

## BAB III

### METODE PENELITIAN

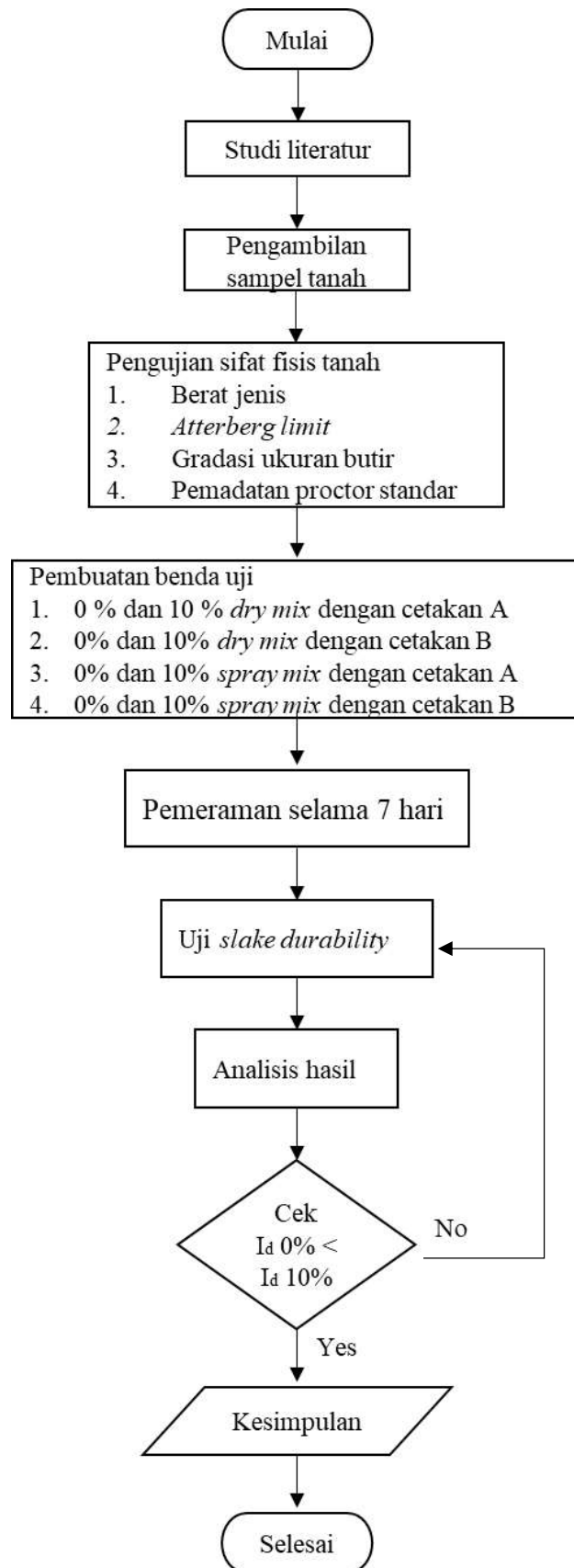
#### 3.1. Kerangka Penelitian

Semen seringkali digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah dasar. Stabilisasi dimaksudkan agar dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah sehingga memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dari sebuah konstruksi. Menurut Andriani dkk. (2012), dengan menambahkan semen pada tanah dapat meningkatkan kepadatan maksimum tanah tersebut sebesar kurang lebih 10 %.

Pengujian *slake durability* dilakukan sebagai tolak ukur pembandingan nilai durabilitas tanah dengan kadar semen 0% dan dengan kadar semen 10%. Acuan pengujian *slake durability* berdasarkan ASTM D4644 yang dilampirkan pada Lampiran 1. Pengujian dilakukan dengan 8 variasi spesimen dengan membedakan bentuk spesimen, metode pencampuran dan kadar semen yang digunakan seperti yang tertera pada Tabel 3.1. Masing-masing spesimen dicetak dalam cetakan dalam kondisi OMC (*Optimum Moisture Content*) dan MDD (*Maximum Dry Density*) sesuai dengan komposisi *mix design*. Cetakan yang digunakan terdapat dua jenis yaitu cetakan A dan cetakan B dengan tinggi dan diameter cetakan yang berbeda-beda. Metode pencampuran semen yang digunakan menggunakan metode *dry mix* dan *spray mix*. Pada metode *dry mix* semen dicampur dalam keadaan berbentuk bubuk sedangkan pada metode *spray mix* semen dicampur dengan tanah dalam keadaan berbentuk pasta semen dan kemudian disemprotkan pada spesimen dengan menggunakan mesin *sprayer*. Secara umum langkah-langkah pengujian dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Variasi Spesimen

