

ANALISIS PENINGKATAN SIFAT MEKANIS TANAH DASAR MENGUNAKAN CAMPURAN ABU LIMBAH AMPAS TEBU DAN SEMEN

Yusuf Amran¹, Rizqi Sadiya²

Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2}
E-mail : yusufamran@yahoo.com¹, rizqisadiya0667@gmail.com²

ABSTRAK

Kekuatan dari dari suatu konstruksi perkerasan jalan ditentukan oleh kualitas dari tanah dasar yang dipergunakan, maka dari itu tanah dasar harus mempunyai ketahanan terhadap pengaruh lingkungan terutama air. Tanah dasar di ruas Jalan Metro Gotong-Royong Lampung Tengah perlu dilakukan analisis lebih lanjut karena terindikasi sebagai tanah lempung. Ruas jalan tersebut merupakan salah satu jalan di Lampung Tengah yang menghubungkan antara Kota Metro-Lampung tengah, Punggur-Gotong Royong yang dilalui kendaraan baik pribadi maupun kendaraan berat dengan tonase 2-8 ton.

Dari permasalahan yang ditunjukkan diatas, maka dapat dilakukan penelitian tentang stabilisasi tanah dasar menggunakan campuran abu limbah ampas tebu dan semen. Untuk pengambilan sampel tanah dasar dilakukan menggunakan alat *handbore* dari 3 titik pengamatan. Setelah itu sampel tanah dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian analisis saringan, kadar air, berat jenis, batas *atterberg*, pemadatan dan CBR.

Dari pengujian laboratorium didapatkan nilai CBR tanah asli hanya sebesar 1,80%. Nilai tersebut sangat rendah bila digunakan sebagai tanah dasar. Selanjutnya sampel tanah asli ditambahkan campuran abu ampas tebu dan semen dengan kadar yang dicoba-coba (*triall and error*). Dari percobaan tersebut didapat penambahan campuran sebanyak 0%, 0,5%, 1%, 2%, 4%, 8%, 10% dari berat tanah asli. Penambahan terbaik yang dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli ada pada komposisi 8% abu ampas tebu dan semen dengan nilai CBR 6,12% dan 6,20%. Nilai CBR tersebut telah memenuhi persyaratan minimum CBR 6% yang dikeluarkan Bina Marga 2018.

Kata Kunci : Abu Limbah Ampas Tebu, Semen, CBR

PENDAHULUAN

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (*Braja M. Das, 1994*). Tanah berfungsi juga sebagai

penahan beban akibat konstruksi di atas tanah dan seluruh beban lainnya yang kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada.

Salah satu kekuatan dari suatu konstruksi perkerasan ditentukan oleh kualitas tanah dasar yang dipergunakan. Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan tanah asli atau tanah galian atau tanah timbunan yang dipadatkan

dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kualitas tanah asli sebagai permukaan dasar (*subgrade*) sangat menentukan kekuatan jalan, jika tanah dasar mempunyai daya dukung rendah maka jalan akan cepat mengalami kerusakan. Perubahan tanah dasar dapat diakibatkan oleh kekuatan atau daya dukung yang rendah, pengembangan, penyusutan serta konsolidasi tanah dibawah tanah dasar. Faktor-faktor tersebut akan tergantung dari jenis tanah, berat isi kering dan kadar air tanah. Salah satu jenis tanah yang kurang baik bagi perkerasan jalan adalah tanah lempung.

Alternatif perbaikan yang akan digunakan untuk mengatasi permasalahan diatas yaitu dengan meningkatkan nilai CBR tanah asli menggunakan bahan tambah (*additive*) abu ampas tebu dan semen. Abu ampas tebu mengandung garam-garam anorganik dan kaya akan *silica* (SiO_2) yang sangat potensial digunakan dalam bidang geoteknik terutama dalam perbaikan tanah. Adapun bahan kimia lainnya yang dijadikan sebagai bahan *additive* untuk melakukan stabilisasi tanah adalah Semen. Semen mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat fragmen-fragmen menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat.

