

BAB III

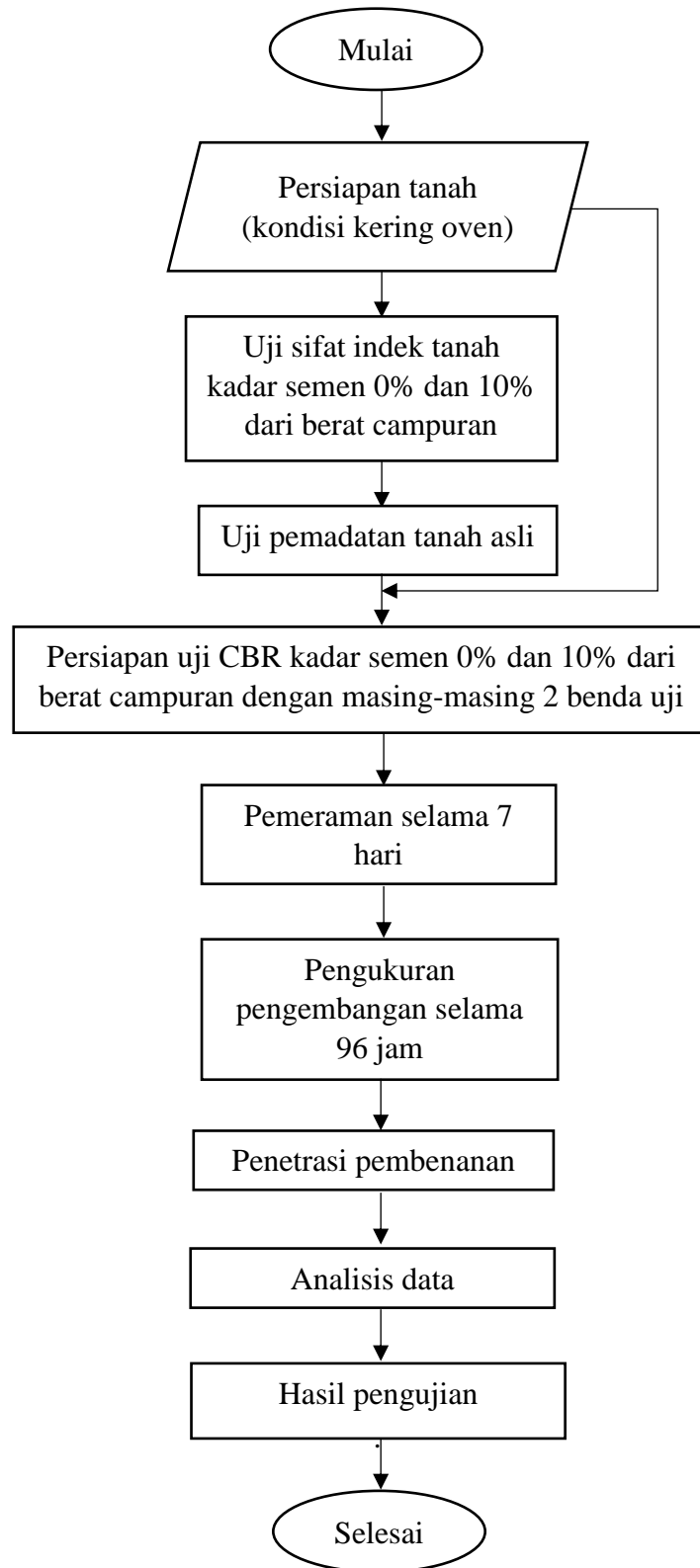
METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Penambahan semen pada tanah berpengaruh terhadap perubahan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah di laboratorium dalam kondisi rendaman dan berpengaruh terhadap pengujian sifat fisik tanah. Pengujian CBR memberikan hasil berupa nilai pengembangan (*swelling*) dan tekanan penetrasi P (psi), sedangkan pengujian sifat fisik tanah mengkaji hasil berat jenis dan *atterberg limit* berupa IP (*Index Plasticity*), PI (*Plastic Limit*), SL (*Shrinkage Limit*), dan LL (*Liquid Limit*). Penelitian ini menggunakan kadar semen 0% dan 10% karena untuk mengetahui pengaruh semen terhadap nilai CBR dengan waktu pemeraman yang sama. Penentuan berat semen berdasarkan berat tanah asli, penentuan jumlah air berdasarkan OMC tanah asli yang diuji dengan pemadatan *proctor standard*. Semen yang digunakan semen *Portland* yang biasa digunakan dan mudah ditemukan. Benda uji dilakukan proses pemeraman selama 7 hari, berbeda yang dilakukan Maulana dkk. (2013) yang melakukan pemeraman 24 jam dan OMC dan MDD yang digunakan sesuai kadar semen masing-masing dengan proses pemadatan *proctor standard*. Konfigurasi antar benda uji pada penelitian ini dijelaskan pada Tabel 3.1. Pengujain *proctor standard* didapatkan nilai berat volume kering tanah sebesar 14,8 kN/m³, dan kadar air optimum sebesar 25%. Hasil pengujian ini membandingkan nilai pengujian sifat indek tanah masing-masing kadar semen dan nilai CBR 0,1” dan 0,2”.

