

PENGARUH PENGGUNAAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT GUNA MENINGKATKAN STABILITAS TANAH LEMPUNG

Jupriah Sarifah, Bangun Pasaribu

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UISU
jupriah@ft.uisu.ac.id; bangun@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Tanah mempunyai peranan penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, tanah lempung (Clay) sering dijumpai dalam pekerjaan konstruksi dilapangan. Tanah lempung memiliki sifat mengembang (Swelling) apabila pori terisi air dan akan menyusut (Shrinkage) dalam kondisi kering. Hal ini sangat berbahaya karena tanah menjadi tidak stabil. Daya dukung tanah lempung dapat bertambah apabila diperbaiki sifat-sifat teknis dari tanah lempung yang kurang menguntungkan dengan mencampur tanah lempung dengan bahan kimia. Oleh karena itu diadakan penelitian pada tanah lempung (Clay) yang diambil dari desa Melati 2 kecamatan Perbaungan kabupaten Serdang Bedagai, dengan cara menambahkan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan stabilisasi. Persentase penambahan abu cangkang kelapa sawit 4%, 6%, 8%, 10%. Dalam penelitian ini tanah diklasifikasikan dengan sistem klasifikasi AASHTO dengan PI diatas 11% dan LL 41% maka tanah tersebut kelompok A-7-6. Penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap tanah lempung (Clay) sebagai bahan stabilisasi tanah pada variasi 4%, 6%, 8%, 10% juga dapat meningkatkan nilai CBR. Semakin besar nilai CBR maka akan meningkatkan daya dukung tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwasanya nilai CBR tanah asli sebesar 4.3%. Pada variasi campuran 4% nilai CBR naik menjadi 6%, pada variasi 6% nilai CBR menjadi 8.3%, pada variasi 8% nilai CBR berkurang menjadi 6% dan pada variasi 10% nilai CBR turun menjadi 4.6%. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai CBR yang tertinggi pada variasi 6% dengan nilai CBR sebesar 8.3%. Dengan kata lain semakin banyak penambahan persentase lebih dari 6 % abu cangkang kelapa sawit maka nilai CBR akan berkurang. Untuk itu dapat disimpulkan bahwasanya penambahan campuran abu cangkang kelapa sawit maksimal hanya pada penambahan 6 % abu cangkang kelapa sawit dengan nilai CBR sebesar 8.3 % dan nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 5.65

Kata-kata Kunci: Tanah (Clay), Abu Cangkang Kelapa Sawit, CBR.

I. Pendahuluan

Permasalahan daya dukung sering muncul saat struktur dibangun diatas tanah lempung. Tanah lempung (Clay) adalah suatu tanah yang berbutir halus, yang memiliki sifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir tidak memiliki sifat kohesif dan plastis. Jenis tanah ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan tanah lainnya.

Tekanan mengembang (Swell Pressure) yang terjadi pada tanah lempung (Clay) diakibatkan terdapatnya kandungan air yang cukup banyak didalamnya. walaupun memiliki tekanan mengembang yang cukup besar, namun daya dukung tanah terhadap struktur yang dibangun diatasnya sangat rendah. Hal ini sangat berbahaya karena akan terjadi pergeseran struktur tersebut, bahkan kemungkinan akan terjadi keruntuhan total. Oleh karena itu, sebelum membangun konstruksi, tanah lempung tersebut harus terlebih dahulu di stabilisasi. Dalam penelitian ini tanah lempung yang di gunakan diambil dari Desa Melati 2 Kecamatan Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. Dengan melakukan stabilisasi tanah lempung (Clay) dengan abu cangkang kelapa sawit akan dilihat bagaimana karakteristik tanah tersebut dan juga pengaruhnya terhadap kekuatan tanah lempung setelah distabilisasi.

II. Identifikasi Tanah Lempung

Berdasarkan pengelompokan jenis material pembentuk tanah lempung, sifat ekspansif adalah kelompok Montmorillonite. Ukuran gugus kristal Montmorillonite ini sangat kecil dan sangat kuat menarik air (Nelson, dkk, 1992).

Konsistensi dari tanah lempung dan tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Indeks plastisitas dan batas cair dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pengembangan. Karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks plastisitas, (Holtz dan Gibbs, 1962).

