

Pengaruh Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung

Sendi Fitramsya¹, Elly Tri Pujiastutie²

Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil, Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H.
Jl. Jendral Ahmad Yani No.1 Bengkulu 50275

ellyfirman@gmail.com

ABSTRACT

One of the most important material that has great impact to a structure or construction in civil engineering job is soil, either that job is building or road pavement construction. One of problem which may happen faced by consultant or contractor (especially for road pavement construction) is take care of soil and other bad component to make sure those components can be used as ingredient for that pavement construction. Thing can be done to fix the mechanic property in this research is by using chemical way like adding oil palm 's stem ashes with 0%, 6,5%, 7%, 8%, and 8,5 % variation from clay. Biggest CBR value happen when 0,2 penetration with CBR value was 18,078% by using 8,5 % oil palm's stem additive. This value has increased by 2,288 % from the CBR value from the original soil which is 15,790%. With adding 6,5% oil palm's stem ashes the CBR value increased 0,703%, when adding 7% increased by 0,273% and also when adding 8% increased 1,168%. This CBR value qualified Bina Marga 2018 general specification (Third revision) where CBR value > 6%.

Keyword: Oil palm's stem ashes, Bearing capacity, clay, CBR

Pendahuluan

Usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung telah banyak dilakukan dengan cara fisis, mekanis, dan kimiawi. Menurut sueyoleleno(1999), cara fisis dilakukan dengan cara mencampur tanah lempung dengan tanah bergradiasi atau fiber, cara mekanis memberi perkuatan bahan sintesis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung, dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan abu sekam padi serta bahan kimia lainnya seperti bubuk logam.

Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis pada penelitian ini adalah dengan cara kimiawi yaitu dengan cara menambahkan abu tandan kelapa sawit dengan variasi 0%, 6,5%, 7%, 8%, 8,5% dari tanah lempung. Abu tandan kelapa sawit pada penelitian ini didapat dari pabrik pengolahan kelapa sawit PT. BSL 2 Pabrik CPO di desa Air Teras dan tanah Lempung diambil dari sekitar KM 80 Jalan Raya Manna-Bengkulu desa Serambi Gunung Kecamatan Talo Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. Penelitian ini memberatkan kepada bahan baku yang lebih ekonomis serta memiliki keunggulan dalam segi

kekuatan, dan diperlukan inovasi baru dengan memanfaatkan limbah kosmetik berupa abu tandan kelapa sawit dimana abu tandan kelapa sawit adalah limbah domestik yang penguraiannya tergolong sulit.

Luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 10.701.436 Hektar, dengan rincian perkebunan kelapa sawit rakyat 4.810.271 Hektar, perkebunan kelapa sawit milik BUMN 704.094 Hektar dan perkebunan kelapa sawit swasta 5.207.071 Ha (Ditjenbun, 2014). Dan pada Provinsi Bengkulu luas perkebunan kelapa Sawit mencapai 208. 627,11 Hektar pada tahun 2019 sedangkan kabupaten Seluma terdapat luas area perkebunan kelapa sawit mencapai sebesar 31.456 Hektar (Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu, 2019). Menurut Yudhistira (2014), (Santoso, 2013) Tandan kosong kelapa sawit sebagai limbah padat dapat dibakar dan menghasilkan abu tandan. Abu tersebut mengandung 30-40% K₂O, 7% P₂O₅, 9% CaO dan 3% MgO. selain itu juga mengandung unsur hara mikro yaitu 1.200 ppm Fe, 1.000 ppm Mn, 400 ppm Zn, dan 100 ppm Cu. Proses ekstraksi 100 ton tandan buah segar akan menghasilkan 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan kosong (Tay, 1995).

