



# PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANKOS SAWIT DAN ABU AMPAS TEBU PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP PEMADATAN TANAH

## THE INFLUENCE OF ADDING EMPTY PALM FRUIT BUNCH ASH AND SUGARCANE BAGASSE ASH TO EXPANSIVE CLAY SOIL ON SOIL COMPACTION

Nur Kholidiah Siagian<sup>1\*</sup> dan Ellida Novita Lydia<sup>2</sup>

(1,2) Universitas Samudra, Aceh

### Abstrak

Kabupaten Aceh Tamiang provinsi Aceh memiliki berbagai jenis karakteristik tanah. Kondisi tanah lempung ekspansif di Dusun Bukit Sabun, Desa Bandung Jaya, Kecamatan Banyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang, memiliki kualitas yang buruk ditandai dengan bangunan yang di dirikan diatas tanah tersebut sering mengalami keretakan, penurunan, dan pergeseran yang sangat mengkhawatirkan penghuni bangunan. Tujuan dilakukan penelitian untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanis pada tanah lempung ekspansif setelah dicampurkan abu tankos sawit dan abu ampas tebu. Metode yang dilakukan dengan menganalisis setiap variabel dengan merujuk pada sistem klasifikasi AASHTO (American Association of Stat Highway and Transportation). Berdasarkan hasil pengujian di peroleh nilai kadar air pada pengujian batas – batas *Atterberg* juga mengalami penurunan, dimana nilai LL tanah asli 55,55 % , pada saat dicampur 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai kadar air menjadi 54,89 % . Nilai PI tanah asli yaitu 33,05 % setelah dilakukan pencampuran dengan 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai Indeks Plastis turun menjadi 13,23%. Dari hasil pengujian proctor standart yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat kenaikan dan penurunan nilai pada persentase 25 % campuran abu merupakan persentase terbaik untuk pemadatan tanah. Perolehan ini dapat menjadi terobosan baru dalam pengoptimalan stabilitas tanah.

**Kata Kunci:** tanah lempung, pemadatan tanah, lempung ekspansif

### Abstract

*In Aceh Tamiang Regency, Aceh province, various soil characteristics are observed. Expansive clay soil in Bukit Sabun Hamlet, Bandung Jaya Village, Banyak Payed District, Aceh Tamiang Regency, exhibits poor quality, leading to concerns such as cracks, subsidence, and shifting in buildings constructed on this land. The research aims to assess alterations in the physical and mechanical properties of expansive clay soil after incorporating palm oil tankos ash and sugarcane bagasse ash. The analysis is conducted according to the AASHTO (American Association of State Highway and Transportation) classification system. Test results indicate a decrease in water content during the Atterberg limit test. For instance, the Liquid Limit (LL) value of the original soil at 55.55% decreases to 54.89% when mixed with 25% bagasse ash and palm oil ash. Similarly, the Plasticity Index (PI) value reduces from 33.05% to 13.23% after mixing with the same ash combination. Standard proctor testing reveals that the 25% ash mixture yields optimal soil compaction results, indicating a potential breakthrough in enhancing soil stability.*

**Keywords:** clay soil, compacted soil, expansive clay

## PENDAHULUAN

Kabupaten Aceh Tamiang provinsi Aceh terletak antara 03°53' 18,81" – 04°32' 56,76" Lintang Utara dan 97°43' 41,51" – 8°14' 45,41" Bujur Timur dengan ketinggian rata-rata 20 – 700 meter di atas permukaan laut. Kabupaten Aceh Tamiang memiliki berbagai jenis karakteristik tanah. Tanah merupakan material dasar yang sangat penting karena merupakan dasar dimana struktur akan didirikan seperti pondasi bangunan, jalan raya, bendungan, tanggul dan lain-lain.

Pemadatan tanah adalah usaha untuk mengoptimalkan kekuatan material tanah. Karena tanah lempung ekspansif merupakan tanah dengan kualitas yang buruk dan bermasalah, maka timbulah inisiatif peneliti agar tanah lempung ekspansif dapat digunakan yaitu dengan cara menggunakan limbah-limbah organik ataupun anorganik. Abu ampas tebu merupakan bahan yang diperoleh dari hasil pembakaran limbah ampas tebu yang sering sekali dibuang ketika telah selesai penggilingan untuk memperoleh airnya. Pada limbah organik ampas yang

(\*)Corresponding author

Telp :  
E-mail : [siagiannur8@gmail.com](mailto:siagiannur8@gmail.com)  
<http://doi.org/xxx>

Received 18 Maret 2024; Accepted 18 April 2024; Available online 30 April 2024  
E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

dihasilkan oleh tebu jika dibakar ampasnya, kemudian menjadi abu yang dimana abu dari pembakaran ampas tebu tersebut mengandung senyawa silikat yang cukup tinggi dengan persentase 72,33 % dan Abu tankos sawit merupakan bahan yang diperoleh dari hasil pembakaran limbah tankos sawit yang sering sekali dibuang ketika telah selesai diperolehnya buah sawit dikelola menjadi minyak masak maupun bahan bakar lainnya. Pada bagian tankos sawit jika dibakar menjadi abu memiliki kandungan kalium yang cukup tinggi dengan persentase 30-40 % dan dipercaya mampu mengikat air pada tanah. Pada peneliti terdahulu, persentase campuran tertinggi abu tankos sawit yang digunakan adalah 5 % dan terjadi peningkatan nilai berat isi kering tanah, menurunnya nilai kadar air tanah sehingga tanah menjadi lebih padat. Pada campuran abu ampas tebu, persentase tertinggi yang digunakan adalah 16 % dan terjadi penurunan nilai pengembangan (*Swelling*). Pada penelitian ini, peneliti menggunakan penambahan variasi abu tankos sawit sebesar 5 % sementara penambahan abu ampas tebu sebesar 16 %, 18 % dan 20 %. Dengan diberikannya kombinasi tambahan bahan limbah abu tankos sawit dan abu ampas tebu yang mengandung unsur silika dan kalium diharapkan mampu mengikat kadar air untuk meningkatkan daya dukung tanah pada tanah lempung ekspansif.

