

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK ARANG CANGKANG SAWIT TERHADAP KUAT GESER LANGSUNG PADA TANAH LEMPUNG

Dyah Pratiwi Kusumastuti¹, Irma Sepriyanna², dan Arief Suardi Nur Chairat³

¹Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Jakarta Barat 11750

Email korespondensi: dyah.pratiwi@itpln.ac.id

²Prodi Teknik Sipil, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Jakarta Barat 11750

Email: irma.sepriyanna@itpln.ac.id

³Prodi Teknik Industri, Institut Teknologi PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Jakarta Barat 11750

Email: arief.suardi@itpln.ac.id

ABSTRAK

Salah satu jenis tanah berbutir halus adalah tanah lempung yang memiliki sifat kohesi dengan tingkat plastisitas yang rendah sampai dengan tinggi dan daya dukung yang rendah. Tingginya tingkat plastisitas dapat menyebabkan tingginya potensi mengembang tanah lempung. Untuk mengurangi plastisitas dan meningkatkan daya dukung pada tanah lempung sehingga perlu adanya perbaikan parameternya. Metode perbaikan yang sederhana adalah stabilisasi kimia. Pada penelitian ini digunakan serbuk arang cangkang sawit sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan berdasarkan berat kering tanah bervariasi mulai 5%, 10% dan 15%. Penambahan serbuk arang cangkang sawit tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap plastisitas dan parameter kuat geser tanah lempung. Hasil pengujian di laboratorium didapatkan tingkat plastisitas tanah lempung menurun seiring dengan penambahan serbuk arang cangkang sawit. Sedangkan untuk parameter kuat geser diketahui bahwa nilai kohesi mencapai nilai optimum dengan variasi penambahan serbuk arang cangkang sawit 10% dengan nilai sebesar 44,04 kPa. Namun hal tersebut tidak berlaku dengan nilai sudut geser dalam yang semakin lama semakin meningkat seiring dengan bertambahnya serbuk arang cangkang sawit. Penambahan serbuk arang cangkang sawit pada tanah lempung dapat menyebabkan hilangnya sifat kohesif dan tanah lempung menjadi lebih berbutir.

Kata kunci : Tanah lempung, Serbuk arang cangkang sawit, Plastisitas, Kuat geser

ABSTRACT

One type of fine-grained soil is clay that has cohesive properties with low to high of plasticity and low bearing capacity. The high of plasticity can cause a high potential for swelling of clay. To reduce plasticity and increase the bearing capacity of clay soils, it is necessary to improve its parameters. A simple improvement method is chemical stabilization. In this study, palm shell charcoal powder was used as a clay stabilizing agent. Palm shell charcoal powder added based on the dry weight of the soil varied from 5%, 10% and 15%. The palm shell charcoal powder aims to determine its effect on plasticity and shear strength parameters of clay. The results of laboratory tests showed that the plasticity of clay decreased with the addition of palm shell charcoal powder. As for the shear strength parameter, it is known that the cohesion value reaches the optimum value with variations in the addition of 10% palm shell charcoal powder with a value of 44.04 kPa. However, this does not apply with the value of the angle of internal friction which is increasing with the increase in palm shell charcoal powder. The addition of palm shell charcoal powder to the clay can cause the loss of cohesive properties and the clay becomes more granular.

Keywords: Clay, Palm shell charcoal powder, Plasticity, Shear strength

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung yang merupakan tanah dengan butiran halus serta memiliki sifat kohesif dan plastis ketika kadar air sedang [14]. Namun tanah lempung dapat berubah menjadi sangat lunak ketika kadar airnya tinggi sehingga menyebabkan perubahan volume yang besar atau mengalami proses kembang susut yang relatif cepat [5]. Selain kembang susut yang relatif cepat dan tinggi, rendahnya daya dukung juga dimiliki tanah lempung yang sangat lunak sampai lunak [3].

Untuk mengatasi kekurangan pada tanah lempung, maka perlu dilakukan upaya perbaikan pada karakteristiknya. Metode perbaikan tanah, khususnya karakteristik tanah lempung salah satunya adalah stabilisasi tanah [6]. Stabilisasi tanah yang paling efektif dan lebih murah adalah dengan penambahan bahan tambah atau stabilisasi kimia [9].

Bahan tambah yang sering digunakan dalam stabilisasi antara lain limbah industri seperti *steel slag* [1], penggunaan semen [7], kapur [15], abu sekam padi, *fly ash* dan abu cangkang sawit. Beberapa penelitian stabilisasi kimia dengan menggunakan abu cangkang sawit menyatakan 12% abu cangkang sawit yang ditambahkan akan meningkatkan kuat tekan tanah lempung [13]. Abu cangkang sawit yang ditambahkan sebesar 15% pada tanah lempung menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan bebas sebesar 329,15% [8]. Bertambahnya abu cangkang sawit pada tanah lempung dapat menyebabkan nilai sudut geser meningkat tetapi juga menurunkan nilai kohesi [2].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, maka pada penelitian akan dilakukan pengujian terhadap tanah lempung yang ditambahkan serbuk arang cangkang sawit. Serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan bervariasi mulai 5%, 10% dan 15%. Penambahan serbuk arang cangkang sawit pada tanah lempung pada penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan plastisitas dan

kuat gesernya serta mengetahui persentase optimum penambahan serbuk arang cangkang sawit.

2. METODE PENELITIAN

Benda uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian merupakan tanah lempung asli dan tanah lempung dengan penambahan serbuk arang cangkang sawit. Tanah lempung pada pengujian atau penelitian berasal dari daerah Cengkareng, Jakarta Barat. Untuk pembuatan benda uji, tanah lempung diambil pada kedalaman ± 1 m dari permukaan, kemudian tanah lempung dibawa dan disimpan dalam laboratorium.

Selain tanah lempung, benda uji penelitian menggunakan serbuk arang cangkang sawit. Serbuk arang cangkang sawit yang digunakan melalui proses penumbukan dan penyaringan. Pada proses pembuatan benda uji, serbuk arang cangkang sawit yang dicampurkan dengan tanah lempung merupakan arang yang lolos saringan No. 200 atau memiliki diameter $< 0,075$ cm.

Setelah tanah lempung dan serbuk arang cangkang sawit disiapkan, dilanjutkan dengan pembuatan benda uji yaitu mencampurkan tanah lempung asli dengan serbuk arang cangkang sawit yang telah ditentukan persentasenya. Benda uji yang dibuat terdiri dari :

- a. Tanah lempung asli
- b. Tanah lempung + 5% serbuk arang cangkang sawit
- c. Tanah lempung + 10% serbuk arang cangkang sawit
- d. Tanah lempung + 15% serbuk arang cangkang sawit

Untuk setiap benda uji yang dibuat akan dilakukan pengujian plastisitas dan kuat geser langsung.

Metode pengumpulan data

Data-data dari hasil pengujian di laboratorium dikumpulkan untuk kemudian dilakukan analisis. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- a. Batas Cair

Batas cair merupakan kondisi kadar air pada tanah yang berada diantara keadaan cair dan plastis [12]. Pengujian batas cair mengacu pada SNI 1967:2008 mengenai Cara uji penentuan batas cair tanah. Pengujian batas cair dilakukan dengan menentukan kadar air pada setiap pukulan pada benda uji yang berada di dalam alat *cassagrande*, kemudian kadar air batas cair ditentukan pada pukulan atau ketukan ke-25.



Gambar 1. Alat *Cassagrande* untuk Pengujian Batas Cair

- b. Batas Plastis dan Indeks Plastisitas
 Batas plastis merupakan kondisi kadar air pada tanah diantara keadaan plastis menjadi semi padat [4]. Penentuan kadar air batas plastis dilakukan dengan menggulung tanah sampai gulungan tersebut mulai terlihat retak pada kondisi dengan diameter 3,1 mm [10]. Sedangkan untuk mendapatkan nilai indeks plastisitas, berdasarkan selisih kadar air pada batas cair dengan kadar air batas plastis tanah. Pengujian batas plastis mengacu pada SNI 1966:2008 mengenai Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah.

- c. Kuat Geser Langsung
 Kemampuan tanah untuk menahan atau melawan tegangan geser yang terjadi ketika tanah mengalami pembebanan didefinisikan sebagai kuat geser tanah [11]. Penentuan parameter kuat geser dapat dilakukan dengan penyelidikan atau pengujian di laboratorium atau di lapangan. Pengujian di laboratorium salah satunya adalah dengan uji kuat geser langsung. Prosedur pengujian kuat geser langsung pada penelitian mengacu pada SNI 3420:2016 mengenai Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase.

Pada pengujian kuat geser langsung dilakukan perhitungan nilai gaya geser maksimum (P) yang berfungsi untuk mendapatkan nilai tegangan geser. Tegangan geser maksimum dihitung dengan persamaan:

$$\tau_{max} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan τ_{max} = tegangan geser maksimum (kPa), P = gaya geser maksimum (kN), A = luar bidang geser benda uji (mm²).

Setelah perhitungan tegangan geser maksimum, kemudian dapat digambar grafik yang menghubungkan antara tegangan normal dan tegangan geser maksimum. Berdasarkan grafik tersebut maka dapat ditentukan nilai kohesi dan sudut geser yang merupakan parameter kuat geser.

Analisis data

Pada langkah analisis data ini dilakukan dengan mengumpulkan seluruh data hasil pengujian dari setiap variasi benda uji. Data-data pengujian dihitung dengan menggunakan standar atau pedoman sesuai dengan pengujian yang dilakukan. Hasil pengujian berupa parameter kadar air batas cair, kadar air batas plastis, indeks plastisitas dan parameter kuat geser yang terdiri dari kohesi serta kuat geser dalam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan benda uji

Sebelum pengujian dilakukan, hal utama yang dilakukan adalah dengan membuat benda uji. Benda uji yang akan diteliti atau diuji terdiri dari tanah lempung dan serbuk arang cangkang sawit. Tanah lempung yang digunakan merupakan contoh tanah terganggu yang diambil pada kedalaman ± 1 m di bawah muka tanah.



Gambar 2. Tanah Lempung yang Sudah Disimpan di Laboratorium

Untuk serbuk arang cangkang sawit yang digunakan dalam penelitian mengalami beberapa proses pekerjaan, yaitu pembakaran cangkang sawit sampai menjadi arang dan penghalusan arang cangkang sawit. Penghalusan arang cangkang sawit bertujuan untuk mendapatkan serbuk arang cangkang sawit yang lolos saringan No. 200.

Setelah tanah lempung dan serbuk arang cangkang sawit tersedia, dilanjutkan dengan membuat campuran antara tanah lempung dan serbuk arang cangkang sawit. Pencampuran serbuk arang cangkang sawit dibuat sesuai dengan variasi persentase penambahan terhadap berat kering tanah lempung yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 5%, 10% dan 15%.



Gambar 3. Proses Pembakaran Cangkang Sawit

Pengujian batas cair

Uji batas cair dilakukan pada tanah lempung asli dan tanah lempung yang telah ditambahkan dengan serbuk arang cangkang sawit. Hasil pengujian batas cair disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Batas Cair

<i>Benda uji</i>	<i>Batas cair, LL (%)</i>
Tanah lempung	72
Tanah lempung + 5% serbuk arang cangkang sawit	71
Tanah lempung + 10% serbuk arang cangkang sawit	51
Tanah lempung + 15% serbuk arang cangkang sawit	46

Sumber: hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian batas cair (Tabel 1) terlihat bahwa semakin banyak penambahan serbuk arang cangkang sawit maka kadar air batas cair semakin

menurun. Penambahan serbuk arang cangkang sawit menyebabkan kandungan air dalam benda uji untuk menentukan kondisi batas cair menjadi berkurang.

Pengujian batas plastis dan indeks plastisitas

Hasil pengujian kadar air pada kondisi batas plastis tanah pada penelitian ini digunakan untuk menentukan indeks plastisitas. Hasil pengujian batas plastis disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Batas Plastis

<i>Benda uji</i>	<i>Batas plastis, PL (%)</i>
Tanah lempung	25
Tanah lempung + 5% serbuk arang cangkang sawit	31
Tanah lempung + 10% serbuk arang cangkang sawit	33
Tanah lempung + 15% serbuk arang cangkang sawit	37

Sumber: hasil pengujian

Nilai kadar air pada kondisi batas plastis menunjukkan semakin bertambah serbuk arang cangkang sawit pada tanah lempung, maka nilai kadar air batas plastis semakin menurun. Penurunan kadar air batas plastis pada benda uji tidak terlalu besar, dimana penurunan terbesar pada penambahan 15% serbuk arang cangkang sawit atau mengalami penurunan sebesar 32,4%.

Setelah kadar air pada batas plastis didapatkan, maka selanjutnya adalah perhitungan indeks plastisitas. Perhitungan indeks plastisitas dilakukan dengan persamaan:

$$IP = LL (\%) - PL (\%) \quad (2)$$

Hasil perhitungan nilai indeks plastis dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Indeks Plastis

<i>Benda uji</i>	<i>Indeks plastis, IP (%)</i>
Tanah lempung	47
Tanah lempung + 5% serbuk arang cangkang sawit	40
Tanah lempung + 10% serbuk arang cangkang sawit	18
Tanah lempung + 15% serbuk arang cangkang sawit	9

Sumber: hasil pengujian

Berdasarkan hasil perhitungan indeks plastisitas pada benda uji, terlihat bahwa nilai indeks plastis tanah lempung semakin menurun dengan bertambahnya serbuk arang cangkang sawit. Hal ini dipengaruhi turunnya kadar air batas cair dan naiknya kadar air batas plastis. Menurunnya nilai indeks plastis pada benda uji dapat diartikan bahwa potensi mengembang tanah lempung yang ditambahkan serbuk arang cangkang sawit semakin rendah.

Pengujian kuat geser langsung

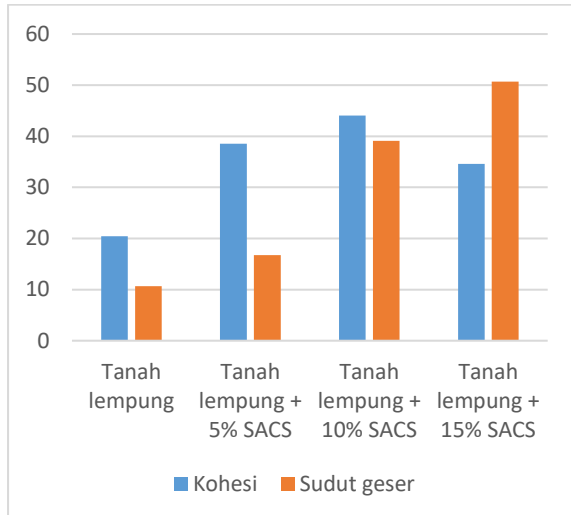
Pada pengujian kuat geser langsung akan didapatkan kohesi dan sudut geser dalam yang merupakan parameter kuat geser. Hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Gser Langsung

<i>Benda uji</i>	<i>Kohesi, c (kPa)</i>	<i>Sudut geser dalam, φ (°)</i>
Tanah lempung	20,45	10,70
Tanah lempung + 5% serbuk arang cangkang sawit	38,53	16,75
Tanah lempung + 10% serbuk arang cangkang sawit	44,04	39,08

Tanah lempung + 15% serbuk arang cangkang sawit	34,59	50,71
---	-------	-------

Sumber: hasil pengujian



Gambar 4. Hubungan Antara Benda Uji dengan Parameter Kuat Geser

Berdasarkan hasil pengujian kuat geser langsung pada Tabel 4 dan Gambar 4 didapatkan bahwa penambahan serbuk arang cangkang sawit terhadap tanah lempung mempengaruhi parameter kuat geser. Penambahan serbuk arang cangkang sawit menyebabkan peningkatan parameter kuat geser, khususnya nilai kohesi sampai dengan penambahan 10% saja, untuk kemudian mengalami penurunan pada penambahan serbuk arang cangkang sawit 15%. Namun perilaku tersebut tidak berlaku pada perubahan parameter kuat geser yaitu pada nilai sudut geser dalam. Pada nilai sudut geser dalam, semakin banyak serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan pada tanah lempung menyebabkan nilai sudut geser dalamnya semakin meningkat. Menurunnya nilai kohesi pada benda uji disebabkan semakin banyak serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan sehingga daya ikatan antar butiran tanah lempung berkurang dan tanah menjadi semakin berbutir. Hal ini sebanding dengan semakin tingginya nilai sudut geser dalam akibat semakin banyaknya

serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan pada tanah lempung mempengaruhi plastisitasnya. Semakin banyak serbuk arang cangkang sawit yang ditambahkan, plastisitas tanah lempung semakin menurun sehingga potensi mengembang semakin rendah atau berkurang.
- Penambahan serbuk arang cangkang sawit pada tanah lempung menyebabkan perubahan nilai pada parameter kuat geser. Semakin banyak penambahan serbuk arang cangkang sawit menyebabkan nilai kohesi meningkat tetapi hanya sampai penambahan 10%, untuk penambahan 15% mengalami penurunan. Sedangkan peningkatan nilai sudut geser dalam terjadi seiring dengan penambahan serbuk arang cangkang sawit.
- Persentase optimum yang diharapkan dalam penambahan serbuk arang cangkang sawit pada tanah lempung terdapat pada penambahan 10%. Hal ini disebabkan nilai kohesi yang didapatkan mencapai nilai maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfansyah, M. A., dan Kusumastuti, D. P. (2020). "Pengaruh Limbah *Slag Baja* Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Dasar". J. Forum Mek., Vol. 9 No. 2, 52-62.
- [2] Amin, Z., Rismalinda., dan Ariyanto, A. (2019). "Pengaruh Pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung". J. Taxiway, Vol. 1 No. 1, 1-8.

- [3] Anggraini, M., dan Saleh, A. (2020). "Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio) Pada Tanah Lempung". Siklus J. Tek. Sipil, Vol. 6 No. 1, 49-55.
- [4] Darwis, F. dan Mulya, E. R. (2020). "Karakteristik Tanah Timbunan dari Desa Daeo Sebagai *Subgrade* pada Struktur Perkerasan Jalan". Dintek, Vol. 13 No. 1, 20-27.
- [5] Engriani, D., dan Ramahdana, A. (2019). "Penggunaan Abu Cangkang Sawit Dan Semen Untuk Meningkatkan Kepadatan Tanah Lempung Desa Tanjung Rejo". Sainstek ITM, Vol. 32 No. 2.
- [6] Fathonah, W., Mina, E., Kusuma, R. I., dan Ihsan, D. Y. (2020). "Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen Slag Serta Pengaruhnya Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) (Studi Kasus: Jl. Munjul, Kp. Ciherang, Desa Pasir Tenjo, Kecamatan Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang)". Jurnal Fondasi, Vol. 9 No. 1, 87-93.
- [7] Hendry., dan Amalia, D. (2016). "Stabilisasi Tanah Lempung Padalarang Menggunakan Vermikulit Dan Semen Untuk Meningkatkan Daya Dukung (Ucs)". J. Tek. Sipil, Vol. 3 No. 2, 19-32.
- [8] Kusuma, R. I., Mina, E., dan Bonar, R. (2015). "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Abu Sawit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Desa Cibeulah, Pandeglang)". Jurnal Fondasi, Vol. 4 No. 2, 69-80.
- [9] Kusumastuti, D. P., Sepriyanna, I. (2019). "Soft Soil Stabilization with Rice Husk Ash and Glass Powder Based on Physical Characteristics". First International Conference of Construction, Infrastructure, and Materials, Vol. 650 No. 1, 1-6.
- [10] Lestari, I. G. A. I. (2014). "Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus di Desa Tanah Awu , Lombok Tengah)". GaneÇ Swara, Vol. 8 No. 2, 15-19.
- [11] Makupiola, C. A., Rachman, R., dan Wong, I. L. K. (2021). "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit pada Tanah Lempung dengan Uji *Direct Shear*". Paulus Civil Engineering Journal, Vol. 3 No. 2, 267-275.
- [12] Mina, E., Kusuma, R. I., dan Subowo, I. S. L. (2016). "Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Sifat-Sifat Propertis Tanah. Studi Kasus : Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten". Jurnal Fondasi, Vol. 5 No. 2, 40-50.
- [13] Panjaitan, S. R. N., dan Masri, M. (2020). "Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Lempung Sungai Serdang Batang Kuis Deli Serdang Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit". JCEBT, Vol. 4 No. 1, 32-41.
- [14] Sarifah, J., dan Pasaribu, B. (2017). "Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung". Bul. Utama Tek., Vol. 13 No. 1, 55-61.
- [15] Widhiarto, H., Andriawan, A. H., dan Matulesy, A. (2015). "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Campuran Abu-Sekam Dan Kapur". LPPM Pengabdi. Untag, Vol. 1 No. 2, 135-140.