

## PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN CAMPURAN UNTUK MEMPERKUAT TIMBUNAN TANAH LEMPUNG

Nendro Saktining Sukmoyudho<sup>1</sup>, Ester Priskasari<sup>2</sup>, Eri Ardian Y, ST.,MT<sup>3</sup>)

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

<sup>2)3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

### ABSTRAK

Tanah sebagai pondasi dari berbagai bangunan memiliki berbagai karakteristik dan jenis yang sangat beragam, tanah lempung dengan karakteristik yang lunak dengan daya dukung rendah dengan nilai Indeks Plastisitas yang tinggi dan butiran relatif homogen memerlukan metode perbaikan tanah supaya daya dukung menjadi lebih besar, ada berbagai cara untuk itu seperti dengan memadatkan tanah sehingga lempung lunak menjadi lempung kaku atau medium dengan timbunan seperti dengan mencampur tanah lempung dengan tanah berbutir kasar yang menjadikan tanah heterogen butirannya, peneliti akan mencampur tanah lempung dengan serat dengan tujuan menambahkan variasi bentuk dan ukuran dari tanah sebagai bahan tanah timbunan. Penelitian akan dilaksanakan Laboratorium Mekanika Tanah ITN Malang pada tanggal 7 April – 19 Juli 2019. Benda uji dalam penelitian ini berasal dari Ds. Argotirto, Kec. Sumbermanjing Wetan, Kab. Malang dan bahan campuran potongan serat sabut kelapa per  $\geq 1\text{ cm} - \leq 3\text{ cm}$ . Variasi kadar campuran sebanyak; 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dari berat total tanah pada saat kadar air optimum pemadatan.

Hasil pengujian nilai tertinggi untuk bahan timbunan mendapatkan prosentase kadar campuran potongan serat sabut kelapa sebanyak 1% pada pengujian standart dan modified Compaction sebesar; 1,609g/cm<sup>3</sup>. Pengujian Triaxial UU, Kohesi (c) sebesar; 0,678kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai Sudut Geser ( $\phi$ ) sebesar; 5,960° pada kadar campuran 1%. dan tertinggi nilai kohesi sebesar 0,90kg/cm<sup>2</sup> pada kadar campuran 2% dengan nilai sudut geser ( $\phi$ ) sebesar 4,004°. Hasil uji Unconfined tegangan normal optimum terjadi pada penambahan serat sabut kelapa sebanyak 2,15 yang mengalami peningkatan tegangan normal dari 0,48 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,118 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** timbunan, lempung, tanah, serat sabut kelapa, kohesi, sudut geser

### ABSTRACT

Soil as the foundation of various buildings has a variety of characteristics and types that are very diverse, clay soil with a soft characterization with low bearing capacity with a high Plasticity Index value and relatively homogeneous granules, trusting method to increasing the soil bearing capacity such as by compressing the soil into rigid clay or medium with embankments such as mixing clay soil with coarse grained soils that make the soil heterogeneous granules, researchers will mix clay soil with fibers with a different appearance. The research carried out in the Soil Mechanics Laboratory of ITN Malang. The specimens taken from Argotirto hamlets, Sumbermanjing Wetan sub district, Malang District and mixed ingredients of coconut coir fiber per  $\geq 1\text{ cm} - \leq 3\text{ cm}$ . Variation in the mixture content as much; 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% of the total weight of the soil at the optimum compaction water content. The highest value test results for the pile material obtained a percentage of coconut coir mixture as much as 1% on standard proctor testing and modified compaction by 1,609 g/cm<sup>3</sup>. UU Triaxial Testing, Cohesion (c) of 0,678 kg/cm<sup>2</sup>, with a value of Shear Angle ( $\phi$ ) of 5,960° at 1% mixture content. And the highest cohesion value of 0.90 kg/cm<sup>2</sup> at a mixture of 2% with a sliding angle value ( $\phi$ ) of 4.004°. Normal unconfined stress test results occur in coconut fiber 2.15 which increases the normal stress from 0.48 kg/cm<sup>2</sup> to 1.118 kg/cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** pile, clay, soil, coconut fiber, cohesion, shear angle

