

Perbaikan Daya Dukung Tanah Dasar Lempung Yang Di Stabilisasi Dengan Additive Kapur Dan Matos Terhadap Kualitas Lama Waktu Pemeraman

Rizki Prinanda Umar¹⁾

Iswan²⁾

Ahmad Zakaria³⁾

Abstract

The subgrade is the base surface for placement of other pavement parts. The strength and durability as well as the thickness of the pavement construction layer depend on the properties and carrying capacity of this basic soil. There are many types of soil, one of the basic types of soil that can be said to be bad for a construction is a soil with clay type.

The soil samples used were taken from Sidorejo village, Sidomulyo district, South Lampung, then in this study the soil samples were mixed with matos and lime with variations of 5, 8, 10 and 12%. After obtaining the highest CBR value, soil samples were immersed with the duration of 7, 14, 21, and 28 days to be tested again its CBR value.

Soil in this study belongs to the group A-7-5, with LL values 74.112%, PL 35.44% and PI 38.669%. The dry weight value (γ_d) and the optimum water content (ω_{opt}) increased as the amount of lime content added to the sample. In the CBR test, the highest increase of CBR value occurred on a 12% lime mixture variation of 21.5%. While for CBR testing after curing without immersion, the highest CBR value is found on 28 days of curing duration of 45%. The addition of lime and matos proved to increase the value of CBR and soil bearing capacity.

Keywords : *Clay Soil, CBR, Matos, Lime*

Abstrak

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Ada banyak jenis tanah, salah satu jenis tanah dasar yang dapat dikatakan buruk untuk suatu konstruksi adalah tanah dengan jenis lempung.

Sampel tanah yang digunakan diambil dari desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Lampung Selatan, lalu pada penelitian ini sampel tanah dicampur dengan matos dan kapur dengan variasi 5, 8, 10 dan 12 %. Setelah didapatkan nilai CBR tertinggi, sampel tanah di peram dengan durasi 7, 14, 21, dan 28 hari untuk diuji kembali nilai CBR nya.

Tanah pada penelitian ini termasuk dalam kelompok A-7-5, dengan nilai LL 74,112%, PL 35,44% serta PI 38,669 %. Nilai berat volume kering (γ_d) dan nilai kadar air optimum (ω_{opt}) meningkat seiring penambahan jumlah kadar kapur yang dicampurkan ke sampel. Pada pengujian CBR peningkatan nilai CBR tertinggi terjadi pada variasi campuran kapur 12 % yaitu sebesar 21,5 % . Setelah dilakukan pemeraman nilai CBR tertinggi terdapat pada durasi pemeraman 28 hari yaitu sebesar 45%. Penambahan jumlah kapur dan matos terbukti meningkatkan nilai CBR dan daya dukung tanah.

Kata kunci : Tanah Lempung, CBR, Matos, Kapur.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: ahmadzakaria@unila.ac.id

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi perkerasan jalan. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan dan lain sebagainya

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Untuk suatu perencanaan struktur perkerasan jalan, dimana material agregat sangat sulit untuk didapatkan, maka tanah yang distabilisasi merupakan suatu alternatif dalam perencanaan. Cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah antara lain dengan cara mekanis dan dengan menggunakan bahan pencampur (*additive*). Bahan pencampur yang akan digunakan diharapkan dapat mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat tanah yang kurang baik dan kurang menguntungkan dari tanah yang akan digunakan

Adapun bahan kimia yang dapat dijadikan sebagai bahan tambahan campuran *additive* kapur untuk melakukan stabilisasi tanah salah satunya adalah Matos. Bahan kimia ini berfungsi untuk memadatkan (*solidifikasi*) dan menstabilkan (*stabilisasi*) tanah yang berbentuk serbuk halus yang terdiri dari logam dan komposisi mineral anorganik (tepung dan garam).

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengenai bagaimana pengaruh pencampuran matos yang dianggap sebagai bahan *additive* lainnya untuk stabilisasi tanah dengan bahan *additive* kapur, sehingga diharapkan akan dapat disimpulkan bahwa matos ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk stabilisasi tanah dengan zat *additive* kapur

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana manfaat penggunaan kapur dan matos untuk meningkatkan daya dukung tanah, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah stabilisasi tanah

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Tanah Dasar

Lapisan tanah setebal 150 - 100 cm dimana di atasnya akan diletakkan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang dapat berupa tanah asli yang dipadatkan (jika tanah aslinya baik), tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur ataupun bahan lainnya. Sebelum lapisan-lapisan lainnya diletakkan, tanah dasar (*subgrade*) dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume, sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Ada 3 macam tanah dasar yaitu:

- a). Lapisan tanah dasar, yang merupakan tanah asli
- b). Lapisan tanah dasar, yang merupakan tanah timbunan
- c). Lapisan tanah dasar, yang merupakan tanah galia

2.2. Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Selain itu, tanah dalam pandangan Teknik Sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H.C., 1992).