Tabel 3.1 Konfigurasi kadar semen saat pengujian

No	Konfigurasi	Kadar semen	Jumlah sampel
1	Tanpa semen		2
2	Dengan semen	10%	2



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan sesuai dengan aturan ASTM D1883-99 dan ASTM D698-12, bahan yang digunakan berasal dari lapangan.

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk pengujian pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

a. Alat Uji Pemadatan *Proctor Standard*

1) Silinder pemadatan

Silinder pemadatan (Gambar 3.2) yang terdiri atas silinder utama dan silinder sambungan yang dapat dilepas dan dipasang secara manual, sebagai lapis dasarnya menggunakan pelat alas dan tiang sebagai pengait kuping pada silinder utama dan silinder sambungan. Menurut ASTM D698-12 ukuran dan toleransi silinder pemadatan adalah diameter $4\pm 0,016$ in. ($101,6\pm 0,4$ mm), tinggi $4,58\pm 0,005$ in. ($116,3\pm 0,13$ mm), dan volume $1/30\pm 0,0003$ ft³ ($41,116\pm 0,37$ m³).



Gambar 3.2 Silinder pemadatan

2) Penumbuk pemadatan *proctor standard*

Penumbuk pemadatan *proctor standard* (Gambar 3.3) manual, menurut ASTM D 698 (2012) dengan ukuran diameter bidang jatuh $2\pm 0,005$ in.

($50,8 \pm 0,13$ mm), berat $5,5 \pm 0,02$ lbs ($2,5 \pm 0,01$ kg), dan tinggi jatuh $12 \pm 1/16$ in. ($304,8 \pm 1,6$ mm).



