

ANALISA MODULUS ELASTISITAS DALAM MEMPREDIKSI BESARNYA KERUNTUHAN LATERAL DINDING PENAHAN TANAH PADA TANAH LUNAK

Albert Allowenda P. S.¹⁾, Eka Priadi²⁾, Aprianto²⁾

allowenda95@gmail.com

Abstrak

Tanah merupakan bagian penting yang tak dapat dipisahkan dalam keseharian manusia. Untuk membangun suatu konstruksi diperlukan tanah dengan kondisi yang baik dan kuat untuk menunjang suatu konstruksi dalam menjalankan fungsinya. Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun guna mengurangi dampak longsoran ataupun pergeseran tanah khususnya daerah lereng atau tebing sungai. Komponen penting dalam tanah yang memengaruhi kekuatannya dalam menopang suatu dinding penahan tanah adalah nilai modulus elastisitas (E) tanah tersebut, dibutuhkan tanah dengan nilai modulus yang sesuai untuk dapat menopang dinding penahan tanah agar berfungsi dengan baik. *Plaxis Professional* merupakan salah satu program (software) yang digunakan untuk menganalisa permasalahan dalam bidang konstruksi, tidak terkecuali dinding penahan tanah. Pada program *Plaxis Professional* ini, salah satu variabel input yang digunakan adalah nilai modulus elastisitas (E) tanah. Disamping itu, pada program ini variasi data input akan memberikan hasil yang bervariasi juga, sehingga dibutuhkan suatu batasan khusus agar didapatkan hasil yang merupakan pendekatan dengan keadaan sebenarnya. Analisa kali ini akan memfokuskan pada variasi nilai modulus elastisitas (E), seperti nilai modulus elastisitas (E) terbesar, nilai modulus elastisitas (E) terkecil, nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) terbesar, dan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) terkecil dari hasil uji sampel yang didapatkan di lokasi penelitian, yakni Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat dimana suatu konstruksi dinding penahan tanah mengalami suatu kerusakan dan berakibat pada apa yang dinamakan dengan kegagalan konstruksi.

Kata Kunci : Tanah, Dinding Penahan Tanah, Modulus Elastisitas (E) Tanah, *Plaxis Professional*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi daripada sebuah ataupun banyak konstruksi bangunan. Maka, diperlukan tanah dengan kondisi kuat menahan beban di atasnya dan menyebarkan beban tersebut secara merata agar konstruksi bangunan yang ditopang dapat berfungsi dengan semaksimal mungkin.

Tanah sebagai dasar berdirinya suatu pekerjaan konstruksi sering mengalami masalah pergerakan tanah, terutama terjadi pada tanah - tanah dengan kondisi lunak. Masalah pergerakan tanah khususnya di Indonesia sering terjadi karena keadaan geografi di berbagai tempat yang memiliki curah hujan cukup tinggi dan daerah potensi gempa, disamping faktor lain yang masih perlu diperhatikan seperti topografi daerah setempat, struktur geologi, dan sifat rembesan tanah.

Penulisan tugas akhir ini akan menganalisa proyek **Perkuatan Tebing**

Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu serta mengkhususkan pada analisa modulus elastisitas tanah hasil pengujian laboratorium dengan menggunakan program *Plaxis Professional*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Lunak

Tanah lunak adalah tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara berhati - hati dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang tidak dapat ditolerir, tanah tersebut mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi. Apabila tanah dasar yang ada berupa tanah lempung yang mempunyai daya dukung dan kuat geser yang rendah, maka konstruksi di sekitar tanah tersebut bisa mengalami kerusakan. Sehingga, tanah dasar haruslah bersifat keras agar sesuai dengan persyaratan teknis. Untuk memenuhi persyaratan teknis, maka tanah dasar dapat diperbaiki, hal ini dikenal dengan nama stabilisasi tanah.

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN



Gambar 1. Tanah Lunak (Visual)

2.2. Modulus Elastisitas

2.2.1. Hubungan Tegangan dan Regangan

Parameter yang menghubungkan antara tegangan dan regangan ini disebut modulus elastisitas. Modulus elastisitas menggambarkan kekakuan suatu material yang berarti bahwa apabila suatu material memiliki nilai modulus elastisitas yang besar, maka semakin kecil perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi tegangan tertentu.

Tegangan adalah besaran yang menyatakan perbandingan antara suatu besaran gaya terhadap luas penampang.

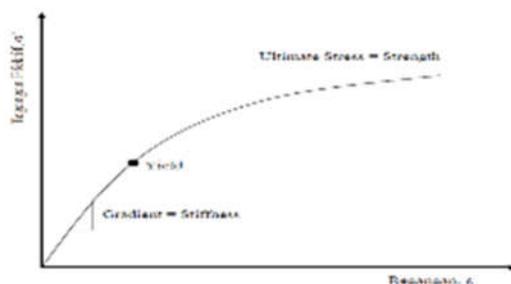
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Regangan adalah besaran yang menyatakan suatu perbandingan antara perubahan panjang terhadap panjang awal dari suatu material, berikut adalah persamaan matematis untuk regangan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Hubungan antara tegangan dan regangan yang dinyatakan dalam modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan berikut :

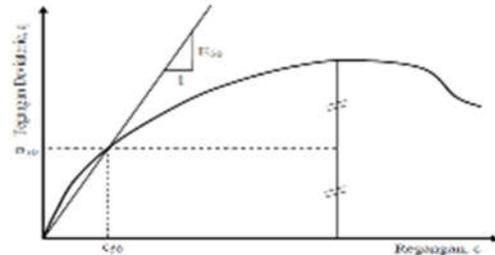
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



Gambar 2. Contoh Grafik Modulus Elastisitas (E)

2.2.2. Modulus Elastisitas 50% (E_{50})

Penggunaan nilai modulus elastisitas tanah untuk desain struktur tanah menggunakan nilai E_{50} , dimana E_{50} ini adalah nilai modulus elastisitas tanah pada tegangan (*stress*) 50% dari tegangan maksimum.



