

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *FIBERGLASS* SEBAGAI BAHAN CAMPURAN UNTUK MEMPERKUAT TIMBUNAN TANAH LEMPUNG

Tyo Finda Pradita Pradana

Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Simp. Raya Candi VI, Karangbesuki

Email : findatyo@gmail.com

ABSTRAK

Terbatasnya lahan untuk pembangunan yang diperlukan mengakibatkan tidak dapat dihindarinya pembangunan di atas tanah lempung seperti tanah yang ada di Indonesia. Oleh karena itu, sangat penting untuk mencampurkan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas daya dukung tanah. Salah satunya dengan mencampurkan potongan serat *fiberglass* ke dalam tanah lempung sebagai tanah timbunan. Studi ini meliputi studi literatur dan penelitian di 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 *fiberglass* per $\geq 1\text{ cm} - \leq 3\text{ cm}$. Penelitian ini menggunakan variasi kadar campuran sebanyak; 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dari berat total tanah pada saat kadar air optimum. Hasil pengujian mendapatkan nilai prosentase kadar campuran serat *fiberglass* *maximum* pada 2% dengan nilai pengujian Unconfined Compression dan Triaxial UU (Unconsolidated Undrained) sebesar : Kohesi (0,765 kg/cm²), Sudut Geser dikadar 2% (8,3630), Kuat Tekan Bebas dikadar 2% (1,869 kgf/cm²). Untuk pengujian hipotesis penambahan serat *fiberglass* berpengaruh pada nilai daya dukung tanah.

Kata Kunci: Triaxial UU, Unconfined Compression, *fiberglass*, tanah lempung, kaolinit.

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah suatu unsur yang terdapat di bumi, tanah tersusun dari mineral alami dan bahan organik yang memiliki sifat, klasifikasi, dan partikel. Dalam ilmu teknik sipil untuk menggambarkan ukuran partikel pada batasan ukuran butiran yang telah ditentukan, sekaligus digunakan untuk menjelaskan sifat fisis tanah umumnya menggunakan istilah seperti; pasir (sand), lempung (clay), lanau (silt), dan lumpur (mud). Tanah lempung adalah jenis tanah yang bersifat plastis dan mempunyai sifat lekat antara butir-butir yang disebut kohesif (Darwis, 2018).

Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat geser tanah lempung untuk perkuatan tanah dasar dengan penambahan bahan campuran serat *fiberglass* dengan prosentase kadar campuran sebanyak 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% setelah tanah mencapai kadar air optimum, dengan dipotong sepanjang $> 1\text{ cm}$ sampai $< 3\text{ cm}$.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak diantara sifat tanah pasir dan tanah liat. Didefinisikan sebagai

golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih di golongan sebagai partikel lempung. Tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung hanya berdasarkan pada ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut mengandung mineral-mineral lempung (*clay mineral*) (Das, 1988 diterjemahkan oleh Noor Endah dan Mochtar Indrasurya B., 1995).

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah unified atau *Unified Soil Classification System* (USCS) diajukan pertama kali oleh *Casagrande* dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik.

Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah

mengalami pembebanan akan ditahan (Hardiyatmo, 2002) :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Pengolahan Data

