

## Stabilitas Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Erpi Arbina,  
Tatag Yufitra Rus, S.T., MSc . Wahyu Yusuf Rio, S.T., M.T

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan  
erpi.arbina12@gmail.com

Info Artikel	Abstract
<p>Keywords: Soil, Oil Palm Shell Ash, Stability</p>	<p><i>Soil has an important role in a construction work, clay soils are often found in construction work in the field. Clay soil expands when the pores are filled with water and will shrink in dry conditions. This is very dangerous because the soil becomes unstable. The carrying capacity of clay soil can be increased if the technical properties of the less favorable clay soil are improved by mixing the clay with chemicals. Therefore, a study was conducted on the clay taken from Jl. Kariangau Km. 5 copies to Km.13, Graha Indah Village, North Balikpapan District, Balikpapan Kaltim, by adding oil palm shell ash as stabilization material. The percentage of adding oil palm shell ash is 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. In this study the soil was classified by the USCS classification system, so the soil was CH group with a presentation that passed the No. 200 of 55%, water content at first = 31.6%, Liquid Limit (LL) = 57.28%, Plastic Limit (PL) = 29.23%, Plastic Index (PI) = 28.05%, optimum water content = 16.2%, maximum <math>\gamma_d</math> = 1.54 gr / cm<sup>3</sup>, CBR = 1.18%. With the addition of oil palm shell ash, the Liquid Limit (LL) value (LL) = 50.3%, the Plastic Limit (PL) value (PL) = 36.4%, the Plastic Index (PI) value = 13.9%. Meanwhile, the optimum water content = 15.62%, maximum <math>\gamma_d</math> = 1.36 gr / cm<sup>3</sup>, CBR = 16.7%. So it can be concluded that the addition of oil palm shell ash can improve soil bearing capacity and make soil conditions better.</i></p>
<p>Kata kunci: Tanah, Abu Cangkang Kelapa Sawit, Stabilitas</p>	<p><b>Abstrak</b></p> <p>Tanah mempunyai peranan penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, tanah lempung sering dijumpai dalam pekerjaan konstruksi dilapangan. Tanah lempung memiliki sifat mengembang apabila pori terisi air dan akan menyusut dalam kondisi kering.</p> <p>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 yang diambil dari Jl. Kariangau Km. 5 tembusan Km.13, Kelurahan Graha Indah, Kecamatan Balikpapan Utara, Balikpapan Kaltim, dengan cara menambahkan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan stabilisasi. Persentase penambahan abu cangkang kelapa sawit 5%, 10%, 15%, 20%, 25%.</p> <p>Dalam penelitian ini tanah diklasifikasikan dengan sistem klasifikasi USCS maka tanah tersebut kelompok CH dengan presentasi lolos saringan No. 200 sebesar 55%, kadar air mula-mula = 31,6%, Batas Cair (LL) = 57,28%, Batas Plastis (PL) =29,23%, Indeks Plastis (PI) = 28,05%, kadar air optimum = 16,2%, maksimum = 1,54 gr/cm<sup>3</sup>, CBR = 1,18%. Dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit didapat nilai Batas Cair (LL) = 50,3%, nilai Batas Plastis (PL) = 36,4%, nilai Indeks Plastis (PI) = 13,9%. Sedangkan, kadar air optimum = 15,62%, maksimum = 1,36 gr/cm<sup>3</sup>, CBR = 16,7%. Maka dapat disimpulkan dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dapat memperbaiki daya dukung tanah dan membuat kondisi tanah menjadi lebih baik.</p>

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar belakang

Tanah merupakan material dasar yang sangat berpengaruh dari suatu struktur maupun konstruksi dalam pekerjaan Teknik Sipil, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Konstruksi jalan membutuhkan tanah dasar yang baik untuk meletakkan bagian-bagian perkerasan jalan yang diletakkan di atas tanah dasar tersebut. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Salah satu persoalan yang mungkin dihadapi oleh para perencana dan pelaksana pembangunan (khususnya untuk sebuah pembangunan perkerasan jalan), adalah cara menanganai tanah dengan nilai dukung yang rendah agar dapat digunakan sebagai bahan perkerasan. Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Tanah lempung pada umumnya merupakan material tanah dasar yang buruk, hal ini dikarenakan kekuatan gesernya sangat rendah sehingga pembuatan suatu konstruksi di atas lapisan tanah ini selalu menghadapi beberapa masalah seperti daya dukung yang rendah dan sifat kembang susut yang besar. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alternatif penanganan yang tersedia antara lain dengan menggunakan teknologi stabilisasi tanah.

### 1.1. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dibuat rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Analisis daya dukung, nilai plastisitas tanah dan pemadatan kondisi sampel tanah lunak asli.
2. Analisis berapa presentase campuran abu cangkang kelapa sawit optimum untuk mendapatkan nilai pemadatan maksimum.
3. Analisis nilai daya dukung tanah setelah distabilisasi melalui pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).

4. Analisis pengaruh nilai plastisitas tanah lunak asli terhadap campuran abu cangkang kelapa sawit.

### 1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyusunan penelitian ini adalah menganalisis dampak penggunaan abu cangkang kelapa sawit terhadap daya dukung dan kepadatan tanah lempung lunak, tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui daya dukung, nilai plastisitas tanah dan pemadatan kondisi sampel tanah lunak asli
2. Untuk mengetahui presentase campuran abu cangkang kelapa sawit optimum untuk mendapatkan nilai pemadatan maksimum
3. Untuk mengetahui nilai daya dukung tanah setelah distabilisasi melalui pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)
4. Untuk mengetahui pengaruh nilai plastisitas tanah lunak asli terhadap campuran abu cangkang kelapa sawit

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Tanah

Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu pada jenis tanah lempung lunak di daerah Jl. Kariangau Km. 5 tembusan Km.13, Kelurahan Graha Indah, Kecamatan Balikpapan Utara, Balikpapan Kaltim.

### 2.2. Abu Cangkang Kelapa Sawit

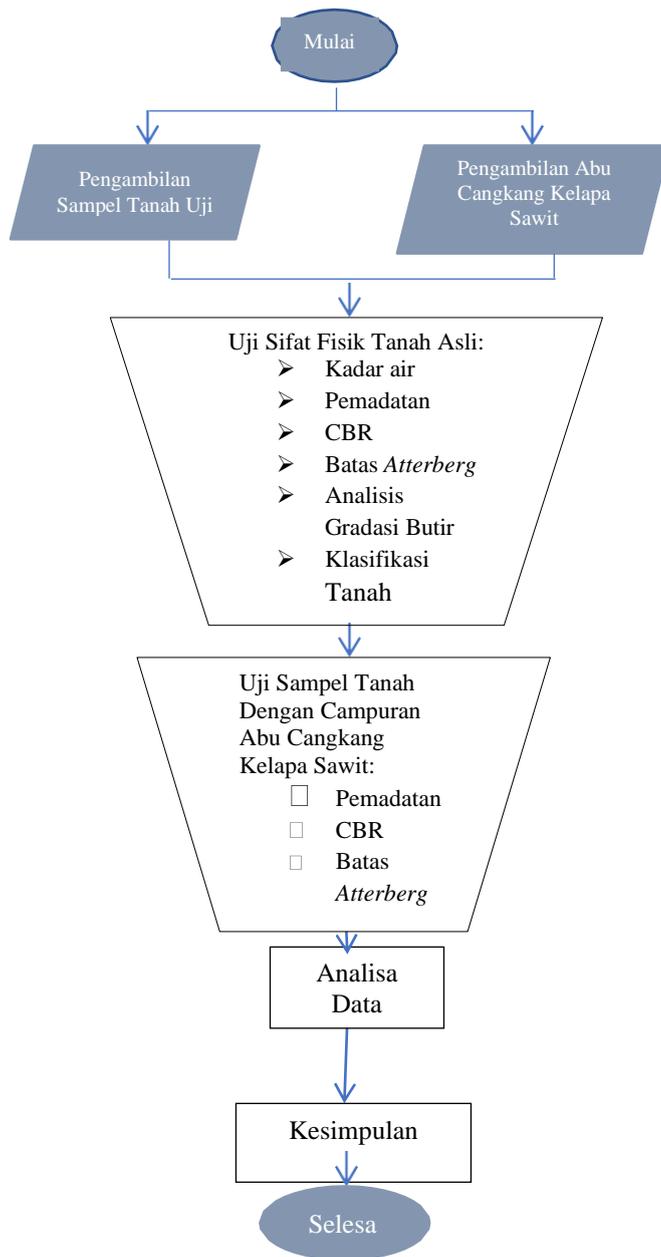
Bahan limbah yang digunakan sebagai stabilisatas dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit yang diambil dari PT ARGO INDOMAS.

### 2.3. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan Penelitian dilakukan di Laboratorium Uji Tanah Workshop Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan.

## 2.4. Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 3. Jenis Pengujian

### 3.1. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sistem Klasifikasi Unifed (*Unified Soil*

*Classification System*). Sistem klasifikasi ini mengelompokkan tanah dengan menggunakan simbol prefiks untuk menunjukkan sub devisi di dalam kelompok

### 3.2. Analisis Besar Butiran

Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil.

### 3.3. Uji Kadar Air

Kadar air ( ) adalah angka perbandingan dalam % dari berat air dengan berat tanah kering. Tujuan pengujian kadar air adalah dapat mengetahui persentase air yang terkandung dalam lapisan tanah. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah. Setiap kelembaban relatif tertentu dapat menghasilkan kadar air seimbang tertentu pula.

### 3.4. Uji Batas Atterberg

Seorang ilmuwan dari Swedia yang bernama Atterberg berhasil mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, sehingga batas konsistensi tanah disebut dengan batas-batas *Atterberg*. Kegunaan batas-batas *Atterberg* dalam perencanaan adalah memberikan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek. Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk yaitu kekuatannya rendah, sedangkan kompresibilitas tinggi sehingga sulit dalam hal pematatannya.

### 3.5. Uji Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan metoder pemadatan standar (*standard*

proctor). Pengujian proktor bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknik tanah dan meningkatkan kekuatan tanah dengan cara dipadatkan sehingga rongga-rongga udara pada sampel tanah asli dapat berkurang yang mengakibatkan kepadatan menjadi meningkat.

**3.6. Uji California Bearing Ratio (CBR)**

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum digunakan yaitu dengan cara-cara empiris, yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR (*California Bearing Ratio*) dapat dibagi atas :

1. CBR (*California Bearing Ratio*) lapangan (CBR *inplace* atau *field* CBR).
2. CBR (*California Bearing Ratio*) lapangan rendaman (*undisturbed soaked*) CBR.
2. CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium (*laboratory* CBR).

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1. Tanah Asli**

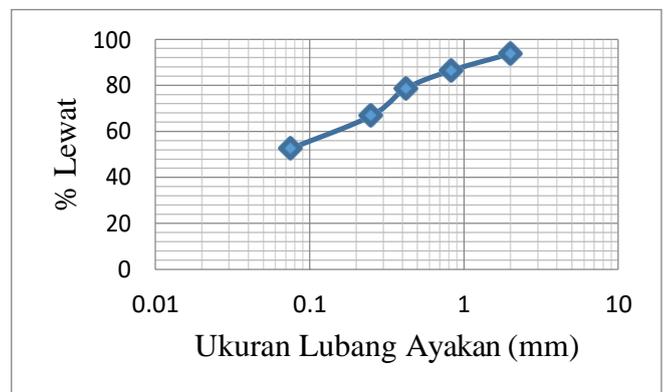
**4.1.1. Uji Analisis Saringan**

Hasil analisis saringan butiran tanah asli yang diuji dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 2. yang dimana hasil dari analisis ukuran butir, tanah merupakan tipe tanah lempung yaitu persen yang lolos di Saringan No. 200 > 50% yang berarti bahwa tanah asli yang diuji merupakan tanah lempung.

Berdasarkan dari hasil uji analisis saringan pada tanah asli maka diperoleh hasil pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Perhitungan Analisis Butiran Tanah Asli

NO. SARINGAN	Ukuran Butir (mm)	TERTAHAN (gr)	% TERTAHAN (%)	% LEWAT (%)
10	2	33,7	6,3	93,7
20	0.85	38,8	7,3	86,4
40	0,42	41,4	7,8	78,6
60	0,25	62,9	11,9	66,7
200	0,075	75,4	14,2	52,5
Pan	0	278,9	52,5	0
TOTAL	-	531,1	100	



Gambar 2. Grafik Perhitungan Analisis Butiran Tanah Asli

Hasil pengujian menunjukkan distribusi ukuran butir tanah, karena tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 50% dari seluruh sampel tanah, maka tanah dikelompokkan sebagai tanah lempung.

**4.1.2. Uji Kadar Air**

Pengujian kadar air pada tanah asli dilakukan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, sehingga diketahui perbandingan antara tanah basah dengan tanah kering. Pengujian ini menggunakan 4 (empat) sampel tanah yang nantinya hasil kadar air dari 4 (empat) sampel akan

dibagi rata dan mendapatkan kadar air rata-rata dari 4 (empat) sampel.

Tabel 2. Pengujian Kadar Air Tanah Asli

No. Cawan	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Berat Cawan ( $W_1$ )	gr	13,2	12,9	12,9	12,5
Berat Tanah Basah + Cawan, ( $W_2$ )	gr	54,4	62,9	66,8	59,4
Berat Tanah Kering + Cawan, ( $W_3$ )	gr	44,2	51,1	54,0	48,1
Berat Tanah Basah, $W_{tb} = W_2 - W_1$	gr	41,2	50	53,9	46,9
Berat Tanah Kering, $W_s = W_3 - W_1$	gr	31	38,2	41,1	35,6
Berat Air, $W_w = W_{tb} - W_s$	gr	10,2	11,8	12,8	11,3
Kadar Air, $n = (W_w / W_s) \times 100\%$	%	32,9	30,8	31,1	31,7
Kadar Air Rata Rata, $n$ Average	%	31,6			

Setelah pengujian pada 4 (empat) sampel maka didapatkan kadar air rata-rata, sehingga sampel tanah yang di uji memiliki kadar air 31,6%.

#### 4.1.3. Uji Batas-Batas Atterberg

Tabel diatas adalah hasil pengujian dari *Attrerberg Limit* tanah asli yaitu Tabel 3. merupakan *Liquid Limit* dan Tabel 4. merupakan *Plastic Limit* dari tanah asli dan juga diketahui nilai *Plasticity Index*:

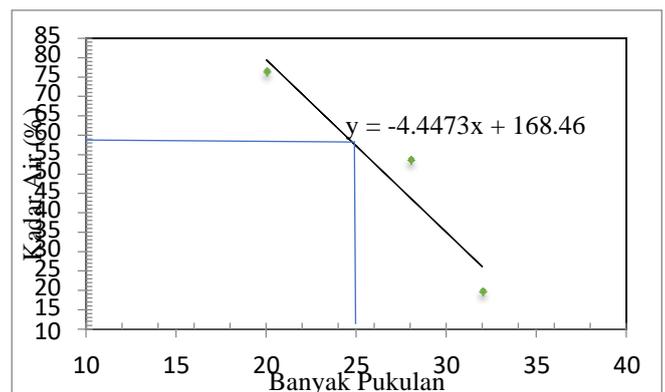
Tabel 3. Perhitungan *Liquid Limit* Tanah Asli

Uraian	Satuan	Jumlah Ketukan		
		20	28	32
Berat Cawan	(gr)	13,2	12,9	12,7

Berat Tanah Basah+Cawan	(gr)	30,3	29,8	26,6
Berat Tanah Kering+Cawan	(gr)	22,9	23,9	24,1
Berat Tanah Kering	(gr)	9,7	11	11,4
Berat Air	(gr)	7,4	5,9	2,5
Kadar Air	(%)	76,28	53,63	21,92

Tabel 4. Perhitungan *Plastic Limit* Tanah Asli

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Cawan	(gr)	13,2	12,9
Berat Tanah Basah+Cawan	(gr)	23,1	25,5
Berat Tanah Kering+Cawan	(gr)	20,9	22,6
Berat Tanah Kering	(gr)	7,7	9,7
Berat Air	(gr)	2,2	2,9
Kadar Air	(%)	28,57	29,89
Kadar Air Rata-Rata	(%)	29,23	



Gambar 3. Grafik *Liquid Limit* Tanah Asli

$$y = -4.4473x + 168.46$$

$$LL = -4.4473(25) + 168.46$$

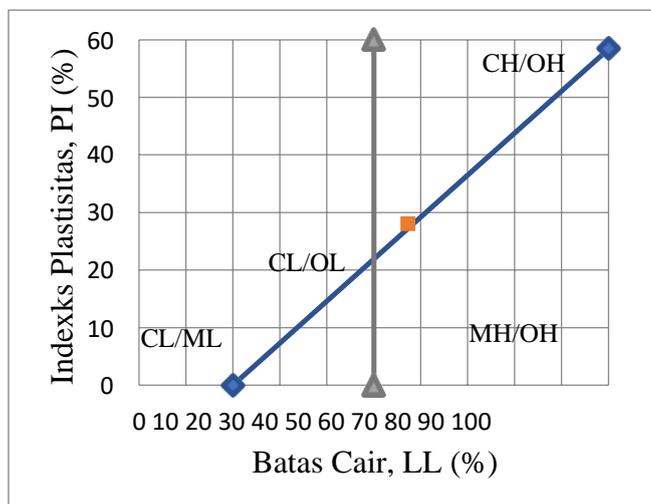
$$LL = 57.28 \%$$

Hasil pengujian nilai kadar air *Plastic Limit* (PL) adalah 29.23 %. Dari hasil pengujian *Liquid Limit* (LL) pada Tabel dengan nilai LL = 57.28 % dan maka didapat *Plasticity Index* (PI) sebesar:

$$\begin{aligned} PI &= (LL - PL) \% \\ &= (57.28 - 29.23) \% \\ &= 28.05 \% \end{aligned}$$

#### 4.1.4. Klasifikasi Tanah

Berdasarkan hasil pengujian batas *atterberg* maka didapatkan hasil untuk sistem klasifikasi *Unified (Unified Soil Classification System)* :



Gambar 4. Grafik Klasifikasi Unified (*Unified Soil Classification System*)

Dapat dilihat dari grafik bahwa hasil plot menunjukkan suatu titik pertemuan dibawah garis A, yang mana titik temu itu menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil diatas maka tanah berbutur halus termasuk kedalam kelompok campuran CH & OH, yaitu CH adalah Lempung berplastisitas tinggi dan OH adalah Organik berplastisitas tinggi. Secara fisik dari hasil

pengujian tanah dikelompokkan kedalam CH atau Lempung berplastisitas tinggi.

#### 4.1.5. Uji Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan ini dilakukan untuk mengetahui berat isi kering maksimum ( $\gamma_d$ ) dan kadar air maksimum. Pengujian ini menggunakan 5 (lima) sampel tanah dengan kadar air yang berbeda pada setiap sampelnya, penambahan kadar air dari 6%, 9%, 12%, 15% dan 18%. Pada pengujian ini akan di ambil nilai kepadatan kering tertinggi yang nantinya nilai ini akan digunakan untuk pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).

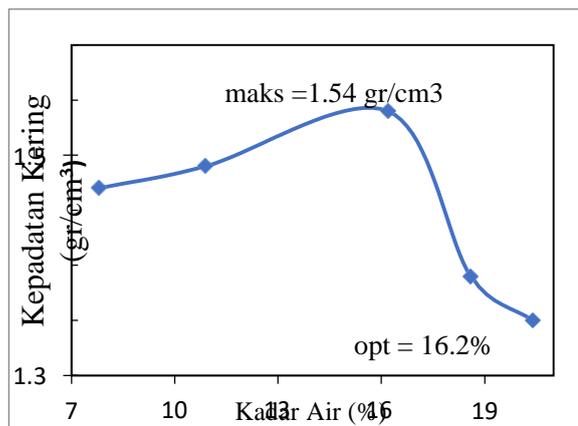
Berdasarkan dari hasil uji kepadatan tanah pada tanah asli maka diperoleh hasil pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Pehitungan Kepadatan Tanah Asli

URAIAN					
Massa Tanah (gr)	2500	2500	2500	2500	2500
Penambahan Air (%)	6	9	12	15	18
Penambahan Air (cc)	150	225	300	375	450
Massa Tanah Basah+Cetakan (gr)	3243.4	3183.1	3368.3	3241.1	3223
Massa Cetakan (gr)	1678.3	1678.3	1678.3	1678.3	1678.3
Massa Tanah Basah (gr)	1504.8	1565.1	1690	1562.8	1544.7
Isi Cetakan (cm <sup>3</sup> )	944	944	944	944	944
Kepadatan Basah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.66	1.79	1.65	1.63
Kepadatan Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	1.47	1.49	1.54	1.39	1.35
Massa Tanah Basah + Cawan (gr)	40.5	41.3	63	38.1	43
Massa Tanah Kering + Cawan (gr)	38.5	38.5	56	34.2	37.9
Massa Air (gr)	2	2.8	7	3.9	5.1
Massa Cawan (gr)	12.9	12.8	13	13.7	13
Massa Tanah	25.6	25.7	43	20.5	24.9

Kering (gr)					
Kadar Air (%)	7.8	10.9	16.2	18.6	20.4

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 5. maka didapatkan grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air seperti pada Gambar 5. berikut.



Gambar 5. Grafik Uji Pemadatan Tanah Asli

Hasil pengujian menunjukkan kepadatan kering maksimum yaitu 1.54 gr/cm<sup>3</sup> dengan kadar air 16.2% sehingga pada pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) digunakan penambahan air seperti pada sampel 3 yaitu 12% penambahan air.

**4.1.6. Uji California Bearing Ratio (CBR)**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) atau nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum. Pada pengujian ini menggunakan tanah sebanyak 5 kg dengan penambahan air sebanyak 12%.

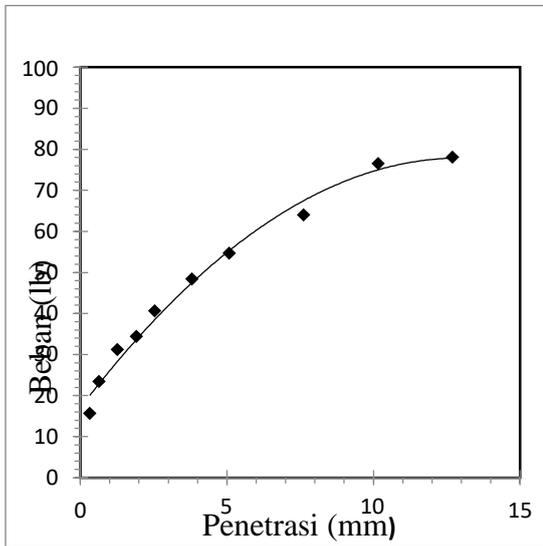
Berdasarkan dari hasil uji *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah asli maka diperoleh hasil pada Tabel 6. sebagai berikut:

Tabel 6. Pengujian CBR Tanah Asli

Internal Waktu (menit)	Penurunan (inch)	Penetrasi (mm)	Pembacaan Dial (mm)	Beban (lb)
0.25	0.025	0.32	1	15.613
0.5	0.05	0.64	1.5	23.419
1	0.1	1.27	2	31.226
1.5	0.15	1.91	2.2	34.348
2	0.2	2.54	2.6	40.593
3	0.3	3.81	3.1	48.400
4	0.4	5.08	3.5	54.645
6	0.6	7.62	4.1	64.013
8	0.8	10.16	4.9	76.503
10	1	12.7	5	78.065

Pengujian ini dilakukan hingga 10 menit, setelah pengujian maka didapatkan data pembacaan dial dan untuk mendapatkan beban maka pembacaan dial dikali dengan nilai kalibrasi alat yaitu 15.613, kalibrasi proving ring sendiri bertujuan untuk menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar Nasional maupun Internasional, sebelum pengujian ini alat sudah dikalibrasi oleh pihak laboratorium dan mendapatkan nilai tersebut.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 6. maka didapatkan grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air seperti pada Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Grafik CBR Tanah Asli

embacaan r o i a ibrasi

embacaan r o i a ibrasi

Hasil Nilai CBR = 1,18%

## 4.2. Sampel Tanah Substitusi

### 4.2.1. Uji Pemadatan Tanah

Pengujian ini menggunakan 5 (lima) sampel tanah dengan presentase campuran abu cangkang kelapa sawit yang berbeda pada setiap sampelnya, penambahan abu cangkang kelapa sawit dari 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Pada pengujian ini sesuai dengan pengujian kepadatan tanah pada tanah asli maka digunakan penambahan air sebanyak 12%.

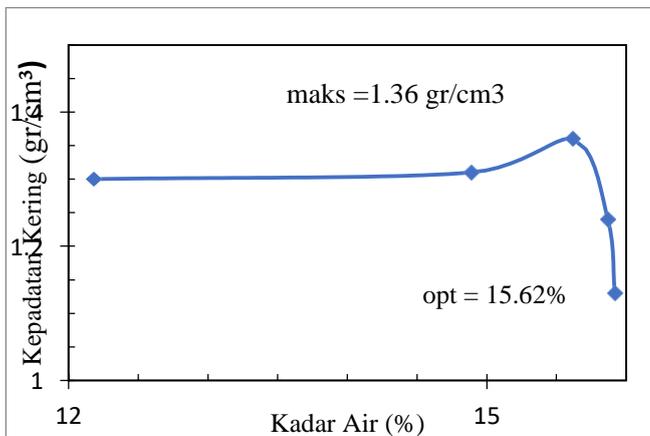
Berdasarkan dari hasil uji kepadatan tanah pada tanah asli maka diperoleh hasil pada Tabel 7. sebagai berikut:

Tabel 7. Uji Pemadatan dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit

URAIAN					
Massa Tanah (gr)	2500	2500	2500	2500	2500
Penambahan Air (%)	12	12	12	12	12

Penambahan Air (cc)	300	300	300	300	300
Abu Cangkang (%)	5	10	15	20	25
Abu Cangkang (cc)	125	250	375	500	625
Berat Tanah (gr)	2357	2250	2125	2000	1875
Massa Tanah Basah+Cetakan (gr)	3063.5	3096.2	3171.7	3038.2	2920.2
Massa Cetakan (gr)	1678.3	1678.3	1678.3	1678.3	1678.3
Massa Tanah Basah (gr)	1385.2	1417.9	1492.9	1359.9	1241.9
Isi Cetakan (cm <sup>3</sup> )	944	944	944	944	944
Kepadatan Basah (gr/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.50	1.58	1.44	1.31
Kepadatan Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	1.30	1.31	1.36	1.24	1.13
Massa Tanah Basah + Cawan (gr)	43.5	57.2	53.7	42.3	41.6
Massa Tanah Kering + Cawan (gr)	40.2	51.6	48.2	38.3	37.7
Massa Air (gr)	3.3	5.6	5.5	4	3.9
Massa Cawan (gr)	13.1	14	13	13.1	13.2
Massa Tanah Kering (gr)	27.1	37.6	35.2	25.2	24.5
Kadar Air (%)	12.18	14.89	15.62	15.87	15.92

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 7. maka didapatkan grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air seperti pada Gambar 7. berikut.



Gambar 7. Grafik Uji Pemadatan dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Hasil pengujian menunjukkan kepadatan kering maksimum yaitu 1.36 gr/cm<sup>3</sup> dengan kadar air 15.62% sehingga pada pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) digunakan campuran abu cangkang kelapa sawit seperti pada sampel 3 yaitu 15% abu cangkang kelapa sawit dan 12% penambahan air.

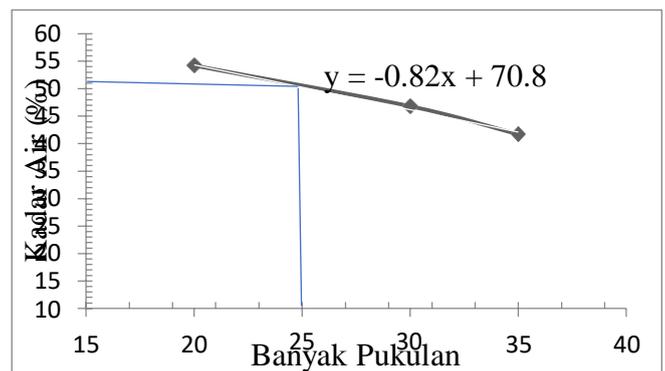
4.2.2. Uji Batas-Batas Atterberg

Tabel 8. Uji Batas-Batas Atterberg (*Liquid Limit*)

Uraian	Satuan	Jumlah Ketukan		
		20	30	35
Berat Cawan	(gr)	12.9	13.2	12.9
Berat Tanah Basah+cawan	(gr)	51	49.2	53
Berat Tanah Kering+Cawan	(gr)	37.6	38.6	40.2
Berat tanah kering	(gr)	24.7	25.4	27.33
Berat air	(gr)	13.5	13.8	10.6
Kadar air	(%)	54.2	46.8	41.7

Tabel 9. Uji Batas-Batas Atterberg (*Plastic Limit*)

Uraian	Satuan	Sampel
Berat Cawan	(gr)	12.9
Berat Tanah Basah+cawan	(gr)	37.6
Berat Tanah Kering+Cawan	(gr)	31.0
Berat tanah kering	(gr)	18.1
Berat air	(gr)	6.6
Kadar air	(%)	36.4



Gambar 8. Grafik Uji Pemadatan dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit

$y = -0.82x + 70.8$

$LL = -0.82(N) + 70.8$

$LL = 50.3 \%$

Hasil pengujian nilai kadar air *Plastic Limit* (PL) adalah 36.4 %. Dari hasil pengujian *Liquid Limit* (LL) pada Tabel dengan nilai LL = 50.3 % dan maka didapat *Plasticity Index* (PI) sebesar:

$$PI = (LL - PL) \%$$

$$= (50.3 - 36.4) \%$$

$$= 13.9 \%$$

Hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa tanah tersubstitusi nilai plastisitasnya lebih rendah dibanding tanah asli dengan jarak sekitar 5%. Oleh karena itu tanah asli lebih plastis daripada tanah tersubstitusi.

**4.2.3. Uji California Bearing Ratio (CBR)**

Pada pengujian ini menggunakan tanah sebanyak 5 kg dengan campuran abu cangkang kelapa sawit sebanyak 15% dan penambahan air sebanyak 12%.

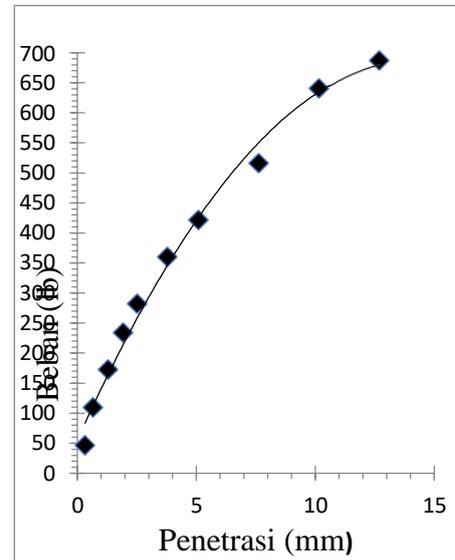
Berdasarkan dari hasil uji *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah campuran maka diperoleh hasil pada Tabel 10. sebagai berikut:

Tabel 10. Pengujian CBR dengan Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit

INTERNAL WAKTU (menit)	Penetrasi		BEBAN (lb)	Pembacaan Dial (mm)
	(inch)	(mm)		
0.25	0.025	0.32	46.839	3
0.5	0.05	0.64	109.291	7
1	0.1	1.27	171.743	11
1.5	0.15	1.91	234.195	15
2	0.2	2.54	281.034	18
3	0.3	3.81	359.099	23
4	0.4	5.08	421.551	27
6	0.6	7.62	515.229	33
8	0.8	10.16	640.133	41
10	1	12.7	686.972	44

Pengujian ini dilakukan hingga 10 menit, setelah pengujian maka didapatkan data pembacaan dial dan untuk mendapatkan beban maka pembacaan dial dikali dengan nilai kalibrasi alat yaitu 15.613.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 10. maka didapatkan grafik hubungan antara kepadatan kering dan kadar air seperti pada Grafik 9. berikut.



Gambar 9. Grafik Uji CBR dengan Penambahan Abu Cangkang

$$\frac{\text{embacaan ar o i ka ibrasi}}{\text{embacaan ar o i ka ibrasi}} = \dots\dots\dots$$

$$\frac{\text{embacaan ar o i ka ibrasi}}{\text{embacaan ar o i ka ibrasi}} = \dots\dots$$

Hasil Nilai CBR = 16.7%

Dapat dilihat pada Gambar 9. dan hasil diatas adalah hasil nilai CBR tanah tersubstitusi lebih besar dari tanah asli yang mana itu membuktikan bahwa daya dukung tanah tersubstitusi lebih baik dari tanah asli. Dan perbandingan nilai yang diperoleh kurang lebih 15% lebih besar dari tanah asli sehingga dapat disimpulkan tanah tersubstitusi lebih layak untuk *road pavement* dibandingkan tanah asli.