### PENDAHULUAN

Tanah sebagai pondasi dari berbagai bangunan memiliki berbagai karakteristik dan jenis yang sangat beragam, tanah lempung dengan karakteristik yang lunak dengan daya dukung rendah dengan nilai Indeks Plastisitas yang tinggi, bersifat kohesif dan butiran relatif homogen memerlukan metode

perbaikan tanah supaya daya dukung menjadi lebih besar, ada berbagai cara untuk itu seperti dengan memadatkan tanah sehingga lempung lunak menjadi lempung kaku atau medium dengan timbunan seperti pemakaian metode vertikal drain, atau dengan mencampur tanah lempung dengan tanah berbutir kasar yang menjadikan tanah heterogen butirannya

Limbah dari sabut buah kelapa berlimpah di Indonesia dengan pemanfaatan yang berbagai macam, tetapi banyak yang tidak mendapatkan nilai tambah yg besar.

Dengan alasan itu peneliti ingin memanfaatkan sabut kelapa sebagai bahan serat dalam pencampuran tanah lempung sebagai bahan timbunan sedangkan variasi yang digunakan adalah 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dengan potongan sepanjang 1cm-3cm sedangkan sifat fisik yang ingin didapat dari penelitian ini untuk menunjukkan peningkatan daya dukung adalah kuat geser, angka kohesi dan nilai dry density dari hasil test compaction, dan test triaxial.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Lempung

Tanah lempung didefinisikan sebagai tanah dengan ukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm. Tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung hanya berdasarkan pada ukurannya saja. bukan apakah tanah tersebut mengandung mineral-mineral lempung (clay mineral).

### Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.

### Kohesi tanah

Kohesi tanah merupakan gaya tarik menarik yang terjadi diantara partikel tanah. Nilai kohesi tanah sangat tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya atau dengan kata lain makin padat nilai kohesi akan semakin besar dan daya dukung tanahpun akan semakin besar, sedangkan kepadatan tanah tergantung dari banyaknya pori-pori tanah yang terisi oleh air ataupun udara, semakin beragam ukuran butiran tanah atau gradasi tanah yang bervariasi akan mendapatkan kepadatan yang baik karena butiran yang lebih halus mengisi rongga-rongga antara butiran yang lebih besar, atau dengan mengisi pori-pori yang dulunya terisi oleh air atau udara dimanfaatkan dengan mengalir air dari timbunan tanah.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan contoh tanah untuk penelitian terletak dilokasi Ds. Argotirto, Kec. Sumbermanjing Wetan, Kab. Malang, sabut kelapa diambil dari limbah kelapa hasil penjual kelapa di Pasar Comboran Malang sedangkan penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah ITN Malang pada tanggal 7 April – 19 Juli 2019.

### Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah saringan, mixer, gelas ukur, thermometer, hydrometer, timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram; alat untuk test Plastisitas tanah, nilai batas cair tanah seperti lempeng kaca, oven, cawan, casagandra; alat standart Compaction seperti Cetakan tanah, alat tumbuk dari logam; timbangan dengan ketelitian 5 gram; oven digital; peralatan test triaxial seperti alat cetakan tabung, selubung tanah, ekstruder, peralatan test triaxial yang ada di ITN adalah alat triaxial UU, juga alat uji direct shear test.

