



STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN ABU TANDAN SAWIT DAN SEMEN TERHADAP TINGKAT KEPADATAN TANAH

Muthia Anggraini^{1*}, Virgo Trisep Haris², dan Alfian Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km 8 Rumbai, Pekanbaru Indonesia

(0761) 52324

muthia@unilak.co.id

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel :

Diterima : Mei 2022

Disetujui : Juni 2022

Dipublikasikan : Juni 2022

Keywords:

Palm Oil Bunch Ash, compaction, cement, stabilization

Konstruksi bangunan membutuhkan kondisi tanah yang memiliki daya dukung yang baik sehingga mampu memikul beban di atasnya. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi yaitu tanah yang banyak mengandung butiran lempung. Sifat dari tanah lempung yang perlu diperhatikan yaitu sifat pemampatan, permeabilitas, dan kuat geser. Untuk menaikkan daya dukung tanah lempung tersebut dengan melakukan pemadatan, sehingga didapat kepadatan yang maksimum. Tanah asli dicampurkan dengan abu tandan sawit dan semen akan menaikkan nilai berat isi kering maksimum tanah lempung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pemadatan tanah yang dicampur dengan variasi persentase abu tandan sawit dan semen masing-masing 5%, 7,5%, dan 10 %. Penambahan abu tandan sawit dan semen dapat menurunkan nilai kadar air tanah dan meningkatkan nilai berat isi kering tanah sehingga tanah menjadi lebih padat. Nilai berat isi kering terbesar di campuran 10 % abu tandan sawit dan semen yaitu 1,42 gr/cm³, dimana berat isi kering tanah asli nilainya 1,32 gr/cm³. Kesimpulannya terjadi peningkatan nilai dari berat isi kering tanah dan menurunnya nilai kadar air tanah dengan penambahan abu tandan sawit dan semen.

Kata Kunci: Abu tandan sawit, pemadatan, stabilisasi, semen.

Abstract

Building construction requires soil conditions that have good bearing capacity so that they can bear the load on it. Clay soils with high plasticity are soils that contain lots of clay grains. The properties of clay that need to be considered are the properties of compression, permeability, and shear strength. To increase the carrying capacity of the clay by compacting it, so that the maximum density is obtained. Mixing the original soil with palm bunch ash and cement will increase the maximum dry density value of clay soil. The purpose of this study was to determine the compaction of the soil mixed with various percentages of palm bunch ash and cement, respectively 5%, 7.5%, and 10%. The addition of palm bunch ash and cement can reduce the value of soil moisture content and increase the value of the dry density of the soil so that the soil becomes denser. The largest dry density value in a mixture of 10% palm bunch ash and cement was 1.42 g/cm³, whereas the dry

density value of the original soil was 1.32 g/cm³. The conclusion is that there is an increase in the dry density value of the soil and a decrease in the value of the soil moisture content with the addition of palm bunch ash and cement.

© 2022

Universitas Abdurrah

□ Alamat korespondensi:

Jl. Yos Sudarso km 8 Rumbai, Pekanbaru Indonesia

(0761) 52324

E-mail: muthia@unilak.co.id

ISSN 2527-7073

PENDAHULUAN

Material yang sangat penting untuk konstruksi adalah tanah yang fungsinya sebagai penyangga dan penyalur beban fondasi dari konstruksi bangunan yang berada di atas permukaan tanah [1]. Bagian yang sangat krusial dalam sebuah konstruksi adalah tanah dasar, karena bagian tersebut yang akan memikul beban yang ada di atasnya. Tanah dasar yang jelek seperti tanah lempung dengan plastisitas tinggi dengan nilai $PI > 17\%$ tergolong lempung plastisitas tinggi [2]. Kondisi seperti ini dapat menjadi penyebab rusaknya konstruksi yang ada di atas tanah tersebut, diakibatkan oleh kembang susut yang besar dan jeleknya daya dukung tanah tersebut [3].

Untuk memperbaiki permasalahan tanah lempung dapat dilakukan dengan perbaikan tanah dengan stabilisasi [4]. Konstruksi akan bisa berdiri stabil jika memiliki daya dukung tanah yang baik yang ditimbulkan oleh adanya konstruksi tersebut. Besar kecilnya nilai dari daya dukung tanah, sangat ditentukan dari tingkat kepadatan dan jenis dari tanah tersebut [5]. Proses dari pemadatan tanah perlu untuk dilakukan penambahan air. Kadar air yang dipakai tentu harus memenuhi standar yang sama dengan jenis tanah yang akan digunakan. Beberapa penelitian terdahulu selain dengan menambahkan air juga dengan memberi bahan tambah seperti kapur, semen, abu terbang, dan abu sekam untuk pemadatan tanah lempung [6].

Sifat fisis dan sifat mekanis perlu diketahui untuk alternatif pemecahan masalah yang terjadi pada tanah lempung. Salah satu pengujian mekanis tanah adalah pengujian pemadatan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk dapat mengetahui stabilisasi tanah lempung dengan tambahan abu tandan sawit dan semen terhadap tingkat kepadatan tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan suatu komponen dari penyusun struktur tanah dengan ukuran demi ukuran sebesar gradasi ayakan yang relative kecil dan perwujudannya bermula dari pelapukan-pelapukan batuan [7]. Tingkat stabilitas tanah liat terhadap jumlah kadar air sangat efektif, sedangkan kondisi kandungan air di dalam tanah berubah – berubah, sehingga mengakibatkan sifat tanah lempung menjadi plastis ketika homogeny dengan air dalam jumlah sedang, tetapi akan mengeras dalam kondisi kering [7]. Tanah lempung merupakan tanah yang mempunyai partikel mineral spesifik yang akan menghasikan sifat plastis tanah, yang terjadi pada tanah apabila tercampur air. Sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah lempung adalah permeabilitasnya kecil, ukuran dari butiran yang halus (kurang dari 0,0002mm), sifatnya sangat *kohesif*, kenaikan air kapiler tinggi, proses konsolidasi lamban, dan proses kembang susut yang tinggi [8].

Stabilisasi Tanah

Syabilisasi merupakan suatu usaha untuk meningkatkan daya dukung tanah, salah satunya dilakukan secara kimiawi [9]. Usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dapat dilakukan dengan pemadatan atau pencampuran tanah dengan bahan kimia. Usaha yang dilakukan dalam memperbaiki sifat-sifat dari tanah ini fungsinya untuk menaikkan nilai daya dukung tanah. Salah satu cara yang dilakukan adalah melalui stabilisasi yaitu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah secara kimiawi [10].

Pal Oil Fuel Ash (POFA)

Palm Oil Fuel Ash (POFA) atau abu limbah kelapa sawit yaitu *problem* bagi industry *palm oil* sebab membutuhkan pembuangan yang besar. Peningkatan kuantitas POFA per tahun bisa merusak kelestarian dari lingkungan. Untuk mengurangi kuantitas POFA ini salah satu cara adalah dengan pemanfaatan limbahnya untuk bahan campuran stabilisasi tanah [11].

Pada bidang Teknik Sipil penggunaan POFA sejauh ini digunakan untuk bahan pengganti pengisi/*filler* untuk campuran aspal dan beton. POFA berasal dari pembakaran limbah padat dari kelapa sawit pada suhu 800 – 1.000°C, dibakar pada pembangkit listrik tenaga uap pada pabrik kelapa sawit [11].

Abu sawit berasal dari pengolahan dari limbah yang banyak mengandung silikat yang tinggi dan bisa berpotensi menjadi sangat tinggi [4].

Pemadatan (Uji *Proctor*)

Proses dimana naiknya kerapatan tanah sehingga memperkecil roanga antar partikel yang mengakibatkan terjadinya kehilangan volume udara disebut kepadatan tanah [12]. Pemadatan sendiri yaitu suatu upaya yang dilakukan secara mekanis untuk memprtinggi merapatnya butiran pada tanah sehingga dapat memperbaiki sifat teknis dari tanah tersebut. Mengukur tingkat kepadatan tanah sendiri yaitu pada nilai berat volume kering tanahnya [13].

