

# PENGARUH SERAPAN AIR TERHADAP SOIL SEMEN PADA TANAH LEMPUNG BERCAMPUR PASIR DITINJAU DARI KETERLAMBATAN WAKTU PEMERAMAN

Sugito  
Dosen Tetap Fakultas Teknik UBL

## ABSTRAK

Tanah yang digunakan sebagai tanah dasar (*sub grade*) pada suatu struktur pada dasarnya harus memenuhi persyaratan kekuatan dan daya dukung tanah. Namun, banyak dijumpai kondisi tanah yang tidak memenuhi persyaratan kekuatan dan daya dukung sebagai tanah dasar.

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah. Dan seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka semakin banyak metode stabilisasi yang telah dikembangkan. Hal ini dimaksudkan untuk menapatkan tingkat kepadatan dan daya dukung tanah yang maksimum.

Dan salah satu metode stabilisasi tanah yaitu dengan soil semen, dalam penelitian ini akan dilakukan penambahan bahan campuran berupa pasir dengan persentase campuran, untuk pasir 15 % sedangkan persentase semen 0%, 5%, 10%, dan 15 % serta keterlambatan waktu pemeraman yang bervariasi yaitu : 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Kata kunci, Tanah, daya dukung, stabilisasi tanah, soil semen.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam ilmu teknik, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat atau butiran-butiran mineral padat yang tidak bersegmentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah lapuk. Partikel ukurannya yang bermacam-macam dengan variasi yang cukup besar, untuk itu kita perlu mengetahui sifat-sifatnya pada lokasi proyek yang akan kita bangun melalui penyelidikan laboratorium.

Apabila di daerah tersebut akan dibangun konstruksi jalan raya, sebelum membangun jalan tersebut aman terhadap longsor dan terhadap kemungkinan lain yang terjadi yang dapat mempengaruhi efektifitas lapisan perkerasan di atasnya, maka kita perlu mengetahui tanah tersebut termasuk jenis tanah yang baik atau tanah yang buruk. Apabila tanah tersebut termasuk jenis tanah yang buruk maka sebaiknya perlu dilakukan sistem perbaikan tanah guna memperbaiki mutu tanah tersebut.

Dalam penelitian ini masalah dititik beratkan pada pengaruh penambahan semen pada kadar tanah lempung bercampur pasir serta keterlambatan waktu pemeraman sebagai bahan campuran guna meningkatkan stabilitas tanah pada lapisan tanah yang kurang baik. Pada umumnya tanah lempung tidak memenuhi syarat sebagai tanah yang baik. Penelitian ini dicoba agar kita dapat mengetahui seberapa besar pasir dan semen dapat meningkatkan kekuatan tanah tersebut, sehingga nilai CBR nya dapat diketahui.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka masalah yang ada dapat di rumuskan sebagai berikut : apakah pengaruh campuran pasir dan semen serta proses keterlambatan waktu pemeraman tanah tersebut dapat meningkatkan kekuatan tanah.

### 1.3 Batasan masalah

Mengingat terbatasnya waktu serta kemampuan yang dimiliki penyusun dalam

melakukan penelitian terhadap stabilitas tanah ini, maka percobaan-percobaan yang dilakukan sangat terbatas.

Sehingga permasalahan dibatasi pada :

1. untuk mendapatkan tanah lempung berpasir ini kami mengalami sedikit kendala guna memperoleh bahan tersebut sehingga kami mencampurnya antara tanah lempung yang kami dapatkan dari desa rawa selapan kalianda lampung selatan dan kami campur dengan pasir yang berasal dari gunung sugih,
2. Bahan Additive yang digunakan untuk proses stabilisasi tanah adalah semen dengan prosentase : 0%, 5%, 10%, dan 15%.
3. Pengujian kekuatan daya dukung tanah yang dilakukan adalah pengujian California Bearing Ratio (CBR).

#### 1.4 Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki kegunaan antara lain :

- a. Sebagai pertimbangan dalam proses penambahan bahan campuran (additive) dan dalam proses pekerjaan perbaikan tanah, terutama ditinjau dari nilai CBR
- b. Sebagai sumbangan ilmu pengetahuan terhadap dunia pendidikan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi 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 tersebut. (Das,1995). Sedangkan menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu unsur-unsur berikut :

- a. Berangkal (Boulder) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 200 – 300 mm dan untuk kisaran-kisaran 150 – 250 mm, batuan ini disebut kerakal (cobble) / pebbles.

#### b. Klasifikasi sistem AASHTO

Sistem klasifikasi tanah AASHTO pada awalnya dikembangkan pada tahun 1920-an

- b. Kerikil (gravel) adalah partikel batuan yang berukuran 5mm – 150 mm.
- c. Pasir (sand) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, yang berkisar dari kasar (3 mm – 5 mm) sampai halus (<1 mm).
- d. Lanau (silt) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,074 mm.
- e. Lempung (clay) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002 mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah kohesif.
- f. Koloid (colloids) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,001 mm.