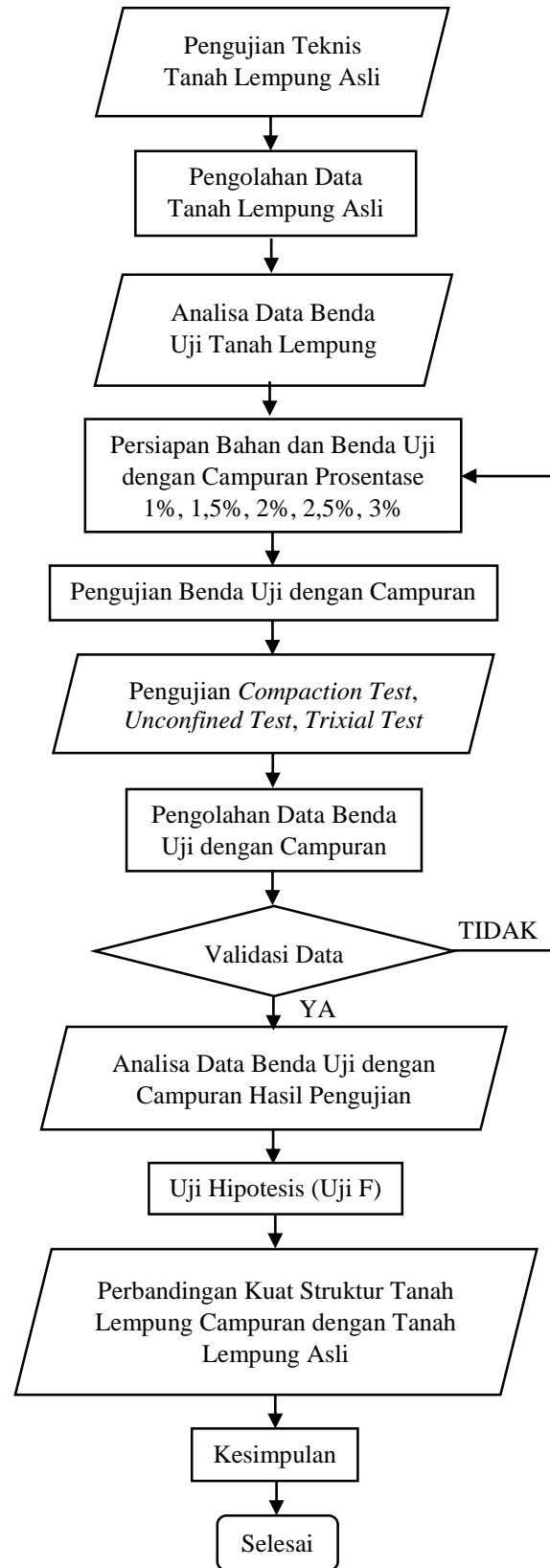
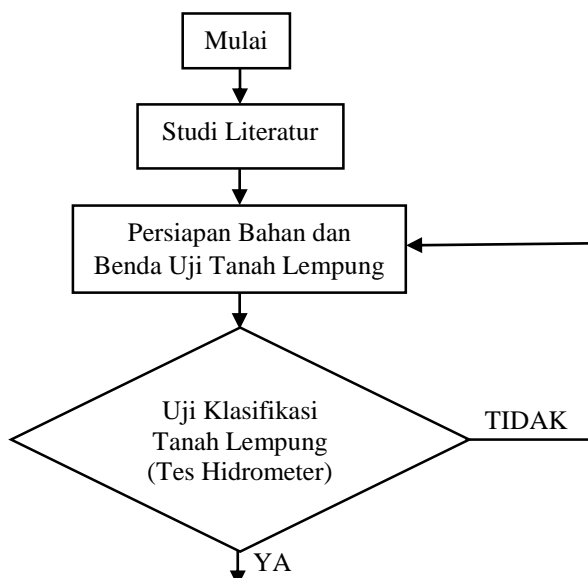
Setelah data berhasil dikumpulkan menggunakan teknik pengumpulan data yang tepat, kegiatan selanjutnya adalah mengolah atau menganalisis data. Pengolahan atau analisis data dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah jawaban sementara terhadap pertanyaan-pertanyaan penelitian, hipotesis dapat dijelaskan dari berbagai sudut pandang, misalnya secara etimologis, teknis, statistik, dan lain sebagainya (Hidayat, Anwar. *Hipotesis Penelitian*. 2013).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh bahan campuran *fiberglass* pada tanah lempung. Pengujian tersebut meliputi dalam pelaksanaan tanah asli (LL, PL, SL), Berat Jenis Tanah, Analisa Ukuran Butiran, Uji Proctor (*Compaction Test* dan *Modified Test*), Uji *Triaxial*, dan Uji *Unconfined Compression*. Sedangkan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar air optimum, kekuatan aksial, kekuatan kohesi dan sudut-geser dalam pada tanah lempung dengan penambahan campuran serat *fiberglass* serta menyeragamkan cara mendapatkan prosentase bahan campuran dengan prosentase 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3% dan membandingkan hasil tanah lempung tanpa dan dengan campuran.



Gambar 3.1. Flowchart / Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1. 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 |
| Plastisitas (Atterberg) | LL | 54,83% |
| | PL | 31,75% |
| | SL | 26,30% |
| | PI | 23,08% |
| Tingkat Pengembangan | | Sedang |
| Tingkat Keaktifan (Ac) | | 0,769 |

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah dari 3 sampel didapat nilai seperti pada tabel 4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik.