Pemadatan standar di laboratorium menunjukkan ada keterkaitan yang pasti anatar *water content* dan berat volume kering yang padat. Pada berbagai jenis tanah umumnya menentuka kadar air yang optimum tertentu untuk dapat tercapinya berat volume kering maksimum [5].

Propertis Tanah

Pengujian propertis tanah dilakukan di laboratorium, untuk mendapat sifat fisis tanah. Untuk menentukannya dapat dilihat dari parameter berikut [14] :

- Ukuran butiran

Granule size/ ukuran butiran tanah beranekaragam anatar salah satu jenis tanah dengan yang lainnya bergantung dari karakteristik tanah tersebut. Untuk menentukan ukuran dari butiran tanah dapat dilakukan melalui pengujian analisa saringan.

- Berat jenis tanah

Nilai dari berat jenis tanah dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana G_s adalah berat jenis tanah, γ_s adalah berat volume buitrn, dan γ_w adalah berat volume air.

- Batas - batas *atterberg*

Apabila pada jenis tanah yang berbutir halus, seperti pada jenis tanah lempung ataupun lanau, lalu dicampus air sampai kondisi cair, kemudian dikeringkan sedikit demi sedikit sehingga tanah tersebut melalui beberapa tahapan yaitu daric air sampai menjadi kering.

METODE

Metodologi penenlitan pada penelitian ini berdasarkan pada pendekatan laboratorium yaitu dengan melakukan pengujian sehingga didapat data. Data yang terkumpul kemudian diolah

dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus dari data hasil dari pengujian yang dilakukan di laboratorium dengan ketentuan :

- Untuk pengujian kadar air menggunakan standar SNI 1965-2008
- Untuk pengujian analisa saringan menggunakan standar SNI 3423-2008
- Untuk pengujian berat jenis standar SNI 1964 – 2008
- Untuk pengujian pemadatan tanah menggunakan standar SNI 1742-2008

Bahan penelitian yang digunakan adalah :

- Tanah lempung
Sampel tanah lempung diambil menggunakan alat *hand bore* disebut sampel tanah terganggu dan sampel tanah tidak terganggu diambil dengan cangkul pada daerah Limbungan Kecamatan Rumbai Pesisir.
- POFA (*Palm Oil Fuel Ash*)
Abu tandan sawit yang dipakai adalah diambil pada limbah tandan kosong yang berasal dari pembakaran tandan kosong kelapa sawit kemudian abu tersebut nanti disaring menggunakan ayakan No. 4,7
- Semen
Semen yang digunakan adalah semen padang tipe PCC.

Analisis data

Langkah awal pengujian dilakukan pengujian sifat propertis tanah, pemadatan dengan pengujian pemadatan standar yang dilakukan pada sampel tanah asli serta dengan komposisi abu tandan sawit dan 5%, 7.5%, dan 10% yang dilakukan di laboratorium. Perhitungan kepadatan tanah (uji *proctor*) yaitu :

$$\gamma_b = \frac{w}{v} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana γ_b adalah berat volume basah, w adalah berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan, dan v adalah volume cetakan.

Untuk menghitung nilai kepadatan kering (γ_d) adalah :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots \dots \dots (3)$$

dimana w adalah kadar air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Sipil untuk pengujian sampel tanah asli yaitu :

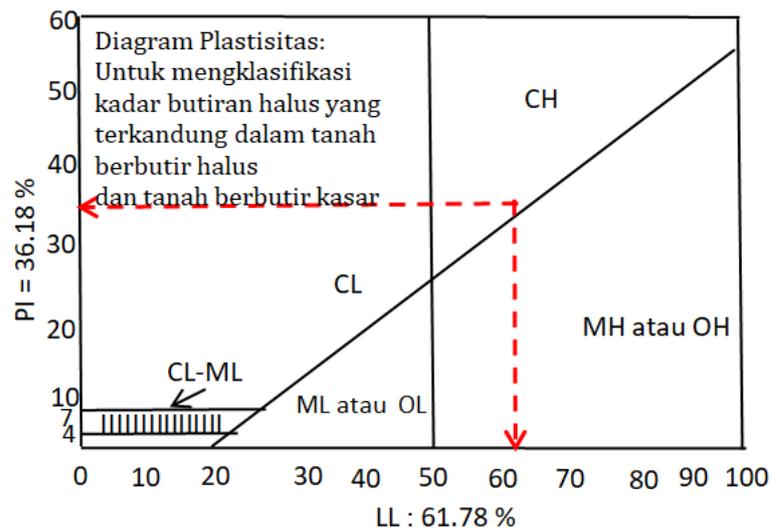
- Pwngujiaan *properties* tanah asli dan klasifikasi tanah asli

Hasil dari pengujian *properties* pada tanah asli yang telah dilakukan di laboratorium, sehingga di dapat nilai berat jenis, *liquid limit* (LL), batas plastis (PL), dan *plastis indeks* (PI) serta nilai kohesi dan sudut geser dari pengujian geser tanah asli dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai *Properties* Tanah Asli dan Pemadatan Tanah Asli

Uraian	Tanah Asli	Satuan
	Hasil	
Berat Jenis	2,626	
Batas Cair (LL)	61,78	%
Batas Plastis (PL)	25,60	%
Plastis Indeks (PI)	36,18	%
Lolos Saringan No.200	55,23	%
Kadar Air Optimum	20,6	%
Berat Isi Kering (γ_{dmaks})	1,32	gr/cm ³

Berdasarkan Tabel diatas klasifikasi tanah berdasarkan metode USCS (*Unified Soil Classification System*). 50% tanah lolos saringan nomor 200 yaitu sebesar 55,23%, sehingga dikategorikan tanah berbutir halus (lanau/lempung) [2]. Nilai batas cair (LL) 61,78% maka tergolong lanau dan lempung batas cair > 50%. Berdasarkan gambar sistem klasifikasi *unified* tanah tergolong klasifikasi CH (lempung tak organik dengan palstisitas tinggi, lempung gemuk (*fat clays*) [2]. Gambar sistem klasifikasi *unified* dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 1. Diagram plastisitas untuk mengklasifikasikan tanah metode *unified*

Nilai Plastisitas Indeks (PI) sebesar 36,18% , dengan demikian tanah lempung diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi karena nilai Plastis Indeks $\geq 17\%$ [15].

- Pengujian Sifat Fisis Tanah yang Terstabilisasi Abu Tandan Sawit dan Semen

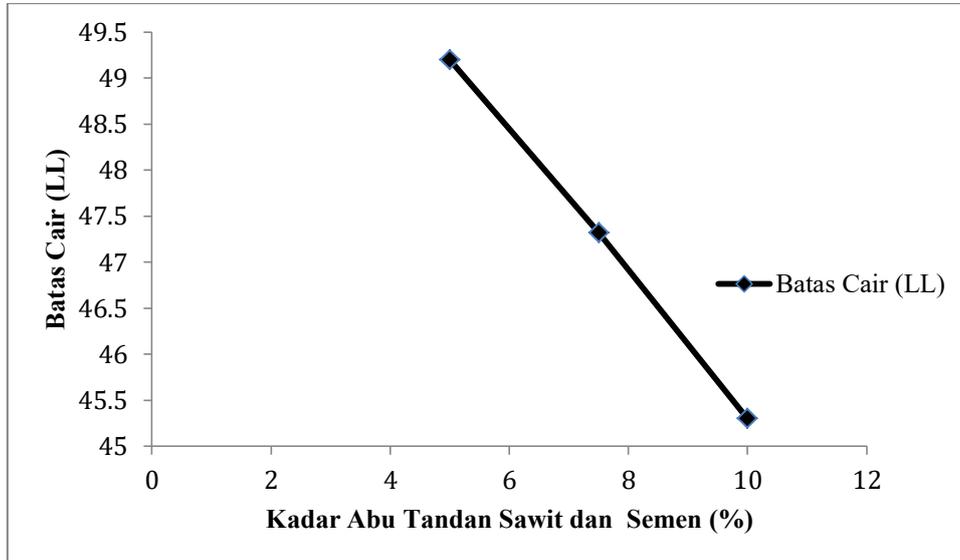
Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis tanah yang terstabilisasi Abu Tandan Sawit dan semen dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2. Sifat Fisis Tanah Asli Stabilisasi Abu Tandan Sawit dan Semen

No	Sifat Fisis Tanah	Satuan	Tanah Lempung Asli	Kadar Abu Tandan Sawit dan Semen		
				5	7,5	10
1.	Berat Jenis (Gs)	-	2,626	2,64	2,72	2,75
2.	Batas Plastis (PL)	%	25,60	28,31	30,12	32,50
3.	Batas Cair (LL)	%	61,78	49,20	47,32	45,30
4.	Indeks Plastis (PI)	%	36,8	20,89	17,2	12,8
5.	<i>Sieve Analisis</i>	%	55,23	52,35	50,06	46,38

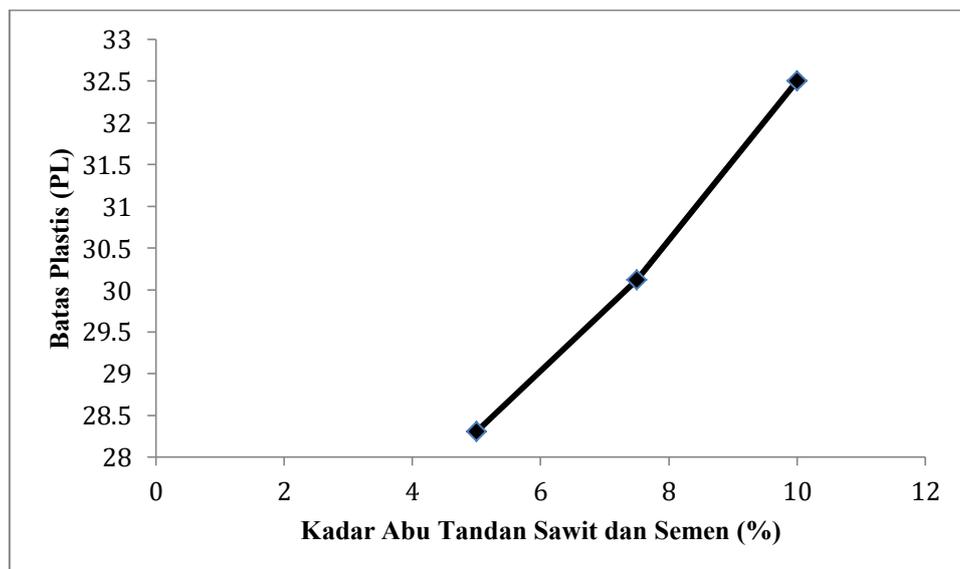
Gambar pengujian *atterberg limit* dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar nilai Batas Cair (LL) tanah terstabilisasi



Gambar 1. Pengaruh stabilisasi abu tandan sawit dan semen terhadap nilai batas cair (LL) Nilai batas cair (LL) menurun akibat penambahan tanah lempung stabilisasi abu tandan sawit dan semen. Semakin besar nilai kadar abu tandan sawit dan semen maka nilai LL akan menurun. Penurunan ini diakibatkan oleh butiran tanah menjadi lebih besar akibat dicampur dengan abu tandan sawit dan semen [16].

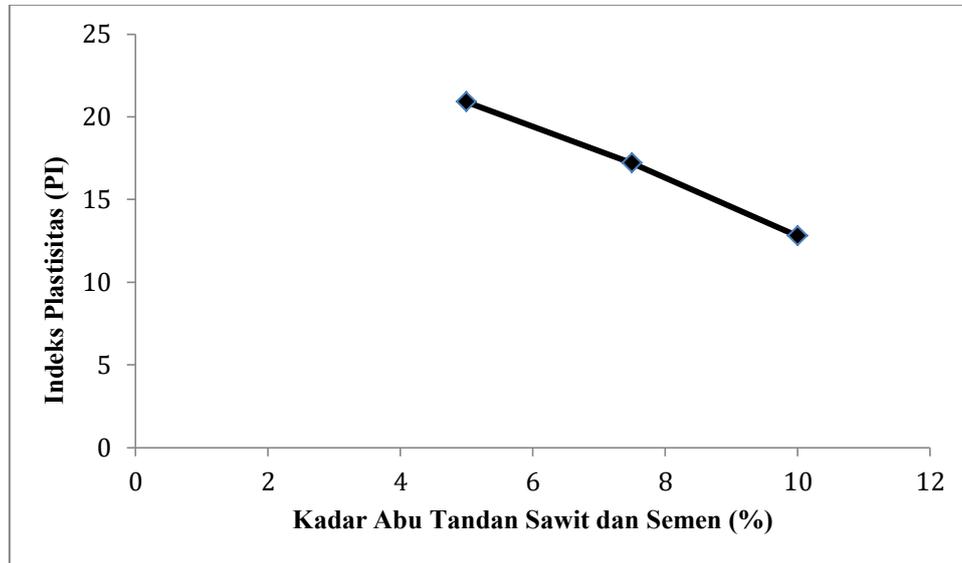
Gambar untuk batas plastis (PL) tanah terstabilisasi.



Gambar 3. Pengaruh stabilisasi tanah lempung dengan abu tandan sawit terhadap nilai batas plastis (PL)

Nilai batas plastis (PL) menjadi meningkat dengan bertambahnya kadar abu tandan sawit dan semen. Peningkatan ini dikarenakan nilai yang ada pada batas plastis merupakan nilai dari kadar air pada keadaan diantara daerah plastis dan semi plastis [16].

Gambar nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah terstabilisasi.



Gambar 4. Pengaruh stabilisasi tanah lempung dengan abu tandan sawit dan semen terhadap nilai indeks plastisitas (PI)

Bertambahnya kadar abu tandan sawit dan semen mengakibatkan menurunnya nilai Indeks Plastisitas (PI) karena penambahan tersebut akan mengakibatkan semakin kecil rentang Indeks Plastisitas (PI) dan semakin sedikit kemungkinan berada pada kondisi plastis [17].

- Pengujian Pemadatan Laboratorium

Hasil dari pengujian pemadatan dengan penambahan abu tandan sawit dan semen diperoleh nilai kadar air optimum dan berat isi kering pada Tabel berikut :

Tabel 3. Pemadatan Tanah Terstabilisasi Abu Tandan Sawit dan semen

No	Kadar Abu Tandan Sawit dan Semen	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering (γ_d) (gr/cm ³)
1.	0	20,6	1,32
2.	5	19,70	1,39
3.	7,5	18,20	1,41
4.	10	17,00	1,42

Terjadi peningkatan nilai berat isi kering maksimum dengan penambahan abu tandan sawit dan semen. Ini dikarenakan abu tandan sawit dan semen dapat mengisi dari rongga pori tanah, pada kondisi tanah asli tanah tersebut diisi oleh air dan udara [17]. Uji pemadatan nantinya dapat menjadi penentuan kadar air optimum dimana untuk menentukan suatu jenis tanah tertentu menjadi padat dan tercapainya kepadatan kering maksimum. Penambahan persentase abu tandan sawit dan semen dapat memperkecil kadar air yang dimiliki tanah dan meningkatkan nilai berat isi kering tanah sehingga tanah yang terstabilisasi abu tandan sawit dan semen memiliki kepadatan yang meningkat pula. Ini dikarenakan abu tandan sawit semen mengisi rongga pori tanah sehingga memperkecil nilai kadar air tanah dan meningkatkan nilai berat kering [18]. Nilai berat kering isi terbesar pada persentase 10 % abu tandan sawit dan 10 % semen yaitu 1,42 gr/cm³.

SIMPULAN

Kesimpulannya adalah terjadi peningkatan nilai berat isi kering tanah dan menurunkan kadar air tanah dengan bertambahnya kadar abu tandan sawit dan semen pada tanah lempung, sehingga menjadikan tanah lempung tersebut menjadi padat. Nilai berat kering isi terbesar pada persentase 10 % abu tandan sawit dan 10 % semen yaitu 1,42 gr/cm³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Fakultas Teknik yang telah memberi suport penelitian ini, dan Laboratorium Teknik Sipil yang membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. H. Agustina and Y. Latul, "Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 2, p. 202, 2019, doi: 10.33373/sigma.v2i2.2067.
- [2] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1*, Edisi-5. Yogyakarta: Gadjah Mada Unibersity Press, 2010.
- [3] S. A. Nugroho, F. Fatnanta, and K. Zaro, "Pengaruh Kadar Air Diatas Optimum Moisture Content Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Organik," in *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 9 (KonTekS 9)*, 2015, vol. 9, no. KoNTekS 9, pp. 7–8.
- [4] A. Refi and Elvanisa, "Pengaruh Variasi Abu Cangkang Sawit terhadap Kembang Susut Tanah Lempung," *Tek. Sipil ITP*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2016.
- [5] Y. M. Azmy, B. Surendro, and M. Amin, "Studi Kepadatan Tanah Untuk Tanah Lempung Berpasir," *J. Rekayasa Infrastruktur Sipil*, vol. 3, no. 1, 2018.

- [6] H. Kusumah, "Pengaruh Pemadatan Tanah dengan Variasi Campuran Pasir pada Uji Kompaksi," *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 961–968, 2019.
- [7] Y. Saraswati, A. Ridwan, and A. Iwan Candra, "Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus C Unair Surabaya," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 247, 2020.
- [8] Z. Amin, Rismalinda, and A. Ariyanto, "Pengaruh Pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung," *J. Taxiw.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [9] M. Ramadhan, S. Tri Utomo, and L. Suparma, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Aspal Emulsi Terhadap Subgrade Perkerasan Jalan," *Teknisia*, vol. XXV, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.20885/teknisia.vol25.iss1.art1.
- [10] A. Arrofiq, H. L. Afriani, and Iswan, "Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Optimum," *JRSDD*, vol. 4, no. 2, pp. 236–255, 2016.
- [11] R. Yuliana, M. Muhandi, and F. Fatnanta, "Karateristik Fisis dan Mekanis Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) dalam Geoteknik," *Tek. Sipil, Univ. Riau*, 2009.
- [12] F. Susilowati, Z. F. Haza, D. Sulistyorini, and L. Belakang, "Studi Eksperimental Pengujian Pemadatan Tanah Di Gunungkidul Dengan Metode Standard Proctor," *J. Univ. Sarjanawiyata Tamansiswa*, pp. 25–32, 2018.
- [13] B. Setiawan, Khalidin, and N. Fadly, "Korelasi antara OMC dengan Batas Plastis pada Proses Pemadatan untuk Tanah Timbun di Aceh," 2012.
- [14] P. A. Antara, I. N. Aribudiman, and I. G. N. Wardana, "Pengaruh Penambahan Pasir dan Proses Pemeraman Terhadap Stabilisasi Tanah Ekspansif," *Ilm. Tek. Sipil*, vol. 17, no. 2, pp. 145–157, 2013.
- [15] S. R. N. Panjaitan, R. Tambunan, and D. Nasution, "Pengaruh Pemadatan Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur," *Al Ulum Seri Sainstek*, vol. II, pp. 31–39, 2014.
- [16] M. Anggraini and A. Saleh, "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Kuat Tekan Bebas," *Sainstek (e-Journal)*, vol. 9, no. 2, pp. 108–115, 2021, doi: 10.35583/js.v9i2.182.
- [17] W. N. Purwati, R. Rokhman, and H. Pristianto, "Pengaruh Kadar Semen Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser Tanah," *J. Tek. Sipil Ranc. Bangun*, vol. 5, no. 1, p. 42, 2019, doi: 10.33506/rb.v5i1.745.
- [18] F. Mandasari and S. Wulandari, "Pengaruh Campuran Garam Dengan Uji Pemadatan Pada Tanah Lempung Ekspansif," *J. Desain Konstr.*, vol. 16, no. 2, pp. 112–119, 2017, [Online]. Available: <https://www.ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/dekons/article/view/1800>.