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022

1. Karakteristik Tanah

Struktur Tanah merupakan karakteristik fisik tanah yang terbentuk dari komposisi antara agregat (Butir) tanah dan ruang antara Agregat. Tanah yang gembur (Sarang) memiliki agregat yang cukup besar dengan makropori dan mikropori yang seimbang. Tanah menjadi semakin liat apabila berlebihan lempung sehingga kekurangan makropori. Jadi karakteristik Tanah adalah mencakup semua bahan dari tanah lempung (Clay) sampai batu besar.

2. Klafikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah yang Umum digunakan dalam Teknik Jalan raya adalah sistem Unifed dan sistem AASHTO (Sukirman, 1992). Menurut E. Bowles dan K. Hainim (1984). Tanah dapat diklasifikasikan secara umum sebagai tanah tidak kohesif dan tanah kohesif, atau sebagai tanah berbutir kasar atau tanah berbutir halus. Istilah ini terlalu umum, sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah-tanah yang hampir sama sifatnya. Di samping itu, klasifikasi di atas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk suatu bahan konstruksi atau tidak.

3. Abu Tandan Kelapa Sawit

Abu tandan sawit merupakan limbah hasil pembakaran dengan suhu 700° - 800° yang mengandung banyak silika selain itu, abu tandan kelapa sawit juga mengandung kation anorganik seperti kalium dan natrium. berdasarkan pengamatan secara visual, abu tandan kelapa sawit memiliki berbagai katarestik diantaranya, bentuk partikel abu-abu tidak beraturan, ada yang memiliki bautiran bulat panjang dan bersegi dengan ukuran butiran 0 - 2,3 mm serta warna abu-abu kehitaman. (Debby Endriani dan Agung Ramahdana, 2019).

4. Penentuan Besarnya CBR

Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan standard (standard Proctor) sesuai dengan AASHTO T99-74 atau PB-0111, atau dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan berat (Modified Proctor) sesuai AASHTO T180-74 atau PB-0112-76. Daya dukung tanah dasar (subgrade) pada perencanaan perkerasan tentu dinyatakan dengan nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Orang banyak mempopulerkan metode ini adalah O.J.Porter.

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar $0,1''/0,2''$ dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi $0,1''/0,2''$

Metode Penelitian

1. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H Bengkulu. Sistem pencampuran Tanah Lempung dan Abu Tandan kelapa sawit menggunakan spesifikasi Bina Marga 2018 dengan variasi 0% 6,5% 7%, 8%, 8,5% dari tanah lempung. Abu tandan kelapa sawit didapat dari pabrik pengolahan Crude Palm Oil (CPO) PT. Bengkulu Sawit Lestari (BSL) di Desa Air Teras Kecamatan Talo Kabupaten Seluma. dan tanah lempung didapat dari sekitar KM 80 Jalan Raya Bengkulu-Manna Desa Serambi Gunung.

Awal pada penelitian ini adalah pengujian kadar air, berat jenis dimana pada pengujian berat jenis menggunakan 2 sampel pengujian di setiap persentasenya kemudian pengujian batas atterberg terdiri dari uji batas plastis dan batas cair, pada uji batas plastis setiap persentasenya menggunakan 2 sampel pengujian dan pada uji batas cair setiap persentasenya menggunakan 5 sampel pengujian, kemudian pembuatan benda uji untuk mencari nilai CBR setiap persentasenya menggunakan 4 sampel pengujian. untuk mencari nilai CBR pada penelitian ini adalah dengan cara CBR laboratorium rendaman (UnSoaked Design CBR).

2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

a. Tanah Lempung

Pengambilan Sampel Tanah Lempung di Sekitar KM 80 Jl. Raya Bengkulu-Manna, Serambi Gunung. Struktur tanah yang akan digunakan sebagai media percobaan adalah struktur tanah lempung yang nilai stabilitasnya rendah.

b. Abu Tandan Kelapa Sawit

Bahan Campur yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah tandan kelapa sawit yang di dapat dari Perusahaan pengolahan kelapa sawit PT BSL 2 yang dibakar dengan tungku pembakaran pada suhu $\pm 700^{\circ}$ c sehingga menjadi abu.