Gambar 3.3 Penumbuk pepadatan *proctor standard*

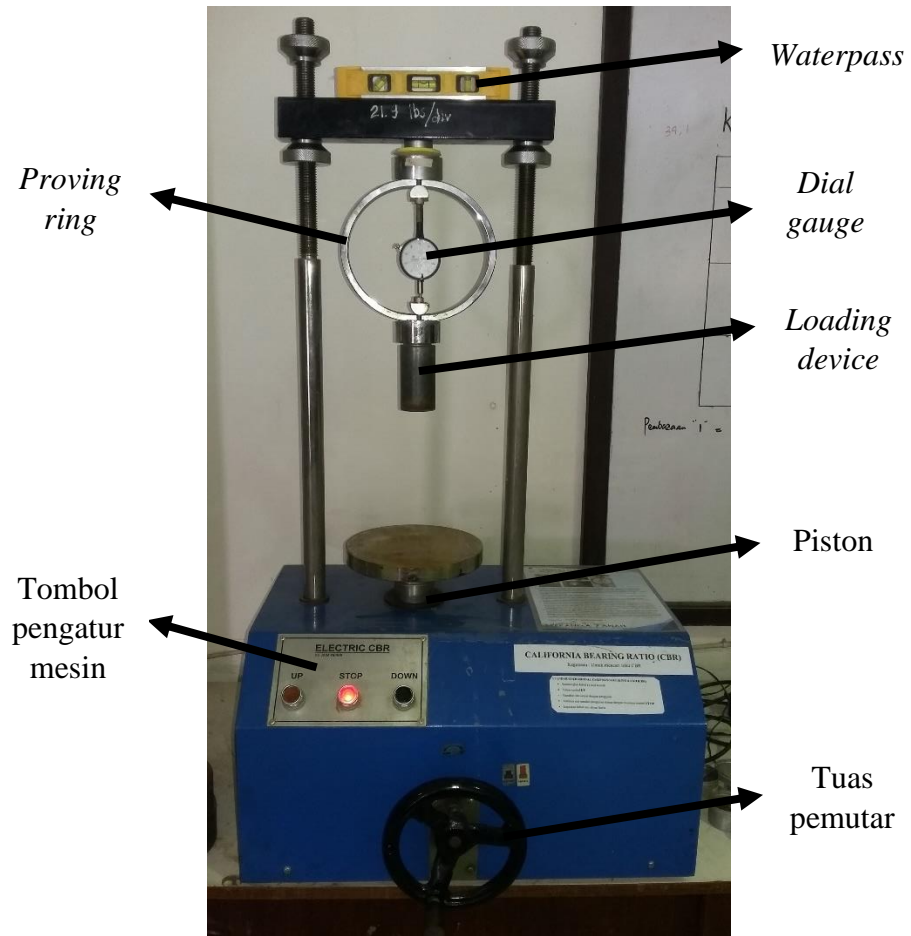
b. Ala Uji CBR

1) Alat tes CBR Laboratorium

Alat tes CBR Laboratorium (Gambar 3.4) menurut ASTM D 1883 (1999) mesin ini memiliki kapasitas sekurang-kurangnya 4,45 ton, kecepatan sekurang-kurangnya 1,27 mm/menit (0,05 in./menit), dilengkapi mesin penunjuk beban yang dapat dibaca sekurang-kurangnya 10 lbf (44 N), dan bagian utama diuraikan sebagai berikut :

- a) Alat penekan tanah (*Loading Device*)
- b) Arloji pengukur penetrasi

Arloji pengukur penetrasi menggunakan (*dial gauge*) untuk pembacaan nilai penetrasi.



Gambar 3.4 Alat tes CBR Laboratirum

2) Silinder pemadatan CBR

Silinder pemadatan untuk pengujian CBR (Gambar 3.5) menurut ASTM D 1883-99 berupa silinder logam kaku memiliki diameter ± 6 in. ($\pm 152,4$ mm), tinggi ± 7 in. ($\pm 177,8$ mm), silinder sambungan 2 in. (50,8 mm).



Gambar 3.5 Silinder pemadatan untuk pengujian CBR

3) Pelat dasar

Pelat dasar logam (Gambar 3.6) dengan diameter $5 \frac{15}{16}$ in. dan tebal 2,416 in.



Gambar 3.6 Pelat dasar

4) Pelat berlubang (*perforated plate*) dan tripod

Pelat berlubang (Gambar 3.7) yang memiliki lubang seragam setidaknya 42 buah dengan diameter $\frac{1}{16}$ in. (1,59 mm).



Gambar 3.7 Pelat berlubang dengan tripod

5) Pelat beban pengembangan

Pelat beban pengembangan dengan lubang belah (Gambar 3.8) atau lubang utuh (Gambar 3.9) memiliki diameter lubang $5 \frac{7}{8}$ in. sampai $5 \frac{15}{16}$ in. (149,23 mm sampai 150,81 mm) dan memiliki berat satu buah 5 lbs (2,27 kg).



Gambar 3.8 Pelat lubang belah



Gambar 3.9 Pelat lubang utuh

6) Penumbuk

Penumbuk mekanis (Gambar 3.10) dilengkapi beban jatuh yang jatuh ke permukaan tanah untuk mendistribusikan pukulan dari pemukul secara merata dengan diameter cetakan 6 in. (152,4 mm).