### 2.2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah sangat membantu perencanaan dan memberikan pengarahannya melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang terdahulu. Namun tidak mutlak, karena perilaku tanah sukar diduga. Banyak kegagalan konstruksi disebabkan masalah tanah.

System klasifikasi tanah adalah metode sistematis yang digunakan untuk membedakan serta menunjukkan dengan tepat masing-masing sifat bahan-bahan lempung, pasir, kerikil, dan batu-batuan yang besar.

#### a. Klasifikasi sistem USCS

Sifat tanah ditentukan oleh ukuran butiran dan gradasi butirannya. Sistem klasifikasi tanah yang paling terkenal dikalangan para ahli Teknik tanah dan pondasi adalah sistem Unified. Sistem ini pertama kali dikembangkan oleh Casagrande (1948) dan dikenal sebagai system klasifikasi Airfield, Yang pada intinya membedakan tanah atas 3 (tiga) kelompok besar yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, kurang dari 50% lolos saringan NO. 200
2. Tanah berbutir halus, lebih dari 50% lolos saringan NO. 200
3. Tanah organik, dapat dikenal dari warna, bau, dan sisa-sisa tumbuhan yang terkandung didalamnya.

oleh U. S Bureau of public roads guna mengklasifikasikan tanah untuk pemakaian lapisan jalan raya.

Menurut system ini tanah dibagi menjadi 6 kelompok yang diberi nama dari A-1 sampai dengan A-8 merupakan kelompok tanah organik yang revisi terakhir pada AASHTO diabaikan, karena kelompok ini tidak stabil sebagai bahan lapisan perkerasan. Pada system ini sebelum pengklasifikasian tanah dilakukan pengujian batas cair, batas plastis, dan analisa saringan.

### 2.3. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Sistem ini relative sederhana karena hanya didasarkan pada system distribusi ukuran butiran tanah yang membagi tanah dalam beberapa kelompok, yaitu :

- Pasir : Butiran dengan diameter 2,0 – 0,05 mm
- Lanau : Butiran dengan diameter 0,05 – 0,002 mm
- Lempung : Butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,02 mm

### 2.4 Sifat-sifat Fisis Tanah dan Kekuatan Tanah

#### 2.4.1 Berat Jenis dan Kadar Air Tanah

- a. **Berat jenis tanah**, adalah perbandingan antar berat isi butir tanah dengan berat isi air. Berat jenis dinyatakan sebagai bilangan saja. Nilai rata-rata yang umum kita jumpai adalah sebesar 2.65 dengan variasi agak kecil, yaitu dibawah atau diatas 2.8.
- b. **Kadar air**, adalah perbandingan antara berat air dengan isi air. Kadar air tanah selalu dinyatakan dalam persen dan nilai yang umum kita jumpai berkisar antara 0 sampai 200 atau 300 %. Pada kadar air biasa adalah 15 % sampai 100 %.

#### 2.4.2 Batas-batas Atterberg (*Batas Konsistensi*)

Batas-batas konsistensi ini ditemukan oleh A. Atterberg seorang ahli tanah bekebangsaan swedia pada tahun 1911. Ada empat batas konsistensi tanah yaitu :

1. Batas susut (*Shrinkage Limit*)
2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)
3. Batas Cair (*Liquid Limit*)
4. Batas Lengket (*Sticky Limit*)

### 2.5. Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan dengan memperkecil jarak antara partikel-partikelnya sehingga terjadi penyusutan (*reduksi*) volume udara.

Pemadatan berfungsi :

1. Meningkatkan kekuatan tanah sehingga meningkatkan daya dukung pondasi diatasnya.
2. Mengurangi besarnya penurunan tanah.
3. Meningkatkan kemantapan lereng timbunan.

#### a. Prinsip Pemadatan

Pada pemadatan diperlukan energi yang sama, nilai kepadatan tanah yang diperoleh akan berbeda-beda tergantung pada kadar air (*water content*) dan berat volume kering (*dry density*) tanah itu. Pada kadar air mencapai optimum jika berat volume kering maksimum . Pada kadar air optimum, akan dihasilkan tingkat pemadatan yang maksimum yang mengakibatkan angka pori menjadi minimum sehingga koefisien permeabilitas menjadi minimum, makin rendah kadar air optimum maka makin besar berat isi kering maksimumnya.

#### b. Teknik Pemadatan

Teknik pemadatan laboratorium adalah dengan uji proctor (*Proctor compaction test*), yang meliputi 3 percobaan yaitu:

- a. Uji Proctor Standar (*Standar Proctor Test*)  
Pada pengujian ini tanah didapatkan dalam sebuah cetak silinder yang volumenya 1000 cm<sup>3</sup> dan berdiameter 102 mm dengan menggunakan penumbuk khusus (hammer) seberat 2,5 kg dan tinggi jatuh 300 mm. Tanah dipadatkan dalam tiga lapisan yang sama setebal 25,4 mm untuk setiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali.
- b. Uji Proctor Modifikasi (*Modified Proctor Test*)  
Pada pengujian ini cetakan yang dipadatkan dalam lima lapisan dengan menggunakan alat penumbuk seberat 4,5 kg dan tinggi jatuh 450 mm. Setiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali.
- c. Uji Palu Penggetar (*Vibrating Hammer*)  
Pengujian ini digunakan untuk jenis pasir dan kerikil tanah dengan volume sebesar

2360 cm<sup>3</sup> ditumbuk dalam tiga lapisan dengan menggunakan alat pemadat berbentuk lingkaran yang dipasang pada palu penggetar. Masing-masing lapisan dipadatkan dengan periode 60 detik.

### 2.6. California Bearing Ratio (CBR)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1” atau 0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1 “ atau 0,2””. Jadi 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 lalu lintas.

### 2.7. Stabilisasi tanah

Prinsip stabilisasi tanah adalah suatu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan gesernya. Stabilisasi terdiri atas salah satu atau kombinasi pekerjaan dibawah ini :

1. Cara mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas, benda berat yang dijatuhkan, tekanan statis dan sebagainya.
2. Dengan bahan pencampur (*Additive*), seperti kerikil untuk tanah kohesip, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, kapur, abu batu bara, gamping dan sebagainya. (*Josef E. Bowles, 1989 : 201*)

### 2.6 Tanah Lempung

#### 2.6.1 Definisi Tanah Lempung

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim,1953). Suatu tanah dapat digolongkan sebagai tanah lempung jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Mengandung 30% pasir, 40% butiran-butiran ukuran lanau dan 30% butiran-butiran ukuran lempung.
- b. Butiran yang lolos saringan NO. 200 (0,0075 mm) berdasarkan ASTM standard an berukuran < 0,002 mm.
- c. Suatu bahan yang seluruhnya hamper terdiri dari pasir, tetapi ada mengandung jumlah lempung disebut pasir kelempungan.

#### 2.6.2 Sifat Tanah Lempung

1. Sifat Umum Tanah Lempung

Tanah lempung memiliki sifat sebagai berikut :

- a. Warna tanah lempung umumnya coklat-muda dan mengandung batu dengan ukuran (1/2 inci).
- b. Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat.
- c. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
- d. Berkurang kuat gesernya bila kadar air bertambah.
- e. Berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu.
- f. Merupakan material kedap air.
- g. Material tanah yang jelek untuk tanh urug karena menghasilkan tekanan lateral yang tinggi.
- h. Sifat-sifat lain

2. sifat-sifat teknis tanah lempung

#### 2.6.3 Mineral – Mineral Lempung

Pelapukan pada batuan menghasilkan sejumlah besar mineral lempung dengan sifat daya gabung (*Affinity*) yang sama terhadap air, tetapi dengan jumlah yang sangat berbeda (Bowls,1989)

Perilaku sifat tanah lempung sangat tergantung pada komposisi mineral dan unsur-unsur kimianya, lempung dan partikel-partikelnya serta pengaruh lingkungan sekitarnya sehingga untuk dapat memahami sifat dan perilakunya diperlukan pengetahuan tentang mineral dan komposisi mineral lempung.

Komposisi kimia lempung sangat bermanfaat sekali, hal ini karena minerologi adalah factor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk dan sifat-sifat serta kimia dari partikel tanah.

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks yang terdiri 1 atau 2 unit dasar yaitu silikat tetrahedral dan aluminium octahedral.

### 2.7 Semen

#### a. Susunan semen

Semen Portland adalah hasil buatan, yang terjadi karena bersatunya suatu campuran dari kapur (CaCO<sub>3</sub>) dan tanah liat, yang dipijarkan hingga lebur dan berubah menjadi suatu masa batu. Setelah masa batu dingin kemudian dipecah dan diayak.

Bahan dasar pembuatan semen seperti batu kapur, tanah liat, tanah napal dan lain-lain yang mengandung senyawa-senyawa CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan unsur lainnya.

Susunan kimia dai semen mempunyai hubungan erat sekali dengan sifat-sifat semen itu, terutama dengan sifat pengikatnya. Jadi kemampuan dari suatu bahan ikat untuk mengeras dalam air ditetapkan oleh modulus hidrolis, modulus silika, dan modulus aluminanya.

$$\text{Modulus hidrolis} = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Modulus silika} = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Modulus alumina} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan –bahan Penelitian

- Sample tanah yang terdiri dari tanah tidak asli. Tanah diambil dari lokasi desa rawa selapan lampung selatan.
- Semen didapat dari toko bangunan.
- Air, berasal dari laboratorium mekanika tanah fakultas teknik universitas bandar lampung atau memenuhi syarat untuk diminum.

