

ANALISIS STABILITAS TANAH DENGAN MODEL MATERIAL MOHR COULOMB DAN SOFT SOIL

Gracia Mizuno Elisa Sompie,
O. B. A. Sompie, Steeva Rondonuwu

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: graciasompie@gmail.com

ABSTRAK

Tanah sebagai media untuk memikul beban yang ada harus memiliki kekuatan atau persyaratan agar dapat memikul beban yang ada di atasnya. Keadaan tanah yang kurang baik dapat berakibat kurang baik juga bagi konstruksi di atasnya. Oleh karena itu perlu untuk menganalisis stabilitas pada tanah untuk mengetahui besarnya faktor keamanan serta penurunan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui parameter tanah yang ada di kawasan ringroad untuk di hitung berapa besar penurunan dan faktor keamanannya. Parameter tanah yang dipeoleh dari laboratorium dimodelkan kedalam program plaxis 2d v.8.6 untuk mendapatkan faktor keamanan (Msf), penurunan total (Utotal). Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan model material mohr coulomb model dan soft Soil model dengan variasi muka air tanah.

Dari pemodelan pada program plaxis 2d v.8.6 diperoleh bahwa semakin tinggi muka air tanah maka semakin besar faktor keamanan. Pada model material mohr coulomb nilai faktor keamanan terbesar yaitu 1,598 pada muka air tanah 10 meter dan yang terkecil yaitu 1,200 pada muka air tanah 2 meter. Dan penurunan yang terbesar yaitu 7,72 meter pada muka air tanah 2 meter dan yang terkecil yaitu 5,32 meter pada tinggi muka air tanah 10 meter. Sedangkan pada pemodelan soft soil nilai faktor keamanan terbesar ada pada tinggi muka air tanah 10 meter sebesar 1,696 dan terkecil yaitu pada muka air tanah 2 meter dengan nilai faktor keamanan 1,309. Pada soft soil model analisis penurunan terbesar diperoleh 0,30477 meter pada tinggi muka air tanah 4 meter dan terkecil ada pada tinggi muka air tanah 10 meter yaitu 0,10149 meter

Kata kunci: Analisis Stabilitas Tanah, Penurunan, Faktor Keamanan, Mohr Coulomb Model, Soft Soil Model, Plaxis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Material tanah selain sebagai pondasi juga berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan Teknik Sipil disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Keberadaan tanah ditempat yang akan didirikan suatu bangunan harus mampu untuk memikul beban karena jika tanah dibebani, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser mencapai harga batas, maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh.

Keruntuhan tanah dapat mengakibatkan pergerakan atau pergeseran dinding penahan atau longsor timbunan tanah. Karena itu kekuatan geser tanah merupakan salah satu parameter yang penting pada dinding penahan tanah serta bangunan sipil lainnya. Ada beberapa cara untuk

mendapatkan nilai parameter kuat geser atau parameter kekuatan Tanah (c dan ϕ) yaitu dengan cara pengujian geser langsung, pengujian tekan bebas, pengujian baling-baling dan pengujian triaksial.

Maka untuk mengetahui deformasi, dan faktor aman yang terjadi dibutuhkan suatu analisis daya dukung yang dapat memodelkan sesuai dengan kondisi tanah dan memudahkan dalam memodelkan penanganannya, salah satunya dengan menggunakan program *Plaxis*.

Analisis stabilitas tanah dilakukan dengan menggunakan program komputer *Plaxis v8.6* berdasarkan Metode Elemen Hingga untuk menganalisis nilai deformasi dan faktor keamanan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu seperti berapa besar penurunan dan

faktor keamanan yang terjadi pada tanah asli dan timbunan.

Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada sampel tanah yang diambil di jalan lingkaran Manado. Analisis deformasi tanah dan faktor keamanan menggunakan program *Plaxis v8.6* dengan model material pada program *Plaxis* yang dipakai yaitu Mohr Coulomb Model dan Soft Soil Model, tidak dipengaruhi gempa serta prosedur pengujian di Laboratorium berdasarkan pada panduan praktikum Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNSRAT Manado.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

Untuk mengetahui berapa besar penurunan (U_{tot}) dan faktor keamanan (F_k) pada tanah timbunan dengan model material Mohr Coulomb dan Soft soil dengan menggunakan program *Plaxis v8.6*.