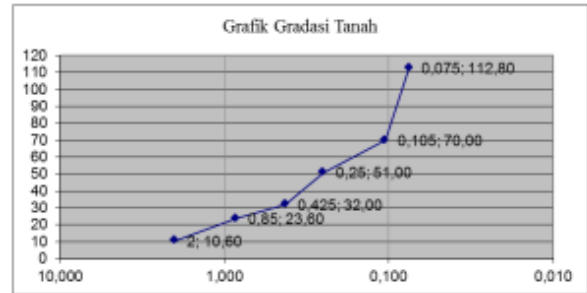
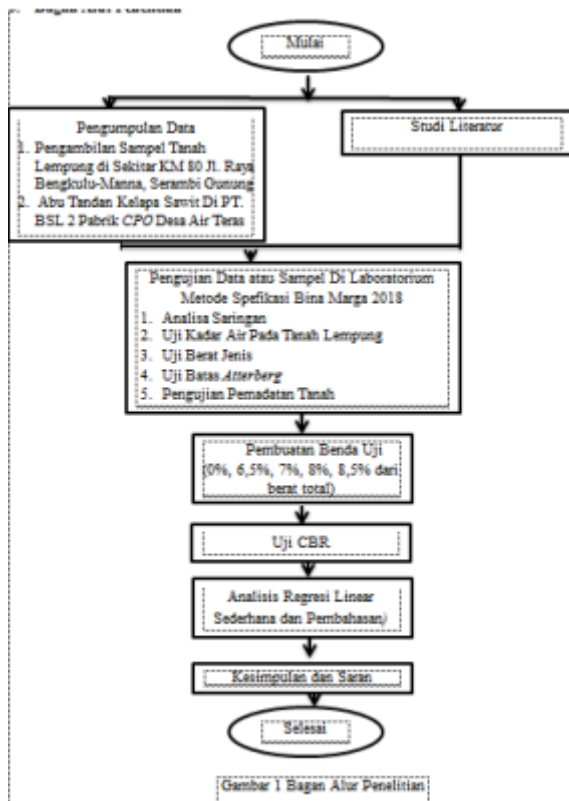
¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

c. Air

Air merupakan sebuah zat pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan zat kimia. Air akan digunakan sebagai media pelarut dalam pengujian berikut ini, serta didapat dari saluran air bersih laboratorium teknik sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H.

3. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1 Grafik Gradasi Limbah Ban Karet

Hasil dari analisa saringan 3,389 % dan lolos saringan nomor 200 lebih 35 % yaitu 37,6 % menurut Klasifikasi AASHTO tanah tersebut termasuk kedalam klasifikasi kelompok tanah A-4 klasifikasi umum lanau lempung kategori sedang sampai buruk dan menurut UUCS dengan nilai batas cair (LL) sebesar 42,5 % tanah digolongkan jenis CL tanah berbutir halus dengan jenis tanah berplastisitas rendah sampai sedang.

2. Pengujian Kadar Air

Kadar air pada tanah adalah perbandingan antara berat air (W_w) yang dikandung didalam tanah dengan berat sampel pengujian tanah (W_s) dalam persen.

Tabel 1 Hasil Pengujian Kadar Air

No Cawan Timbang	I	II
Berat Cawan Kosong	10,20	10,30
Berat Cawan + Tanah Basah	29,60	26,30
Berat Cawan + Tanah Kering	25,70	23,60
Berat Air	3,90	2,70
Berat Tanah Kering	15,50	13,30
Kadar Air	25,16	20,30
Kadar Air Rata-rata (%)	22,731	

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Fakultas Teknik Unihaz

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Analisa Saringan

Tanah lempung yang dari jalan litas Bengkulu Manna KM 80 Desa Serambi Gunung Kecamatan Tallo Kabupaten Seluma. Perhitungan dilakukan pada setian no saringan sehingga di dapat persentase tertahan dari setiap nomor saringan.

$$\text{Saringan (no saringan)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

- A = Berat tertahan saringan (Gram)
- B = Berat benda uji total (Gram)

$$w = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100$$

$$w = \frac{(W2-w1)}{(W3-w1)} \times 100$$

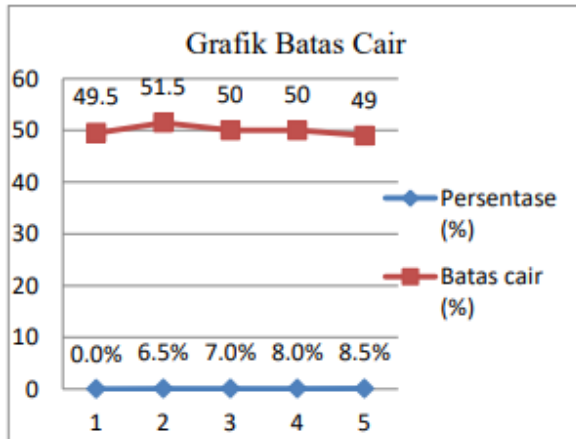
Pada Tabel 2 pengujian kadar pada tanah diatas menggunakan 2 sampel pengujian pada sampel I di dapat kadar sebesar 25,16% dan pada sampel II sebesar 20,30 % sehingga kadar air rata-rata adalah sebesar 22,731 %. Pengujian Batas Batas Atterberg Pada penelitian Pengujian Batas

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

Batas *Atterberg* ini terdiri dari 2 pengujian yaitu pengujian batas cair dan batas plastis. Pada pengujian batas cair menggunakan 5 sampel dan pada pengujian batas plastis menggunakan 2 sampel pengujian dari masing-masing persentase.

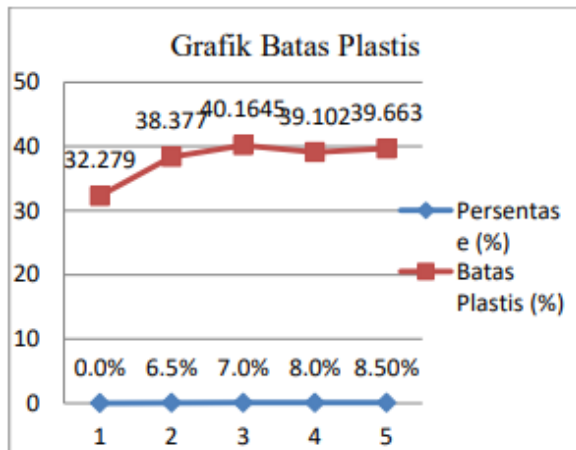
a. Batas Cair



Gambar 2 Grafik Batas Cair

Pada persentase campuran 0% mendapatkan nilai batas plastis sebesar 49,5% nilai batas cair terjadi kenaikan pada persentase campuran 6,5% yaitu sebesar 51,5% dan nilai batas cair kembali turun pada persentase campuran 7% dan 8% yaitu dengan nilai batas cair 50 % dan nilai batas cair terkecil terjadi pada persentase 8,5 % yaitu 49 %.

b. Batas Plastis

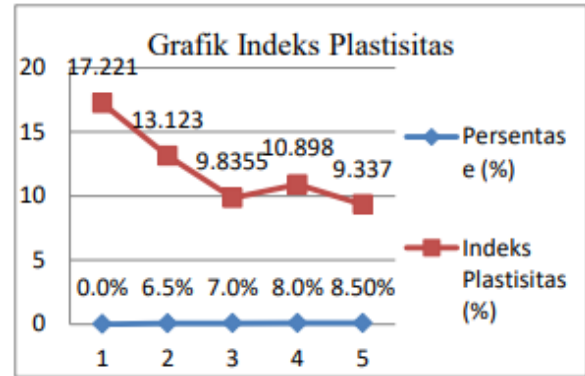


Gambar 3 Grafik Batas Plastis

Pada gambar 4 nilai batas plastis pada yang terbesar adalah pada persentase 7% dengan nilai batas plastis sebesar 40,164% kemudian yang

kedua adalah pada persentase campuran 8,5% dengan nilai batas plastis 39,663% yang ketiga adalah pada persentase campuran 8% dengan nilai batas plastis sebesar 39,102% yang keempat pada persentase 6,5% sebesar 38,377% dan yang terkecil adalah dipersentase 0% dengan nilai batas plastis 32,279%.