Kondisi tanah lempung ekspansif di Dusun Bukit Sabun, Desa Bandung Jaya, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang, dalam kualitas yang buruk ditandai dengan bangunan yang di dirikan diatas tanah tersebut dengan material batu bata akan mengalami keretakan yang cukup mengkhawatirkan. Bangunan yang di dirikan oleh material berbahan utama kayu sering terjadi pergeseran bahkan penurunan, kemudian tanah juga sangat mengembang saat terjadi musim hujan dan terjadi keretakan pada saat musim kemarau.

Berdasarkan latar belakang dan kasus diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui perubahan sifat fisis dan mekanis pada tanah lempung ekspansif setelah dicampurkan abu tankos sawit dan abu ampas tebu. Serta pemadatan tanah lempung ekspansif setelah dan sebelum ditambahkan dengan limbah abu tankos sawit dan abu ampas tebu. Metode yang dilakukan dengan menganalisis setiap variabel dengan merujuk pada sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of Stat Highway and Transportation*).

## TINJAUAN PUSTAKA

Tanah adalah campuran mineral, bahan organik, dan sedimen yang cukup longgar yang terletak di atas batuan dasar (Fahriana et al., 2019). Himpunan yang

lemah antara butiran dan campurannya dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida teroksidasi yang mengendap di antara partikel-partikel (Hardiyatmo, 2016).

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah lunak dengan karakteristik tanah berbutir halus (Dewi et al., 2022). Tanah juga memiliki sifat elastisitas dimana ketika terkena air akan mengembang sesuai kadar air yang terserap, sedangkan dalam keadaan kering tanah akan menyusut seperti dimensi semula dengan pemadatan yang tidak terarah (Upa & Hakim, 2019). Konsistensi tanah yang lempung kurang layak digunakan terhadap keamanan bangunan yang ditopangnya (Abdurrozak & Mufti, 2017). Tanah dengan kadar air tinggi memiliki daya dukung tanah yang sangat relatif rendah sehingga perlu diperkuat dengan beberapa proses stabilisasi tanah atau perbaikan sifat tanah (Putra et al., 2019), (Upa & Hakim, 2019).

Sistem klasifikasi yang dikelompokkan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) berfungsi agar dapat menentukan kualitas tanah dalam kebutuhan perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade* (Abdurrozak & Mufti, 2017). Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkungan tersebut. Tanah dalam setiap pengelompokannya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang akan dihitung dengan beberapa rumus-rumus empiris (Muliadi et al., 2020).

Beberapa proses pengujian dalam mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah antara lain yaitu:

- 1) Pengujian kadar air;
- 2) Pengujian berat volume;
- 3) Pengujian berat jenis (gs);
- 4) Pengujian batas *atterberg*;
- 5) Pengujian analisa saringan; dan,
- 6) Pengujian pemadatan tanah (*proctor standar*).

Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan limbah alami yaitu abu tankos sawit dan abu ampas tebu yang akan digunakan sebagai campuran pada proses pemadatan tanah lempung ekspansif.

## METODE

Pelaksanaan penelitian pengujian sampel tanah dilakukan di laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Kabupaten Aceh Timur. Metode yang dilaksanakan meliputi, dari tahap pengerjaan lapangan dan tahap pekerjaan laboratorium. pada pekerjaan lapangan dilakukan pengambilan sampel tanah yang merupakan tanah lempung ekspansif di Dusun Bukit Sabun, Gampong Bandung Jaya, Kecamatan Manyak Payed, Kabupaten Aceh Tamiang. Pengambilan tankos sawit

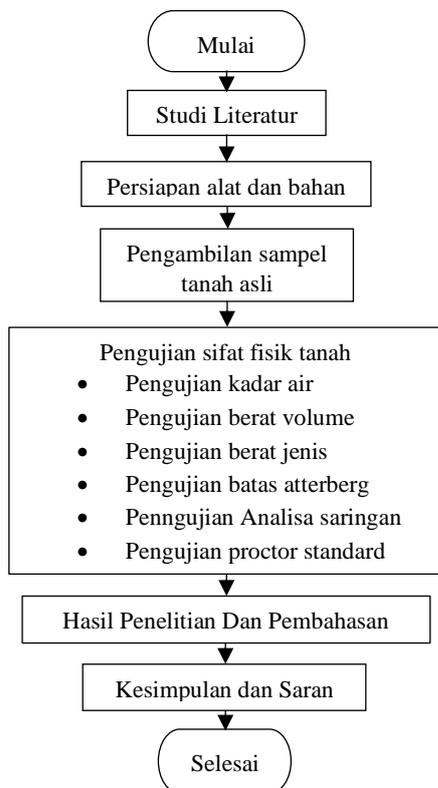
di PT. Semadam yang berlokasi di Kecamatan Kejuruan Muda, Kabupaten Aceh Timur dan Pengambilan abu ampas tebu di Pabrik Gula Sei Semayang, Kabupaten Aceh Tamiang. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan tankos sawit sampai menjadi abu. Selanjutnya melakukan pengujian penelitian dan Analisa laboratorium berupa pengujian sifat fisis tanah dan pengujian Proktor Standar.

Data-data yang mendukung pada penelitian ini meliputi :

- a) Data primer, data yang diperoleh dari pengujian kadar air, pengujian berat volume, pengujian berat jenis, pengujian batas Atterberg, pengujian Analisa saringan dan pengujian proctor standart.
- b) Data sekunder, data yang diperoleh berupa kondisi lapangan saat pengambilan sampel, ketentuan-ketentuan dari standard pengukuran SNI 1743 : 2008, SNI 1967 : 2008, dan ASTM C-136-46/AASHTO T-27-74/PB 0201-76.

Instrumen yang digunakan untuk tahapan-tahapan menganalisis sampel data yaitu: *Compaction test set*, Set saringan uji tanah standar laboratorium; *Atterberg test set/liquid limit*; dan *Drying oven*.

Berikut bagan alir penelitian:



Gambar 1. Bagan Alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian dan penelitian ini diuraikan mengenai pengelolaan data dan hasil perhitungan

serta analisisnya. Rangkuman hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafi. Pengolahan data dan pembahas yang dikemukakan adalah hasil pengujian sifat fisis tanah yang meliputi pengujian kadar air tanah asli, pengujian berat volume, pengujian berat jenis, pengujian batas Atterberg, pengujian analisa saringan dan pengujian proctor standart ataupun pemadatan tanah. Sampel tanah yang disiapkan adalah tanah asli dan tanah yang ditambahkan dengan bahan campuran.

Pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik atau karakteristik material maupun sifat mekanis tanah dalam campuran. Pengujian sifat fisik tanah meliputi pengujian Kadar Air Tanah Asli, Berat Volume, Berat Jenis, Batas – batas Atterberg dan Analisa Saringan. pengujian sifat mekanis yaitu Pengujian proctor standart.

### Kadar Air Tanah Lempung Ekspansif Asli

Pengujian kadar air ini sampel tanah lempung ekspansif yang diambil berlokasi di Dusun Bukit Sabun, Gampong Bandung Jaya Kec. Manyak Payed. Dari hasil pengujian diperoleh data seperti tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Kadar Air Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Uraian                          | -      | 1     | 2     |
|---------------------------------|--------|-------|-------|
| No. Cawan                       | Satuan | 1     | 2     |
| Berat Cawan (W1)                | gram   | 10,50 | 10,50 |
| Berat Cawan + Tanah Basah (W2)  | gram   | 35,00 | 32,00 |
| Berat Cawan + Tanah Kering (W3) | gram   | 27,50 | 26,00 |
| Berat Tanah Kering              | gram   | 17,00 | 15,50 |
| Berat Air                       | gram   | 7,50  | 6,00  |
| Kadar Air                       | %      | 44,12 | 38,71 |
| Rata - Rata Kadar Air           | %      | 41,41 |       |

Pada pengujian kadar air tanah lempung ekspansif asli sebanyak 2 sampel dan memperoleh nilai rata – rata kadar air sebesar 41,41%. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO yang ditinjau nilai Kadar Air pada Pengujian Batas Cair, maka tanah tersebut termasuk kedalam golongan A-7 yaitu tanah lempung dengan kualitas sangat buruk.

### Berat Volume Tanah Lempung Ekspansif Asli

Uji berat volume adalah pengujian yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah pada jumlah kadar air. Semakin sedikit kadar air yang terkandung di dalam tanah maka semakin besar berat volume kering tanah. Hasil pengujian berat volume dapat dilihat pada tabel 2 :

**Tabel 2.** Hasil Berat Volume Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Uraian                                 | Satuan             | 1      | 2      |
|--|--------------------|--------|--------|
| Berat cincin (W <sub>i</sub> )         | gr                 | 6,00   | 5,50   |
| Berat cincin + tanah (W <sub>2</sub> ) | gr                 | 171,50 | 156,00 |
| Berat tanah (W <sub>s</sub> )          | gr                 | 165,50 | 150,50 |
| Tinggi cincin (t)                      | cm                 | 2,20   | 2,10   |
| Diameter (D)                           | cm                 | 7,00   | 7,00   |
| Volume (V)                             | cm <sup>3</sup>    | 84,62  | 80,78  |
| Berat isi (γ <sub>b</sub> )            | gr/cm <sup>3</sup> | 1,96   | 1,88   |
| Rata – Rata                            | gr/cm <sup>3</sup> | 1,05   |        |

Pada pengujian berat volume tanah asli dilakukan sebanyak 2 sampel dan memperoleh nilai rata – rata sebesar 1,05 gr/cm<sup>3</sup> .

**Berat Jenis Tanah Lempung Ekspansif Asli**

Pada pengujian berat jenis (G<sub>s</sub>) yang dilaksanakan di laboratorium dengan melakukan pengujian sebanyak 2 sampel. Dari hasil pengujian dapat dilihat dari tabel 3 :

**Tabel 3.** Hasil Berat Jenis Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Uraian   | Satuan | 1      | 2      |
|--|--------|--------|--------|
| Berat piknometer (W <sub>1</sub> )               | gr     | 46,50  | 43,50  |
| Berat piknometer + tanah (W <sub>2</sub> )       | gr     | 76,00  | 70,00  |
| Berat piknometer + tanah + air (W <sub>3</sub> ) | gr     | 162,00 | 159,50 |
| Berat piknometer + air (W <sub>4</sub> )         | gr     | 146,50 | 144,00 |
| Temperatur                                       | °C     | 28     | 28     |
| Berat Spesifik (G <sub>s</sub> )                 | -      | 2,11   | 2,41   |
| Rata-rata  | -      | 2,26   |        |

Pada pengujian Berat Jenis (G<sub>s</sub>) tanah lempung ekspansif asli tersebut memperoleh nilai rata – rata sebesar 2,26.

**Batas – batas Atterberg Tanah Lempung Ekspansif Asli**

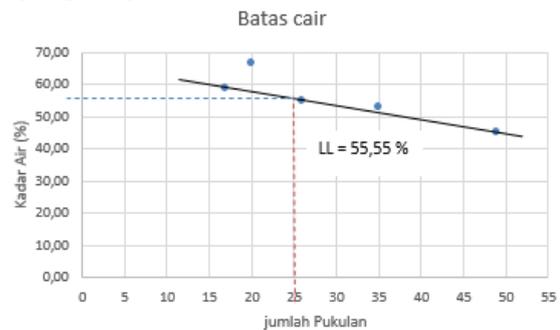
Batas *Atterberg* adalah batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas kondisi plastis disebut batas plastis (plastic limit) dan batas bawah kondisi plastis disebut batas cair (liquid limit). Berikut hasil pengujian batas *Atterberg* pada sampel tanah asli dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 2:

**Tabel 4.** Hasil Batas Cair Tanah Lempung Ekspansif Asli

| No. Sampel  | Satuan | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|-------------|--------|----|----|----|----|----|
| Pukulan (N) | kali   | 49 | 35 | 26 | 20 | 17 |

|  |    |       |       |       |       |       |
|--|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Berat cawan (W <sub>i</sub> )                | gr | 10,50 | 10,50 | 10,50 | 10,50 | 10,50 |
| Berat cawan + tanah (W <sub>2</sub> )        | gr | 31,50 | 39,50 | 41,50 | 38,00 | 33,50 |
| Berat cawan + tanah kering (W <sub>3</sub> ) | gr | 25,00 | 29,50 | 30,50 | 27,00 | 25,00 |
| Berat tanah kering (W <sub>s</sub> )         | gr | 14,50 | 19,00 | 20,00 | 16,50 | 14,50 |
| Berat air (W <sub>w</sub> )                  | gr | 6,50  | 10,00 | 11,00 | 11,00 | 8,50  |
| Kadar air (w)                                | %  | 44,83 | 52,63 | 55,00 | 66,67 | 58,62 |
| Nilai LL                                     | %  | 55,55 |       |       |       |       |

Dari hasil pengujian Batas Cair di Laboratorium Dinas Pekerjaan umum dan perumahan rakyat Kabupaten Aceh Timur pada sampel tanah lempung ekspansif asli dilakukan percobaan sebanyak 5 kali dengan variasi pukulan yang berbeda – beda guna untuk memperoleh nilai Batas Cair, dan pada pengujian Batas Cair diperoleh nilai LL sebesar 55,55%. Berikut merupakan Grafik batas cair tanah lempung ekspansif asli.



**Gambar 2.** Grafik Batas Cair Tanah Lempung Ekspansif Asli

Pada pengujian Batas Plastis tanah lempung ekspansif asli dilakukan sebanyak 2 kali pengujian di Laboratorium Dinas PUPR Kabupaten Aceh timur. Berikut adalah data hasil pengujian batas plastis Tanah Lempung Ekspansif.

**Tabel 5.** Hasil Batas Plastis Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Sampel                                       | Satuan | 1     | 2     |
|--|--------|-------|-------|
| Berat cawan (W <sub>i</sub> )                | gr     | 10,50 | 10,50 |
| Berat cawan + tanah (W <sub>2</sub> )        | gr     | 13,50 | 13,00 |
| Berat cawan + tanah kering (W <sub>3</sub> ) | gr     | 13,00 | 12,50 |
| Berat air (W <sub>w</sub> )                  | gr     | 0,50  | 0,50  |
| Berat tanah kering (W <sub>s</sub> )         | gr     | 2,50  | 2,00  |
| Kadar air (w)                                | %      | 20,00 | 25,00 |
| Nilai PL                                     | %      | 22,50 |       |
| Nilai PI                                     | %      | 33,05 |       |

Berdasarkan hasil pengujian Batas *Atterberg* diperoleh nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 33,05%. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO dengan nilai Batas Cair minimal 41%, nilai Batas Plastis < 30%. nilai Indeks Plastisitas minimal 11%,

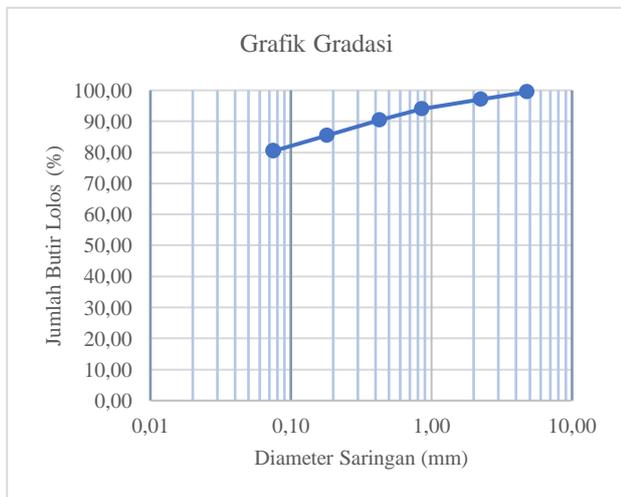
maka tanah tersebut termasuk kedalam golongan A-7 yaitu tanah lempung dengan kualitas sangat buruk.

**Analisa Saringan Tanah Lempung Ekspansif Asli**

Pengujian ini dilakukan dengan cara mekanis, yaitu sampel tanah diguncang dengan kecepatan tertentu diatas sebuah susunan ayakan, kemudian tanah yang tertahan di atas saringan ditimbang beratnya dan Digambar didalam satu grafik logaritmik hubungan antara diameter butir (mm) dengan persentase lolos. Hasil pengujian Analisa saringan dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 3 berikut ini:

**Tabel 6.** Hasil Analisa Saringan Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Nomor Saringan | Diameter Saringan (mm) | Berat kosong Cawan (gr) | Berat cawan + Tanah (gr) | Berat Tanah Tertahan (gr) | % Tanah  |       |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------|-------|
|                |                        |                         |                          |                           | Tertahan | Lolos |
| 4              | 4,750                  | 117,00                  | 135,00                   | 18,00                     | 0,60     | 99,40 |
| 10             | 2,236                  | 111,00                  | 183,00                   | 72                        | 2,40     | 97,00 |
| 20             | 0,850                  | 111,00                  | 202,50                   | 91,50                     | 3,05     | 93,95 |
| 40             | 0,425                  | 102,00                  | 211,00                   | 109,00                    | 3,63     | 90,32 |
| 100            | 0,180                  | 56,00                   | 203,00                   | 147,00                    | 4,90     | 85,42 |
| 200            | 0,075                  | 100,00                  | 250,00                   | 150,00                    | 5,00     | 80,42 |
| Pan            | -                      | 100,00                  | 2512,50                  | 2412,50                   | 80,42    | 0,00  |
| Total          |                        |                         |                          | 3000,00                   |          |       |



**Gambar 3.** Grafik Analisa Saringan Tanah Lempung Ekspansif Asli

Pada pengujian Analisa saringan tanah lempung ekspansif asli didapat persentase tanah yang lolos saringan No. 200 sebesar 80,42%. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO tanah yang lolos no. 200 dengan saringan ukuran 0,075 mm > 35% maka tanah tersebut merupakan dengan gradasi buruk.

**Uji Proctor Standart Tanah Lempung Ekspansif Asli**

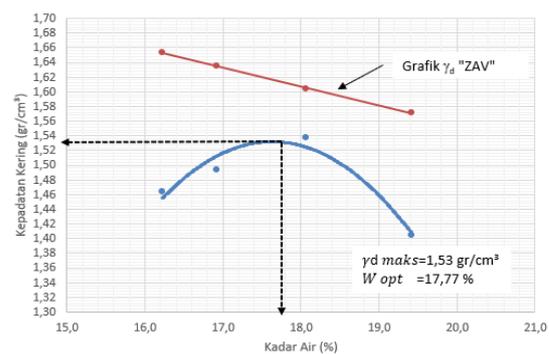
Dilakukan pengujian pemadatan tanah ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dengan cara dipadatkan sehingga rongga-rongga udara pada sampel tanah asli dapat berkurang yang mengakibatkan kepadatan menjadi meningkat. Data hasil pengujian pemadatan tanah dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 4 di bawah ini.

**Tabel 7.** Hasil Uji Proctor Standart Tanah Lempung Ekspansif Asli

| Sampel                   | Satuan             | 1      | 2      | 3      | 4      |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| Penambahan Air dari Luar |                    | 240    | 300    | 360    | 420    |
| Berat Mold               | gr                 | 1563,5 | 1563,5 | 1563,5 | 1563,5 |
| Berat Mold + tanah basah | gr                 | 3139   | 3162   | 3204,5 | 3268,5 |
| Berat Tanah basah        | gr                 | 1576   | 1599   | 1641   | 1705   |
| Kepadatan                | gr/cm <sup>3</sup> | 1,68   | 1,70   | 1,75   | 1,82   |
| Kepadatan Kering         | gr/cm <sup>3</sup> | 1,40   | 1,46   | 1,49   | 1,54   |
| Kadar Air                | %                  | 19,41  | 16,23  | 16,93  | 19,31  |
| Z.A.V                    |                    | 1,57   | 1,65   | 1,63   | 1,60   |

| Sampel                     | Satuan | 1     | 2     | 3     | 4     |
|----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Berat cawan                | gr     | 50    | 48,00 | 49,5  | 50    |
| Berat cawan + tanah basah  | gr     | 213   | 217   | 198   | 246   |
| Berat cawan + tanah kering | gr     | 186,5 | 193,4 | 176,5 | 216   |
| Berat tanah kering         | gr     | 136,5 | 145,4 | 127   | 166   |
| Berat air                  | gr     | 26,5  | 23,6  | 21,5  | 30    |
| Kadar Air                  | %      | 19,41 | 16,23 | 16,93 | 18,07 |



**Gambar 4.** Grafik Pengujian Proctor Standart Tanah Lempung Ekspansif Asli

Pada pengujian Proctor Standart dilakukan sebanyak 4 sampel dengan menambahkan kadar air yang berbeda – beda dimulai dari menambahkan 240 ml air , 300 ml air, 360 ml air, hingga yang terakhir 420 ml air. Pada saat penambahan air maka kadar air mengalami kenaikan hingga kadar air dan di peroleh

$\gamma_d$  maks sebesar 1,53 gr/cm<sup>3</sup> dan W optimum sebesar 17,77%.

Dari hasil pengujian sifat fisis tanah asli dan pengujian proktor standart tanah lempung ekspansif asli di peroleh nilai rekapitulasi pada tabel 8 di bawah ini:

**Tabel 8.** Rekapitulasi Tanah Lempung Ekspansif Asli

| No. | URAIAN PENGUJIAN        | SATUAN                | Nilai Parameter |
|-----|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1   | Kadar Air Tanah Asli    | %                     | 41,41           |
| 2   | Berat Volume            | Gr/cm <sup>3</sup>    | 1,05            |
| 3   | Berat Jenis (Gs)        | -                     | 2,26            |
| 4   | Batas – batas Atterberg |                       |                 |
|     | 1. Batas Cair (LL)      | %                     | 55,55           |
|     | 2. Batas Plastis (PL)   | %                     | 22,50           |
|     | 3. Indeks Plastis       | %                     | 33,05           |
| 5   | Analisa Saringan        |                       |                 |
|     | 1. Persen lolos No. 4   | %                     | 99,40           |
|     | 2. Persen lolos No. 10  | %                     | 97,00           |
|     | 3. Persen lolos No. 20  | %                     | 93,95           |
|     | 4. Persen lolos No. 40  | %                     | 90,32           |
|     | 5. Persen lolos No.100  | %                     | 85,42           |
|     | 6. Persen lolos N0.200  | %                     | 80,42           |
| 6   | Uji proctor Standar     |                       |                 |
|     | 1. $\gamma_{d,maximum}$ | (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1,53            |
|     | 2. $W_{optimal}$        | %                     | 17,77           |

### HASIL PENGUJIAN TANAH LEMPUNG EKSPANSIF ASLI DENGAN VARIASI CAMPURAN ABU AMPAS TEBU DAN ABU TANKOS SAWIT

Pada pengujian tanah lempung ekspansif asli yang divariasikan dengan abu ampas tebu dan abu tankos sawit terdapat beberapa tahapan pengujian seperti pengujian berat jenis, pengujian batas – batas atterberg , dan pengujian proctor standart.

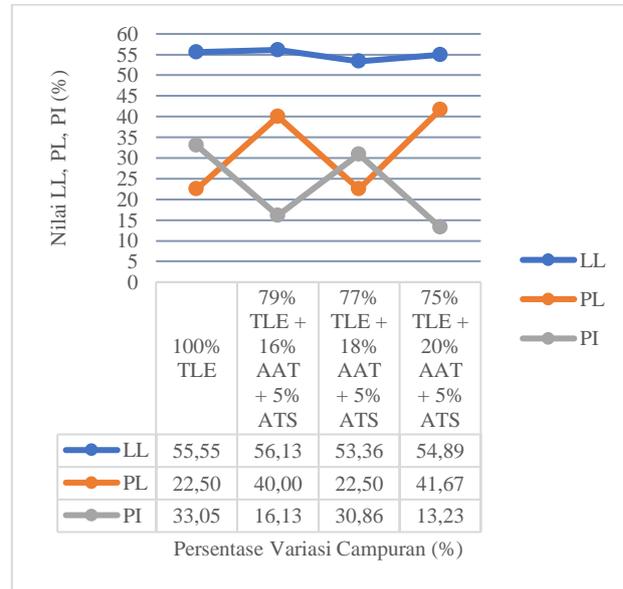
#### Hasil Pengujian Batas – Batas Atterberg

Atterberg menawarkan cara untuk menggambarkan batas konsistensi tanah berbutir halus, dengan mempertimbangkan kandungan airnya. Batas Atterberg adalah Liquid Limit (LL), Plastic Limit (PL) dan Plastic Index (PI). Berikut rekapitulasi pengujian batas-batas Atterberg dapat di lihat pada tabel 9 di bawah ini:

**Tabel 9.** Rekapitulasi Pengujian Batas - batas Atterberg

| Nomor | Spesimen   | LL (%) | PL (%) | PI (%) |
|-------|--|--------|--------|--------|
| 1     | 79% (Tanah Lempung Ekspansif) + 16% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 56,13  | 40,00  | 16,13  |
| 2     | 77% (Tanah Lempung Ekspansif) + 18% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 53,36  | 22,50  | 30,86  |

| Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) |  |       |       |       |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|
| 3                                   | 75% (Tanah Lempung Ekspansif) + 20% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 54,89 | 41,67 | 13,23 |



**Gambar 5.** Grafik Rekapitulasi Batas – Batas Atterberg

Hasil rekapitulasi pengujian Batas – batas Atterberg terdapat nilai Batas Cair tanah asli sebesar 55,55% dan nilai Indeks Plastis nya sebesar 33,05%, lalu pada saat penambahan variasi campuran 21 % abu ampas tebu dan abu tankos sawit nilai Batas Cair mengalami peningkatan sebesar 56,13% namun indeks plastisitas menurun sebesar 16,13%. Kemudian pada saat penambahan 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai batas cair menurun menjadi 53,36% namun nilai indeks plastisitas naik menjadi 30,86%. Kemudian pada saat penambahan campuran yang terakhir 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai batas cair naik menjadi 54,89% dan nilai indeks plastisitas turun drastis menjadi 13,23%. Untuk nilai Batas Plastis mengalami kenaikan dimulai dari penambahan 21% abu ampas tebu dan abu tankos sawit campuran abu dengan nilai 40%. Pada saat penambahan campuran 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai batas plastis kembali seperti tanpa campuran menjadi 22,50 % hingga penambahan campuran yang terakhir 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai batas plastis juga naik menjadi 41,67 %.

Pada hasil nilai Indeks Plastisitas dapat dilihat pada grafik bahwa penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit berpengaruh terhadap nilai indeks plastisitas, dimana sampel tanah asli memperoleh nilai PI sebesar 33,05 % lalu pada saat pencampuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit nilai PI mengalami penurunan hingga nilai terkecil PI sebesar

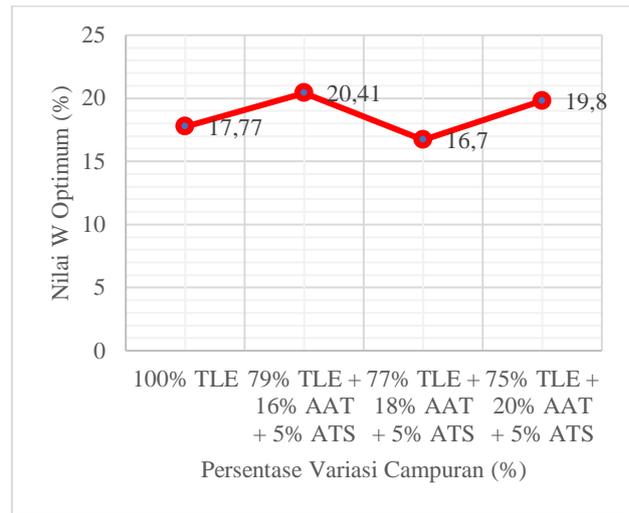
13,23% dimana nilai tersebut terdapat pada campuran 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit.

### Hasil Pengujian Proktor Standar

Pengujian ini dilakukan untuk mencari hubungan kadar air optimum dan kerapatan kering tanah ( $\gamma_d$ ) atau disebut dengan ZAV (*Zero Air Void*) untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Pemadatan tanah ini dilakukan pada tanah lempung asli dan tanah lempung ekspansif campuran yang menggunakan metode *Standart Compaction Test*. Pengujian *Proctor Standart* yang dilakukan terhadap tanah asli dan tanah yang telah dicampurkan dengan abu ampas tebu dan abu tankos sawit menggunakan kadar air yang bervariasi. Pada pengujian Proctor Standart dilakukan sebanyak 4 sampel dengan penambahan air diawal sebesar 240ml, 300ml, 360ml, dan yang terakhir 420ml. Sebelum di campur dengan abu ampas tebu dan abu tankos sawit, benda uji awalnya dilembabkan dengan kadar air tertentu yang diberikan dan diperam selama 24 jam. Selain itu tanah dicampurkan dengan abu ampas tebu dan abu tankos sawit campuran tanah segera dipadatkan (dengan tanpa penundaan waktu). hal ini untuk mengetahui perubahan kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) dan berat isi kering maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) dari masing – masing campuran. Dari hasil uji pemadatan standar campuran tanah lempung ekspansif yang telah di variasikan oleh abu ampas tebu dan abu tankos sawit diperoleh nilai kadar air optimum (OMC) dan berat kering ( $\gamma_d$ ) maksimum yang dapat di lihat pada tabel 10 gambar 6 dan gambar 7:

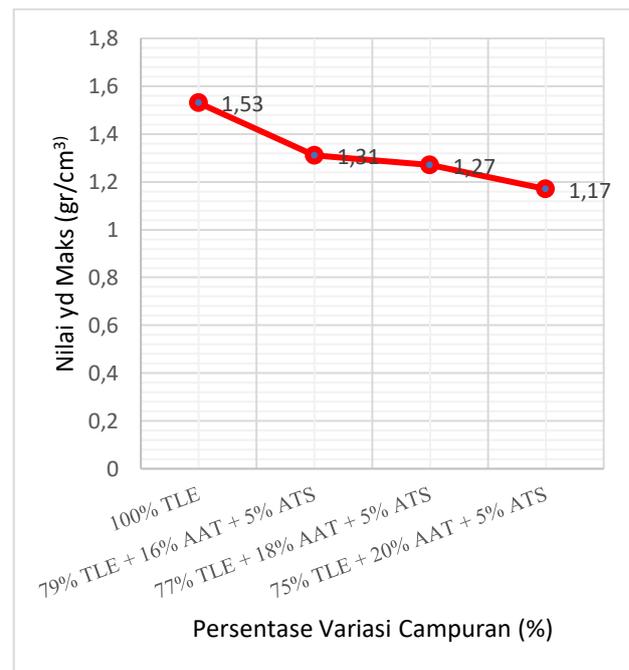
**Tabel 10.** Rekapitulasi Pengujian Proktor Standar

| Nomor | Spesimen   | $\gamma_{d maks}$ .<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | $W_{optimum}$<br>(%) |
|-------|--|--|----------------------|
| 1     | 79% (Tanah Lempung Ekspansif) + 16% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 1,31   | 20,41                |
|       | 77% (Tanah Lempung Ekspansif) + 18% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 1,27   | 16,7                 |
| 3     | 75% (Tanah Lempung Ekspansif) + 20% (Abu Ampas Tebu) + 5% (Abu Tankos Sawit) | 1,17   | 19,8                 |



**Gambar 6.** Grafik Rekapitulasi Nilai  $W_{optimum}$

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh pola grafik nilai kadar air optimum cenderung tidak stabil terlihat meningkat pada sampel tanah asli dengan nilai 17,77 % sampai penambahan 21% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit campuran abu dengan nilai kadar air sebesar 20,41 %. Kemudian saat penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit nilai kadar air optimum kembali menurun menjadi 16,7% pada campuran 23% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit sampai ke variasi 25% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai kadar air optimum Kembali naik menjadi 19,8%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit pada tanah lempung ekspansif dapat menaikkan dan menurunkan nilai kadar air optimumnya.

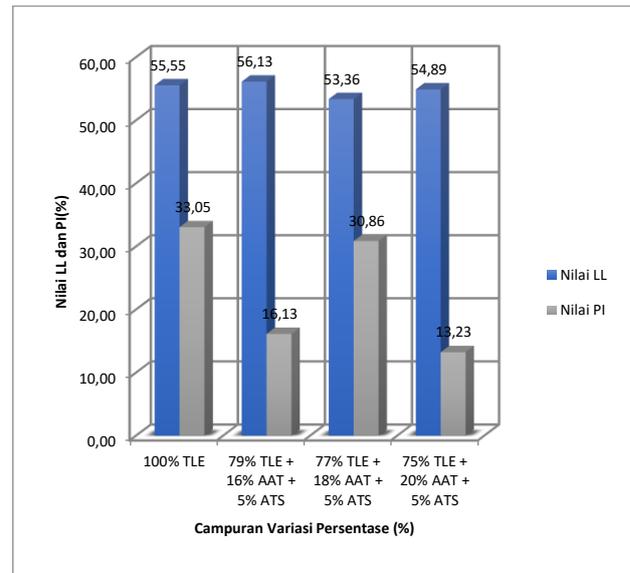


**Gambar 7.** Grafik Rekapitulasi Nilai  $\gamma_{d Maks}$

Berdasarkan dari hasil penelitian didapat pola grafik nilai berat isi kering cenderung linier terlihat pada sampel tanah asli sampai penambahan 25% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan campuran abu pada tanah lempung ekspansif menyebabkan nilai berat volume kering menjadi linier. Dapat disimpulkan bahwa setiap persentase variasi campuran baik dibuktikan dengan liniernya penurunan pada nilai berat kering pada setiap variasi campuran abu. Pada saat pengujian proctor standart 100% tanah lempung ekspansif, nilai berat keringnya yaitu 1,53 gr/cm<sup>3</sup>. Kemudian berat kering turun menjadi 1,31 gr/cm<sup>3</sup> pada penambahan 21 % campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit. Pada penambahan 23% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit, berat kering turun kembali dengan nilai 1,27 gr/cm<sup>3</sup>. Kemudian pada variasi terakhir dengan penambahan 25% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit , berat kering turun kembali menjadi 1,17 gr/cm<sup>3</sup>. Hal ini terjadi karena penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit menyebabkan mikropori yang ada pada tanah lempung ekspansif akan ditutupi oleh abu. Abu akan mendesak air keluar dari pori sehingga rongga pada tanah lempung ekspansif yang berisi air akan diganti oleh abu.

## PEMBAHASAN

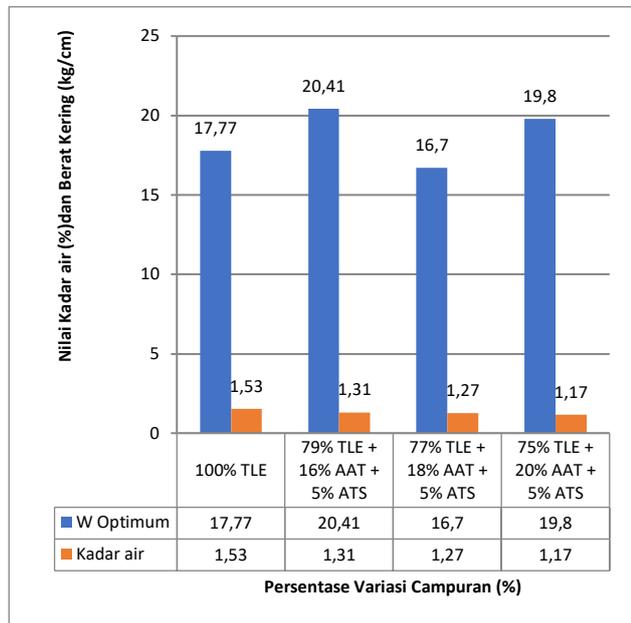
Hasil pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa nilai variasi campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit yang diberikan hanya sebagai pembuktian sehingga tanah lempung ekspansif tersebut layak untuk diteliti sesuai prosedur penelitian. Berikut hasil rekapitulasi histogram nilai LL dan PI dapat di lihat pada gambar 8 di bawah ini:



**Gambar 8.** Rekapitulasi Histogram Nilai LL dan PI

Pada hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kadar air tanah lempung ekspansif asli sebesar 55,55 % dan pada saat penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit mengalami perubahan pada nilai pengujian batas Atterberg maupun kepadatan, untuk sampel khusus tanah lempung ekspansif yang telah di variasikan dengan abu ampas tebu dan abu tankos sawit pada persentase campuran 21% abu ampas tebu dan abu tankos sawit mengalami kenaikan kadar air sebesar 56,13 % sehingga perbandingan nilai tanah lempung ekspansif asli dengan campuran 21% abu ampas tebu dan abu tankos sawit sebesar 0,58 %, pada saat variasi campuran 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, kadar air menurun memperoleh nilai sebesar 53,36 % maka perbandingan nilai variasi campuran 21% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai variasi campuran 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit sebesar 2,77 % dengan kadar air kembali naik pada variasi campuran 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit sebesar 54,89 % maka perbandingan nilai variasi campuran 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai variasi campuran 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit sebesar 1,53 % . Untuk nilai PI mengalami penurunan setelah dilakukan penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit dimana yang awalnya nilai PI tanah lempung ekspansif asli sebesar 33,05 % menurun menjadi 16,13 % pada variasi 21 % abu ampas tebu dan abu tankos sawit. Maka perbandingan nilai PI nya sebesar 16,92 %. Pada saat campuran abu dengan kembali variasi 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai PI kembali naik sebesar 30,86 % maka perbandingan nilai PI pada variasi 21 % abu ampas tebu dan abu tankos sawit, dan variasi 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit sebesar 14,73 %. Kemudian pada saat variasi campuran abu 25 % abu

ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai PI menurun menjadi 13,23% maka perbandingan nilai PI pada variasi campuran 23% abu ampas tebu dan abu tankos sawit dengan variasi campuran abu 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit adalah 17,63 %.



Gambar 9. Rekapitulasi Histogram Pengujian Proctor Standart

Penambahan campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit pada tanah lempung ekspansif dapat menaikkan, menurunkan nilai kadar air optimum dan berat isi kering. Berdasarkan hasil penelitian nilai kadar air optimum dan nilai berat isi kering maksimum cenderung tidak stabil terlihat pada sampel tanah asli dengan nilai 17,77 % kadar air optimum meningkat pada penambahan 21% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit dengan nilai kadar air sebesar 20,41 % dan berat isi kering maksimum menurun dari 1,53 % menjadi 1,31 %. Kemudian saat penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit nilai kadar air optimum kembali menurun menjadi 16,7% pada campuran 23% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit, dan sampai ke variasi 25% campuran abu ampas tebu dan abu tankos sawit, nilai kadar air optimum kembali naik menjadi 19,8% dan berat isi kering maksimum kembali menurun dari 1,27% menjadi 1,17 %. Hal ini menunjukkan kadar air optimum maupun berat isi kering maksimum mengalami kenaikan dan penurunan untuk setiap penambahan abu ampas tebu dan abu tankos sawit.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai

kadar air (LL) dan indeks plastis (PI) tanah setelah dicampur dengan 25% abu ampas tebu dan abu tankos sawit. Kadar air turun dari 55,55% menjadi 54,89%, sementara PI menurun dari 33,05% menjadi 13,23%. Pengujian proctor standar menunjukkan bahwa persentase campuran abu sebesar 25% merupakan persentase terbaik untuk pemadatan tanah, karena nilai berat isi kering (dry density) paling kecil pada tingkat tersebut. Hal ini terjadi karena penambahan abu menyebabkan penutupan mikropori pada tanah lempung ekspansif, memaksa air keluar dari pori dan digantikan oleh abu. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan pemahaman tentang perubahan sifat fisik dan mekanis tanah lempung ekspansif setelah penambahan abu tankos sawit dan abu ampas tebu, serta pemadatan tanah lempung tersebut setelah penambahan limbah tersebut.

## REFERENSI

- Abdurrozak, M. R., & Mufti, D. N. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*, XXII(2), 416–424.
- Dewi, R., Idris, Y., San, I. C., Lien DYN, & Putri Tisya R. (2022). Sifat Fisis Tanah Lempung Ekspansif yang Disubstitusi dengan Serbuk Limbah Keramik. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(2), 73–80. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v11i2.118>
- Fahriana, N., Ismida, Y., Lydia, E. N., & Ariesta, H. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode Uscs (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 6(2), 005–013. <https://ejournalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1622/1284>
- Hardiyatmo, H. C. (2016). *Mekanika Tanah I* (6th ed.). Gadjah Mada University Press.
- Muliadi, M., Suria, A., & Lydia, E. N. (2020). Pemanfaatan Tanah Lempung Dan Abu Kulit Kakao Sebagai Bahan Baku Pengganti Pasir Pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 32–36. <https://www.ejournalunsam.id/index.php/jmtss/article/view/2864>
- Putra, P. A., Sutiono, W., & Rokhman, R. (2019). Uji Eksperimental Stabilisasi Tanah

Lempung Dengan Menggunakan Pasir Dan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 5(2), 53.  
<https://doi.org/10.33506/rb.v5i2.705>

Upa, V. A., & Hakim, N. (2019). Analisis Kekuatan dan Stabilitas Tanah Lempung Organik Artifisial Untuk Perencanaan Jalan dengan Beban Lalu Lintas Tinggi. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 17(2), 37.  
<https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v17i2.4985>