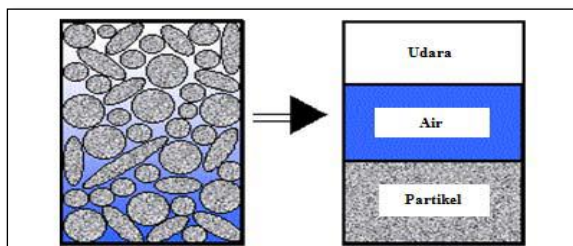
Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diperoleh manfaat yaitu untuk mengetahui berapa besar penurunan dan tingkat keamanan dengan bantuan program *Plaxis* serta sebagai bahan masukan untuk ilmu pengetahuan di bidang Geoteknik.

LANDASAN TEORI

Sifat-Sifat Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di dalam partikel-partikel padat tersebut (*Braja M. Das 1998*). Definisi tanah tersebut dapat direpresentasikan seperti Gambar 1.

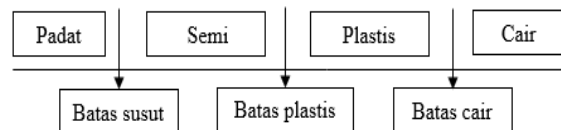


Gambar 1 Diagram Fase Tanah (Sumber : Braja M. Das, 1995)

Butiran-butiran mineral yang membentuk bagian padat dari tanah merupakan hasil pelapukan dari batuan. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat-sifat fisik dari tanah banyak tergantung dari faktor-faktor ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran.

Batas Konsistensi Tanah

Atterberg pada tahun 1911 adalah seorang ilmuwan dari Swedia yang berhasil mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, sehingga batas konsistensi tanah disebut *Atterberg Limits*. Kegunaan batas *Atterberg* dalam perencanaan adalah memberikan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan. Batas-batas konsistensi tanah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Sketsa Konsistensi Tanah (Sumber : Braja M. Das, 1991)

Batas antara fase-fase tanah seperti diatas disebut batas-batas konsistensi/batas-batas Atterberg. Batas-batas Atterberg tersebut adalah :

- a. Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = SL adalah keadaan dimana kadar air tanah berada pada batas antara keadaan padat ke semi padat.
- b. Batas Plastis (*Plastic Limit*) = PL adalah batas keadaan semi padat ke plastis.
- c. Batas cair (*Liquid Limit*) = LL adalah batas antara keadaan plastis ke cair.
- d. Indeks Plastisitas = *Plastisitas Index* = PI adalah rentang antara batas plastis dan batas cair.

Berdasarkan penjelasan diatas maka besarnya indeks plastisitas dirumuskan sebagai berikut :

$$PI = LL - PL$$

Klasifikasi Tanah USCS (Unified soil classification system)

Sistem klasifikasi tanah yang paling terkenal di kalangan para ahli teknik tanah dan pondasi adalah klasifikasi sistem USCS.

Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan **G** untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau **S** untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau inorganik (*inorganic silt*), atau **C** untuk lempung inorganik (*inorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi.

Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi ini:

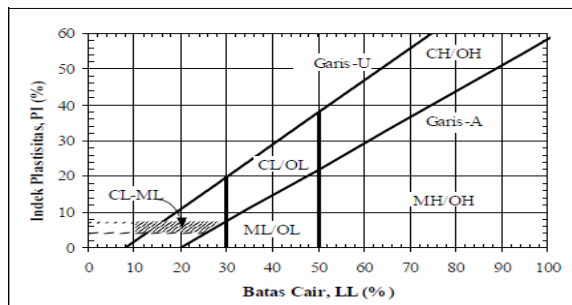
- W = *Well Graded* (gradasi baik)
- P = *Poorly Graded* (gradasi buruk)
- H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, $LL > 50$)
- L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, $LL < 50$)

tercapai tergantung pada banyaknya air didalam tanah tersebut.

Tabel Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar, 50% batuan tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% dan pasir tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
	Kerikil dengan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	Pasir berbutir (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200	Lanau dan lempung butir < 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clay</i>)
		OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
	Lanau dan lempung butir < 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diaerosi, atau lanau diaerosi, lanau yang elastis
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fatty clay</i>)
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Mamud untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

(Sumber : Hary Christady, 1996)



Gambar 3 Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi Tanah USCS.
(Sumber : Braja M. Das, 1995)

Teori pemadatan pertama kalinya dikembangkan oleh R. R. Proctor. Oleh karena itu, prosedur dinamik laboratorium yang standar biasanya disebut dengan uji Proctor (Bowles, 1989). Empat variabel pemadatan tanah yang didefinisikan oleh proctor, yaitu usaha pemadatan atau energi pemadatan, jenis tanah (gradasi, kohesif, atau tidak kohesif, ukuran partikel dan sebagainya), kadar air, dan berat isi kering. Dalam setiap pekerjaan pemadatan yang dikerjakan, dihitung

1. Kadar air tanah

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

2. Berat isi basah

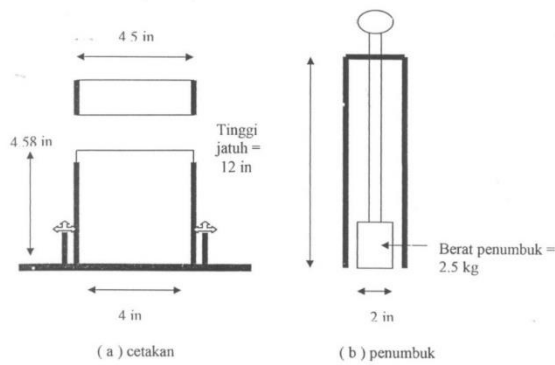
$$\gamma = \frac{w}{v}$$

3. Berat volume kering tanah

$$\gamma = \frac{\gamma}{100+w} \times 100$$

Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis. Cara mekanis yang dipakai untuk memadatkan tanah boleh bermacam-macam. Dilapangan biasanya dipakai cara menggilas, sedangkan dilaboratorium dipakai cara memukul. Untuk setiap daya pemadatan tertentu, kepadatan yang



Gambar 4 Alat Uji Proctor Standar (Sumber : Braja M. Das, 1995)

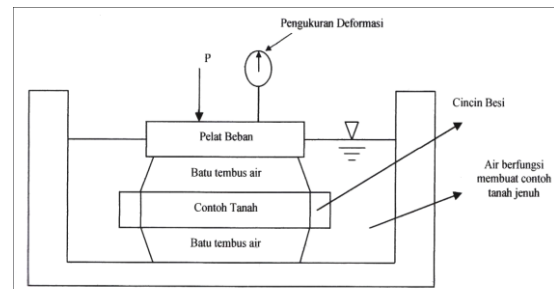
Teori Konsolidasi

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Secara umum penurunan (settlement) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar yaitu:

1. Penurunan segera (immediate settlement), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basa, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.
2. Penurunan konsolidasi (consolidation settlement), merupakan hasil dari penurunan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah.

Pemeriksaan konsolidasi dimaksudkan untuk menentukan sifat pemampatan suatu tanah yang diakibatkan adanya tekanan vertikal (berupa berat konstruksi di atasnya atau tanah isian) dan sifat pemampatan ini berupa adanya perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam pori tanah. Di lapisan yang terdiri dari pasir akan segera terjadi penurunan yang hampir menyeluruh dalam waktu singkat setelah bekerjanya beban/tekanan dan untuk lapisan yang terdiri butiran halus (lempung), maka penurunan yang terjadi besar dan biasanya memerlukan waktu yang lama.

Besarnya penurunan tergantung pada kecenderungan sifat tanah yang dapat dilalui cairan dan ditekan atau tergantung pada koefisien rembesan dan koefisien konsolidasi.



Gambar 5 Skema Alat Pengujian Konsolidasi (Sumber : Braja M. Das, 1995)

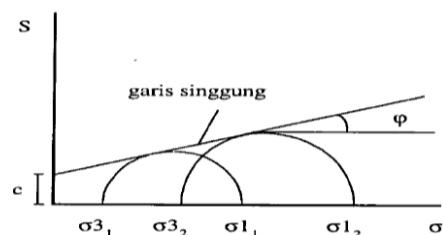
Pengertian Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap keruntuhan dan pergeseran yang terjadi akibat beban yang dialaminya. Secara khusus dalam bidang geoteknik untuk kekuatan tanah biasanya ditunjukkan pada kekuatan gesernya. Hal ini disebabkan kekuatan tarik tanah sangat kecil dan beban-beban yang bekerja akhirnya akan menyebabkan tanah mengalami keruntuhan dalam bentuk geser. Dengan dasar pengertian ini, maka bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung pada tegangan vertikal yang bekerja pada bidang gesernya.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang gesernya.

Kuat Geser Tanah Menurut Mohr-Coulomb

Pengetahuan mengenai perilaku tanah untuk melakukan analisis dan desain yang akurat dalam geoteknik sangat penting. Perilaku tanah yang kompleks perlu di formulasikan dalam bentuk model tanah yang mempresentasikan hubungan tegangan-tegangan tanah yang ada pada gambar berikut.



Gambar 6 Kurva kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb

Kriteria keruntuhan *Mohr-Coulomb* ditunjukkan oleh garis lurus yang di kenal dengan *Mohr-Coulomb failure envelope*. Garis ini menunjukkan batas kondisi stabil dari keruntuhan. Regangan yang berada di bawa garis adalah keadaan stabil. Sedangkan keruntuhan terjadi ketika teganga menyentu atu melewati garis keruntuhan *Mohr-Coulomb*.

$$\tau = c + \sigma_n \tan \varphi$$

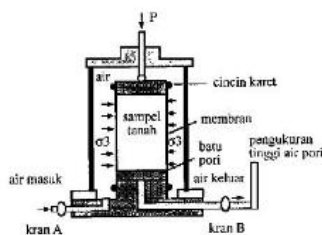
Dimana :

- τ = Kuat Geser
- c = Kohesi
- σ_n =Tegangan Normal Pada Bidang Tinjauan
- Tan φ = Koefisien Gesek antar Partikel Tanah
- φ = Sudut geser Dalam Tanah

Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Tekan Triaksial

Apabila suatu contoh tanah dikeluarkan dari dalam tanah lokasi asalnya, semua tegangan yang bekerja sebelumnya sedapat mungkin meniru keadaan tegangan-tegangan saat contoh tanah masih berada di tempat asalnya.

Uji tekan Triaksial (*Triaxial Compression Test*) diketahui sebagai uji yang paling terandakan dalam memperoleh parameter geser dan data tegangan tanah. Cara pengujian ini memperbolehkan pemberian tegangan-tegangan vertikal dan horizontal secara serentak terhadap contoh tanah.



Gambar 7 Skema Umum Alat Uji Tekan Triaksial

Plaxis

PLAXIS adalah sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisa deformasi dan stabilitas dalam bidang Geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu

model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat, sedangkan berbagai fasilitas yang tersedia dapat digunakan untuk menampilkan hasil komputasi secara mendetail. Proses perhitungannya sendiri sepenuhnya berjalan secara otomatis dan didasarkan pada prosedur numerik.

Faktor keamanan umumnya didefinisikan sebagai rasio antara beban runtuh dengan beban kerja. Namun demikian, untuk struktur tanah definisi di atas tidak selalu dapat diaplikasikan. Sebagai contoh, pada struktur timbunan sebagian besar beban yang bekerja diakibatkan oleh berat sendiri tanah dan peningkatan berat tanah umumnya tidak mengakibatkan keruntuhan. Dengan demikian, definisi yang lebih tepat untuk faktor keamanan adalah:

$$FS = \frac{\tau_{ult}}{\tau_{all}}$$

Rasio dari kekuatan tanah yang tersedia terhadap kekuatan minimum yang dihitung untuk mencapai keseimbangan adalah faktor keamanan yang secara konvensional digunakan dalam Mekanika Tanah. Dengan menerapkan kondisi standar dari Coulomb, faktor keamanan dapat diperoleh dengan persamaan :

$$FS = \frac{c_{ult} + \sigma_n \tan \phi_{ult}}{c_{all} + \sigma_n \tan \phi_{all}}$$

Adapun penentuan faktor keamanan dalam PLAXIS secara matematis dapat dinyatakan dengan :

$$\sum Msf = \frac{c_{ult}}{c_{r1}} = \frac{\tan \phi_{ult}}{\tan \phi_r}$$

Pada pemodelan material *Mohr-coulomb* model terdapat 7 parameter yang perlu dimasukkan, yaitu :

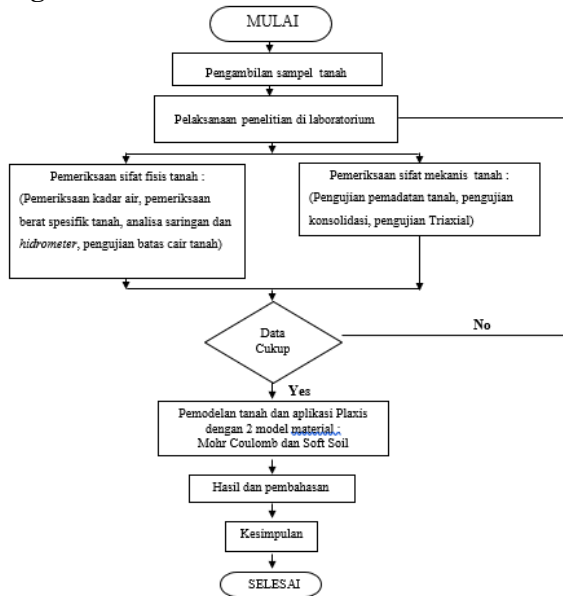
1. Young Modulus(E).
2. Poisson's Ratio(v).
3. Sudut Geser(φ).
4. Kohesi(c).
5. γ_{sat} .
6. γ_{unsat} .
7. $k_{x,y}$.

Pada pemodelan material *Soft Soil* model membutuhkan parameter untuk dimasukkan yaitu:

1. Indeks kompresi (λ)
2. Indeks Muai (κ)
3. Kohesi (c)
4. Sudut Geser(φ).
5. Sudut Dilatasi (ψ)

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Metode Penelitian



Gambar 8 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian yang diperoleh berdasarkan pengujian di laboratorium dengan pemodelan menggunakan program PLAXIS menghasilkan nilai faktor keamanan yang direncanakan pada area tanah di ringroad.

Data Karakteristik Tanah

Sebagai hasil dari pemeriksaan sifat-sifat fisik tanah maka didapat parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan jenis tanah yang telah diperiksa.

Tabel Hasil Uji Karakteristik Tanah

No.	Karakteristik	Hasil
1.	Kadar Air, (ω)	39,6%
2.	Berat Jenis (Gs)	2,8129
3.	Persen Lolos Saringan No. 200 (R_{200})	52.9361%
4.	Batas Cair, (LL)	60%
5.	Batas Plastis, (PL)	29,8%
6.	Indeks Plastis, (PI)	30,1%

Pemeriksaan Distribusi Ukuran Butiran

Tabel Hasil Pemeriksaan Distribusi Ukuran Butiran

$W_o = 115$ gram

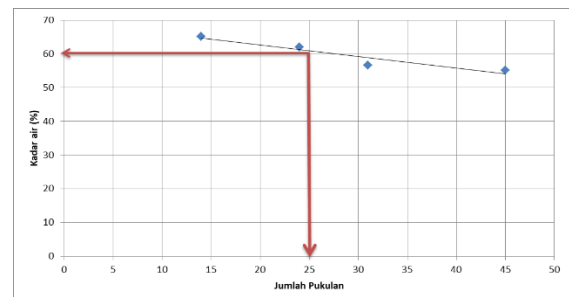
NO.	NO. AYAKAN	D (mm)	PERHITUNGAN ANALISA SARINGAN			
			BERAT TANAH		PRESENTASE (%)	
			TANAH TERTAHAN (gr)	KOMULATIF TERTAHAN (gr)	TERTAHAN (%)	LOLOS (%)
1	8	2.360	3.1	3.1	2.6968	97.3032
2	10	2.000	1.84	4.94	4.2975	95.7025
3	12	1.680	1.6	6.54	5.6894	94.3106
4	16	1.180	1.98	8.52	7.4119	92.5881
5	18	1.000	1.73	10.25	8.9169	91.0831
6	30	0.600	4.15	14.4	12.5272	87.4728
7	40	0.425	5.22	19.62	17.0683	82.9317
8	50	0.300	4.27	23.89	20.7829	79.2171
9	80	0.180	11.77	35.66	31.0222	68.9778
10	100	0.150	6.1	41.76	36.3288	63.6712
11	200	0.075	12.34	54.1	47.0639	52.9361
12	PAN		60.85	114.95	100	0
			Σ TERTAHAN			

Dari hasil analisa saringan diketahui bahwa tanah lolos saringan no.200 = 52,9361% , maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus.

Pemeriksaan Konsistensi Tanah

Tabel Hasil Pemeriksaan Konsistensi Tanah

Pemeriksaan Atterberg	Batas Cair								Batas Plastis	
	14		24		31		45		I	J
Banyaknya pukulan	A	B	C	D	E	F	G	H		
1.Nomor Cawan										
2.Berat Cawan + Contoh Tanah Basah (gr)	12.54	13.11	13.16	12.06	13.70	11.99	14.32	13.87	10.61	10.56
3.Berat Cawan + Contoh Tanah Kering (gr)	10.05	10.40	10.82	10.16	11.32	10.46	11.80	11.57	9.33	9.36
4.Berat Air (gr)	2.51	2.71	2.34	1.90	2.38	1.53	2.52	2.30	1.28	1.20
5.Berat Cawan (gr)	6.22	6.20	7.08	7.07	7.14	7.74	7.24	7.39	5.09	5.29
6.Berat Contoh Kering (gr)	3.81	4.20	3.74	3.09	4.18	2.72	4.56	4.18	4.24	4.07
7.Kadar Air (%)	65.88	64.52	62.57	61.49	56.94	56.25	55.26	55.02	30.19	29.48403
8.Kadar Air Rata - rata (%)	65.20153731		62.02775903		56.59389952		55.14354067		29.83635436	
LL	PL	PI								
60	29.83635	30.16365								

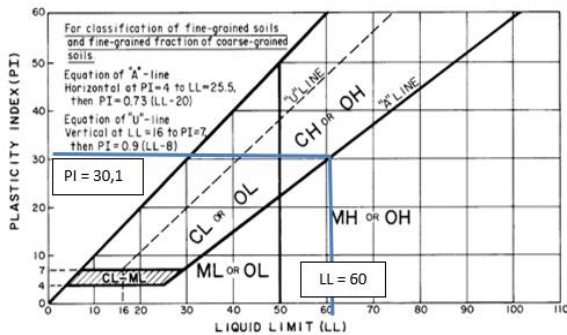


Gambar 9 Grafik Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas diplot pada diagram plastis sehingga didapat identifikasi tanah yang lebih spesifik. Hasil dapat dilihat pada gambar 10.

Klasifikasi Tanah

Dalam menentukan klasifikasi tanah digunakan sistem USCS (*unified soil classification system*) dengan berdasarkan pada hasil analisa butiran yang dilaksanakan di laboratorium.

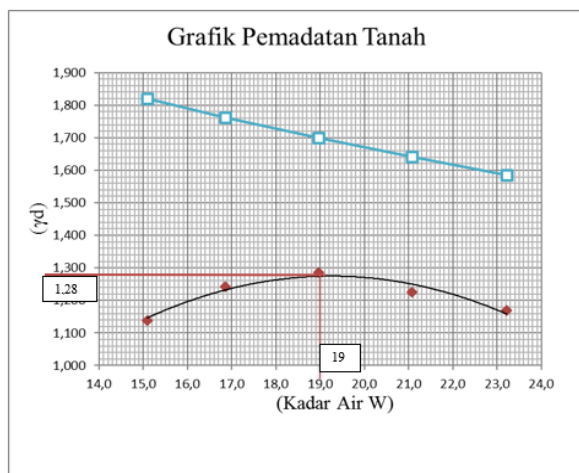


Gambar 10 Diagram Plastisitas, *Cassagrande*

Setelah dilakukan klasifikasi terhadap tanah, maka jenis tanah yang di teliti memiliki klasifikasi CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clays).

Analisis dan Evaluasi Sifat Mekanis Tanah Pengujian Pemadatan Tanah

Pada pengujian ini didapatkan berat isi kering maksimum (γ_{dry}) dan kadar air optimum (W_{opt}).



Gambar 11 Grafik Pemadatan Tanah dengan Z_{av}

Dari garfik kurva hubungan antara berat isi kering dan $W_{optimum}$ tanah didapatkan nilai untuk berat isi kering (γ_{dry}) sebesar 1,28 gram/cm² dan nilai $W_{optimum}$ sebesar 19%

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dilaboratorium tanah, maka berikut ini adalah rangkuman hasil sifat mekanis tanah :

Tabel Hasil Uji Mekanis Tanah

No	Mekanis Tanah	Satuan	Nilai
Uji Triaxial			
	Sudut Geser Dalam (ϕ)	°	17
	Kohesi (c)	(kg/cm ²)	1,83
	γ	(t/m ³)	1,502
Uji Konsolidasi			
	Angka air pori e_0	-	0,8896
	C_c		0,19932
	C_r		0,022589

Poisson's Ratio

Nilai *poisson's ratio* ditentukan sebagai rasio kompresi poros terhadap regangan pemuai lateral. Nilai *poisson's ratio* dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel Perkiraan *Poisson Ratio* (Bowles, 1977)

Macam Tanah	μ
Lempung jenuh	0,40 – 0,50
Lempung tak jenuh	0,10 – 0,30
Lempung berpasir	0,20 – 0,30
Lanau	0,30 – 0,35
Pasir padat	0,20 – 0,40
Pasir kasar ($e = 0,4-0,7$)	0,15
Pasir halus ($e = 0,4-0,7$)	0,25
Batu	0,10 – 0,40
Loses	0,10 – 0,30
Beton	0,15

(Sumber : Hary Christady, Mekanika Tanah 2, 2010)

Modulus Young

Nilai *Modulus Young* menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah. Nilai *Modulus*

elastisitas (Es) secara empiris dapat ditentukan dari jenis tanah.

Tabel Perkiraan Modulus Young (Bowles,

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	
• Loses	150 – 600
CADAS	
	1400 - 14000

(Sumber: Bowles, 1997)

1997)

Sudut Dilatasi (ψ)

Pada tanah lempung nilai $\psi = 0^\circ$, sudut dilatasi untuk tanah pasir tergantung pada kerapatan dan sudut gesernya, pada umumnya 30° . Pada sebagian besar kasus nilai $\psi = 0^\circ$, untuk nilai sudut geser kurang dari 30° .

Tabel Parameter Mohr Colomb yang Digunakan Dalam Input Program Plaxis v.8.6

Mohr Coulomb Model (MCM)		
MAT	Penurunan Total	Faktor Keamanan
(m)	U_{total} (m)	M_{sf}
2,00	7,72	1,200
6,00	7,44	1,207
8,00	6,51	1,310
10,00	5,32	1,598
Soft Soil Model (SSM)		
MAT	Penurunan Total	Faktor Keamanan
(m)	U_{total} (m)	M_{sf}
2,00	0,26831	1,309
6,00	0,30477	1,318
8,00	0,13167	1,426
10,00	0,10149	1,696

Tabel Parameter Soft Soil yang Digunakan Dalam Input Program Plaxis v.8.6

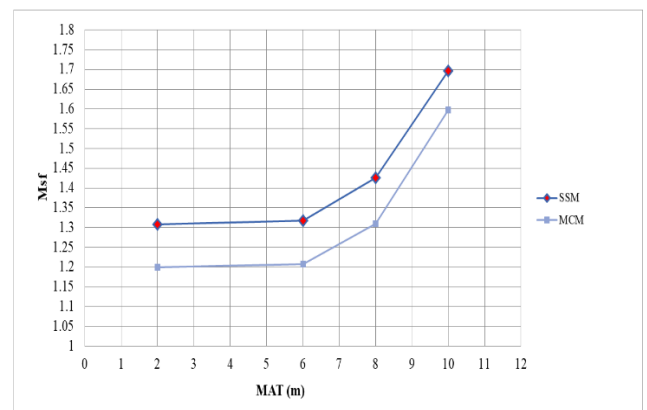
Parameter Tanah	Nama	Nilai	Satuan
Kohesi	(c)	18,3	kN/m ²
Sudut geser dalam	(ϕ)	17	°
Sudut dilatasi	(ψ)	0	°
Permeabilitas arah vertikal	(k_v)	5,11703E-07	m/hr
Permeabilitas arah horizontal	(k_h)	5,11703E-07	m/hr
Modulus young	(E)	30	kN/m ²
Poisson ratio	(ν)	0,4	-
Angka pori	(e)	0,8896	-
Indeks kompresi	λ	0,19932	
Indeks Muai	κ	0,022589	

Pemodelan Dengan Menggunakan Program Plaxis v.8.6

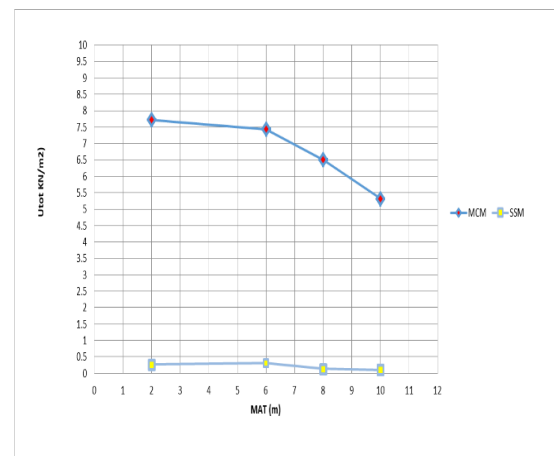
Dari hasil *running* simulasi dengan menggunakan program plaxis v.8.6 untuk contoh pemodelan ini didapat hubungan antara MAT, faktor keamanan, penurunan (tanah asli).

Tabel Hubungan Antara Muka Air Tanah, Penurunan Total dan Faktor Keamanan (Tanah Asli)

Parameter Tanah	Nama	Nilai	Satuan
Berat volume tanah basah	(γ_{sat})	16,4	kN/m ³
Berat volume tanah kering	(γ_{unsat})	13,2	kN/m ³
Permeabilitas arah horizontal	(k_x)	5,11703E-07	m/hr
Permeabilitas arah vertikal	(k_y)	5,11703E-07	m/hr
Modulus young	(E)	30	kN/m ²
Poisson ratio	(μ)	0,5	-
Kohesi	(c)	18,3	kN/m ²
Sudut geser dalam	(ϕ)	17	°
Angka pori	(e)	0,8896	-



Gambar 12 Grafik Hubungan Antara Muka air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli)



Gambar 13 Grafik Hubungan Antara Muka air Tanah dan Penurunan (Tanah Asli)

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa

1. Hasil analisis faktor keamanan (Msf) tanah asli dengan model material *Mohr Coulomb* (MCM), diperoleh faktor keamanan terbesar adalah 1,598 pada tinggi muka air tanah 10 meter dan faktor keamanan terkecil adalah 1,2 pada tinggi muka air tanah 2 meter.
2. Hasil analisis faktor keamanan (Msf) tanah asli dengan model material *Soft Soil* (SSM), diperoleh faktor keamanan terbesar adalah 1,696 pada tinggi muka air tanah 10 meter dan faktor keamanan terkecil adalah 1,309 pada tinggi muka air tanah 2 meter.
3. Hasil analisis penurunan (U_{tot}) dengan menggunakan model material *Mohr*

Coulomb (MCM), diperoleh penurunan terbesar ada pada muka air tanah 2 meter sebesar 7,72 meter dan penurunan terkecil ada pada muka air tanah 10 meter sebesar 5,32 meter.

4. Hasil analisis penurunan (U_{tot}) dengan menggunakan model material *Soft Soil* (SSM), diperoleh penurunan terbesar ada pada muka air tanah 6 meter sebesar 0,30477 meter dan penurunan terkecil ada pada muka air tanah 10 meter sebesar 0,10149 meter.

Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tinggi muka air tanah terhadap penurunan dan faktor keamanan.
2. Untuk menghitung faktor keamanan pada lereng dengan pengaruh gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, *Paduan Praktikum Mekanika Tanah*, Fakultas Teknik Jurusan sipil, Universitas Sam Ratulangi Das. Braja. M. 1993, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Satu, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M. 1995, *Mekanika Tanah*, jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Das, Braja. M. 1990. *Principles of Foundation Engineering Second Edition*. PWS-KENT.
- Das, Braja. M. 1998. *Principles of Foundation Engineering Forth Edition*. PWS Publishing. California.
- Hardiyatmo, H. C. *Mekanika Tanah 1*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Journal of The Southeast Asian Geotechnical Society, Vol.30, No. 1, September 2008. Secondary Compression Behavior in Theree types of Consolidation test.
- Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4 No.4, Desember 2014. Analisis Tegangan Regangan, Tekanan Air Pori dan Stabilitas Model Dam Timbunan Tanah
- Proceedings International Conferences on Engineering and Natural Science, Sapporo, Hokkaido, Japan, August 23-25.2017. Analysis New Forest Area of NMR to Water Availability and Soil Stability

Halaman ini sengaja dikosongkan