

PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAN SAWIT DAN GIPSUM TERHADAP TANAH LEMPUNG LUNAK BERDASARKAN PENGUJIAN CBR

Yulindasari Sutejo
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik - UNSRI
Telp: (0711) 580129
yulindasari@ft.unsri.ac.id

Ratna Dewi
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik - UNSRI
Telp: (0711) 580129
dewirds@yahoo.com

Hasan Yudhistira
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik - UNSRI
(0711) 580129
hasan.yudhistira@gmail.com

Abstract

One of the factors causing damage to the building construction, for example in road construction which has been decreasing and low soil bearing capacity. So it is necessary to improve the soil by soil stabilization process. In this study, soil stabilization on soft clay using the palm bunches ash and gypsum. The study aims to determine the effect of the addition of the variations respectively 5%, 7.5%, and 10% of the value of CBR on the soft clay with a treatment period of 3, 7, and 14 days. CBR testing laboratories that conducted the test of immersion CBR/unsaturated with a penetration value of 0.1 ". From the analysis the addition of the palm bunches ash and gypsum can increase the value of CBR on soft clay. Percentage of the mixture which can increase the maximum value of the CBR is in a percentage of 7.5% the palm bunches ash and 10% of gypsum with an increase of 126.88% during the 7-day treatment with CBR value of 3.63%.

Keywords: The Palm Bunches Ash, Gypsum, Soft Clay, CBR

Abstrak

Salah satu faktor penyebab kerusakan pada konstruksi bangunan misalnya pada konstruksi jalan yaitu terjadinya penurunan dan rendahnya daya dukung tanah. Sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dengan proses stabilisasi tanah. Pada penelitian ini, stabilisasi tanah pada tanah lempung lunak menggunakan abu tandan sawit dan gipsum. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan dengan variasi masing-masing 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai CBR pada tanah lempung lunak dengan masa perawatan 3, 7, dan 14 hari. Pengujian CBR laboratorium yang dilakukan yaitu uji CBR tanpa rendaman/*unsaturated* dengan nilai penetrasi 0,1". Dari hasil analisis didapatkan penambahan abu tandan sawit dan gipsum dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah lempung lunak. Persentase campuran yang dapat meningkatkan nilai CBR paling maksimal ada pada persentase 7,5% abu tandan sawit dan 10% gipsum dengan peningkatan sebesar 126,88% pada masa perawatan 7 hari dengan nilai CBR sebesar 3,63%.

Kata Kunci: Abu Tandan Sawit, Gypsum, Tanah Lempung Lunak, CBR

LATAR BELAKANG

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada setiap pekerjaan teknik sipil. Banyak pembangunan seperti gedung dan jalan raya dilakukan di atas tanah yang memiliki kualitas yang kurang baik, seperti tanah lempung. Lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya, lempung yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut juga lempung ekspansif. Tanah dengan sifat seperti ini sering menimbulkan kerusakan pada bangunan seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan bergelombang dan sebagainya.

Kondisi suatu tanah dapat diketahui dari nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. Nilai CBR diperlukan untuk perancangan tebal perkerasan jalan. Pada perencanaan jalan baru, untuk tebal perkerasan biasanya kekuatan tanah dasar ditentukan dari nilai CBR tanah dasar yang dipadatkan.

Tanah rawa banyak terdapat di Banyuasin, Sumatera Selatan. Tanah rawa merupakan jenis tanah yang memiliki daya dukung yang rendah. Hal ini menuntut perlu adanya stabilisasi atau perbaikan tanah pada kondisi jenis tanah tersebut. Apabila membangun konstruksi di atas tanah dasar yang memiliki daya dukung rendah seperti tanah rawa maka diperlukan teknik dan cara khusus untuk meminimalisir dampak yang diakibatkan oleh kondisi tanah tersebut. Salah satu cara yang umum dilakukan adalah dengan melakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan kimia yang dicampurkan dengan tanah asli. Bahan-bahan kimia tersebut ada yang bercampur dengan bahan lainnya dan ada yang merupakan bahan atau zat murni.