#### 3.2 Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung.

Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan pada contoh tanah tersebut adalah :

- Pengujian terhadap contoh tanah asli
  - Persiapan Sample
  - Pengujian batas atterberg
  - Berat Jenis
  - Pengujian kepadatan
  - Uji CBR
- Pengujian terhadap campuran tanah dengan semen, yaitu :
  - Pengujian batas atterberg
  - Berat Jenis
  - Pengujian kepadatan
  - Uji CBR

Dalam pengujian ini setiap contoh dari masing-masing sample dibuat 4 macam campuran dengan kadar semen yang berbeda-beda, yaitu : 0 , 5 , 10 , dan 15 %.

#### 3.3 Persiapan Sample

Persiapan sample tanah dilakukan dengan pengambilan tanah asli dan tanah terganggu. Pengambilan tanah terganggu diambil dari bagian permukaan sedangkan untuk sample tanah asli diambil dengan menggunakan tabung pada kedalaman 1 meter. Sample tanah terganggu kemudian dikeringkan dan dibersihkan dari kotoran. Sample tanah tersebut kemudian dikemas dan ditempatkan pada tempat yang terlindung dari udara lembab, kotoran dan air.

Metode penelitian sample tanah dilakukan dengan cara tabung untuk sample tanah dan cara bongkar untuk sample tanah tidak asli.

#### 3.4 Metode Campuran Tanah Lunak Semen (*soil semen*)

Pencampuran yang dilakukan untuk masing-masing prosentase semen adalah sebagai berikut :

- Semen dicampur dengan tanah yang telah ditumbuk (tetapi butiran aslinya tidak pecah) dan lolos saringan 4,75 mm (no.4) dengan prosentase 0%,5%,10%, dan 15%.
- Setelah pencampuran telah selesai dilakukan tes pemadatan untuk mendapatkan kadar optimumnya.
- Setelah mendapatkan kadar optimum, kemudian dibuat sample tanah dengan cara pencampuran yang sama dan menggunakan kadar air optimim tersebut.

#### 3.5 Tahapan Pengujian

##### 3.5.1 Pengujian Batas Atterberg

###### 1. pengujian batas cair

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Langkah kerja sesuai dengan ASTM D-4318

Bahan yang digunakan adalah :

- sampel tanah sebanyak 300 gram
- air bersih 300cc

langkah kerja :

- mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan saringan no.40
- mengatur tinggi jatuh mangkuk casagrade sebesar 10 mm
- mengambil sampel tanah yang lolos saringan no.40 sebanyak 150 gram, kemudian diberi air sedikit demi

sedikit dan diaduk sehingga merata, kemudian di masukkan kedalam mangkuk casagrande.

4. meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
5. membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk casagrande dengan menggunakan grooving tool
6. memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu (merapat) sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan.
7. jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali
8. mengambil sebagian keadaan adonan benda uji dengan keadaan adonan yang berbeda sehingga diperoleh empat macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda-beda yaitu dua dibawah 25 ketukan dan dua buah diatas 25 ketukan

## 2. Pengujian batas plastis (plastis limit)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Langkah kerja tersebut sesuai dengan ASTM D-4318.

Bahan yang digunakan :

1. sampel tanah 100 gr
2. air bersih 50 cc

Langkah kerja :

1. mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan saringan no 40
2. mengambil sampel tanah dan dicampur dengan air secukupnya kemudian diaduk hingga merata.
3. mengambil sampel kira-kira sebesar ibu jari dan di besarkan kemudian di gulung-gulung diatas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak atau putus
4. memasukkan benda uji kedalam container, kemudian ditimbang.
5. benda uji dikeringkan dalam oven
6. setelah kering, ditimbang beratnya untuk menentukan kadar air benda uji.

### 3.5.2 Percobaan Kadar Air

Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar air asli dilapangan atau kadar air contoh tanah terganggu. Kadar air tanah adalah perbandingan berat air dalam tanah dengan

berat butiran tanah tersebut dinyatakan dalam persen. Langkah kerja sesuai dengan ASTM D 2216-90

Benda uji :

1. sampel tanah terganggu

Rangkaian kerja :

1. Timbang berat cawan yang digunakan catat beratnya dan no cawan
2. letakkan benda uji tanah yang akan diperiksa dan ditimbang
3. keringkan contoh tanah dalam oven dengan suhu 110<sup>0</sup> C dalam keadaan terbuka selama 12-16 jam atau sampai berat tanah konstan
4. cawan ditutup dan didinginkan dalam desikator
5. timbang berat cawan dan contoh kering
6. pemeriksaan dilakukan dua kali untuk setiap benda uji, sehingga di dapat harga rata-rata.