Gambar 3.10 Penumbuk

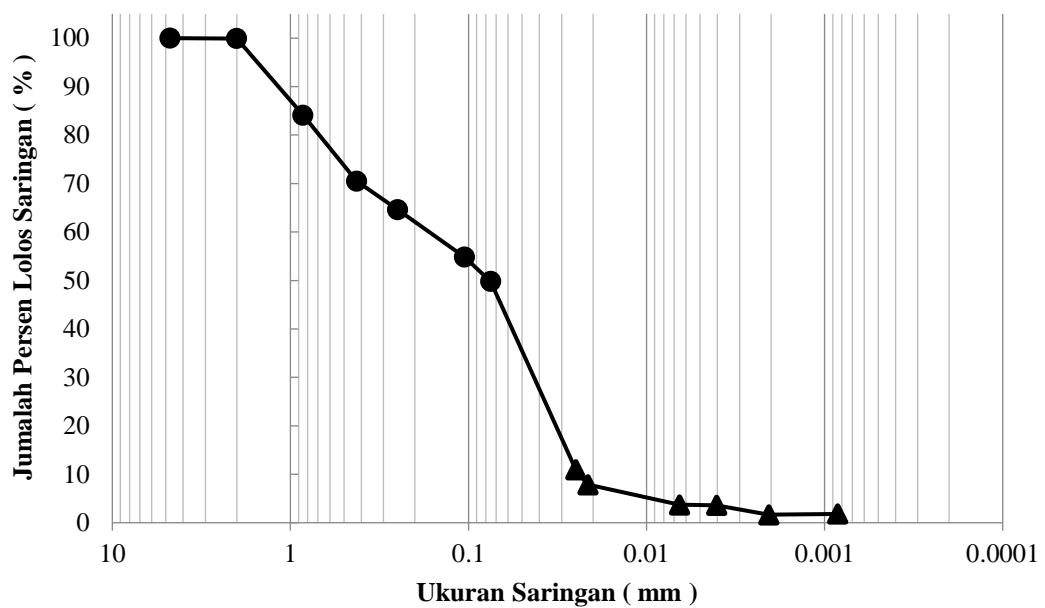
3.2.2 Bahan

a. Tanah *Siltstone*

Tanah yang digunakan dalam penelitian adalah tanah jenis *siltstone* yang berasal dari Ungaran, Bawen, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Hasil pengujian sifat indek tanah dijelaskan pad Tabel 3.2.

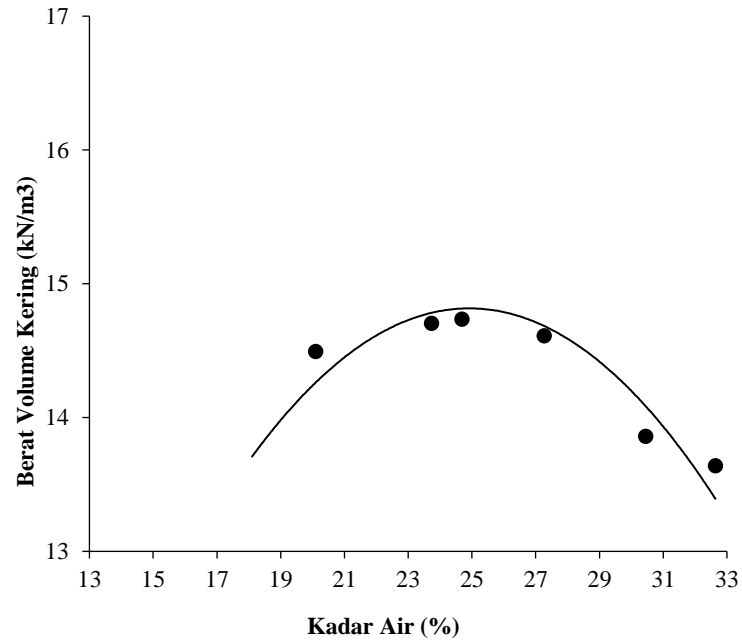
Tabel 3.2 Hasil pengujian sifat indeks tanah asli

Variabel	Hasil
Berat Jenis, Gs	2,584
<i>Atterberg Limit</i>	
Batas Cair, LL	37,5 %
Batas Plastis, PL	21,99 %
Batas Susut, SL	17,05 %
Indeks Plastisitas, PI	15,51 %
<i>Pemadatan Proctor Standard</i>	
Berat Volume Kering Maksimum, MDD	14,8 kN/m ³
Kadar Air Optimum, OMC	25%



Gambar 3.11 Grafik distribusi ukuran butiran

Pada grafik distribusi ukuran butir tanah menunjukkan bahwa tanah mengandung fraksi tanah bebutir kasar sebanyak 50,92% dan fraksi tanah berbutir halus 49,08%. Terdiri dari 49,08% lanau/lempung, 50,92% pasir, dan 0% kerikil. Dari hasil pengujian batas konsistensi (lihat tabel 3.2), sehingga menurut sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System (USCS)*, tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah lempung plastisitas rendah dengan simbol CL. Menurut AASHTO, tanah tersebut diklasifikasikan termasuk pada A-6.



Gambar 3.12 Kurva pemadatan

b. Semen

Semen yang digunakan ditampilkan pada Gambar 3.13 dengan kategori semen *portland* merk Holcim. Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang didapatkan melalui proses menggiling terak semen *Portland* yang terdiri atas kalsium silikat digiling bersama bahan tambahan berupa satu atau lebih kalsium sulfat dan bisa ditambah bahan lain SNI 2049:2004 (SNI, 2004). Semen *Portland* jenis I digunakan sesuai syarat SNI 2049:2004 dengan penggunaan umum tidak memerlukan syarat khusus seperti jenis lain.



Gambar 3.13 Semen *Portland*

3.3 Pembuatan Campuran Benda Uji

Komposisi bahan dicampurkan sesuai dengan nilai OMC (*Optimum Moisture Content*) dan MDD (*Maximum Dry Density*) untuk masing-masing kadar.

3.3.1 Campuran Tanah dengan Semen

Dalam penelitian ini benda uji dapat dibuat dengan cara tanah dicampur dengan semen, semen yang digunakan kadar 10% dari berat tanah campuran dan benda uji dengan kadar semen 0%, berarti tanah asli..

3.3.2 Campuran Tanah Bersemen dengan Air

Pencampuran tanah dan semen dilakukan pada kondisi kering (sebelum diberi air), setiap bahan dapat tercampur satu per satu secara bertahap sehingga lebih tercampur homogen. Air yang digunakan sesuai dengan OMC tanah asli pada pengujian pemadatan *proctor standard* yaitu 25%.

3.3.3 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan merupakan tanah dengan campuran semen dan air. Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji :

- a) Persiapan tanah, digunakan tanah lolos saringan No. 3/4 dalam kondisi kering oven. Masing-masing kadar semen terdapat 2 benda uji, untuk kadar semen 0% menyiapkan tanah sebesar 5000 g, sedangkan untuk benda uji kadar semen 10% membutuhkan tanah sebesar 4050 g dan semen sebesar 450 g, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Total berat tanah dan semen} = 4500 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= 10\% \times 5000 \\ &= 450 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah} &= 5000 \text{ g} - 450 \text{ g} \\ &= 4050 \text{ g} \end{aligned}$$

- b) Pada benda uji kadar semen 0% ditambah air sebesar 1250 ml dan benda uji kadar semen 10% ditambah air sebesar 1012,5 ml dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Berat air} &= 25\% \times 4050 \text{ g} \\ &= 1012,5 \text{ g} \end{aligned}$$

- c) Didiamkan selama 1 jam agar tanah, semen, dan air dapat menyatu homogen. Dipadatkan ke dalam silinder pemadatan pengujian CBR.

- d) Campuran yang sudah dimasukkan ke dalam silinder pemadatan kemudian dipadatkan menggunakan penumbuk pemadatan. Setiap benda uji dipadatkan secara bertahap sebanyak 5 lapis dan setiap lapis dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 56 pukulan.
- e) Hasil cetakan ditunjukkan pada Gambar 3.14 dan 3.15 kemudian ditimbang beratnya. Dilakukan pemeraman 7 hari dengan cara membungkus rapat benda uji dengan plastik agar kadar air benda uji tidak berubah.



Gambar 3.14 Benda uji CBR laboratorium kadar semen 0% setelah dicetak



Gambar 3.15 Benda uji CBR laboratorium kadar semen 10% setelah dicetak

- f) Benda uji yang telah melewati pemeraman 7 hari kemudian dilakukan pengujian pengembangan (*swelling*) selama 96 jam dengan cara benda uji direndam dalam air dan diberi pelat pori dengan tripod untuk mendukung *dial gauge* guna mengukur pengembangan akibat pelat beban berlubang dan air yang masuk dalam benda uji.



Gambar 3.16 Proses pengukuran pengembangan benda uji

3.4 Prosedur Pengujian Laboratorium

Uji CBR Laboratorium (*California Bearing Ratio*) dengan tahap-tahap pengujian dijelaskan sebagai berikut :

- a. Benda uji setelah proses *swelling* selama 96 jam kemudian ditimbang beratnya dan diperam selama 7 hari.
- b. Dipasang pelat beban berlubang sebanyak 2 buah dengan berat masing-masing 5 lbs (2,27 kg).

- c. Kemudian benda uji diletakkan pada plat dasar alat tes CBR Laboratorium dengan posisi berdiri sentris terhadap *loading device* dan dipastikan *loading device* menyentuh permukaan benda uji. Diatur kecepatan penetrasi sekitar 1,27 mm/menit (0,05 in./menit).
- d. Jarum *dial gauge* penunjuk penetrasi diatur pada angka nol dan menyiapkan *stopwatch*.
- e. Setelah semua siap kemudian mesin *ON* dibaca dan dicatat besarnya penetrasi dan beban penetrasi pada saat penetrasi 0,025"; 0,05"; 0,075"; 0,1"; 0,125"; 0,15"; 0,175"; 0,2"; 0,3"; 0,4"; dan 0,5". Dicatat beban penetrasi maksimum sebelum penetrasi 12,4 mm.
- f. Benda uji dikeluarkan dari mesin dan tanah di keluarkan dari silinder untuk diperiksa kadar air.



Gambar 3.17 Pengujian CBR Laboratorium

3.5 Analisis Data

Parameter utama yang dikaji adalah nilai CBR 0,1” dan 0,2” dan nilai-nilai pengujian sifat indek tanah. Data dari hasil pengujian diolah agar didapatkan parameter yang diinginkan. Pengujian berat jenis didapatkan nilai berat jenis dapat menentukan jenis tanah. Pengujian *atterberg limit* didapatkan nilai LL, PL, SL, dan PI sehingga diketahui perbedaan nilai tersebut akibat kadar semen. Pengujian distribusi ukuran tanah didapat grafik ukuran butir tanah hubungan antar persentase lolos saringan dengan diameter partikel. Pengujian CBR didapatkan data pemadatan, data pengembangan, data setelah perendaman, dan hasil penetrasi. Sehingga diketahui berapa besar pengembangan tanah, karena benda uji mengalami proses perendaman maka didapatkan data kadar air setelah perendaman. Setelah perendaman dilakukan uji penetrasi, pembacaan penetrasi didapat data nilai beban setiap pembacaan 38” dengan satuan lbs/div kemudian diubah menjadi satuan kg kemudian nilai beban diolah menjadi nilai tekanan dalam satuan psi. Ditampilkan kurva penetrasi hubungan antara tekanan dengan penetrasi (inch), agar memenuhi persyaratan maka kurva perlu dilakukan koreksi, sehingga didapatkan nilai CBR 0,1” dan 0,2”. Kemudian nilai CBR dan nilai-nilai pengujian *atterberg limit* serta berat jenis pada masing-masing benda uji dibandingkan sehingga diketahui pengaruh penambahan semen. Pengaruh semen terhadap pengujian benda uji ditampilkan dalam suatu kurva hubungan antara kadar semen dengan parameter utama.