

Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan POFA (Palm Oil Fuel Ash) Dan Semen Terhadap Indeks Properti Tanah

Niken Tasya Clara Putri¹, Dila Oktarise Dwina^{1*}, Nazarudin², Dyah Kumalasari¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jambi, Jalan Tribrata KM 11 Pondok Meja, Mestong, Jambi 36364

²Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jambi, Jalan Tribrata KM 11 Pondok Meja, Mestong, Jambi 36364

*E-mail: diladwina@unja.ac.id

Abstrak

Provinsi Jambi termasuk salah satu provinsi pemroduksi sawit terbesar, oleh karena itu dibutuhkan pemanfaatan atau pengelolaan limbah abu sawit agar tidak menumpuk dan memperkecil timbulnya masalah terhadap lingkungan. Salah satunya adalah pemanfaatan POFA (Palm Oil Fuel Ash) sebagai material stabilisasi tanah. Material yang dapat di jadikan alternatif sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah pada campuran POFA ini adalah semen dimana material tambahan semen dimana bila ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan dapat mempengaruhi nilai fisik dan mekanis tanah. Dalam penelitian ini digunakan variasi campuran yang digunakan untuk tanah gambut yaitu 20% POFA + 9% semen, 25% POFA + 9%semen, 30% POFA + 9% semen, dan 35% POFA + 9% semen terhadap berat kering tanah gambut dengan pemeraman 0,7,14, 28 hari untuk indeks properti. Pada pengujian indeks properti terdapat uji kadar air, berat jenis, batas-batas atterberg. Pada pengujian kadar air variasi 100% tanah hingga variasi 65% tanah, kadar air pada 0 hari hingga 28 hari mengalami pengurangan terus menerus. Begitu juga pada atterberg, pada variasi 100% tanah hingga variasi 65% tanah, pada uji 0 hari hingga 28 hari juga mengalami pengurangan nilai indeks plastisitasnya. Berbeda dengan kadar air dan atterberg, nilai pengujian berat jenis dari tanah asli meningkat setelah penambahan variasi namun pemeraman tidak mempengaruhi nilai dari berat jenis tersebut.

Kata kunci: Stabilisasi tanah, POFA, Semen, Indeks tanah

1. Pendahuluan

Transportasi Provinsi Jambi menjadi salah satu daerah dengan lahan gambut terluas di Indonesia dimana menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian kota Jambi (2018), Provinsi Jambi memiliki luas lahan gambut sebesar 716.839 hektar dan merupakan penyebaran lahan gambut ketiga terluas di Pulau Sumatera setelah Sumatra Selatan dan Riau. Penerapan penggunaan lahan tanah gambut untuk penunjang infrastruktur atau sarana transportasi sedikit memiliki kendala dimana tanah gambut sendiri memiliki kekurangan terhadap sifat fisik dan mekanis tanah yang mengakibatkan daya dukung tanah gambut sendiri relatif rendah dalam menahan beban diatasnya (Nugroho, 2008). Jika suatu tanah di lapangan mempunyai nilai indeks properti tanah yang tidak baik serta nilai CBR tidak terpenuhi maka akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanis dari tanah itu sendiri, untuk itu dibutuhkan usaha dalam perbaikan tanah gambut

ini agar dapat menahan beban diatasnya dengan baik serta mempermudah akses transportasi.

Beberapa usaha perbaikan tanah gambut yang sering dilakukan yaitu salah satunya stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Umumnya metode yang sering digunakan untuk stabilitas tanah gambut adalah stabilisasi kimiawi. Stabilisasi kimiawi adalah usaha memperbaiki sifat tanah dengan mencampurkan tanah asli menggunakan bahan-bahan yang bereaksi dengan mineral tanah seperti semen, kapur, aspal, abu terbang, abu dasar, dan abu sekam padi, sehingga memungkinkan adanya reaksi kimia serta menghasilkan senyawa baru yang lebih stabil dibandingkan senyawa asal tanah (Charlie, 2018).

Salah satu material yang dapat dicampur dengan tanah gambut untuk distabilitas adalah abu bahan bakar kelapa sawit (palm oil fuel ash) atau

disebut dengan POFA. POFA merupakan salah satu residu yang dihasilkan dalam proses pembakaran kelapa sawit dimana abu yang dihasilkan ada 2 jenis abu, yaitu abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Fly ash adalah padatan sisa pembakaran yang terbawa bersama gas buang dan ditangkap oleh alat pengendali udara sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Sedangkan bottom ash merupakan padatan dari sisa pembakaran biomassa yang keluar dari tungku dasar boiler (Endriyani, 2012). Limbah POFA cukup besar terproduksi tiap tahunnya di Provinsi Jambi. Berdasarkan data Kementerian Pertanian tahun 2017, luas area perkebunan kelapa sawit di Provinsi Jambi mencapai 1,8 juta hektar dengan areal yang ditanami sawit 791.025 hektar, dimana dari luasan 791.025 hektar tanaman kelapa sawit yang produktif baru mencapai 570.424 hektar. Dengan lahan sebesar 570.424 hektar dapat memproduksi kelapa sawit serta limbah abu pembakaran kelapa sawit dengan jumlah yang cukup besar. Pembakaran kelapa sawit ini berlangsung terus menerus maka pemroduksian abu dari pembakaran tersebut akan terus bertambah pula, oleh karena itu dibutuhkan pemanfaatan atau pengelolaan limbah abu tersebut agar tidak menumpuk dan memperkecil timbulnya masalah terhadap lingkungan.

Material yang dapat di jadikan alternatif sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah pada campuran POFA ini adalah semen. Semen dapat didefinisikan sebagai suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus, bila ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat (Novita, 2018). Material tambahan semen ini diharapkan selain dapat mempengaruhi nilai fisik dan mekanis tanah, juga dapat mempermudah penerapannya di lapangan pada proses pencampuran.

Berdasarkan rumusan masalah dapat ditarik tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisik tanah gambut pada Provinsi Jambi khususnya di daerah Kumpe Ulu, Muaro Jambi dan mengetahui pengaruh

penambahan POFA dan semen dengan variasi yang berbeda-beda pada tanah gambut terhadap indeks properti tanah.

2. Landasan Teori

2.1. Tanah Gambut

Tanah menurut Sarief (1986) adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik pelapukan sisa tumbuhan dan hewan yang merupakan medium pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan. Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari penumpukan sisa dari tumbuhan yang setengah membusuk atau mengalami dekomposisi yang tidak sempurna (Fatma, 2015). Tanah gambut terkandung bahan organik yang cukup tinggi karena bahan bakunya merupakan sisa dari tumbuhan, seperti lumut dan pepohonan serta sisa dari binatang yang telah mati.

2.2. POFA (Palm Oil Fuel Ash)

Abu sawit yang disebut juga dengan Palm Oil Fuel Ash (POFA) adalah material yang dihasilkan dari pembakaran limbah padat kelapa sawit dengan suhu sekitar 800 - 1.000°C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit (Tangchirapat, 2009). Pembakaran ini menghasilkan 2 jenis abu yaitu bottom ash (abu dasar) dan fly ash (abu terbang). Fly ash merupakan padatan dari sisa pembakaran yang terbawa bersama gas buang dan ditangkap oleh alat pengendali udara sebelum dibuang ke udara melalui cerobong. Sedangkan bottom ash merupakan padatan dari sisa pembakaran biomassa yang keluar dari tungku dasar boiler (Endriyani, 2012).

Kandungan terbesar yang ada pada POFA adalah SiO₂ (silika) dimana kandungan ini dapat difungsikan sebagai pengikat. Dalam bidang teknik sipil seperti dalam mendesain beton mutu tinggi, POFA dimanfaatkan sebagai tambahan bahan pengeras, oleh karna itu beberapa ahli sipil

meneliti POFA sebagai bahan pengisi dalam lapisan perkerasan, bahan stabilitas campuran pada tanah, dan lainnya (Sulistianingsih, 2018). POFA merupakan hasil pembakaran dari bahan organik berupa sawit yang membuat limbah dari pembakaran sawit itu sendiri bisa dikatakan tidak terlalu berbahaya tetapi masih bisa memunculkan masalah pada lingkungan jika limbah menumpuk berlebihan, maka dari itu dibutuhkan pengolahan limbah POFA ini agar tidak menumpuk berlebihan.

2.3. Semen

Menurut Novita (2018), Semen dapat diartikan suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus, bila ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat dan mempercepat proses penyatuannya. Bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur yang mempunyai rumus CaCO_3 (Calcium Carbonat), pasir silica yang memiliki rumus SiO_2 (Silicon Dioksida), tanah liat yang digunakan pada produksi semen adalah $\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan pasir besi yang memiliki rumus kimia Fe_2O_3 (Ferri Oksida). PCC (Portland Composite Cement) adalah semen dari hasil penggilingan terak semen portland, gipsum, dan satu atau lebih bahan anorganik, untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, plesteran, selokan, pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, dan paving block. Tipe semen ini merupakan tipe yang tersedia di pasaran paling banyaknya.

2.4. Pengujian Laboratorium

2.4.1. 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. Perhitungan kadar air pun menurut SNI 1965-2008 adalah :

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_3 - W_4} \times 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

W = kadar air, (%)

W_1 = berat cawan dan tanah basah (gram)

W_2 = berat cawan dan tanah kering (gram)

W_3 = berat cawan (gram)

$(W_1 - W_2)$ = berat air (gram)

$(W_2 - W_3)$ = berat tanah kering (gram)

2.4.2 Pengujian berat jenis

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 :

$$\text{Berat jenis (Gs)} = \frac{W_t}{W_5 - W_3} \quad (2)$$

Dimana :

W_2 = Berat piknometer + contoh (gram)

W_1 = Berat piknometer (gram)

W_t = Berat tanah ($W_2 - W_1$) (gram)

W_3 = Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20°C (gram)

W_4 = Berat piknometer + air pada 20°C (gram)

W_5 = $W_t + W_4$ (gram)

2.4.3 Pengujian batas atterberg

Pengujian pada batas atterberg ini terdapat dua pengujian yaitu batas cair dan batas plastis. Batas cair didefinisikan sebagai kadar air yang paling rendah dimana tanah berada dalam keadaan cair atau suatu keadaan dimana tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis dan penentuan batas cair tanah di lakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari lapangan. Nilai batas cair bisa didapat dari grafik hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan, atau bisa dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase kadar air} = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering oven}} \times 100\%$$

$$LL = W_n (N/25)^{0,121} \quad (3)$$

Uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah bertujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan

plastis, dan angka indeks plastisitas suatu tanah (SNI 1966-2008). Batas plastisitas merupakan batas antara keadaan plastis dengan semi solid dari tanah. Nilai dari batas plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Angka indeks plastisitas tanah merupakan selisih angka batas cair (liquid limit, LL) dengan batas plastis (plastic limit, PL), dimana rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Indeks plastisitas (PI)} = \text{batas cair (LL)} - \text{batas plastis (PL)} \quad (4)$$

2.4.4 Pengujian analisa saringan

Menurut SNI 3423-2008, uji analisa saringan ini dilakukan untuk mendapatkan gradasi tanah pada klasifikasi tanah bagi perencanaan maupun pengawas lapangan. Cara uji 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). Saringan dengan ukuran lubang besar diletakkan di atas saringan yang mempunyai ukuran lubang lebih kecil. Penggunaan saringan lainnya mungkin saja diperlukan, tergantung contoh dan spesifikasi bahan yang di uji.
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.

3. Metode penelitian

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada proposal ini merupakan metode penelitian eksperimen, dimana metode penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap

variabel bebas tersebut (Kerlinger, 2006). Menurut Isaac dan Michael (1977), tujuan penelitian eksperimen adalah untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan. Pada penelitian ini melakukan eksperimen untuk melihat apakah ada pengaruh dari tanah gambut apabila di stabilisasikan dengan penambahan bahan campuran berupa POFA dan semen terhadap indeks properti tanah dan CBR.

