

PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ADDITIF BERUPA CAMPURAN SEMEN DENGAN DIFA® SS PADA TANAH BUTIR HALUS TERHADAP NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

Ardi Kristiadi¹, Akhmad Marzuko, Ir., M.T²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : ardikristiadi@yahoo.com

Abstract : *The clay is ground easily changeable consistency, when dry will be hard, if wet will be soft plastic, berkohesif and have fireworks shrinkage rapid influence of moisture content, therefore the need for soil stabilization for the sake of inability of the soil to maintain consistency and load bearing which is above it. Chemical stabilization is mixing the soil with certain materials to improve soil physical and mechanical properties such as development and the carrying capacity (CBR). Clay generally has a large development and soil bearing capacity (CBR) is relatively low, therefore it will be an examination of the clay from areas Kasongan, Bantul, Yogyakarta, stabilized using cement and DIFA® SS expected to improve and qualify a technical construction. Procedures were divided two stages: a preliminary study to determine the physical properties of the soil, initial testing includes moisture content, density and boundaries of consistency, having known physical properties of soil research is conducted the second stage of testing the mechanical properties of the soil. Testing of mechanical properties of soil covering proktor testing standards, after getting the optimum moisture content (OMC) and a maximum dry volume weight (MDD), and the addition of cement and DIFA® SS to the sample specimen with a large percentage of cement 8%, 10%, and 12 % of the dry weight of the sample volume, and 2.5% of the weight percentage DIFA® SS cement addition, CBR further testing and development of land. Results from the study showed that the stabilization of a mixture of 8%, 10% and 12% of cement by 2.5% DIFA® SS on one day curing properties change physical and mechanical properties are significant variations in the sample that had been in ujikan. In a variation of 8% PC + 2.5% DIFA® SS when compared to the native soil, indigo PI decreased by 37.04% where the original soil has a PI of 25% and 8% Variation PC + 2.5% DIFA® SS has a value PI 15.74%, its CBR value increased by 236.24% which the CBR value of the native land of 11.37% and a variation of 8% PC + 2.5% DIFA® SS has a CBR value amounted to 38.23%, the value decreases development 66.67% where the value of the original land development by 2.25% while the variation of 8% PC + 2.5% DIFA® SS development value of 0.75%. In a variation of 10% PC + 2.5% DIFA® SS when compared to the native soil, indigo PI decreased by 51.32% where the original soil has a PI of 25% and 10% Variation PC + 2.5% DIFA® SS has a value PI 12.17%, its CBR value increased by 263.50% which the CBR value of the native land of 11.37% and a variation of 10% PC + 2.5% DIFA® SS has a CBR value amounted to 41.33%, the value decreases development amounting to 81.33% where the value of the original land development by 2.25% while the variation of 10% PC + 2.5% DIFA® SS development value of 0.42%. In a variation of 12% PC + 2.5% DIFA® SS when compared to the native soil, indigo PI decreased by 74.64% where the original soil has a PI of 25% and 12% Variation PC + 2.5% DIFA® SS has a value PI 6.34%, its CBR value increased by 299.91% which the CBR value of the native land of 11.37% and a variation of 12% PC + 2.5% DIFA® SS has a CBR value amounted to 45.47%, the value decreases development amounting to 88.89% where the value of the original land development by 2.25% while the variation of 12% PC + 2.5% DIFA® SS development value of 0.25%.*

Keywords: *Stabilization, Soil Clay, Cement, DIFA® SS, CBR.*

1. LATAR BELAKANG

Pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk lainnya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut *tanah residual (residual soil)* dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut *tanah terangkut (transported soil)*, sumber Hardiyatmo (2006).