### Pelaksanaan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh dari campuran serat sabut kelapa perlu dilakukan percobaan dilaboratorium dicari berat berat jenis tanah ukuran butiran tanah yang dianalisa dengan analisa saringan dan analisa saringan by hidrometer, analisa batas plastis, batas cair, analisa dengan pemadatan buatan compaction test, test triaxial dan direct shear test, uji unconfined compression.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar air optimum pemadatan, ukuran butiran tanah, gradasi tanah, nilai indeks plastisitas dan kadar air pada batas plastis, batas cair, kekuatan tegangan aksial, nilai kohesi dan nilai sudut-geser dalam pada tanah lempung asli tanpa penambahan dan dengan penambahan campuran serat sabut kelapa dengan prosentase campuran 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan membandingkan hasil tanah lempung tanpa dan dengan campuran. Dikatakan hipotesa positif jika ada peningkatan daya dukung tanah dengan campuran. Juga untuk mengetahui nilai optimum campuran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah didapatkan tanah sebagai benda uji termasuk dalam klasifikasi tanah USCS dengan jenis tanah MH "lanau anorganik atau pasir halus diatomic, atau lanau yang elastis.

### Hasil Pengujian Sifat Fisik

| Pengujian              |     | Nilai     |
|------------------------|-----|-----------|
| Kadar Air Asli (w)     |     | 33,22 %   |
| Berat Jenis (Gs)       |     | 2,597     |
| Analisa Hidrometer     | D60 | 0,028 mm  |
|                        | D30 | 0,002 mm  |
|                        | D10 | 0,0007 mm |
| Atterberg              | LL  | 54,83 %   |
|                        | PL  | 31,75 %   |
|                        | SL  | 26,3 %    |
|                        | PI  | 23,08     |
| Tingkat pengembangan   |     | Sedang    |
| Tingkat keaktifan (Ac) |     | 0,769     |

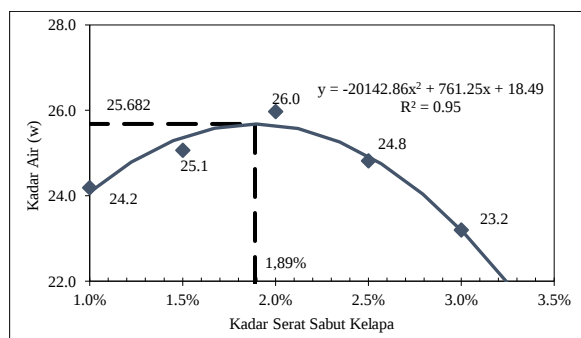
Tabel 2. Hasil Hasil Pengujian Sifat Mekanik Campuran 0%

| Pengujian Sifat Teknis |                  |                               |                       | Persen campuran 0% |
|------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Compaction Test        | Standard         | Kadar Air (w)                 | (%)                   | 21,42              |
|                        |                  | Dry Density (γ <sub>d</sub> ) | (g/cm <sup>3</sup> )  | 1,352              |
|                        | Modified         | Kadar Air (w)                 | (%)                   | 21,83              |
|                        |                  | Dry Density (γ <sub>d</sub> ) | (g/cm <sup>3</sup> )  | 1,439              |
| Triaxial UU            | Koheksi (c)      |                               | (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0,34               |
|                        | Sudut Geser (φ)  |                               | (°)                   | 5,484              |
| Unconfined             | Teg. Normal (qu) |                               | (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0,336              |

Berdasarkan hasil pengujian Compaction Standard dan Modified didapat nilai seperti pada tabel 3 berikut ini.

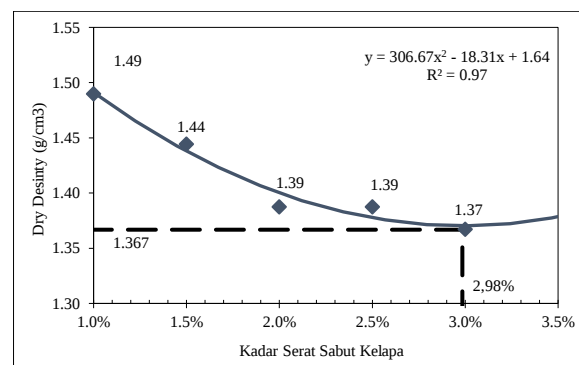
Tabel 3. Pengujian Compaction Tanah dengan Prosentase Campuran