3.2 Variable Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh seorang peneliti dengan tujuan untuk dipelajari sehingga didapatkan informasi mengenai hal tersebut dan ditariklah sebuah kesimpulan (Alihamdan, 2018), jadi pada umumnya variabel penelitian ini merupakan inti sebab yang menjadi objek penelitian. dimana variabel pada penelitian ini :

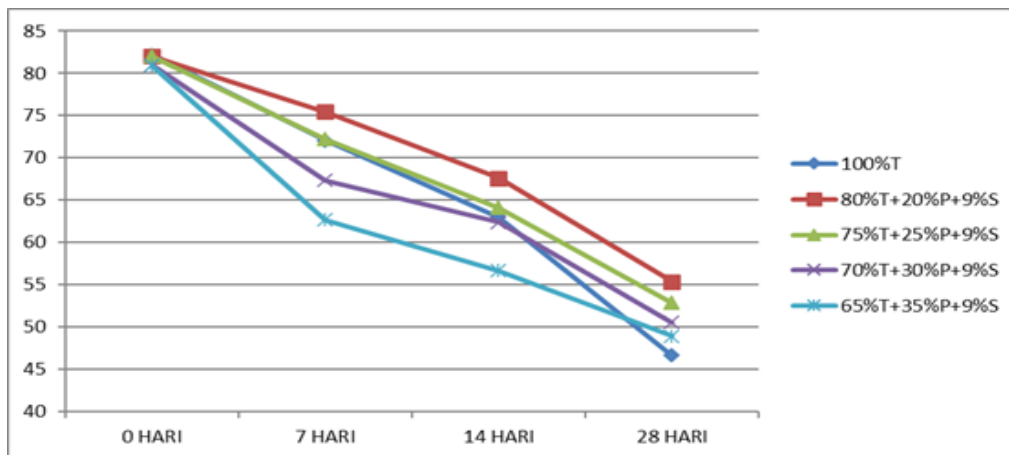
- a. Variabel bebas : persentase penambahan campuran POFA + semen, waktu pemeraman selama 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk indeks properti tanah, dan waktu perendaman selama 4 hari untuk CBR.
- b. Variabel terikat : pengujian laboratorium berupa uji indeks properti tanah (kadar air, berat spesifik, batas cair, batas plastis)

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu ada tahap sebelum eksperimen atau alur penelitian dan tahap eksperimen.



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Grafik pengaruh nilai kadar air terhadap penambahan POFA dan semen serta waktu pemeraman

4.2. Pengaruh Penambahan POFA dan Semen terhadap Berat Jenis

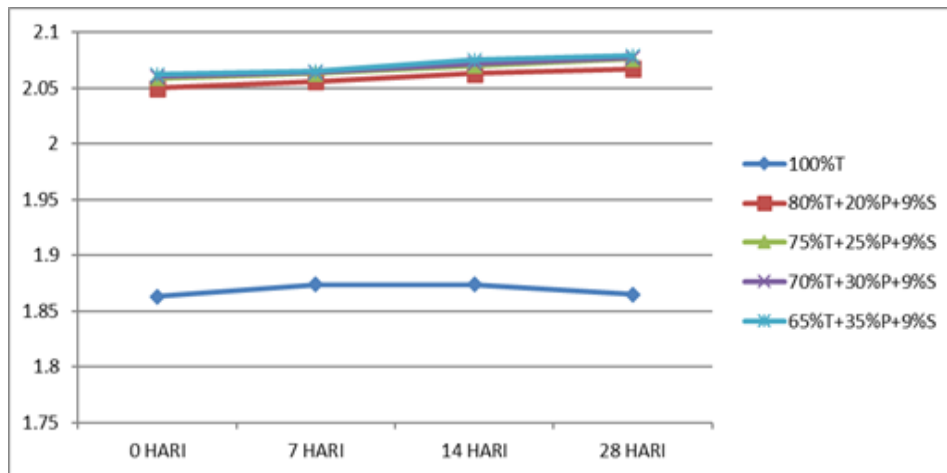
Pada berat jenis, dapat dianalisa bahwa terjadi perubahan antara berat jenis tanah asli dan berat jenis tanah dengan penambahan POFA dan semen. Perubahan yang terjadi pada tanah tersebut adalah nilai berat jenisnya naik, dimana nilai berat jenis ini naik akibat adanya reaksi

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Penambahan POFA dan Semen terhadap Kadar Air

Pengujian indeks properti tanah berupa pengujian kadar air tanah, berat jenis, dan atterberg dengan variasi penambahan POFA, semen, dan lama waktu pemeraman. Pada tiap tanah dengan penambahan variasi POFA semen maupun tanah asli terjadi penurunan nilai kadar air tiap pemeramannya. Nilai kadar air mula – mula (pada 0 hari) tidak memiliki perbedaan yang terlalu signifikan, namun pada pemeraman 7,14, hingga 28 hari terjadi penurunan yang beragam dan sedikit berbeda dari tanah asli. Pengaruh dari nilai kadar air ini menurun ialah akibat penguapan yang terjadi saat pemeraman waktu yang telah ditentukan, serta perbedaan penurunan nilai kadar air dari tiap variasi terjadi akibat adanya reaksi antara tanah, POFA, dan semen dalam kesatuan material tersebut, seperti yang terlihat di gambar 2.

yang terjadi antara tanah, POFA, dan semen dalam satu kesatuan material, namun pemeraman waktu tidak mempengaruhi nilai pada tanah dengan penambahan POFA semen maupun tanah asli, dapat dilihat dari grafik bahwa nilai tidak terjadi perubahan yang signifikan pada tiap pemeraman waktunya.

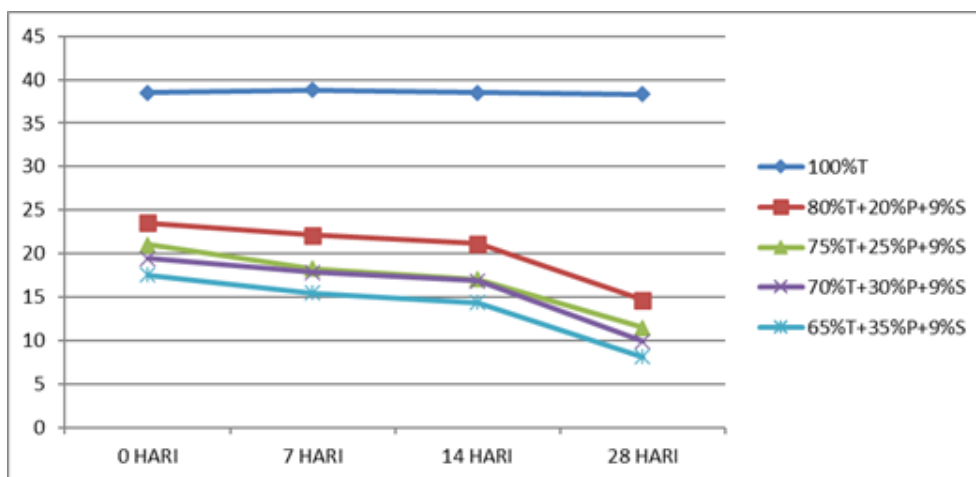


Gambar 3. Grafik pengaruh nilai berat jenis terhadap penambahan POFA dan semen serta waktu pemeraman

4.3. Pengaruh Penambahan POFA dan Semen terhadap Batas Atterberg

Pada atterberg, dapat dianalisa bahwa terjadi perubahan antara indeks plastisitas tanah asli dan indeks plastisitas tanah dengan penambahan POFA dan semen. Perubahan yang terjadi pada tanah tersebut adalah nilai indeks plastisitas menurun saat presentase POFA bertambah dan saat pemeraman terjadi.

Perubahan ini terjadi akibat adanya reaksi yang terjadi antara tanah, POFA, dan semen dalam satu kesatuan material dalam pemeraman waktu yang telah ditentukan. Selain itu juga pada indeks plastisitas ini tidak jauh dengan kadar air, maka kadar air dari tiap pemeraman dan jenis variasi tanah pun juga mempengaruhi nilai indeks plastis.



Gambar 4. Grafik pengaruh nilai indeks plastisitas terhadap penambahan POFA dan semen serta pemeraman waktu.

.Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah yang di ambil dari PT.PIL Dusun Pematang Bedato Teluk Raya, Kumpeh Hulu Muaro

Jambi maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji sifat fisik tanah asli didapat kadar air sebesar 82,192%, berat jenis sebesar 1,86, analisa saringan lolos No.200

sebesar 99,8%, dan memiliki indeks plastisitas sebesar 38,52%. Dengan mengkombinasi beberapa tabel dan sistem klasifikasi tanah, dapat disimpulkan bahwa tanah ini diklasifikasikan tanah gambut.

2. Pada pengujian sifat fisik tanah yang berpengaruh terhadap masa pemeraman adalah nilai kadar air dan indeks plastisitas, hal ini bisa diakibatkan terjadinya penguapan selama masa pemeraman yang mempengaruhi nilai kadar air dari kedua pengujian ini serta terjadinya reaksi antara tanah, POFA, dan semen dalam satu kesatuan. Nilai kadar air semakin lama diperam semakin kecil, begitu juga indeks plastisitas semakin lama diperam nilai semakin kecil. Sedangkan pada berat jenis pada masa pemeraman tidak berpengaruh terhadap hasil pengujiannya, melainkan karna penambahan POFA+semen saja yang mempengaruhi nilainya yang meningkat dari tanah asli.

Daftar Pustaka

- ASTM D4427-92. 2002. Standar Klasifikasi Gambut Sampel oleh Testing Laboratory.
- Bowles, J.E. 1989. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta, hal 90-94.
- Darwis. 2017. Dasar dasar teknik perbaikan tanah. Pustaka AQ Yogyakarta 1 (Pertama), 144. 2017
- Das, Braja M. 2010. Mekanika Tanah Jilid II. Jakarta:Mahameru.
- 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.
- Dwina, D. O., Nazarudin, Alfernando, O, Kumalasari, D., & Nofrina, E. (2022). Pengolahan POFA (Palm Oil Fuel Ash) dan Semen Sebagai Material Alternatif Timbunan Pilihan Jalan untuk perbaikan Infrastruktur Jalan. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 11, 78–87.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2008. Mekanika Tanah 2 Edisi Ke V. Yogyakarta:Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. Mekanika Tanah I, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- L.D.Wesley (1977), Mekanika Tanah, cetakan VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- NAVFAC DM – 7.1. 1982. Soil Mechanics Design Manual 7.01. Naval Facilities Engineering Command.
- Nugroho, Untoro. 2008. Stabilitas tanah gambut rawapening dengan menggunakan campuran semenportland dan gipsum sintesisditinjau dari nilai CBR. Universitas Negeri Semarang
- Sarief, E.Saifuddin. 1984. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana:Jakarta
- SNI 6371-2015 (Standar Nasional Indonesia). Tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dengan sistem klasifikasi unifikasi tanah.
- SNI 13-6793-2002. 2002. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 3423 2008. 2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 1966-2008. 2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 1964-2008. 2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 1965-2008. 2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 6371-2015. 2015. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 1743-2008. 2008. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

- SNI 1744-2012. 2012. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Soedarmono, G. Djatmiko. 1997. Mekanika Tanah I. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. Mekanika Tanah I. Yogyakarta : Kanisius.
- Sulistianingsih, Tatik (2018) Penggunaan Campuran Limbah Abu Pova Dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Gambut Kalimantan
- Yuliana, Rizki. 2013. Karakteristik Fisis Dan Mekanis Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Dalam Geoteknik. Jurnal Teknik.