Tanah memiliki sifat dan karakter yang berbeda-beda disetiap daerahnya, seperti halnya tanah lempung yang berasal dari Kasongan, Bantul, Yogyakarta. tanah lempung memiliki konsistensi yang mudah berubah-ubah akibat pengaruh air dan memiliki nilai CBR yang cenderung rendah, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya, oleh karena itu pekerjaan tanah merupakan kegiatan awal yang harus dikerjakan lapisan tanah mempunyai peranan penting untuk mendukung beban di atasnya agar tetap stabil dan kokoh. Untuk memenuhi kebutuhan daya dukung tanah dalam suatu rekapitulasi bangunan sipil dengan karakter yang berbeda-beda itu, beda pula cara penanganannya. Indonesia memiliki keberagaman jenis tanah dan nilai CBR yang berbeda-beda oleh karena itu perlu penanganan yang tepat demi

tercapainya nilai CBR yang diinginkan dengan cara menstabilisasi tanah yang labil terhadap keadaan disekitar, maupun iklim yang ada.

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Menurut Bowles 1991, beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut : meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (*drainase tanah*), mengganti tanah yang buruk.

Berdasarkan uraian latar belakang, penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan persentase peningkatan nilai CBR tanah sebelum dan sesudah mengalami stabilisasi.

Adapun tujuan-tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini, tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. mengetahui sifat fisik tanah sebelum dan sesudah penambahan bahan additif yang berupa campuran semen dan DIFA[®] SS, dan
- b. mengetahui besar persentase peningkatan nilai CBR dari sebelum sampai sesudah terjadinya penambahan bahan additif yang berupa campuran semen dengan DIFA[®] SS.

Beberapa batasan masalah yang digunakan dalam penelitian demi tercapainya tujuan yang diinginkan, batasan tersebut sebagai berikut ini.

- a. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang berasal dari Kasongan, Bantul, Yogyakarta.
- b. Bahan aditif yang digunakan dalam menstabilisasi tanah ini berupa campuran semen (*portland cement*)

dengan variasi 8%, 10% dan 12% dari berat sampel tanah kering dengan merk Tiga Roda yang diproduksi PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk., dan DIFA® SS dengan variasi 2,5% dari berat semen yang diproduksi oleh PT. Difa Maha Karya.

- c. Pembuatan sampel benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- d. Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Stabilitas Tanah Kimiawi

Tanah merupakan material dengan sifat yang sangat kompleks. Perlu adanya perbaikan sifat fisik dan mekanis tanah jika dijumpai tanah yang tidak memenuhi syarat teknis untuk dapat digunakan sebagai pendukung bangunan atau jalan. Oleh karenanya, sebelum digunakan sebagai pendukung bangunan, perlu penelitian lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah. Salah satu metode stabilisasi tanah yaitu stabilisasi kimia sebagai upaya meningkatkan kekuatan, mereduksi penurunan, dan memperbaiki sifat fisik dan mekanis lainnya.

Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimia adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan. Karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub dan penyerapan serta daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir.

2.2. Semen PC (*Portland Cement*)

Andriani, (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan semen PC sebagai bahan stabilitas pada

tanah lempung daerah Lambung Bukit terhadap nilai CBR tanah. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan nilai CBR tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan penambahan *Portland Cement Type I*. Tanah yang akan distabilisasi adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Lambung Bukik, Padang, dengan nilai CBR < 10%. Penelitian meliputi sifat fisik dan mekanik tanah yaitu parameter pemadatan dan uji CBR. Pengujian ini berpedoman pada ASTM untuk setiap pengujian. Variasi penambahan semen adalah 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering. Pemeraman dilakukan sebelum dilakukan uji CBR, dengan waktu pemeraman selama 3 hari pada kondisi kadar air optimum. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dengan γ_d maksimum 1,35 gr/cm³, kadar air optimum 32,90%, dan nilai CBR 64,14% dengan waktu pemeraman 3 hari.

2.3. *Spent Catalyst RCC 15*

Spent Catalyst Residual Cracking Catalyst (RCC) 15 merupakan limbah dari pemrosesan minyak mentah di dalam reaktor. Katalis yang sudah jenuh atau sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya biasa disebut spent katalis.

Gunarti, (2014) melakukan pengujian tentang daya dukung tanah lempung yang distabilisasi dengan spent catalyst RCC 15 dan kapur. Tanah merupakan material dengan sifat yang sangat kompleks. Perlu adanya perbaikan sifat fisik dan mekanis tanah jika dijumpai tanah yang tidak memenuhi syarat teknis untuk dapat digunakan sebagai pendukung bangunan atau jalan. Oleh karenanya, sebelum digunakan sebagai pendukung bangunan, perlu penelitian lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah. Pada penelitian ini digunakan limbah dari UP VI Pertamina Balongan Indramayu yang diproduksi cukup besar yaitu spent catalyst dipadu dengan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Salah satu metode

stabilisasi tanah yaitu stabilisasi kimia sebagai upaya meningkatkan kekuatan, mereduksi penurunan, dan memperbaiki sifat fisik dan mekanis lainnya. Pada penelitian ini, dipakai metode stabilisasi kimia yaitu dengan melakukan serangkaian uji sifat fisik dan uji sifat mekanik, diantaranya yaitu UCS serta California Bearing ratio (CBR) pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan kapur 3% dan spent catalyst 1,50%, 3%, 4,50% yang diperam selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai CBR unsoaked yang sangat signifikan terhadap tanah asli yaitu sebesar 193,38% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur untuk penetrasi 2,5 mm, peningkatan sebesar 195,95% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur untuk penetrasi 5 mm, adapun nilai UCS menunjukkan peningkatan nilai sebesar 59,95% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur terhadap tanah asli.

3. LANDASAN TEORI

Peranan tanah sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan untuk mendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*Subgrade*).

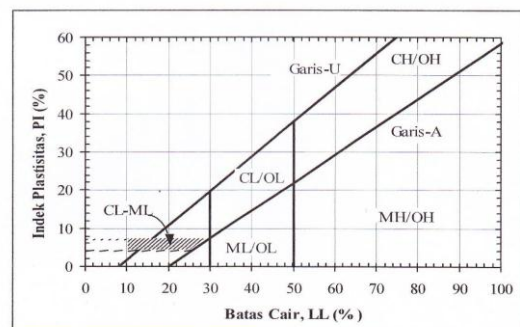
3.1. Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Das, 1998) tanah dikelompokkan seperti berikut ini.

a. Tanah butir kasar (*coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

b. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) salah satu contoh tanah butir halus adalah tanah ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanah butir halus yang sifat plastisnya rendah ($LL < 50\%$) dan sifat plastisnya tinggi ($LL > 50\%$), kemudian simbol tanah butir halus ditetapkan dengan menggunakan plastisitas Casagrande didapat CH, MH, OH, CL, ML dan OL, dengan data LL dan PI diplotkan dalam diagram, lalu dilihat secara analisis $LL < 50\%$ atau $LL > 50\%$ selanjutnya dihitung PI batas = $0,73 (LL-20)$, jika $PI > PI$ batas berarti di atas garis A dan sebaliknya. Selain garis A, terdapat pula garis U yang merupakan batas dari hubungan antara indek plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis U mengikuti persamaan garis lurus $PI = 0,9 (LL-8)$ seperti Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik Plastisitas Klasifikasi Tanah USCS (Sumber : Sukirman, 1999)

3.2. Berat Jenis (Gs)

Berata jenis (Gs) bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no.4, no.10 dan no.40 dengan piknometer, yang mana hasil perbandingan antara berat butiran padat (γ_s) dengan berat volume air suling (γ_w) dengan isi yang sama pada temperatur 25° C seperti pada Persamaan (1) berikut ini.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (1)$$

Keterangan:

- G_s : Berat jenis
- γ_s : Berat butiran padat
- γ_w : Berat volume air

Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Macam Tanah	G _s
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,28

(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

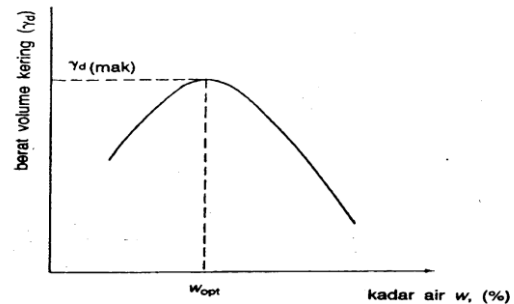
3.3. Kepadatan Tanah (Proctor Standart)

Menurut Proctor (1933) (dalam Hardiyatmo, 2006), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ) dan kadar air (w) dinyatakan dalam Persamaan (2) berikut.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (2)$$

Grafik yang dihasilkan pada Gambar 2. dari pengujian memperlihatkan nilai

kadar air terbaik (w_{opt}) untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan kering maksimum (γ_{dmaks}). Parameter kepadatan ini berguna untuk bahan sampel pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).



Gambar 2. Grafik Pada Pengujian Proktor Standar
(Sumber : Hardiyatmo, 2006)

3.4. California Bearing Ratio (CBR)

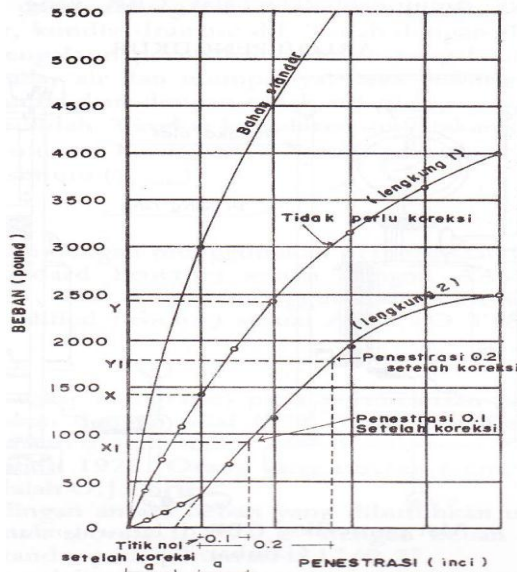
Menurut Sukirman (1999), harga CBR adalah nilai daya dukung tanah yang telah dipadatkan dengan pemadatan pada kadar air tertentu dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Dengan demikian besaran CBR adalah prosentase atau perbandingan daya dukung tanah yang diteliti dibandingkan dengan daya dukung batu pecah standar pada nilai penetrasi yang sama (0,1 inci dan 0,2 inci). Nilai CBR dihitung pada penetrasi = 0,1” pada Persamaan (3) dan 0,2” pada Persamaan (4) sebagai berikut ini.

- a. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi (0,1”) terhadap penetrasi standar.

$$CBR_{0,1''} = \frac{P_1}{3000} \times 100\% \quad (3)$$

- b. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi (0,2”) terhadap penetrasi standar.

$$CBR_{0,2''} = \frac{P_2}{4500} \times 100\% \quad (4)$$



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian CBR (Sumber : Soedarmo dan Purnomo, 1997)

The Asphalt Institute (Fernandez, 2011) menyusun kriteria umum dengan batasan nilai CBR untuk material *subgrade* seperti dijelaskan pada Tabel 2. Kriteria Nilai CBR Material *Subgrade* dibawah ini.

Tabel 2. Kriteria Nilai CBR Material *Subgrade*

CBR (%)	The Aspalt Institute
20 – 30	Excelent
10 – 20	Good
5 – 10	Medium
< 5	Poor

(Sumber : Fernandez, 2011)

CBR rendaman berhubungan dengan pengujian pengembangan (*swelling*). Pengembangan adalah proses bertambahnya ukuran sample tanah yang diakibatkan penambahan air pada sampel tanah karena proses perendaman. Nilai pengembangan (*swelling*) dihitung berdasarkan persentase dari tinggi setelah perendaman terhadap tinggi sampel sebelum perendaman seperti pada Persamaan (5) berikut ini.

$$Swelling = \frac{h_2 - h_1}{h_1} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

h_1 = tinggi sampel tanah semula

h_2 = tinggi sampel tanah setelah perendaman

Menurut Snethen, 1984 (dalam Hardiyatmo, 2006) menyarankan potensi pengembangan yang diterapkan harus mempertimbangkan adanya beban luar, dengan menggunakan kriteria Snethen klasifikasi pengembangan tanah dapat diperlihatkan pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Klasifikasi Pengembangan Tanah

Sweling (%)	Klasifikasi Swelling
< 0,5	Rendah
0,5 – 1,5	Sedang
> 1,5	Tinggi

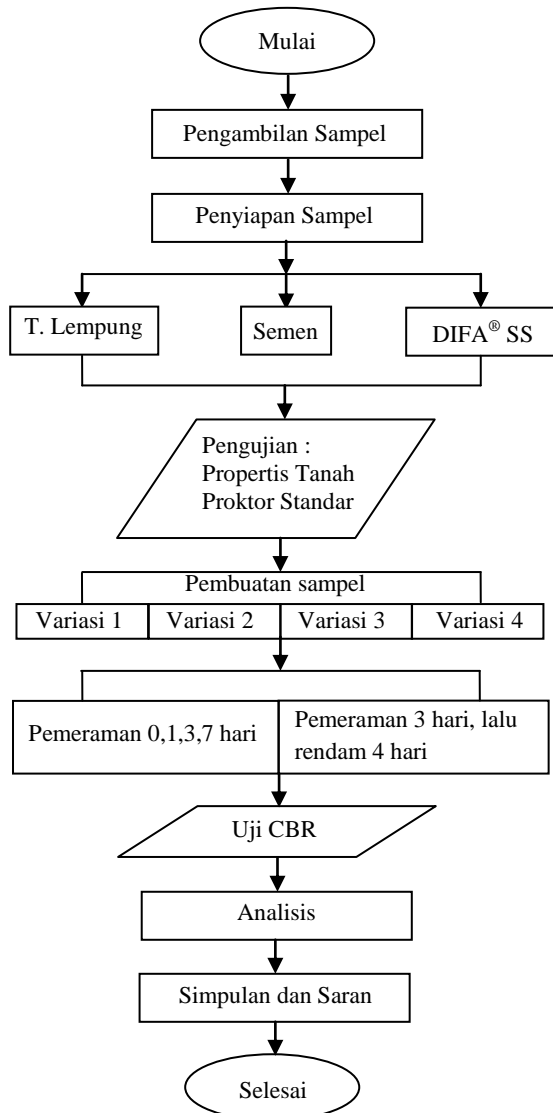
(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

4. METODE PENELITIAN

Dalam suatu penelitian dibutuhkan tahap-tahap yang skematis untuk membantu dalam pelaksanaan pekerjaan, yang sering disebut sebagai bagan alir penelitian (*flowchart*). Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4. dimulai dengan melakukan persiapan material, yaitu pengumpulan tanah lempung, dan zat stabilizer yang berupa DIFA[®] SS dan semen PC (*portland cement*) samapai dengan melakukan pengujian benda uji.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung (*clay*) yang berasal dari Kasongan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Semen (*portland cement*) yang digunakan yaitu semen Tiga Roda yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.
- Bahan tambah (*additive*) menggunakan zat kimia yang berupa DIFA[®] SS yang diproduksi oleh PT. DIFA MAHAKARYA.
- Air diambil dari PDAM yang ada pada laboratorium mekanika tanah FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

Keterangan :

- Variasi 1 = 0% PC + 0% DIFA® SS
- Variasi 2 = 8% PC + 2,5% DIFA® SS
- Variasi 3 = 10% PC + 2,5% DIFA® SS
- Variasi 4 = 12% PC + 2,5% DIFA® SS

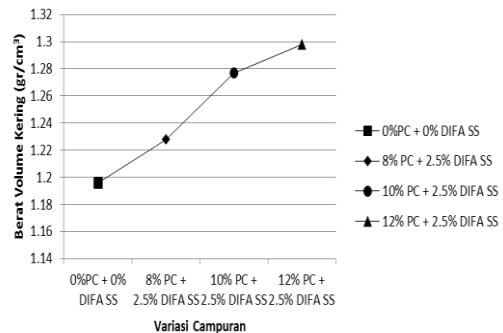
5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Sifat Fisik Tanah

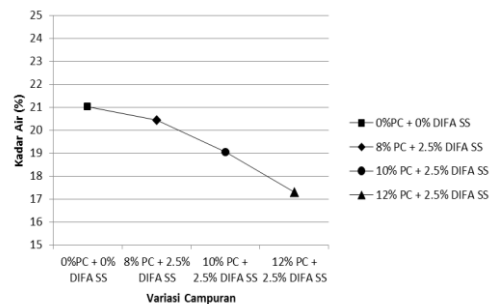
Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan pada sifat fisik tanah yang mengalami stabilisasi terhadap tanah asli, perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Perbandingan Sifat Fisik Tanah