| PROCTOR  | Campuran | w (%) | Dry Density (γ <sub>d</sub> ) |
|----------|----------|-------|-------------------------------|
| Standard | 0%       | 21,42 | 1,352                         |
|          | 1%       | 24,19 | 1,502                         |
|          | 1,50%    | 25,06 | 1,445                         |
|          | 2%       | 25,97 | 1,388                         |
|          | 2,50%    | 24,81 | 1,375                         |
|          | 3%       | 23,20 | 1,367                         |
| Modified | 0%       | 21,83 | 1,439                         |
|          | 1%       | 24,52 | 1,609                         |
|          | 1,50%    | 25,83 | 1,567                         |
|          | 2%       | 27,51 | 1,521                         |
|          | 2,50%    | 26,74 | 1,555                         |
|          | 3%       | 26,03 | 1,552                         |



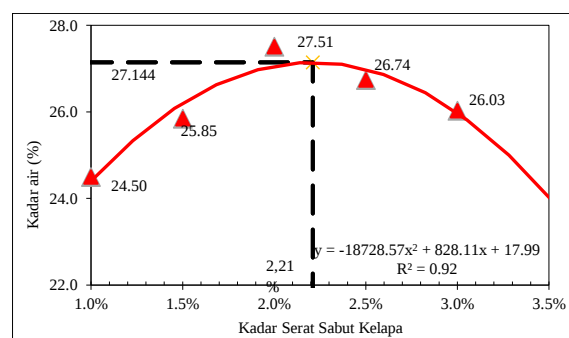
Gambar 1. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Standard Compaction

Berdasarkan hasil pengujian Compaction Standard didapat nilai seperti pada gambar 1 (Hubungan Kadar Air optimum dengan variasi campuran Serat Sabut Kelapa menggunakan pengujian Standard Compaction) dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 1,89% dengan kadar air (w) sebesar 25,682% dan dinyatakan adanya pengaruh serat sabut kelapa terhadap tanah berdasarkan uji F.



Gambar 2. Hubungan Dry Density (γ<sub>d</sub>) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Standard Compaction

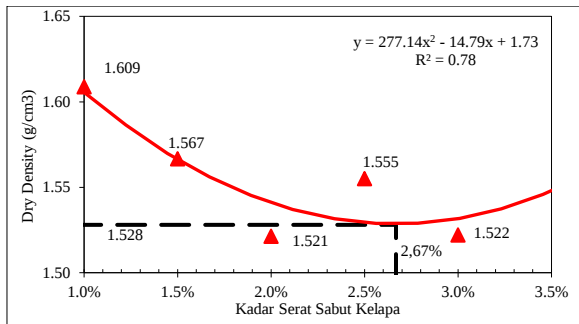
Berdasarkan hasil pengujian Compaction Modified didapat nilai seperti pada gambar 2. Hubungan Dry Density (γ<sub>d</sub>) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Standard Compaction dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2,98% dengan Dry Density (γ<sub>d</sub>) sebesar 1,367gr/cm<sup>3</sup>. Nilai Dry Density campuran makin banyak nilainya makin rendah dikarenakan berat jenis sabut kelapa yang dibawah berat jenis dari tanah, tidak berkorelasi langsung dengan nilai kepadatan tanah.



Gambar 3. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Modified Compaction

Berdasarkan hasil pengujian Compaction Modified didapat nilai seperti pada gambar 3. Hubungan Kadar Air optimum dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Modified Compaction dengan hasil analisa regresi didapatkan nilai kadar

serat optimum sebesar 2,21% dengan kadar air (w) sebesar 27,144%.



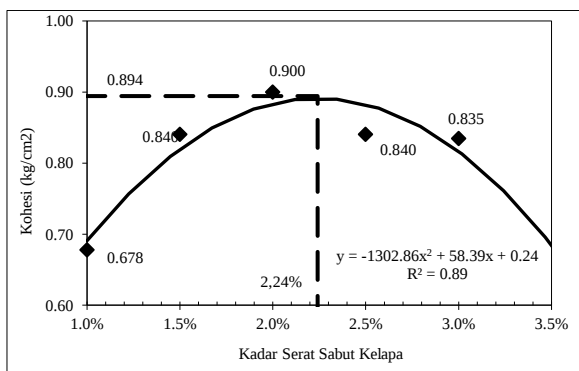
**Gambar 4. Hubungan Dry Density ( $\gamma_d$ ) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Modified Compaction**

Berdasarkan hasil pengujian Compaction Standard didapat nilai seperti pada gambar 4. Hubungan Dry Density ( $\gamma_d$ ) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Modified Compaction dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2,67% dengan Dry Density ( $\gamma_d$ ) sebesar 1,528gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 4. Pengujian Triaxial UU dengan Prosentase Campuran**

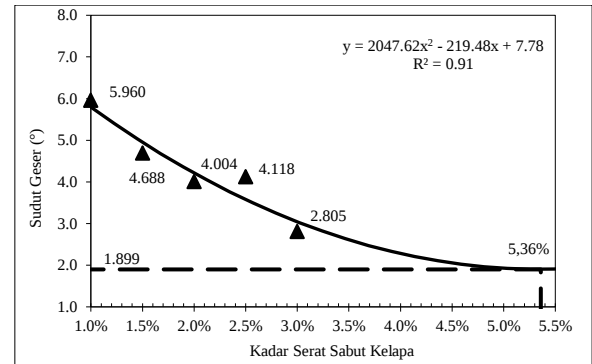
| Kadar Campuran | Kohesi (c) | Sudut Geser ( $\phi$ ) |
|----------------|------------|------------------------|
| 0%             | 0,340      | 5,484                  |
| 1%             | 0,678      | 5,960                  |
| 1,5%           | 0,840      | 4,688                  |
| 2%             | 0,9        | 4,004                  |
| 2,5%           | 0,84       | 4,118                  |
| 3%             | 0,835      | 2,805                  |

Berdasarkan hasil pengujian Triaxial UU didapat nilai kohesi (c) dan sudut geser ( $\phi$ ) seperti pada tabel 4. Tanah diuji hasil pemadatan buatan menggunakan hasil Compaction Tanah dengan Prosentase Campuran.



**Gambar 5. Hubungan Kohesi (c) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Triaxial UU**

Berdasarkan hasil pengujian Triaxial UU didapat nilai seperti pada gambar 5. Hubungan Kohesi (c) dengan variasi kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Triaxial UU dengan hasil analisa regresi didapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2,24% dengan kohesi (c) sebesar 0,894kg/cm<sup>2</sup> dan dinyatakan adanya pengaruh serat sabut kelapa terhadap tanah berdasarkan uji F.

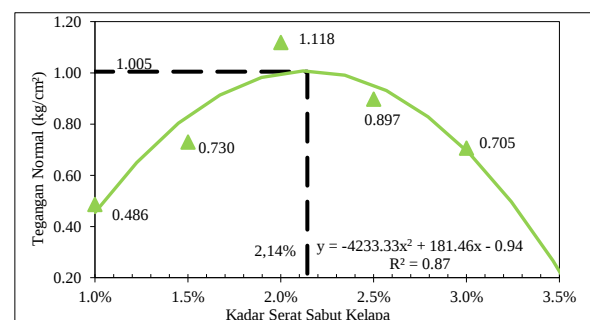


**Gambar 6. Hubungan Sudut Geser ( $\phi$ ) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Triaxial UU**

Berdasarkan hasil pengujian Triaxial UU didapat nilai seperti pada gambar 6. Hubungan Sudut Geser ( $\phi$ ) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Triaxial UU dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 5,36% dengan Sudut Geser ( $\phi$ ) sebesar 1,899° dan dinyatakan adanya pengaruh serat sabut kelapa terhadap tanah berdasarkan uji F.

**Tabel 4. Pengujian Triaxial UU dengan Prosentase Campuran**

| Kadar Campuran | $Q_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------------------|
| 0%             | 0,336                      |
| 1%             | 0,486                      |
| 1,5%           | 0,730                      |
| 2%             | 1,118                      |
| 2,5%           | 0,897                      |
| 3%             | 0,705                      |



**Gambar 7. Hubungan Tegangan Normal ( $q_u$ ) dengan Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Unconfined**

Berdasarkan hasil pengujian Triaxial UU didapat nilai seperti pada gambar 7. Hubungan Tegangan Normal ( $q_u$ ) dengan variasi Kadar Serat Sabut Kelapa Pengujian Unconfined dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2,14 % dengan Tegangan Normal ( $q_u$ ) sebesar 1,005 kgf/cm<sup>2</sup> dan dinyatakan adanya pengaruh serat sabut kelapa terhadap tanah berdasarkan uji F.

## KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil penelitian sifat fisik, tanah sebagai benda uji termasuk dalam klasifikasi tanah USCS dengan jenis tanah MH "lanau anorganik atau pasir halus diatomic, atau lanau yang elastis".
- Penambahan bahan campuran serat sabut kelapa pada tanah dalam pengujian Compaction Standard dan Modified mendapatkan nilai tertinggi dengan kadar serat 2% pada nilai Kadar Air ( $w$ ), dan mendapatkan nilai tertinggi dengan kadar serat 1% pada nilai Dry Density ( $\gamma_d$ ). Berdasarkan pengujian Modified Compaction nilai Dry Density ( $\gamma_d$ ) pada kadar campuran 1% sebesar 1,609gr/cm<sup>3</sup> dapat digunakan sebagai timbunan biasa badan jalan, dikarenakan memenuhi syarat MDD = 95% = 1,52 gr/cm<sup>3</sup>.
- Penambahan campuran dalam pengujian berdasarkan pengujian Triaxial UU nilai kohesi ( $c$ ) tertinggi sebesar 0,90 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar campuran 2% dengan nilai sudut geser ( $\phi$ ) sebesar 4,004°.
- Hasil uji Unconfined tegangan normal optimum terjadi pada penambahan serat sabut kelapa sebanyak 2,15 yang mengalami peningkatan tegangan normal dari 0,48 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,118 kg/cm<sup>2</sup>.
- Berdasarkan pengujian sifat teknis tanah campuran serat sabut kelapa kadar 2% mendapatkan nilai terbaik sebagai bahan timbunan.

## SARAN

- Tidak terjadi peningkatan nilai dry density ( $\gamma_d$ ) pada penambahan bahan campuran serat sabut kelapa terhadap tanah benda uji dengan prosentase 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dengan nilai tertinggi pada kadar campuran 1%. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu diperkecil jarak prosentase penambahan campuran dan difokuskan diantara kadar penambahan 1%, agar mendapatkan hasil yang maksimal.
- Berdasarkan pengujian Modified Compaction tanah lempung dengan campuran serat sabut kelapa kadar 1% pada nilai dry density ( $\gamma_d$ ) sebesar 1,609g/cm<sup>3</sup>. Maka, dapat diaplikasikan

sebagai timbunan biasa badan jalan dengan syarat nilai MDD = 95% =  $\gamma_d = 1,52\text{g/cm}^3$  dan tanah bukan termasuk dalam tanah berplastisitas tinggi (CH).

- Hasil uji Unconfined tegangan normal optimum terjadi pada penambahan serat sabut kelapa sebanyak 2,15 yang mengalami peningkatan tegangan normal dari 0,48 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,118 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga perlu diteliti lebih lanjut dengan test yang lain seperti test CBR lapangan dan lainnya.
- Serat sabut kelapa adalah serat alami yang didapat dari buah kelapa. Kemungkinan serat tersebut akan mengurai pada tanah selama 3-5 tahun, apabila diaplikasikan dilapangan, kemungkinan efek dari serat sabut kelapa akan menjadi humus pada tanah karena terurai. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu dipertimbangkan apakah perlu perlakuan khusus pada serat alami seperti serat sabut kelapa

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, A. W., Yulvi Zaika, dan Rachmansyah Arief. 2015. Pengaruh Penambahan Ampas Tebu dan Serbuk Gypsum Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro. Universitas Brawijaya.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 3423:2008). 2008. Cara
- Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 3422:2008). 2008. Cara
- Uji Penentuan Batas Susut Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1964:2008). 2008. Cara
- Uji Berat Jenis Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1742:2008). 2008. Cara
- Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1967:2008). 2008. Cara
- Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1966:2008). 2008. Cara
- Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 1965:2008). 2008. Cara
- Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan Di Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 3638:2008). 2008. Metode Uji Kuat Tekan-Bebas Tanah Kohesif. Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 03-4813-1998 Rev.2004). 2004. Cara
- Uji Triaksial untuk Tanah Kohesif dalam Keadaan Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase.
- Budi, Gogot S. 2011. Pengujian Tanah di Laboratorium Penjelasan dan Panduan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid1. Terjemahan Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. 1995. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid2. Terjemahan Noor

- Endah dan Indrasurya B. Mochtar. 1995. Jakarta: Erlangga.
- Fau, Nirmala Teodora. "Penulisan Daftar Pustaka", <https://www.studiobelajar.com/penulisan-daftar-pustaka>, diakses pada 20 Februari 2019.
- Firmania, Dhiny dan Azimah Hermutarsih. 2005. Pengaruh Serat Karung Plastik dan Serabut Kelapa Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung. Universitas Islam Indonesia.
- Hardiyatmo, H. Christady. 2002. Mekanika Tanah I. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hisyam, Endang S. 2013. Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa pada Sawit Untuk Meningkatkan Kekuatan Tanah. Universitas Bangka Belitung.
- Jimmyanto, Hendrik. 2014. Pengaruh Sampah Plastik dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lunak. Universitas Sriwijaya.
- Lambe, William. T. 1951. Soil Testing for Engineers. Massachusetts Institute of Technology. United States of America.
- Mahida. 1984. "Ciri – Ciri Tanah Lempung", <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/ciri-ciri-tanah-lempung>, diakses pada 18 Februari 2019.
- Mashuri, Mansur. 2009. "Gulungan Sabut / Coir Log Pencegah Erosi", <https://produkkelapa.wordpress.com/2009/10>, diakses pada 24 Februari 2019.
- Mitchell, James K. 1976. Fundamentals of Soil Behavior. University of California, Berkeley.
- Panguriseng, Darwis. 2018. Dasar – Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta: Pena Indis.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. Pd T-10-2005-B. 2005. Penangan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan.
- Sulistyo, B. 2013. "Pengaruh Serabut Kelapa Terhadap Kuat Geser dan Tekan Bebas pada Tanah Berbutir Halus". Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sulistyo, Dwi. 2013. Naskah Publikasi "Rekayasa dan Manufaktur Komposit Core Berpenguat Serat Sabut Kelapa Bermatrik Serbuk Gypsum dengan Fraksi Volume Serat 20%, 30%, 40%, 50%". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Taneo, Seprin. 2016. Studi Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Nilai Stabilitas Tanah Lempung pada Pengujian Kuat Geser. Universitas Nusa Cendana.
- Yulianta dan Surtipa, Agus. 1998. Penelitian Laboratorium Stabilitas Tanah Lempung dengan Menggunakan Geotekstil sebagai Alternatif Perkuatan Tanah Dasar Struktur Pondasi Gedung. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta