

# Stabilisasi Tanah Gambut menggunakan POFA Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Ditinjau dari Nilai CBR

Del Zamre Ikhlas, Dila Oktarise Dwina, Ade Nurdin, Oki Alfernando

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jambi

Jl. Raya Jambi-Ma. Bulian, KM.15, Mendalo Indah, Jambi

E-mail : [delzamre1010@gmail.com](mailto:delzamre1010@gmail.com)

**Abstrak** — Penelitian ini membahas pemanfaatan abu limbah pembakaran cangkang sawit (POFA). Variasi penambahan POFA sebesar 0%, 30%, 35%, 40%, 45%, terhadap berat tanah kering dengan waktu pemeraman 0 hari, 7 hari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tanah dengan penambahan material berupa POFA di tinjau dari nilai CBR. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu tanah gambut asli sebagai tanah dengan kandungan organik yang tinggi termasuk kedalam golongan A-8 menurut sistem AASHTO dan disimbolkan dengan peat berdasarkan sistem USCS. Sampel tanah pada lokasi tangkit baru termasuk tanah yang memiliki daya dukung yang jelek karena memiliki nilai CBR 2,43%. Pada tanah campuran POFA diperoleh nilai CBR yang meningkat pada umur pemeraman 0 dan 7 hari sebesar 2,83%, 3,55% CBR tertinggi didapat pada variasi campuran 45% POFA terhadap tanah kering dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 3,55%.

**Kata Kunci** : POFA, stabilisasi, CBR

**Abstract** — This study discusses utilization of palm shell burning waste ash (POFA). Variations in addition of POFA were 0%,30%,35%,40%,45%, on dry soil weight with curing time of 0 days, 7 days. The purpose was to determine the bearing capacity of soil with addition of material in form of POFA in terms of CBR value. The results of the research are on testing original peat soil with high organic content are included in group A-8 according to AASHTO system and symbolized by peat according to USCS system. The soil sample at Tangkit Baru includes soil that has poor bearing capacity because it has CBR value of 2.43%. In POFA mixed soils, gets CBR value which increases at 0 and 7 days of curing age of 2.83%, the highest 3.55% CBR is obtained in mixed variation of 45% POFA on dry soil with curing period of 7 days, which is 3.55 %.

**Keywords**: POFA, stabilization, CBR

## I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu elemen terpenting dalam bidang konstruksi. di dalam konstruksi ditemukan jenis tanah yang kurang kuat dalam menerima beban diatasnya salah satunya adalah tanah gambut. Tanah gambut merupakan tanah organik yang terbentuk dari sisa-sisa binatang atau tumbuhan dalam keadaan layu maupun tidak layu. Di Indonesia memiliki lahan gambut yang sangat luas khususnya di Provinsi Jambi menurut balai pengkaji teknologi pertanian kota jambi (2018). Stabilitas tanah merupakan usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat tanah secara kimiawi dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Agar tanah gambut bisa memenuhi persyaratan dan dapat digunakan dengan maksimal, salah satu cara mengatasinya adalah dengan meningkatkan nilai daya dukung tanah dengan cara stabilisasi tanah menggunakan bottom ash abu tandan kelapa sawit (Dwina, dkk 2021). Material yang bisa digunakan untuk stabilisasi tanah salah satunya adalah limbah abu bakar kelapa sawit atau disebut dengan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) (Charles, 2015). POFA merupakan hasil

pembakaran limbah padat kelapa sawit pada suhu sekitar 800 - 1000 °C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit (Tangchirapat, 2009). Penulis terkhusus meneliti penggunaan POFA dengan ukuran saringan lolos saringan No.50 tertahan No.100, penulis menggunakan bantuan alat shave shaker untuk membantu memisahkan butiran lolos saringan No.50 tertahan No.100 untuk bahan stabilisasi tanah. Berdasarkan pemaparan diatas, penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian. Penelitian ini dilakukan berdasarkan kondisi tanah yang ditinjau penulis dimana perlu dilakukannya penelitian lebih dalam untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Penelitian ini berlandaskan oleh pemanfaatan limbah kelapa sawit yang disebut dengan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) sebagai bahan material campuran pada tanah bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan POFA dengan ukuran saringan lolos saringan No.50 tertahan No.100 yang dihasilkan dari pembakaran limbah padat kelapa sawit dalam meningkatkan stabilitas tanah gambut yang dilihat dari nilai CBR.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha yang dilakukan untuk memperbaiki sifat –sifat teknis tanah dengan cara mencampur tanah dengan bahan tambah tertentu agar memenuhi syarat teknis tertentu. Dalam pembangunan jalan raya, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additive*) kedalam tanah (Hardiyatmo, 2006). Tujuan perbaikan tanah adalah untuk mendapatkan tanah dasar yang stabil pada semua kondisi musim dan selama umur rencana. Adapun metode-metode stabilisasi tanah antara lain sebagai berikut:

1. Stabilisasi secara mekanis  
Stabilisasi mekanis adalah metode stabilisasi dengan maksud untuk menambah kekuatan atau daya dukung tanah dengan mengatur gradasi tanah tersebut. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, dan sebagainya (Bowles, 1991).
2. Stabilitas secara kimiawi  
Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah metode stabilisasi dengan menambahkan bahan campuran yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah dan biasa digunakan untuk menstabilisasi tanah dengan butir halus. Bahan pencampur yang biasa digunakan yaitu *Portland cemen* (PC), abu sekam padi (HRA), aspal emulsi, gula, kapur, sodium, tetes tebu, Abu pembakaran cangkang kelapa sawit (POFA) dan lain lain.

### Limbah Pembakaran Cangkang Sawit

Limbah pembakaran kelapa sawit yang biasa disebut dengan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*). POFA adalah produk sampingan pabrik kelapa sawit yang dihasilkan dari pembakaran cangkang, serat dan tandan kosong, setelah ekstraksi minyak dari sawit segar, sehingga pembakaran cangkang kelapa sawit menghasilkan uap, dan pemasok energi listrik.

Tabel 1. Komposisi kimia POFA

No	Modulus Elastisitas (psi)	POFA
1	Silika (SiO <sub>2</sub> )	64,36 %
2	Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,36 %
3	Fero oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3,41 %
4	Kalsium oksida (CaO) <sub>2</sub>	7,92 %
5	Magnesium oksida (MgO) <sub>2</sub>	4,58 %
6	Sulfur trioksida (SO <sub>3</sub> )	0,04 %
7	Kalium oksida (K <sub>2</sub> O)	5,57 %

### Pengujian Kadar Air

Menurut SNI 1965-2008, penentuan kadar air untuk tanah dan batuan dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah atau batuan yang diambil dari lapangan. Hasil dari uji kadar air ini diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya. Perhitungan kadar air pun menurut SNI 1965-2008 adalah:

$$w = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\% \quad (1)$$

dengan W = kadar air, W1 = berat cawan, dan tanah basah, W2 = berat cawan dan tanah kering, W3 = berat cawan, (W1-W2) = berat air, (W2-W3) = berat tanah kering (partikel padat).

### Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Menurut SNI 1964-2008, berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. Persamaan yang dipakai untuk menghitung berat jenis pada suatu contoh tanah adalah:

$$GS = \frac{Wt}{W5 - W3} \quad (2)$$

dengan W2 = berat piknometer + contoh, W1 = berat piknometer, Wt = berat tanah (W2 – W1), W3 = berat piknometer + air + tanah pada temperature 20°C, W5 = Wt + W4

### Batas Konsistensi Tanah (*Batas-Batas Atterberg*)

Pengukuran batas konsistensi tanah ini dilakukan secara rutin untuk sebagian besar penyelidikan yang meliputi tanah berbutir halus (Bowles, 1989). Dua angka yang paling penting adalah batas cair dan batas plastis yang disebut batas-batas *Atterberg*.

#### 1. Batas cair (*Liquid Limit*)

Kegunaan hasil uji batas cair ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya (SNI 1965-2008). Nilai batas cair bisa didapat dari grafik hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan, atau bisa dengan rumus berikut:

$$\% KA = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering oven}} \times 100\% \quad (3)$$

#### 2. Batas plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (*Plastic Limit*) didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, di mana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8 in (3,2mm) menjadi retak-retak. Batas platis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah (Das, 1988). Perhitungan batas plastis dapat dihitung dengan persamaan 3.

### 3. Indeks plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (*Plasticity Index*) suatu tanah adalah bilangan dalam persen yang merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis suatu tanah (Das,1988). Pendekatan untuk menentukan indeks plastisitas suatu tanah menggunakan rumus berikut:

$$PI = LL - PL \quad (4)$$

dengan PI = indeks plastisitas, LL = batas cair, PL = batas plastis.

### Analisis Saringan (*Sieve Analyze*)

Menurut SNI 3423-2008, Analisis saringan adalah penentuan persentase berat butiran tanah yang lolos dari satu set saringan. Analisis saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan no. 200. Cara analisis saringan dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Analisa saringan fraksi yang tertahan saringan No. 10 (2,00 mm) Sejumlah contoh tanah 500 g yang tertahan saringan No.10 (2,00 mm) akan ditentukan jumlah dan distribusi butirnya, dipisahkan dalam rangkaian susunan saringan 75, 50, 25, 9,5 dan 4,75 (3 in, 2 in, 1 in, 3/8 in dan No.4).
2. Analisis Saringan fraksi yang lolos saringan No. 10 (2,00 mm) Contoh tanah yang lolos saringan 2,00 mm sebanyak 100-50 g dilakukan analisa hidrometer terlebih dahulu. Setelah langkah terakhir pengujian hidrometer selesai maka tanah kering yang tertahan pada saringan No.200 (0,075 mm) tersebut ditentukan jumlah dan distribusi butirnya dengan menggunakan serial saringan No.40 (0,425 mm) sampai sa ringan No.200 (0,075 mm).

### Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik

Pengujian ini merupakan tahapan untuk mendapatkan nilai kadar abu tanah. Pengujian kadar abu dan kadar organik bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian ini menggunakan acuan SNI 13-6793-2002. Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung kadar abu dan kadar organik sebagai berikut :

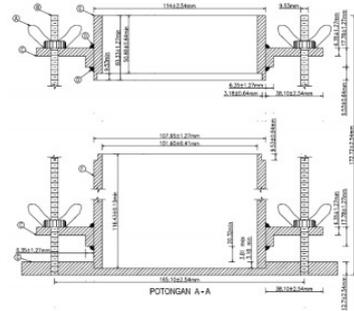
$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(C \times 100\%)}{B} \quad (5)$$

$$\text{Kadar Organik (\%)} = 100\% - \text{kadar abu} \quad (6)$$

Dengan C = berat abu, B = berat benda uji kering oven.

### Kepadatan Standar (*Proctor*)

Pengujian pemadatan di laboratorium dilakukan dengan menggunakan uji proctor. Pada uji proctor, tanah dipadatkan dalam sebuah cetakan silinder bervolume 943,3 cm<sup>3</sup> dengan ukuran diameter cetakan tersebut adalah 101,6 mm. selama percobaan di laboratorium, cetakan itu di kelemb pada sebuah pelat dasar dan di atasnya diberi perpanjangan. Tanah dicampur air dengan kadar yang berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan menggunakan penumbuk khusus. suatu jenis tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu, kepadatan yang dicapai tergantung pada banyaknya air (kadar air) tanah tersebut. Besarnya kepadatan tanah, biasanya dinyatakan dalam nilai berat isi kering ( $\gamma_d$ ) nya. Alat untuk pengujian proctor standar dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Alat Pengujian Kepadatan Standar

Untuk setiap percobaan, berat volume basah ( $\gamma$ ) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\gamma_b = \frac{w}{V_m} \quad (7)$$

dengan  $\gamma_b$  = berat volume basah, W = berat tanah yang dipadatkan di dalam cetakan,  $V_m$  = volume cetakan. Pada setiap percobaan besarnya kadar air dalam tanah yang dipadatkan tersebut dapat ditentukan di laboratorium. Bila kadar air tersebut diketahui, berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dari tanah tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (8)$$

dengan W = kadar air tanah,  $m_1$  = masa tanah basah,  $m_2$  = volume cetakan.

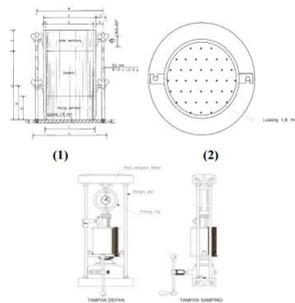
Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma_b$ ) dan kadar air ( $w$ ) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad (9)$$

dengan  $\gamma_d$  = berat volume kering,  $\gamma_b$  = berat volume basah, W = kadar air.

### CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR laboratorium adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang untuk menentukan tebal perkerasan jalan. Pengujian CBR laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji, umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium yang dimaksudkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) ini untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, pondasi bawah dan pondasi atas (SNI 03-1744-1989). Alat pengujian CBR laboratorium ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Alat Pengujian CBR Laboratorium

Metode uji CBR pada SNI 1744:2012 menetapkan dua metode yaitu penentuan CBR material pada kadar air optimum dan pada rentang kadar air sesuai kadar air dan densitas kering yang ditentukan. Untuk CBR pada kadar air optimum, dipersiapkan 3 contoh uji yang dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 10 kali, 30 kali, dan 65 kali, dan untuk CBR pada rentang kadar air tertentu dipersiapkan paling kurang 5 contoh uji dipadatkan dengan jumlah tumbukan per lapis 56 kali. Perhitungan nilai CBR dapat dicari menggunakan persamaan dibawah yang kemudian dikorelasikan dengan grafik pemadatan

### III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan metode penelitian eksperimen, dimana metode penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau variable bebas digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Pada penelitian ini melakukan eksperimen untuk melihat apakah ada pengaruh dari tanah gambut apabila di stabilisasikan dengan penambahan bahan campuran berupa POFA dengan

ukuran butiran lolos saringan No.50 tertahan No.100 terhadap CBR.

Penelitian ini meliputi pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah. Pengujian sifat fisik tanah yaitu pengujian kadar air diperlukan 4 sampel, pengujian berat jenis diperlukan 2 sampel, pengujian batas-batas *Atterberg* diperlukan 6 sampel, pengujian Analisa saringan diperlukan 2 sampel. Adapun pengujian sifat mekanis tanah yaitu, pengujian pemadatan standar diperlukan 26 sampel dan pengujian CBR diperlukan 42 sampel, sehingga total sampel yang diperlukan sebanyak 82 buah. Kemudian persentase variasi campuran POFA 30%, 35%, 40% dan 45% dari total berat tanah kering untuk mengetahui pengaruh persen penambahan POFA dan pengaruh dari pemeraman 0 hari dan 7 hari. Sampel tanah diambil dari Desa Tangkit Baru, Kabupaten Muaro Jambi dan sampel POFA diambil di PT. Sumbertama Nusapertiwi yang berlokasi di Kabupaten Muaro Jambi. Sampel yang diambil dibawa dan diuji di UPTD Balai Laboratorium Bahan Kontruksi Kota Jambi.

Tuliskan metode penelitian disini meliputi, jenis penelitian, desain penelitian, tahapan penelitian, lokasi penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

### Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer yang mana diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan dilaboratorium, mulai dari persiapan sampel hingga sampel yang siap diuji. Metode pengumpulan data tentunya dengan melakukan eksperimen dan percobaan pada benda uji. Adapun tujuan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Kadar Air (*Moisture Content*), SNI-1965-2008  
Pengujian kadar air dilakukan untuk menentukan kadar air tanah berdasarkan beratnya dengan cara perbandingan antara berat air tanah dan berat partikel tanah yang dinyatakan dalam persen.
2. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*), SNI-1964-2008  
Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan hasil dari perbandingan antara berat butir tanah dengan volume tanah padat atau berat air yang dengan isi sama dengan isi tanah padat tersebut pada suhu tertentu.
3. Pengujian batas plastis dan indeks plastisitas, SNI-1966-2008  
Pengujian batas plastis dan indeks plastisitas digunakan menentukan nilai plastisitas tanah dan batas cair tanah dengan didapatkan data indeks plastisitas.
4. Pengujian analisa saringan (*Sieve Analyze*), SNI 3423-2008  
Pengujian analisa saringan pada tanah gambut yang dilakukan untuk menentukan distribusi

butiran. Tanah gambut disaring dengan menggunakan saringan No. 200.

5. Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah, SNI 1743-2008  
Penguujian kepadatan ringan dilakukan untuk menentukan nilai kepadatan tanah dan kadar air optimum tanah, guna untuk penambahan air pada penguujian CBR.
6. Uji CBR Laboratorium, SNI 1744-2012  
Penguujian CBR laboratorium dilakukan untuk menentukan nilai daya dukung tanah yang telah diperlakukan di Laboratorium.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Penguujian Kadar Air Tanah

Penguujian menggunakan 4 buah sampel, setiap sampel diperoleh hasil yang berbeda-beda. maka diperoleh kadar air tanah gambut yang dinyatakan dalam persen, hasil dari perhitungan bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Penguujian Kadar Air Tanah

Sampel	Kadar air	Kadar air rata-rata (w)	Satuan
1	472,555		
2	531,420	506,983	%
3	506,452		
4	515,515		

Setelah didapatkan nilai kadar air masing- masing sampel lalu didapat Kadar air rata-rata tanah gambut asli didapat dari 4 sampel sebesar 506,983. Menurut (Widjaja, 1988), kadar air tanah gambut bisa mencapai 300-3000%, untuk kadar air <100% berdasarkan berat umumnya telah mengalami proses kering tidak balik (*irreversible drying*).

##### Berat Jenis Tanah

Nilai berat jenis diperoleh dari penguujian terhadap 2 sampel. maka diperoleh berat jenis Tanah. Hasil dari perhitungan bisa dilihat dari tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Penguujian Berat Jenis

Keterangan	Sampel	
	1	2
Berat jenis (Gs)	1,495	1,496
Berat Jenis Rata-rata (Gs)	1,496	

Dari hasil penguujian 2 sampel diperoleh berat jenis rata-rata sebesar 1,496. menurut (Wesley, 1977), berat jenis dengan nilai < 2 dapat diklasifikasikan sebagai tanah gambut. Semakin kecil berat jenis tanah maka kerapatan tanahnya akan semakin kecil dan memiliki angka pori yang besar, maka dari itu tanah gambut memiliki daya dukung yang rendah.

##### Batas Konsistensi Tanah (Batas-Batas Atterberg)

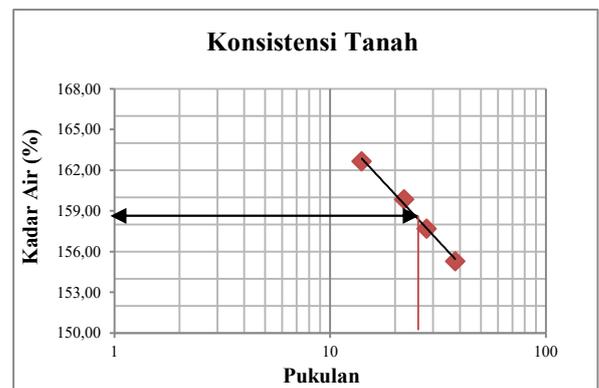
Penguujian batas konsistensi tanah menggunakan sampel tanah dengan lolos saringan No. 40 dan dalam keadaan kering udara. Hasil masing-masing penguujian bisa dilihat sebagai berikut:

###### 1. Penguujian batas cair (LL)

Tabel 4. Hasil Penguujian Batas Cair

Sampel	Kadar air	Kadar air rata-rata (w)	Satuan
1	155,31		
2	157,70	158,57	%
3	159,88		
4	162,68		

Untuk hasil penguujian batas cair didapatkan dari penarikan garis pada grafik di pukulan 25. Grafik penguujian batas cair ditunjukkan pada berikut



Gambar 3. Grafik Batas Cair

dapat dilihat pada penarikan garis dipukulan 25 diperoleh hasil batas cair (LL) sebesar 158,570 %. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah yaitu *Unified soil ckassification system* (USCS) (A. Casagrande, 1948), menunjukkan bahwa tanah gambut umumnya mempunyai batas cair >50%.

###### 2. Penguujian batas plastis (PL)

Sampel yang diujikan untuk penguujian batas plastis sebanyak 2 sampel. Hasil dari penguujian bisa dilihat sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Penguujian Batas Plastis

Keterangan	Sampel	
	1	2
Kadar Air (%)	87,50	82,26
Kadar Air Rata-rata (Gs)	84,88	

Berdasarkan penguujian batas plastis, maka didapatkan rata-rata dari kedua sampel 84,88 %.

###### 3. Indeks plastisitas (PI)

Dari hasil pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL), maka indeks plastisitas tanah gambut yang didapat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PI &= LL - PL \\ &= 158,570 \% - 84,88 \% \\ &= 73,69 \% \end{aligned}$$

menurut bowles (1997) tanah tersebut termasuk plastisitas tinggi dan kohesif tinggi, karena indeks plastisitasnya  $>30\%$ , untuk tanah gambut memiliki indeks plastisitas 35 – 95. Semakin besar indeks plastisitasnya maka semakin besar pula kemampuan tanah untuk meregang sebelum terjadi keruntuhan, dikarenakan kemampuan menahan beban besar sangat rendah.

### Analisa Saringan

hasilnya didapat bahwa seluruh butiran tanah gambut lolos pada saringan tersebut. Klasifikasi tanah berdasarkan system USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah yang lolos saringan 200 $>50\%$  termasuk kedalam tanah berbutir halus Tanah yang digunakan adalah tanah kering oven dengan berat 500 gr.

### Kadar Abu dan Kadar Organik

Pada pengujian ini memerlukan sampel tanah kering oven yang telah di uji kadar airnya sebanyak 94,52 gram, sampel tanah tersebut dioven Kembali dengan suhu  $\leq 400^\circ$  selama  $\pm 3$  jam. Hasil dari pengujian bisa dilihat sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik

Pengujian kadar abu	Nilai	Satuan
Berat abu + cawan	88,29	Gram
Berat abu	0,88	Gram
Nilai kadar abu	12,38	%

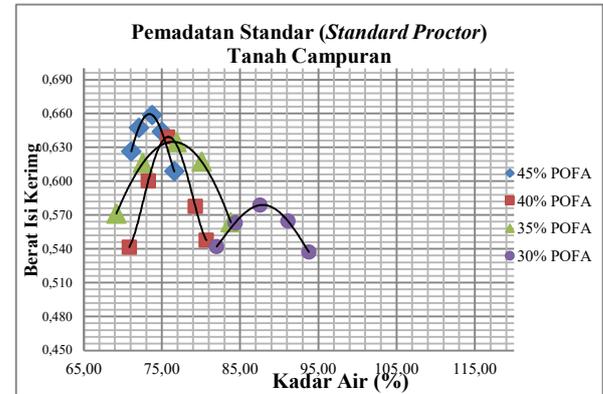
Didapat hasil persentase kadar abu 12,38% dan diperoleh kadar organik pada pengujian ini adalah 87,62%. Menurut ASTM D4427-92 (2002) jika kadar abu berkisar antara 5%-15% maka tanah tersebut termasuk klasifikasi tanah gambut *medium ash peat*.

### Sifat Fisik POFA (*Palm Oil Fuel Ash*)

Pengujian sifat fisik POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) bertujuan untuk mengetahui kandungan kadar air, berat jenis dan gradasi butiran dari POFA yang akan digunakan sebagai bahan campuran untuk mentabilisasikan tanah gambut. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik POFA yang telah dilakukan, diperoleh kadar air rata-ratanya sebesar 70,59 % hasil pengujian berat jenis dengan menggunakan POFA lolos saringan No.10 sebesar 2,03. Hasil dari pengujian

gradasi butiran (analisa saringan) diperoleh POFA yang tertahan saringan No.200 sebesar 51,264% dan POFA yang lolos saringan No.200 sebesar 48,736%.

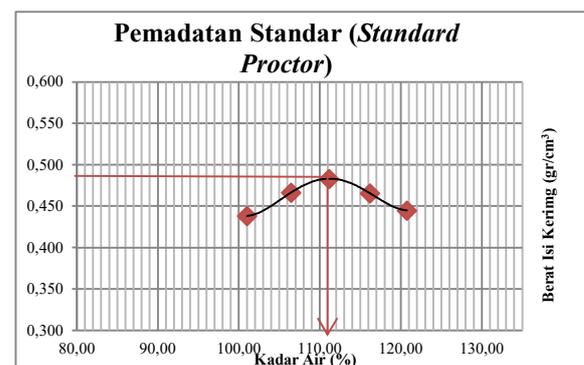
### Pengujian Pemadatan Standar Tanah Asli



Pengujian pemadatan standar pada tanah gambut bertujuan untuk mendapatkan kadar air optimum yang digunakan sebagai penambahan kadar air untuk pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai kadar air optimum untuk tanah asli bisa dilihat sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Asli

keterangan	Sampel				
Penambahan air (cc)	720	750	780	840	900
Berat isi kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	0,438	0,466	0,483	0,465	0,445
Kadar air	101,00	106,40	111,15	116,10	120,75
	0	7	5	9	5



Gambar 4. Grafik Pemadatan Standar Tanah Asli

Diperoleh kadar air optimum untuk tanah asli yaitu pada penambahan 780 cc air sebesar 111,15 % dan berat isi kering tanah 0,483 ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

### Pemadatan Standar Tanah Campuran

Diperoleh hasil kadar air optimum dan berat isi kering tanah campuran, bisa dilihat sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Campuran

No	Variasi	Berat isi kering (gr/cm <sup>3</sup> )	Kadar air optimum (%)
1	30 % POFA + 70 % Tanah	0,579	87,55
2	35 % POFA + 65 % Tanah	0,635	76,87
3	40 % POFA + 60 % Tanah	0,639	75,75
4	45 % POFA + 55 % Tanah	0,659	73,76

Gambar 5. Grafik Pengujian Kadar Air Optimum Setiap Variasi

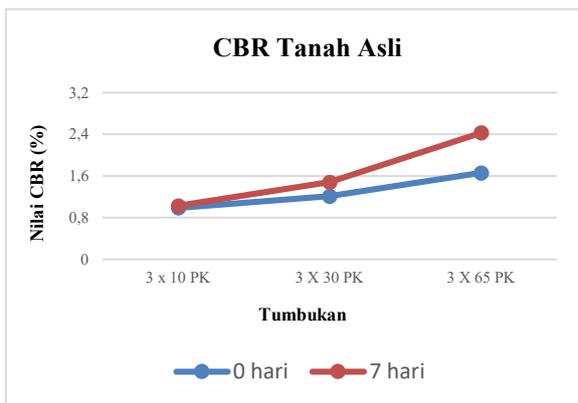
Kadar air yang telah diperoleh digunakan sebagai kadar air tambahan pada pengujian CBR dan berdasarkan variasinya masing-masing. Setiap penambahan air pada pengujian CBR tanah campuran sama seperti penambahan air pada pengujian CBR tanah.

### CBR (California Bearing Ratio) Tanah Asli

Nilai CBR yang diambil dari pengujian yaitu pada penururan 0,1inch dan 0,2inch. Untuk hasil pengujian CBR tanah asli ditunjukkan sebagai berikut:

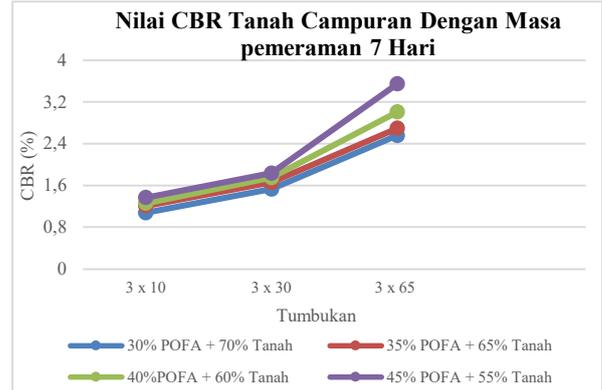
Tabel 9. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

Tumbukan	Waktu Pemeraman	
	0 Hari	7 Hari
3 x 10 pk	0,99	1,03
3 x 30 pk	1,21	1,48
3 x 65 pk	1,66	2,43



Gambar 6. Grafik Pengujian CBR Tanah Asli

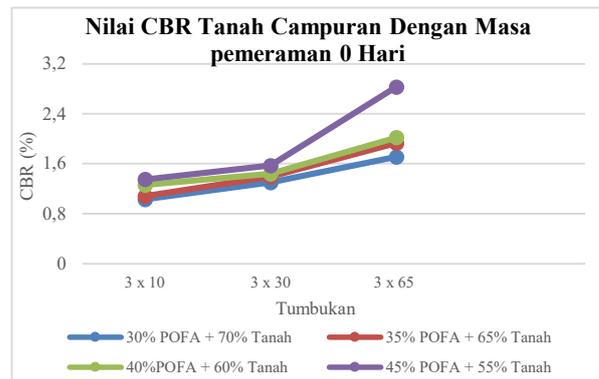
peningkatan nilai CBR, semakin lama pemeraman maka semakin tinggi CBR yang didapat, artinya nilai daya dukung tanah juga semakin meningkat. Nilai CBR tanah tertinggi yaitu 2,43% dengan lama pemeraman 7 hari dan pada 65 PK.



### Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tanah Campuran Dengan Masa Pemeraman 0 Hari

Sampel yang disiapkan untuk pemeraman 0 hari sebanyak 12 sampel dengan pembagian masing-masing sampel yaitu 30% POFA (3 sampel), 35% POFA (3 sampel), 40% POFA (3 sampel), 45% POFA (3 sampel). Untuk hasil pengujian ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pengujian CBR Campuran Pemeraman 0



Tumbukan	Hari			Campuran
	3 x 10	3 x 30	3x 65	
Nilai CBR (%)	1,03	1,30	1,71	30% POFA + 70% Tanah
	1,08	1,39	1,93	35% POFA + 65% Tanah
	1,26	1,44	2,02	40% POFA + 60% Tanah
	1,35	1,57	2,83	45% POFA + 55% Tanah

Gambar 7. Grafik Pengujian CBR Campuran Pemeraman 0 hari

### Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Campuran Dengan Masa Pemeraman 7 Hari

Tabel 11. Hasil Pengujian CBR Campuran Pemeraman 7 Hari

Tumbukan	Hari			Campuran
	3 x 10	3 x 30	3x 65	
Nilai CBR (%)	1,08	1,53	2,56	30% POFA + 70% Tanah
	1,21	1,66	2,70	35% POFA + 65% Tanah
	1,26	1,75	3,01	40% POFA + 60% Tanah
	1,37	1,84	3,55	45% POFA + 55% Tanah

Gambar 8. Grafik Pengujian CBR Campuran Pemeraman 7 hari

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tanah asli dan tanah campuran dengan penambahan POFA maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penambahan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) saringan tertahan No.100 lolos No.50 menunjukkan semakin besar penambahan POFA maka nilai berat isi kering maksimum semakin naik dan kadar air optimum semakin menurun.
2. Dilihat dari nilai CBR pada pemeraman 0 hari dengan nilai tanah sebesar 1,66% menjadi 2,83% setelah dilakukannya campuran POFA paling tinggi yaitu 45% dari berat tanah kering, dimana terjadi peningkatan sebesar 0,70 kalilipat dari nilai CBR tanah gambut. nilai CBR yang didapatkan pada pemeraman 7 hari dengan nilai tanah sebesar 2,43% menjadi 3,55% setelah dilakukannya campuran POFA paling tinggi yaitu 45% dari berat tanah kering, dimana terjadi peningkatan sebesar 0,46 kalilipat dari nilai CBR tanah gambut.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D4427-92.,2002. Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing. Amerika Serikat.
- Bowles, J.E. Johan K. Helnim. (1991). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. PT Erlangga. Jakarta.

Bowles, J.E. (1989), Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah, Erlangga. Jakarta.

Casagrande, A. 1948. Classification and Identification of Soils. Transactions ASCE, Vol. 113. pp. 901

Charles AN, F. F. (2015). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Palm Oil Fuel Ash (POFA). Pekanbaru: Universitas Riau.

Das Braja M., (1988). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I. Erlangga. Jakarta.

D. O. Dwina, N. Nazarudin, D. Kumalasari, and E. Fitriani, "Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan," *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil* vol. 10, pp. 24-32, 2021.

Hardiyatmo, H.C. (2006). Mekanika Tanah 1 Edisi Keempat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

SNI 1965-2008. (2008). Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 1964-2008. (2008). Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 3423 2008. (2008). Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 1744-2012. (2012). Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 03-1744-1989. (1989). Badan Standarisasi Nasional. Bandung

SNI 13-6793-2002. Badan Standarisasi Nasional. Bandung

Wesley, L. D. 1977. Mekanika Tanah (Cetakan ke VI). Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Widjaja, Andhi, I.P.G. 1988. Masalah Tanaman di Lahan Gambut. Makalah disajikan dalam pertemuan teknis penelitian usahatani menunjang transmigrasi. Cisarua. Bogor. 27-29 Februari 1988.