### 3.5.3 Pengujian Berat Jenis

Tujuannya adalah untuk mengetahui berat jenis tanah pada tanah asli maupun campuran. Langkah kerja sesuai dengan ASTM D- 854

Bahan yang digunakan :

1. sampel tanah yang lolos saringan No. 40 dan telah dikeringkan melalui oven selama 24 jam sebanyak 25 gram.
2. air bersih secukupnya.

langkah kerja :

1. membersihkan picnometer sampai benar-benar bersih dan kering lalu menimbang beratnya, dan disebut W<sub>1</sub>.
2. memasukkan air sampai bagian bawah dari cembung air sampai menunjukkan batas air 500 ml
3. menimbang berat pictometer yang berisi air tersebut, disebut W<sub>4</sub>.
4. mengambil sampel tanah campuran yang akan dicari harga berat jenisnya (Gs) seberat ± 25 gram dan memasukkannya kedalam pictometer yang telah benar-benar bersih dan kering, kemudian diisi air bersih sampai 2/3 penuh.
5. menimbang pictometet + tanah kering, disebut W<sub>2</sub>
6. Menghilangkan udara dari pasta tanah dengan cara memanaskan pictometer yang berisi air dan tanah sampai gelembung-gelembung udara yang ada didalam tanah keluar semua

7. setelah itu pictometer didinginkan sampai dengan suhu ruangan dan ditambah air sampai batas 500 ml dan ditimbang, disebut  $W_3$ .
8. melakukan pengujian sebanyak 2-3 kali, dan hasil dari masing-masing tes tidak boleh lebih dari 2% - 3%.

#### 3.5.4 Pengujian Pemadatan Standar

Tujuannya adalah untuk melakukan pemadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Langkah kerja sesuai dengan ASTM D-698-78.

Bahan yang digunakan :

1. Sample tanah tidak asli 5 kg
2. Air bersih secukupnya

Langkah kerja :

1. Penambahan air
  - a. Mengambil tanah sebesar 5 kg dengan karung goni, setelah itu dijemur.
  - b. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
  - a. Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No.4 (4.75 mm).
  - b. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipisahkan atas lima bagian kedalam plastic masing-masing 1 kg dan diikat.
  - c. Mengambil sebagian butir tanah yang mewakili sample tanah untuk menentukan kadar air awal.
  - d. Mengambil tanah seberat 1 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tangan. Bila tangan dibuka tanah tidak hancur dan tidak lengket di tangan. Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan.
2. Pemadatan tanah.
  - a. Menimbang mold standar 4" beserta alas.
  - b. Memasang collar pada mold, lalu meletakkannya pada alat pemadatan.
  - c. Mengambil salah satu sampel yang telah di tambahkan air sesuai dengan penambahannya. Tanah dibagi dalam tiga bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam

mold dan ditumbuk 25 kali tumbukan. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua dan ketiga.

- d. Melepaskan collar dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan melakukan pisau pemotong.
- e. Menimbang mold berikut alas dan tanah didalamnya.
- f. Mengeluarkan tanah dari mold dengan extruder, ambil bagian tanah (atas dan bawah) dengan menggunakan container untuk pemeriksaan kadar air.
- g. Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapat lima data pemadatan. Memberikan alat-alat yang telah digunakan.

#### 3.5.5 Pengujian CBR

Tujuannya untuk menentukan nilai CBR tanah sampel yang telah dicampur dengan kapur sehingga diketahui kuat hambatan tanah tercampur kapur sehingga diketahui kuat hambatan tanah tercampur kapur terhadap penetrasi pada kadar air optimum.

Bahan yang digunakan :

1. Sampel tanah terganggu
2. Air secukupnya.

Langkah kerja :

- a. Menyiapkan 3 sampel tanah yang lolos saringan No.4 masing-masing sebanyak 5 kg dan ditambah sedikit untuk mengetahui kadar airnya.
- b. Menambahkan air yang didapat pada campuran (sampel) dan diaduk hingga merata.
- c. Memasukkan sampel kedalam mold lalu menumbuk secara merata. Melakukan penumbukan sampel dalam mold melalui 3 lapisan, dan banyaknya tumbukan pada masing-masing sampel adalah sebagai berikut :
  - 1) Sampel 1 : Setiap lapisan ditumbuk 10 kali
  - 2) Sampel 2 : Setiap lapisan ditumbuk 25 kali
  - 3) Sampel 3 : Setiap lapisan ditumbuk 56 kali

- d. Melepaskan collar dan meratakan sampel dengan mold. Lalu menimbang mold berikut sampel tersebut.
- e. Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar airnya.
- f. Melembabkan sampel selama 3 x 24 jam dan setelah itu merendam sampel itu didalam bak air selama 4 x 24 jam, setelah itu melakukan pengujian kekuatan CBR.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli

Dari pengujian awal terhadap sampel tanah asli terhadap sifat fisik dan sifat mekanika tanah, diperoleh hasil sebagai berikut (tabel 4.1) :

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanisme Tanah Asli**

No	Pengujian	Hasil yang Diperoleh
1	Batas - Batas Atterberg	50,25%
	a. Batas Cair (LL)	31,47%
2	b. Batas Plastis (PL)	18,83%
3		37,90%
4	c. Indeks Plastis Gradasi Lolos Saringan Np. 200	2,44%
	Berat Jenis	1.32 gr/cm <sup>3</sup> 29,10%
		3,45

Hasil analisa saringan terhadap sampel tanah yang lolos saringan No. 200 adalah 37,90%. Berdasarkan data tersebut tanah diklasifikasikan dengan cara sebagai berikut :

- Sistem USCS : CH
- Sistem AASHTO : A-7-5

##### 4.2 Hasil Pengujian Sampel Tanah Lempung Bercampur Pasir Denga Campuran Semen

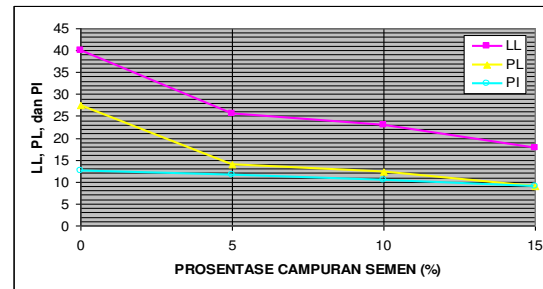
###### 4.2.1 Hasil Pengujian Batas Atterberg

Hasil pengujian batas atterberg tanah lempung bercampur pasir dengan campuran semen 0%, 5%, 10%, dan 15% ditunjukkan pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Nilai Batas Atteberg Tanah Lempung Bercampur Pasir dengan Campuran Semen**

Campuran	LL	PL	PI
----------	----	----	----

1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	40,00	27,39	12,61
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	25,50	14,01	11,49
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	23,00	12,43	10,47
	17,85	8,9	8,95



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Prosentase Campuran Semen dengan Nilai LL, PL, dan PI

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang teresap (*adsorbed water*) disekeliling permukaan dari partikel lempung. Dengan ditambahkan suatu zat (*ion-ion positif*) yang dapat menetralkan tanah lempung. Zat yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen yg mengandung ion-ion positif.

Dengan berkurangnya sifat kohesif tanah lempung tersebut kemampuan serap air berkurang. Yang mengakibatkan berkurangnya nilai batas cair dan indeks plastis. Selain ion-ion positif kerapatan pori-pori tanah juga berpengaruh terhadap kohesif tanah, semakin rapat pori-pori tanah juga berpengaruh terhadap kohesif tana, semakin rapat pori-pori tanah akan semakin kecil sifat kohesif tanah. Perbaikan gradasi merupakan salah satu upaya agar kerapatan pori-pori tanah meningkat.

###### 4.2.2 Hasil Pengujian Berat Jenis

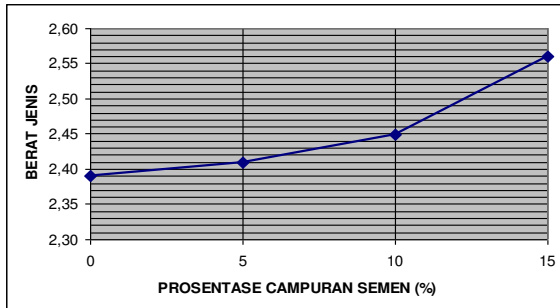
Dari pengujian berat jenis tanah lempung bercampur pasir dengan prosentase campuran semen 0%, 5%, 10% dan 15% ditunjukkan dalam tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Nilai Berat Jenis Tanah Lempung Bercampur Pasir dengan Campuran Semen**

Campuran	Berat Jenis
----------	-------------



1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	2,39
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	2,41
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	2,45
4. (Tanah + Pasir) 85% + Semen 15%	2,56



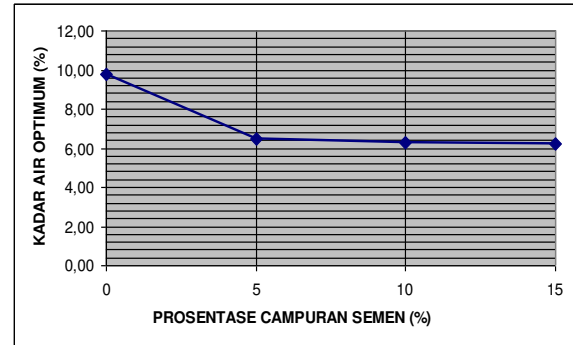
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Prosentase Campuran Semen dengan Nilai Berat Jenis Gambar 4.2 menjelaskan kenaikan berat jenis tanah setelah dicampur dengan bahan pencampur pasir an semen. Percampuran pasir dan semen mengakibatkan tanah tanah lebih padat dan terjadi reaksi antara semen dengan air, tanah, dan pasir, sehingga nilai berat jenis meningkat. Hal ini mendukung teori yang ada yaitu semkin baik tanah maka nilai berat jenis akan meningkat.

#### 4.2.3 Hasil Pemadatan

Dari hasil pengujian pemadatan tanah lempung bercampur pasir dengan campuran semen 0%, 5%, 10%, dan 15% menggunakan proctor standart di laboratorium, terlihat bahwa terjadi penaikan dan penurunan kekuatan tanah. Hal tersebut dapat dilihat dalam tabel 4.3.

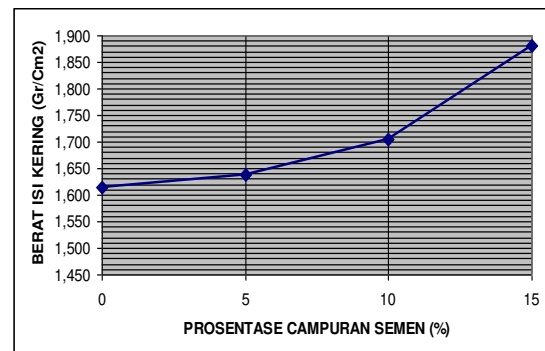
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Air Optimum

Campuran	Kadar Air Optimum %	Berat Volume Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	9,8	1,615
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	6,50	1,637
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	6,30	1,705
4. (Tanah + Pasir) 85% + Semen 15%	6,20	1,880



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Prosentase Campuran Semen dengan Nilai Kadar Air Optimum

Penurunan kadar air optimum disebabkan karena semakin rapat tanah tersebut, dan dengan demikian kekuatan tanah akan semakin meningkat karena perbaikan gradasi yaitu struktur menjadi lebih rapat serta terjadi proses sementasi.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Prosentase Campuran Semen dengan Nilai Berat Isi Kering

Peningkatan berat isi kering disebabkan semakin rapatnya rongga-rongga udara didalam tanah oleh perbaikan gradasi butiran dan terikatnya butiran tersebut oleh semen.

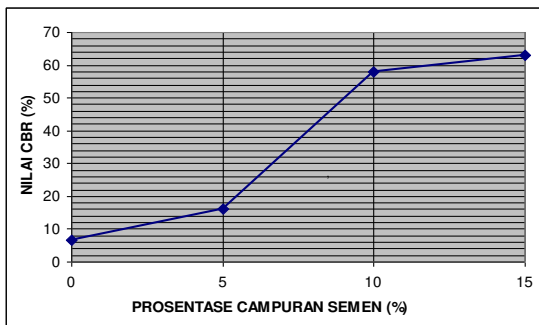
#### 4.2.4 Hasil Pengujian CBR

Hasil pengujian CBR terhadap tanah lempung bercampur pasir dengan campuran semen 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan waktu pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari ditunjukkan pada tabel 4.5 ; tabel 4.6 ; dan tabel 4.7.

### 1. Peraman 7 hari

Tabel 4.5 Hasil Pengujian CBR

Campuran	Nilai CBR (%)
1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	6,7
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	16,35
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	58
4. (Tanah + Pasir) 85% + Semen 15%	63

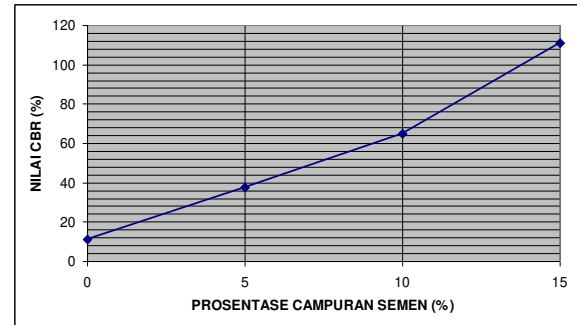


Grafik 4.5 Hubungan Antara Prosentase Campuran Semen dengan Nilai CBR (Peraman 7 hari)

### 2. Peraman 14 hari

Tabel 4.6 Hasil Pengujian CBR

Campuran	Nilai CBR (%)
1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	11,2
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	37,5
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	64,5
4. (Tanah + Pasir) 85% + Semen 15%	111

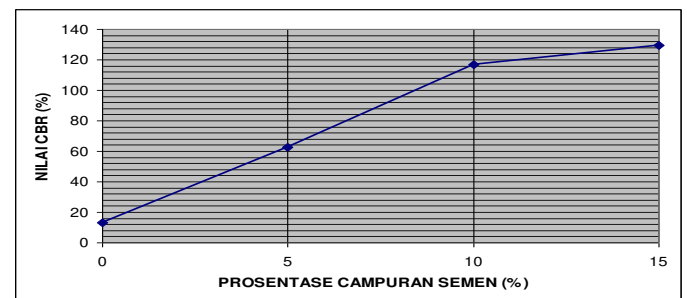


Grafik 4.6 Hubungan Antara Prosentase Campuran Semen dengan Nilai CBR (Peraman 14 hari)

### 3. Peraman 28 hari

Tabel 4.7 Hasil Pengujian CBR

Campuran	Nilai CBR (%)
1. (Tanah 85% + Pasir 15%) + Semen 0%	13,2
2. (Tanah + Pasir) 95% + Semen 5%	62,5
3. (Tanah + Pasir) 90% + Semen 10%	117
4. (Tanah + Pasir) 85% + Semen 15%	129,5



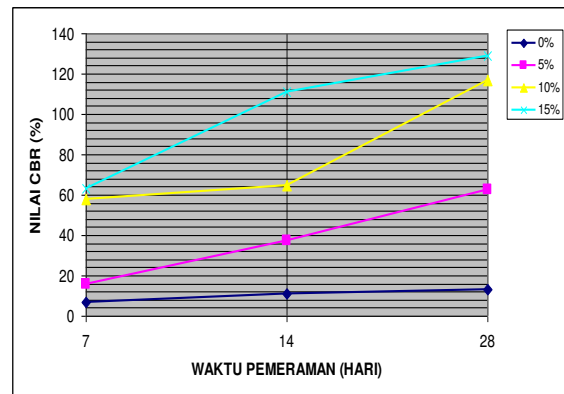
Grafik 4.7 Hubungan Antara Prosentase Campuran Semen dengan Nilai CBR (Peraman 28 hari)

#### 4.2.5 Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR

Tanah akibat reaksi sementasi dan waktu pemeraman yang berbeda akan meningkatkan kekuatan tanah halini dapat dilihat pada meningkatnya nilai CBR tanah pada durasi pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Hal ini disebabkan campuran semen yang mereduksi dengan air serta pengaruh

pemeraman yang mengakibatkan proses pengikatan antar partikel tanah dan ion-ion positif pada semen semakin kuat akibat terkena udar sekitar pd saat pemeraman berlangsung, seperti yang diketahui semen akan semakin mengering apabila terkena udara dengan seiring mengeringnya semen maka proses pengikatan antar partikel tanah dengan ion-ion positif pada semen menjadi semakin kuat. Grafik dibawah ini akan menunjukkan hubungan antara prosentase campuran semen dengan nilai CBR terhadap lama waktu pemeraman.



Grafik 4.8 Hubungan Antara Prosentase Campuran Semen dengan Nilai CBR Terhadap Waktu Pemeraman

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil test berat jenis mengalami kenaikan
2. Test batas cair, batas plastis, dan nilai indeks plastisitas mengalami penurunan yang cukup variatif
3. Dari pengujian pemadatan, nilai kadar air optimum turun dari 8,73 pada prosentase 0% dan 6,38 pada prosentase campuran 15%, sedangkan pada berat isi kering mengalami penurunan pada prosentase 5% dari 1,747 gr/cm<sup>3</sup> menjadi 1,735 gr/cm<sup>3</sup> pada prosentase 10%. Serta kenaikan pada prosentase 0% sebesar 1,686 gr/cm<sup>3</sup> menjadi 1,750 gr/cm<sup>3</sup> pada prosentase 15%
4. Pada pengujian CBR, mengalami kenaikan dari 6,7 pada prosentase 0% menjadi 63 pada prosentase 15% dengan waktu pemeraman 7 hari. Mengalami kenaikan dari 11,2 pada prosentase 0% menjadi 111 pada prosentase 15% dengan waktu pemeraman 14 hari. Dan mengalami

kenaikan dari 13,2 pada prosentase 0% menjadi 129,5 pada prosentase 15% dengan waktu pemeraman 7 hari.

5. Dari hasil pemeraman tanah lempung bercampur pasir dengan campuran semen 0%, 5%, 10%, dan 15%. Kekuatan tanah mengalami peningkatan akibat pengaruh proses pemeraman selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J. E. 1989. *Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*. Edisi kedua. Erlangga. Jakarta
2. Craig, R. F, B. 1991. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I. Erlangga. Jakarta
3. Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid II. Erlangga. Jakarta
4. Sunggono. 1984. *Mekanika Tanah*. Nova. Bandung
5. Wesley, L. D. 1997. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta