

ANALISA KUAT GESER TANAH DI LOKASI JALAN LONGSOR IDANOGAWO NIAS DAN PEMODELAN DENGAN PROGRAM KOMPUTER

Semangat Marudut Tua Debataraja, ST, MT

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dharma Agung

ABSTRAK

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan maka kohesi tanah akan tergantung pada jenis dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan maka kohesi tanah akan tergantung pada jenis dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada bidang geser. Dari hasil uji lab yang dilakukan di dapat nilai tegangan normal dan tegangan geser yang terjadi pada sampel tanah saat di uji sehingga didapat titik *failure* (Titik Runtuh) yang kemudian plaxis dan dibandingkan dalam bentuk grafik atau kurva. Dengan terlebih dahulu melakukan pengelompokan tanah menurut *AASHTO* dan *USCS* yang dimana hasil klasifikasi tanah yang didapat pada klasifikasi *AASHTO* yang termasuk jenis A-7-5 (tanah belempong) dan *USCS* termasuk kedalam jenis Butiran halus dengan nilai LL 43,45,PI 17,11 dan analisa saringan lolos no. 200 63% dengan jenis CL (Lempung anoganik dengan plastisitas rendah sampai sedang,lempung berkerikil, lempung berpasir,lempung berlanau,lempung “kurus” layclays).Maka hasil uji lab tersebut akan dimodelkan kedalam program plaxis versi 8.1. untuk mengetahui selisih dari hasil pengujian lab dan hasil program yang dilakukan, apakah hasilnya berbeda jauh atau tidak.Dimana didapat selisih atau perbedaan dari hasil uji lab program plaxis yang hasil selisih tersebut merupakan nilai pendekatan hasil lab dan program. Pada pengujian Lab dengan alat *Direct Sheart Test (DST)* yang telah dilakukan didapat nilai tegangan maksimal dan tegangan geser seperti berikut: Pada saat beban 5 kg, $\sigma = 0,151 \text{ kg/cm}^2$ $\tau = 0,294 \text{ kg/cm}^2$ Pada saat beban 10 kg, $\sigma = 0,301 \text{ kg/cm}^2$ $\tau = 0,315 \text{ kg/cm}^2$. Pada saat beban 15 kg, $\sigma = 0,452 \text{ kg/cm}^2$ $\tau = 0,365 \text{ kg/cm}^2$. Pada program *Plaxis* diperoleh hasil dari nilai Tegangan Maksimum 5 kg, $\sigma = 0,00165 \text{ KN /m}^2$ 10 kg, $\sigma = 0,00318 \text{ KN /m}^2$; 15 kg, $\sigma = 0,00472 \text{ KN /m}^2$ Sehingga diperoleh selisih angka dari tegangan hasil uji lab dan *Plaxis* setelah di konversikan, yaitu:

Tegangan Maksimum :

- Pada saat 5kg – tegangan = $0,00165 \text{ kN/m}^2 - 0,00151 \text{ kN/m}^2 = 0,00014 \text{ kN/m}^2$
- Pada saat 10kg – tegangan = $0,00318 \text{ kN/m}^2 - 0,00301 \text{ kN/m}^2 = 0,00017 \text{ kN/m}^2$
- Pada saat 15kg – tegangan = $0,00472 \text{ kN/m}^2 - 0,00452 \text{ kN/m}^2 = 0,00020 \text{ kN/m}^2$

Tegangan Geser

- Pada saat 5kg – tegangan = $0,002510 \text{ kN/m}^2 - 0,00294 \text{ kN/m}^2 = 0,00043 \text{ kN/m}^2$
- Pada saat 10kg – tegangan = $0,003180 \text{ kN/m}^2 - 0,00315 \text{ kN/m}^2 = 0,00003 \text{ kN/m}^2$
- Pada saat 15kg – tegangan = $0,003925 \text{ kN/m}^2 - 0,00365 \text{ kN/m}^2 = 0,00028 \text{ kN/m}^2$

Dapat disimpulkan bahwa hasil uji lab jika di modelkan kedalam program *Plaxis* hasilnya tidak jauh berbeda antara nilai Tegangan Normal dan Tegangan Geser maksimum.

PENDAHULUAN

Gunung Sitoli merupakan salah satu kota yang terletak di pulau NIAS, yang

terletak di pulau barat sumatra. Pulau dengan luas wilayah 950.32 km^2 dan berpenduduk 700.000 jiwa, secara

geografis kota ini berada didataran tinggi atau sekitar 0-800 meter diatas permukaan laut (DpL), dan yang sehari-hari bersuhu udara antara 26°C-31°C.

Gunungsitoli merupakan daerah pengunungan. Struktur bantuan dan susunan tanahnya bersifat labil mengakibatkan sering terjadi patahan pada jalan-jalan aspal dan longsor. Bangunan yang kokoh dan megah tentunya dibangun diatas tanah sebagai pondasi utama suatu pembangunan, maka kondisi maupun jenis tanah yang diperlukan juga haruslah yang bagus struktur tanahnya agar dapat menahan beban yang ada di atasnya. Maka penelitian tanah perlu dilakukan agar kita dapat mengetahui kekuatan dan jenis tanah tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian Kuat Geser Tanah dengan alat Direct shear test yang bertujuan untuk mengetahui bidang dan sudut geser tanah pada saat runtuh (*failure*). Daerah yang dipilih penulis untuk penelitian ialah proyek pembangunan tembok penahan jalan BarBob kec. Idanogawo (Nias), Provinsi Sumatra Utara. Seiring dengan semakin majunya teknologi komputer saat ini telah diciptakan sebuah program di komputer yang secara sistematis diciptakan untuk menghitung maupun memodelkan suatu perencanaan Kekuatan tanah sebagai alat pengontrol sebuah perencanaan yang telah dilakukan. Untuk itu menggunakan program tersebut sebagai bahan penguji maupun pengontrol yang akan di lakukan. *PLAXIS* adalah suatu program yang diciptakan untuk menghitung dan memodelkan sebuah perencanaan kekuatan tanah yang juga telah digunakan oleh negara-negara lain di seluruh dunia yang juga sudah

dilensesikan sebagai suatu program yang baik untuk digunakan sebagai kontrol dari suatu perencanaan di bidang geologi teknik.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel tanah longsor di jalan Barbob kec. Idanogawo kota Gunungsitoli, NIAS Provinsi Sumatera Utara. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara *undisturbed* (tanah tidak terganggu) menggunakan tabung sampel tanah.

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji batas-batas konsistensi (*Atterberg Limit Test*), Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*) dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Darma Agung yang telah sesuai standarisasi *American For Testing Material* (ASTM).

2. Benda Uji

Adapun benda uji yang dipakai dalam penelitian ini yaitu : sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung pada kedalaman 1 m yang berada di Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara Undisturb (tanah tidak terganggu) menggunakan tabung yang berukuran panjang 60cm dengan diameter tabung \varnothing 7cm.

3. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Darma Agung Medan, Sumatera Utara. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian untuk tanah lonsor jln.Barbob kec. Idanogawo kota Gunungsitoli, NIAS Provinsi Sumatera Utara..

Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian kadar air (*Mouisture Content Test*)
2. Pengujian berat isi (*Unit Weight Test*)
3. Pengujian berat jenis butir spesifik (*Spesific Gravity Test*)
4. Pengujian analisa saringan (*Sieve Analysis Test*)
5. Pengujian batas Atterberg (*Atterberg Limit Test*)
6. Pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*)

Tahapan pada penelitian ini

| Sampel | W ₁ (gr) | W ₂ (gr) | W ₃ (gr) | W ₂ - W ₃ (gr) | W ₃ - W ₁ (gr) | Kadar air (w) % |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|--|--------------------|
| I | 2 | 92,1 | 65,1 | 27 | 63,1 | 42,79 % |
| II | 2 | 105,7 | 74,4 | 31,3 | 72,4 | 43,23 % |
| Kadar air rata-rata (w) | | | | 43,01 % | | |

dimulai dari:

- Persiapan bahan penelitian
- Penelitian di laboratorium
- Analisa data dan prediksi balik dengan metode elemen hingga
- Penulisan laporan penelitian

PENGUJIAN DI LABORATORIUM

Adapun parameter-parameter yang ingin diketahui dari rangkaian pengujian ini antara lain: kadar air tanah lempung pada kondisi asli, indeks properties dari tanah lempung (*atterberg limit*, berat spesifik (Gs), dan analisis hidrometer), nilai kohesi (c), sudut geser, dan nilai kuat tekan bebas (qu). Hasil yang diperoleh dari pengolahan data, terutama nilai parameter kuat geser yang diperoleh dari pengujian Triaksial UU dan Uji tekan bebas (*Unconfined*

compression test) akan dijadikan pembahasan.

HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM

Pada bagian ini akan disajikan mengenai indeks properties dari material tanah yang diambil dari lokasi pengambilan sampel yang terletak di Jalan Pulau Sicanang-Belawan Sumatera Utara. Nilai-nilai yang diperoleh dari masing-masing jenis pengujian indeks properties tersebut antara lain:

a. Pengujian Kadar Air

Hasil Perhitungan telah dicatat pada lembar data kadar air dan dapat dihitung sebagai berikut :

- Berat Cawan = W₁ (gr)
- Berat Cawan + Berat Tanah Basah = W₂ (gr)
- Berat Cawan + Berat Tanah Kering = W₃ (gr)
- Berat air = W₂-W₃ (gr)
- Berat Tanah Kering = W₃- W₁ (gr)
- Kadar air (w) = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \%$

Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

b. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis Test*)

Dari percobaan pengujian analisa yang telah dilakukan, maka hasil perhitungan di sajikan seperti di bawah ini.

Perhitungan data :

Saringan no. 4

Berat Awal Sample = 350gr

Berat butir yang tertinggal = 3,49 gr

- Persentase berat butir yang tertinggal

$$= \frac{\text{beratbutirtertinggal}}{\text{beratawal}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,49}{350} \times 100\%$$

$$= 1\%$$

- Persentase kumulatif berat butir tanah 1%

- Persentase kumulatif = 100% -
Persentase Kumulatif = 100% - 1% =
99%

Perhitungan yang sama dilakukan terhadap sampel tanah pada saringan yang lainnya.

c. **Atterberg Limit Test**

a. Batas Cair

Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan, Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu X sebagai jumlah pukulan dan sumbu Y sebagai kadar air, menarik garis lurus dari kedua titik yang tergambar, selanjutnya menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25

b. Batas plastis

- Menghitung kadar air pada masing-masing sampel tanah.
- Hitung rata-rata kadar air masing-masing sampel tanah.

c. Indeks Plastisitas (Plastis Indeks)

Indeks plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang di uji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

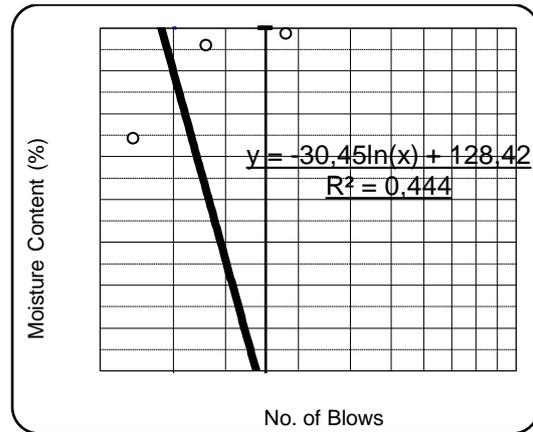
Dimana:

PI = Indeks Plstisitas

LL = Nilai indeks batas cair

PL = Nilai Batas Plastisitas

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan digambarkan pada grafik ini:



d. **Pengujian berat jenis (*Specific Gravity Test*)**

Berat jenis (spesifik grafiti) adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu (suhu ruangan). Hasil penentuan berat jenis dari sebagian tanah menunjukkan bahwa nilai-nilai berat jenisnya berkisar dari 2,5 sampai 2,8 merupakan nilai yang biasa terdapat dan nilai 2,6 sampai 2,75 merupakan nilai yang paling banyak terdapat pada kenyataannya. Percobaan ini jarang dilakukan dan harganya dapat diambil secara kasar sebagai berikut :

- a. Pasir, kerikil dan butiran-butiran kasar = 2,65 sampai 2,67.
- b. Tanah-tanah kohesif sebagai campuran dari lempung dan lanau dan pasirhalus = 2,68 sampai 2,72.

Berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$GS = \frac{GT \times WS}{WS - (W1 - W2)}$$

Berat piknometer kosong (w_1)

= 91.47 gram

Berat piknometer + tanah kering (w_2)

= 143.39 gram

Berat piknometer + tanah + air

(w_3) = 372.30 gram

$$\begin{aligned}
&\text{Berat piknometer + air pada } t^0\text{c} \\
&(w_4) = 339.70 \text{ gram} \\
&\text{Berat Tanah (Ws)} = W_2 - W_1 \\
&\quad = 143.39 - 91.47 \\
&\quad = 51.92 \text{ gr} \\
&\text{Isi Tanah} = W_2 - W_1 + W_4 - W_3 \\
&= 143,39 - 91,47 + 339,70 - 372,30 \\
&= 19,32 \text{ gr} \\
&\text{Untuk piknometer:} \\
&GS = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) - (W_4 - W_3)} \\
&= \frac{143.39 - 91.47}{(143.39 - 91.47) - (339.70 - 143.39)} \\
&= 2.687
\end{aligned}$$

e. Direct Shear Test

Tanah yang digunakan untuk Uji Direct Shear Test adalah tanah tidak terganggu (undisturbed). Tanah tidak terganggu dimaksudkan agar tanah yang diambil untuk pengujian sesuai dengan kondisi di lapangan. Untuk uji karakteristik tanah maka tanah diusahakan untuk benar-benar tidak terganggu. Pengambilan tanah tidak terganggu dilapangan dilakukan dengan alat exturder. Dengan menggunakan tabung berukuran \varnothing 10 cm sepanjang 30 cm. Ketika pengambilan tanah, permukaan tanah lebih dahulu dibersihkan dari rerumputan atau organisme lain agar tidak tercampur dengan material-material lainnya, kemudian kedua ujung ditutup dengan menggunakan lilin agar kondisi tanah tidak terjadi penguapan dan menjaga tanah tetap utuh sewaktu pengambilan tanah dilapangan, sesampainya dilaboratorium, tabung yang berisi tanah dimasukkan kedalam alat desikator, alat ini berfungsi agar tanah tetap stabil selama dalam proses pengujian.

Pengujian Direct Shear Test atau uji geser langsung dilakukan di laboratorium, yaitu suatu beban yang dikerjakan pada suatu massa tanah akan selalu menghasilkan tegangan-tegangan dengan intensitas yang berbeda-beda. Teori dasar tentang kekuatan geser tanah adalah suatu gerakan rotasi tanah dibawah areal yang mengalami pembebanan atau terkadang suatu keruntuhan (*failure*) yang merupakan gerakan terbatas, walaupun demikian besarnya dapat menyebabkan gangguan struktur. Seluruh keruntuhan yang diperlihatkan adalah merupakan keruntuhan geser, oleh karena gerak dan yang terjadi adalah merupakan gelinciran antara dua permukaan. Sebenarnya bidang gelincir ini dianggap didalam zona yang diperlihatkan pada bagian permukaan. Arah dan gerakan statistik yang besar adalah yang menentukan bidang dan gelincir yang terjadi. Oleh karena keruntuhan yang terjadi berupa geser, maka kekuatan tanah yang perlu diuji atau ditinjau adalah kuat gesernya, kuat geser sering menggunakan percobaan tekan, dengan mempertimbangkan factor keadaan tanah, jenis tanah, kadar air, pori tanah, permeabilitas dan lain sebagainya. Dilaboratorium kuat geser sangat dipengaruhi oleh metode percobaan (pembentukan tekanan pori yang berlebihan), gangguan terhadap contoh tanah yang dapat mengurangi kekuatan tanah, kadar air dan tingkat regangan. Hipotesa pertama mengenai kuat geser tanah diuraikan oleh Coulomb dengan rumus : $\tau = c + \sigma \tan \phi$ Yaitu untuk menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Untuk mendapatkan kekuatan geser tanah ada tiga cara yaitu percobaan geser

langsung (Direct Shear Test), percobaan Triaxial Test, dan percobaan kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test). Dalam tulisan ini untuk mengetahui kekuatan geser tanah digunakan pengujian Direct Shear Test.

Pada percobaan direct shear tes digunakan alat-alat :

1. Alat geser langsung yang terdiri dari:
 - a. Stang penekan dan pemberi beban.
 - b. Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji (*proving ring*) dan dua dial geser.
 - c. Cincin pemeriksa yang terbagi dua dengan penguncinya terletak dalam kotak.
 - d. Beban tekan
 - e. Dua buah batu pori
2. Extruder (alat untuk mengeluarkan contoh tanah) dan pisau
3. Cincin cetak benda uji.

Cara kerja Direct Shear Test :

1. Ukur tinggi dan diameter cincin cetak.
2. Setelah itu disediakan benda uji contoh tanah. Ujung contoh tanah dari ujung lobang diratakan dengan pisau, kemudian cincin cetak ditekan pada ujung contoh tanah, rata dengan ujung cincin cetak contoh tanah. Kemudian dipotong rata sehingga sekarang telah tersedia benda uji contoh tanah dalam cincin cetak setebal cincin cetak dengan kedua ujung permukaannya rata.
3. Cincin cetak yang berisi benda uji diletakkan diatas cincin pemeriksa yang dibagian bawahnya berpori dan tanah ditekan dengan alat pengeluar contoh tanah sehingga tanah keluar dan masuk kedalam cincin pemeriksa tersebut.

4. Cincin pemeriksa yang lain diletakkan tepat diatas cincin pemeriksa dan berongga sehingga tanah tepat masuk supaya kedua cincin yang telah berisi contoh tanah ini tidak bergerak maka kedua cincin di kunci dengan paku pengunci.
5. Kemudian diatas tanah dalam cincin diletakkan alat perata beban yang permukaannya sama dengan luas permukaan tanah yang berbentuk lingkaran.
6. Alat-alat ini diletakkan di dalam kotak stang penekan sedemikian rupa sehingga cincin tepat berada pada lingkaran dalam kotak tersebut. Lingkaran ini merupakan alat pengunci sehingga ketika pergeseran dilakukan cincin bawah tidak turut bergerak (bergeser).
7. Stang penekan diatur sehingga benar-benar vertikal untuk memberi beban normal pada benda uji, sehingga beban yang diterima tanah sama dengan beban yang diberikan pada stang penekan.
8. Penggeser benda uji dipasang secara mendatar pada benda uji untuk memberikan beban mendatar pada cincin pemeriksa bagian atas. Pembacaan pada dial geser diatur sehingga tepat menunjukkan angka nol, lalu paku pengunci dibuka.
9. Beban normal pertama diberikan yaitu beban seberat 5kg dan segera setelah pemberian beban ini dalam kotak pemeriksa yang berisi cincin tadi, dimasukkan air sampai penuh diatas benda uji. Air diusahakan tetap selama pengujian atau pemeriksaan. Sampai disini kekuatan geser tingkat pertama telah selesai.

10. Penggeseran dilakukan secara perlahan-lahan dan pembacaan dilakukan setiap 15 detik, penggeseran terus dilakukan sampai jarum dial tidak naik lagi jika ini tidak terjadi, maka pembacaan dicatat dan ini merupakan pembacaan maksimum.
11. Percobaan seperti di atas dilakukan lagi terhadap benda uji yang lain akan tetapi pembebanan diperbesar dengan menambah beban seberat 5 kg sehingga mal beban 10kg. Percobaan dilakukan sekali lagi dengan benda uji baru dan beban ditambah lagi seberat 5kg sehingga total beban 15kg (beban diatas adalah data-data contoh 1).
12. Hasil percobaan dibuatkan kedalam format Direct Shear Test (terlampir).

Perhitungan data Direct Shear Test :
 Dari data-data yang diperoleh dari percobaan mana yang dilakukan perhitungan mencari harga C dan ϕ .

$$P1 = 5 \text{ kg}$$

$$P2 = 10 \text{ kg}$$

$$P3 = 15 \text{ kg}$$

$$\text{Tinggi sampel} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter} = 6,5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka Luas} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi 6,5^2 \\ &= 33,166 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Sudut Geser dan Kohesi pada sampel tanah yang telah di uji akan menggunakan cara Regresi Linier, maka perhitungan akan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Untuk perhitungan Tegangan Geser

$$\tau = \frac{\text{GayaGeser (Fmaks)}}{A}$$

Maka, Gaya geser = Kalibrasi x dial (terbesar)

$$\text{Gaya geser} = 0,200 \times 48,82 \text{ (dial pada saat 5 kg)}$$

$$= 9,746$$

$$\text{Gaya geser} = 0,200 \times 52,22 \text{ (dial pada saat 10 kg)}$$

$$= 10,444$$

$$\text{Gaya geser} = 0,200 \times 60,64 \text{ (dial pada saat 15 kg)}$$

$$= 12,128$$

Maka,

$$\text{Tegangan Geser} = \tau = \frac{\text{GayaGeser (Fmaks)}}{A}$$

$$\tau_1 = \frac{9,746}{33,166} = 0,294 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_2 = \frac{10,444}{33,166} = 0,315 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_3 = \frac{12,128}{33,166} = 0,365 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_1 = \frac{P1}{A} = \frac{5}{33,16} = 0,151 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{P2}{A} = \frac{10}{33,16} = 0,301 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_3 = \frac{P3}{A} = \frac{15}{33,16} = 0,452 \text{ kg/cm}^2$$

Maka, perhitungan dibuat kedalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pembacaan dan Perhitungan Regresi Linier.

| no | Xi | Yi | Xi.Yi | X ² |
|--------------|---------------|---------------|------------------|----------------|
| 1 | 0,151 | 0,294 | 0,044 | 0,022 |
| 2 | 0,301 | 0,315 | 0,095 | 0,090 |
| 3 | 0,452 | 0,365 | 0,164 | 0,204 |
| $\Sigma n =$ | $\Sigma xi =$ | $\Sigma yi =$ | $\Sigma Xi.Yi =$ | $\Sigma X^2 =$ |
| 3 | 0,904 | 0,974 | 0,303 | 0,316 |

$$A = \frac{\Sigma Xi^2 \cdot \Sigma Yi - \Sigma Xi \cdot \Sigma Xi Yi}{n \Sigma Xi^2 - (\Sigma Xi)^2}$$

$$= \frac{0,316 \cdot 0,974 - 0,904 \cdot 0,303}{3 \cdot 0,316 - (0,904)^2}$$

$$= \frac{0,307 - 0,273}{0,948 - 0,817}$$

$$= \frac{0,034}{0,131} = 0,259$$

$$B = \frac{n \Sigma Xi Yi - \Sigma Xi \cdot \Sigma Yi}{n \Sigma Xi^2 - (\Sigma Xi)^2}$$

$$= \frac{3 \cdot 0,303 - 0,904 \cdot 0,974}{3 \cdot 0,316 - (0,904)^2}$$

$$= \frac{0,909 - 0,880}{0,948 - 0,817} = \frac{0,029}{0,131} = 0,22$$

| X | Y= A+ X |
|-----|---------|
| 0,0 | 0,259 |
| 0,1 | 0,261 |
| 0,2 | 0,276 |
| 0,3 | 0,298 |
| 0,4 | 0,353 |

$$A= 0,259$$

$$B= 0,22$$

$$X_i= 0,0 \quad X_2 = 0,4$$

$$Y_i= 0,353 \quad Y_2= 0,259$$

$$= \frac{0,3530-0,2590}{0,0-0,4}$$

$$= \frac{0,094}{0,4} = 0,235$$

$$\text{ArcTan} = 13,224551$$

$$= 13^\circ 13' 28,38''$$

$$C=A= 0,259$$

KLASIFIKASI TANAH

Berdasarkan hasil pengujian data-data lab yang kemudian tanah tersebut dikelompokkan kedalam AASHTO dan USCS:

| | Hasil Pengujian | AASHTO | USCS |
|------------------|--|--------------------------------------|---|
| Analisa Saringan | Lolos saringan no.200= 63,37% LL= 43,45 PL= 26,34 PI= 17,11 | Lolos saringan no 200 min 36% A-7 | Lolos Saringan no. 200 \geq 50% Tanah berbutir halus |
| Atterberg Limit | | Min 40 Min 11 | Letak nya dibawah garis A pada tabel USCS |

maka Kelompok tanah yang mendekati ialah klasifikasi USCS dengan jenis tanah lempung organik dengan plastisitas rendah hingga sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (*clean clays*)

PEMODELAN TANAH

Dalam pemodelan Plaxis ini akan diuraikan bagaimana cara memodelkan hasil uji suatu sampel tanah dari lab ke dalam program yang kemudian akan ditemukan titik runtuh dari sampel tanah tersebut. Pada pemodelan ini saya menggunakan model elemen *Axissymmetry* dan model material *Mohr-Coulomb*.

• Input Parameter Plaxis dari Hasil Uji *Direct Shear Test*

Adapun data-data yang akan dimasukkan adalah sebagai berikut :

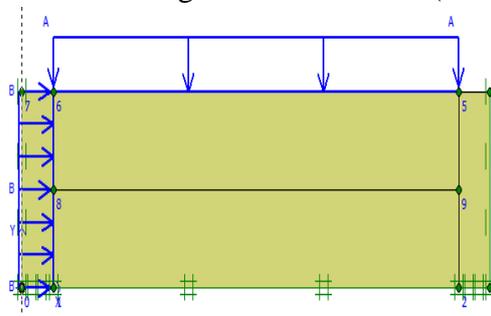
Sampel 1

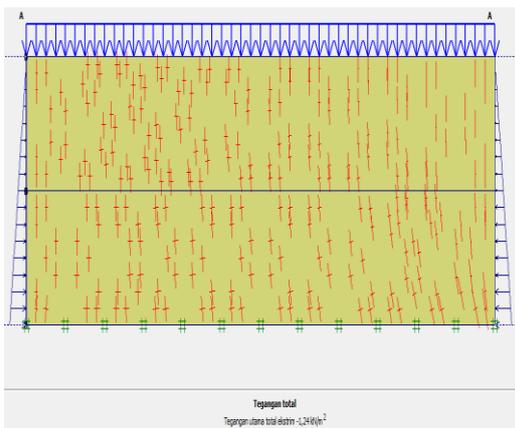
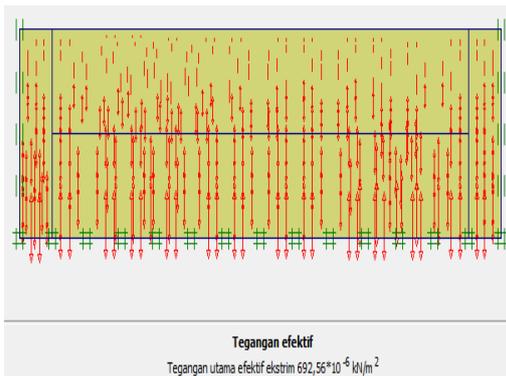
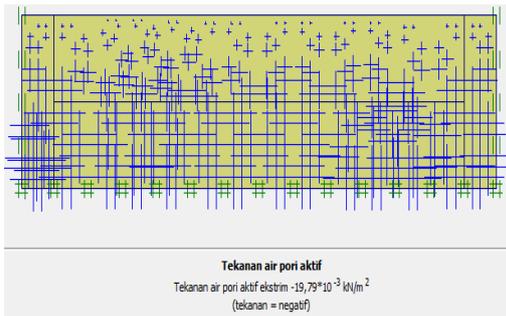
TAHAP PEMODELAN

Di dalam tahap pemodelan ada beberapa parameter yang digunakan dari hasil uji laboratorium, seperti : uji *Atterberg limit*, uji berat isi, uji analisa saringan, dan uji *direct shear test*. Berikut adalah tahap pemodelan tiap sampel :

I. Pemodelan Tanah

Pada tahap pemodelan ini parameter yang digunakan adalah hasil uji laboratorium tanah longsor di jln.Barbob kec.Idanogawo kota Gunungsitoli, NIAS Provinsi Sumatera Utara. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara Undisturb (tanah





Tabel Nilai Tegangan Geser Pada saat beban 5 kg(hasil Plaxis)

| X | Y | τ |
|----------|----------|----------------------|
| [m] | [m] | [kN/m ²] |
| 0,005886 | 0,000734 | 0,001082 |
| 0,005886 | 0,000581 | 0,001448 |
| 0,005887 | 0,000418 | 0,001856 |
| 0,005887 | 0,000255 | 0,002010 |
| 0,005887 | 0,000169 | 0,002023 |
| 0,005887 | 0,00015 | 0,002281 |
| 0,005887 | 0,000000 | 0,002510 |

Tabel 4.11. Nilai Tegangan Geser Pada saat beban 10 kg(Hasil plaxis)

| X | Y | t |
|----------|----------|----------------------|
| [m] | [m] | [kN/m ²] |
| 0,005455 | 0,000863 | 0,001331 |
| 0,005455 | 0,000727 | 0,001650 |
| 0,005458 | 0,00059 | 0,002016 |
| 0,005458 | 0,00059 | 0,002052 |
| 0,005460 | 0,000408 | 0,002145 |
| 0,005460 | 0,000408 | 0,002221 |
| 0,005460 | 0,000272 | 0,003086 |
| 0,005460 | 0,000000 | 0,003180 |

Tabel 4.12. Hasil Tegangan Geser pada saat beban 15kg(Hasil Plaxis)

| X | Y | t |
|----------|----------|----------------------|
| [m] | [m] | [kN/m ²] |
| 0,005715 | 0,000761 | 0,001850 |
| 0,005715 | 0,000532 | 0,001102 |
| 0,005715 | 0,000415 | 0,002501 |
| 0,005718 | 0,000256 | 0,002651 |
| 0,005718 | 0,000203 | 0,002852 |
| 0,005718 | 0,000167 | 0,003793 |
| 0,005718 | 0,000000 | 0,003925 |

Dari hasil tabel tegangan geser diatas maka dapat diperoleh selisih dari hasil program Plaxis dan hasil dari uji lab yang dilakukan sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perbandingan hasil program Plaxis dan Uji lab (direct shear test)

| Hasil Lab | | Program Plaxis | Hasil Lab | Program Plaxis |
|-----------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Beban | Tegangan Normal (KN/M ²) | Tegangan Maksimum (kN/M ²) | Tegangan Geser (kN/M ²) | Tegangan Geser (kN/M ²) |
| 5kg | 0,00151 | 0,00165 | 0,00294 | 0,002510 |
| 10kg | 0,00301 | 0,00318 | 0,00315 | 0,003180 |
| 15kg | 0,00452 | 0,00472 | 0,00365 | 0,003925 |

Dari tabel diatas dapat kita ketahui perbedaan Tegangan dari hasil uji Lab dan Program Plaxis dengan beban 5kg,10kg, dan 15 kg yang bisa kita simpulkan bahwa hasil Tegangan pada Program Plaxis lebih besar dari pada Tegangan yang dihasilkan oleh uji Lab. Sehingga diperoleh selisih angka setelah di konversi kan, yaitu:

Tegangan Maksimum

- Pada saat 5kg – tegangan = 0,00165 kN/m² - 0,00151 kN/m²= 0,00014 kN/m²

-Pada saat 10kg – tegangan =0,0318 kN/m²-0,00301 kN/m²= 0,00017 kN/m²

- Pada saat 15kg – tegangan =0,0472kN/m²- 0,00452kN/m²= 0,00020 kN/m²

Tegangan Geser

- Pada saat 5kg – tegangan = 0,002510kN/m²- 0,00294 kN/m² = 0,00043kN/m²

- Pada saat 10kg – tegangan =0,003180kN/m²-0,00315 kN/m²= 0,00003 kN/m²

- Pada saat 15kg – tegangan =0,003925kN/m²- 0,00365 kN/m²= 0,0028 kN/m²

Setelah semua parameter dimasukkan maka program perhitungan sudah dapat dilakukan. Dari hasil program hitungan maka kita dapat melihat hasil tegangan total, tegangan efektif, grafik tegangan regangan, dan lain sebagainya.

SelanjutnyaPemodelan

Lempung dilakukan dengan remoldid 10%, 20%, 40% pasir dan masing-masing setiap remoldid diberi beban 5 kg, 10 kg, 15 kg.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Dari hasil uji lab didapat jenis tanah dari sampel tanah tersebut pada kedalaman 1,5-2,0 m menurut klasifikasi AASTHO dengan nilai analisa saringan lolos no 200 = 63,37% dan nilai LL=43,45, serta nilai PI=17,11 maka jenis tanah tersebut termasuk jenis butiran halus yaitu jenis A-7-5 (Tanah berlempung) dan menurut USCS termasuk kedalam jenis butiran halus dengan analisa saringan lebih dari 50% dan nilai LL lebih kecil dari 50 maka jenis tanah mendekati jenis CL (Lempung anoganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil,lempung berpasir,lempung berlanau,lempung “kurus” layclays). Maka dapat disimpulkan jenis tanah tersebut mendekati jenis tanah Lempung Berpasir.

2. Pada pengujian Lab dengan alat Direct Shear Test (DST) yang telah dilakukan didapat nilai tegangan maksimal dan tegangan geser seperti berikut :

Pada saat beban 5 kg, $\sigma = 0,151$ kg/cm² $\tau = 0,294$ kg/cm²

Pada saat beban 10 kg, $\sigma = 0,301$ kg/cm² $\tau = 0,315$ kg/cm²

Pada saat beban 15 kg, $\sigma = 0,452$ kg/cm² $\tau = 0,365$ kg/cm²

3. Pada program Plaxis diperoleh hasil dari nilai Tegangan Maksimum

5 kg, $\sigma = 0,00165$ KN /m²

10 kg, $\sigma = 0,00318$ KN /m²

15 kg, $\sigma = 0,00472$ KN /m²

Di dapat juga nilai Tegangan Geser yaitu:

- Pada saat 5kg –tegangan geser = 0,00251 KN/m²

- Pada saat 10kg –Tegangan geser = 0,00318 KN/m²

- Pada saat 15kg –Tegangan geser = 0,004925 KN/m²

Diperoleh selisih :

- Pada saat 5kg – tegangan = 0,00251kN/m² - 0,00294 kN/m² = 0,00043 kN/m²

- Pada saat 10kg -tegangan = 0,00318kN/m²-0,00315 kN/m² = 0,00003 kN/m²

- Pada saat 15kg -tegangan = 0,004925kN/m²- 0,00365 kN/m² = 0,00028 kN/m²

4. Hasil grafik atau kurva dari Plaxis memiliki selisih dengan hasil grafik dari data hasil pengujian Direct Shear Test, karna pada grafik Plaxis ditampilkan berdasarkan hasil perhitungan dari program tersebut.

Sehingga diperoleh selisih angka dari tegangan hasil uji lab dan Plaxis setelah di konversikan, yaitu:

Tegangan Maksimum :

- Pada saat 5kg – tegangan = 0,00165 kN/m² - 0,00151 kN/m² = 0,00014 kN/m²

- Pada saat 10kg – tegangan = 0,00318 kN/m²-0,00301 kN/m² = 0,00017 kN/m²

- Pada saat 15kg – tegangan = 0,00472 kN/m²- 0,00452kN/m² = 0,00020 kN/m²

Tegangan Geser

- Pada saat 5kg – tegangan = 0,002510kN/m²- 0,00294 kN/m² = 0,00043 kN/m²

- Pada saat 10kg – tegangan = 0,003180kN/m²-0,00315 kN/m² = 0,00003 kN/m²

- Pada saat 15kg – tegangan = 0,003925kN/m²- 0,00365 kN/m² = 0,00028 kN/m²

5. Dapat disimpulkan bahwa hasil uji lab jika di modelkan kedalam program Plaxis hasilnya tidak jauh berbeda antara nilai Tegangan Normal dan Tegangan Geser maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Mochtar, B., 1993., Mekanika Tanah jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiatmo, H. 2002., Mekanika Tanah jilid 1 Universitas Gajah Mada Pres, Jogjakarta
- Wesley, L.D., 1983., Mekanika Tanah terjemahan Ir.A.M.Luthfi, Pekerjaan Umum, Jakarta

- Bowles, E.J., 1989., *Sifat- sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*., Erlangga Jakarta.
- Brinkgreve, J.B.R., *PLAXIS 2D – Versi 8*, Delft University of Technology & Plaxis b.v., Belanda.
- Chen, F.W. dan Baladi, Y.G., 1985., *Soil Plasticity*, Elsevier.
- Das, M.B., 1995., *Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, M.B., 1993., *Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Desai, S.C., dan Siriwarde, J.H., 1984., *Constitutive Laws For Engineering Materials With Emphasis on Geologic Materials*, Prentice-Hall, Inc.
- Christady, H., 2006., *Mekanika Tanah 1*, Gajah Mada University Press, Edisi Keempat., Yogyakarta.
- Holtz, D.R. dan Kovacs, D.W., 1981., *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Prentice-Hall, Inc.
- Lambe, T.W. dan Whitman, V.R., 1969, *Soil Mechanics*, Massachusetts Institute of Technology.
- Soedarno, G. D., 1993., *Mekanika Tanah 2*, Kansius, Jogjakarta