

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK UNTUK STABILITAS LERENG

Endang Setyawati Hisyam

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung
Email: hsyam.endang@gmail.com

Donny Fransiskus Manalu

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung
Email: donny_fm@yahoo.com

ABSTRAK

Peranan tanah sangat penting pada suatu pekerjaan konstruksi, baik sebagai bahan konstruksi maupun sebagai pendukung konstruksi. Apabila konstruksi dibangun pada tanah lunak seperti tanah lempung lunak, maka tanah tersebut memberikan permasalahan tersendiri terhadap pembangunan konstruksi. Untuk meningkatkan kekuatan tanah tersebut dilakukan usaha stabilisasi tanah dengan menambahkan limbah plastik pada tanah tersebut. Dalam penelitian ini ukuran dan kadar plastik yang dicampurkan (1 cm x 2 cm), (2 cm x 2 cm) dan (3 cm x 2 cm), dengan kadar plastik 0,5 %, 1 % dan 2 % dari berat kering tanah lempung. Untuk mengetahui besarnya kekuatan tanah dilakukan pengujian geser (direct shear test). Pemberaian limbah plastik memberikan pengaruh terhadap angka keamanan lereng. Dari hasil analisis menggunakan program PLAXIS, didapat angka keamanan untuk tanah asli sebesar 2,67, sedangkan nilai angka keamanan paling besar yang didapat dari pencampuran tanah asli ditambah dengan plastik berukuran (2x2) cm pada kadar 0,5% yaitu 3,35 sehingga ada kenaikan sebesar 25,47% dari nilai angka keamanan tanah asli.

Kata Kunci: Tanah lempung, Plastik, Kekuatan tanah

PENDAHULUAN

Peranan tanah sangat penting pada suatu pekerjaan konstruksi, baik sebagai bahan konstruksi maupun sebagai pendukung konstruksi. Tetapi suatu saat dihadapkan pada suatu pilihan untuk membangun suatu bangunan di daerah yang telah ditentukan lokasinya, sedangkan lokasi tersebut secara geoteknis kurang menguntungkan seperti tanah lempung lunak. Hal utama yang menjadi kendala kebanyakan tanah lempung adalah sangat dipengaruhi oleh kadar air, daya dukung rendah, permeabilitas rendah dan proses konsolidasi lambat. Untuk mengatasi hal ini salah satu cara adalah dengan perbaikan

tanah atau disebut stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan menambahkan plastik sebagai bahan perkuatan tanah.

Plastik mempunyai nilai kekuatan tersendiri, sehingga apabila disatukan lempung lunak, maka plastik tersebut dapat meningkatkan nilai kekuatan geser tanah.

Plastik biasanya digunakan sebagai tempat atau wadah untuk membawa barang-barang. Rumus molekul plastik yaitu $(CH_2)_n$ atau *Poly (propene)*. Penggunaan plastik yang berlebihan akan memberikan dampak negatif bagi kelangsungan hidup dan lingkungan, menyebabkan

terganggunya kesehatan, dan dapat merusak lingkungan, pemanfaatan yang kurang, akan mengakibatkan limbah plastik semakin menumpuk dan sulit terurai, hingga menyebabkan berbagai masalah. Melalui penelitian ini, alternatif untuk mengurangi limbah plastik, dapat digunakan untuk perbaikan tanah.

Pada penelitian ini akan dibandingkan antara kekuatan tanah asli dengan tanah asli yang sudah dicampur plastik dengan variasi ukuran plastik (1 cm x 2 cm), (2 cm x 2 cm) dan (3 cm x 2 cm), dengan kadar plastik 0,5 %, 1 % dan 2 % dari berat kering tanah lempung. Dari hasil uji laboratorium tersebut akan didapat nilai kohesi (c) dan sudut geser tanah (ϕ), yang nantinya akan digunakan sebagai parameter untuk menghitung angka keamanan suatu lereng dengan menggunakan software PLAXIS.

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified System*

Menurut Bowles (1993), tanah ditentukan lewat simbol kelompok yang terdiri dari sebuah prefiks dan sebuah sufiks. Prefiks menunjukkan jenis tanah utama dan sufiks menunjukkan subkelompok, sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Simbol kelompok tanah

Jenis Tanah	Prefiks	Subkelompok	Sufiks
		Gradasi baik	W
Kerikil	G	Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlunau	M
		Berlempung	C
Lunau	M		
Lempung	C	WL<50 persen	L
Organik	O	WL>50 persen	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1993

Suatu tanah bergradasi baik atau tidak seragam apabila terdapat distribusi yang merata dari ukuran-ukuran butir yang ada, sedangkan suatu tanah disebut bergradasi buruk atau seragam apabila contoh yang ada sebagian besar terdiri dari satu ukuran butiran atau kurang dalam ukuran butiran tertentu.

Distribusi Ukuran Butir

Analisis ukuran butiran adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah.

1. Tanah Berbutir Kasar

Distribusi ukuran butir dari tanah berbutir kasar dapat ditentukan dengan cara penyaringan. Tanah benda uji disaring lewat satu set saringan yaitu nomor 10, 20, 40, 60, 140, dan 200. Berat tertahan saringan nomor 10, 20, 40, 60, 140, dan 200 berturut-turut masing-masing adalah : b1, b2, b3, b4, b5, dan b6 gram. Seperti diunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah berat bagian lolos masing-masing saringan

Saringan	Ukuran butir (mm)	Berat tertahan Saringan (g)	Berat lolos Saringan (g)	Persen lolos (%)
1/8 in	19,05	b1	c1	
No. 8	2,500	b2	c2	
No. 40	0,425	b3	c3	
No. 50	0,300	b4	c4	
No. 100	0,149	b5	c5	
No. 120	0,106	b6	c6	
No. 200	0,075	b7	c7	
Berat Butiran <0,075 mm				
Jumlah		W = $\sum b$		

Sumber : Bowles, 1993

Berat benda uji kering oven dapat dihitung memakai rumus :

$$W = Bo / (1 + w) \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- W : Berat benda uji kering oven (g)
Bo : Berat benda uji yang diperiksa (g)
w : Kadar air (%)

Berat lolos saringan dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} c1 &= W \\ c2 &= c1 + b1 \\ c3 &= c2 + b2 \\ c4 &= c3 + b3 \\ c5 &= c4 + b4 \\ c6 &= c5 + b5 \\ c7 &= c6 + b6 \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung persentase berat lewat saringan terhadap berat kering seluruh contoh tanah yang diperiksa (W) dengan persamaan :

$$c/W \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- c : berat lewat saringan (g)
W : berat kering total tanah yang diperiksa (g)

Setelah itu dibuat grafik yaitu gambar gabungan dari hasil-hasil analisa pada b dan c tersebut di atas dalam grafik yang menunjukkan hubungan antara ukuran butir dalam mm (sebagai absis dalam skala logaritma) dan persentase lebih kecil (sebagai ordinat).

2. Tanah Berbutir Halus

Distribusi ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, dapat ditentukan dengan cara analisis hidrometer.

Cara hidrometer yaitu dengan memperlihatkan berat jenis suspensi yang tergantung dari berat butiran tanah dalam suspensi pada waktu tertentu. Nilai D10 = 0,4 mm artinya 10 % dari berat butiran total berdiameter kurang dari 0,4 mm. Ukuran-ukuran yang lain seperti D30, D60 dapat didefinisikan seperti di atas. Ukuran-ukuran D10 didefinisikan sebagai ukuran efektif (*effective size*). Kemiringan dan bentuk umum dari kurva distribusi dapat digambarkan oleh koefisien keseragaman (*coeficient of uniformity*), Cu, dan koefisien gradasi (*coefisient of gradation*), Cc, yang diberikan menurut persamaan :

$$Cu = \frac{D60}{D10} \dots\dots\dots (3)$$

$$Cc = \frac{(D30)^2}{(D60)(D10)} \dots\dots\dots (4)$$

Tanah bergradasi baik jika mempunyai koefisien gradasi Cc antara 1 sampai 3 dengan Cu lebih besar dari 4 (untuk kerikil) dan Cu lebih besar dari 6 (untuk pasir) dan tanah disebut bergradasi sangat baik bila Cu > 15.

Pemeriksaan Batas Konsistensi

Jika tanah berbutir halus dicampur dengan air kemudian dikeringkan sedikit demi sedikit, maka air akan mengalami beberapa keadaan dari keadaan cair sampai keadaan padat.

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Hardiyatmo (1992) mendefinisikan batas cair (LL), sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis, batas cair biasanya ditentukan dari pengujian *Casagrande* (1948). Contoh

tanah dimasukkan dalam cawan dengan tinggi kira-kira 8 mm. Kemudian dibuat alur dengan grooving tool tepat di tengah-tengah cawan hingga menyentuh dasarnya. Selanjutnya, dengan alat penggetar, cawan diketuk-ketukkan pada landasannya dengan tinggi jatuh 1 cm. Persentase kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan, sesudah 25 kali pukulan didefinisikan sebagai batas cair tanah.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Hardiyatmo (1992) mendefinisikan batas plastis (PL), sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Hardiyatmo (1992) mendefinisikan batas susut (SL), sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya, percobaan ini dilakukan dengan cawan porselin diameter 44,4 mm dengan tinggi 12,7 mm. Bagian cawan dilapisi dengan pelumas dan diisi dengan tanah jenuh sempurna. Kemudian dikeringkan dalam oven. Volume ditentukan dengan mencelupkannya dalam air raksa.

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Hardiyatmo (1992) mendefinisikan Indeks Plastisitas (IP) adalah selisih batas cair dan batas plastis.

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (5)$$

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesinya diberikan

oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 3. Bowles (1993), menyatakan bahwa indeks plastisitas (IP) merupakan nilai yang terpenting dalam indeks konsistensi tanah. Semakin besar nilai IP suatu tanah lempung, semakin besar pula masalah yang ditimbulkan oleh tanah tersebut dalam bidang konstruksi.

Tabel 3. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

IP (%)	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0-7	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
7-17	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo, 1992

Pemadatan Tanah

Menurut Hardiyatmo (1992), pemadatan didefinisikan sebagai peristiwa bertambahnya volume kering oleh beban dinamis. Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya. Sebagai contoh, lempung *montmorillonite* akan mempunyai kecenderungan yang lebih besar terhadap perubahan volume dibanding dengan lempung jenis *kaolinite*. Lempung padat mempunyai permeabilitas yang rendah dan tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik pada waktu basah.

Pengujian pemadatan digunakan untuk mencari hubungan kadar air dan berat volume. Proctor (1933) dalam Hardiyatmo (1992) dan Bowles (1993)

telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering, dan dinyatakan dalam persamaan.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

γ_d : berat volume kering (t/m^3)

γ_b : berat volume basah (t/m^3)

w : kadar air (%)

Dalam uji pemadatan, percobaan diulang paling sedikit 5 kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan, untuk mendapatkan kurva hubungan antara kadar air dan berat volume kering. Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum disebut kadar air optimum.

Uji Kuat Geser Tanah

Uji geser langsung biasanya dilakukan beberapa kali pada sebuah sampel tanah dengan bermacam-macam tegangan normal. Harga tegangan-tegangan normal (σ_n) dan harga tegangan geser (τ_f) yang didapat dengan melakukan beberapa kali pengujian. Kemudian hasil pengujian dapat digambarkan pada sebuah grafik dan selanjutnya dapat ditentukan harga-harga parameter kekuatan geser tanah. Hardiyatmo (1992), memberikan persamaan tegangan normal dan tegangan geser sebagai berikut :

1. Gaya Normal

σ_n = tegangan normal

$$= \frac{\text{penampang lintang sampel tanah}}{\text{luas}} \dots\dots\dots (7)$$

2. Gaya Geser

τ_f = tegangan geser

$$= \frac{\text{penampang lintang sampel tanah}}{\text{luas}} \dots\dots\dots (8)$$

Selanjutnya setelah harga Tegangan normal dan harga-harga parameter kuat geser tanah didapatkan maka harga kuat geser tanah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi \dots\dots\dots (9)$$

dengan :

c = Kohesi tanah (kN/m^2)

φ = Sudut gesek dalam tanah ($^\circ$)

σ_n = Tegangan normal (kN/m^2)

τ_f = Kuat geser tanah (kN/m^2)

Analisis Faktor Keamanan Lereng Menggunakan Software PLAXIS

Dalam menentukan atau kemandapan lereng dikenal istilah faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut dianggap stabil, bila dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Faktor keamanan } (F) = \frac{\text{gaya penahan}}{\text{gaya penggerak}} \dots\dots\dots (9)$$

dimana untuk keadaan :

- $F > 1,0$: lereng dalam keadaan mantap
- $F = 1,0$: lereng dalam keadaan seimbng, dan siap untuk longsor
- $F < 1,0$: lereng tidak mantap

Dalam menganalisis kestabilan suatu lereng selain dilakukan suatu perhitungan secara manual dapat pula dilakukan perhitungan menggunakan program komputer. Salah satu program yang dapat

digunakan adalah program *PLAXIS*. Program *PLAXIS* merupakan program yang menggunakan metode elemen hingga. Metode ini dapat menganalisis secara simultan tegangan dan regangan yang terjadi pada tanah. Analisis dengan *finite element* pada lereng, berguna untuk menginvestigasi banyak faktor yang mengontrol stabilitas lereng.

METODOLOGI PENELITIAN

Penyediaan Bahan

1. Tanah lempung dikelurahan Kudai Kabupaten Bangka
2. Sabut kelapa sawit di Pabrik Kelapa Sawit GML Kabupaten Bangka
3. Air di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bangka Belitung

Penyediaan Alat

Mekanisme pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada standar ASTM, yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar pengujian dalam penelitian

No	Alat Pengujian	Standar
1	Kadar air	SNI-2012
2	Batas-batas Atterberg	
	a. batas cair	SNI-2012
	b. batas plastis	SNI-2012
	c. batas susut	SNI-2012
3	Distribusi ukuran butir	SNI-2012
4	Geser langsung	SNI-2012

Sumber : Bowles, 1993

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bangka Belitung. Adapun tahap-tahap

pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

a) Tahap Persiapan

Pada tahap ini, dipersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pengujian. Pada awal persiapan bahan, tanah lempung dibiarkan kering udara sampai benar-benar kering. Selanjutnya tanah ditumbuk dengan lat penumbuk yang berlapis karet karena untuk menghindari rusaknya tekstur/gradasi tanah, kemudian dilakukan pengayakan dengan menggunakan saringan no.4 untuk bahan uji pemadatan serta saringan no.40 untuk bahan uji batas-batas konsistensi. Untuk persiapan plastik, limbah Plastik dikumpulkan, kemudian dibersihkan. Selanjutnya plastik tersebut dipotong-potong dengan ukuran (1 cm x 2 cm), (2 cm x 2 cm) dan (3 cm x 2 cm) kemudian ditimbang dengan kadar plastik 0,5 %, 1 % dan 2 % terhadap berat kering tanah.

Pemeriksaan alat juga dilakukan guna mendukung jalannya penelitian. Setiap alat yang akan dipakai dipastikan dalam keadaan baik sehingga tidak mengganggu penelitian dan diharapkan mendapat data yang akurat. Disamping itu alat yang dipakai tidak berganti, sehingga data yang diperoleh selalu dari alat yang sama, ini untuk mendukung data yang benar dan akurat.

Pengujian awal harus dilakukan terhadap bahan tanah lempung asli, tanpa dilakukan variasi campuran, ini dilakukan untuk mengetahui jenis tanah tersebut sebagai acuan pada tahap penelitian selanjutnya.

b) Tahap Penelitian Pokok

Pemadatan Tanah

Pemadatan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimum, yang selanjutnya digunakan sebagai campuran berikutnya. Pada pemadatan ini digunakan contoh tanah kering lolos saringan no.4 (4,75 mm), contoh tanah kering dicampur dengan air yang bervariasi, dan dicampur plastik dengan kadar 0,5 %, 1 % dan 2 %. Setelah dicampur dengan air dan plastik, kemudian tanah tersebut dipadatkan. Pemadatan dilakukan dengan 3 lapisan.

Pengujian Geser Langsung

(a) Persiapan benda uji

- Nilai kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian kepadatan tanah digunakan untuk menentukan jumlah air yang harus ditambahkan pada tanah lempung (lolos saringan no.4) yang dicampur dengan plastik dengan kadar 0,5 %, 1 % dan 2 %. Jumlah variasi benda uji geser langsung dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Variasi benda uji geser langsung

Benda Uji	Jumlah Pengujian
Tanah Asli	3
Tanah Asli + Plastik Ukuran (1 cm x 2 cm) kadar 0,5 %	3
Tanah Asli + Plastik Ukuran (2 cm x 2 cm) kadar 0,5 %	3
Tanah Asli + Plastik Ukuran (3 cm x 2 cm) kadar 0,5 %	3
Tanah Asli + Plastik Ukuran (1 cm x 2 cm) kadar 1 %	3
Tanah Asli + Plastik Ukuran (2 cm x 2 cm) kadar 1 %	3
Total Benda Uji	30

- Dipersiapkan silinder pemadatan dan diukur tinggi, diameter, serta berat silinder tersebut.
- Bagian dalam silinder kemudian diolesi minyak pelumas.
- Selanjutnya tanah campuran tersebut dimasukkan ke dalam silinder dalam 3 lapisan, setiap lapisan dipadatkan dengan alat penumbuk standar sebanyak 25 kali.
- Setelah itu benda uji pada bagian atas silinder diratakan dengan straight edge.
- Tanah beserta silinder tersebut ditimbang untuk mengetahui berat tanah campuran dalam silinder.
- Dipersiapkan cincin cetak geser langsung dengan mengukur tinggi, diameter, serta berat cincin tersebut.
- Bagian dalam cincin kemudian diolesi minyak pelumas.
- Benda uji dicetak dengan alat pengeluar (dongkrak), setiap mould pemadatan sebanyak 3 buah benda uji.
- Setelah itu benda uji pada bagian atas cincin diratakan dengan pisau.
- Tanah beserta cincin tersebut ditimbang untuk mengetahui berat tanah dalam cincin.

(b) Pelaksanaan pengujian geser langsung

Pelaksanaan pengujian geser langsung terhadap benda uji meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Terlebih dahulu diperiksa arloji geser, arloji penurunan, arloji beban dan *stop watch* dalam keadaan baik.
- Benda uji dimasukkan dalam cincin pemeriksaan yang telah terkunci menjadi satu diantara dua batu pori.

3. Setang penekan dipasang vertikal untuk memberi beban normal pada benda uji dan diatur sehingga beban yang diberikan pada setang tersebut simetris.
4. Menyetel pembacaan arloji geser, penurunan dan beban pada posisi nol. Kemudian kunci pemeriksaan dibuka dan kunci peregang diputar 0,5 putaran.
5. Dilakukan pembebanan sebesar 4 kg, setelah dilakukan pembebanan, kotak cincin pemeriksaan diisi air sampai penuh di atas permukaan benda uji.
6. Dibaca dan dicatat arloji geser, penurunan dan beban setiap 60 detik.
7. Beban normal kedua diberikan pada benda uji kedua sebesar 8 kg dan dilakukan langkah-langkah seperti pada pembebanan 4 kg.
8. Beban normal ketiga diberikan pada benda uji ketiga sebesar 14 kg dan dilakukan langkah-langkah seperti pada pembebanan 4 kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Gradasi Tanah

Pada pengujian gradasi tanah digunakan saringan dengan nomor, 4, 10, 20, 30, 60, 100, 200, dan Pan dengan berat contoh yang digunakan adalah 220,6 gram. Dikategorikan tanah lempung, apabila tanah lempung tersebut lolos saringan nomor 200, yang tertahan di Pan. Adapun data yang didapat dari pengujian dengan berat contoh yang digunakan sebanyak 220,6 gram. Dengan hasil sebagai berikut. Berat tertahan pada nomor saringan Pan, atau saringan paling bawah berat tertahan yang didapat sebesar 115,4 gram atau lebih dari 50 % lolos saringan nomor 200. Berdasarkan sistem *Unified Soil*

Classification System (USCS), dikategorikan tanah berbutir halus apabila lebih dari 50% lolos saringan nomor 200 terhadap berat tanah yang digunakan sebagai sampel. Maka dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut masuk kategori tanah lempung.

Uji Batas Atterberg

Pada pemeriksaan batas-batas *Atterberg* ini, pemeriksaan yang dilakukan adalah pemeriksaan batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas. Adapun data-data yang diperoleh dari pemeriksaan batas-batas *Atterberg* ini dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengujian Batas Cair, Batas Plastis dan perolehan nilai Indeks Plastisitas

Jenis Tanah	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastisitas
Tanah lempung	51,77 %	25,94 %	25,83 %

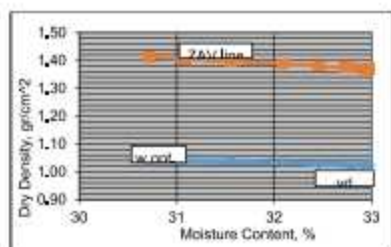
Sumber: Hasil pengujian.

Dari Tabel 3.3 diatas dapat disimpulkan bahwa dengan nilai Indeks Plastisitas sebesar 25,83 % dapat dikategorikan tanah lempung anorganik dengan nilai plastisitas tinggi (*Clay High Plasticity*) dan bersifat sangat kohesif.

Analisis Hasil Uji Pemadatan

Uji pemadatan dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Kadar air dan kepadatan maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Kadar air optimum yang

didapatkan dari hasil pengujian laboratorium sebesar 30,8%. Adapun gambar hubungan antara kadar air optimum dengan kepadatan.



Gambar 1. Nilai kadar air optimum dan kepadatan kering pada pemadatan

Analisis Hasil Uji Geser Langsung

Pada pengujian Kuat Geser Tanah, parameter yang didapat adalah nilai kohesi dan sudut geser, sehingga apabila parameter tersebut telah didapatkan maka nilai Kuat Geser Tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus. Adapun hasil dari pengujian kuat geser dapat dilihat dari Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian Kuat Geser Tanah

No	Tanah + Bahan Stabilisasi	Kohesi c (kg/m ²)	Sudut Geser ϕ (°)
1	Tanah Asli	10,05	38
2	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 0,5%	13	35
3	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 1%	11	32
4	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 2%	15,8	33
5	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 0,5%	10,9	47,5
6	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 1%	11,25	35
7	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 2%	13	38
8	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 0,5%	10,2	35
9	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 1%	11,8	38
10	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 2%	13	35

Sumber: Hasil Pengujian.

Analisis Keamanan Lereng

Angka keamanan lereng didapat dari hasil analisis menggunakan PLAXIS seperti pada Tabel 8 berikut.

Tabel 7. Hasil pengujian keamanan lereng

No	Tanah + Bahan Stabilisasi	Kohesi c (kg/m ²)	Sudut Geser ϕ (°)	FS
1	Tanah Asli	10,05	38	2,67
2	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 0,5%	13	35	2,88
3	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 1%	11	32	2,49
4	Tanah Asli + plastik (1x2)cm 2%	15,8	32	3,05
5	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 0,5%	10,9	47,5	3,35
6	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 1%	11,25	35	2,67
7	Tanah Asli + plastik (2x2)cm 2%	13	38	3,05
8	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 0,5%	10,2	35	2,54
9	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 1%	11,8	38	2,89
10	Tanah Asli + plastik (3x2)cm 2%	13	35	2,88

Sumber: Hasil pengujian.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis menggunakan program PLAXIS, didapat angka keamanan untuk tanah asli sebesar 2,67, sedangkan nilai angka keamanan paling besar yang didapat dari pencampuran tanah asli ditambah dengan plastik berukuran (2x2) cm pada kadar 0,5% yaitu 3,35 sehingga ada kenaikan sebesar 25,47% dari nilai angka keamanan tanah asli.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles. J.E.,1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

- Endang S Hisyam., 2013, *Pemanfaatan Serat Karung Plastik untuk Perkuatan Tanah Lempung*, Jurnal Teknik Sipil "FROPIL" Volume 1 Nomor 1, Edisi Januari-April 2013.
- Hardiyatmo, H.C., 1992, *Mekanika Tanah Jilid 1*, Penerbit Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah Jilid 2*, Penerbit Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Susanto,F.C., dan Suryaningsih, 1999, *Pengaruh Sampah Plastik Terhadap Daya Dukung Tanah pada Stabilitas Lereng*, Karya Ilmiah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.