Pada penelitian ini, penambahan abu tandan sawit dan gipsum digunakan untuk stabilisasi tanah. Abu tandan sawit merupakan limbah padat dari pabrik pengolahan kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang ekonomis untuk stabilisasi tanah. Dan gipsum digunakan karena memiliki kandungan kapur yang tinggi yang dapat memberikan sifat semen pada benda uji. Menurut Indah (2013), CBR keadaan *unsoaked* mengalami kenaikan yang tertinggi dengan bertambahnya persentase abu tandan sawit dalam campuran sampai pada persentase 8 % pada masa perawatan 14 hari, dari 4,94% menjadi 7,54%. Oleh karena itulah, pada penelitian ini digunakan abu tandan sawit yang ditambahkan dengan gipsum dengan harapan dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung lunak daripada hanya dengan menggunakan abu tandan sawit.

DASAR PEMIKIRAN

Istilah “Tanah” dalam bidang Mekanika Tanah yaitu mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil dan batu-batuan yang besar (L.D. Wesley, 1988). Lempung adalah tanah yang memiliki butiran-butiran yang sangat kecil dengan diameter kurang dari 0,002 mm (Mitchell, 1995 dalam Bowles, 1991). Partikel lempung dalam klasifikasi secara umum adalah merupakan partikel tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm. Hardiyatmo (1992) menjelaskan bahwa pelapukan tanah terjadi akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung.

Menurut Das (1991), mineral lempung adalah senyawa aluminium silika yang kompleks, terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu silika tetrahedral, dan aluminium oktahedra. Tanah lempung dengan kandungan mineralnya mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak yang dapat menyebabkan tanah lempung mempunyai sifat kembang susut yang besar dan stabilitas yang rendah apabila kadar airnya tinggi. Untuk tanah lempung lunak, karakteristik yang dimiliki yaitu antara lain indeks plastisitasnya yang tinggi membuat tanah ini mempunyai perilaku mengembang jika terkena air sehingga disebut tanah ekspansif. Selain itu, tanah lempung lunak juga memiliki daya dukung yang kecil dan kompresibilitasnya yang besar.

Suatu cara untuk mengelompokkan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang sama atau hampir sama, kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dipahami dan dibedakan dengan tanah-tanah lainnya dinamakan klasifikasi tanah. Klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian memperhitungkan distribusi ukuran butiran tanah dan sifat plastis tanah agar dapat menafsirkan sifat-sifat tanah. Ada dua macam sistem klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian yaitu sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*).

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik. Perbaikan sifat tanah asli pada dasarnya untuk meningkatkan daya dukung tanah. Ada kalanya tanah asli atau tanah timbunan yang ada di lapangan tidak dapat memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan konstruksi, misalnya mudah dipengaruhi air seperti tanah ekspansif. Oleh karena itu tanah tersebut perlu dilakukan stabilisasi atau diperbaiki.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu atau kombinasi pekerjaan-pekerjaan dengan cara mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, pembekuan dan pemanasan dan dengan bahan pencampur (*additiver*). Selain itu, stabilisasi tanah juga dapat dilakukan secara kimiawi. Stabilisasi kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan *stabilizing agents* pada tanah dasar yang akan ditingkatkan mutunya. Bahan yang digunakan seperti semen Portland, kapur, dan bahan kimia lainnya. Stabilisasi yang dilakukan secara kimiawi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, mencampur bahan kimia dengan tanah yang kemudian diaduk serta dipadatkan, dan dengan cara memasukkan bahan kimia ke dalam tanah (*grounding*) sehingga bahan kimia tersebut bereaksi dengan tanah.

Kelapa sawit merupakan tumbuhan tropis yang diperkirakan berasal dari Nigeria (Afrika Barat) karena pertama kali ditemukan di hutan belantara negara tersebut. Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon dengan ketinggian dapat mencapai 24 m. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil dan apabila masak, berwarna merah kehitaman. Daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyaknya itu digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Ampasnya dimanfaatkan untuk makanan ternak, khususnya sebagai salah satu bahan pembuatan makanan ayam. Tempurungnya digunakan sebagai bahan bakar dan arang. Abu tandan sawit mengandung zat kapur (CaO) dan senyawa silika silika yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi.

Bahan lain yang dapat digunakan untuk stabilisasi adalah gipsum. Gipsum merupakan batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut, mineral terbanyak dalam batuan sedimen, dan lunak bila murni. Dalam perdagangan biasanya gipsum mengandung 90% CaSO₄. H₂O (Habson, 1987 dalam Sinaga, 2009). Dalam ilmu kimia, gipsum disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat (CaSO₄ 2(H₂O)), yaitu suatu mineral yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan.

Manfaat penggunaan gipsum dalam pekerjaan teknik sipil antara lain (1) Gipsum yang di campur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada gipsum sehingga pengembangannya lebih kecil; (2) Gipsum dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah

bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah; (3) Gypsum meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan gypsum lebih menyerap banyak air; (4) Gypsum sebagai penambah kekerasan untuk bahan bangunan; dan (5) Gypsum sebagai salah satu bahan pembuat *portland* semen.

Daya dukung tanah dasar atau *subgrade* pada perencanaan perkerasan jalan raya dinyatakan dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Pada perencanaan perkerasan suatu jalan maupun lapangan terbang, tes CBR digunakan untuk mengetahui kekuatan dasar tanah sehingga dapat ditentukan tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase dan lain-lain. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya CBR dibagi atas CBR Lapangan, CBR Lapangan Rendaman, dan CBR Titik/Laboratorium. CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR yang berguna : (1) untuk mendapatkan CBR asli di lapangan yang sesuai kondisi tanah dasar saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi; (2) untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan lain seperti *sand cone*.

CBR lapangan rendaman atau *undisturbed soaked* CBR, gunanya untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan yang maksimum. CBR titik disebut juga CBR laboratorium atau *design* CBR. Tanah dasar pada konstruksi merupakan tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. CBR laboratorium dapat dibedakan atas dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman atau *soaked design* CBR dan CBR laboratorium tanpa rendaman atau *unsoaked design* CBR.

$$\text{CBR} = \frac{P_T}{P_S} \times 100\% \quad (1)$$

dengan :

P_T = Beban percobaan

P_S = Beban standar atau standar load untuk CBR 0,1": 3000 psi dan CBR 0,2": 4500 psi

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi pengambilan contoh tanah lempung lunak terganggu (*disturbed soil*) di daerah KM.18 Banyuasin, Sumatera Selatan. Abu tandan sawit berasal dari salah satu pabrik pengolahan sawit di daerah Tanjung Enim, Sumatera Selatan serta gypsum dibeli di toko bahan bangunan yang ada di Kota Palembang, Sumatera Selatan.

Pengujian awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian berat jenis tanah yang mengacu pada ASTM D-854. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian analisis saringan (ASTM D 421 dan ASTM D 422) dan pengujian *Atterberg Limit* (ASTM D 423-66 dan ASTM D 424-74). Sebelum dilakukan pengujian CBR, terlebih dahulu dilakukan pengujian pemadatan pada tanah. Jenis pemadatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian pemadatan standar (*Standard Compaction Test*). Pengujian pemadatan di laboratorium digunakan untuk menentukan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content* = OMC) dan berat isi kering maksimum (*Maximum Dry Density* = γ_d) dari sampel tanah. Kadar air optimum ini akan digunakan untuk pembuatan benda uji tanah campuran. Komposisi benda uji tanah campuran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Benda Uji

Kode Benda Uji	Persentase Berat (%)			Waktu Perawatan (hari)	Jumlah Benda Uji
	Abu Tandan Sawit	Gypsum	Tanah Terganggu (<i>disturbed soil</i>)		
A5G5	5	5	90	3, 7, 14	2
A5G7.5	5	7,5	87,5	3, 7, 14	2
A5G10	5	10	85	3, 7, 14	2
A7.5G5	7.5	5	87,5	3, 7, 14	2
A7.5G7.5	7.5	7.5	85	3, 7, 14	2
A7.5G10	7.5	10	82,5	3, 7, 14	2
A10G5	10	5	85	3, 7, 14	2
A10G7.5	10	7.5	82,5	3, 7, 14	2
A10G10	10	10	80	3, 7, 14	2
Total					54

dengan : A = Abu Tandan Sawit G = Gypsum

Setelah benda uji siap dan dipadatkan dalam silinder, maka selanjutnya benda uji harus diberikan perawatan. Dalam hal ini, perawatan diberikan dengan menutup benda uji dengan plastik lalu didiamkan selama masing-masing 3, 7, dan 14 hari dengan persentase campuran Abu Tandan Sawit dan persentase campuran Gypsum masing-masing 5%, 7,5%, 10%. Kemudian dilakukan pengujian CBR laboratorium (uji CBR tanpa rendaman/*unsoaked*). Nilai CBR yang digunakan adalah nilai penetrasi 0,1". Gambar 1 menunjukkan alat uji CBR laboratorium.



