

PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA SAWIT INTUK MENINGKATKAN KEKUATAN TANAH

Endang Setyawati Hisyam

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: hisyam.endang@gmail.com

Desy Yofianti

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: desy_yofianti@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 sabut kelapa sawit pada tanah tersebut. Dalam penelitian ini sabut kelapa sawit dicampurkan dengan kadar 1,5%, 2,5%, 3,5% dan 4,5% dari berat kering tanah lempung. Untuk mengetahui besarnya kekuatan tanah dilakukan pengujian geser (direct shear test) dan pengujian kuat tekan tanah (UCS). Pemberaian ampas serat sawit memberikan pengaruh terhadap nilai kuat Geser Tanah (s) dan Kuat Tekan Bebas (q_u). Pada kadar 4,5% nilai Kuat Geser Tanah (s) dan Kuat Tekan Bebas (q_u) memiliki nilai yang paling besar dengan nilai Kuat Geser Tanah (s) 129,748 kN/m² memberikan kenaikan sebesar 537,083% dari tanah asli tanpa campuran sedangkan nilai Kuat Tekan Bebas sebesar 34,254 kN/m² memberikan kenaikan sebesar 79,048% dari tanah asli tanpa campuran.

Kata Kunci: Tanah lempung, Serat sawit, Kekuatan tanah

ABSTRACT

Soil has a very significant role in construction works, both as the main composition and supporting material. If the construction is build on a soft soil like soft clay, then it will give problem to the construction building. To increase the strength of soil, soil stabilization is done by adding palm pulp fibers into the soil. In this study, the percentages of palm pulp fibers mixed are 1,5%, 2,5%, 3,5%, and 4,5% out of soft clay dry weight. To know the strength of soil, direct shear test and unconfined compressive strength (UCS) test. The mixing of palm pulp fibers affects the value of Soil Shear Strength (s) and Unconfined Compressive Strength (q_u). On the level of 4,5%, the Soil Shear Strength (s) and Unconfined Compressive Strength (q_u) have the biggest value. The Soil Shear Strength (s) of 129,748 kN/m² showed a rise of 537,083% in unmixed soil, while the Unconfined Compressive Strength of 34,254 kN/m² showed a rise of 79,048% in undisturbed soil.

Key Words: Clay, Palm pulp fibers, Strength of soil

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.

Kelapa sawit merupakan jenis perkebunan yang sedang dikembangkan di Kepulauan Bangka Belitung. Bagian dari tanaman kelapa sawit hampir semuanya dapat dimanfaatkan. Sabut kelapa sawit yang telah diperas minyaknya dapat pula dimanfaatkan. Selama ini sabut kelapa sawit banyak digunakan kembali sebagai pupuk organik. Namun saat ini, semakin banyak badan yang mengembangkan pemanfaatan sabut kelapa sawit. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), mengembangkan teknologi plywood komposit serat sabut kelapa sawit, teknologi briket energi, serta pemanfaatan sabut sawit untuk kegiatan revegetasi lahan pasca tambang. Serat sabut kelapa sawit memiliki suatu nilai kekuatan tersendiri, sehingga apabila disatukan lempung lunak, maka serat tersebut dapat meningkatkan nilai kekuatan tanah yang meliputi kuat geser tanah dan kuat tekan tanah.

Pada penelitian ini akan dibandingkan antara kekuatan tanah asli dengan tanah asli yang sudah dicampur sabut kelapa sawit dengan kadar 1,5%, 2,5%, 3,5 % dan 4,5 % dari berat kering tanah lempung, sehingga didapatkan kadar sabut kelapa sawit yang memberikan nilai kekuatan tanah yang paling optimal.

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 2.1

Tabel 2.1. Simbol kelompok tanah

Jenis Tanah	Prefiks	Subkelompok	Sufiks
		Gradasi baik	W
Kerikil	G	Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	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 2.2.

Tabel 2.2. Jumlah Berat Bagian Lolos Masing-masing Saringan

Saringan	Ukuran butir (mm)	Berat tertahan Saringan (g)	Berat lolos Saringan (g)	Persen lolos (%)
½ in	19,05	b1	c1	
No. 8	2,360	b2	c2	
No. 10	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	$B2 = W - \sum b$			
Jumlah	W -			

Sumber : Bowles, 1993

Berat benda uji kering oven dapat dihitung memakai rumus :

$$W = B_o / (1+w) \quad (1)$$

dengan :

W : Berat benda uji kering oven (g)

B_o : 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 :

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

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 logaraitma) 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 (coefficient of uniformity), C_u, dan koefisien gradasi (coefficient of gradation), C_c, yang diberikan menurut persamaan :

$$C_u = D_{60} / D_{10} \quad (3)$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} \quad (4)$$

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

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

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesinya diberikan oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 2.3. 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 2.3 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

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

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

dengan :

$$\gamma_d : \text{berat volume kering (t/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_b : \text{berat volume basah (t/m}^3\text{)}$$

$$w : \text{kadar air (\%)}$$

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 :

Gaya Normal

$$\sigma_n = \text{tegangan normal} = \frac{\text{penampang lintang sampel tanah}}{\text{luas}} \quad (7)$$

Gaya Geser

$$\tau_f = \text{tegangan geser} = \frac{\text{penampang lintang sampel tanah}}{\text{luas}} \quad (8)$$

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

$$\tau_f = c + \sigma_n \cdot \tan \phi \quad (9)$$

dengan :

- c = Kohesi tanah (KN/m²)
- φ = Sudut gesek dalam tanah (°)
- σ_n = Tegangan normal (KN/m²)
- τ_f = Kuat geser tanah (KN/m²)

Uji Kuat Tekan Tanah

Besarnya tekanan hancur tanah lempung (qu) dapat diperoleh dengan pengujian Unconfined Compression Test. Tegangan aksial diberikan diatas benda uji, berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Hubungan kuat tekan bebas (qu) lempung dengan konsistensi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Hubungan kuat tekan bebas (qu) lempung dengan konsistensi

Konsistensi	qu (kN/m ²)
Lempung keras	>400
Lempung sangat kaku	200 – 400
Lempung kaku	100 – 200
Lempung sedang	50 – 100
Lempung lunak	25 – 50
Lempung sangat lunak	< 25

Sumber : Hardiyatmo, 1992

METODE 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 3.1

Tabel 3.1 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
5	Uji kuat tekan	SNI-2012

Sumber : Bowles, 1993

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bangka Belitung. Adapun tahap-tahap pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. 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.

Sabut kelapa sawit yang sudah disiapkan, dipisahkan serat-seratnya

kemudian ditimbang sesuai dengan kadarnya masing-masing

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.

2. Tahap Penelitian Pokok

a. Pematatan Tanah

Pematatan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat volume kering maksimum, yang selanjutnya digunakan sebagai campuran berikutnya.

Pada pematatan ini digunakan contoh tanah kering lolos saringan no.4 (4,75 mm), contoh tanah kering dicampur dengan air yang bervariasi, dan dicampur dengan serat kelapa sawit dengan variasi campuran serat sawit 1,5%, 2,5%, 3,5%, 4,5%. Setelah dicampur dengan air dan serat kelapa sawit, kemudian tanah tersebut dipadatkan. Pematatan dilakukan dengan 3 lapisan.

b. Pengujian Geser Langsung

(a) Persiapan benda uji

i. 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 serat sawit 1,5%, 2,5%, 3,5%, 4,5%. Jumlah variasi benda uji geser langsung dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Jumlah variasi benda uji geser langsung

Benda Uji	Jumlah Pengujian
Tanah Asli	3
Tanah Asli + serat sawit kadar 1,5 %	3
Tanah Asli +serat sawit kadar 2,5 %	3
Tanah Asli + serat sawitkadar 3,5 %	3
Tanah Asli +serat sawit kadar 4,5 %	3
Total Benda Uji	15

ii. Dipersiapkan silinder pematatan dan diukur tinggi, diameter, serta berat silinder tersebut.

iii. Bagian dalam silinder kemudian diolesi minyak pelumas.

iv. Selanjutnya tanah campuran tersebut dimasukkan ke dalam silinder dalam 3 lapisan, setiap lapisan dipadatkan dengan alat penumbuk standar sebanyak 25 kali.

v. Setelah itu benda uji pada bagian atas silinder diratakan dengan *straight edge*.

vi. Tanah beserta silinder tersebut ditimbang untuk mengetahui berat tanah campuran dalam silinder.

vii. Dipersiapkan cincin cetak geser langsung dengan mengukur tinggi, diameter, serta berat cincin tersebut.

viii. Bagian dalam cincin kemudian diolesi minyak pelumas.

ix. Benda uji dicetak dengan alat pengeluar (dongkrak), setiap mould pemadatan sebanyak 3 buah benda uji.

x. Setelah itu benda uji pada bagian atas cincin diratakan dengan pisau.

xi. 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 :

- i. Terlebih dahulu diperiksa arloji geser, arloji penurunan, arloji beban dan *stop watch* dalam keadaan baik
- ii. Benda uji dimasukkan dalam cincin pemeriksaan yang telah terkunci menjadi satu diantara dua batu pori.
- iii. Setang penekan dipasang vertikal untuk memberi beban normal pada benda uji dan diatur sehingga beban yang diberikan pada setang tersebut simetris.
- iv. Menyetel pembacaan arloji geser, penurunan dan beban pada posisi nol. Kemudian kunci pemeriksaan dibuka dan kunci peregang diputar 0,5 putaran.
- v. Dilakukan pembebanan sebesar 4 kg, setelah dilakukan pembebanan, kotak cincin pemeriksaan diisi air sampai penuh di atas permukaan benda uji.
- vi. Dibaca dan dicatat arloji geser, penurunan dan beban setiap 60 detik.
- vii. Beban normal kedua diberikan pada benda uji kedua sebesar 8 kg dan dilakukan langkah-langkah seperti pada pembebanan 4 kg

- viii. Beban normal ketiga diberikan pada benda uji ketiga sebesar 14 kg dan dilakukan langkah-langkah seperti pada pembebanan 4 kg

c. Pengujian Tekan Bebas

Tahap Pengujian :

- i. Contoh tanah berbentuk silinder dipersiapkan, diletakkan pada alat uji dengan ukuran yang disesuaikan dengan alat uji.
- ii. Beban aksial diberikan secara bertahap diatas benda uji sampai contoh tanah mengalami keruntuhan
- iii. Nilai kuat tekan hancur tanah pada alat uji dibaca dan dicatat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

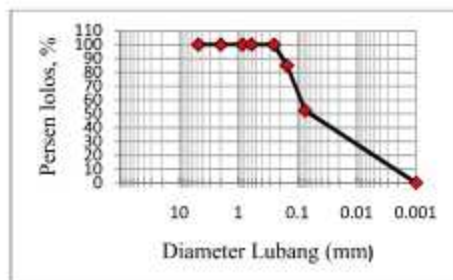
1. Hasil Uji Saringan

Tabel 3.3 Data pengujian gradasi tanah lempung

	Diameter Lubang	Bobot Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Persen	
	mm	Gram	Gram	Tertahan	Lolos
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 10	2,00	0	0	0	100
No. 20	0,85	0	0	0	100
No. 30	0,15	0	0	0	100
No. 60	0,25	0,4	0,4	0,2	99,8
No. 100	0,15	33,1	33,1	15,2	84,8
No. 200	0,075	71,4	104,0	47,88	52,1
Pas	-	115,4	220,3	99,86	0,140

Sumber: Hasil pengujian.

Dibawah ini gambar persentase lolos terhadap ukuran lubang yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Hubungan persentase lolos terhadap diameter lubang

Dari gambar 3.1 diatas menunjukkan bahwa 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.

2. Hasil 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 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 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 3.4 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.

3. Analisis Hasil Uji Pemadatan

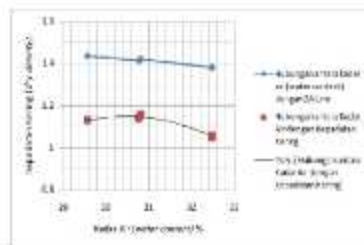
Uji pemadatan dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Kadar air dan kepadatan maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Hasil pengujian dari pemadatan *standard* ini, dapat dilihat pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Hasil pengujian kadar air dan kepadatan kering

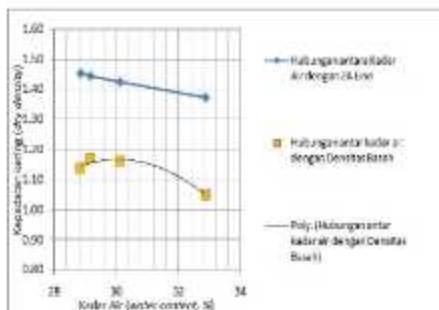
Pengujian	Kadar Air optimum, %	Kepadatan Kering, (gr/cm ³)
Kuat Geser	30,600	1,175
Kuat Tekan Bebas	30,200	1,160

Sumber: Hasil Pengujian.

Adapun gambar hubungan antara kadar air optimum dengan kepadatan kering antara pengujian Kuat Geser Tanah dan Kuat Tekan Bebas dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3



Gambar 3.2 Nilai kadar air optimum dan kepadatan kering pada pemadatan Kuat Geser Tanah



Gambar 3.3 Nilai kadar air optimum dan kepadatan kering pada pemadatan Kuat Tekan Bebas

Dari Gambar 3.2 dan 3.3 diatas dapat disimpulkan bahwa kadar air optimum sebesar 30,600 % dengan kepadatan kering sebesar 1,175 gr/cm³ untuk pengujian kuat geser tanah dan 30,200 % dengan kepadatan kering sebesar 1,160 gr/cm³ untuk pengujian kuat tekan bebas.

4. Analisis Hasil Uji Geser Langsung

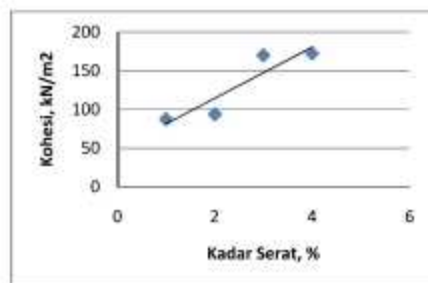
Pada pengujian Kuat Geser Tanah, parameter yang didapat adalah nilai kohesi dan sudut geser, sehingga apabila parameter tersebut telah didapatkan maka nilai Kuat Geser Tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus. Adapun hasil dari pengujian kuat geser dapat dilihat dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil pengujian Kuat Geser Tanah

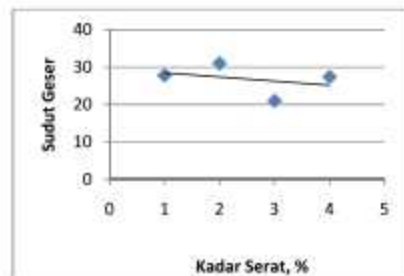
N _o	Tanah + Bahan Stabilisasi	Kohesi (c) kN/m ²	Sudut Geser (Φ) °	Kuat Geser Tanah (σ) kN/m ²	Persentase kenaikan Kuat Geser (s) %
1	Tanah Asli	10,05	31,7	20,366	0
2	Tanah Asli + ampas serut 1,5 %	87,5	27,8	69,359	240,162
3	Tanah Asli + ampas serut 2,5 %	93,75	31	78,143	283,695
4	Tanah Asli + ampas serut 3,5 %	170	21	116,028	469,716
5	Tanah Asli + ampas serut 4,5 %	172	27,4	129,748	537,083

Sumber: Hasil Pengujian.

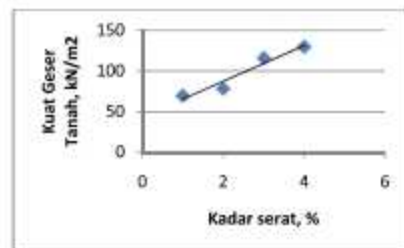
Adapun gambar mengenai hubungan antara kadar serat terhadap kohesi, sudut geser dan serta kuat geser dapat dilihat pada Gambar 3.4, 3.5 dan 3.6.



Gambar 3.4 Hubungan antara nilai kohesi terhadap kadar serat yang berbeda-beda.



Gambar 3.5 Hubungan antara nilai sudut geser terhadap kadar serat yang berbeda-beda



Gambar 3.6 Hubungan nilai kuat geser tanah terhadap kadar serat yang berbeda-beda

Dari hasil uji yang didapatkan pada uji Kuat Geser Tanah menunjukkan bahwa pada kadar 1,5 %, 2,5 %, 3,5% dan 4,5 % terhadap variasi ukuran serat nilai kohesi naik yang ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan sudut geser pada Gambar 3.5, yang cenderung turun naik turun. Hal ini biasanya terjadi dikarenakan kurangnya pemadatan ataupun terjadi kesulitan dalam pengeluaran benda uji, yang menyebabkan tertinggalnya tanah pada alat cetak sehingga membuat rongga pada sampel. Dari hasil pengujian yang didapat setelah mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser maka, parameter tersebut dapat dimasukkan pada rumus sudut geser sehingga di dapat kuat geser

tanah (s). Dan dapat disimpulkan, berdasarkan Gambar 3.6 bahwa pada kadar 4,5 % memiliki nilai kuat geser yang paling besar dengan peningkatan 537,083 % dari tanah asli.

5. Analisis hasil Kuat Tekan Bebas

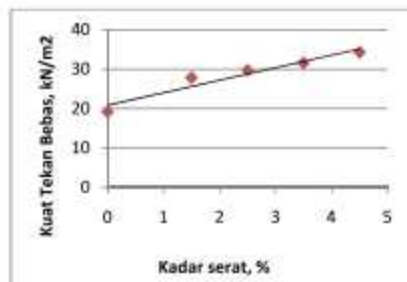
Pengujian Kuat Tekan Bebas bertujuan untuk mengetahui besarnya tekanan maksimum pada waktu pengujian kuat tekan sampai contoh benda uji mengalami keruntuhan. Adapun hasil dari pengujian Kuat Tekan Bebas, dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil pengujian Kuat Tekan Bebas

No	Tanah - Bahan Stabilitas	Kuat Tekan Bebas (q_u) kN/m ²	Persentase Kuat Tekan (q_u) Bebas, %
1	Tanah Asli	19,131	0
2	Tanah Asli - ampas sawit 1,5 %	27,794	45,281
3	Tanah Asli - ampas sawit 2,5 %	29,707	55,280
5	Tanah Asli - ampas sawit 3,5 %	31,514	64,276
6	Tanah Asli - ampas sawit 4,5 %	34,254	79,048

Sumber: Hasil Pengujian.

Grafik mengenai Kuat Tekan bebas dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Nilai Kuat Tekan Bebas dalam variasi ukuran dan kadar

Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa penambahan plastik membantu meningkatkan kuat tekan bebas lempung Bangka. Nilai kuat tekan bebas didapatkan dari hasil pengujian kuat tekan maksimum sebelum terjadi penurunan kuat tekan bebas. Dari hasil pengujian yang didapat setelah mendapatkan nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) menunjukkan kenaikan paling besar terhadap tanah asli, dapat disimpulkan bahwa pada kadar 4,5 % dengan kenaikan sebesar 79,048 %.

KESIMPULAN

1. Pemberian ampas serat sawit memberikan pengaruh terhadap nilai Kuat Geser Tanah (s) dan Kuat Tekan Bebas (q_u). Makin tinggi ampas sawit yang diberikan, maka semakin tinggi pula nilai Kuat Geser Tanah (s) dan Kuat Tekan Bebas (q_u).
2. Pada ukuran kadar 4,5 % nilai Kuat Geser Tanah (s) dan Kuat Tekan Bebas (q_u) memiliki nilai yang paling besar dengan nilai Kuat Geser Tanah (s) 129,748 kN/m² serta kenaikan sebesar 537,083 % dari tanah asli tanpa campuran sedangkan nilai Kuat Tekan

Bebas sebesar 34,254 kN/m² dengan kenaikan 79,048 % dari tanah asli tanpa campuran

DAFTAR PUSTAKA

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