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya. Semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang. Hubungan antara Indeks Plastisitas dengan potensi mengembang (Swell Potensial), (Chen, 1988) dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Tingkat Pengembangan

Potensi Pengembangan	Persen Lolos Saringan no. 200	Batas Cair (LL) (%)	N SPT	Kemungkinan Ekspansi (%)	Tekanan Pengembangan (kPa)
Sgt/Tinggi	>95	>60			>1000
Tinggi	60 – 95	40 – 60	>30	>10	250 – 1000
Sedang	30 – 60	30 – 40	20 – 30	3 – 10	1000
Rendah	60 – 30	40 – 30	10 – 20	1 – 5	150 – 250
	<30	<30	<10	<1	50

Sumber : Hardiyatmo, H.C, Mekanika Tanah I

Aktivitas sifat plastis dari suatu tanah disebabkan oleh air yang terserap disekeliling permukaan partikel lempung (*Adsorbed Water*), maka dapat diharapkan bahwa tipe dan jumlah mineral lempung yang dikandung di dalam suatu tanah akan mempengaruhi batas plastis dan batas cair tanah yang bersangkutan.

Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan salah satu limbah dari pengolahan kelapa sawit. Abu sawit merupakan sisa dari pembakaran cangkang kelapa sawit dalam dapur atau tungku pembakaran dengan suhu 700°C – 800°C. Abu sawit berasal dari unit pengolahan kelapa sawit yang penanganan limbah tersebut ditangani secara baik.

Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan limbah hasil pembakaran cangkang sawit yang mengandung banyak silikat. Selain itu, Abu Cangkang Kelapa Sawit juga mengandung Kation Anorganik seperti Kalium dan Natrium.

Hayward (1995) menyatakan, dalam bahan pozzolan ada 2 senyawa utama yang mempunyai peranan penting dalam pembentukan semen yaitu SiO₂ dan Al₂O₃ dan melebur menjadikan kedua senyawa tersebut reaktif terhadap kapur bebas (Ca(OH)₂). Abu Cangkang Kelapa Sawit merupakan bahan pozzolanic, yaitu material yang tidak mengikat seperti semen, namun mengandung senyawa Silika Oksida (SiO₂) aktif yang apabila bereaksi dengan kapur bebas atau kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) dan air akan membentuk material seperti semen yaitu kalsium Silika Hidrat.

Aplikasi dalam ilmu teknik (*Graille dkk 1985*), abu cangkang kelapa sawit dimanfaatkan berbagai bidang antara lain :

- Sebagai bahan tambahan pengganti semen dalam desain beton mutu tinggi.
- Bahan pengisi (*Filler*) dan lapisan perkerasan jalan raya.
- Bahan stabilisasi campuran tanah lempung dan dasar pada lapisan jalan raya.
- Bahan tambah pengganti semen dalam campuran material paving blok serta juga merupakan bahan material yang bersifat pozzolan.

Tabel 2. Komposisi hasil pembakaran abu cangkang sawit

Parameter	Satuan	Hasil uji	Metode Uji
K ₂ O (Kalium)	%	7,40	SNI 02.2803.2000
MgO (Magnesium)	%	3,19	SNI 02.2804.2005
CaO (Calcium)	%	5,32	SNI.02.2804.2005
SiO ₂ (Silika)	%	52,2	SNI.02.2804.2005

Sumber : Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit(PPKS) Jl. Brigjen katamsno

III. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil sebagai berikut :

3.1 Kadar Air (*Water Content*)

Berdasarkan hasil pengujian kadar air tanah asli maka diperoleh hasil seperti Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Kadar air tanah asli

Nomor Tin Box	Satuan	I	II	III
Berat Tin Box	gr	3.27	3.15	3.2
Berat Tin Box + Tanah Basah	gr	13.12	14.56	20.36
Berat Tin Box + Tanah Kering	gr	10.65	11.83	16.01
Berat Air	gr	2.47	2.73	4.35
Berat Contoh Kering	gr	7.38	8.68	12.81
Kadar Air Tanah	%	33.47	31.45	33.96
Kadar Air Rata-Rata	%	32.96		

Dari hasil penelitian dapat diketahui kadar air rata-rata adalah 32.96%.

3.2 Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis tanah asli maka didapatkan hasil seperti Tabel 4.

Tabel 4. Berat jenis tanah (*Spesific Grafity*)

Campuran	Berat Jenis Tanah
Tanah Asli	2.71
Tanah Asli + 4% Abu Cangkang Kelapa Sawit	2.85
Tanah Asli + 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit	2.93
Tanah Asli + 8% Abu Cangkang Kelapa Sawit	3.03
Tanah Asli + 10% Abu Cangkang Kelapa Sawit	3.13

3.3 Berat Isi (*Density Test*)

Berdasarkan hasil pengujian berat isi tanah asli maka didapatkan hasil seperti Tabel 5.