Tanah dasar yang digunakan untuk penelitian ini diambil di ruas jalan Metro Gotong Royong Desa Terbanggi Subing, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah karena terindikasi tanah lempung. Maka diperlukan penambahan material untuk membuat daya dukung tanah menjadi semakin tinggi. Struktur jalan pada daerah ini mengalami kerusakan berat seperti berlubang dan bergelombang. Salah satu fenomena yang melatar belakangi dilakukannya analisis ini, dikarenakan jalan tersebut merupakan jalan kabupaten yang dilalui kendaraan baik pribadi

maupun kendaraan berat dengan tonase 2 ton sampai 8 ton.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah (*soil*) merupakan lapisan tipis kulit bumi yang terbentuk dari proses pelapukan batuan induk yang terjadi didekat permukaan bumi sehingga membentuk tanah. Dalam pengertian teknik, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat/butiran mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel padat tersebut. Tanah mempunyai ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda-beda antara tanah di suatu tempat dengan tempat yang lain.

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem atau cara pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang sama atau hampir sama, kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dan dibedakan dengan tanah-tanah lainnya. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi bermaksud membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi simbol nama yang sama.

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas.

Tanah Lempung

Tanah lempung terdiri dari berbagai golongan tekstur yang agak susah dicirikan secara umum. Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak di antara sifat tanah pasir dan liat. Tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung. Sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampuan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan. Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kerapatan tanah.
- b. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
- c. Menambah bahan yang menyebabkan perubahan kimiawi dan fisis tanah.
- d. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).
- e. Mengganti tanah yang buruk.

Tipe-Tipe Stabilisasi

Pada umumnya tipe atau cara yang digunakan untuk stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Stabilisasi Alami
Stabilisasi alami merupakan jenis stabilisasi yang terjadi karena proses alam sehingga tidak membutuhkan perlakuan khusus dalam memperbaiki sifat mekanis tanah. Contoh tanah memadat akibat berat sendiri, resapan air hujan, penyusutan air akibat penguapan, akar tanaman dan lain-lain.
- b. Stabilisasi Mekanis
Stabilisasi mekanis atau mekanikal dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah yang bergradasi berbeda secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan, untuk mendapatkan kepadatan maksimum. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk ditempat dan menggantinya dengan material granular dari tempat lain. Menurut *Lambe* (1962) stabilisasi mekanis merupakan suatu proses yang menyangkut dua cara perubahan sifat-sifat tanah :
 1. Penyusunan kembali partikel tanah, seperti contohnya pencampuran beberapa lapisan tanah, pembentukan kembali tanah yang telah terganggu dan pemadatan.
 2. Penambahan atau penyingkiran partikel tanah. Contohnya lempung berpasir dicampur dengan kerikil untuk memenuhi daya dukung di jalan tertentu.
- c. Stabilisasi Kimiawi
Stabilisasi dengan bahan tambah atau dapat disebut juga stabilisasi kimiawi yaitu stabilisasi menggunakan bahan kimia untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia, dan menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil. bertujuan

untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah. Metode ini dapat menggunakan larutan kimia/bubuk kimia, yang dicampurkan dengan tanah yang akan diperbaiki, dengan beberapa metode pencampuran yang disesuaikan dengan kondisi bahan pencampur maupun kondisi tanahnya. Contoh : Kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*) aspal dan lain-lain.

Abu Ampas Tebu

Bagasse ash (abu ampas tebu) adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah melalui proses pembakaran, sehingga abu ampas tebu mengalami perubahan warna menjadi abu-abu kehitaman dimana dalam keadaan ini abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang cukup tinggi. Menurut pengujian yang dilakukan oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Pembakaran ampas tebu akan menghasilkan abu ampas tebu yang memiliki kandungan senyawa silika (SiO_2) yang cukup besar yaitu 50-70% sehingga abu ampas tebu berpotensi sebagai media untuk stabilisasi tanah. Berdasarkan kandungan silika (SiO_2) dan ferrit (Fe_2O_3) yang cukup tinggi.

Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen *portland*, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO_2),

alumunia (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3), magnesit (MgO), serta oksida lainnya.

Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tanah

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah melalui proses pembakaran. Dari proses pembakaran ini menghasilkan kandungan *silica*. Penambahan abu ampas tebu terhadap nilai CBR pada stabilisasi tanah mempunyai kecenderungan semakin meningkat.

Pengaruh Semen Terhadap Kekuatan Tanah

Konsentrasi semen dalam campuran sangat mempengaruhi kekuatan campuran. Kekuatan campuran *soil cement* dapat diketahui dengan melakukan tes CBR (*California Bearing Ratio*). Pengaruh konsentrasi semen terhadap kekuatan yaitu semakin besar jumlah kadar semen dalam campuran maka semakin tinggi pula nilai kekuatannya, dan hal tersebut dipengaruhi juga oleh tanah yang digunakan (Nuraini, 2002). Terbentuknya kimia dalam campuran tanah semen dinilai dapat memberikan efek pengerasan pada tanah yang distabilisasi.

Parameter Sifat Mekanis Tanah

Adapun parameter tanah didapatkan dari hasil pengujian laboratorium maupun dari hasil interpolasi data-data tanah yang sudah ada. Hasil dari parameter inilah yang menjadi masukan untuk pengukuran dan analisa selanjutnya, meliputi :

- a. Kuat Geser Tanah
- b. Kohesi Tanah (c)
- c. Sudut Geser Dalam Tanah
- d. Kuat Tekan Bebas
- e. Batas-Batas Atterberg Tanah
- f. Pematatan Tanah
- g. CBR Tanah

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Map)

Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium, yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari uji bahan secara langsung, sedangkan data sekunder merupakan data-data hasil pengujian/penelitian. Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah mengetahui data-data yang diperlukan adalah tahapan pengumpulan data. Adapun proses penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Pengambilan contoh
- b. Pengujian contoh tanah
- c. Pembuatan campuran tanah lempung dengan abu ampas tebu dan semen
- d. Pengujian campuran tanah lempung dengan abu ampas tebu dan semen

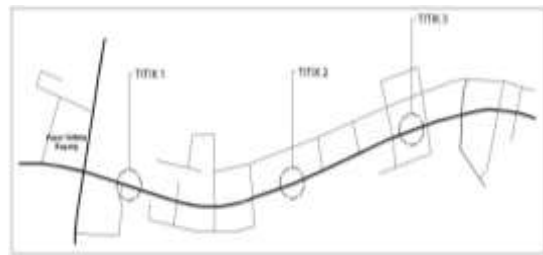
Pengambilan Data primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mangacu pada petunjuk manual yang ada, meliputi :

- a. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji diambil di ruas jalan Metro Gotong Royong Desa Terbanggi Subing, Kecamatan Gunung Sugih Kabupaten Lampung Tengah yang tergolong dalam jenis tanah lempung.

Sampel tanah diambil di beberapa titik pada lokasi pengambilan sampel menggunakan alat *handbore* yang diambil dengan kedalaman per 20cm, sampai mencapai kedalaman 1-2 meter. hal ini dilakukan agar sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel Tanah

- b. Persiapan Bahan/Material Penelitian
 - a) Sampel tanah yang diambil di ruas jalan Metro Gotong Royong Desa Terbanggi Subing, Kecamatan Gunung Sugih Kabupaten Lampung Tengah yang tergolong dalam jenis tanah lempung.
 - b) Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Metro. Abu limbah ampas tebu yang lolos saringan No. 40 didapat dari pabrik gula AKG (Adi Karya Gemilang) Lampung Tengah yang akan digunakan sebagai media stabilisasi tanah di laboratorium.
 - c) *Portland Cemen* yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini adalah semen holcim dalam kemasan 50 kg/zak yang diperoleh dari toko bangunan.

c. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg*, uji *proctor*, uji CBR dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Metro yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

- 1. Uji Analisis Saringan
 - 2. Uji Kadar Air
 - 3. Uji Berat Jenis
 - 4. Uji Batas-Batas *Atterberg*
- b. Tanah Campuran
- 1. Uji Batas-Batas *Atterberg*

- B. Pengujian sifat mekanis tanah lempung asli dan campuran, meliputi:
- 1. Uji Pemadatan tanah / Uji Proctor (*Modified*).
 - 2. Uji CBR Laboratorium.

Data skunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung (didapat dari penelitian lain) berupa buku-buku atau referensi yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

Tahapan Penelitian

Tahapan/urutan prosedur pada penelitian ini meliputi :

- 1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli (0%) yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO.
- 2. Dari hasil pengujian sampel tanah asli seperti uji analisa saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas *Atterberg*, uji pemadatan tanah, dan uji CBR, ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang nantinya akan didapatkan nilai/data sebagai berikut:

Metode Pencampuran Tanah Dengan Bahan *Addictive*

Metode pencampuran untuk masing-masing prosentasi abu limbah ampas tebu dan semen dicampur dengan sampel tanah yang lolos saringan No. 4 (4,75mm) adalah :

Penambahan bahan *additive* antara abu limbah ampas tebu dan semen dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) terhadap masing-masing sampel tanah asli untuk mendapatkan persentase kadar terbaik hingga didapatkan nilai CBR yang disyaratkan yaitu 6% (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

Tabel 1. Pengujian sampel tanah

No.	Data Pengujian Tanah	Hasil
1.	Analisis Saringan	
	Lolos saringan no.200	%
2.	Kadar Air (W)	%
	Berat Jenis (Gs)	
4.	Batas-Batas <i>Atterberg</i>	
	Batas Cair (LL)	%
	Batas Plastis (PL)	%
	Indeks Plastisitas (PI)	%
5.	Pemadatan Tanah / Proctor	
	Berat isi kering (γd_{max})	gr/cm ³
	OMC	%
6.	CBR Desain	%

Sumber: Standarisasi pengujian tanah laboratorium

Prosedur Pengujian Penelitian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

- A. Pengujian sifat fisik tanah / properti tanah lempung, meliputi :
 - a. Tanah Asli

- 3. Dicoba pencampuran tanah asli dengan penambahan abu ampas tebu dan penambahan semen pada masing-masing sampel untuk pengujian *proctor* dan CBR laboratorium sampel tanah campuran dalam

kondisi lepas (*loose*) dengan kadar air sesuai nilai yang telah ditentukan, diperam selama 1 hari (24 jam) dan ditempatkan dalam kantong plastik, kemudian dilakukan pengujian pemadatan dan CBR.

Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan/korelasi serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli tanpa campuran (0%) akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari hasil pengujian CBR Laboratorium terhadap masing-masing campuran abu ampas tebu dan semen ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.
3. Dari hasil pengujian parameter CBR terhadap nilai kekuatan daya dukung dan stabilitas campuran pada masing-masing perilaku akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan nilai CBR. Dari tabel dan grafik nilai CBR tersebut maka akan didapatkan penjelasan perbandingan peningkatan terhadap masing-masing perilaku CBR-nya.
4. Dari hasil pengujian berat jenis yang didapatkan akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari tabel dan grafik nilai berat jenis tersebut maka akan didapatkan penjelasan perbandingan antara berat jenis tanah asli dan tanah yang telah dicampur oleh abu ampas tebu dan semen.
5. Dari hasil pengujian batas-batas *atterberg* yang terdiri dari batas cair (LL), batas plastis (PL) dan indeks plastisitas (PI) ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari tabel dan grafik tersebut maka akan didapatkan penjelasan perbandingan antara tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan abu ampas tebu dan

semen terhadap nilai batas cair dan batas plastisnya (batas *atterberg*).

6. Dari seluruh analisa hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah didapatkan.

HASIL PENELITIAN

Pengujian tanah asli dilakukan bertujuan untuk memperoleh data dan informasi parameter sifat fisik maupun mekanik tanah pada lokasi penelitian, selanjutnya parameter-parameter tersebut akan digunakan sebagai bahan analisis dalam pengujian tanah campuran. Pengujian sifat fisik atau propertis tanah meliputi pengujian analisis saringan, kadar air, berat jenis dan batas-batas *atterberg*. Sedangkan pengujian mekanis meliputi Pengujian pemadatan dan CBR. Pengujian-pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Metro.

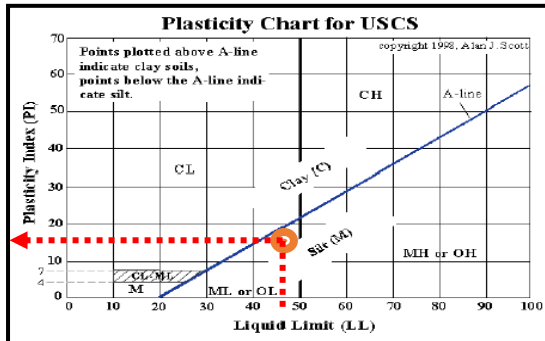
Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli

NO	Pengujian	Hasil
1.	Analisis Saringan	
	Lolos Saringan No.200 (%)	40,02 %
2.	Kadar Air (w)	16,25 %
3.	Berat Jenis (Gs)	2,59 gr/cm ³
4.	Batas Atterberg	
	a. Batas Cair (LL)	49,33 %
	b. Batas Plastis (PL)	36,95 %
	c. Indeks Plastisitas (PI)	12,38 %
5.	Pemadatan (<i>Modified</i>)	
	a. Kadar Air Optimum (OMC)	23,07 %
	b. Berat Isi Kering Maksimum (γ_{dmaks})	1,47 gr/cm ³
6.	Nilai CBR desain	1,80 %

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil Klasifikasi Tanah

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah asli pada Tabel 2 diatas dapat digunakan untuk mengetahui klasifikasi tanah menurut USCS.



Gambar 3. Diagram Plastisitas USCS

Menurut sistem klasifikasi USCS, hasil pengujian sifat fisik tanah asli menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki nilai batas cair (LL) rata-rata 49,33 % (< 50 %), dan nilai indeks plastisitas rata-rata sebesar 12,38 %. Apabila nilai tersebut diplotkan pada diagram plastisitas (Gambar 4.6) maka tanah tersebut masuk dalam kelompok OL yaitu Lempung organik dengan plastisitas rendah sampai sedang. Tanah jenis ini memiliki sifat fisik yang dipengaruhi dengan bahan organik yang terpisah.

Menurut sistem klasifikasi AASHTO, persentase lolos saringan no. 200 adalah 40,09% (≥ 35 %) secara umum tanah termasuk kelompok lempung, hasil pengujian batas cair (LL) adalah 49,33% (≥ 41 %), nilai indeks plastisitas (PI) adalah 12,38 % (≥ 11 %). Selanjutnya jika ditinjau dari rumus $PI > LL - 30$ ($12,33 > 19,33$ %) maka sampel tanah termasuk kelompok A-7-6. Tanah golongan ini termasuk dengan penilaian biasa sampai buruk.

Hasil Pengujian Tanah Campuran

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR pada tanah asli yang diberi bahan tambah berupa abu ampas tebu dan semen dengan persentase penambahan yang di coba-coba (*trial*

and error). Pengujian dilakukan pada semua titik pengamatan dengan perlakuan yang sama pada pengujian tanah asli. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 Berdasarkan data tabel tersebut, selanjutnya dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dengan persentase penambahan kadar abu ampas tebu dan semen.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Campuran masing-masing titik

Kadar Campuran	Nilai CBR Titik 1 (%)		Nilai CBR Titik 2 (%)		Nilai CBR Titik 3 (%)	
	Tanah asli + Abu Tebu	Tanah Asli + Semen	Tanah asli + Abu Tebu	Tanah Asli + Semen	Tanah asli + Abu Tebu	Tanah Asli + Semen
0	1,80		1,70		1,90	
0,5	2,00	2,20	1,90	2,00	2,20	2,00
1	2,70	2,30	2,00	2,20	2,30	2,50
2	3,50	4,20	2,90	2,70	3,10	3,00
4	2,60	3,10	4,05	3,50	4,00	4,30
8	6,05	6,10	6,20	6,30	6,10	6,20
10	5,20	5,90	5,50	6,00	5,20	5,40

Sumber : Hasil pengujian Laboratorium

Tabel 4. Hasil Nilai CBR desain Campuran 8%.

Lokasi	Abu Tebu (%)	Semen (%)
Titik 1	6,05	6,10
Titik 2	6,20	6,30
Titik 3	6,10	6,20
Rata-Rata	6,12	6,20

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 5. Peningkatan dan Perbandingan Nilai CBR desain (Campuran).

No.	Sampel	Campuran (%)	Nilai CBR (%)	Peningkatan (%)	Persentase Perbandingan (%)
1.	Tanah Asli	0	1,8	-	-
2.	Tanah Asli + Abu Tebu	8	6,12	340,00	29,41
3.	Tanah Asli + Semen	8	6,20	344,44	29,03

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian pemadatan tanah untuk sampel tanah campuran dilakukan dengan *modified proctor* dengan variasi kadar abu tebu dan semen yang berbeda yaitu 0,5%, 1%, 2%, 4%, 8%, 10% Dari pengujian ini akan didapat nilai kadar air optimum (OMC) serta berat isi kering maksimum (γ_{dmax}). Adapun hasil pengujian pemadatan tanah campuran dengan penambahan abu ampas tebu dan

semen pada tanah lempung, menunjukkan perubahan pada nilai berat isi kering (γ_d) dan OMC. Semakin besar persentase penambahan abu tebu maupun semen semakin meningkat pula nilai berat isi kering maksimum (γ_{dmax}) pada masing-masing titik, namun kembali menurun pada penambahan ke 10%, Hal ini disebabkan adanya abu tebu maupun semen pada rongga pori tanah menimbulkan reaksi perekatan yang menyebabkan nilai berat isi kering maksimum (γ_{dmax}) semakin meningkat dari tanah aslinya, peningkatan nilai γ_{dmax} menyebabkan nilai kadar air optimum (OMC) dalam tanah menjadi semakin menurun, karena sifat abu dan semen memiliki penyerapan air yang tinggi menyebabkan sampel tanah kekurangan air dan nilai γ_{dmax} menurun di kadar 10%.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Pengujian Indeks Plastisitas (*PI*)

Sampel	Campuran (%)	Indek Plastisitas (PI)			Rata-Rata (%)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
Tanah Asli + Abu Tebu	0	12,30	11,68	13,15	12,38
	0,5	10,71	10,60	11,06	10,79
	1	10,66	10,05	10,88	10,53
	2	9,52	9,58	10,06	9,72
	4	8,08	8,84	9,42	8,78
	8	6,48	7,03	7,13	6,88
	10	7,32	8,26	7,08	7,55
Tanah Asli + Semen	0	12,30	11,68	13,15	12,38
	0,5	12,03	11,14	11,81	11,66
	1	11,42	10,37	10,45	10,74
	2	10,32	9,53	9,56	9,80
	4	9,49	8,41	8,01	8,64
	8	7,16	6,60	6,36	6,71
	10	8,99	9,27	8,12	8,79

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sampel tanah yang diambil diruas jalan Metro-Gotong Royong, Desa Terbanggi Subing, Kecamatan Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terlihat bahwa sampel tanah yang diberi penambahan abu limbah

ampas tebu maupun semen dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanis tanah asli. Nilai PI semakin menurun dan tingkat kepadatan semakin meningkat begitupun nilai CBR yang telah memenuhi syarat.

2. Dari hasil pengujian pematatan campuran nilai berat isi kering maksimum (γ_{dmak}) cenderung semakin meningkat dari tanah aslinya. Sedangkan kadar air optimum (OMC) selalu mengalami penurunan. Ini dikarenakan semakin meningkatnya persentase penambahan abu ampas tebu dan semen sampel tanah semakin kekurangan air.
3. Berdasarkan pengujian batas *atterberg*, nilai indek plastisitas (PI) tanah asli bersifat sedang yaitu 13,21%. Tanah tersebut masuk dalam kelompok OL yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang. Pada pengujian tanah campuran Tabel 5.3 terlihat bahwa semakin besar penambahan abu tebu maupun semen nilai PI semakin menurun. Hasil tersebut membuktikan dengan penambahan abu tebu maupun semen dapat menurunkan sifat plastisitas pada tanah *subgrade* dilokasi penelitian.
4. Berdasarkan pengujian CBR yang dilakukan terhadap tanah asli diperoleh nilai CBR rata-rata 1,80%. Tanah asli tersebut tidak memenuhi persyaratan teknis untuk digunakan sebagai *subgrade*. Sedangkan hasil pengujian CBR tanah campuran diperoleh percobaan sebanyak 6 campuran abu tebu dan semen, dari percobaan tersebut persentase penambahan terbaik yang memenuhi syarat nilai CBR ada pada komposisi 8%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran Yusuf & Surandono Agus. 2017. Analisa Daya Dukung Tanah (DDT)

- Pada Subgrade Tanah Dasar (Studi Kasus : Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara, 38 b Banjar Rejo Lampung Timur-Batas Kota Metro). TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Volume 7 Nomor 1. Hal 6–10
- Amran Yusuf & Dewi Sari Utama. 2018. Analisis Perbaikan Subgrade Tanah Dasar Menggunakan Bahan Tambahan Kapur dan Abu Sekam Padi Pada Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara, 38B Banjar Rejo Lampung Timur – Batas Kota Metro. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Volume 8 Nomor 1. Hal 51 – 55
- ASTM D 2487-66T. Standart Classification of Soil for Engineering
- ASTM D 1883-87. California Bearing Ratio Soaked
- ASTM D-698. Standart Test Methods for Compaction
- Bowles. 1991. Usaha pemadatan untuk mempertinggi kerapatan dan pemampatan partikel
- Das B.M. 1994. Mekanika Tanah 1 Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1. Erlangga. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan.
- Hardiyatmo Christady Hary. 2002, Mekanika Tanah I. Gajah Mada *University Press*, Yogyakarta.
- Hardiyatmo Christady Hary. 2010, Stabilisasi Tanah Untuk