Gambar 3. Contoh Grafik Modulus Elastisitas 50% (E_{50})

Berdasarkan Gambar 3, nilai Modulus Elastisitas 50% (E_{50}) dapat disajikan dalam bentuk persamaan matematis seperti berikut :

$$E_{50} = \frac{\sigma_{50}}{\varepsilon_{50}}$$

2.3. Pengujian *Triaxial Test*

Tujuan dari pengujian *triaxial test* ini adalah untuk mendapatkan parameter - parameter kekuatan tanah (*shear strength*) seperti kohesi dan sudut geser. Selain parameter kohesi dan sudut geser, melalui pengujian *triaxial test* ini juga dapat memperoleh nilai parameter kekakuan tanah (*soil stiffness*) melalui grafik hubungan antara tegangan dan regangan. Proses pengujian *triaxial test* terbagi menjadi tiga kondisi. Pembagian ini berdasarkan pada kondisi konsolidasi dan keadaan aliran air pada sampel selama pengujian berlangsung. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut untuk ketiga kondisi pengujian *triaxial test* tersebut :

a) *Unconsolidated Undrained Triaxial Test*

Secara singkat, pengujian jenis ini berarti bahwa pada sampel tidak dilakukan konsolidasi terlebih dahulu dan pada saat pembebanan kondisi air tidak dibiarkan mengalir.

b) *Consolidated Undrained Triaxial Test*

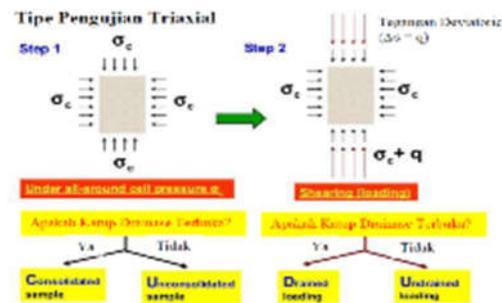
Tidak seperti pengujian *unconsolidated undrained* sebelumnya, pada pengujian *consolidated undrained* ini melakukan proses konsolidasi terlebih dahulu dengan cara diberi *cell pressure* dan *back pressure* tertentu hingga sampel tanah tersaturasi secara penuh (*fully saturated*) dalam jangka waktu tertentu. Setelah proses saturasi selesai, dilanjutkan proses konsolidasi dengan memberikan beban yang tidak lebih besar dari 0,5% dari perkiraan beban saat *failure*. Dengan kondisi selang drainase tertutup, pertahankan nilai *back pressure* dalam keadaan konstan dan meningkatkan nilai *chamber pressure* hingga selisih dari kedua *pressure* ini sesuai dengan *effective consolidation pressure*. Proses konsolidasi ini dilakukan dalam waktu yang disesuaikan dengan jenis tanah dan dilanjutkan ke proses selanjutnya setelah terkonsolidasi 100%.

Setelah sampel melalui proses saturasi dan konsolidasi, diakhiri dengan proses pembebanan yang dilakukan dengan kondisi selang drainase tertutup.

c) *Consolidated Drained Triaxial Test*

Pengujian jenis *consolidated drained* ini merupakan pengujian yang memberikan hasil sangat baik karena hasil yang berupa kondisi *effective stress* dari tanah dan kondisi *drained* yang berarti air di dalam sampel tanah diizinkan mengalir. Perbedaan pengujian jenis ini dibandingkan dengan pengujian *consolidated undrained* adalah pada saat pembebanan, dimana pada pengujian ini selang drainase dibiarkan terbuka sehingga air dapat mengalir keluar.

Secara singkat, penjelasan mengenai jenis - jenis *triaxial test* dapat dilihat dari ilustrasi gambar berikut :



Gambar 4. Jenis – Jenis Pengujian *Triaxial Test*

Pada penelitian ini, jenis pengujian yang digunakan adalah jenis *consolidated undrained triaxial test* dengan data mentah berupa data bacaan *deformation*, *load dial*, dan *pore pressure*.

2.4. **Dinding Penahan Tanah**

Dinding penahan tanah berfungsi untuk menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya. Dinding penahan tanah didesain dan dibangun untuk menahan tekanan lateral (*horizontal*) tanah ketika terdapat perubahan dalam elevasi tanah. Faktor penting dalam mendesain dan membangun dinding penahan tanah adalah mengusahakan agar dinding penahan tanah tidak bergerak ataupun tanahnya longsor akibat gaya gravitasi. Tekanan tanah lateral di belakang dinding penahan tanah bergantung kepada sudut geser dalam tanah (Φ) dan kohesi (c). Tekanan lateral meningkat dari atas sampai ke bagian paling bawah pada dinding penahan tanah. Jika tidak direncanakan dengan baik, tekanan tanah akan mendorong dinding penahan tanah sehingga menyebabkan kegagalan konstruksi serta kelongsoran.

2.5. **Plaxis Professional**

PLAXIS adalah program elemen hingga dua-dimensi, yang dikembangkan untuk analisis deformasi, analisis stabilitas, analisis aliran air tanah dan telah digunakan di seluruh dunia untuk desain

dan rekayasa geoteknik. Tujuan semula adalah untuk mengembangkan sebuah program yang mudah digunakan untuk analisis tanggul sungai di tanah lunak untuk dataran rendah di Belanda. Dalam beberapa tahun berikutnya, PLAXIS telah dikembangkan lebih jauh lagi untuk mencakup aspek-aspek rekayasa geoteknik lainnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Penulis mengumpulkan data - data berupa data - data primer yang merupakan hasil pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Selanjutnya, data tersebut diolah untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas (E) dari grafik hasil pengujian dan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) dari grafik hasil pengujian. Seterusnya, nilai-nilai modulus elastisitas tersebut (E_{grafik} & $E_{50(\text{grafik})}$) dianalisa menggunakan program, yakni *Plaxis Professional* untuk mengetahui nilai modulus elastisitas tanah yang mendekati kesesuaian untuk perencanaan dan prediksi gambaran umum kondisi tanah serta perubahan yang diberikan sebelum dan sesudah diberi perkuatan dinding penahan tanah pada proyek **Perkuatan Tebing Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu**, sehingga dapat memberikan hasil yang cukup mumpuni dan bermanfaat kedepannya.

3.2. Metode Penelitian

Dilihat dari sifatnya, penelitian yang penulis lakukan ini dapat digolongkan sebagai penelitian kasus dan studi literatur, karena dalam penelitian ini penulis menggunakan data primer yang diperoleh dari pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Digolongkan sebagai studi literatur karena penelitian ini mencoba menganalisa kondisi tanah pada proyek **Perkuatan Tebing Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu** dengan menggunakan desain yang telah direncanakan sebelumnya dari segi nilai modulus elastisitas (E) tanah yang divariasikan serta selanjutnya diolah menggunakan program *Plaxis Professional* untuk

mengetahui nilai modulus elastisitas tanah yang mendekati kesesuaian untuk perencanaan dan prediksi gambaran umum kondisi tanah serta perubahan yang diberikan sebelum dan sesudah diberi perkuatan dinding penahan tanah dengan desain dinding penahan tanah yang telah direncanakan sebelumnya.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan adalah Teknik Langsung, karena data yang dikumpulkan merupakan data primer proyek **Perkuatan Tebing Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu** yang melewati tahapan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

3.4. Alat Pengumpul Data

Penulis sendiri sebagai Instrumen Utama (Instrumen Kunci) yang mengumpulkan data primer proyek **Perkuatan Tebing Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu** dan pelaksana tahapan - tahapan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

3.5. Sumber Data

Data yang penulis gunakan sebagai sumber utama pada studi kasus ini adalah data primer proyek **Perkuatan Tebing Sungai Kapuas, Desa Sungai Uluk, Kabupaten Kapuas Hulu** hasil pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.

3.6. Data

Data yang penulis gunakan adalah data hasil pengujian tanah, yakni berupa data penjenjahan, data konsolidasi, data uji geser langsung, data kohesi tanah, data sudut geser, data klasifikasi tanah, data parameter tanah, dan data pendukung lainnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Berat Volume Tanah (*Bulk Density Test*)

Maksud dilakukannya percobaan ini adalah untuk menentukan berat volume dari sampel tanah dan tujuan diketahui

berat volume dari suatu sampel tanah tersebut adalah sebagai salah satu data pendukung dalam analisa menggunakan program *Plaxis Professional*.

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

No. Sampel	STAG1		STAG2		STAG3		STAG4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Berat Volume	7	7	7	7	7	7	7	7
Berat Volume Basah	140	140	136	137	137	140	140	141
Berat Volume Basah	134	136	130	130	130	130	130	130

4.2. Pengujian Kadar Air Tanah (*Water Content Test*)

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan seberapa besar kadar air dari suatu sampel tanah. Tujuan diketahui kadar air dari suatu sampel tanah tersebut adalah sebagai salah satu data pendukung dalam analisa menggunakan program *Plaxis Professional*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah

No. Sampel	STAG1		STAG2		STAG3		STAG4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Kadar Air	7	7	7	7	7	7	7	7
Kadar Air Basah	140	140	136	137	137	140	140	141
Kadar Air Basah	134	136	130	130	130	130	130	130

4.3. Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity / Gs*)

Maksud percobaan ini adalah untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah. Berat jenis sendiri adalah perbandingan antara berat dari suatu volume tanah terhadap berat dari volume air. Tujuan diketahui berat jenis dari suatu sampel tanah tersebut adalah sebagai salah satu data pendukung dalam analisa menggunakan program *Plaxis Professional*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

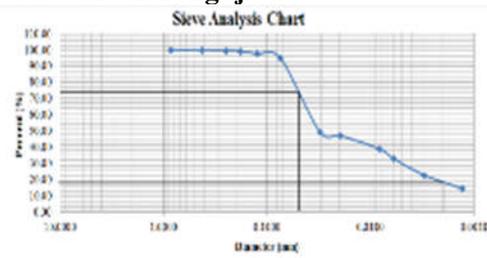
No. Sampel	STAG1		STAG2		STAG3		STAG4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Berat Jenis	2.75	2.57	2.95	2.63	2.71	2.57	2.67	2.71
Berat Jenis Basah	2.55	2.69	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75

4.4. Analisa Distribusi Ukuran Butir Tanah (*Grain Size Analysis*)

Maksud percobaan ini adalah untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah. Untuk tanah yang tidak mengandung butiran tertahan pada

saringan No. 10, pemeriksaan dilakukan dengan analisa hidrometer. Sedangkan untuk tanah yang tidak mengandung butiran tertahan pada saringan No. 20, pemeriksaan dilakukan dengan analisa saringan. Tujuan diketahui distribusi ukuran butir tanah dari suatu sampel tanah tersebut adalah sebagai salah satu data pendukung dalam analisa menggunakan program *Plaxis Professional*.

4.4.1. Hasil Pengujian

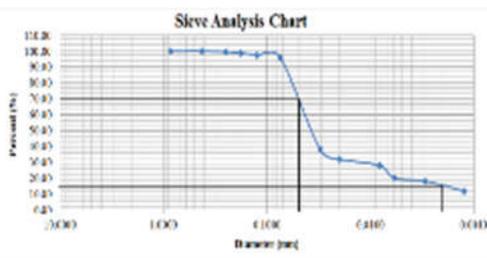


Gambar 5. Diagram Analisa Butiran STA.01

Dari pengujian analisa butiran untuk sampel tanah STA.01 didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pasir : 26 %
- Lanau : 56 %
- Lempung : 18 %

Maka, sampel tanah pada STA.01 terklasifikasi **Tanah Liat Berlanau**.

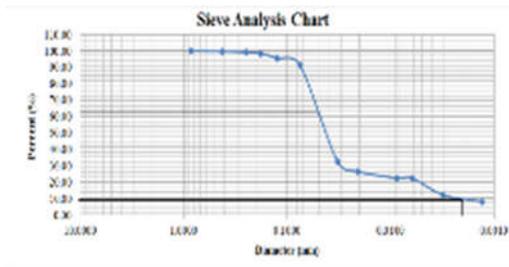


Gambar 6. Diagram Analisa Butiran STA.02

Dari pengujian analisa butiran untuk sampel tanah STA.02 didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pasir : 30 %
- Lanau : 55 %
- Lempung : 15 %

Maka, sampel tanah pada STA.02 terklasifikasi **Tanah Liat Berlanau**.

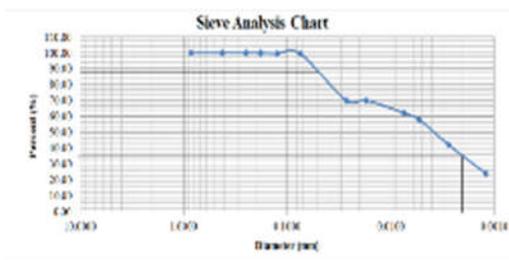


Gambar 7. Diagram Analisa Butiran STA.03

Dari pengujian analisa butiran untuk sampel tanah STA.03 didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pasir : 37 %
- Lanau : 54 %
- Lempung : 9 %

Maka, sampel tanah pada STA.03 terklasifikasi **Tanah Liat Berlanau**.



Gambar 8. Diagram Analisa Butiran STA.04

Dari pengujian analisa butiran untuk sampel tanah STA.04 didapatkan hasil sebagai berikut :

- Pasir : 12 %
- Lanau : 54 %
- Lempung : 34 %

Maka, sampel tanah pada STA.04 terklasifikasi **Campuran Tanah Liat dan Lempung Berlanau**.

4.5. Consolidated Undrained (CU) Triaxial Test

Tujuan dari pengujian ini sendiri adalah untuk mengetahui nilai Sudut Geser (ϕ) dan nilai Kohesivitas (c) dari sampel tanah yang diuji, dimana data yang didapatkan nantinya akan digunakan sebagai parameter analisa menggunakan program *Plaxis Professional*.

Tabel 4. Nilai Sudut Geser (ϕ) & Nilai Kohesivitas (c) Hasil Pengujian

No. Sampel	Jarat Jarak			K (Water Jarak)		
	Sudut Geser (ϕ)	Kohesivitas (c)	Kohesivitas (c)	Sudut Geser (ϕ)	Kohesivitas (c)	Kohesivitas (c)
STA.01	12.0	0.24	0.24	12.0	0.24	0.24
STA.02	12.0	0.24	0.24	12.0	0.24	0.24
STA.03	12.0	0.24	0.24	12.0	0.24	0.24
STA.04	12.0	0.24	0.24	12.0	0.24	0.24

4.6. Perhitungan Nilai Modulus Elastisitas Tanah Hasil Pengujian (E_{grafik}) dan

Perhitungan Nilai Modulus Elastisitas Tanah 50% Hasil Pengujian ($E_{50(grafik)}$)

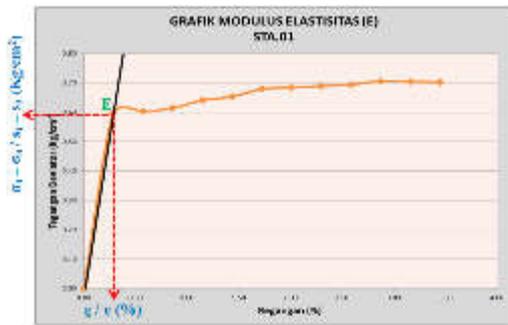
4.6.1. Perhitungan Nilai Modulus Elastisitas Tanah Hasil Pengujian (E_{grafik})

Apabila suatu material memiliki nilai modulus elastisitas yang besar, maka semakin kecil perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi tegangan tertentu. Berikut akan ditampilkan salah satu grafik modulus elastisitas hasil pengujian serta nilai modulus elastisitas yang didapatkan dari gambar tersebut.

Tabel 5. Tabel Uji Geser Triaksial CU STA.01 (A)

No	Uji	Tinggi	Tinggi	Tahanan Datar		Datar		T	s ₁	s ₃
				σ ₁	σ ₃	σ ₁	σ ₃			
01	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	02	2.4	2.4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
03	03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05	05	2.4	2.4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
06	06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07	07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08	08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09	09	2.4	2.4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	12	2.4	2.4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	15	2.4	2.4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Data yang ditampilkan diatas adalah data hasil uji geser untuk sampel tanah STA.01 (A). Dari data tersebut dibuat grafik menggunakan data $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$ sebagai data sumbu-y dan data ϵ sebagai data sumbu-x yang menyatakan perbandingan antara tegangan (σ) terhadap regangan (ϵ). Dari input data - data yang disebutkan diatas, dihasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 9. Modulus Elastisitas STA.01 (A)

Melalui gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas (E) yang digunakan adalah nilai perbandingan antara nilai tegangan terhadap regangan pada bacaan pertama, karena pada saat pembacaan kedua terjadi penurunan grafik yang dapat dianalogikan sebagai tegangan sisa. Dengan data bacaan pertama yang sesuai dengan penarikan garis pada grafik didapatkanlah besar nilai modulus elastisitas (E) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_1 - \sigma_3 &= 0,5965 \text{ kg/cm}^2 \\ \epsilon &= 0,287 \% \\ E &= \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\epsilon} \\ E &= \frac{0,5965}{(0,287 : 100)} \\ E &= \frac{0,5965}{0,00287} \\ E &= 207,840 \text{ kg/cm}^2 \\ E &= 20.784 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

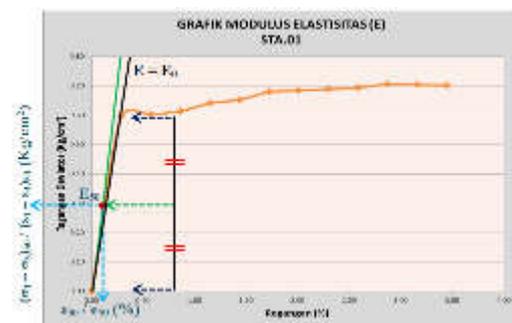
Untuk nilai modulus elastisitas (E) hasil pengujian lainnya akan ditampilkan dalam format tabelaris dan karena pada tiap sampel tanah yang diuji menunjukkan grafik yang mengalami penurunan setelah pembacaan pertama atau yang dianalogikan sebagai tegangan sisa, maka nilai modulus elastisitas (E) dari tiap sampel tanah lainnya diambil dari perbandingan antara tegangan terhadap regangan dari bacaan pertama. Hasil pengujian terhadap sampel tanah lainnya dalam format tabelaris adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Nilai Modulus Elastisitas (E) Hasil Pengujian

No. Sampel		Tegangan ($\sigma_1 - \sigma_3$) (kg/cm ²)	Regangan (ϵ) (%)	Modulus Elastisitas	
				E (kg/cm ²)	E (kN/m ²)
STA.01	A	0.5965	0.2870	207.8397	20.783.9721
	B	0.6839	0.2870	238.2927	23.829.2683
STA.02	A	0.5945	0.2870	206.7944	20.679.4425
	B	0.4946	0.2870	172.3345	17.233.4495
	C	0.6761	0.2870	235.5749	23.557.4913
STA.03	A	0.4951	0.2870	172.5087	17.250.8711
	B	0.4819	0.2870	167.9084	16.789.9408
STA.04	A	0.6045	0.2870	210.6232	21.062.2178
	B	0.4254	0.2870	148.2230	14.822.2997
	C	0.5965	0.2870	207.8397	20.783.9721

4.6.2. Perhitungan Nilai Modulus Elastisitas Tanah 50% Hasil Pengujian ($E_{50(\text{grafik})}$)

Penggunaan nilai modulus elastisitas (E) tanah untuk desain struktur tanah menggunakan nilai E_{50} , dimana E_{50} ini adalah nilai modulus elastisitas (E) tanah pada tegangan (*stress*) 50% dari tegangan maksimum.



Grafik 10. Grafik Modulus Elastisitas 50% (E_{50}) STA.01 (A)

Pada pengujian di laboratorium, modulus elastisitas (E) didapat dari hasil hubungan tegangan – regangan pengujian *triaxial test*. Pada grafik 4.6. didapat nilai $E = E_0$ yang didefinisikan sebagai *Young's Modulus*, sedangkan nilai E_{50} adalah nilai modulus sekan (*Secant's Modulus*) yang didapat dari nilai $(\sigma_1 - \sigma_3)_{50} / \epsilon_{50}$. Dengan kata lain, modulus elastisitas 50% (E_{50}) merupakan nilai modulus elastisitas sebesar 50% dari nilai modulus elastisitas awal ($E = E_0$). Dari penarikan garis pada grafik didapatkanlah besar nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) sebagaimana berikut :

$$\begin{aligned}
 (\sigma_1 - \sigma_3)_{50} &= 0,2983 \text{ kg/cm}^2 \\
 \epsilon_{50} &= 0,144 \% \\
 E_{50} &= \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{50}}{\epsilon_{50}} \\
 E_{50} &= \frac{0,2983}{(0,144 : 100)} \\
 E_{50} &= \frac{0,00144}{0,2983} \\
 E_{50} &= 207,153 \text{ kg/cm}^2 \\
 E_{50} &= 20.715 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) hasil pengujian lainnya akan ditampilkan dalam format tabelaris sebagai berikut :

Tabel 7. Nilai Modulus Elastisitas 50% (E_{50}) Hasil Pengujian

No. Sampel		Tegangan 50%	Regangan 50%	Modulus Elastisitas 50%	
		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{50}$ (kg/cm ²)	(%)	E_{50} (kg/cm ²)	E_{50} (kNm ²)
SIA.01	A	0,2983	0,1440	207,1528	20,715,2778
	B	0,3420	0,1440	237,5000	23,750,0000
SIA.02	A	0,2568	0,1440	206,1111	20,611,1111
	B	0,2475	0,1440	171,5260	17,152,6121
SIA.03	A	0,2381	0,1440	234,7917	23,479,1667
	B	0,2478	0,1440	171,5264	17,154,4444
SIA.04	A	0,2410	0,1440	167,3611	16,736,1111
	B	0,2023	0,1440	209,9205	20,992,0556
SIA.04	A	0,2127	0,1440	147,7083	14,770,8333
	C	0,2983	0,1440	207,1528	20,715,2778

4.7. Analisa Keruntuhan Lateral dengan program *Plaxis Professional* menggunakan Nilai Modulus Elastisitas Tanah Hasil Pengujian (E_{grafik})

Pada analisa menggunakan program *Plaxis Professional 8.2* ini akan dipaparkan data - data parameter yang digunakan dalam analisa menggunakan program tersebut. Bersamaan dengan data - data parameter tersebut akan dipaparkan hasil olah dengan program *Plaxis Professional 8.2* beserta analisa berdasarkan hasil olahan program *Plaxis Professional 8.2*. Analisa kali ini akan menggunakan variasi pada nilai modulus elastisitas (E) tanah dengan mengkategorikannya berdasarkan nilai modulus elastisitas (E) tanah terbesar dan nilai modulus elastisitas (E) tanah terkecil hasil pengujian triaksial terkonsolidasi - tak teralirkan (*Consolidated Undrained Triaxial Test*) pada tiap sampel tanah yang diambil dari lapangan. Pada analisa ini difokuskan untuk melihat keruntuhan akibat gerakan lateral tanah dan besarnya nilai pergerakan tanah secara horizontal.

4.7.1. Pemodelan Mohr-Coulomb

Pemodelan ini menganggap plastisitas mempunyai hubungan dengan regangan yang *irreversible* atau tidak dapat kembali ke kondisi semula. Sebuah model plastis sempurna merupakan suatu model konstitutif dengan bidang leleh tertentu, yaitu bidang leleh yang sepenuhnya didefinisikan oleh parameter model dan tidak terpengaruh oleh peregangan.

4.7.1.1. Modulus Elastisitas Terbesar

Berikut parameter tanah yang digunakan pada model Mohr-Coulomb :

Tabel 8. Parameter Timbunan Modulus Elastisitas Terbesar

Material Properties	Symbol	Satuan	STAB1	STAB2	STAB3	STAB4
			($\sigma_1 - \sigma_3$) ₅₀			
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	202927	202927	152727	202927
Angka Poisson	ν	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Berat Volume Tanah	γ	kN/m ³	18,0	18,0	18,0	18,0
Koefisien Tanah	c	kN/m ²	35,35	35,35	28,35	35,35
Sudut Geser	ϕ	°	1,2	1,2	0,5	1,2

Tabel 9. Parameter Lapisan 1, Lapisan 2, dan Lapisan 3

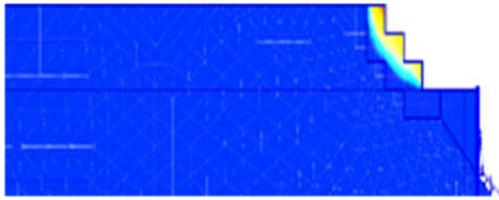
Material Properties	Symbol	Satuan	Lapisan 1		Lapisan 2		Lapisan 3	
			($\sigma_1 - \sigma_3$) ₅₀					
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	70000	70000	20000	20000	20000	
Angka Poisson	ν	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Berat Volume Tanah	γ	kN/m ³	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
Koefisien Tanah	c	kN/m ²	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Sudut Geser	ϕ	°	42,0	42,0	10,0	10,0	20,0	

Berikut parameter material yang digunakan untuk model Mohr-Coulomb :

Tabel 10. Parameter Dinding Penahan Tanah

Material Properties	Symbol	Satuan	Material	
			Dinding	Geotekstil
Kekakuan Lateral	E_{lat}	kN/m ² m	-	70000
Kekakuan Aksial	E_{ax}	kN/m	-	70000/0,2
Berat Material	γ	kN/m ³	-	2,0
Angka Poisson	ν	-	0,2	-
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	10,000	-
Berat Volume	γ	kN/m ³	18	-
Koefisien	c	kN/m ²	0,1	-
Sudut Geser	ϕ	°	30	-

Selanjutnya akan ditampilkan gambar hasil olahan *Plaxis Professional 8.2* beserta penjelasan dan analisa berdasarkan gambar hasil olahan program tersebut.



Gambar 11. Pergerakan Horizontal Pada Perkuatan Bronjong + Sheetpile (Shading)

Melalui hasil olah program diperoleh nilai pergerakan tanah secara horizontal paling kecil sebesar $\pm 6,68\text{m}$. Dapat dilihat melalui gambar bahwa pergerakan juga lebih dikarenakan beban daripada perkuatan bronjong yang lebih berfungsi sebagai beban tambahan dibandingkan sebagai penahan pergerakan tanah. Hal ini dapat dilihat melalui arsiran (*shading*) pada gambar diatas, dimana gradasi warna dimulai dari bronjong dan perlahan berkurang intensitasnya dan berakhir di daerah konstruksi bronjong juga. Sehingga, dapat dikatakan bahwa perkuatan bronjong pada daerah tersebut beresiko tinggi memberikan beban tambahan terlebih apabila diatas bronjong diberi tambahan beban - beban luar, seperti orang, kendaraan, ataupun benda - benda lainnya yang mungkin saja merupakan salah satu penyebab atau faktor runtuhnya dinding penahan tanah (*sheetpile*) di sebelahnya.

4.7.1.2. Modulus Elastisitas Terkecil

Berikut parameter tanah yang digunakan pada model Mohr-Coulomb :

Tabel 11. Parameter Timbunan Modulus Elastisitas Terkecil

Material Properties	Simbol	Satuan	SEK1	SEK2	SEK3	SEK4
			(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)
Modulus Elastisitas	E	(kN/m ²)	2703,07	1727,45	16700,01	11922,77
Angka Poisson	ν	-	0,33	0,36	0,33	0,33
Berat Volume Tanah	γ	(kN/m ³)	18,24	18,08	14,27	14,27
Kekerasan Tanah	σ_c	(kN/m ²)	73,42	73,42	28,32	76,96
Stabilitas Geser	ϕ	°	12,9	22,7	3,51	1,52

Tabel 12. Parameter Lapisan 1, Lapisan 2, dan Lapisan 3

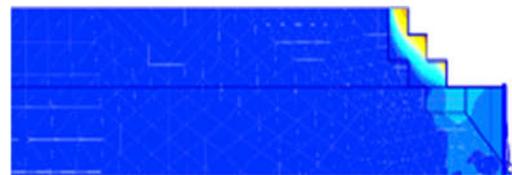
Material Properties	Simbol	Satuan	Lapisan 1	Lapisan 2	Lapisan 3
			(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)
Modulus Elastisitas	E	(kN/m ²)	70000	62100	20000
Angka Poisson	ν	-	0,3	0,3	0,3
Berat Volume Tanah	γ	(kN/m ³)	18,40	18,17	16,85
Kekerasan Tanah	σ_c	(kN/m ²)	70,00	62,10	20,00
Stabilitas Geser	ϕ	°	22,3	11,1	20,1

Berikut parameter material yang digunakan untuk model Mohr-Coulomb :

Tabel 13. Parameter Penahan Tanah

Material Properties	Simbol	Satuan	Material	
			Bronjong	Sheetpile
Kekakuan Lentur	EF	(kN.m ² /m)	-	7820,00
Kekakuan Aksial	EA	(kN.m)	-	2100000,00
Berat Material	w	(kN/m ³ m)	-	2,40
Angka Poisson	ν	-	0,30	-
Modulus Elastisitas	E	(kN/m ²)	19000,00	-
Berat Volume	γ	(kN/m ³)	15	-
Kekerasan	σ_c	(kN/m ²)	0,1	-
Stabilitas Geser	ϕ	°	20	-

Selanjutnya akan ditampilkan gambar hasil olahan *Plaxis Professional 8.2* beserta penjelasan dan analisa berdasarkan gambar hasil olahan program tersebut. Namun, kali ini dengan menggunakan nilai modulus elastisitas (E) tanah terkecil hasil pengujian tes triaksial.



Gambar 12. Pergerakan Horizontal Pada Perkuatan Bronjong + Sheetpile (Shading)

Melalui hasil olah program diperoleh nilai pergerakan tanah secara horizontal paling kecil sebesar $\pm 0,7138\text{m}$. Kurang lebih seperti analisa sebelumnya, dapat dilihat melalui gambar bahwa pergerakan juga lebih dikarenakan beban daripada perkuatan bronjong yang lebih berfungsi sebagai beban tambahan dibandingkan sebagai penahan pergerakan tanah. Pada arsiran (*shading*) gambar diatas, gradasi warna dimulai dari bronjong dan perlahan berkurang intensitasnya dan berakhir di daerah konstruksi bronjong dan mendekati area dinding penahan tanah (*sheetpile*). Sehingga, dapat dikatakan bahwa perkuatan bronjong tetap menjadi beban tambahan dan ditambah lagi dengan kondisi tanah yang memiliki nilai modulus elastisitas lebih kecil dibanding sebelumnya menyebabkan area yang rawan sudah mendekati area perkuatan dinding penahan tanah yang sedikit banyaknya menjadi salah satu penyebab (faktor) runtuhnya dinding penahan tanah di daerah tersebut.

4.8. Analisa Keruntuhan Lateral dengan program *Plaxis Professional* menggunakan Nilai Modulus Elastisitas Tanah 50% Hasil Pengujian ($E_{50(\text{grafik})}$)

Analisa kali ini akan menggunakan variasi pada nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah dengan mengkategorikannya berdasarkan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah terbesar dan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah terkecil hasil pengujian triaksial terkonsolidasi - tak teralirakan (*Consolidated Undrained Triaxial Test*) pada tiap sampel tanah yang diambil dari lapangan. Pada analisa kali ini juga difokuskan untuk melihat keruntuhan akibat gerakan lateral tanah dan besarnya nilai pergerakan tanah secara horizontal.

4.8.1. Pemodelan Mohr-Coulomb

Pemodelan ini menganggap plastisitas mempunyai hubungan dengan regangan yang *irreversible* atau tidak dapat kembali ke kondisi semula. Sebuah model plastis sempurna merupakan suatu model konstitutif dengan bidang leleh tertentu, yaitu bidang leleh yang sepenuhnya didefinisikan oleh parameter model dan tidak terpengaruh oleh peregangannya.

4.8.1.1. Modulus Elastisitas 50% Terbesar

Berikut parameter tanah yang digunakan pada model Mohr-Coulomb :

Tabel 14. Parameter Timbunan Modulus Elastisitas 50% Terbesar

Model Properties	Simbol	Satuan	STAB1 ($\theta = 2.00 \text{ rad}$)	STAB2 ($\theta = 5.29 \text{ rad}$)	STAB3 ($\theta = 7.29 \text{ rad}$)	STAB4 ($\theta = 7.28 \text{ rad}$)
Modulus Elastisitas	E	kN/m^2	2270.00	22479.17	1704.40	2192.00
Angka Poisson	ν	-	0.00	0.00	0.00	0.00
Berat Volume Tanah	γ	kN/m^3	17.24	17.00	14.00	17.00
Kohesi Tanah	c	kN/m^2	17.00	17.00	23.00	17.00
Sudut Geser	ϕ	$^\circ$	33	33	0.00	33

Tabel 15. Parameter Lapisan 1, Lapisan 2, dan Lapisan 3

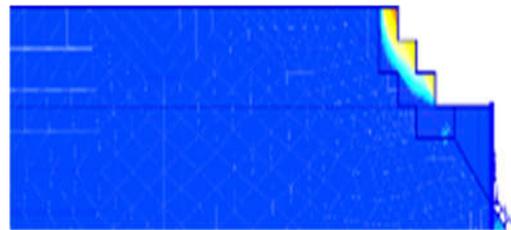
Model Properties	Simbol	Satuan	Lapisan		
			Lapisan 1 0.00 m - 10.00 m	Lapisan 2 10.00 m - 14.00 m	Lapisan 3 14.00 m - 20.00 m
Modulus Elastisitas	E	kN/m^2	7000.00	1250.00	12000.00
Angka Poisson	ν	-	0.30	0.30	0.30
Berat Volume Tanah	γ	kN/m^3	18.00	18.00	18.00
Kohesi Tanah	c	kN/m^2	23.00	42.00	25.00
Sudut Geser	ϕ	$^\circ$	22.37	15.00	28.50

Berikut parameter material yang digunakan untuk model Mohr-Coulomb :

Tabel 16. Parameter Dinding Penahan Tanah

Material Properties	Simbol	Satuan	Material	
			Bronjong	Sheetpile
Kekakuan Lentur	EI	$\text{kN.m}^2/\text{m}$	-	7420.00
Kekakuan Aksial	EA	kN/m	-	2190000.00
Berat Material	w	kN/m/m	-	2.40
Angka Poisson	ν	-	0.30	-
Modulus Elastisitas	E	kN/m^2	19000.00	-
Berat Volume	γ	kN/m^3	15	-
Kohesi	c	kN/m^2	0.1	-
Sudut Geser	ϕ	$^\circ$	20	-

Selanjutnya akan ditampilkan gambar hasil olahan *Plaxis Professional 8.2* beserta penjelasan dan analisa berdasarkan gambar hasil olahan program tersebut. Kali ini dengan menggunakan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah terbesar hasil pengujian tes triaksial.



Gambar 13. Pergerakan Horizontal Pada Perkuatan Bronjong + *Sheetpile* (*Shading*)

Melalui hasil olah program diperoleh nilai pergerakan tanah secara horizontal paling kecil sebesar $\pm 1,37\text{m}$. Tidak berbeda jauh dengan analisa sebelumnya, dapat dilihat melalui gambar bahwa pergerakan juga lebih dikarenakan beban daripada perkuatan bronjong yang lebih berfungsi sebagai beban tambahan dibandingkan sebagai penahan pergerakan tanah.

Pada arsiran (*shading*) gambar diatas, gradasi warna dimulai dari bronjong dan perlahan berkurang intensitasnya dan berakhir di daerah konstruksi bronjong dan sedikit mendekati area dinding penahan tanah (*sheetpile*). Sehingga, dapat dikatakan bahwa perkuatan bronjong tetap menjadi beban tambahan dan ditambah lagi dengan kondisi tanah yang memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 50% dari nilai modulus elastisitas terbesar menyebabkan area yang rawan sudah mendekati area perkuatan

dinding penahan tanah yang walaupun kecil dan tidak memiliki intensitas seperti analisa sebelumnya, namun tetap sedikit banyaknya menjadi salah satu penyebab (faktor) runtuhnya dinding penahan tanah di daerah tersebut.

4.8.1.2. Modulus Elastisitas 50% Terkecil

Berikut parameter tanah yang digunakan pada model Mohr-Coulomb :

Tabel 17. Parameter Timbunan Modulus Elastisitas 50% Terkecil

Model Properties	Simbol	Satuan	SLA-01 (0 < x < 8 m)	SLA-02 (8 < x < 12 m)	SLA-03 (12 < x < 16 m)	SLA-04 (16 < x < 20 m)
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	15712.5	17172.5	16726.5	14779.5
Angka Poisson	ν	-	0.33	0.30	0.33	0.33
Berat Volume Tanah	γ	kN/m ³	17.51	18.02	18.52	17.96
Kohesi Tanah	c	kN/m ²	73.81	73.01	28.11	76.50
Sudut Geser	φ	-	7.9	7.7	13.1	13.7

Tabel 18. Parameter Lapisan 1, Lapisan 2, dan Lapisan 3

Model Properties	Simbol	Satuan	Lapisan 1 (0,00 m - 10,00 m)	Lapisan 2 (10,00 m - 14,00 m)	Lapisan 3 (14,00 m - 20,00 m)
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	7000.00	8200.00	12000.00
Angka Poisson	ν	-	0.30	0.30	0.30
Berat Volume Tanah	γ	kN/m ³	16.43	16.33	16.50
Kohesi Tanah	c	kN/m ²	23.80	42.80	28.40
Sudut Geser	φ	-	22.27	15.00	28.50

Berikut parameter material yang digunakan untuk model Mohr-Coulomb :

Tabel 19. Parameter Dinding Penahan Tanah

Material Properties	Simbol	Satuan	Material	
			Bronjong	Sheetpile
Kekakuan Lentur	EF	kN.m ² /m	-	7820.00
Kekakuan Aksial	EA	kN/mm	-	2180000.00
Berat Material	w	kN/mm	-	2.40
Angka Poisson	ν	-	0.30	-
Modulus Elastisitas	E	kN/m ²	18000.00	-
Berat Volume	γ	kN/m ³	1.5	-
Kohesi	c	kN/m ²	0.1	-
Sudut Geser	φ	-	20	-

Selanjutnya akan ditampilkan gambar hasil olahan *Plaxis Professional 8.2* beserta penjelasan dan analisa berdasarkan gambar hasil olahan program tersebut menggunakan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah terkecil hasil pengujian tes triaksial.



Gambar 14. Pergerakan Horizontal Pada Perkuatan Bronjong + Sheetpile (Shading)

Melalui hasil olah program diperoleh nilai pergerakan tanah secara horizontal paling kecil sebesar $\pm 0,3491$ m.

Cukup berbeda jauh dengan analisa sebelum - sebelumnya, namun pada gambar tetap terlihat bahwa pergerakan juga lebih dikarenakan beban daripada perkuatan bronjong yang lebih berfungsi sebagai beban tambahan dibandingkan sebagai penahan pergerakan tanah. Pada arsiran (*shading*) gambar diatas, gradasi warna dimulai dari bronjong dan perlahan berkurang intensitasnya namun berakhir di daerah konstruksi bronjong dan sangat dekat dengan area dinding penahan tanah. Sehingga, dapat dikatakan bahwa perkuatan bronjong tetap menjadi beban tambahan dan ditambah lagi dengan kondisi tanah yang memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 50% dari nilai modulus elastisitas terkecil menyebabkan area yang rawan sudah sangat dekat dengan area perkuatan dinding penahan tanah yang intensitasnya sangat jelas dan sangat berbeda dengan analisa sebelumnya, maka sedikit banyaknya dapat dikatakan merupakan salah satu penyebab (faktor) runtuhnya dinding penahan tanah di daerah tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang akan dipaparkan pada bab ini merupakan rangkuman dari berbagai macam hasil - hasil yang didapatkan baik itu saat melakukan pengujian sampel di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura ataupun hasil - hasil yang didapatkan lewat analisa menggunakan program *Plaxis Professional 8.2*. Berikut adalah beberapa hal yang penulis simpulkan lewat hasil pengujian dan analisa menggunakan program :

- Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis pada sampel tanah lokasi, belum memberikan bukti yang akurat bahwa tanah yang diuji merupakan tanah lunak. Terlebih pada hasil pengujian hidrometer dan analisa gradasi menunjukkan persentase kandungan lanau dan pasir yang lebih tinggi daripada kandungan lempung atau dengan kata lain tanah yang diuji merupakan tanah keras (kaku).
- Dari hasil pengujian *Consolidated*

Undrained Triaxial Test (Tes Triaksial Terkonsolidasi – Tak Teralirkan) menunjukkan bahwa nilai kohesivitas (c) dari sampel tanah yang diambil dan diuji di laboratorium tergolong tinggi dengan nilai sudut geser (ϕ) yang tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa daya lekat antar butir tanah sangat kuat atau dengan kata lain daerah sekitar perkuatan tergolong sebagai tanah keras (kaku).

- c) Nilai modulus elastisitas (E) tanah yang didapatkan melalui perhitungan lewat grafik menggunakan data hasil pengujian triaksial CU dengan nilai modulus elastisitas 50% (E_{50}) tanah hasil penarikan garis singgung pada grafik nilai modulus elastisitas (E) tanah tidak menunjukkan selisih atau perbedaan nilai yang signifikan bahkan sangat mendekati antara satu dengan yang lainnya.
- d) Hasil analisa menggunakan program *Plaxis Professional 8.2* menunjukkan bahwa pada lokasi perkuatan tersebut memang layak diberi perkuatan dan dapat memberikan dampak baik, namun dibutuhkan beberapa penyesuaian pada desain rencana agar dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan maksud dan tujuan dibuatnya perkuatan tersebut.
- e) Pada analisa dengan menggunakan perkuatan bronjong + *sheetpile* didapatkan bahwa area rawan longsor adalah area sekitar bronjong atau dengan kata lain fungsi bronjong yang tadinya sebagai penahan tanah malah menjadi penambah beban yang harus ditopang oleh dinding penahan tanah (*sheetpile*) sehingga dinding penahan tanah (*sheetpile*) pada lokasi mengalami roboh (runtuh).
- f) Beberapa faktor lainnya yang bukan tidak mungkin turut andil dalam robohnya dinding perkuatan tersebut, seperti arus sungai yang menggerus bagian tanah yang

terendam dan menempel pada dinding perkuatan, gelombang akibat pasang yang merembes ke arah dinding perkuatan, intensitas perubahan tinggi - rendah (fluktuasi) pada muka air sungai, dan juga kapal barang yang bersandar pada dinding perkuatan (hal ini sangat mungkin terjadi mengingat warga sekitar menyampaikan hal yang sama bahwa kapal barang pernah bersandar pada dinding perkuatan dan dikarenakan angin ataupun gelombang akibat pasang, kapal tersebut menghantam bagian daripada dinding perkuatan yang sedikit banyaknya memberikan pengaruh terhadap robohnya dinding perkuatan tersebut) terlebih apabila kekuatan dinding penahan tidak diperuntukkan bagi kapal untuk bersandar.

5.2. Saran

Saran berisikan masukan-masukan yang berguna untuk menunjang kemajuan daripada suatu penelitian ataupun percobaan. Sehingga, hasil yang didapatkan dan dituliskan menjadi lebih baik daripada sebelumnya. Berikut adalah beberapa saran yang penulis tuliskan berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan, yakni :

- a) Analisa butiran sebaiknya menggunakan lebih dari 1 (satu) acuan dimana pada pengolahan data hanya menggunakan metode USDA sebagai acuan. Metode analisa butiran lainnya antara lain : metode USCS, metode AASHTO, metode MIT.
- b) Nilai - nilai asumsi yang digunakan pada analisa dengan program *Plaxis Professional* lebih disesuaikan lagi.
- c) Sampel yang diambil dari lapangan sebaiknya diteliti secara visual dengan perlahan dan pasti di lokasi pengambilan sampel dan pada saat menutup tabung sampel, pastikan kedap seluruhnya untuk mengantisipasi udara yang masuk ataupun sampel keluar dari tabung sampel.

- d) Berkaitan dengan hasil penelitian di lapangan, penulis menyimpulkan perlunya dilakukan penyuluhan kepada warga yang bertempat tinggal di sekitar bangunan dinding perkuatan tersebut tentang fungsi dinding perkuatan dan apa saja hal - hal yang boleh dan tidak boleh dilakukan di sekitar dinding perkuatan tersebut agar dinding tersebut dapat berfungsi secara maksimal dan terhindar dari hal - hal yang tidak diinginkan terlebih yang datangnya akibat ulah warga sekitar dinding perkuatan tersebut berada.

Daftar Pustaka

- Afriani, Lusmeilia. 2014. *Kuat Geser Tanah*. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Bontong, B. 2009. *Pengaruh Kepadatan dan Kadar Air terhadap Hambatan Penetrasi Sondir pada Tanah Lanau*. Jurnal Mekanika Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Tahun XI No. 2.
- Bowless, J. E. 1989. *Sifat – sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah Edisi Kedua*. Erlangga : Jakarta
- Das, Braja M. 1990. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid-1*. Erlangga : Jakarta
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid-2*. Erlangga : Jakarta
- Feriyansyah, H. 2013. *Analisis Stabilitas Lereng (Studi Kasus di Kelurahan Sumur Batu Bandar Lampung)*. Skripsi Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Harison, M. Afrol, Syarifudin Adi Saputro, Sri Prabandiyani R. W., dan Siti Hardiyati. *Analisa Geoteknik dan Penanggulangan Kelongsoran Tanggul Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang*.
- Jacobs, P. 2004. *Simplified Description of the Use and Design Methods for CPT's in Ground Engineering*. Fugro Engineering Services Ltd.: Oxfordshire
- Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, *Laporan Praktikum Mekanika Tanah I*, Universitas Tanjungpura.
- Panduan Geoteknik 1, *Proses Pembentukan dan Sifat - Sifat Dasar Tanah Lunak*, 2002.
- Permana, Giwa Wibawa. 2016. *Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsoran Menggunakan Metode Elemen Hingga Plaxis V8.2 (Studi Kasus : Ruas Jalan Liwa – Simpang Gunung Kemala STA.263+650)*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Prastyo, Riki Dwi. 2014. *Analisis Potensi Longsor Pada Lereng Galian Penambangan Timah (Studi Kasus : Area Penambangan Timah di Jelitik, Kabupaten Bangka)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung.
- Safitri, R. (2011), dkk. 2011. *Korelasi Parameter Kuat Geser Hasil Uji Geser Langsung dan Uji Triaksial pada Campuran Tanah Lempung Pasir*. Jurnal Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Hal. 21-28.
- Sosrodarsono, S., dan Nakazawa K. 1984. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Pradnya Paramita : Jakarta