2.2.1. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya (Das, 1995) , klasifikasi tanah sendiri terbagi menjadi 2 yaitu AASHTO dan USCS

2.2.1.1. Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administrasion Classification System*. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* pada tahun 1945 (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M105).

2.2.1.2. Klasifikasi Tanah USCS

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik.

2.3. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

2.4. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser (Hardiyatmo, 2002). Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan. Pada umumnya cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut (Bowles, 1991) :

1. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.

2. Bahan Pencampur (*Additive*), yaitu penambahan kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, gamping, abu batubara, abu vulkanik, batuan kapur, gamping dan/atau semen, semen aspal, sodium dan kalsium klorida, limbah pabrik kertas dan lain-lainnya.

2.5. Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur

Kapur merupakan salah satu mineral yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek-proyek konstruksi jalan maupun bangunan dengan berbagai macam jenis tanah, mulai dari tanah lempung biasa sampai tanah ekspansif. Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kapur hidup CaO dan Ca(OH)_2 . Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur bubuk (CaO) yang dibeli di toko material. Kapur tersebut berasal dari batu kapur yang telah dibakar sampai dengan suhu 1000°C . Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 . Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Mercalf, 1972)

2.6. Stabilisasi Tanah Menggunakan Matos

Matos adalah bahan aditif yang berfungsi untuk pembekuan dan stabilisasi tanah dengan fisik – proses kimia. *Matos* dalam bentuk material serbuk halus terdiri dari komposisi mineral anorganik yang tidak berbau, memiliki pH 8.37, berat jenis $2,35043 \text{ gr/cm}_3$ dan kelarutan dalam air 1:3 (Lab. Mektan UGM, 2010)

Pada saat penggunaan *Matos*, kita harus melarutkannya ke dalam air pada tingkat kelarutan (*molaritas*) 10%. Beragamnya komponen *Matos* memperlemah fungsi negatif dari humus dan akan menurunkan kadar humus itu sendiri. Kemudian, *kation kalsium* (Ca^{++}) pada semen dapat menempel langsung dipermukaan tanah.

Matos bekerja untuk meningkatkan kualitas konstruksi jalan dan pada saat yang sama juga mengurangi kebutuhan biaya. *Matos* bereaksi dengan tanah dan semen reaksi *hidrasi* dicampur menghasilkan partikel mengikat kompleks, tanah menjadi kerangka yang kuat dan membuat layer stabil kuat. Penggunaan *Matos* mampu mengurangi dampak bahaya terhadap lingkungan akibat debu, dan juga membuat permukaan tahan air dalam segala cuaca.

Prosedur aplikasi *Matos* di lapangan sangat sederhana, tanah pertama yang dicampur dengan *Matos* dikeruk dan *mixer* sampai mencapai campuran homogen. Proses ini juga dapat menghancurkan biji-bijian besar menjadi lebih kecil, dan membuat tanah terlalu lembab menjadi lebih kering. *Matos* kemudian ditambahkan ke dalam tanah dan aduk lagi untuk memastikan campuran telah dicampur secara menyeluruh.

2.7. California Bearing Ratio

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 sqinch) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban

yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991).

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban. Sedangkan, nilai CBR yang didapat akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang mempunyai nilai CBR tertentu. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

2.8. Batas-Batas Atterberg

Batas kadar air yang mengakibatkan perubahan kondisi dan bentuk tanah dikenal pula sebagai batas-batas konsistensi atau batas-batas *Atterberg* (yang mana diambil dari nama peneliti pertamanya yaitu Atterberg pada tahun 1911). Pada kebanyakan tanah di alam, berada dalam kondisi plastis.

Adapun yang termasuk ke dalam batas-batas *Atterberg* antara lain :

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah yang di buat menyerupai lidi-lidi sampai dengan diameter silinder 3 mm mulai retak-retak, putus atau terpisah ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL) adalah kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus. Harus diketahui bahwa batas susut makin kecil maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume.

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis

2.9. Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemadatan tersebut akan menyebabkan volume tanah akan berkurang, volume pori berkurang namun volume butir tidak berubah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk. Pada kadar air yang sangat tinggi, kepadatan kering maksimum dicapai bila tanah dipadatkan dengan kejenuhan di mana hampir semua udara didorong keluar. Pada kadar air rendah, partikel-partikel tanah mengganggu satu sama lain dan penambahan kelembapan akan memungkinkan kepadatan massal yang lebih besar. Pada saat terjadi kepadatan puncak efek ini mulai menetral oleh kejenuhan tanah. Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah, antara lain :

1. Memperbaiki kuat geser tanah yaitu menaikkan nilai θ dan C ,

2. Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban,

3. Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai k ,
4. Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung).

Prosedur pengujian yang digunakan pada pengujian pemadatan di laboratorium disebut uji *proctor*. uji pemadatan *proctor* adalah metode laboratorium untuk menentukan kadar air optimal di mana jenis tanah yang di uji akan menjadi yang paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum.

2.10. Tinjauan Penelitian Sebelumnya

2.10.1 Stabilisasi tanah menggunakan Matos melalui uji UCS

Penelitian yang dilakukan oleh Teguh Widodo (Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta) dan rahmat Imron Qosari (Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta) mengenai Efektifitas Penambahan *Matos* Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus. Pada penelitian ini sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah yang diambil dari Dukuh Perengdawe, Desa Balecatur, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Dengan hasil yaitu peningkatan nilai UCS tanah-semen-*Matos* terhadap nilai UCS tanah-semen adalah 9,47% (penambahan semen 4%), 13,58 (penambahan semen 8%), dan 17,25 % (penambahan semen 12%).

2.10.2. Studi Daya Dukung Tanah Menggunakan Matos

Penelitian yang dilakukan oleh M. Aditya Revando (mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Univeritas Lampung) mengenai pengaruh nilai daya dukung tanah lempung lunak yang di stabilisasi dengan matos dan kapur. sampel tanah yang digunakan merupakan tanah dari desa Rawaseragi, Lampung timur

3. METODE PENELITIAN

3.1. Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji adalah jenis tanah lempung berplastisitas tinggi yang diambil dari Desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan. Sampel tanah yang akan diambil adalah sampel tanah pada kondisi asli atau tak terganggu (*undisturbed soil*) dan sampel tanah terganggu (*disturbed soil*), yaitu tanah yang telah terganggu oleh lingkungan luar. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Sampel tanah asli atau tak terganggu digunakan untuk pengujian analisis saringan, batas-batas *atterberg*, dan berat jenis. Sedangkan sampel tanah terganggu digunakan untuk pengujian pemadatan (*modified proctor*), dan CBR. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) cukup dimasukkan kedalam karung plastik atau pembungkus lainnya, sedangkan untuk sampel tanah tak terganggu (*undisturbed*) dilakukan dengan menggunakan 3 buah tabung contoh dan dijaga keasliannya dengan menutup tabung dengan lilin dan plester.

3.2. Peralatan

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

3.3. Benda Uji

1. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah dengan klasifikasi lempung berplastisitas tinggi yang berasal dari desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan – Provinsi Lampung.
2. Air, bisa menggunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. *Stabilizing agent* yaitu Matos.
4. Kapur yang dapat dibeli di toko bangunan.

3.4. Data Penelitian

Adapun data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data (Primer)

Data ini merupakan data penelitian yang merupakan hasil pengujian campuran antara tanah lempung + Kapur + Matos dan air pada kadar air optimum. Data 2 yang akan didapat dari penelitian ini berupa :

- a. Nilai Kadar Air
- b. Nilai Uji Analisa Saringan
- c. Nilai Berat Jenis
- d. Nilai Batas *Atterberg*
- e. Nilai Uji Pemadatan Tanah(*proctormodified*)
- f. Nilai CBR Tanah Asli (tanpa tambahan zat *additive*)
- g. Nilai CBR

3.5. Metode Pencampuran Sampel

Metode pencampuran tanah asli adalah :

1. Kapur dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan kadar kapur 5%, 8%, 10% 12%
2. Matos dilarutkan dengan air pada kadar air optimum lalu dicampur pada tanah + Kapur kadar campuran Matos 1 kg untuk 1m³ tanah asli.
3. Tanah + kapur yang sudah tercampur Matos dipadatkan lalu dilakukan pengujian CBR ,
4. Setelah di dapat variasi kapur yang paling optimum , Buat sampel menggunakan variasi tersebut dan lakukan pemeraman selama 7, 14 ,21 dan 28 hari untuk mencari waktu pemeraman optimumnya

3.6. Pelaksanaan Pengujian

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

1. Pengujian Sampel Tanah Asli
 - a. Pengujian Analisis Saringan
 - b. Pengujian Berat Jenis
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas *Atterberg*
 - e. Pengujian Hidrometer
 - f. Pengujian Pemadatan Tanah (*modified proctor*)

2. Pengujian pada tanah yang telah dicampur dengan matos dan kapur
 - a. Pengujian CBR
3. Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan matos dan kapur dengan kadar 5%, 8%, 10% dan 12% dari berat sampel. Dan setelah di dapat variasi optimum lakukan pemeraman selama 7, 14, 21 dan 28 hari.

3.7.Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari data hasil pengujian pemadatan tanah untuk sampel tanah asli grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum yang akan digunakan untuk membuat sampel pada uji CBR.
3. Melakukan penentuan jumlah kadar efektif Matos yang diperlukan untuk stabilisasi pada sampel tanah, adapun langkah-langkahnya yaitu :
 - a. Menentukan kepadatan kering maksimum tanah yang belum mengalami perlakuan.
 - b. Tentukan tingkat aplikasi Matos yang dibutuhkan berdasarkan komposisi dan aturan campuran semen oleh PT. Watukali Capita Ciptama Yogyakarta yaitu 1kg/m^3 .
 - c. Tentukan berat dari sampel laboratorium yang akan digunakan untuk penentuan CBR.
 - d. Perhitungan penentuan kadar *matos* / sampel tanah :

$$\begin{aligned}\text{MDD} &= 1475 \text{ kg/m}^3 ; \\ \text{Matos} &= 1 \text{ kg/m}^3 ; \\ \text{Sampel Laboratorium} &= (5 \text{ kg} \times 1 \text{ kg/m}^3) : 1475 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,0033898 \text{ kg} = 3.3898 \text{ gr}\end{aligned}$$

4. Menyiapkan sampel tanah yang akan distabilisasi dan sampel tanah yang digunakan merupakan sampel yang lolos saringan No. 4. Untuk masing-masing campuran disiapkan sebanyak tiga sampel.
5. Bawa sampel yang akan distabilisasi untuk OMC menggunakan air bersih dan tercampur menyeluruh, lalu tempatkan material dalam kantong plastik dan tutup selama 12-24 jam.
6. Melakukan pembuatan benda uji untuk pengujian CBR dengan mencampur tanah yang telah lolos saringan no. 4 dengan plastik.
7. Variasi kadar kapur yang ditentukan yaitu 5%, 8 %, 10 %, 12 % .Untuk masing-masing campuran disiapkan sebanyak 3 sampel untuk pemadatan dengan *modified proctor*.
8. Tempatkan tanah yang dicampur dengan kapur dan matos dalam kantong plastik, serta dalam kondisi lepas dan peram selama 24 jam.
9. Setelah didiamkan selama 24 jam, material yang telah dicampur dengan plastik dipadatkan dengan 5 lapisan untuk pengujian CBR dengan memakai kadar air optimum tanah campuran dari *modified proctor*.
10. Memberi kode/nama pada *mold* untuk masing-masing sampel yang telah dipadatkan.

3.8. Analisa Hasil Penelitian

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

1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli yang didapat, ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO.
2. Dari hasil pengujian sampel tanah asli, didapatkan data pengujian seperti : uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas *atterberg*, uji pemadatan tanah (*modified proctor*), uji CBR serta kadar air optimum untuk selanjutnya dilakukan pencampuran.
3. Dari hasil pemadatan *modified proctor* pada tanah yang dicampur dengan plastik didapatkan hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik.
4. Dari hasil pengujian parameter CBR tanpa rendaman, nilai kekuatan daya dukung tanah asli maupun tanah yang dicampur dengan plastik akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara nilai peningkatan/penurunan nilai CBR tanpa rendaman dengan pemadatan *modified proctor*. Dari tabel dan grafik nilai CBR tersebut maka akan didapatkan penjelasan mengenai perbandingan kualitas daya dukung tanah yang terjadi pada masing-masing penetrasi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian Sampel Tanah

Pengujian ini merupakan tahapan awal dalam penelitian, yang mana hasil dari pengujian fisik ini kita dapat mengetahui sifat fisik dan karakteristik tanah. Selain itu hasil dari pengujian tersebut digunakan sebagai parameter perhitungan untuk perencanaan, penentuan desain, dan pelaksanaan pembangunan suatu konstruksi. Pengujian sifat fisik tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung

No	Pengujian	Hasil Uji	Satuan
1	Kadar Air	50,160	%
2	Berat Jenis	2,4349	%
3	Batas-batas Attenberg		
	a. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	74,112	%
	b. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	35,44	%
	c. Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	38,6690	%
4	Analisa Saringan		
	a. Lolos Saringan No.4	99,8	%
	b. Lolos Saringan No 200	82,79	%
5	CBR Tanah Asli		
	a. Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	7,3	%

4.2. Pembahasan Klasifikasi Sampel Tanah AASHTO (*American Association Highway and Transportation Official*)

Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah asli sebagai berikut :

1. Batas Cair (LL) adalah 74,112% (> 41%)
2. Batas Plastis (PL) adalah 35,44 %

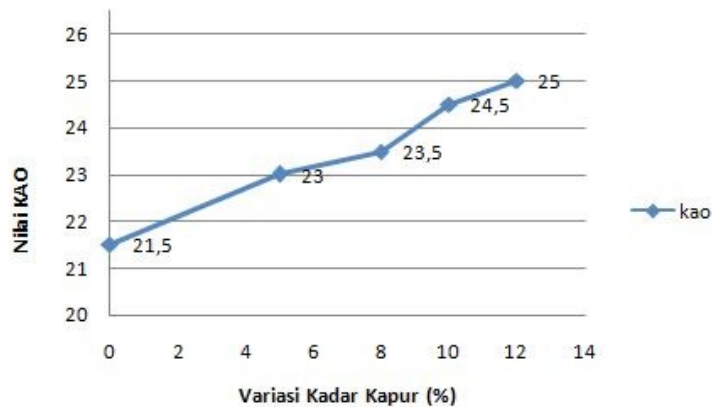
3. Indeks Plastisitas (PI) adalah 38,6690 % ($> 11\%$)
4. Butiran lolos saringan no. 200 adalah 82,79 % ($\geq 36\%$)

Selanjutnya dengan menggunakan Tabel AASHTO, maka tanah ini digolongkan dalam klasifikasi A-7 pada sub kelompok tanah A-7-5 (tanah berlempung), karena $PI \leq LL-30$ ($38,6690\% \leq 44,112\%$) dan $\geq 36\%$ butiran tanah lolos saringan no. 200. Berdasarkan tabel AASHTO pula maka dapat disimpulkan tanah ini memiliki plastisitas tinggi karena $PI > 11\%$. Pada umumnya tanah lempung jika digunakan sebagai tanah dasar atau *subgrade* memiliki penilaian yang jelek (Das, 1995).

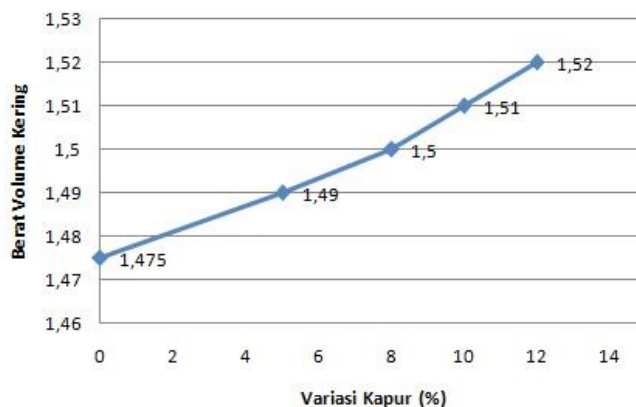
4.3 Hasil Pengujian Sampel Tanah Dengan Kapur Dan Matos

4.3.1. Pengujian Pemadatan Tanah Campuran Kapur dan Matos

Pengujian pemadatan tanah untuk sampel tanah campuran dilakukan dengan metode pemadatan tanah yaitu *modified proctor* serta dengan variasi kadar kapur yang berbeda yaitu 5 %, 8 %, 10 % dan 12 %. Hasil pengujian pemadatan tanah adalah sebagai berikut



Gambar 1. Peningkatan Nilai Kadar Air Optimum Disetiap Variasi Campuran Kapur

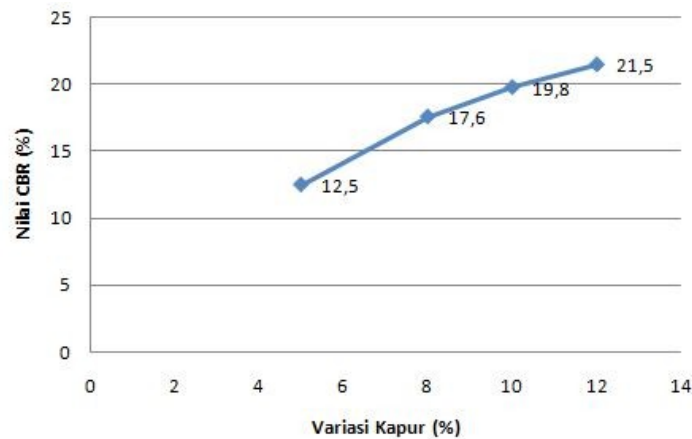


Gambar 2. Peningkatan Nilai Berat Volume Kering Di Setiap Variasi Campuran Kapur

Dapat disimpulkan berdasarkan grafik diatas semakin besar variasi nilai kadar kapur yang dicampur, maka nilai kadar air optimum dan berat volume akan semakin besar juga. Hal ini disebabkan proses pengikatan kapur bereaksi dengan mineral lempung dalam tanah, atau dengan butiran halus yang lain (komponen pozzolanik seperti silica hydrous), untuk membentuk ikatan antar air dan gel yang tidak dapat larut dari kalsium silikat, yang mengikat partikel-partikel tanah yang membuat meningkatnya nilai kadar air optimum dan berat isi kering.

4.3.2. Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked) Tanah Campuran Matos dan Kapur

Pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada tanah campuran dilakukan dengan metode *modified proctor*. Pengujian CBR dilakukan pada tanah campuran dengan kadar 5 %, 8 %, 10 %, dan 12%. Dari hasil pengujian CBR tanpa rendaman pada tanah campuran didapat hasil sebagai berikut :

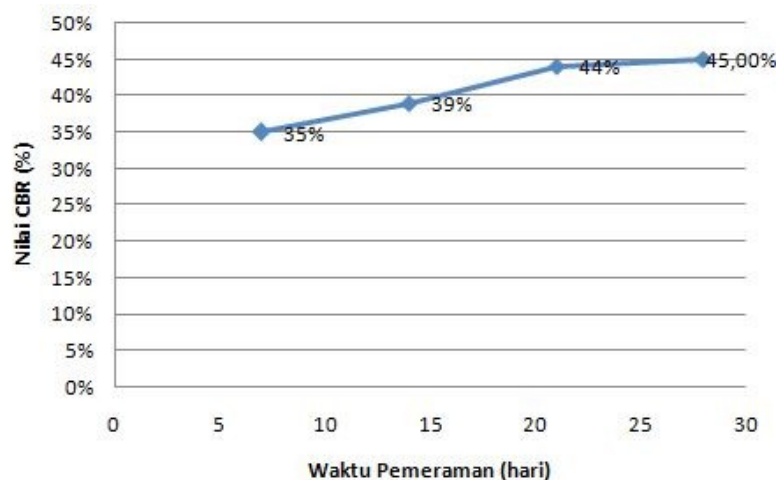


Gambar 3. Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran Matos dan Kapur Dengan Pemadatan *Modified Proctor*

Dari hasil pengujian CBR tanpa rendaman dengan masing-masing kadar campuran matos dan kapur serta menggunakan metode pemadatan *modified proctor* didapatkan peningkatan nilai CBR tanpa rendaman dibandingkan dengan tanah asli. Dikarenakan jumlah kapur meningkat dan proses kimia berupa sementasi dan hidrasi pada kapur menyebabkan meningkatnya kekuatan tanah dan nilai CBR nya.

4.3.3. Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked) Tanah Campuran Matos dan Kapur Dengan Menggunakan Metode Pemeraman

Pada tahap selanjutnya setelah didapat nilai CBR tertinggi dengan variasi 12 % kapur, Penelitian ini dilanjutkan dengan membuat sampel menggunakan variasi dengan nilai CBR tertinggi tersebut, lalu lakukan pemeraman dengan durasi 7, 14, 21 dan 28 hari dan setelah dilakukan percobaan, didapat hasil sebagai berikut :

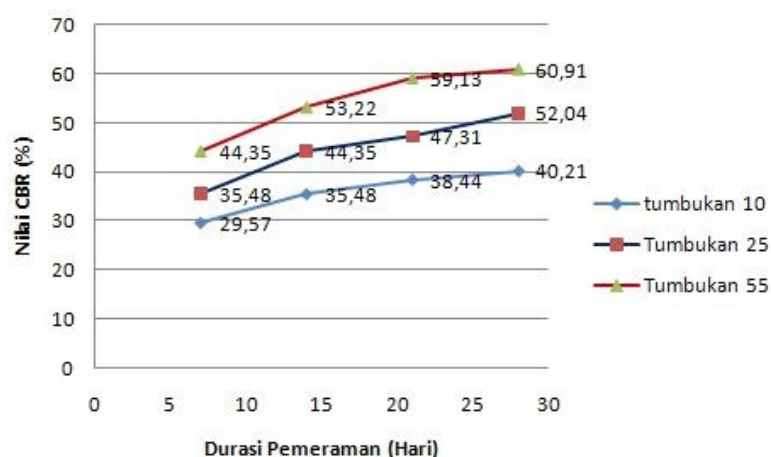


Gambar 4. Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran Matos dan Kapur Waktu Pemeraman

Peningkatan nilai CBR pada masing masing waktu pemeraman dapat dilihat pada grafik dan peningkatan nilai CBR pada hari ke 21 menuju hari ke 28 sudah tidak terlalu signifikan namun tetap meningkat. Dan peningkatan pada hari ke 0 menuju hari ke 7 pemeraman adalah peningkatan paling signifikan Hal ini disebabkan kapur bereaksi dengan mineral lempung dalam tanah, atau dengan butiran halus yang lain. (komponen *pozzolanik* seperti *silica hydrous*), untuk membentuk ikatan antara air dan gel yang tidak dapat larut dari kalsium silikat, yang mengikat partikel-partikel tanah.

4.3.4. Hubungan Nilai CBR Pemadatan Setiap Lapisan Dengan Durasi Pemeraman

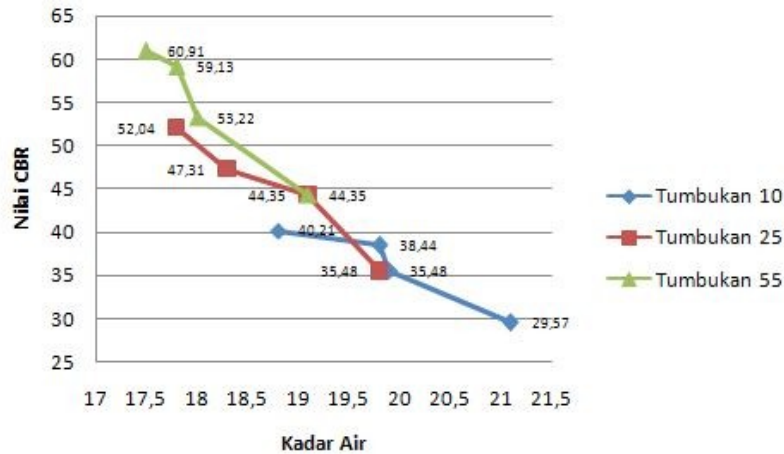
Pada penelitian ini dilakukan pengujian nilai CBR dengan menggunakan pukulan 10, 25, dan 55 tiap lapisan nya dan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 5. Perbandingan Nilai CBR Dengan Durasi Pemeraman Disetiap Variasi Tumbukan

Pada grafik diatas dapat di lihat bahwa semakin jumlah pukulan dan waktu pemeraman semakin banyak dan lama, maka nilai CBR yang di dapat jadi lebih tinggi karna selain tanah yang semakin padat pada waktu pemeraman 28 hari reaksi kimia yang di timbulkan antara tanah dan kapur semakin maksimum.

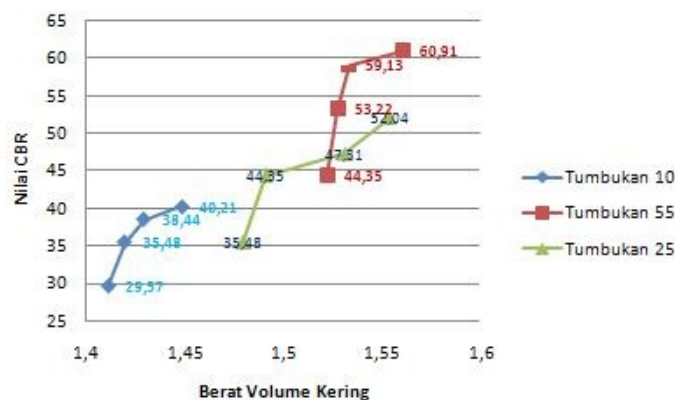
4.3.5. Hubungan Nilai CBR dengan Nilai Kadar Air Disetiap Variasi Pemadatan



Gambar 6. Perbandingan Nilai CBR Dengan Kadar Air Disetiap Variasi Tumbukan

Diantara variasi variasi sebelumnya, pada variasi pemadatan 55 tumbukan memiliki nilai kadar air yang lebih kecil. ini karna semakin banyak jumlah tumbukan maka air yang terkandung dalam tanah akan terkuras sehingga nilai kadar air menjadi semakin kecil. Dan semakin kecil kadar air berarti reaksi kimia antara kapur matos dan tanah dalam keadaan maksimal. Karena sifat kapur ketika terkena air ia akan terjadi reaksi kimia sehingga membuat air menguap

4.3.6. Hubungan Nilai CBR dengan Berat Isi Kering

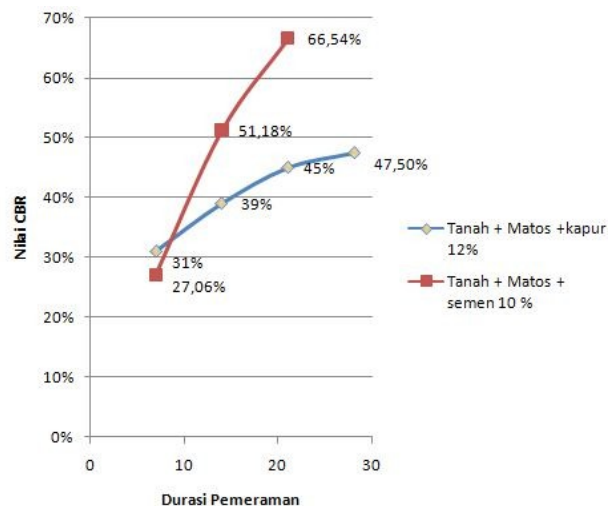


Gambar 7. Perbandingan Nilai CBR Dengan Berat Isi Kering Disetiap Variasi Tumbukan

Data selanjutnya yang dapat diuraikan yaitu berat isi kering tanah di setiap variasi tumbukan dan variasi pemeraman. Pada grafik dapat dilihat bahwa nilai berat isi kering meningkat seiring dengan meningkatnya nilai CBR. Hal ini menunjukkan bahwa berat isi kering berpengaruh terhadap nilai CBR dan daya dukung tanah. Karena sesuai sifat kapur yaitu hidrasi maka semakin lama pemeraman pada tanah, waktu hidrasi akan semakin lama yang membuat waktu reaksi makin maksimal, sehingga ruang ruang tanah menjadi sedikit dan semakin sedikit ruang pori pada tanah maka kekuatan tanah untuk menahan beban akan semakin besar.

4.4. Perbandingan Nilai CBR Dengan Penelitian Sebelumnya Dengan Menggunakan Additive yang Berbeda

Nilai CBR tanpa rendaman untuk campuran kapur dan matos akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh M. Aditya Revando (2013) yang mengenai studi daya dukung tanah lempung lunak menggunakan campuran semen dan matos. Penelitian tersebut menitik beratkan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) tanah lempung yang distabilisasi dengan semen dan tambahan *aditive* matos, tanah lempung lunak juga diambil dari daerah yang sama yaitu Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur – Provinsi Lampung. Pembuatan sampel dilakukan dengan cara mencampur tanah asli dengan 0.4 kg semen dan 3,472 gr matos, serta digunakan metode *modified proctor* dan variasi pemeraman 0, 1, 7, 14, dan 21 hari



Gambar 7. Perbandingan Nilai CBR Campuran Kapur + Matos dan Campuran Semen + Matos (*Modified Proctor*)

Dilihat dari gambar diatas maka dapat disimpulkan bahwa nilai CBR campuran kapur dan matos secara umum lebih kecil di bandingkan dengan matos dan semen. Pada campuran kapur nilai CBR tertinggi terdapat pada variasi 12% dan pemeraman 28 hari sedangkan untuk campuran semen dan matos nilai CBR terbesar nya terdapat pada variasi 10% semen dan pemeraman 21 hari, dan sangat memungkinkan apabila campuran semen dan matos di peram hingga 28 hari maka nilai CBR akan lebih tinggi dari 66,54 %. Namun pada pemeraman sampai hari ke 7 nilai CBR kapur lebih besar dari pada semen dikarenakan kapur memiliki sifat yang cepat bereaksi jika tercampur dengan air dibandingkan semen. Namun ketika pemeraman melebihi dari 7 hari maka nilai semen akan lebih tinggi dari pada kapur sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa dari segi

kekuatan campuran semen lebih baik di bandingkan kapur namun jika di lihat dari aspek ekonomi kapur jauh lebih terjangkau dari pada semen .

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Desa Sidorejo Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan termasuk dalam kategori tanah lempung lunak plastisitas tinggi dengan nilai *Plasticity Index* yang tinggi >11%. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7 sub kelompok A-7-5.
2. Dari hasil pengujian pemadatan *modified proctor*, penambahan jumlah variasi kapur terbukti meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_d) secara *continue* .sedangkan nilai kadar air optimum(ω_{opt}) tidak mengalami peningkatan maupun penurunan yang signifikan.
3. Dari hasil pengujian CBR tanpa rendaman dengan pemadatan *modified proctor* didapatkan peningkatan nilai CBR pada tanah campuran kapur dan matos. Peningkatan tertinggi pada pemadatan *modified proctor* peningkatan terbesar terjadi pada penambahan matos dan kapur 12 % atau sebesar 14 ,2 % dari CBR tanah asli. Dikarenakan pada campuran 12 % jumlah kapur + matos untuk mengikat dan mengisi pori-pori tanah lempung paling efektif dan tidak menutup kemungkinan akan meningkat seiring penambahan jumlah kapur
4. Pada penelitian ini nilai CBR tanpa rendaman dengan pemeraman 28 hari merupakan pemeraman paling tinggi dengan nilai CBR 45 % namun peningkatan paling signifikan terjadi pada pemeraman 0 sampai 7 hari yaitu sebesar 13,5 % . setelah itu tetap terjadi peningkatan namun tidak setinggi peningkatan pada pemeraman sampai hari ke 7. Hal ini dikarenakan sifat hidrasi kapur yang cepat terhadap air yang terkandung pada tanah lempung yang membuat sementasi menjadi lebih cepat.
5. Penggunaan matos dan kapur dapat meningkatkan nilai CBR tanpa rendaman tanah lempung Desa Sidorejo, Kecamatan Sidumulyo, Kabupaten Lampung Selatan – Provinsi Lampung. Peningkatan terjadi dikarenakan reaksi kimia antara matos dan kapur dengan tanah lempung cukup efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002, *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*, Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., 1995, *Mekanika Tanah I*, Erlangga, Jakarta.
- Canonica, Lucio, 1991, *Memahami Mekanika Tanah*, Angkasa, Bandung.
- Craig, R.F. 1991 . *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wesley, L. D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Percetakan Umum, Jakarta.
- Widodo, Teguh, Imron Qosari, Rahmat, 2011, *Efektifitas Penambahan Matos Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus*, Universitas Janabadra Yogyakarta, Yogyakarta.
- Adha, Idharmahadi. 2011, *Penuntun Praktikum Mekanika Tanah II*, Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.

- Revando, M. Aditya, 2013, Study Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Menggunakan Matos, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- PT. Watukali Capita Ciptama. *Matos Book*. PT. Watukali Capita Ciptama. Yogyakarta.
- ASTM, 1989, Annual Book of Standard: Soil and Rock; Building Stones; Peats. Vol 4.08.
- Lab. Mektan UGM, 2010, Laporan Mekanika Tanah Tentang Kandungan Kimiawi yang terdapat di Matos, Program Diploma Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.