Pengujian	Tanah Asli	Tanah Stabilisasi		
		Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
Kadar air (%)	21,02	20,44	19,04	17,30
Brt, Volume Tanah Basah (gr/cm ³)	1,45	1,457	1,52	1,50
Brt, Volume Tanah Kering (gr/cm ³)	1,19	1,21	1,277	1,28
Berat Jenis	2,99	2,61	2,619	2,63
Batas Cair (LL) (%)	54,46	49,11	46,77	42,63
Batas Plastis (PL) (%)	29,47	32,36	34,6	36,42
Indeks Plastisitas (PI) (%)	25	15,74	12,17	6,34



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Campuran dengan Berat Volume Kering



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Campuran dengan Kadar Air

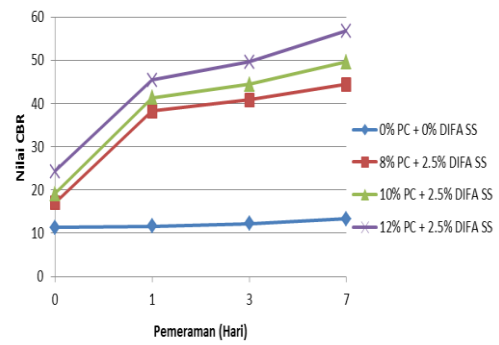
Dari Gambar 5. dan Gambar 6. dapat dijelaskan bahwa berdasarkan hasil pengujian CBR menunjukkan semakin besar persentase penambahan semen dan DIFA[®] SS pada tanah akan menyebabkan kecenderungan nilai berat volume kering semakin meningkat dan menurunkan besar persentase kadar air, hal ini disebabkan oleh reaksi kimiawi terhadap tanah. Proses reaksi semen dan DIFA[®] SS tersebut menyebabkan partikel-partikel tanah menggumpal dan penggumpalan ini yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran. Meningkatnya ikatan antar butiran, maka akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran, sehingga mengakibatkan konsistensi tanah menjadi lebih baik dan saat proses pemadatan tanah menjadi lebih mudah padat dan rongga – rongga pori yang ada akan berkurang sehingga kepadatan tanah meningkat.

5.2. Sifat Mekanik Tanah

Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan pada sifat mekanik tanah yang mengalami stabilisasi terhadap tanah asli, perbandingannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

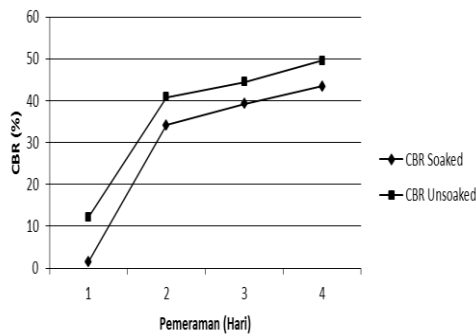
Tabel 5. Nilai CBR Hasil Pengujian

Variasi Sampel	CBR (%)				
	Pemeraman				Pemeraman 3 hari, rendaman 4 hari
	0 hari	1 hari	3 hari	7 hari	
Variasi 1	11,37	11,37	11,37	11,37	1,55
Variasi 2	17,05	38,23	40,82	44,43	34,10
Variasi 3	19,12	41,33	44,43	49,60	39,27
Variasi 4	24,28	45,47	49,60	56,83	43,40



Gambar 7. Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Lama Pemeraman

Pada Gambar 7. menunjukkan bahwa semakin lama masa pemeraman maka nilai CBR semakin meningkat hal ini disebabkan karena pada masa pemeraman terjadi reaksi kimia antara Tanah, Semen dan DIFA[®] SS. Peningkatan nilai CBR dipengaruhi oleh besar persentase penambahan semen dan DIFA[®] SS dimana semen dan DIFA[®] SS bereaksi sebagai media perekat butiran tanah sehingga butiran tanah saling mengunci antara satu dan lainnya dan menyebabkan nilai CBR meningkat. Pada variasi – variasi campuran sampel benda uji terjadi peningkatan nilai CBR yang cukup signifikan. Tanah asli pada pemeraman 1 hari mempunyai nilai CBR sebesar 11,37% setelah dicampur dengan 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS terjadi peningkatan sebesar 236,23% yang nilai CBR nya 38,23%. Pada pemeraman 3 hari variasi campuran 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS memiliki nilai CBR sebesar 40,82% yang berarti mengalami persentase peningkatan nilai CBR dari tanah asli sebesar 259,01% dan besar persentase peningkatan nilai CBR dari variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman 1 hari sebesar 6,77%. Pada pemeraman 7 hari variasi campuran 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai nilai CBR sebesar 44,43% yang berarti mengalami persentase peningkatan nilai CBR dari tanah asli sebesar 290,76% dan besar persentase peningkatan nilai CBR dari variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 3 hari sebesar 8,84%.



Gambar 8. Grafik Perbandingan CBR Soaked dengan Unsoaked

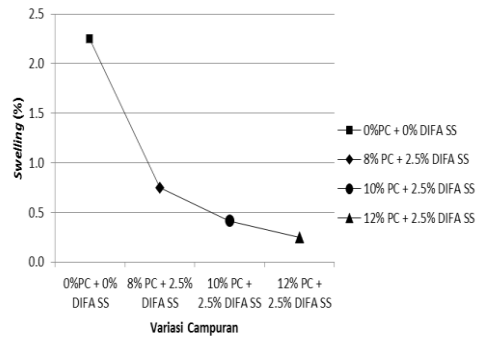
Dari Gambar 8. menunjukkan bahwa perendaman menurunkan nilai CBR dikarenakan adanya air yang mengisi rongga – rongga udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air dan lembek. Semakin besar kadar air CBR rendaman maka semakin mengecil nilai CBR nya.

5.4. Pengembangan (Swelling)

Besar presentase variasi campuran pada sampel sangat mempengaruhi nilai pengembangan (swelling) pada tanah. Pada pengujian yang dilakukan hanya pada tanah asli yang mengalami kriteria swelling tinggi, sedangkan pada tanah yang mengalami pencampuran bahan tambah cenderung mempunyai swelling yang rendah.

Tabel 6. Nilai CBR Soaked dan Nilai Swelling

Variasi Campuran	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	Swelling (%)
Variasi 1	29,71	1,20	2,25
Variasi 2	20,21	1,25	0,75
Variasi 3	19,71	1,27	0,42
Variasi 4	18,26	1,288	0,25



Gambar 9. Grafik Hubungan Variasi Campuran dengan Nilai Swelling

Dari Tabel 6. dan Gambar 9. dapat diketahui nilai swelling berbanding lurus dengan kadar air yang diserap sampel tanah, semakin banyak kadar air yang diserap tanah maka nilai pengembangan menjadi semakin besar. Stabilisasi tanah dengan menggunakan Semen dan DIFA[®] SS dapat menurunkan nilai swelling dikarenakan reaksi kimiawi yang ditimbulkan oleh Semen dan DIFA[®] SS yang semakin memperkuat ikatan antar butiran tanah sehingga penyerapan air yang terjadi menjadi lebih sedikit, oleh karena itu nilai persentase pengembangan sampel tanah menjadi semakin kecil seiring penambahan kadar Semen dan DIFA[®] SS. Pada variasi 0% PC + 0% DIFA[®] terhadap tanah stabilisasi variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mengalami penurunan nilai swelling sebesar 66,67% dan variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS terhadap variasi 0% PC + 0% DIFA[®] SS mengalami penurunan sebesar 81,47%, sedangkan pada variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS terhadap variasi 0% PC + 0% DIFA[®] mengalami penurunan sebesar 88,89%.

6. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian di laboratorium dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sifat fisik tanah mengalami perubahan yang cukup signifikan setelah terjadinya penambahan bahan additif, perubahan fisik tersebut cenderung kearah yang

lebih baik bila dibandingkan dengan sifat-sifat fisik pada tanah tanpa stabilisasi. Tanah asli yang berasal dari Kasongan, Bantul, DIY memiliki sifat-sifat fisik seperti : kadar air = 21,02 %, $\gamma_d = 1,19 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2,59$, $LL = 54,46$ %, $PL = 29,47$ %, $PI = 25$ %, pada tanah stabilisasi variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS, $w = 20,44$ %, $\gamma_d = 1,21 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2,61$, $LL = 49,11$ %, $PL = 32,36$ %, $PI = 15,74$ %, pada tanah stabilisasi variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS, $w = 19,04$ %, $\gamma_d = 1,27 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2,62$, $LL = 46,77$ %, $PL = 34,60$ %, $PI = 12,17$ %, dan pada tanah stabilisasi variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS, $w = 17,30$ %, $\gamma_d = 1,28 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2,63$, $LL = 42,63$ %, $PL = 36,42$ %, $PI = 6,34$ %. Penambahan bahan aditif yang berupa semen dan DIFA[®] SS cukup mempengaruhi sifat fisik tanah. Nilai - nilai konsistensi tanah menurun seiring bertambah besarnya persentase variasi campuran. Kadar air tanah menurun dengan bertambah besarnya persentase variasi campuran, begitupun dengan nilai plastis indek tanah ikut semakin menurun sedangkan semakin bertambah besarnya persentase variasi campuran, nilai *California Bearing Ratio* (CBR) semakin meningkat.

2. Besar persentase peningkatan nilai CBR pada tanah asli terhadap tanah stabilisasi dipengaruhi seberapa lama sampel mengalami pemeraman dan seberapa besar persentase penambahan bahan tambah. Nilai CBR tanah asli pada pemeraman 1 hari yaitu sebesar 11,68% sedangkan pada variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai nilai CBR sebesar 38,28% mengalami peningkatan sebesar 227,74%. Pada variasi sampel 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai nilai CBR 41,33% dibandingkan dengan CBR tanah asli, mengalami peningkatan sebesar

253,85%. Pada variasi sampel 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai nilai CBR sebesar 45,47% bila dibandingkan dengan CBR tanah asli, mengalami peningkatan sebesar 289,29%. Pada variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 1 hari sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai *subbase course* karena mempunyai nilai $CBR \geq 20\%$.

6.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, setelah mengalami analisis dan pembahasan timbul saran-saran yang diharapkan bisa jadi kajian untuk penelitian lebih lanjut, adapun beberapa saran tersebut.

- a. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukannya perubahan persentase variasi zat tambah dan lama waktu pemeraman pada sampel benda uji yang bertujuan untuk membandingkan sifat fisik dan mekanik yang terjadi setelah terjadinya penambahan zat tambah tersebut.
- b. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menerapkan stabilisasi menggunakan zat tambah yang sama, namun pada jenis tanah yang berbeda, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa optimalkah bahan aditif berupa campuran semen dan DIFA[®] SS.
- c. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji kekuatan lainnya seperti uji konsolidasi agar diperoleh nilai konsolidasinya, uji triaxial agar diketahui nilai sudut gesek dalam beserta kohesinya, serta uji permeabilitas untuk mengetahui perilaku hidromekanik tanah, sehingga didapatkan informasi yang cukup untuk pengembangan selanjutnya.
- d. Pada penelitian selanjutnya perlu dipertimbangkan perhitungan biaya agar dapat membandingkan pekerjaan perkerasan jalan menggunakan perkerasan stabilisasi

tanah semen dan DIFA[®] SS dengan perkerasan lainnya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, (2012). *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilitas pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit terhadap Nilai CBR Tanah*, Jurnal Rekayasa Sipil Vol 8.
- Bowles, (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Terjemahan Johan. Erlangga: Jakarta.
- Das, (1998). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Erlangga. Jakarta.
- Fernandez, (2011). *Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit terhadap Nilai CBR Tanah*, Jurnal Rekayasa Sipil, 8 (1), 35.
- Gunarti, (2014). *Daya Dukung Tanah Lempung yang Distabilisasi Dengan Spent Catalys RCC 15 dan Kapur*, Jurnal Bentang Vol.2 No.1.
- Hardiyatmo, (2006). *Mekanika Tanah 1*, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soedarmo dan Purnomo (1997). *Mekanika Tanah 1*, Kanisius, Yogyakarta.
- Sukirman, (1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.