Tabel 4.2. Hasil Hasil Pengujian Sifat Teknik Campuran 0%

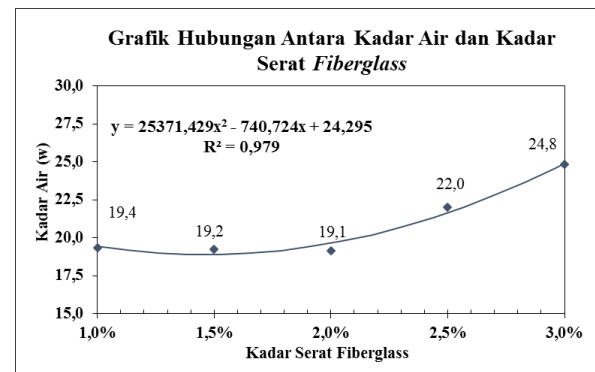
| Pengujian Sifat Teknis | | | | Prosentase Kadar Campuran |
|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | | | 0% |
| Compaction Test | Standard | Kadar Air (w) | (%) | 21,42 |
| | | Dry Density (γ_d) | (g/cm ³) | 1,352 |
| | Modified | Kadar Air (w) | (%) | 21,83 |
| | | Dry Density (γ_d) | (g/cm ³) | 1,439 |
| Triaxial UU | Koehsi (c) | | (kg/cm ²) | 0,34 |
| | Sudut Geser (ϕ) | | ($^{\circ}$) | 5,484 |
| Unconfined | Teg. Normal (qu) | | (kg/cm ²) | 0,336 |

Berdasarkan hasil pengujian sifat teknik tanah dari 3 sampel didapat nilai seperti pada tabel 4.2. Hasil Pengujian Sifat Teknik Campuran 0%.

Tabel 4.3. Pengujian *Compaction* Tanah dengan Prosentase Campuran

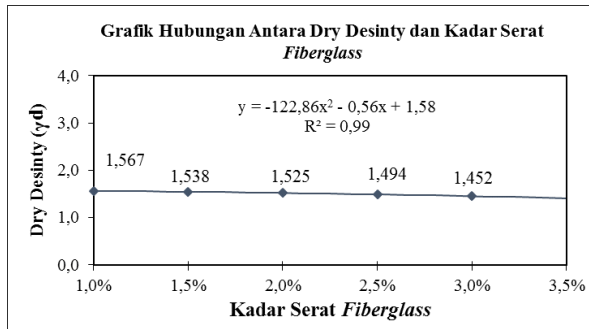
| PROCTOR | Campuran | w (%) | Dry Density (γ_d) |
|----------|----------|-------|----------------------------|
| STANDARD | 0% | 21,42 | 1,352 |
| | 1% | 19,35 | 1,567 |
| | 1,50% | 19,23 | 1,537 |
| | 2% | 19,11 | 1,525 |
| | 2,50% | 21,99 | 1,494 |
| | 3% | 24,81 | 1,452 |
| MODIFIED | 0% | 21,83 | 1,439 |
| | 1% | 22,57 | 1,695 |
| | 1,50% | 24,11 | 1,588 |
| | 2% | 25,51 | 1,562 |
| | 2,50% | 27,55 | 1,545 |
| | 3% | 29,53 | 1,514 |

Berdasarkan hasil pengujian *Compaction Standard* dan *Modified* didapat nilai seperti pada tabel 4.3. Pengujian *Compaction* Tanah dengan Prosentase Campuran.



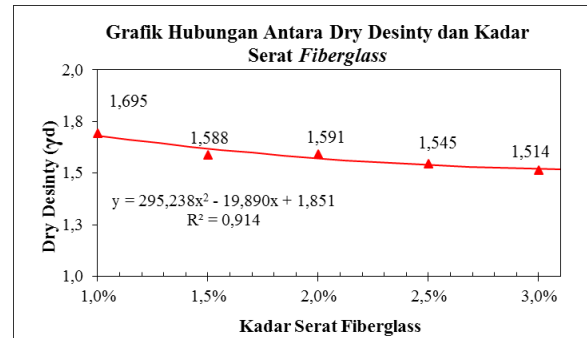
Gambar 4.1. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Standard Compaction*

Berdasarkan hasil pengujian *Compaction Standard* didapat nilai seperti pada gambar 4.1. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Standard Compaction* dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2,9% dan dinyatakan adanya pengaruh serat *fiberglass* terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.



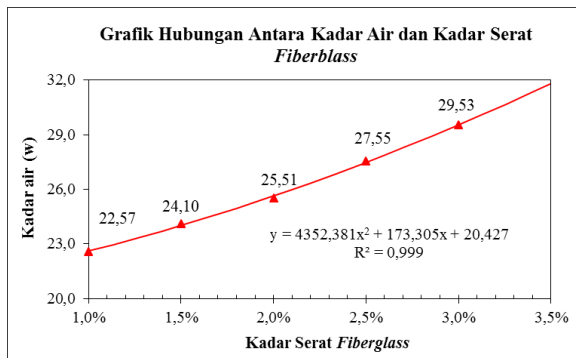
Gambar 4.2. Hubungan Dry Density (γ_d) dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Standard Compaction

Berdasarkan hasil pengujian *Compaction Modified* didapat nilai seperti pada gambar 4.2. Hubungan Dry Density (γ_d) dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Standard Compaction dengan hasil analisa regresi dinyatakan tidak adanya pengaruh serat Fiberglass terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.



Gambar 4.3. Hubungan Dry Density (γ_d) dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Modified Compaction

Berdasarkan hasil pengujian *Compaction Standard* didapat nilai seperti pada gambar 4.2. Hubungan Dry Density (γ_d) dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Modified Compaction dengan hasil analisa regresi dinyatakan tidak adanya pengaruh serat Fiberglass terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.



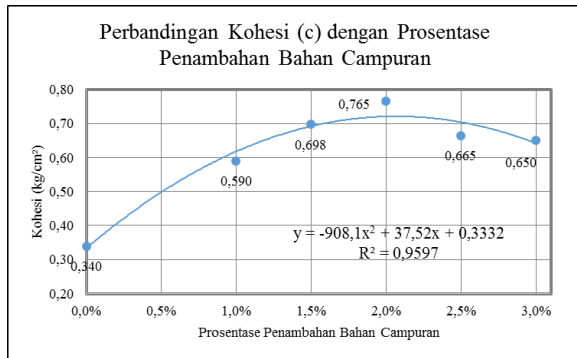
Gambar 4.3. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Modified Compaction

Berdasarkan hasil pengujian *Compaction Modified* didapat nilai seperti pada gambar 4.3. Hubungan Kadar Air dengan Kadar Serat Fiberglass Pengujian Modified Compaction dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 3,9% dan dinyatakan adanya pengaruh serat Fiberglass terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.

Tabel 4.3. Pengujian Triaxial UU dengan Prosentase Campuran

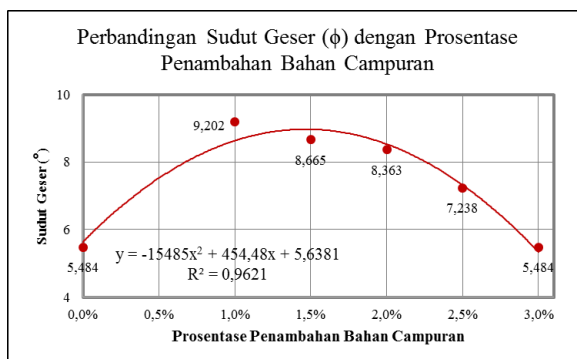
| Kadar Campuran | Kohesi (c) | Sudut Geser (ϕ) |
|----------------|------------|------------------------|
| 0% | 0,340 | 5,484 |
| 1% | 0,590 | 9,202 |
| 1,5% | 0,760 | 6,730 |
| 2% | 0,765 | 8,363 |
| 2,5% | 0,665 | 7,238 |
| 3% | 0,65 | 5,484 |

Berdasarkan hasil pengujian *Triaxial UU* didapat nilai kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) seperti pada tabel 4.3. Pengujian *Compaction* Tanah dengan Prosentase Campuran.



Gambar 4.4. Hubungan Kohesi (c) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Triaxial UU*

Berdasarkan hasil pengujian *Triaxial UU* didapat nilai seperti pada gambar 4.4. Hubungan Kohesi (c) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Triaxial UU* dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat *maximum* sebesar 2% dengan kohesi (c) sebesar 0,765kg/cm² dan dinyatakan adanya pengaruh serat *Fiberglass* terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.

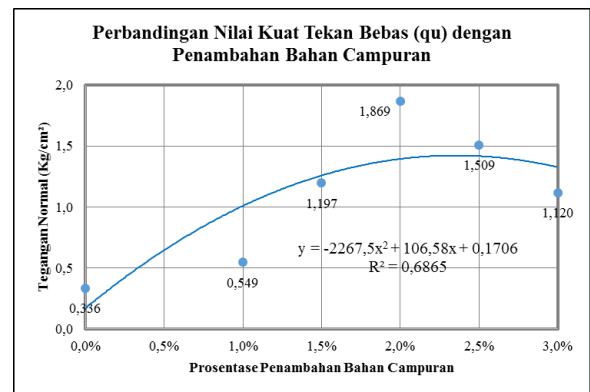


Gambar 4.5. Hubungan Sudut Geser (φ) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Triaxial UU*

Berdasarkan hasil pengujian *Triaxial UU* didapat nilai seperti pada gambar 4.5. Hubungan Sudut Geser (φ) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Triaxial UU* mendapatkan nilai kadar serat *maximum* sebesar 3% dengan Sudut Geser (φ) sebesar 5,5° dan dinyatakan adanya pengaruh serat *Fiberglass* terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.

Tabel 4.3. Pengujian *Unconfined* dengan Prosentase Campuran

| Kadar Campuran | q_u (kN/m ²) |
|----------------|-------------------------------|
| 0% | 0,265 |
| 1% | 0,549 |
| 1,5% | 1,193 |
| 2% | 1,869 |
| 2,5% | 1,509 |
| 3% | 1,120 |



Gambar 4.6. Hubungan Tegangan Normal (qu) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Unconfined*

Berdasarkan hasil pengujian *Triaxial UU* didapat nilai seperti pada gambar 4.6. Hubungan Tegangan normal (qu) dengan Kadar Serat *Fiberglass* Pengujian *Unconfined* dengan hasil analisa regresi mendapatkan nilai kadar serat optimum sebesar 2% dengan Tegangan Normal (qu) sebesar 1,869kgf/cm² dan dinyatakan adanya pengaruh serat *Fiberglass* terhadap tanah lempung berdasarkan uji F.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan Hasil dan Pembahasan

- 1) Berdasarkan hasil penelitian sifat fisik, tanah lempung sebagai benda uji termasuk dalam klasifikasi tanah USCS dengan jenis tanah OH “lempung organik plastisitas sedang sampai dengan tinggi” dan termasuk tanah lempung mineral “kaolinit” berdasarkan Nilai Batas Atterberg.
- 2) Penambahan bahan campuran serat *Fiberglass* pada tanah lempung dalam pengujian Compaction Standard dan Modified mendapatkan nilai tertinggi dengan kadar serat

- 3% pada nilai Kadar Air (w), dan mendapatkan nilai tertinggi dengan kadar serat 1% pada nilai *Dry Density* (γ_d). Berdasarkan pengujian *Modified Compaction* nilai *Dry Density* (γ_d) pada kadar campuran 1% sebesar 1,695gr/cm³ dapat digunakan sebagai timbunan biasa badan jalan, dikarenakan memenuhi syarat MDD = 95% = 1,52 gr/cm³.
- 3) Penambahan campuran dalam pengujian *Unconfined* meningkat tertinggi sebesar 1,869kgf/cm² pada kadar campuran 2%. Berdasarkan pengujian Triaxial UU nilai kohesi (c) tertinggi sebesar 0,765kg/cm² pada kadar campuran 2% dengan nilai sudut geser (ϕ) sebesar 8,363°.
 - 4) Berdasarkan pengujian sifat teknis tanah lempung campuran serat *Fiberglass* kadar 1% mendapatkan nilai terbaik sebagai bahan timbunan.

Saran

- 1) Serat fiberglass dalam ilmu teknik sipil yang kebanyakan dipergunakan bahan untuk pembuatan atap, dari hasil penelitian ini diharapkan untuk memperbanyak guna dari campuran serat fiberglass dan tanah lempung kaolinit, tidak hanya untuk tanah timbunan.
- 2) Tidak terjadi peningkatan nilai dry density pada penambahan bahan campuran serat fiberglass terhadap tanah lempung dengan prosentase 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dengan nilai tertinggi di kadar 1%. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu diperkecil jarak prosentase penambahan campuran dan difokuskan diantara kadar penambahan 1%, agar mendapatkan hasil yang maksimal.
- 3) Terjadi peningkatan nilai qu pada pengujian *Unconfined Compression* penambahan bahan campuran serat fiberglass terhadap tanah lempung dengan prosentase 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dengan nilai tertinggi di kadar 2%. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu diperkecil jarak prosentase penambahan campuran dan difokuskan diantara kadar penambahan 2%, agar mendapatkan hasil yang maksimal.
- 4) Terjadi peningkatan nilai kohesi pada pengujian Triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*) penambahan bahan campuran serat fiberglass terhadap tanah lempung dengan prosentase 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dengan nilai tertinggi di kadar 2%. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu diperkecil jarak prosentase penambahan campuran dan difokuskan diantara kadar penambahan 2%, agar mendapatkan hasil yang maksimal.

- 5) Berdasarkan pengujian *Modified Compaction* tanah lempung dengan campuran serat *fiberglass* kadar 1% pada nilai *dry density* (γ_d) sebesar 1,695g/cm³. Maka, dapat diaplikasikan sebagai timbunan biasa badan jalan dengan syarat nilai MDD = 95% = γ_d = 1,52g/cm³ dan tanah bukan termasuk dalam tanah berplastisitas tinggi (CH).

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 Suripta, Agus. 1998. *Penelitian Laboratorium Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Geotekstil sebagai Alternatif Perkuatan Tanah Dasar Struktur Pondasi Gedung*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.