Tabel 5. Berat isi tanah

Campuran	Satuan	Berat Isi Tanah
Tanah Asli	gr/cm ³	1.775
Tanah Asli + 4% Abu Cangkang Kelapa Sawit	gr/cm ³	1.79
Tanah Asli + 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit	gr/cm ³	1.705
Tanah Asli + 8% Abu Cangkang Kelapa Sawit	gr/cm ³	1.8
Tanah Asli + 10% Abu Cangkang Kelapa Sawit	gr/cm ³	1.825

3.4 Batas–Batas Atterberg(*Atterberg Limit*)

Berdasarkan hasil pengujian batas – batas Atterberg maka dapat diketahui hasil pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Batas-batas Atterberg campuran tanah dengan abu cangkang kelapa sawit

Campuran	Batas Cair (LL) %	Batas Plastis (PL) %	Plastis Indeks (PI) %
Tanah Asli	52.16	25.77	26.39
Tanah + 4% Abu Cangkang Kelapa Sawit	42.68	29.45	13.23
Tanah + 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit	39.86	32.54	7.32
Tanah + 8% Abu Cangkang Kelapa Sawit	39.05	34.02	5.03
Tanah + 10% Abu Cangkang Kelapa Sawit	38.59	36.13	2.46

3.5 Pemadatan (Compaction)

Uji pemadatan ini dilakukan untuk mengetahui berat kering maksimum dan kadar air optimum. Hasil uji pemadatan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini :

Tabel 7. Kadar air optimum & berat isi kering

Campuran	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum (%)
Tanah Asli	1.515	14.4
Tanah + 4% Abu Cangkang Kelapa Sawit	1.53	14.5
Tanah + 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit	1.54	14.8
Tanah + 8% Abu Cangkang Kelapa Sawit	1.55	15.9
Tanah + 10% Abu Cangkang Kelapa Sawit	1.6	17.8

3.6 CBR Laboratorium

Pada pengujian ini, pemeriksaan CBR dilakukan pada masing – masing variasi campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit yaitu 0%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Hasil pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Nilai CBR terhadap campuran abu cangkang kelapa sawit dengan tanah lempung

Campuran	CBR	
	Penetrasi (inchi)	Nilai CBR (%)
Tanah Asli	0.1	4.3
	0.2	5.6
Tanah + 4% abu cangkang kelapa sawit	0.1	6
	0.2	7.7
Tanah + 6% abu cangkang kelapa sawit	0.1	8.3
	0.2	10.9
Tanah + 8% abu cangkang kelapa sawit	0.1	6
	0.2	5.8
Tanah + 10% abu cangkang kelapa sawit	0.1	4.7
	0.2	6.2

3.7 Daya Dukung Tanah

Nilai daya dukung tanah pada kontruksi jalan raya dapat diketahui dari hasil pengujian CBR pada setiap variasi yang telah didapat, ditunjukkan pada Tabel 9 berikut :

Tabel 9. Hubungan nilai CBR terhadap nilai DDT

Campuran	Nilai DDT
Tanah Asli	4.42
Tanah + 4% Abu Cangkang Kelapa Sawit	5.05
Tanah + 6% Abu Cangkang Kelapa Sawit	5.65
Tanah + 8% Abu Cangkang Kelapa Sawit	5.05
Tanah + 10% Abu Cangkang Kelapa Sawit	4.6

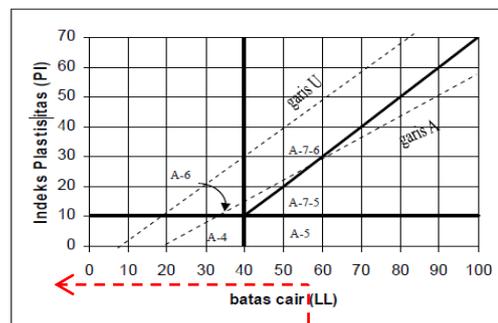
3.8 Analisis Tanah Asli

Dari hasil penelitian mengenai sifat – sifat fisik dan mekanik dari sampel tanah yang diuji di laboratorium, diperoleh karakteristik tanah asli yang dapat dilihat dalam Tabel 10 di bawah ini :

Tabel 10. Karakteristik tanah asli

Nama Pengujian	Hasil Pengujian
Kadar Air	32.96 %
Berat Jenis	2.71
Berat Isi	1.78 gr/cm ³
Batas – Batas Atterberg :	
1. Batas Cair	52.16 %
2. Batas Plastis	25.77 %
3. Plastis Indeks	26.39 %
Pemadatan :	
1. Berat Isi Kering	1.515 gr/cm ³
2. Kadar Air Optimum	14.4%
CBR	4.3%

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diketahui sifat – sifat konsistensi tanah asli yaitu dengan indeks plastisitas diatas 11% dan nilai batas cair diatas 41% maka tanah tersebut dalam kelompok A-7-6 seperti pada Gambar 1. Dalam hal ini tanah dapat dikategorikan sebagai tanah berlempung dengan gradasi sedang sampai buruk.

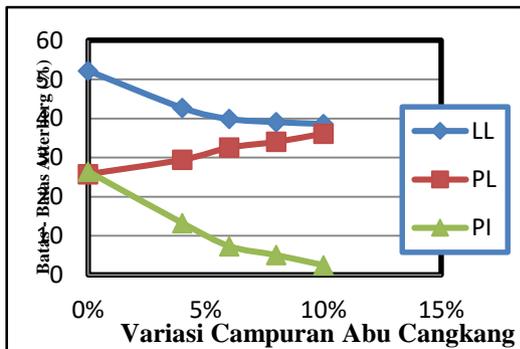


Gambar 1. Klasifikasi tanah asli menurut Aastho

Berdasarkan sistem klasifikasi ini dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah tanah berlempung yang bergradasi sedang sampai buruk yang tidak baik digunakan sebagai bahan dasar pondasi jalan raya dan dasar pondasi bangunan gedung.

3.9 Analisis Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastis

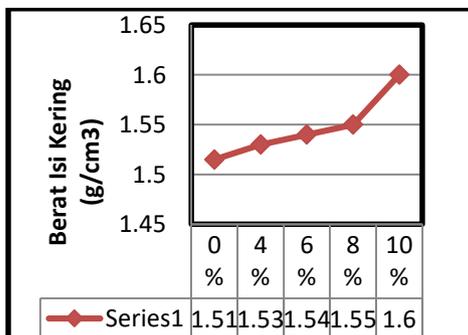
Batas cair merupakan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, sedangkan batas plastis kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat. Dengan melakukan penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit terhadap tanah lempung, nilai – nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastis akan mengalami perubahan. Pada batas cair mengalami penurunan, dan pada batas plastis mengalami kenaikan, sedangkan pada plastis indeks mengalami kenaikan. Nilai batas – batas Atterberg dapat dilihat pada tabel 5, dan selanjutnya hasil tersebut dihubungkan dengan nilai penambahan variasi campuran cangkang kelapa sawit dengan tanah lempung terhadap nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara batas-batas Atterberg terhadap variasi campuran

3.10 Analisa Pematatan (Compaction Analysis)

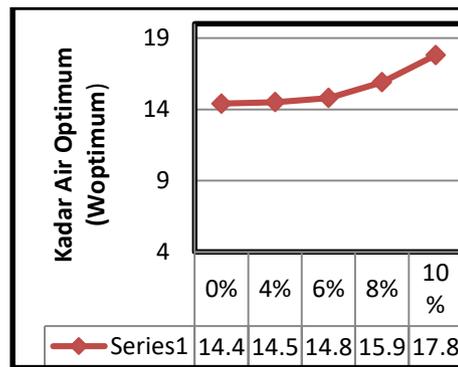
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat isi kering tanah dan kadar air optimum dari tanah. Dari Gambar 3 di bawah ini dapat diketahui nilai berat isi kering terhadap penambahan variasi campuran abu cangkang kelapa sawit.



Gambar 3. Hubungan antara penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan berat isi kering

Dari grafik di atas dapat diperoleh nilai berat isi kering maksimum untuk tanah asli $\gamma_{maks} = 1.43 \text{ gr/cm}^3$ dan pada penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit 10% nilai berat isi kering maksimum $\gamma_{maks} = 1.5 \text{ gr/cm}^3$. Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai kadar air maksimum cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya nilai variasi setiap campuran maka akan bertambah material stabilisasi yang digunakan sehingga nilai kadar air akan bertambah juga.

Untuk nilai kadar air optimum, penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit tidak terlalu berpengaruh. Nilai kadar air optimum dicari hanya untuk mengetahui jumlah air yang paling tepat untuk dicampurkan dengan tanah yang akan digunakan pada saat dilakukan pemadatan lapangan.



Gambar 4. Grafik hubungan antara penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan kadar air optimum

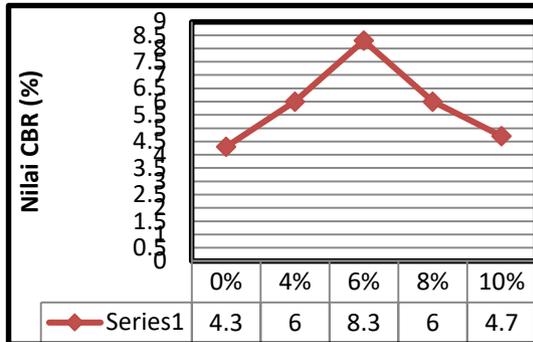
3.11 Analisis Nilai CBR

Kekuatan tanah dapat diukur dengan salah satu cara diantaranya dengan nilai CBR. Hasil yang didapat diwujudkan dalam bentuk persen hasil perbandingan antara beban yang diperlukan untuk menembus suatu jenis bahan, terhadap beban yang diperlukan untuk menembus beban standar.

Nilai kekuatan tanah suatu bahan jalan akan dipengaruhi oleh kualitas tanah, ikatan antara butir dan kepadatannya. Bahan keras dan kuat artinya tidak mudah dihancurkan dan menjadi butir – butir yang lebih kecil atau berubah bentuk akibat adanya pengaruh beban maupun air. Gradasi yang baik atau yang menghasilkan nilai CBR yang tinggi adalah gradasi yang rapat. Artinya, apabila jenis gradasi butiran ini dipadatkan angka pori yang terjadi akan sangat kecil. Gradasi yang rapat akan lebih stabil apabila menerima beban dan deformasi butiran yang terjadi relatif kecil.

Tanah lempung semula memiliki kekuatan bahan yang jelek ditandai dengan nilai indeks plastisitas tinggi, memiliki daya rekat yang baik dan butirannya termasuk butiran halus dengan gradasi buruk. Pencampuran dengan abu cangkang kelapa sawit yang mampu bereaksi dengan tanah sehingga

membentuk gumpalan-gumpalan menjadikan butiran tanah lempung menjadi besar, tekstur yang kasar dan sifatnya nonkohesif dapat mempengaruhi gradasi butirannya dengan demikian dapat meningkatkan nilai CBRnya. Hasil penelitian dapat dilihat dalam Gambar 5 sebagai berikut :

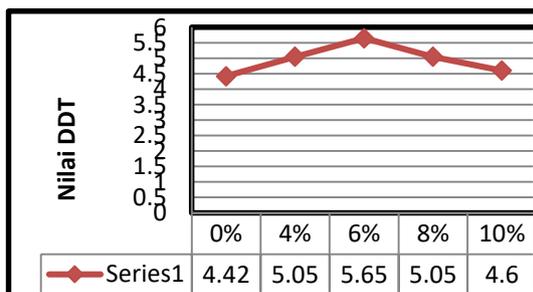


Gambar 5. Grafik hubungan antara penambahan abu cangkang sawit dengan nilai CBR

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai CBR mengalami peningkatan daya dukung tanah pada variasi 6% setelah dilakukan pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit. Hal ini disebabkan karena adanya penggumpalan butiran tanah lempung yang memiliki gradasi tanah buruk sehingga menyebabkan butiran tanah lempung menjadi lebih besar. Dengan adanya perbaikan gradasi butir tanah lempung ini maka nilai CBR akan mengalami peningkatan.

3.12 Analisa Nilai Daya Dukung Tanah

Nilai daya dukung tanah pada kontruksi jalan raya dapat diketahui dengan pengujian CBR yang telah dilakukan sebelumnya. Dari Gambar 6 ini dapat diketahui nilai daya dukung tanah terhadap penambahan variasi abu cangkang kelapa sawit.



Gambar 6. Grafik hubungan antara penambahan abu cangkang sawit dengan nilai DDT

Dari Gambar 6 di atas dapat dilihat terjadinya penambahan nilai daya dukung tanah terhadap penambahan campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit. Ini disebabkan oleh berubahnya kualitas tanah yang menjadi lebih baik setelah di stabilisasi dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit. Hingga kemampuan tanah memikul beban yang ada diatasnya menjadi lebih besar. Nilai daya dukung tanah juga dapat mempengaruhi pemilihan material

pada kontruksi jalan raya. Karena bertambahnya nilai Daya Dukung Tanah pemilihan material akan menjadi lebih mudah, sehingga tebal pada setiap perkerasan jalan raya dapat diminimalisasikan.

IV. Analisis Hasil

Tanah lempung yang distabilisasikan dengan campuran Abu Cangkang Kelapa Sawit dapat memperbaiki sifat – sifat fisik tanah tersebut menjadi lebih baik. Hal ini dapat diketahui dari pengujian – pengujian yang telah dilakukan dari setiap variasi campuran. Pada pengujian batas – batas Atterberg dapat menurunkan nilai indeks plastis dari tanah tersebut. Oleh karena itu sifat plastis yang ada pada tanah ini mengalami penurunan dari keadaan awal yang disebabkan nilai batas cair lebih besar dari pada nilai batas plastis setelah pencampuran abu cangkang kelapasawit.

Dapat dilihat bahwa dengan abu cangkang kelapa sawit, karakteristik tanah yang awalnya buruk dapat menunjukkan perubahan yang baik setelah distabilisasikan dengan abu cangkang kelapa sawit. Secara tidak langsung dengan abu cangkang kelapa sawit juga dapat menaikkan nilai daya dukung tanah tersebut. Untuk mengetahui nilai daya dukung tanah harus terlebih dahulu diperoleh nilai CBR. Sebelum melakukan pengujian CBR harus mendapatkan nilai kadar air optimum. Nilai kadar air optimum ini dicari untuk mengetahui jumlah air yang paling tepat untuk dicampurkan dengan tanah pada saat dilakukan pemadatan. Karena jika kadar air yang tinggi maka nilai CBR akan kecil, tetapi belum tentu juga jika nilai kadar air yang kecil nilai CBR akan tinggi. Maka dari itu nilai kadar air optimum harus dicari terlebih dahulu pada setiap variasi campuran. Dari pengujian CBR yang telah dilakukan menunjukkan kenaikan pada variasi 6%, hal ini dikarenakan oleh kualitas tanah, ikatan antar butir tanah dan kepadatan tanah. Sehingga, jika nilai CBR naik pada variasi 6% maka nilai Daya Dukung Tanah pada variasi 6% juga akan naik.

Nilai CBR tanah asli sebesar 4.3% setelah diadakan penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit menunjukkan sampai pada pencampuran 6% yaitu dengan nilai CBR 8.3%, untuk penambahan seterusnya nilai CBR menurun. Dari analisis diatas penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit yang paling baik adalah pada saat 6%.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh hasil data baik sifat fisik maupun sifat mekanik tanah, serta analisis berdasarkan grafik pembahasan contoh tanah asli dibandingkan dengan campuran abu cangkang kelapa sawit yang dipakai sebagai bahan stabilisasi, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah di daerah Perbaungan yang digunakan sebagai sampel tanah dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan menurut sistem AASHTO sampel tanah termasuk dalam kelompok A-7-6 yaitu tanah lempung yang bergradasi sedang sampai buruk.
2. Sampel tanah yang diteliti tidak baik untuk digunakan sebagai konstruksi tanah dasar (*Sub Grade*) pada konstruksi jalan raya.
3. Penambahan abu Cangkang Kelapa Sawit terhadap tanah lempung sebagai bahan stabilisasi tanah pada variasi 4%, 6%, 8%, dan 10% juga dapat meningkatkan nilai CBR. Semakin besar nilai CBR maka akan meningkatkan daya dukung tanah. Nilai CBR naik pada campuran 6% dengan nilai CBR 8.3%.
4. Maka dapat dikatakan, bahwa stabilisasi tanah lempung dengan abu cangkang kelapa sawit pada penelitian ini mempunyai dampak yang cukup baik pada saat campuran 6%.

Daftar Pustaka

- [1] Das, Braja. M., 1998, *Mekanika Tanah” (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- [2] Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, 2003, *Badan Penelitian Dan Pengembangan*, Jalan Raden Patah 1 No. 1, Jakarta Selatan.
- [3] Hardiyatmo, Hary Christady, 1992, *Mekanika Tanah I”*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Hardiyatmo, H. C., 2006, *Mekanika Tanah 1 Edisi Keempat*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Junaidi, R., 2009, *Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Tanah Lempung Mengembang Yang Dicampur Dengan Cangkang Sawit*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan ITM, Medan.
- [6] Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2011, *Indonesian Oil Palm Research Institute”*, Jalan Brigjen Katamso, Medan.

