

TUGAS AKHIR
PERUBAHAN NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) TANAH
LEMPUNG EKSPANSIF AKIBAT BAHAN ADDITIVE ROTEC DENGAN
VARIASI PENAMBAHAN SEMEN
*(Change in CBR (California Bearing Ratio) Value of Expansive Clay Due to Additive
Rotec Material with Variation of Cement Addition)*

Mahfud Arfah¹, Edi Purwanto²

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

Email : mahfud.arfah35@gmail.com

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

Email : purwanto_edy57@yahoo.com

ABSTRACT

Land is a very important part in a construction work, both as a construction material and as a load supporter. In certain types and conditions the soil has a low carrying capacity to serve as the foundation for construction works. One is expansive clay that has low carrying capacity, high shrinkage, and other adverse problems.

The expansive clay soil that will be used as a support for the construction load should be stabilized so that the soil properties are good or stable. Stabilization is a way of improving soil properties by adding additives to poor soil. Stabilization conducted in this research is the addition of rotec material. This study used soil samples from Tuksono village, Kec. Sentolo, Kab. Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. The study included original soil physical characteristic testing and original CBR (Ground Bearing Ratio) and original stabilized CBR test with 1 kg rotec addition and 5%, 7% and 9% cement addition variation with 7 days of curing time and 4 days of soaked. CBR testing is done with 2 (two) methods, that is with soaked and (unsoaked).

The results showed that the soil from Tuksono village, Kec. Sentolo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta has a type of loose clay containing sand. The result of CBR Laboraturium test obtained the original soil CBR value unsoaked of 12.035%, while for the soil CBR value of soil original soaked of 1.59%. After addition of 1 kg rotec and cement with variation of 5%, 7%, and 9%, the increase of CBR value unsoaked was 7,96%, 75,16% and 88,86 % of the original soils for unsoaked conditions. While the increase of CBR value soaked at 7 days curing and 4 days soaked was 1159,12%, 1546,54%, and 2646,54% from original soil at soaked condition.

Keywords: *Rotec, stabilization, expansive clay soil, CBR*

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu pekerjaan kontruksi, baik sebagai bahan kontruksi

maupun sebagai pendukung beban. Pada jenis dan kondisi tertentu tanah memiliki daya dukung rendah untuk dijadikan sebagai landasan pekerjaan kontruksi.

Salah satunya adalah tanah lempung ekspansif yang memiliki nilai daya dukung rendah, kembang susut tinggi, dan permasalahan merugikan lainnya.

Untuk kondisi tanah ekspansif tersebut diperlukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010). Stabilisasi tanah yang dapat dilakukan salah satunya yaitu stabilisasi bahan campuran dengan penggunaan bahan additive rotec.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. bagaimana jenis klasifikasi tanah lempung lunak (ekspansif) dari Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta,
2. bagaimana nilai CBR tanah asli tanpa bahan tambah,
3. bagaimana nilai CBR tanah dengan bahan tambah rotec pada berbagai variasi penambahan semen, dan
4. bagaimana pengaruh bahan *additive* rotec dengan berbagai variasi penambahan semen terhadap nilai CBR tanah.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. mengetahui jenis klasifikasi tanah lempung lunak (ekspansif) dari Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta,
2. mengetahui nilai CBR tanah asli tanpa bahan tambah,
3. mengetahui nilai CBR tanah dengan bahan tambah rotec pada berbagai variasi penambahan semen, dan
4. mengetahui pengaruh bahan *additive* rotec dengan berbagai variasi penambahan semen terhadap nilai CBR tanah.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. (Hardiyatmo, H.C, 2002)

Tanah lempung ekspansif secara umum diartikan sebagai tanah yang cenderung mengalami perubahan volume jika kadar air yang dikandung juga mengalami perubahan.

Bila kadar air bertambah maka tanah tersebut akan mengembang (*swell*) dan begitupun sebaliknya, kadar air berkurang maka tanah akan cenderung menyusut (*shrink*). Hal ini dikarenakan tanah ekspansif mengandung jenis-jenis material tertentu yang mengakibatkan tanah tersebut mempunyai luas permukaan cukup besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah besar.

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga menjadi lebih baik serta dapat meningkatkan kemampuan daya dukungnya terhadap konstruksi yang akan dibangun diatasnya.

2.2 Penggunaan Bahan Campuran/ Bahan Additive Untuk Tanah Lempung

1. Menurut Risman, 2011, penambahan kapur dan pasir pada tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan dan nilai daya dukung/CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. Penambahan pasir 15% dan penambahan kapur 10% ke dalam campuran tanah lempung dapat memberikan nilai CBR =

- 20,06% pada kondisi tanpa rendaman dan nilai CBR = 9,08% pada kondisi dengan rendaman.
2. Menurut Risman, 2011, penambahan kapur dan pasir pada tanah lempung dapat meningkatkan kepadatan dan nilai daya dukung/CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. Penambahan pasir 15% dan penambahan kapur 10% ke dalam campuran tanah lempung dapat memberikan nilai CBR = 20,06% pada kondisi tanpa rendaman dan nilai CBR = 9,08% pada kondisi dengan rendaman.
 3. Menurut Endriani, 2012, penambahan abu cangkang sawit pada tanah lempung menurunkan tekanan dan potensi pengembangan. Dengan bertambahnya abu cangkang sawit, maka kepadatan maksimum meningkat dan di dapat nilai maksimum abu cangkang sawit yaitu pada 6%. Dari pengujian CBR, nilai CBR mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar abu cangkang sawit pada 6% dengan nilai 4,77% dari nilai CBR tanah asli sebesar 2,77% dan kembali mengalami penurunan pada kadar abu cangkang sawit yang lebih tinggi pada 9% nilai CBR turun menjadi 4,20%.
 4. Menurut Palar, 2013, penambahan kapur dan tras dapat meningkatkan nilai daya dukung. Pada pencampuran kapur 2,5% dan tras 20% terjadi peningkatan nilai CBR rendaman sebesar 116,7% dan nilai CBR lapangan pada alat Cone Penetrometer sebesar 455,4% dari nilai CBR tanah asli dan pada nilai daya dukung terjadi peningkatan dengan menggunakan alat CBR rendaman sebesar 56,6% dan pada percobaan CBR lapangan dengan alat Cone Penetrometer sebesar 390,4% dari nilai daya dukung tanah asli.
 5. Menurut Sinaga, 2014, nilai kuat tekan bebas (q_u) pada tanah asli sebesar 2,88% kg/cm^2 , pada variasi campuran 2% PC + 3% ACS diperoleh nilai kuat tekan tanah sebesar 4,94% kg/cm^2 , nilai kuat tekan bebas tanah menurun hingga variasi campuran 2% PC + 5% ACS sebesar 28,07%, kemudian naik 53,08% pada variasi campuran 2% PC + 9% ACS, tetapi nilai kuat tekan bebasnya masih dibawah nilai kuat tekan bebas dan kemudian menurun terus hingga variasi campuran 2% PC +18% ACS sebesar 77,65% dengan nilai kuat tekan bebas tanah (q_u) sebesar 0,58 kg/cm^2 .
 6. Menurut prasetyo, dkk, 2015, penambahan abu ampas tebu dan kapur berpengaruh terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif. Pada penambahan campuran 8% abu ampas tebu dan 6% kapur pada tanah asli mengalami peningkatan nilai CBR *Unsoaked* sebesar 9,324% dan nilai CBR *Soaced* sebesar 7,797%. Nilai CBR ini mengalami peningkatan hingga 135,87% pada CBR *Unsoaced* dan 230,38% pada CBR *Soaced* jika dibandingkan dengan nilai CBR pada tanah asli sebesar 3,953% pada CBR *Unsoaced* dan 2,385% pada CBR *Soaced*.
 7. Menurut Shabirin, 2017, penambahan kapur pada stabilitas tanah lempung menggunakan bahan tambah Rotec berpengaruh terhadap nilai CBR tanah lempung. Pada penambahan Rotec 5% dan

kapur dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% didapatkan peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) berturut-turut pada pemeraman 1 hari sebesar 27,24%, 245,84%, 463,50%, dan 472,12% dari tanah asli tanpa rendaman (*unsoaked*). peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) berturut-turut pada pemeraman 3 hari sebesar 9,63%, 278,93%, 543,96%, dan 852,22% dari tanah asli tanpa rendaman (*Unsoaked*). peningkatan nilai CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) berturut-turut pada pemeraman 7 hari sebesar 49,17%, 322,28%, 1064,29%, dan 1438,78% dari tanah asli tanpa rendaman (*Unsoaked*). Sedangkan peningkatan nilai CBR rendaman (*Soacked*) berturut-turut pada pemeraman 7 hari sebesar 16,64%, 659,45%, 1571,32%, dan 2399,95% dari tanah asli rendaman (*Soacked*).

8. Menurut Utari, 2017, penambahan bahan rotec dan variasi kapur berpengaruh terhadap parameter kuat geser tanah dan parameter konsolidasinya. maka pengujian dievaluasi dari parameter kekuatan geser dan disesuaikan dengan 12 variasi campuran tanah asli + 5% rotec + (0% / 5% / 10% / 15%) kapur dan variasi waktu pemeraman untuk 1, 3, dan 7 hari. Pengujian parameter kekuatan geser tanah, nilai kohesi optimum berkisar antara persentase penambahan kapur antara 10% -15%. Dan untuk sudut geser bagian dalam, semakin banyak persen penambahan kapur, semakin kecil nilai sudut geser yang dihasilkan. Dalam uji parameter

konsolidasi, semakin banyak persen kapur yang digunakan dengan waktu pemeraman lebih lama, semakin kecil nilai Cc yang diperoleh.

III. Landasan Teori

3.1 Pengertian Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) antara satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

3.2 Sifat-sifat Fisik Tanah

Tanah tersusun dari butir-butir tanah dengan berbagai ukuran. Bagian butir tanah yang berukuran lebih dari 2 mm disebut tanah seperti kerikil, koral sampai batu. Bagian butir tanah yang berukuran kurang dari 2 mm disebut tanah halus. Tanah halus dibedakan menjadi 3.

1. Pasir, yaitu butir tanah yang berukuran antara 0,05 mm sampai 2 mm.
2. Debu, yaitu butir tanah yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,05 mm.
3. Liat, yaitu butir tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm.

3.3 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas (Das, 1988).

3.4 Tanah Lempung Ekspansif

Istilah tanah ekspansif digunakan untuk tanah atau batuan lempungan yang mengalami perubahan volume yang besar sebagai respon langsung terhadap perubahan kadar air. Tanah ekspansif memiliki kecenderungan untuk mengembang apabila kadar air pada tanah bertambah dan sebaliknya akan menyusut apabila kadar airnya berkurang. Meskipun potensi pengembangan (*expansion potential*) dipengaruhi oleh berbagai faktor (struktur tanah dan fabrik, kondisi lingkungan dan lain-lain), mineral lempung merupakan faktor utama yang menentukan perilaku tersebut.

Untuk tanah lempung yang dapat dikategorikan kedalam tanah lempung yang ekspansif yakni tanah yang memiliki potensi pengembangan yang sangat tinggi batasan nilai indeks plastisitasnya atau $PI > 35 \%$, selain itu nilai aktivitas tanah lempung juga dapat dipengaruhi oleh jenis mineral yang terkandung pada tanah tersebut semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang.

3.5 Rotec

Rotec adalah bahan stabilisasi tanah yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik, dengan kandungan kimia ramah lingkungan untuk merekayasa tanah menjadi sekeras batu, menyingkirkan partikel air (*water repellant*) membungkus unsur tanah agar tidak tercampur air, tidak akan lembek terutama saat musim penghujan. Membuat unsur tanah (*soil*) mudah dicampur dengan semen, seperti memadukan pasir dengan semen. Kekuatannya jauh melampaui stabilisasi berbahan baku polimer. Fungsinya mirip pembuatan bata merah, unsur air harus dikeluarkan.

Produk rotec ini berupa bubuk yang terdiri dari mineral anorganik.

Rotec ini telah di uji oleh PT. Cahaya Inti Solusindo dan cocok sekali untuk iklim subtropis dengan intensitas sedang sampai hujan deras sesuai dengan kondisi di Indonesia. Adapun komposisi *Rotec* pada saat pelaksanaan harus dicampur dengan semen dan juga air.

3.6 Portland Cement (PC)/Semen Portland

Portland cement (PC)/Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

3.7 Kadar Air Tanah

Tanah terdiri dari tiga unsur, yaitu butiran tanah atau partikel padat (*solid*), air (*water*), dan udara (*air* atau *gas*). Kandungan air dan udara yang terdapat di dalam tanah menempati rongga (*void*) yang terdapat diantara butiran, disebut pori tanah. Apabila volume pori di dalam tanah dipenuhi oleh air, maka tanah dinyatakan dalam kondisi jenuh (*saturated*). Sebaliknya, jika di dalam pori tanah tidak berisi air sama sekali, maka tanah dalam kondisi tak jenuh (*unsaturated*).

3.8 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan upaya rekayasa untuk memperbaiki mutu tanah yang tidak baik dan meningkatkan mutu tanah yang sebetulnya sudah tergolong baik. Tujuan stabilisasi tanah adalah meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan serta meningkatkan stabilitas tanah.

3.9 Pemadatan

Pemadatan merupakan proses yang dilakukan untuk merapatkan

butiran tanah (*solid*) yang satu dengan yang lain, sehingga partikel tanah saling berdekatan dan pori tanah menjadi kecil. Maksud pemadatan tanah antara lain, yaitu sebagai berikut:

- 1) mempertinggi kuat geser tanah,
- 2) mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas),
- 3) mengurangi permeabilitas, dan
- 4) mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lainnya. (Hardiyatmo, 1992)

3.10 California Bearing Ratio (CBR)

CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama dan dinyatakan dalam persen.

Nilai CBR dapat dicari dengan cara membagi masing-masing beban dengan beban standar CBR pada penetrasi 0,1 inc dengan beban standar 1000 psi, penetrasi 0,2 inc dengan beban standar 1500 psi dan dikalikan dengan 100%.

IV. METODE PENELITIAN

4.1 Tempat Penelitian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km.14,5 Yogyakarta.

4.1.2 Bahan Penelitian

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

1. Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif yang berasal dari Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Air yang dipakai adalah air PDAM yang ada di Laboratorium Mekanika

Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Rotec yang digunakan merupakan rotec yang berasal dari PT. Cahaya Inti Solusindo.
4. Semen yang digunakan merupakan semen Tiga Roda Tipe I

4.1.3 Pemeraman dan Rendaman Sampel

Pada pengujian CBR, untuk sampel tak terendam (*unsoked*) dilakukan pemeraman selama 7 (tujuh) hari, untuk sampel terendam (*soaked*) dilakukan pemeraman selama 7 (tujuh) hari dan rendaman selama 4 (empat) hari.

4.2 Pengujian Sifat Tanah

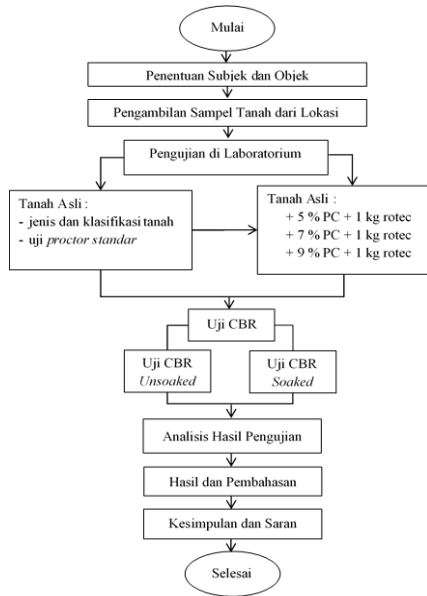
Prosedur yang digunakan pada penelitian ini adalah pengujian karakteristik tanah berdasarkan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM). Adapun pengujian yang akan dilakukan antara lain sebagai berikut ini.

1. Pengujian Analisis Butiran (*Grain Size Analysis*) (ASTM D1140-00 & ASTM D 422-63)
2. Pengujian Kadar Air (ASTM D2216-92)
3. Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*) (ASTM D654-92)
4. Pengujian Berat Volume Tanah (*Bulk Density*) (ASTM D2049)
5. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*) (ASTM D4318-00)
6. Pengujian Batas Plastis Tanah (*Plastic Limit*) (ASTM D4318-00)
7. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*) (ASTM D4318-00)
8. Pengujian *Proctor Standard* (ASTM D51557-00)
9. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) (ASTM D-698-70)

4.3 Bagan Alir Penelitian

Adapun pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah

seperti pada bagan alir (*flowchart*) pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Tabel 5.1 berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian fisik tanah asli yang berasal dari desa Kebonharjo, kecamatan Samigaluh, kabupaten Kulon Progo Yogyakarta.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No.	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	25,80	%
2	Berat Jenis (Gs)	2,81	
3	Berat Volume Tanah	1,87	gr/cm ³
4	Batas-Batas Konsistensi		
	Batas Cair (LL)	63,09	%
	Batas Plastis (PL)	45	%
	Indeks Plastisitas (IP = LL – PL)	22,19	%
	Batas Susut	20,02	%
5	Analisis Granuler		
	% Lolos #200	98,59	%
	Kerikil	0,00	%
	Pasir	1,28	%
	Lempung	29,27	%
6	Uji Proktor Standar		
	Kadar Air Optimum	24,50	%
	Berat Volume Kering Maksimal	1,534	gr/cm ³

5.2 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

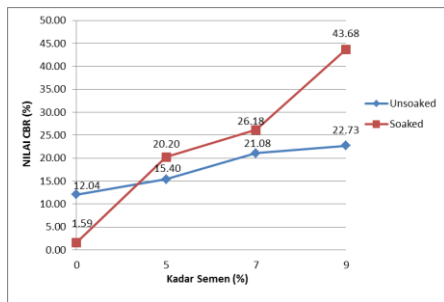
Setelah pengujian pemadatan tanah dengan proktor standar, tanah diuji CBR pada kondisi tanpa rendaman (*unsoaked*) dan kondisi rendaman (*soaked*) terhadap campuran rottec dan variasi persentase semen. Untuk sampel kondisi rendaman (*soaked*) direndam di dalam kolam berisi air selama empat hari. Pada hari keempat, contoh tanah yang direndam, dikeluarkan dari kolam untuk diuji nilai CBR (*soaked*). Berbagai variasi persentase campuran tanah bergantung dengan penambahan rottec dan semen mempunyai perilaku yang berbeda yang bergantung pada persentase variasi campurannya.

Tabel 5.2 berikut ini adalah rekapitulasi hasil pengujian CBR tanah sampel yang berasal dari desa Tuksono, kecamatan Sentolo, kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

Komposisi Sampel	CBR	
	<i>Unsoaked</i> (%)	<i>Soaked</i> (%)
Tanah asli	12,035	1,59
Tanah + Semen 5% + Rotec	15,4	20,02
Tanah + Semen 7% + Rotec	21,08	26,18
Tanah + Semen 9% + Rotec	22,73	43,67

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada Tabel 5.2, dibuat grafik perbandingan nilai CBR pada Gambar 5.1 berikut ini.



Dari Gambar 5.1 bahwa nilai CBR tanah asli dicampur dengan rotec dan semen mengalami peningkatan nilai CBR barbanding lurus dengan setiap penambahan rotec dan persentase semen. Dalam penelitian ini menggunakan rotec sebanyak 1 kg dan untuk variasi semen yaitu 5%, 7%, dan 9% dari berat kering tanah.

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan terhadap pengujian benda uji di laboratorium, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini.

1. Dari hasil pengujian didapatkan tanah dari desa Tuksono, Sentolo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki jenis lempung kelanauan mengandung pasir.
2. Berdasarkan dari pengujian CBR tanah asli tanpa bahan tambah, menghasilkan nilai CBR tanah pada kondisi tanpa rendaman (*unsoaked*) sebesar 12,035%, sedangkan nilai CBR tanah asli pada kondisi rendam (*soaked*) sebesar 1,59%.
3. Berdasarkan dari pengujian CBR, nilai CBR tanah dengan bahan tambah rotec pada berbagai variasi penambahan semen adalah sebagai berikut ini.
 - a. Tanah + 5% Semen + 1kg rotec:
 - 1) nilai CBR pada kondisi *unsoaked* = 15,4 %
 - 2) nilai CBR pada kondisi *soaked* = 20,02 %
 - b. Tanah + 7% Semen + 1kg rotec:

1) nilai CBR pada kondisi *unsoaked* = 21,08 %

2) nilai CBR pada kondisi *soaked* = 26,18 %

c. Tanah + 9% Semen + 1kg rotec:

1) nilai CBR pada kondisi *soaked* = 22,73 %

2) nilai CBR pada kondisi *soaked* = 43,67 %

4. Pengaruh yang terjadi akibat penambahan rotec dengan variasi penambahan semen terhadap nilai CBR tanah dapat dilihat antara lain sebagai berikut ini.

- a. Setelah tanah asli ditambah dengan 1 kg rotec dan semen dengan variasi 5%, 7% dan 9% didapatkan peningkatan nilai CBR pada kondisi *unsoaked* berturut-turut pada pemeraman 7 hari sebesar 27,96%, 75,16% dan 88,86% dari tanah asli pada kondisi *unsoaked*.
- b. Setelah tanah asli ditambah dengan 1 kg rotec dan semen dengan variasi 5%, 7% dan 9% didapatkan peningkatan nilai CBR pada kondisi *soaked* berturut-turut pada pemeraman 7 hari dan rendaman 4 hari sebesar 1159,12%, 1546,54%, dan 2646,54% dari tanah asli pada kondisi *unsoaked*.

6.2 Saran

1. Penelitian lanjutan dapat mencoba meneliti dengan waktu pemeraman dan perendaman yang lebih bervariasi lagi agar mendapatkan hasil yang lebih kompleks.
2. Penelitian lanjutan dapat mencoba meneliti dengan menambahkan takaran rotec dan persentase semen yang lebih besar atau bervariasi untuk mendapatkan nilai CBR yang lebih kompleks.

3. Perlu diteliti pengaruh penambahan rotec dengan pengujian yang berbeda.
4. Perlu diteliti pengaruh penambahan rotec terhadap jenis tanah lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph, E, 1986, Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Coduto, D, P, 1994, Foundation Design Principles and Practice, Prentice Hall International, New Jarsey, USA.
- Das, Braja M, 1988, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M., 1994, Mekanika Tanah, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Endriani, Debby, 2012, Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung dan Kuat Tekan pada Tanah Lempung Ditinjau dari Uji UCS dan CBR Laboratorium, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Hardiyatmo, H., C, 1992, Mekanika Tanah, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H., C, 2002, Mekanika Tanah 1, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hatmoko, J.T, 2007, UCS Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Kezdi, A, 1975, Stabilized Earth Roads, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- L.D, Wesley, 1977, Mekanika Tanah, Cetakan VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Majid, Abdul, 2007, Perencanaan Pembelajaran, Penerbit Remaja Rosda Karya, Bandung.
- Palar, Hariman, 2013, Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Praktek Rekayasa, Jilid 1, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, jakarta.
- Prasetyo, dkk, 2015, Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro, Universitas Brawijaya, Malang.
- PT. Cahaya Inti Solusindo, 2016, Rotec Stabilizer, Jakarta.
- Putri, U.H, 2017, *Pengaruh Stabilisasi Kimiawi Pada Tanah Menggunakan Bahan Aditif Rotec dan Variasi Kapur Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah dan Koefisien Uji Konsolidaasi*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Risman, 2011, Analisis Daya Dukung Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Kapur dan Pasir, Politeknik Negeri Semarang, Semarang.
- Shabirin, 2017, Pengaruh Penambahan Kapur Pada Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Tambah Rotec Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sinaga, H.P, 2014, Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test) pada Stabilitas Tanah Lempung dengan Campuran Semen dan Abu Cangkang Sawit, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Suhardjito, 1989, Teknik Pondasi, Laboratorium Geoteknik, Pusat Antar Universitas (PAU), Institut Teknologi Bandung.

- Toha, F. X. 1989. Karakteristik Konsolidasi Lempung Lunak Banjarmasin, National Symposium on Soft Soil and Landslides, HATTI. Bandung.
- Usman, Taufik, 2008, Pengaruh stabilisasi Tanah Berbutir Halus Yang Distabilisasi Menggunakan Abu Merapi Pada Batas Konsistensi Dan CBR Rendaman, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.