

STABILISASI TANAH LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN SEMEN DAN DIFA SOIL STABILIZER

Abdul Halim Muqorrobin¹⁾, Muhamad Yusa²⁾, Ferry Fatnanta²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : abdul.halim.muqorrobin@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The bearing capacity of clay soils will decrease by the presence of organic materials in that clay soils. Therefore, the usage of additives such as cement and DIFA SS can be an option to improve the strength of this kind of soil. This research aims to analyze the effects of organic content (varying from 3, 6, 9, and 12% by dry weight) to the CBR values of clay, and to analyze the increase of its strength after stabilized using cement and DIFA SS (5% and 1% by dry weight). The organic clay samples were reconstituted in the laboratory by mixing clay and peat soils. CBR tests were conducted after 0, 7, and 14 days of curing period, and after 4 days for soaked specimens. The results indicate that CBR values of mixing clay decreased significantly from 16,89% to 10,39% due to the addition of 3% organic content. After 14 days, the CBR values of cement-stabilized clay resulted in an increase to 141,04% while the CBR values of clay soils with the addition of cement and DIFA SS improved to 97,17%. Furthermore, the higher the quantity of organic content added to the soils, the lower the CBR values of the stabilized soils. From these results, it is concluded that organic content strongly affects the effectiveness of cement and DIFA SS treatment of the soils.

Keywords: CBR, Cement, Clay, DIFA SS, Organic Content, Soil Stabilization

I. PENDAHULUAN

Daya dukung tanah merupakan salah satu faktor penting dalam pelaksanaan pembangunan infrastruktur jalan. Karena pada prinsipnya tanah dasar yang buruk tidak mampu menopang beban-beban yang bekerja di atasnya.

Tanah gambut merupakan jenis tanah yang memiliki karakteristik yang unik dan kompleks karena mempunyai kadar air yang tinggi, kompressibilitas yang tinggi, serta daya dukung yang rendah (Macfarlane, 1958 dalam Yenni, 2008). Begitu pula dengan tanah lempung yang mengandung bahan organik. Nilai CBR tanah lempung berkurang signifikan dari 23,88% menjadi 2,88% apabila dicampur dengan tanah gambut dengan persentase gambut sebesar 10% (Zaro, 2014).

Kondisi tanah seperti tanah gambut maupun tanah lempung yang mengandung bahan organik memerlukan proses stabilisasi sehingga dapat memenuhi spesifikasi teknis perancangan konstruksi jalan raya. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan zat-zat kimia menjadi pilihan untuk mendapatkan hasil yang lebih memuaskan.

DIFA SS merupakan salah satu bahan aditif yang dapat digunakan dalam proses stabilisasi tanah. Bahan ini tidak bekerja sendiri, namun lebih mengefektifkan ikatan semen-tanah dengan melarutkan asam humus pada permukaan butiran tanah (DIFA SS, 2012). Disamping itu, semen portland akan menjadi media perekat bila bereaksi dengan air yang kemudian memadat dan membentuk massa yang keras (Hardiyatmo, 2010).

Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi kadar organik terhadap nilai CBR tanah lempung. Kemudian menganalisis peningkatan daya dukungnya setelah distabilisasi menggunakan semen dan DIFA SS.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah dilakukan untuk menentukan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum. Ada dua prosedur uji pemadatan yang biasa digunakan di laboratorium yaitu pemadatan standar (*standard proctor test*) dan pemadatan modifikasi (*modified proctor test*).

Prosedur pemadatan dimulai dari pengeringan, penambahan air, butiran, dan bisa ditambah dengan bahan stabilisasi. Penambahan kadar air sedemikian rupa pada proses ini menghasilkan kepadatan dengan sejumlah tumbukan menjadi lebih baik.

California Bearing Ratio (CBR)

CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*). Dengan cara ini suatu percobaan penetrasi dipergunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan yang hendak dipakai untuk pembuatan perkerasan jalan.

CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100 %. CBR dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$CBR = \frac{\text{Beban dalam pengujian}}{\text{Beban standar}} \times 100\% \quad (1)$$

Pemeriksaan CBR laboratorium dilaksanakan dengan dua macam metode yaitu CBR laboratorium rendaman (*soaked*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked*). Hal yang membedakan pada dua macam metode tersebut adalah benda uji sebelum dilakukan pemeriksaan CBR.

Stabilisasi Tanah-Semen

Andriani dkk (2012) melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah lempung menggunakan *Portland Cement Type I*. Hasilnya, Nilai CBR tanah mengalami peningkatan seiring dengan penambahan semen. Nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dari berat tanah kering dengan waktu pemeraman 3 hari.

Stabilisasi Tanah dengan DIFA SS

DIFA SS merupakan bahan aditif yang berfungsi memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (stabilisasi). Prinsip kerjanya adalah dengan menyisihkan materi yang berada pada permukaan tanah. DIFA SS terdiri dari komposisi mineral anorganik dalam bentuk material serbuk halus berwarna putih.

Kristiadi (2016) melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan penambahan semen dan DIFA SS pada tanah berbutir halus. Hasilnya menunjukkan bahwa

peningkatan nilai CBR dipengaruhi oleh lama masa pemeraman sampel dan besar persentase penambahan semen dan DIFA SS.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau. Untuk memperoleh hasil yang diinginkan, penelitian ini dimulai dengan studi literatur, survei lokasi, serta persiapan alat dan bahan pengujian.

Sampel tanah yang digunakan yaitu berupa tanah lempung yang berasal dari daerah Muara Fajar, Kota Pekanbaru. Sedangkan sampel tanah gambut diambil dari daerah Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar. Variasi kadar organik pada tanah lempung dibuat dengan cara mencampurkan tanah lempung dengan tanah gambut berdasarkan perbandingan berat dengan ketentuan sebagai berikut.

Tabel 1 Variasi Campuran Tanah

| Variasi | Deskripsi Tanah |
|---------|--------------------------|
| 1 | 100% Lempung |
| 2 | 97% Lempung : 3% Gambut |
| 3 | 94% Lempung : 6% Gambut |
| 4 | 91% Lempung : 9% Gambut |
| 5 | 88% Lempung : 12% Gambut |

Setelah pembuatan campuran benda uji, sampel tanah distabilisasi menggunakan semen PCC dan DIFA SS. Kadar semen dan DIFA SS yang digunakan masing-masing sebanyak 5% dan 1% dari berat kering tanah.

Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian karakteristik fisik yang meliputi uji kadar air, berat jenis, batas konsistensi tanah, dan analisis ukuran butiran. Sedangkan pengujian karakteristik mekanik meliputi uji standar proktor dan uji CBR. Pengujian CBR dilakukan setelah variasi perawatan sampel selama 0, 7, dan 14 hari untuk sampel tanpa rendaman (*unsoaked*) serta selama 4 hari untuk sampel dengan perendaman (*soaked*).

Data hasil pengujian laboratorium dikumpulkan dan disusun dalam bentuk tabel dan kurva agar mudah untuk dianalisis berdasarkan teori dan penelitian terdahulu.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik dan pemadatan untuk setiap variasi tanah disajikan pada tabel 2.

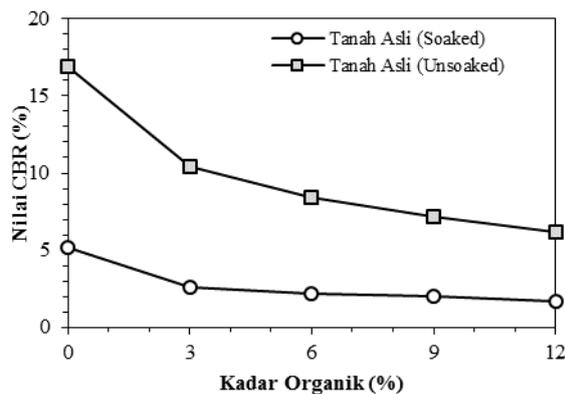
Tabel 2 Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

| Deskripsi Tanah Lempung : Gambut | Gs | LL (%) | PI (%) | Klasifikasi Tanah | | OMC (%) | MDD (gr/cm ³) |
|-------------------------------------|------|-----------|-----------|-------------------|--------|------------|------------------------------|
| | | | | USCS | AASHTO | | |
| 100% : 0% | 2,68 | 36,40 | 12,59 | CL | A-6 | 19,80 | 1,62 |
| 97% : 3% | 2,59 | 36,70 | 11,49 | CL | A-6 | 21,50 | 1,58 |
| 94% : 6% | 2,49 | 37,35 | 10,75 | ML | A-6 | 22,00 | 1,52 |
| 91% : 9% | 2,41 | 40,15 | 10,11 | ML | A-4 | 23,00 | 1,46 |
| 88% : 12% | 2,35 | 40,62 | 9,75 | ML | A-5 | 24,20 | 1,40 |

Berdasarkan Tabel 2, peningkatan kadar organik pada tanah lempung cenderung menurunkan nilai berat jenis (Gs), indeks plastisitas, dan kepadatan tanah. Sebaliknya, peningkatan kadar organik dapat meningkatkan nilai batas cair dan kadar air optimum tanah. Variasi tanah menurut USCS cenderung tergolong ke dalam jenis tanah lempung dan lanau dengan plastisitas rendah (CL dan ML). Sementara itu berdasarkan klasifikasi AASHTO variasi tanah tergolong ke dalam kelompok tanah A-6, A-4, dan A-5.

Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

Grafik mengenai hasil pengujian CBR pada tanah lempung dengan variasi kadar organik disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Hubungan antara Kadar Organik dan Nilai CBR Tanah Asli

Berdasarkan Gambar 1, Semakin besar persentase bahan organik pada tanah membuat nilai CBR semakin berkurang. Nilai CBR tanah lempung sebesar 16,89% menurun signifikan menjadi 10,39% setelah diberikan kadar organik sebesar 3%. Pada tanah lempung dengan kadar organik 6% hingga 12%, penurunan nilai CBR yang dihasilkan tidak terlalu besar dibandingkan dengan nilai

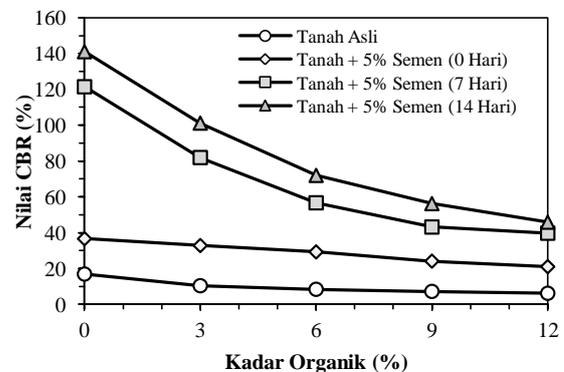
CBR tanah lempung dengan kadar organik 3%.

Sifat tanah gambut yang sangat lunak lebih menentukan nilai CBR tanah campuran. Oleh sebab itu, penambahan bahan organik sebesar 3% pada tanah campuran mengakibatkan nilai CBR mengalami penurunan yang cukup signifikan.

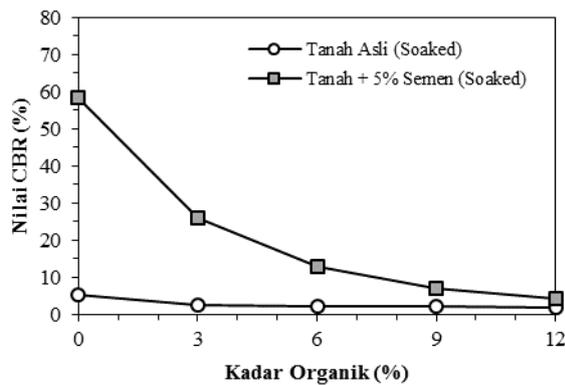
Nilai CBR tanah yang direndam selama 4 hari umumnya lebih kecil dari pada nilai CBR tanah tanpa perendaman. Tanah lempung asli setelah direndam selama 4 hari menghasilkan nilai CBR sebesar 5,18%. Perendaman mengakibatkan air mengisi rongga pori tanah kemudian butiran tanah menjadi mengembang dan mencapai maksimum pada saat jenuh air. Pada kondisi tersebut ikatan antar butiran tanah menjadi lemah sehingga daya dukungnya menurun.

Nilai CBR Tanah dengan Penambahan Semen

Pengaruh penggunaan semen PCC terhadap nilai CBR tanah lempung dengan variasi kadar organik dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.



Gambar 2 Hubungan antara Kadar Organik dan Nilai CBR Tanah Campuran Semen Unsoaked



Gambar 3 Hubungan antara Kadar Organik dan Nilai CBR Tanah Campuran Semen *Soaked*

Berdasarkan Gambar 2, Penambahan semen PCC mampu memperbaiki nilai CBR tanah pada setiap variasi kadar organik. Peningkatan nilai CBR yang paling besar terjadi pada tanah lempung murni sedangkan peningkatan nilai CBR yang paling rendah terjadi pada tanah lempung dengan nilai kadar organik paling tinggi. Kenaikan kekuatan tanah karena semen bereaksi dengan air untuk mengikat partikel-partikel tanah dan menjadikan tanah memadat dan mengeras yang kemudian seiring lama pemeraman membuat kekuatan tanah naik secara berangsur-angsur (Toyeb dkk, 2017).

Dari hasil pengujian terlihat bahwa tanah gambut yang dicampurkan pada tanah cenderung mereduksi nilai CBR tanah. Bahan organik dan kadar garam tinggi khususnya sulfat, dapat menghambat atau mencegah hidrasi semen dalam campuran tanah-semen. Hal ini karena bahan organik tersebut cenderung menyerap ion-ion kalsium (Hardiyatmo, 2010).

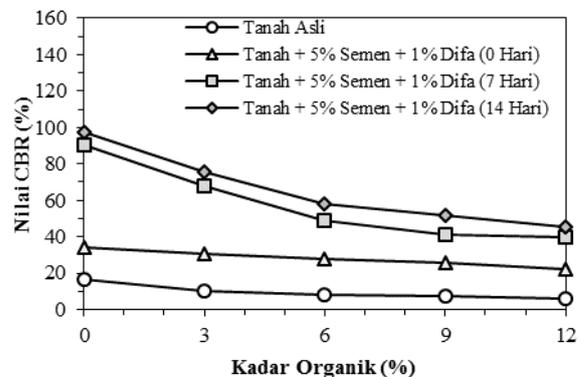
Pengaruh penambahan semen PCC terhadap campuran tanah mulai terlihat pada masa pemeraman 0 hari. Namun kenaikan nilai CBR secara signifikan baru terlihat pada masa pemeraman 7 hari. Nilai CBR tanah lempung murni meningkat dari 16,89% menjadi 121,59% sedangkan tanah dengan campuran gambut 12% nilai CBR nya berubah dari 6,16% menjadi 39,71%. Setelah 14 hari, nilai CBR tanah mengalami sedikit peningkatan dibandingkan dengan pemeraman selama 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi hidrasi antara semen dan tanah masih berlanjut.

Berdasarkan Gambar 3, campuran tanah yang distabilisasi menggunakan semen dengan

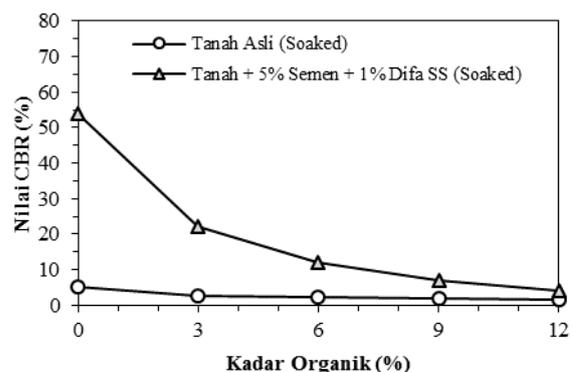
perendaman selama 4 hari juga mengalami peningkatan nilai CBR dibandingkan dengan tanah aslinya. Nilai CBR rendaman tanah lempung murni meningkat dari 5% menjadi 55%. Perendaman dapat meningkatkan kadar air campuran tanah sehingga kadar air tanah melebihi kadar air optimumnya. Kelebihan kadar air akan mengurangi kekuatan ikat semen terhadap partikel tanah. Setelah itu adanya efek dari tanah organik cenderung meningkatkan keasaman tanah sehingga dapat mengganggu proses reaksi antara semen dan tanah.

Nilai CBR Tanah dengan Penambahan Semen dan DIFA SS

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan grafik hasil pengujian CBR tanah dengan penambahan semen dan DIFA SS. Secara umum penambahan semen dan DIFA SS pada tanah mampu meningkatkan nilai CBR untuk setiap variasi tanah. Namun peningkatan nilai CBR yang terjadi berbeda-beda tergantung pada kadar organik dalam campuran tanah.



Gambar 4 Hubungan antara Kadar Organik dan Nilai CBR Tanah Campuran Semen dan DIFA SS *Unsoaked*



Gambar 5 Hubungan antara Kadar Organik dan Nilai CBR Tanah Campuran Semen dan DIFA SS *Soaked*

Berdasarkan Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa penambahan semen dan DIFA SS sudah memberi peningkatan nilai CBR tanah pada masa 0 hari. Nilai CBR tanah lempung murni meningkat dari 16,89% menjadi 34,15% kemudian nilai CBR tanah lempung dengan kadar organik 12% meningkat dari 6,16% menjadi 22,02%.

Peningkatan nilai CBR secara drastis tampak setelah pemeraman 7 hari. Pada masa ini reaksi semen dan DIFA SS membuat campuran tanah mulai mengeras. Namun demikian terdapat perbedaan nilai CBR yang cukup besar antara tanah lempung tanpa kandungan organik jika dibandingkan dengan tanah lempung dengan kadar organik 6%. Sebaliknya pada tanah lempung dengan kandungan organik sebesar 6% hingga 12% perbedaan nilai CBR yang terjadi hanya sedikit.

Setelah itu peningkatan nilai CBR masih terjadi hingga masa pemeraman 14 hari. Pada masa ini reaksi hidrasi semen dan DIFA SS dengan tanah masih berlanjut. Akan tetapi peningkatan tersebut tidak jauh berbeda dibandingkan dengan nilai CBR tanah pada masa pemeraman 7 hari.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa penambahan semen dan DIFA SS juga membuat nilai CBR rendaman tanah meningkat. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada sampel tanah lempung tanpa campuran tanah organik. Campuran tanah dengan kadar organik paling tinggi mengalami peningkatan nilai CBR yang paling rendah karena semakin tinggi kadar organik maka semakin tinggi pula keasaman tanah sehingga reaksi hidrasi semen dan DIFA SS menjadi terganggu. Fenomena tersebut juga menunjukkan bahwa semakin besar kadar air yang terkandung dalam tanah membuat nilai CBR tanah semakin kecil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan kadar organik pada tanah lempung menyebabkan penurunan nilai CBR. Nilai CBR *Unsoaked* tanah lempung asli sebesar 16,89% turun signifikan menjadi 10,39% setelah diberikan kadar organik sebesar 3%. Pada tanah lempung dengan kadar organik 6% hingga 12%, nilai CBR yang dihasilkan tidak jauh berbeda

dibandingkan nilai CBR tanah lempung dengan kadar organik 3%.

2. Penggunaan semen mampu memperkuat setiap variasi campuran tanah. Seiring bertambahnya kadar organik, nilai CBR tanah cenderung menurun. Pada masa pemeraman 14 hari tanah lempung asli dengan penambahan semen menghasilkan nilai CBR sebesar 141,04% sedangkan tanah lempung dengan kadar organik 12% menghasilkan nilai CBR sebesar 45,87%.
3. Penambahan DIFA SS pada stabilisasi tanah semen dapat meningkatkan kekuatan tanah asli. Setelah 14 hari, tanah lempung murni dengan penambahan semen dan DIFA SS menghasilkan nilai CBR sebesar 97,17% sedangkan tanah lempung dengan kadar organik 12% menghasilkan nilai CBR sebesar 45,32%.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya perlu melakukan uji komposisi material DIFA SS sehingga dapat diketahui reaksi kimia yang terjadi antara tanah semen dan DIFA SS.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan konsentrasi semen dan DIFA SS yang lebih bervariasi untuk mendapatkan persentase campuran yang optimal dalam meningkatkan kekuatan tanah.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui peningkatan kuat geser tanah campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2012). *DIFA Soil Stabilizer*. PT DIFA Mahakarya, Yogyakarta.
- Andriani, Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kristiadi, A. (2016). *Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Berupa Campuran Semen Dengan Difa SS Pada Tanah*

- Berbutir Halus Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio)*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Toyeb, M., Puri, A., & Masrizal. (2017). *Perilaku Kuat Geser Tanah Terstabilisasi Semen Untuk Subgrade Jalan. Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan*.
- Yenni, F. (2008). *Perilaku Kompresibilitas Tanah Gambut Akibat Siklus Pembasahan Dan Pengeringan Setelah Dipadatkan*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Zaro, K. (2014). *Pengaruh Kadar Lempung Dengan Kadar Air Di Atas OMC Terhadap Nilai CBR Dengan Dan Tanpa Rendaman Pada Tanah Lempung Organik*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.