

Pengaruh Campuran *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) terhadap Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau dari Nilai CBR Tanah

Dhimas Cakrawisnu^{1*}, Dila Oktarise Dwina¹, Ade Nurdin² dan Oki Alfernando³

^{1,2} Prodi Teknik Sipil, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi-Ma. Bulian, KM.15, Mendalo Indah, Jambi

³ Prodi Teknik Kimia, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi-Ma. Bulian, KM.15, Mendalo Indah, Jambi

^{1,3} Pusat Unggulan IPTEK Bio-Geo Material Energy, Universitas Jambi

³ Pusat Studi Energi and Nano Material, LPPM, Universitas Jambi

Email: dcakrawisnu@gmail.com

Dikirim: 20 Desember 2021

Direvisi: 22 Januari 2022

Diterima: 31 Januari 2022

ABSTRAK

Provinsi Jambi memiliki lahan gambut terbesar di pulau Sumatera setelah Provinsi Riau dan Sumatera Selatan, sehingga dalam pemanfaatan lahan gambut sering mengalami permasalahan dalam pembangunan kontruksi maupun sarana transportasi karena memiliki sifat fisik dan daya dukung tanah yang rendah untuk memikul beban di atasnya. Salah satu metode untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah adalah dengan cara stabilisasi kimiawi. Campuran yang digunakan yaitu *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) hasil dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang telah disaring menggunakan saringan lolos No.20 dan tertahan No.30. Kandungan yang terdapat pada POFA dapat menutupi rongga pori pada tanah sehingga dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah. Variasi penambahan POFA sebesar 0%, 25%, 30%, 35%, dan 40% terhadap berat tanah kering dengan waktu pemeraman 0 hari dan 7 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan POFA dan lamanya waktu pemeraman yang dilakukan. Hasil pengujian tanah gambut yang berada di Desa Tangkit Baru Muaro Jambi termasuk ke dalam tanah yang memiliki daya dukung yang rendah dengan nilai CBR sebesar 2,43%. Nilai CBR tertinggi pada pencampuran POFA diperoleh pada persentase 40% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 4,14%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pada setiap penambahan variasi menunjukkan adanya kenaikan nilai CBR. Kemudian berdasarkan lamanya waktu pemeraman yang dilakukan, maka akan meningkatkan nilai daya dukung tanah.

Kata kunci: Tanah Gambut, Stabilisasi Kimiawi, POFA, CBR

1. PENDAHULUAN

Tanah gambut terbentuk dari beberapa timbunan material organik yang berasal dari sisa - sisa pohon, rerumputan, lumut, dan jasad hewan yang telah membusuk, menurut Andriesse (1988) tanah gambut di Indonesia terbentuk antara 6.800 - 4.200 tahun yang lalu. Tanah gambut memiliki kandungan organik yang tinggi sehingga tanah gambut memiliki nilai daya dukung tanah yang rendah dan pemampatan yang besar.

Desa Tangkit Baru yang berada di Kabupaten Muaro Jambi merupakan salah satu daerah yang memiliki jenis tanah gambut. Tanah gambut di daerah ini sering mengalami permasalahan ketika akan dilakukannya pembangunan infrastruktur di daerah tersebut, dikarenakan tanah gambut memiliki sifat tanah yang lunak sehingga menjadikan sifat fisik dan daya dukung tanah yang rendah untuk menahan beban di atasnya, dikhawatirkan dengan daya dukung tanah yang rendah dapat mengakibatkan penurunan (settlement) tanah yang besar dan dapat mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur tersebut. Dari permasalahan yang ada perlu dilakukan metode penyelidikan dan penelitian untuk mengetahui sifat karakteristik tanah gambut agar dapat membangun kontruksi diatas lahan gambut.

Salah satu metode untuk memperbaiki tanah adalah dengan cara stabilisasi tanah. Penambahan bahan campuran dalam stabilisasi tanah telah lama dikembangkan karena stabilisasi dengan cara ini memiliki keunggulan sendiri jika di dibandingkan dengan mengganti material baru yaitu lebih ekonomis. Stabilisasi tanah menurut Panguriseng (2018) merupakan usaha untuk memperbaiki atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan. Dilakukannya usaha - usaha perbaikan tanah guna meningkatkan nilai daya dukung tanah salah satunya dengan cara stabilisasi kimiawi dengan menggunakan *bottom ash* abu tandan kelapa sawit (Dwina et al., 2021). Metode stabilisasi kimiawi merupakan penambahan

kekuatan dan daya dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat – sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, *bottom ash*, *fly ash*, dan kapur.