c. Indeks Plastisitas



Gambar 4 Grafik Batas Cair

Pada persentase 0% nilai indeks plastisitas adalah yang tertinggi dengan nilai IP 17,221% kemudian pada persentase campuran 6,5% nilai IP adalah sebesar 13,123%, pada persentase campuran 7% dengan nilai IP 9,835%, mengalami peningkatan pada persentase 8% dengan nilai IP 10,898% kembali menurun pada persentase 8,5% yaitu dengan nilai IP 9,337%.

4. Uji Pemadatan Tanah

Jenis pemadatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian pemadatan standar (*standard Proctor Compaction Test*). *Proctor Compaction Test* adalah metode laboratorium untuk secara eksperimental menentukan kadar air optimal (*Optimum Moisture Content = OMC*) dimana jenis tanah tertentu akan menjadi paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum (*Maximum Dry Density = γ_d*).

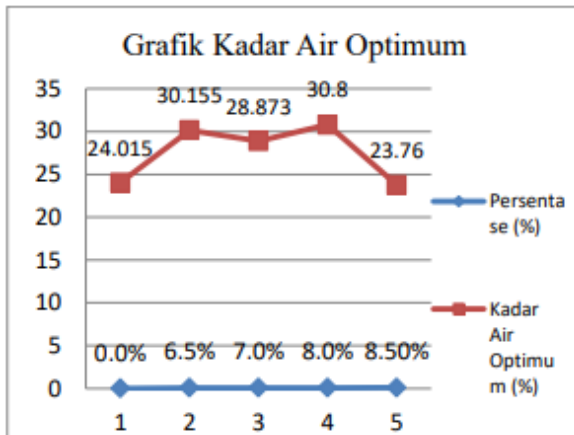
Tabel 2 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

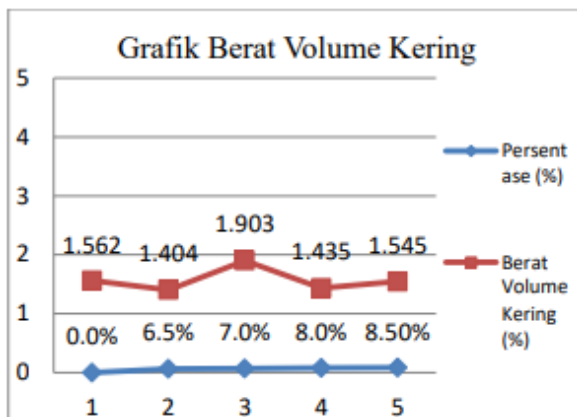
²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol 16 No.1 Januari 2022

Persentase (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Volume Kering (%)
0,0%	24,015	1,562
6,5%	30,155	1,404
7,0%	28,873	1,903
8,0%	30,8	1,435
8,50%	23,76	1,545

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Fakultas Teknik Unihaz



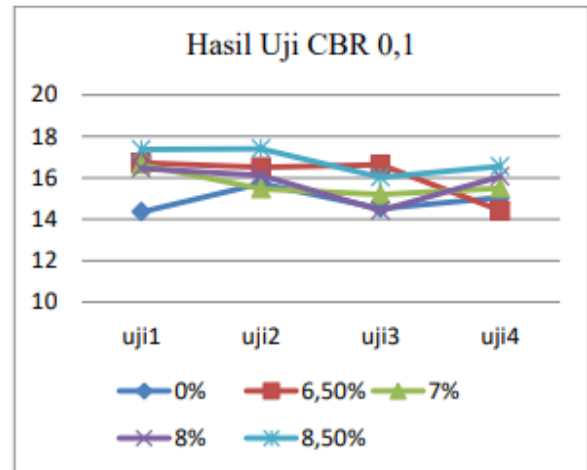
Gambar 5 Grafik Batas Cair



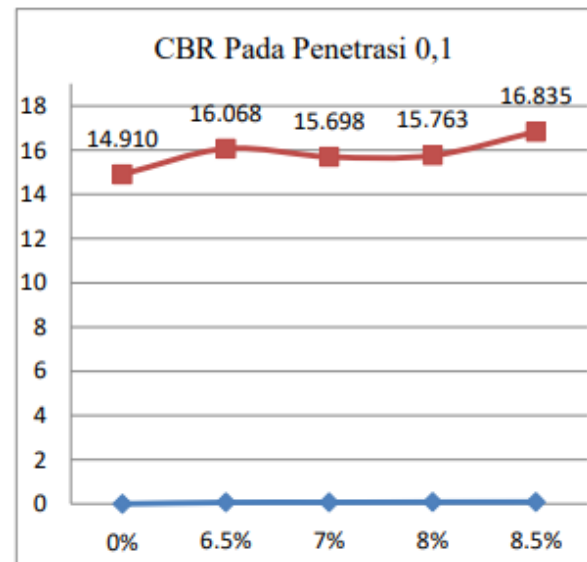
Gambar 6 Grafik Berat Volume Kering

Dari gambar 7 diatas dapat diketahui berat volume kering pada persentase 0% sebesar 1,562% terjadi penurunan berat volume kering pada persentase 6,5% dengan nilai berat volume kering 1,404% berat volume kering meningkat di persentase 7% dengan nilai 1,903%, kembali turun di persentase campuran 8% dengan nilai berat volume kering 1,435% dan pada persentase campuran 8,5% berat volume kering adalah sebesar 1,454%.

5. Pemeriksaan Nilai CBR Rata Rata Hasil Pengujian CBR laboratorium



Gambar 8 Grafik hasil uji CBR Penetrasi 0,1

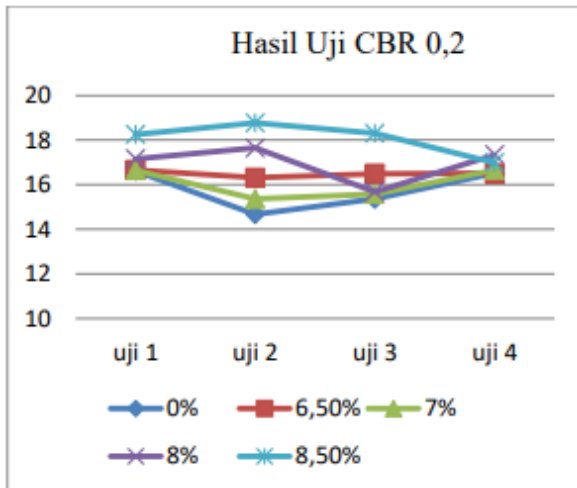


Gambar 9 Hasil Rata Pengujian CBR Pada Penetrasi 0,1

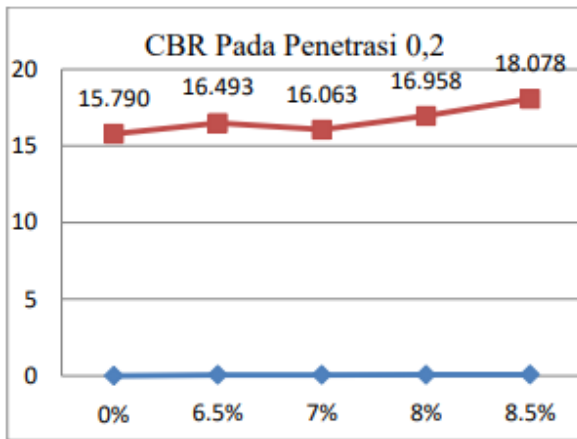
Pada gambar 1 dan 2 nilai CBR terbesar pada penetrasi 0,1 adalah 16,835% pada persentase penambahan abu tandan kelapa sawit 8,5 % nilai ini mengalami kenaikan 1,925 % dari nilai CBR tanah asli yaitu 14,910 %. Pada penambahan abu tandan kelapa sawit 6,5 % nilai CBR mengalami kenaikan 1,158 %, pada persentase 7% mengalami kenaikan 0,788 % dan pada persentase 8 % mengalami kenaikan 0,853 %.

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

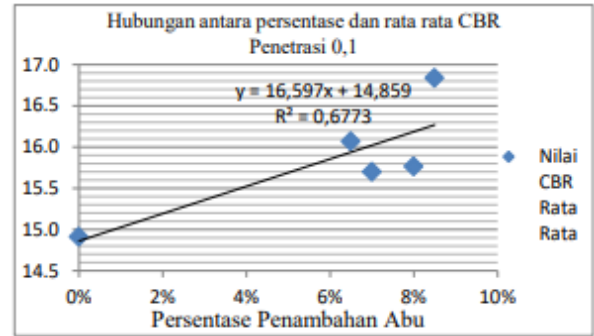


Gambar 10 Grafik hasil uji CBR Penetrasi 0,2



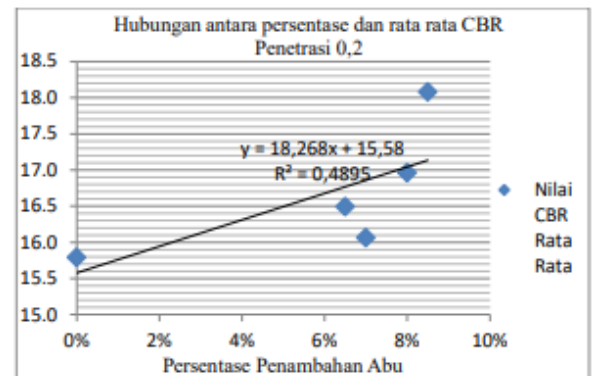
Gambar 11 Hasil Rata Pengujian CBR Pada Penetrasi 0,2

Pada gambar 3 dan 4 nilai CBR terbesar pada penetrasi 0,2 adalah 18,078 % pada persentase penambahan abu tandan kelapa sawit 8,5 % nilai ini mengalami kenaikan 2,288 % dari nilai CBR tanah asli yaitu 15,790 %. Pada penambahan abu tandan kelapa sawit 6,5 % nilai CBR mengalami kenaikan 0,703 %, pada persentase 7% mengalami kenaikan 0,273 % dan pada persentase 8 % mengalami kenaikan 1,168 %.



Gambar 12 Hubungan antara persentase dan rata rata CBR Penetrasi 0,2

Dari analisa regresi didapatkan nilai $R^2 = 0,6773$ adalah merupakan nilai koefisien korelasi yang menunjukkan bahwa penambahan abu tandan kelapa sawit pada tanah lempung memberikan pengaruh yang kuat, yang artinya penambahan abu tandan kelapa sawit terhadap tanah lempung memberikan pengaruh yang signifikan.



Gambar 13 Hubungan antara persentase dan rata rata CBR Penetrasi 0,2

Dari analisa regresi dididapatkan nilai $R^2 = 0,4895$ adalah merupakan nilai koefisien korelasi yang menunjukkan bahwa penambahan abu tandan kelapa sawit pada tanah lempung memberikan pengaruh yang sedang, yang artinya penambahan abu tandan kelapa sawit terhadap tanah lempung memberikan pengaruh yang tidak terlalu signifikan.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengaruh penambahn abu tandan kelapa sawit terhadap daya dukung tanah lempung dapat disimpulkan sebagai berikut:

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

1. Nilai CBR terbesar pada penetrasi 0,1 adalah 16,835% pada persentase penambahan abu tandan kelapa sawit 8,5 % nilai ini mengalami kenaikan 1,925 % dari nilai CBR tanah asli yaitu 14,910 %. Pada penambahan abu tandan kelapa sawit campuran 6,5 % nilai CBR mengalami kenaikan 1,158 %, pada persentase campuran 7% mengalami kenaikan 0,788 % dan pada persentase campuran 8 % mengalami kenaikan 0,853 %. Nilai CBR terbesar pada penetrasi 0,2 adalah 18,078 % pada persentase penambahan abu tandan kelapa sawit campuran 8,5 % nilai ini mengalami kenaikan 2,288 % dari nilai CBR tanah asli yaitu 15,790 %. Pada penambahan abu tandan kelapa sawit campuran 6,5 % nilai CBR mengalami kenaikan 0,703 %, pada persentase campuran 7% mengalami kenaikan 0,273 % dan pada persentase campuran 8 % mengalami kenaikan 1,168 %.
2. Disetiap persentase campuran, nilai CBR memenuhi tingkatan mutu Sedang tidak lebih kecil dari 7% dan tidak lebih besar dari 20%. nilai CBR ini memenuhi syarat spesifikasi binamarga 2018 dimana nilai CBR >6%.
3. Dari analisa regresi linear sederhana Pengujian CBR penetrasi 0,1 didapatkan nilai $R^2 = 0,6773$ nilai ini merupakan nilai koefisien korelasi yang menunjukkan bahwa penambahan abu tandan kelapa sawit pada tanah lempung memberikan pengaruh yang signifikan. Dari analisa regresi linear sederhana Pengujian CBR penetrasi 0,2 nilai $R^2 = 0,4985$ adalah merupakan nilai koefisien korelasi yang menunjukkan bahwa penambahan abu tandan kelapa sawit memberikan pengaruh yang tidak terlalu signifikan.

Daftar Pustaka

- Agung Ramahdana, D. E. (2019). Penggunaan Abu Cangkang Sawit Dan Semen Untuk Meningkatkan Kepadatan Tanah Lempung Desa Tanjung Rejo. *Saintek ITM*, 32(2). <https://doi.org/10.37369/si.v32i2.58>
- Anggraini, M., & Saleh, A. (2020). Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio) Pada Tanah Lempung. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(1),49–55. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i1.3772>
- Apriyanti, Y., Hidayatussa'diah, H., & Fahrriani, F. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Sawit (Pofa) Terhadap Nilai California Bearing Ratio (Cbr) Untuk Stabilisasi Tanah Lempung. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 8(2), 102–109. <https://doi.org/10.33019/fropil.v8i2.2143>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. (2019). Provinsi Bengkulu Dalam Angka 2020. In *Perum Percetakan Negara RI Cabang Bengkulu*.
- Ditjenbun. (2014). *Pertumbuhan Areal Kelapa Sawit Meningkat*. Kemetrian Pertanian. Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Joseph E. Bowles. (1984). *Sifat Sifat Fisis dan Geoteknis* (kedua). Erlangga.
- Karl, T. dan R. B. P. (1967). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa* (Kedua).
- Sarifah, J., & Pasaribu, B. (2017). Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 55–61.
- Sukirman, S. (1992). *perkerasan lentur jalan raya*. nova.
- Sutejo, Y., Dewi, R., & Yudhistira, H. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Gypsum terhadap Tanah Lempung Lunak Berdasarkan Pengujian CBR. *The 18th FSTP International Symposium*.
- Wijaya, I. (2016). *pengujian karakteristik tanah dasar*. prof.d.r hazairin, S.H.
- Yudhistira, H. (2014). Analisis Pengaruh Substitusi Abu Tandan Sawit Dan Gypsum Terhadap CBR Pada Tanah Lempung Lunak. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 264–271.

¹Mahasiswa Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

²Dosen Fak Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu