

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ABU SEKAM PADI DAN MATOS TERHADAP NILAI CBR (*California Bearing Ratio*) TANAH LEMPUNG DITINJAU DARI WAKTU PEMERAMAN

Sindu Abadi Sampurna¹⁾

Iswan²⁾

Ahmad Zakaria³⁾

Abstract

Soils have different types and different carrying capacity. One of them is clay soil that has the low carrying capacity. Viewed from the rapid development of infrastructure in Indonesia, does not rule out the possibility that the infrastructure built in areas with clay soil types. Given the small carrying capacity of the clay, the soil should be improved in order to support the development of a construction.

Soil improvement with an additional mixture of rice husk ash and matos as stabilizer can improve soil quality. This research was conducted with rice husk ash mixture of 6%, 8%, 10%, and 12% and matos with level 3,3898% gr. Then, curing for 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days without immersion.

Research in laboratory showed that 28 days of curing with 12% rice husk ash mixture had the highest CBR value from other curing durations. Soil clay CBR value increased from 7.3% to 31.8%. This shows that the ash mixture of rice husk and matos is quite effective in increasing the carrying capacity of clay soil.

Keywords : *Matos, CBR, Rice Husk Ash*

Abstrak

Tanah memiliki berbagai macam jenis dan daya dukung yang berbeda. Salah satunya adalah tanah lempung yang memiliki daya dukung rendah. Melihat dari pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, tidak menutup kemungkinan bahwa infrastruktur di bangun di daerah yang memiliki jenis tanah lempung. Mengingat kecilnya daya dukung tanah lempung, maka harus dilakukan perbaikan tanah agar dapat menunjang pembangunan sebuah konstruksi.

Perbaikan tanah dengan campuran additive abu sekam padi dan matos sebagai stabilizer dapat meningkatkan mutu tanah. Penelitian ini dilakukan dengan campuran abu sekam padi sebesar 6%, 8%, 10%, dan 12% serta matos dengan kadar 3,3898 gr. Kemudian diperam selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari tanpa rendaman. Penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa pemeraman selama 28 hari dengan campuran abu sekam sebesar 12% memiliki nilai CBR tertinggi dari durasi pemeraman lainnya. Nilai CBR tanah lempung meningkat dari 7,3% menjadi 31,8%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran abu sekam padi dan matos cukup efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung.

Kata kunci : *Matos, CBR, Abu Sekam Padi.*

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.

³⁾ 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

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR).

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.

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* abu sekam padi 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* abu sekam padi, sehingga diharapkan akan dapat disimpulkan bahwa matos ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk stabilisasi tanah dengan zat *additive* abu sekam padi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lapis Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar. Sifat dari lapisan-lapisan perkerasan jalan adalah memikul dan menyebarkan beban-beban lalu-lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Akan tetapi, jika kondisi tanah kurang baik mutunya sebagai lapis pondasi dengan fungsinya masing-masing maka perlu dilakukan suatu tindakan perbaikan tanah dan salah satunya dengan cara menstabilisasinya. Adapun lapisan-lapisan tersebut adalah :

- a). Lapis permukaan, yang merupakan lapisan yang terletak paling atas
- b). Lapisan tanah dasar, yang merupakan lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya.

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, 1992).

2.2.1. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu, 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 klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar dan tanah dasar.

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

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampatan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil.

2.4. Stabilisasi Tanah

Tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada guna menaikkan daya dukung tanah. 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 (*Additiver*), 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 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan bahan hasil sampingan dari produk pertanian yang dinilai hanyalah limbah. Akan tetapi sekam padi apabila dibakar memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silika tinggi, rata-rata SiO₂ yaitu 91,72% dengan pozzolanic activity index sebesar 87%. Pozzolan ini mengandung sifat sementasi jika bercampur dengan air.

Abu sekam padi sebagai *filler*. Fungsi dari *filler* adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran. Disamping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (Mutohar, 2002).

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 gr/cm₃ dan kelarutan dalam air 1:3 (Lab. Mektan UGM, 2010)

Matos menghilangkan efek penghambatan ikatan ion, sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negatif (anion), sehingga *kation* Ca⁺⁺ dapat mengikat langsung dengan mudah pada partikel tanah dan membantu menyuplai lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam *aluminium silica* sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi diantara partikel tanah.

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 terkandung dalam tanah berbeda-beda pada setiap kondisi tersebut yang mana bergantung pada interaksi antara partikel mineral lempung. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dibedakan ke dalam empat (4) keadaan dasar, yaitu : padat (*solid*), semi padat (*semi solid*), plastis (*plastic*), dan cair (*liquid*).

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.

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%).

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.

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. Sekam padi yang dapat diambil di lahan pertanian.

3.4. Data Penelitian

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

1. Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 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

2. Data 2

Data 2 merupakan data penelitian yang merupakan hasil pengujian campuran antara tanah lempung + abu sekam padi + *matos* dan air pada kadar air optimum. Data 2 yang akan didapat dari penelitian ini berupa :

- a. Nilai CBR

3.5. Metode Pencampuran Sampel

Metode pencampuran tanah asli adalah :

1. Abu sekam padi dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan kadar abu sekam padi 5%, 8%, 10 dan 12%.
2. Matos dilarutkan dengan air pada kadar air optimum lalu dicampur pada tanah + abu sekam padi, kadar campuran *matos* 1 kg untuk 1m³ tanah asli.
3. Tanah + abu sekam padi yang sudah tercampur Matos dipadatkan lalu dilakukan pengujian CBR.
4. Setelah di dapat variasi abu sekam padi 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 abu sekam padi, 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 abu sekam padi
 - a. Pengujian CBR
3. Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan matos dan abu sekam padi 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 1 kg/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 abu sekam padi.
7. Variasi kadar abu sekam padi 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 abu sekam padi 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 abu sekam padi dan matos 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 abu sekam padi dan matos 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 abu sekam padi dan matos 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 Asli

Hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium yaitu tentang sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Sifat fisik yang diuji berupa uji kadar air, uji berat jenis (Gs), uji analisis saringan, dan uji batas *Atterberg*. Sedangkan sifat mekanik berupa uji pemadatan dan uji CBR.

4.1.1. Uji Kadar Air

Dari hasil percobaan maka didapat nilai kadar air sebesar 50,16%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Berdasarkan pengujian kadar air maka tanah tersebut merupakan tanah lempung yang berkisar antara 30-50%.

4.1.2. Uji Berat Jenis (Gs)

Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan di laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak dua sampel dengan kondisi tanah yang sama. Diperoleh berat jenis rata-rata dari butiran sampel tanah asli tersebut adalah sebesar 2,4349. Hasil ini menunjukan bahwa sampel tanah tersebut termasuk dalam golongan tanah lempung.

4.1.3. Uji Batas *Atterberg*

Dari hasil percobaan maka didapat nilai batas cair (LL) sebesar 74,112%, batas plastis (PL) sebesar 35,44%, dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 38,669%.

4.1.4. Uji Analisis Saringan

Dari hasil pengujian analisis saringan pada tanah tersebut memiliki persentase lolos saringan No. 200 (0,075 mm) sebesar 82,79%. Menurut sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) tanah tersebut termasuk kedalam tanah berbutir halus (lempung).

4.1.5. Uji Pemadatan

Pengujian Pemadatan tanah bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan dan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum serta berat isi kering maksimum dalam tanah tersebut yang kemudian nilainya akan digunakan dalam penambahan air pada pengujian CBR. Dari hasil pengujian sampel di laboratorium didapatkan hasil kadar air optimum sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Optimum

No	Sampel Tanah	KAO (%)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)
1	Sampel tanah asli	21,5	1475
2	Tanah + Abu sekam padi 5%	22,9	1400
3	Tanah + Abu sekam padi 8%	24,1	1420
4	Tanah + Abu sekam padi 10%	25,1	1390
5	Tanah + Abu sekam padi 12%	27	1360

4.1.6. Uji CBR Tanah Asli

Harga CBR merupakan salah satu ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu. Dari pengujian CBR diperoleh nilai CBR tanah asli sebesar 7,3%.

4.2. Klasifikasi 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).

³⁾ 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

4.3 Hasil Pengujian Sampel Tanah dengan Abu Sekam Padi Dan *Matos*

4.3.1. Hasil Pengujian CBR Tanpa Pemeraman

Pengujian CBR tanah tanpa pemeraman di laboratorium terhadap tanah stabilisasi dengan variasi penambahan abu sekam padi dan matos diperoleh hasil yang disajikan pada tabel.

Tabel 2. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi abu sekam padi

Variasi Abu Sekam Padi (%)	Nilai CBR Tanah (%)
5	12,4
8	15,2
10	17,6
12	18,2

Dari percobaan ini didapatkan nilai CBR *maximum* pada variasi penambahan abu sekam padi sebesar 12%. Selanjutnya penelitian akan dilanjutkan dengan pemeraman sampel tanah berdasarkan variasi abu sekam padi sebesar 12%.

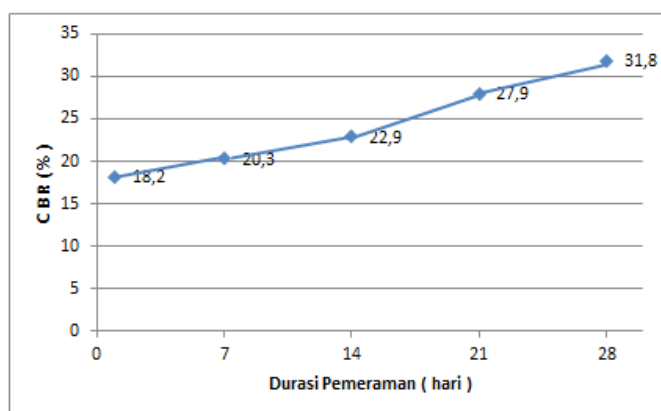
4.3.2. Hasil Pengujian CBR Pemeraman dengan Variasi Abu Sekam Padi *Maximum*

Pengujian CBR tanah di laboratorium terhadap tanah stabilisasi dengan peningkatan durasi waktu pemeraman diperoleh hasil yang disajikan pada tabel.

Tabel 3. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman

Durasi Pemeraman (hari)	Nilai CBR Tanah (%)
7	20,3
14	22,9
21	27,9
28	31,8

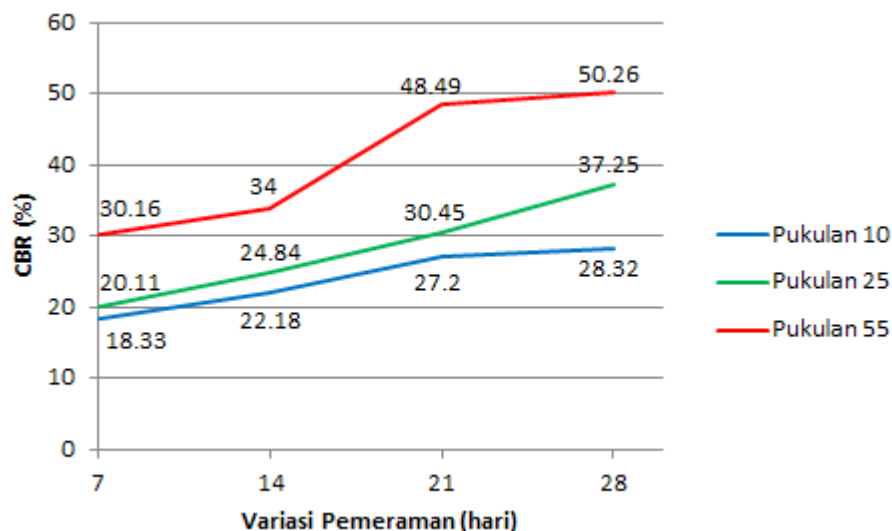
Hubungan antara nilai CBR pada setiap peningkatan durasi waktu pemeraman disajikan pada gambar.



Gambar 1. Hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR

Dari Tabel 3, dan Gambar 1, terlihat bahwa nilai CBR mengalami kenaikan sesuai dengan peningkatan durasi waktu pemeraman. Hal ini disebabkan akibat penambahan *Matos* yang menguraikan lapisan air yang mengelilingi butiran tanah sehingga menyebabkan proses terjadinya *absorpsi* air dan pertukaran ion oleh abu sekam menjadi lebih efektif dan cepat sehingga akan meningkatkan daya ikat antar butiran dan akhirnya akan meningkatkan kemampuan saling mengunci (*interlocking*) antar butiran tanah.

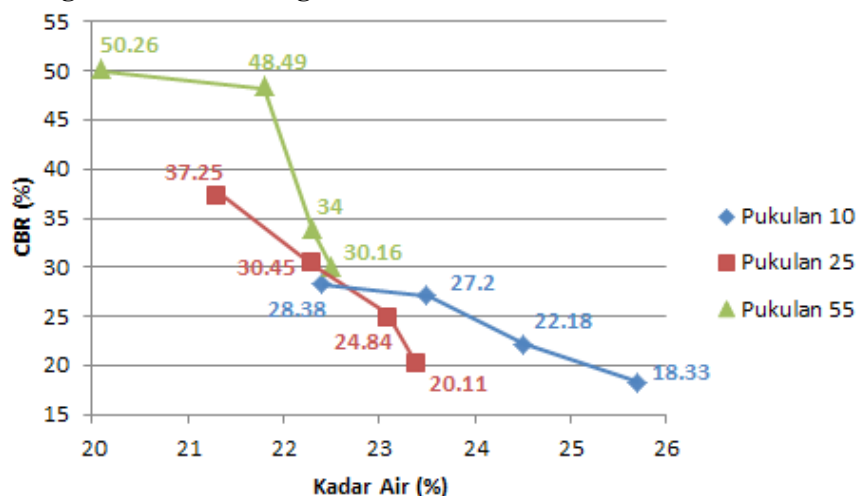
4.3.3. Hubungan Nilai CBR dengan Variasi Pukulan



Gambar 2. Hubungan nilai CBR dengan Variasi Pukulan

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai CBR pada setiap pukulan terus meningkat sesuai dengan durasi pemeraman. Hal ini terjadi karena penambahan *matos* yang menguraikan air sehingga menyebabkan proses sementasi terhadap silika yang terkandung dalam abu sekam padi.

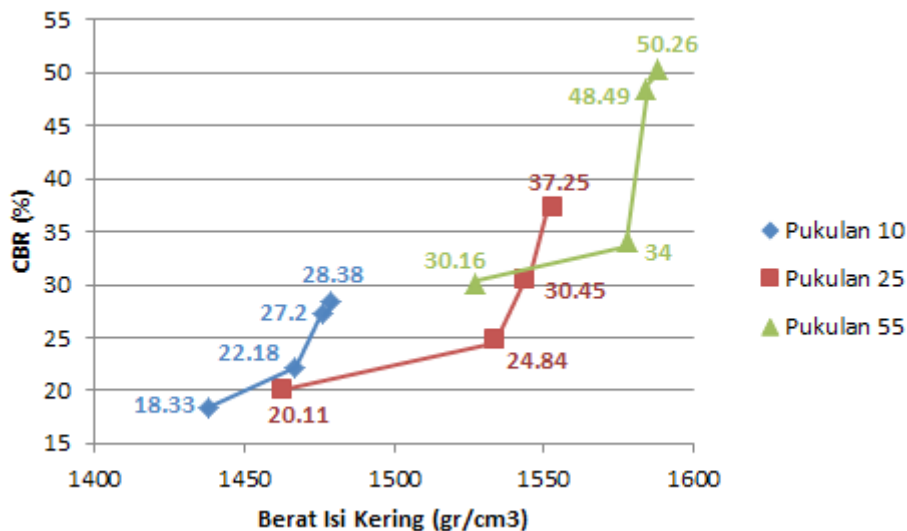
4.3.4. Hubungan Nilai CBR dengan Kadar Air



Gambar 3. Hubungan nilai CBR dengan Kadar Air

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai CBR berbanding terbalik dengan nilai kadar air. Semakin tinggi nilai CBR maka semakin kecil nilai kadar air. Pada Hal ini terjadi karena pukulan (pemberian beban) mengakibatkan air keluar dari rongga tanah sehingga menyebabkan tanah semakin kering dan meningkatkan nilai CBR tanah.

4.3.5. Hubungan Nilai CBR dengan Berat Isi Kering



Gambar 4. Hubungan nilai CBR dengan Berat Isi Kering

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin semakin besar nilai CBR tanah maka semakin besar nilai berat isi kering. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya tanah dalam sampel menyebabkan tanah menjadi padat sehingga meningkatkan kekuatan tanah.

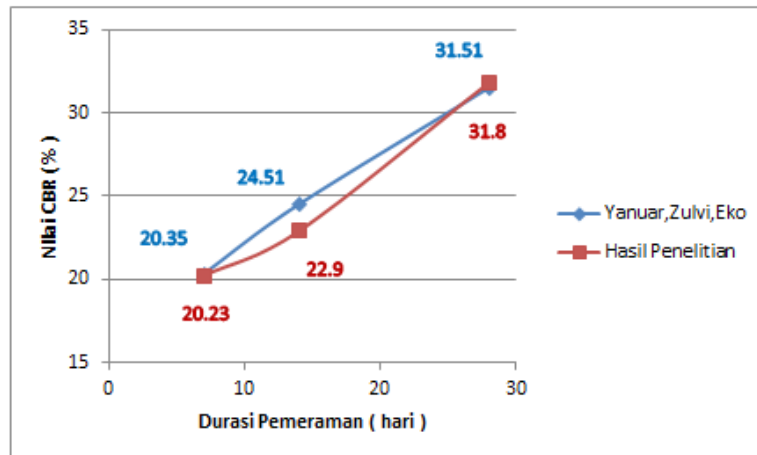
4.3.6. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian pada jurnal teknik oleh Yanuar Eko Widagdo dkk pada tahun 2014 mengenai Pengaruh Lama Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR Dan *Swelling* Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Semen didapat nilai CBR seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman

Durasi Pemeraman (hari)	Nilai CBR Tanah (%)
7	20,35
14	24,51
21	31,5

Dan grafik hubungan antara nilai CBR pada setiap peningkatan durasi waktu pemeraman disajikan pada gambar di bawah ini.



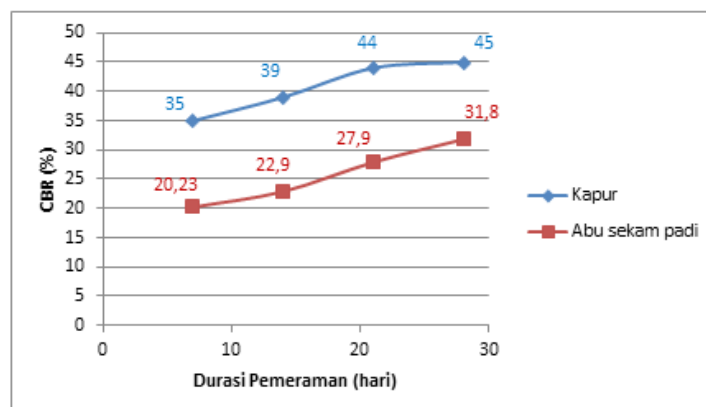
Gambar 5. Hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR

Dari Grafik di atas terlihat bahwa nilai CBR tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan oleh Yanuar Eko Widagdo dkk (2014). Hal tersebut menunjukkan bahwa tanah yang distabilisasi dengan abu sekam padi dan matos memiliki nilai daya dukung tanah yang sama dengan tanah lempung yang distabilisasi dengan abu sekam padi dan semen.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian oleh Rizki Prinanda Umar pada tahun 2018 mengenai Perbaikan Daya Dukung Tanah Dasar Lempung Yang Distabilisasi Dengan *Additive* Kapur dan *Matos* Ditinjau Dari Waktu Pemeraman, didapat nilai CBR seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 5. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman

Durasi Pemeraman (hari)	Nilai CBR Tanah (%)
7	35
14	39
21	44
28	45



Gambar 6. Hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR

Terlihat dari Grafik di atas bahwa nilai CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur lebih tinggi dibandingkan dengan abu sekam padi. Tetapi penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah dasar sudah mencukupi standar untuk digunakan sebagai subgrade. Ditinjau dari segi harga, abu sekam padi relatif lebih murah jika dibandingkan dengan kapur dan semen. Sehingga penggunaan abu sekam padi lebih efisien jika dilihat dari segi harga satuan itu sendiri.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung yang distabilisasi menggunakan *Matos* dan zat *aditive* abu sekam padi diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan – Provinsi Lampung yang merupakan jenis tanah lempung.
2. Penggunaan *Matos* dan abu sekam padi sangat efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung.
3. Pada pengujian CBR tanah stabilisasi dengan waktu pemeraman tanpa rendaman 7 , 14, 21 dan 28 hari. Peningkatan nilai CBR konstan terjadi seiring penambahan durasi pemeraman.
4. Pemakaian campuran *Matos* sebagai bahan stabilisasi dan abu sekam padi sebagai zat *aditive* terhadap tanah lempung dapat menjadi alternatif bahan stabilisasi lainnya seperti semen. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan nilai CBR tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan matos yang dibandingkan dengan tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan semen. Dan memiliki nilai CBR yang tidak jauh berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E, 1991, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah I*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 1992, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hendarsin, Shirley L, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Jurusan Teknik Sipil-Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Mutohar, Y., 2002, *Pengaruh Penggunaan Filler Fly Ash Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- PT. Watukali Capita Ciptama, 2016, *Matos The Real Soil Stabilizer*, Diakses dari <https://indonetnetwork.co.id/> pada tanggal 10 Oktober 2017

- Terzaghi, K., Peck , R. B. 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga, Jakarta.
- Umar, Rizki Prinanda. 2018, *Perbaikan Daya Dukung Tanah Dasar Lempung Yang Distabilisasi Dengan Additive Kapur Dan Matos Terhadap Lama Waktu Pemeraman*. Universitas Lampung, Lampung
- Widagdo, Eko Y, Yulvi Zaika, Eko Suryo, 2014, *Pengaruh Lama Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Semen*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Widodo, Teguh, Imron Qosari, Rahmat, 2011, *Efektifitas Penambahan Matos Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus*, Universitas Janabadra. Yogyakarta.