Penambahan campuran *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) terhadap tanah gambut merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah dengan cara kimiawi. POFA dihasilkan dari limbah sawit berupa tandan kosong, sabut, dan batok atau cangkang sawit yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel (boiler) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas. Uap dari boiler dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dan untuk merebus TBS sebelum diolah di dalam pabrik (Endriani, 2021).

Abu limbah kelapa sawit atau sering disebut POFA merupakan masalah bagi industri kelapa sawit karena memerlukan lahan pembuangan yang luas. Jumlah POFA yang terus meningkat setiap tahunnya dan sampai sekarang masih kurang dimanfaatkan sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Salah satu cara menekan jumlah POFA ialah dengan memanfaatkannya sebagai material bahan tambah stabilisasi tanah. Hasil penelitian Yuliana et al. (2014) bahwa kandungan terbesar komposisi kimia pada POFA yaitu senyawa silika (SiO_2) di mana kandungan ini dapat difungsikan sebagai pengikat atau pengganti semen. Menurut Tangchirapat et al (2007), POFA yang telah disaring menggunakan saringan No. 16 (1,18 mm) yang telah terpisah dari serabut dan arangnya disebut sebagai original POFA. Penelitian yang dilakukan (Nazarudin dan murdani (2020) bahwa semakin lama waktu pemeraman dan semakin besar persentase penambahan POFA dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Hasil CBR tertinggi didapatkan pada persentase 35% dengan pemeraman selama 28 hari sebesar 5,36%.

Penelitian ini menggunakan campuran POFA yang telah disaring menggunakan saringan lolos No.20 dan tertahan No.30. Tujuannya adalah untuk melihat karakteristik tanah gambut di daerah Desa Tangkit Baru Kabupaten Muaro Jambi dan pengaruh penambahan persentase POFA berdasarkan lamanya waktu pemeraman terhadap peningkatan nilai CBR tanah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Laboratorium Bahan Kontruksi Kota Jambi. Sedangkan untuk pengambilan sampel tanah di Desa Tangkit Baru Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 di bawah ini:



Gambar 1. UPTD Laboratorium Bahan Kontruksi **Gambar 2.** Desa Tangkit Baru Kabupaten Muaro Jambi

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian sifat fisis tanah dan pengujian mekanis tanah. Pengujian karakteristik sifat fisis yang dilakukan seperti pengujian kadar air, berat jenis, batas atterberg (konsistensi tanah), analisa saringan, kadar abu dan bahan organik. Sedangkan untuk pengujian karakteristik mekanis meliputi uji pemadatan standar dan uji CBR (California Bearing Ratio). Kemudian penelitian ini dilanjutkan dengan pemeraman benda uji selama 0 dan 7 hari.

Dari hasil penelitian, sifat fisis dan mekanis tanah akan disajikan dalam bentuk tabel, angka dan grafik secara sistematis, untuk melihat perbandingan penambahan persentase campuran POFA dengan lamanya waktu pemeraman. POFA yang digunakan berasal dari PT. Sumbertama Nusapertiwi di kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi, yang telah disaring menggunakan saringan lolos No.20 dan tertahan No.30 bertujuan untuk melihat pengaruh gradasi POFA yang lebih halus terhadap stabilisasi tanah. Sebelum melakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dalam penelitian ini, beberapa sampel perlu dipersiapkan terlebih dahulu, kemudian ditentukan untuk setiap masing-masing pengujian. Untuk lebih jelas jumlah sampel setiap variasi campuran yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel 1. Jumlah sampel pengujian sifat fisis tanah

No	Pengujian	Jumlah sampel
1	Kadar air	4 sampel
2	Berat jenis	2 sampel
3	Batas batas <i>Atterberg</i>	
	a. Batas cair	4 sampel
	b. Batas plastis	2 sampel
4	Analisa saringan	2 sampel
5	Kadar abu	2 sampel
6	Kadar organik	2 sampel
	Jumlah	18 sampel

Tabel 2. Jumlah sampel pengujian sifat mekanis tanah

No	Keterangan variasi	Nama pengujian	
		Pemadatan	CBR
1	Tanah gambut	5 sampel	3 sampel
2	75% Tanah gambut + 25% POFA	5 sampel	3 sampel
3	70% Tanah gambut + 30% POFA	5 sampel	3 sampel
4	65% Tanah gambut + 35% POFA	5 sampel	3 sampel
5	60% Tanah gambut + 40% POFA	5 sampel	3 sampel
	Jumlah	25 sampel	15 sampel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian kadar air dengan mengambil 4 (empat) sampel tanah diperoleh kadar air rata-rata sebesar 510,983%. Verry et al. (2011) menyatakan air yang terkandung dalam tanah gambut bisa mencapai 300-3.000% bobot keringnya, jauh lebih tinggi dibanding dengan tanah mineral yang kemampuan menyerap airnya hanya berkisar 20-35% bobot keringnya. Sedangkan menurut Dariah et al. (2014) bahwa kandungan air tanah gambut berkisar 100 – 3000% bobot aslinya. Dari kedua pendapat tersebut dapat ditarik kesimpulan kadar air tanah gambut berkisar antara 300 – 1300%. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air diperoleh hasil sebesar 510,983% di mana tanah tersebut tergolong tanah gambut karena memiliki kadar air yang berada pada rentang 300 – 1300% yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian kadar air

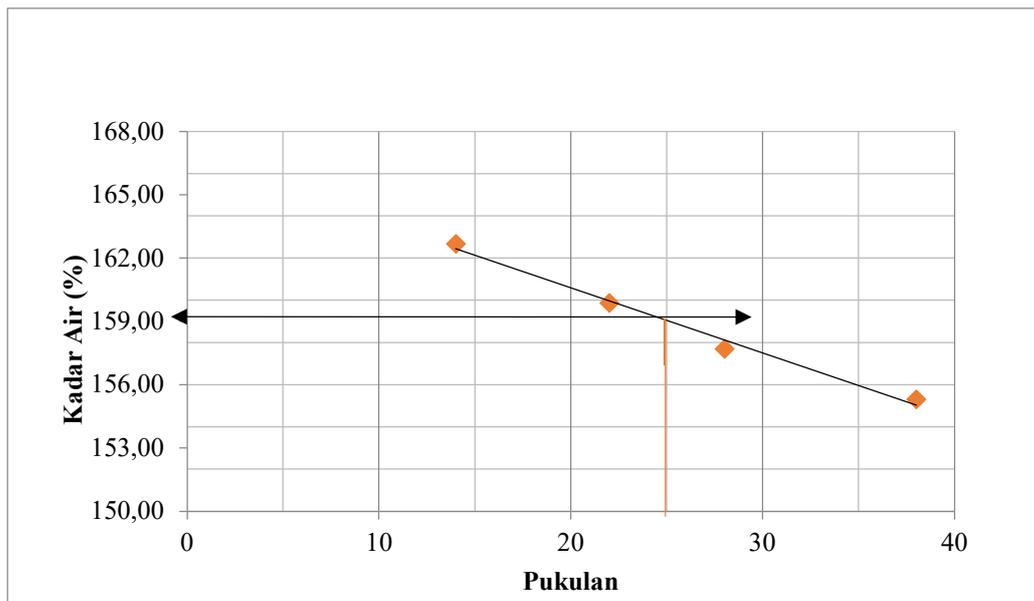
Nomor Cawan	V	X	R	L
Kadar air	472,555%	531,420%	506,452%	515,515%
Rata-rata	510,983%			

Pengujian berat jenis didapat nilai rata-rata sebesar 1,496, Menurut Wesley (2017) dapat disimpulkan tanah tersebut tergolong jenis tanah gambut karena nilai berat jenis <2. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Pengujian Berat Jenis

Nomor Piknometer	I	J
Berat Jenis	1.495	1.497
Rata-rata	1,496	

Berdasarkan Gambar 1 di bawah ini dapat di tarik garis pada pukulan 25 sehingga diperoleh hasil batas cair (LL) sebesar 159,053%. Pada pengujian batas plastis diperoleh hasil perhitungan nilai kadar air rata-rata batas plastis (PL) sebesar 84,88%. Dari kedua hasil pengujian batas cair dan batas plastis, maka dapat diketahui nilai indeks plastisitas sebesar 74,17% dipaparkan pada Tabel 5. Menurut Bowles (1997) tanah tersebut termasuk jenis tanah dengan plastisitas tinggi dan bersifat kohesif karena nilai indeks plastisitasnya >35%.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian batas – batas konsistensi tanah

Tabel 5. Hasil pengujian batas - batas konsistensi atterberg tanah gambut

Batas – batas Konsistensi Atterberg							Indeks plastisitas (IP) (LL- PL)
Banyak pukulan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)		
	38	28	22	14	N	W	74,17
Nomor cawan	J	3	9	D			
Kadar air	155,31	157,70	159,88	162,68	87,50	82,26	84,88

Pengujian Analisa saringan bertujuan untuk mengetahui pembagian butiran dari suatu contoh tanah yang tertahan saringan, serta melihat persentase yang lolos saringan No.200. Tanah gambut disaring dengan menggunakan saringan No. 200. Tanah yang digunakan pada pengujian ini menggunakan tanah kering oven dengan berat 500 gram dan hasilnya didapat bahwa seluruh butiran tanah gambut lolos saringan No. 200 lebih dari 50% tanah termasuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus. Berdasarkan hasil pengujian kadar abu dan kadar organik maka dapat diperoleh persentase kadar abu sebesar 12,38% (Tabel 6). Untuk nilai 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.

Tabel 6. Pengujian kadar abu dan kadar organik

Berat abu + cawan	88,29 gram
Berat abu	0,88 gram
Nilai kadar abu	12,38 %

3.2 Klasifikasi Tanah

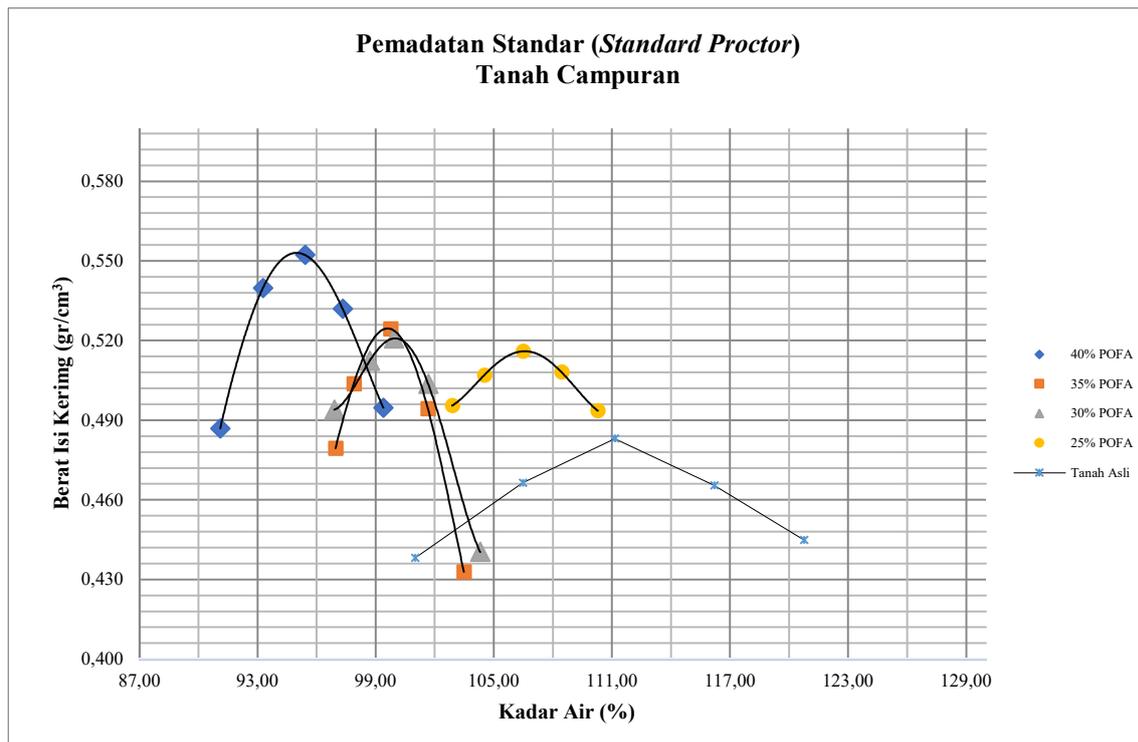
Karakteristik tanah gambut pada daerah Desa Tangkit Baru Kabupaten Muaro Jambi dilihat berdasarkan klasifikasi USCS tanah termasuk tanah kategori kadar organik yang sangat tinggi sedangkan system AASHTO tanah termasuk tanah gambut golongan A-8 merupakan golongan tanah organik tinggi. Jika tanah diklasifikasikan menurut NAVFAC DM-7.1 tanah ini dapat disimpulkan termasuk ke dalam jenis tanah gambut berserat (kayu, dll). Apabila dilihat dari kadar abu tanahnya menurut ASTM D4427 – 92 (2002) tanah tersebut termasuk tanah gambut medium ash peat. Untuk klasifikasi hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air	510,983%
3	Berat jenis	1,496
5	Konsistensi tanah	
	a. Batas cair	158,57%
	b. Batas plastis	84,88%
	c. Indeks plastisitas	73,69%
6	Analisa saringan	
	a. Persentase lolos No.200	100%
	b. Persentase tertahan No.200	0%
8	Kadar abu	12,38%
9	Kadar organik	87,62%

3.3 Pengujian Mekanis Tanah

Pengujian pemadatan standar berfungsi untuk mendapatkan nilai kadar air dan berat volume kering atau kepadatan maksimum. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pemadatan dengan masing – masing penambahan variasi tanah gambut asli, POFA 25% + 75% tanah gambut, POFA 30% + 70% tanah gambut, POFA 35% + 65% tanah gambut, POFA 40% + 60% tanah gambut. Dapat dilihat pada Tabel 8 semakin besar persentase POFA akan menaikan nilai berat isi kering tanah. Hal ini di karenakan POFA dapat mengisi rongga – rongga tanah yang berisi udara sehingga tanah menjadi lebih padat. Untuk hasil pengujian pemadatan dapat di lihat pada Gambar 2. Nilai kadar air optimum dan berat isi kering pemadatan dengan masing - masing varasi penambahan POFA dapat di lihat pada Tabel 8 berikut.



Gambar 2. Hasil pengujian pemadatan tanah gambut dan tanah campuran

Tabel 8. Nilai kadar air optimum dan berat isi kering pemadatan

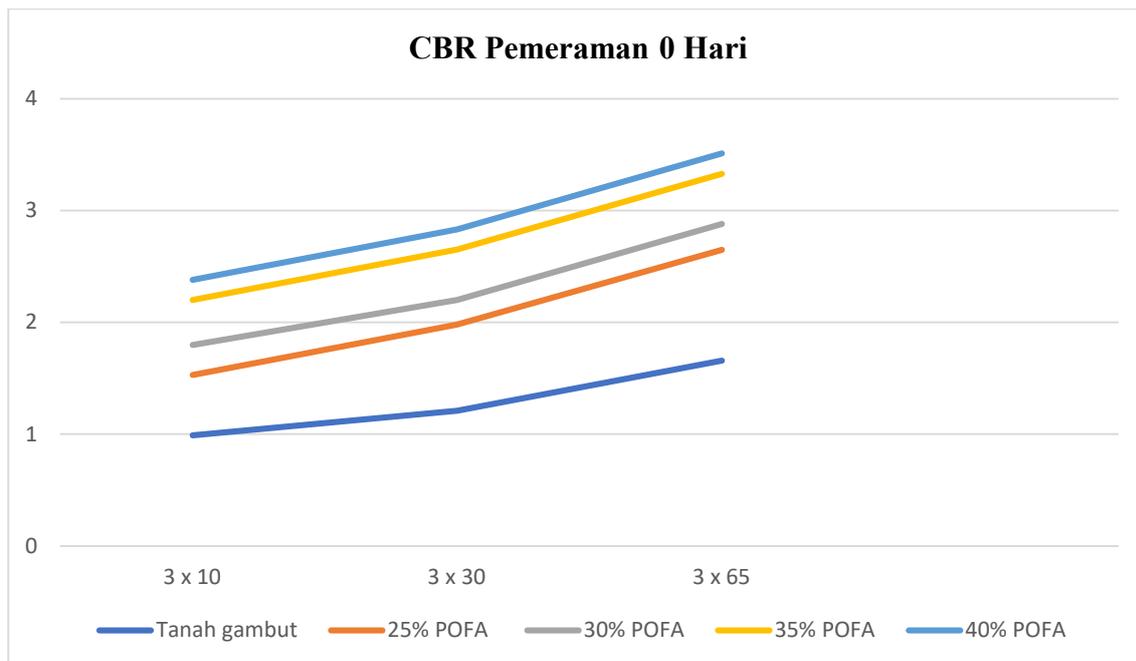
No	Variasi	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar air optimum (%)
1	40% POFA + 60% Tanah Gambut	0,552	95,40
2	35% POFA + 65% Tanah Gambut	0,524	99,76
3	30% POFA + 70% Tanah Gambut	0,521	99,92
4	25% POFA + 75% Tanah Gambut	0,516	106,49
5	Tanah gambut	0,483	111,15

Berdasarkan penambahan persentase POFA dan lamanya waktu pemeraman, akan dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah atau nilai CBR. Hal ini disebabkan dapat membuat terisinya rongga pori pada tanah gambut sehingga mengakibatkan terjadinya sifat saling mengikat antar butir-butirnya semakin besar yang kemudian menghasilkan stabilitas yang tinggi. Terisinya pori-pori tanah juga dapat memperkecil terjadinya rembesan pada campuran POFA dan semen yang berdampak pada berkurangnya potensi kembang susut.

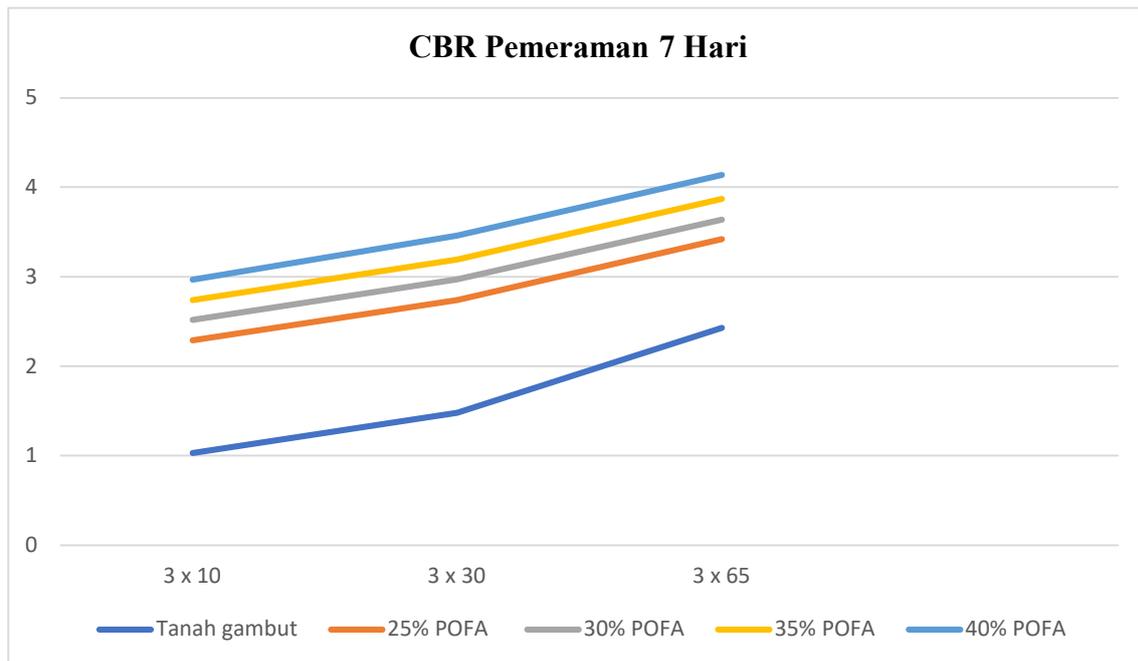
Hasil pengujian CBR pada pemeraman 0 hari menghasilkan nilai CBR tanah gambut sebesar 1,66%, dengan penambahan POFA 40% nilai CBR menjadi 3,51%, maka peningkatan nilai CBR pada pemeraman 0 hari sebesar 111,44%. Untuk pemeraman 7 hari nilai CBR tanah gambut sebesar 2,43%, pada penambahan persentase POFA 40% nilai CBR tanah menjadi 4,14%, maka nilai CBR tanah gambut mengalami peningkatan sebesar 70,37%. Untuk lebih detail melihat hasil pengujian CBR dapat di lihat pada Tabel 9, Gambar 3 dan 4 berikut:

Tabel 9. Nilai CBR Tanah Gambut dan Tanah Campuran

Lama Pemeraman	Jumlah PK	Tanah Asli	25% POFA	30% POFA	35% POFA	40% POFA
0 hari	10	0,99	1,53	1,80	2,20	2,38
	30	1,21	1,98	2,20	2,65	2,83
	65	1,66	2,65	2,88	3,33	3,51
7 hari	10	1,03	2,29	2,52	2,74	2,97
	30	1,48	2,74	2,97	3,19	3,46
	65	2,43	3,42	3,64	3,87	4,14



Gambar 3. Grafik kenaikan nilai CBR pada pemeraman 0 hari



Gambar 4. Grafik kenaikan nilai CBR pada pemeraman 7 hari

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian stabilisasi tanah gambut menggunakan campuran POFA adanya terjadi peningkatan nilai CBR tanah dengan banyaknya penambahan persentase POFA dan lamanya waktu pemeraman. Diperoleh pada pemeraman 0 hari nilai CBR tanah gambut mengalami peningkatan sebesar 111,44% dari nilai awal CBR tanah gambut sebesar 1,66% sedangkan untuk pemeraman 7 hari terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 70,37% dari nilai awal CBR tanah gambut sebesar 2,43%. Peningkatan ini terjadi dikarenakan adanya senyawa silika pada POFA yang mengakibatkan sifat saling mengikat antara butir – butir tanah dan terisinya rongga pori sehingga dapat menaikkan nilai stabilitas tanah semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriesse, J. P. (1988). Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bulletin (FAO)*, 59.
- Bowles, J. E. (1997). *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2*. Erlangga.
- Dariah, A., Maftuah, E., & Maswar. (2014). *Karakteristik Lahan Gambut. Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*, 14.
- Dwina, D. O., Nazarudin, Kumalasari, D., & Fitriani, E. (2021). Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 10, 24–32.
- Endriani, D. (2021). *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung Dan Kuat Tekan Pada Tanah Lempung Ditinjau Dari Uji UCT Dan CBR Laboratorium*. Universitas Sumatera Utara
- Nazarudin, D., & Murdani. (2020). *Analisis Stabilisasi Tanah Gambut dengan Menggunakan Campuran POFA (Palm Oil Fuel Ash) Ditinjau dari Nilai CBR (California Bearing Ratio)*. Universitas Jambi.
- Panguriseng, D. (2018). *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Pustaka AQ.
- Tangchirapat, W., Saeting, T., Jaturapitakkul, C., Kiattikomol, K., & Siripanichgorn, A. (2007). Use of waste ash from palm oil industry in concrete. *Waste Management (New York, N.Y.)*, 27(1), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.12.014>
- Verry, E. S., Boelter, D. H., Päivänen, J., Nichols, D. S., Malterer, T., & Gafni, A. (2011). *Physical Properties of Organic Soils*. 42.
- Wesley, L. D. (2017). *Mekanika Tanah*. Pekerjaan Umum.
- Yuliana, R., Muhandi, M., & Fatnanta, F. (2014). Karakteristik Fisis Dan Mekanis Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Dalam geoteknik. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 1(1), 1–13.