Gambar 1 Alat Uji CBR laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian *soil properties* pada tanah. Sedangkan rekapitulasi hasil pengujian pemadatan tanah standar (*standard compaction test*) pada setiap variasi sampel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2 Data Karakteristik Tanah Lempung Lunak

Pengujian Tanah	Hasil
Kadar air (<i>w</i>)	47,09%
Tanah lolos saringan No.200 (<0,075mm)	88,4%
<i>Specific Gravity</i> (<i>G_s</i>)	2,66
Batas plastis (<i>PL</i>)	26,68%
Batas cair (<i>LL</i>)	47,12%
Indeks plastis (<i>PI</i>)	20,44%
Klasifikasi tanah menurut USCS	CL
Klasifikasi tanah menurut AASHTO	A-7-6

(Sumber: Yudhistira, 2013)

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Uji Pemadatan Tanah Campuran

Kode Benda Uji	Kadar Air Optimum (<i>w_{opt}</i> , %)	Berat Isi Kering Maksimum (<i>γ_{dmax}</i> , gr/cm ³)
A5G5	23,50	1,52
A5G7.5	22,00	1,46
A5G10	20,75	1,50
A7.5G5	20,50	1,50
A7.5G7.5	22,00	1,51
A7.5G10	21,00	1,47
A10G5	22,80	1,45
A10G7.5	22,00	1,47
A10G10	23,50	1,46

dengan : A = Abu Tandan Sawit
G = Gypsum

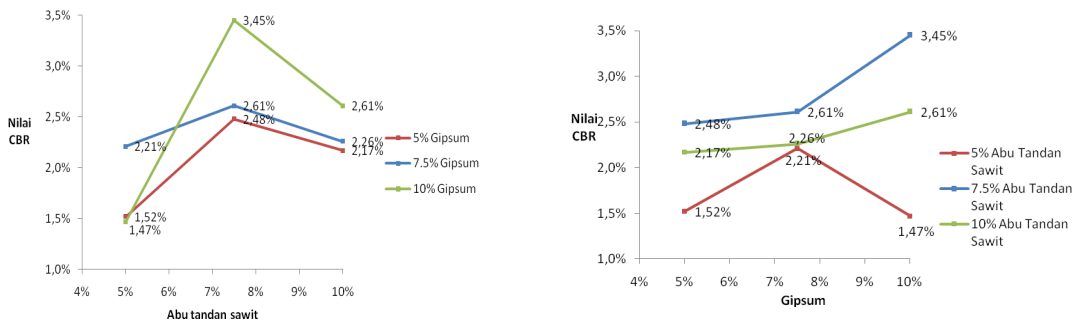
Hasil pengujian terhadap sifat-sifat fisis tanah asli di daerah KM 18, Banyuasin, Sumatera Selatan pada tabel 2 yaitu IP 20,44% dan lolos saringan No.200 lebih dari 35% yakni sebanyak 88,4%. Menurut AASHTO maka tanah tersebut termasuk dalam golongan tanah berbutir halus dengan kategori cukup sampai buruk. Dan menurut USCS dengan nilai LL sebesar 47,12% tanah digolongkan dalam *Silts and Clays*, CL, dan termasuk dalam jenis tanah *High Plasticity*.

Dari hasil pengujian *Atterberg Limit*, nilai indeks plastis yang diperoleh sebesar 20,44 % sehingga tergolong ke dalam potensi ekspansif tinggi menurut Chen (1975). Nilai berat jenis (*G_s*) yaitu 2,66 dimana menurut Terzaghi, dkk. (1967) bahwa tanah dengan nilai *G_s* 2,6-2,8 merupakan tanah lempung ekspansif.

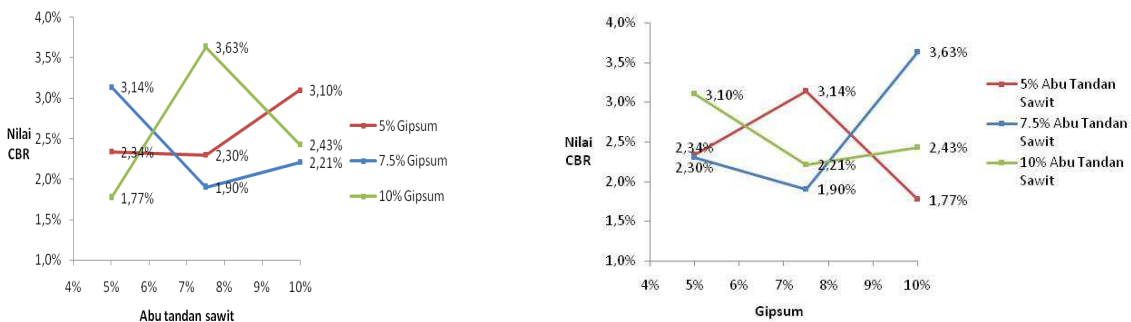
Pada tabel 3 terlihat bahwa pada persentase campuran abu tandan sawit 5% terjadi penurunan kadar air optimum saat persentase gipsium dinaikkan. Sementara pada

persentase gipsum 10% terjadi peningkatan kadar air optimum saat persentase abu tandan sawit dinaikkan. Pada persentase campuran gipsum 5% dan 10% terjadi penurunan berat isi kering maksimum saat persentase abu tandan sawit dinaikkan, sedangkan pada persentase gipsum 7,5% terjadi peningkatan berat isi kering maksimum saat persentase abu tandan sawit 7,5% tetapi terjadi penurunan saat persentase abu tandan sawit dinaikkan menjadi 10%.

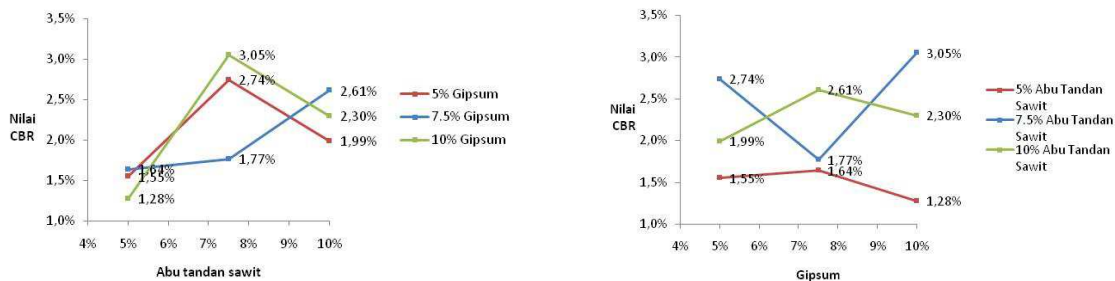
Sebelum dilakukan pengujian CBR pada sampel tanah dengan campuran abu tandan sawit dan gipsum, terlebih dahulu dilakukan pengujian CBR terhadap tanah asli. Nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR tanah asli rata-rata yaitu 1,6%. Hasil nilai CBR tanah campuran ditunjukkan pada gambar 2, 3, dan 4 dibawah ini.



Gambar 2 Grafik Nilai CBR untuk Masa Perawatan 3 hari untuk Abu Tandan Sawit dan Gipsum



Gambar 3 Grafik Nilai CBR untuk Masa Perawatan 7 hari untuk Abu Tandan Sawit dan Gipsum



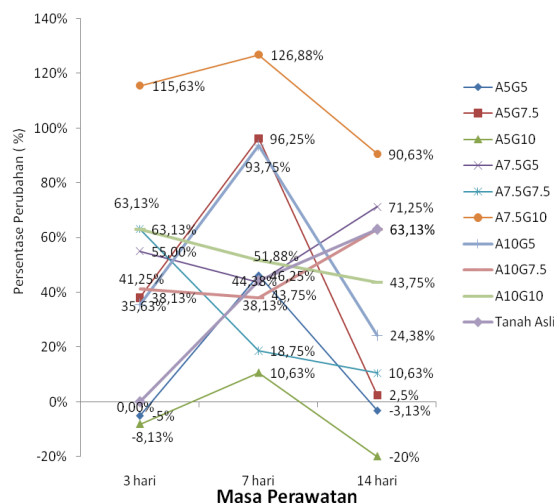
Gambar 4 Grafik Nilai CBR untuk Masa Perawatan 14 hari untuk Abu Tandan Sawit dan Gipsum

Gambar 2 di atas menjelaskan hubungan antara persentase abu tandan sawit yang ditambah variasi campuran gipsium dengan tinjauan nilai CBR, sehingga dapat diketahui pengaruh pencampuran abu tandan sawit dan gipsium dengan masa perawatan 3 hari terhadap nilai CBR. Dari gambar 2 terlihat terjadi peningkatan nilai CBR mulai dari persentase 5%, 7,5%, dan 10% gipsium. Sementara pada penambahan abu tandan sawit terjadi peningkatan saat persentase 7,5%, tetapi terjadi penurunan saat persentase abu tandan sawit ditingkatkan menjadi 10%.

Dari gambar 3 juga diketahui pengaruh pencampuran abu tandan sawit dan gipsium, dengan masa perawatan 7 hari terhadap nilai CBR. Dapat dilihat dari kedua grafik di atas setiap sampel benda uji campuran menunjukkan peningkatan nilai CBR dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli. Nilai CBR cenderung turun pada persentase gipsium 7,5% tetapi kembali terjadi peningkatan pada persentase gipsium 10%. Untuk sampel dengan campuran gipsium 10% akan mencapai nilai CBR maksimal pada persentase campuran abu tandan sawit 7,5% dengan nilai CBR 3,63%.

Pengaruh pencampuran abu tandan sawit dan gipsium pada gambar 4 dengan masa perawatan 14 hari dapat dilihat untuk sampel dengan campuran 5% abu tandan sawit cenderung menurun dari nilai CBR tanah asli. Dari pengujian CBR masa perawatan 14 hari ini diketahui untuk persentase abu tandan sawit 7,5% dan gipsium 10% menunjukkan nilai CBR yang paling tinggi diantara sampel lainnya yakni sebesar 3,05%.

Dari semua grafik nilai CBR tanah campuran tersebut dapat dilihat persentase optimal untuk meningkatkan nilai CBR ada pada persentase 7,5% abu tandan sawit dan 10% gipsium, dan masa perawatan yang optimal adalah 7 hari dengan nilai CBR 3,63% atau meningkat sebesar 126,88% dari nilai CBR tanah asli. Untuk grafik persentase perubahan nilai CBR di atas dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Persentase Perubahan Nilai CBR Tanah Campuran terhadap Nilai CBR Tanah Asli

Dari gambar di atas diketahui penambahan gipsum sebanyak 10% pada campuran 7,5% Abu tandan sawit telah meningkatkan nilai CBR tanah secara signifikan pada tiap masa perawatan. Namun, peningkatan yang paling signifikan terjadi masa perawatan 7 hari sebesar 126,88%. Semakin tinggi penambahan gipsum maka akan semakin memperbesar peningkatan nilai CBR, tetapi semakin tinggi penambahan abu tandan sawit tidak akan semakin memperbesar nilai CBR, namun akan mencapai peningkatan optimal pada persentase campuran 7,5%. Persentase perubahan nilai CBR tertinggi terjadi pada sampel A7,5G10 yaitu sebesar 126,88% pada masa perawatan 7 hari. Sedangkan perubahan nilai CBR yang paling rendah terjadi pada sampel A5G10 yakni sebesar -20% pada masa perawatan 14 hari.

Hasil dari pengujian CBR tanah lempung lunak dapat digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah. Dari nilai CBR yang tertinggi sebesar 3,63% diperoleh nilai daya dukung tanah sebesar 4,11. Tanah dengan nilai di atas tidak dapat digunakan sebagai dasar pada pembangunan jalan. Hal ini dikarenakan nilai minimal daya dukung tanah yang digunakan sebagai tanah dasar jalan adalah 5. Sehingga penambahan abu tandan sawit dan gipsum tidak dapat meningkatkan daya dukung tanah lempung lunak.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian *soil propertis* menunjukkan bahwa tanah yang berasal dari daerah KM. 18 Banyuasin, Sumatera Selatan merupakan jenis tanah lempung ekspansif. Menurut USCS dengan nilai batas cair tanah sebesar 47,12% tanah digolongkan dalam *Silts and Clays*, CL, dan termasuk dalam jenis tanah *High Plasticity*.
2. Penambahan abu tandan sawit dan gipsum pada masa perawatan 3 hari cenderung meningkatkan nilai CBR tanah lempung lunak untuk masing-masing persentase campuran. Peningkatan yang paling besar terjadi pada campuran abu tandan sawit 7,5% dan gipsum 10% sebesar 115,63% dengan nilai CBR 3,45%, dan pada masa perawatan ini terdapat penurunan nilai CBR yaitu pada campuran abu tandan sawit 5% gipsum 5% dan pada campuran abu tandan sawit 5% gipsum 10%. Penurunan paling rendah terjadi pada campuran abu tandan sawit 5% gipsum 10% sebesar 8,13% dengan nilai CBR 1,47%.
3. Pada masa perawatan 7 hari, nilai CBR tanah lempung lunak mengalami peningkatan yang signifikan hampir pada setiap variasi campuran, dan peningkatan nilai CBR tertinggi ada pada persentase abu tandan sawit 7,5% dan gipsum 10% sebesar 126,88% dengan nilai CBR 3,63%.
4. Nilai CBR tanah lempung lunak cenderung menurun pada masa perawatan 14 hari. Namun pada persentase campuran abu tandan sawit 5% gipsum 5% dan pada persentase campuran abu tandan sawit 5% gipsum 10% terjadi penurunan nilai CBR dari tanah aslinya. Penurunan paling rendah terjadi pada campuran abu tandan sawit 5% gipsum 10% sebesar 20% dengan nilai CBR 1,28%. Sementara peningkatan nilai CBR yang tertinggi pada masa perawatan ini ditunjukkan pada persentase penambahan abu tandan sawit 7,5% dan gipsum 10% yaitu sebesar 90,63% dengan nilai CBR 3,05%.

5. Untuk perubahan persentase, nilai perubahan paling besar terjadi pada penambahan abu tandan sawit 7,5% dan gipsum 10% pada masa perawatan 7 hari sebesar 126,88% dengan nilai CBR 3,63%.
6. Dari nilai CBR tanah lempung lunak yang tertinggi sebesar 3,63% diperoleh nilai daya dukung tanah sebesar 4,11. Tanah dengan nilai ini tidak dapat digunakan sebagai dasar pada pembangunan jalan karena nilai minimal daya dukung tanah yang digunakan sebagai tanah dasar jalan adalah 5.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Robert A. 2013. *Calculus: A Complete Course, 8th Edition*. Addison-Wesley Longman Incorporated: Chicago.
- Ansori, Muhammad. 2013. *Pengaruh Substitusi Abu Tandan Sawit dan Semen Portland terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Ekspansif*. Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya. Inderalaya.
- Arief Rakhman, Yunan. 2003. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening dengan Semen dan Gipsum Sintetis (CaSO₄.2H₂O)*. Tesis, Teknik Sipil, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah*, Edisi Kedua. Erlangga: Jakarta.
- Das, Braja M. 1991. *Mekanika Tanah Jilid I dan II*, Cetakan Kedua. Erlangga: Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Januarti, Indah. 2013. *Pengaruh Substitusi Abu Tandan Sawit Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Lunak*. Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya. Inderalaya.
- Mitchell, J.K., John Wiley and Sons. 1995. *Fundamental of Soil Behavior third edition*. Inc New York.
- Prayitno, Bagus. 1997. *Pengembangan Sistem Pengolahan Batu Kapur/Gamping (CaO) Menjadi Gipsum Sintetis (CaSO₄. 2H₂O) Dengan Reaksi Penggaraman*. Kerjasama: Laboratorium Growth Center Kopertis Wilayah VI Dengan Bappeda Tingkat 1 Jawa Tengah.
- S. Monintja, Hariman Palar. 2013. *Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif terhadap Nilai Daya Dukung*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Sinaga, Salon. 2009. *Pembuatan Papan Gipsum Plafon dengan Bahan Pengisi Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok dan Perekat Polivinil Alkohol*. Tesis, Universitas Sumetra Utara. Medan.
- Sumanto, Wenly., 1998. *Pengaruh Bahan Campuran Kapur Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif*. Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Terzaghi, Karl dan Ralph B.Peck. 1967. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 2*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Violina, Marisa. 2013. *Studi Pemodelan Perkuatan Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Lunak Menggunakan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu*. Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya. Inderalaya.
- Wesley, L.D. 1988. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.