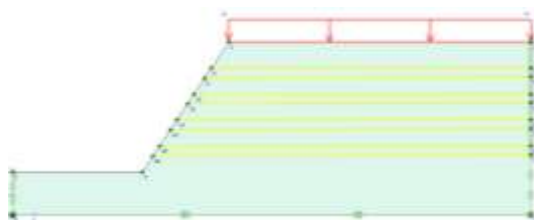
Tabel 7. Hubungan beban dan FK

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.198
2	10	1.164
3	20	1.132
4	30	1.099
5	40	1.068
6	50	1.038



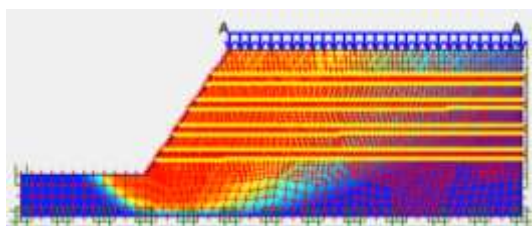
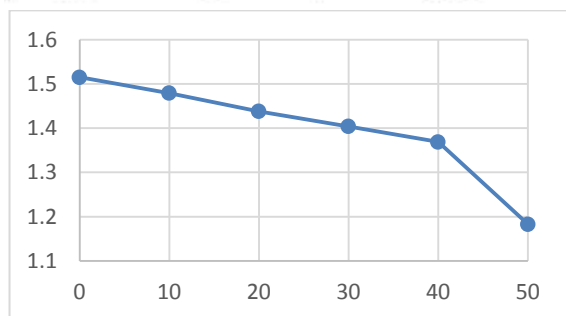
Gambar 7. bidang keruntuhan

5. Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis v.8.2 2D (4 lapis)



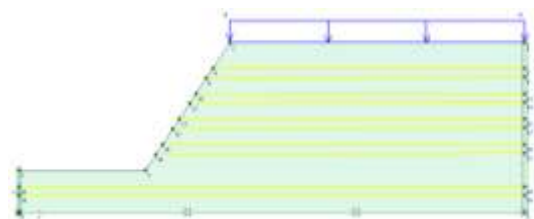
Tabel 8. Hubungan beban dan FK

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.515
2	10	1.479
3	20	1.438
4	30	1.404
5	40	1.369
6	50	1.183



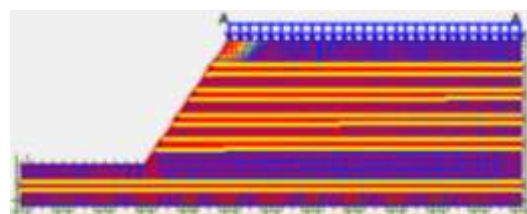
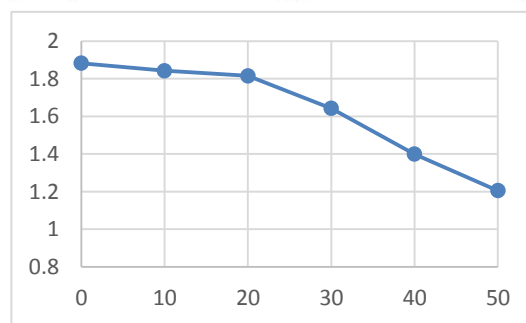
Gambar 8. Bidang keruntuhan

6. Pemodelan Tanah pada Program Plaxis v.8.2 2D (5 lapis)





Tabel 8. Hubungan beban dan FK




NO	Beban (KN/m ²)	Faktor Keamanan
1	0	1.882
2	10	1.842
3	20	1.815
4	30	1.642
5	40	1.399
6	50	1.205



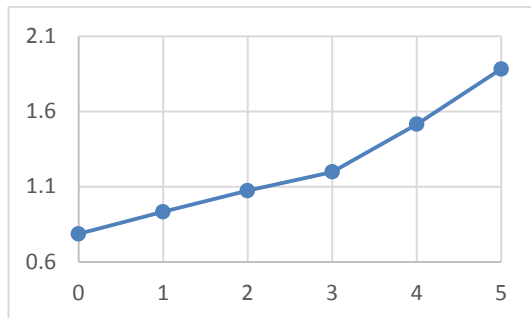
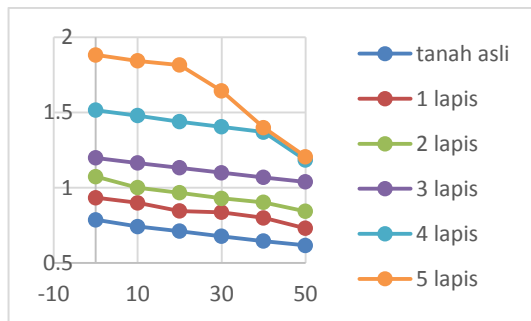
Gambar 8. Bidang keruntuhan

7. Perbandingan Faktor Keamanan Tanah Asli dengan Tanah yang Diberi Perkuatan Hingga 5 Lapis Perkuatan

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor keamanan		
		Tanah asli	1 lapis perkuatan	2 lapis perkuatan
PEMODELAN				
1	0	0.786	0.933	1.073
2	10	0.741	0.899	1.000
3	20	0.711	0.844	0.966
4	30	0.676	0.836	0.929
5	40	0.645	0.799	0.902
6	50	0.616	0.730	0.842

NO	Beban (KN/m ²)	Faktor keamanan		
		3 lapis perkuatan	4 lapis perkuatan	5 lapis perkuatan
PEMODELAN				
1	0	1.198	1.515	1.882
2	10	1.164	1.479	1.842
3	20	1.132	1.438	1.815
4	30	1.099	1.404	1.642
5	40	1.068	1.369	1.399
6	50	1.038	1.183	1.205

NO	Beban (KN/m ²)	Tanah asli	1 lapis	2 lapis	3 lapis	4 lapis	5 lapis
1	0	0.786	18.70229	36.51399	52.4173	92.74809	139.4402
2	10	0.741	21.32254	34.95277	57.08502	99.59514	148.583
3	20	0.711	18.70605	35.86498	59.21238	102.2504	155.2743
4	30	0.676	23.66864	37.42604	62.57396	107.6923	142.8994
5	40	0.645	23.87597	39.84496	65.5814	112.2481	116.8992
6	50	0.616	18.50649	36.68831	68.50649	92.04343	95.61688



Dari grafik diatas maka dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya beban maka semakin menurun pula faktor keamanan. Dan dengan

perkuatan anyaman kawat dan serat jute maka faktor keamanan tanah pun meningkat sesuai dengan penambahan jumlah lapis perkuatan berturut-turut sampai 5 lapis : 18.70%, 36.51%, 52.42%, 92.75%, 139.44%.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Tanah pada lokasi pengambilan sampel yaitu kawasan Tinoor dengan titik koordinat 01°23'53.3"U ; 124°49'42.7"T merupakan jenis tanah lempung berplastisitas tinggi.
2. Faktor keamanan tanah asli adalah 0.786 dan terus menurun sampai 0.616 seiring dengan pembebanan yang diberikan sebesar 50 KN/m².
3. Faktor keamanan meningkat sesuai dengan pemberian jumlah lapis perkuatan yang diberikan terhadap tanah asli berturut-turut hingga 5 lapis perkuatan: 18.70%, 36.51%, 52.42%, 92.75%, 139.44%.

Saran

1. Tanah pada lokasi pengambilan sampel perlu untuk dilakukan perkuatan sebelum dibangun bangunan konstruksi karena jenis tanah dan faktor keamanannya yang rendah.
2. Jumlah lapis perkuatan yang diberikan bisa disesuaikan dengan beban rencana bangunan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles J.E., Hainim J.K. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bowles, Joseph E., 1997. *Foundation Analysis and Design*, McGraw-Hill, Singapura.
- Das M.B., Endah N., Mochtar I.B. 1993. *Mekanika Tanah – Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1 & 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. 1998. *Principles Of Foundation Engineering*. New York.
- Falkiya, I., Munawir, A., Harimurti. 2014. *Pengaruh Kemiringan Lereng dan Lebar Pondasi dengan Rasio d/B = 1 Terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng dengan Perkuatan Geotekstil*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Holtz, R.D., Kovacs, W.D. 1981. *An Introduction to Geotechnical Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.
- Muntohar A. S. *Rekayasa Geoteknik*. Yogyakarta.

- Muntohar, A.S. *Analisis Stabilitas Lereng*. Yogyakarta.
- Murri, M.M., Surjandri, N.S., As'ad, S. 2014. Analisis Stabilitas Lereng dengan Pemasangan Bronjong (Studi Kasus di Sungai Gajah Putih, Surakarta). *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2(1), 162-169.
- Peck B. P., Tergazhi K. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 1 Edisi II*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Prasetia, R.E., Iskandar, R. *Analisa Daya Dukung Tanah Menggunakan Program Elemen Hingga yang Diberi Perkuatan Geotextile dan tanpa Perkuatan Geotextile*. Medan : Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Rachmatullah, R.I., Munawir, A., Zaika, Y. *Pengaruh Lebar dan Jumlah Lapisan Geotekstil dengan Jarak Pondasi dari Tepi Lereng 6 cm Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus pada Pemodelan Lereng $R_c = 74\%$* . Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suhasmoro, A.R., Munawir, A., Rachmansyah, A. 2014. *Pengaruh Kemiringan Lereng dan Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir dengan Perkuatan Geotekstile*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Surjandari, Niken S. 2007. *Media Teknik Sipil*, Surakarta.
- Wijaya. G.D., Suroso, Harimurti, M.T. *Pengaruh Variasi Jumlah dan Jarak Antar Lapis Geotekstil Terhadap Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Menerus pada Tanah Pasir Poorly Graded*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Yasufuku N., Ochiai H., Otani J., Omine K. 2010. *Landmarks in Earth Reinforcement*. Jepang: Kyushu University.
- Yun H., Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C.F. Lee. 2010. *Centrifuge Modeling of Geotextile-Reinforced Cohesive Slopes*. *Geotextile and Geomembranes* 28(2010), 12-22.