**5. Kesimpulan dan Saran**

**5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung lunak yang distabilisasi menggunakan abu cangkang kelapa sawit, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Dari hasil uji lab pada uji CBR dan *Atterberg* tanah asli, nilai daya dukung terhadap tanah asli tersebut tergolong sangat kecil yaitu 1.18% yang dimana pada table ASTM pada CBR tergolong tanah *poor* (buruk) yang perlu distabilisasi dan plastisitas tanah tersebut dapat dibuktikan pada nilai LL sebesar 57.28 % dan PI sebesar 28.05 % yang tergolong tanah

CH (Lempung berplastisitas tinggi). Pada hasil pemadatan didapatkan maks = 1,54 gr/cm<sup>3</sup> pada kadar air maksimum campuran sebesar 12% (300ml).

2. Pada bahan campuran abu cangkang kelapa sawit didapat persentase campuran maksimum sebesar 15% (375gr) dari tanah asli dan kadar air optimum sebesar 15,62% yang dapat dibuktikan pada uji kepadatan tanah tersubstitusi dan mendapatkan nilai kepadatan maksimum sebesar maks = 1,36 gr/cm<sup>3</sup> yang mana lebih rendah dari pada kepadatan maksimum pada kondisi tanah asli dikarenakan perbedaan antara berat volume tanah asli yang lebih tinggi dari pada abu cangkang kelapa sawit.
3. Nilai CBR pada tanah tersubstitusi mendapatkan hasil sedang (*poor to fair*) yang dapat dilihat hasil CBR tanah tersubstitusi sendiri mendapatkan 16.7% dan dapat disimpulkan bahwa tanah tersubstitusi mampu digunakan untuk memperbaiki daya dukung tanah lempung tersebut.
4. Pada pengujian *Atterberg* tanah tersubstitusi didapatkan hasil nilai LL sebesar 50.3 % dan PI sebesar 13.9 % yang berarti lebih rendah nilai plastisitasnya dari tanah asli dan membuat kondisi tanah asli menjadi lebih baik.

### 5.1. Saran

Untuk penelitian selanjutnya mengenai stabilitas tanah dengan menggunakan bahan tambahan abu cangkang kelapa sawit, disarankan beberapa hal untuk ditimbangkan:

1. Untuk mengetahui efektif atau tidaknya campuran abu cangkang kelapa sawit perlu diteliti lebih lanjut untuk tanah dari daerah yang lain dengan menggunakan campuran yang sama, sehingga akan diketahui nilai nyata terjadinya perubahan akibat pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit
2. Untuk kondisi perlakuan stabilisasi tanah menggunakan abu cangkang kelapa sawit di lapangan, disarankan pada saat pencampuran kondisi abu cangkang kelapa sawit dalam keadaan kering.
3. Penelitian yang lebih luas dan komprehensif masih diperlukan, khususnya untuk meningkatkan kualitas stabilitas tanah lempung plastisitas lunak terhadap efek jangka panjangnya (*long term effect*)

### Daftar Pustaka

- [1] Anonim (1990), SNI 03-1968-1990 Uji Analisis Saringan, Badan Standarisasi Nasional
- [2] Anonim (1994), SNI 03-1965-1990 Uji Kadar Air, Badan Standarisasi Nasional
- [3] Anonim (2008), SNI 1967:2008 Uji Batas-Batas *Atterberg*, Badan Standarisasi Nasional
- [4] Anonim (2008), SNI 1966:2008 Uji Batas-Batas *Atterberg*, Badan Standarisasi Nasional
- [5] Anonim (2008), SNI 1742:2008 Uji Pemadatan Tanah, Badan Standarisasi Nasional
- [6] Anonim (2012), SNI 1744:2012 Uji CBR (*California Bearing Ratio*), Badan Standarisasi Nasional
- [7] Bowles, J. E, Haimin, J. K., 1991, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga : Jakarta
- [8] Craig, R. F, 1991, *Mekanika Tanah*, Erlangga : Jakarta
- [9] Dass, B. M, 1988, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Erlangga: Jakarta
- [10] Dunn, I. S, Anderson, L. R, Kiefer, F. W, *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*, IKIP Semarang Press
- [11] Hardiyatmo, H. C, 1992, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta Holtz, R D. 1981. *An Introduction to*
- [12] Soedarmo, G. D, 1993, *Mekanika Tanah I*, Canisius : Jakarta