Spesimen	Kadar Semen (%)	Cetakan	Metode Pencampuran	Jumlah Sampel
A1	0	A	<i>Dry mix</i>	20
A2	10	A	<i>Dry mix</i>	20
B1	0	B	<i>Dry mix</i>	20
B2	10	B	<i>Dry mix</i>	20
A3	0	A	<i>Spray mix</i>	20
A4	10	A	<i>Spray mix</i>	20
B3	0	B	<i>Spray mix</i>	20
B4	10	B	<i>Spray mix</i>	20



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

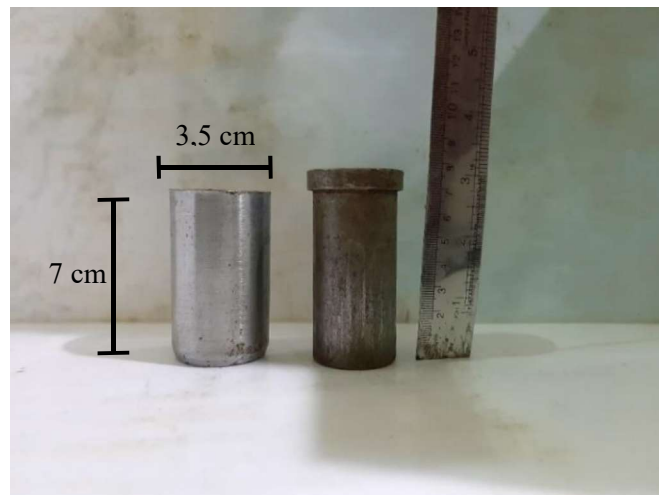
## 3.2. Alat dan Bahan

### 3.3.1. Alat

Pengujian *slake durability index* ini menggunakan alat-alat sebagai berikut:

a. Cetakan

Cetakan yang digunakan dalam pengujian ini adalah cetakan A dan cetakan B. Cetakan A berukuran dengan diameter 3.5 cm dan tinggi 7 cm, seperti yang terlihat pada Gambar 3.2, spesimen dicetak setinggi setengah cetakan dan diperam 7 hari spesimen tersebut dinamakan spesimen A. Cetakan B berukuran diameter 7 cm dan tinggi 14 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3.3, spesimen dicetak dan diperam 7 hari kemudian dipecah menjadi fragmen dengan berat 40-60 g spesimen tersebut dinamakan spesimen B.



Gambar 3.2 Cetakan Spesimen A



Gambar 3.3 Cetakan Spesimen B

b. Mesin pencampur

Mesin pencampur seperti yang terlihat seperti pada Gambar 3.4 digunakan untuk mencampurkan tanah, air dan semen agar dapat tercampur secara merata.



Gambar 3.4 Mesin Pencampur

c. Mesin *Sprayer*

Mesin *sprayer* seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 digunakan pada pembuatan spesimen metode *spray mix*. Mesin *sprayer* difungsikan untuk menyemprotkan pasta semen kedalam tanah dengan tekanan udara sehingga tersebar merata pada tanah.



Gambar 3.5 Mesin *Sprayer*

d. Alat Uji *Slake Durability Index*

Alat *slake durability index* seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 dengan 2 buah drum pada bagian kiri dan kanan, masing-masing drum mempunyai diameter 140 mm dan tinggi 100 mm, *square-mesh* dengan ukuran 2 mm (No. 10).



Gambar 3.6 Alat *Slake Durability*

### 3.3.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian *slake durability index* ini adalah:

a. Tanah *Clayshale*

Tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah jenis *clayshale* yang diambil dari tol Ungaran Bawen seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.7. Tanah diambil dalam kondisi *disturb*, dan dihancurkan hingga lolos saringan no 4 yang kemudian dioven sampai kondisi kering dan dicetak.



(a)



(b)

Gambar 3.7 Sampel *Clayshale* (a) Bentuk Bongkahan, (b) Lolos Saringan No.4

b. Air

Pada pengujian ini air akan dicampurkan dengan semen agar terjadi reaksi kimia pada semen dan menyebabkan semen menjadi keras. Selain dicampurkan dengan semen, air ditambahkan pada tanah sebagai pelunak (*softening agent*) dalam pemadatan spesimen. Air yang digunakan telah dihitung komposisinya berdasarkan *mix design* dan diukur menggunakan gelas ukur, seperti yang terlihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Air

c. Semen

Semen yang digunakan dalam pengujian ini adalah semen *portland* seperti yang terlihat pada Gambar 3.9. Semen digunakan sebagai bahan stabilisasi kimia yang akan dicampurkan dengan tanah.



Gambar 3.9 Semen

### 3.3. Tahapan Penelitian

#### 3.3.1. Pengujian Sifat-sifat Tanah dan Klasifikasi Jenis Tanah

Pengujian sifat-sifat tanah dilakukan untuk mengidentifikasi jenis tanah yang diuji dan karakteristik kekuatan tanah. Pengujian sifat-sifat tanah yang dilakukan adalah pengujian kadar air, berat jenis, *Atterberg limit*, distribusi ukuran butir tanah, pemadatan dan *free swell index*. Hasil dari pengujian sifat-sifat tanah tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.2, sedangkan data-data dan kurva hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada Lampiran3.

Tabel 3.2 Hasil pengujian sifat-sifat tanah

Pengujian	Hasil
Kadar Air (%)	6,8
Berat Jenis	2,65
<i>Atterberg Limit</i>	
<i>Liquid Limit, LL (%)</i>	57,9
<i>Plastic Limit, PL (%)</i>	28,4
<i>Plasticity Index, PI (%)</i>	29,5
Pemadatan	
<i>Optimum Moisture Content, OMC (%)</i>	19
<i>Maximum Dry Density, MDD (kN/m<sup>3</sup>)</i>	16,33
<i>Free Swell Index (%)</i>	45,5

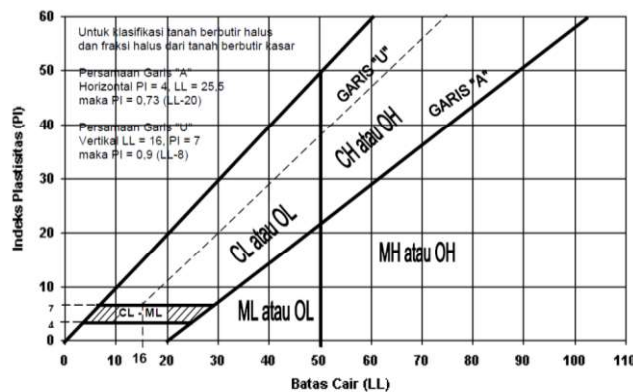
Klasifikasi jenis tanah merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengelompokkan tanah menjadi berbagai kelompok dan subkelompok sesuai dengan sifat-sifat dan karakteristik tanah. Klasifikasi jenis tanah dapat dilakukan dengan beberapa sistem klasifikasi tanah seperti *Unfied Soil Clasification* (USCS), *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification* (AASHTO), *British soil Classification System* (BSCS), dan *United State Department of Agriculture* (USDA). ASTM menggunakan sistem USCS sebagai standar dalam klasifikasi jenis tanah yang diatur dalam ASTM (2011) standar D2487. Berdasarkan ASTM (2011) dalam standar D2487, tanah dikatakan berbutir halus apabila lebih dari 50 % lolos dari saringan No.200 sedangkan tanah dikatakan berbutir kasar apabila kurang 50 % lolos dari saringan No.200. Distribusi ukuran butir tanah yang digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.3 yang merupakan hasil dari pengujian analisis saringan. Berdasarkan hasil pengujian, persentase butiran yang lolos saringan No.200 adalah 93,5 % sedangkan yang tertahan pada saringan No. 200

adalah 6,5 % sehingga dapat dikatakan jenis tanah berbutir halus. Data-data dan kurva hasil pengujian analisis distribusi ukuran butir dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 3.3 Hasil Analisis Distribusi Ukuran Butir

Nomor Saringan	Ukuran butir (mm)	Berat tertahan (g)	Persen berat tertahan (g)	Persen lolos saringan (%)
#4	4.740	0.00	0.00	100.0
#10	2.000	0.00	0.00	100.0
#20	0.850	1.45	2.74	97.3
#40	0.425	1.46	2.76	94.5
#60	0.250	0.31	0.59	93.9
#140	0.105	0.14	0.26	93.6
#200	0.075	0.10	0.19	93.5
Pan	< 0,075	49.41	93.46	0.0

Tanah berbutir halus dibagi menjadi beberapa sub-kelompok dengan menggunakan grafik plastisitas seperti yang terdapat pada Gambar 3.10. Pengelompokan tanah berbutir halus menurut USCS bergantung pada nilai batas cair dan indeks plastisitas yang diperoleh dari pengujian *Atterberg limit*. Berdasarkan hasil pengujian dengan nilai batas cair sebesar 57,9 % dan indeks plastisitas sebesar 29,5 % tanah pada pengujian ini termasuk dalam jenis tanah CH yang artinya lempung inorganik dengan plastisitas tinggi.



Gambar 3.10 Grafik Plastisitas Klasifikasi Tanah (BSN, 2015)

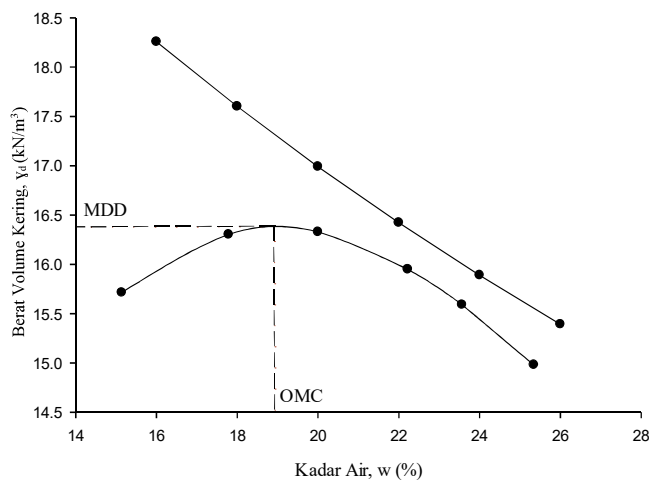
### 3.3.2. Mix Design Spesimen

Spesimen dicetak berdasarkan nilai *OMC* dan *MDD* dari tanah asli tanpa campuran semen. Komposisi dari campuran semen, tanah dan air ditentukan berdasarkan nilai *OMC* dan *MDD* dengan cara mengukur volume spesimen terlebih dahulu. Komposisi dari tanah dan semen dapat diketahui melalui nilai



*MDD* sedangkan untuk komposisi air dapat diketahui melalui nilai *OMC*. *Mix Design* spesimen dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut ini.

- a. Nilai dari *OMC* dan *MDD* ditentukan dengan melakukan pengujian pemadatan Proctor standar sehingga diperoleh kurva pemadatan seperti pada Gambar 3.11 dengan nilai *MDD* sebesar 16,33 kN/m<sup>3</sup> dan *OMC* sebesar 19 % . Data-data hasil pengujian pemadatan dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 3.11 Hasil Uji Pemadatan

- b. Diukur tinggi dan diameter cetakan A dan B.
- c. Berat total spesimen dihitung dengan menjumlahkan berat air dan berat tanah yang digunakan. Berat tanah kering dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1, berat air dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2 sedangkan berat semen dihitung sesuai dengan persentase kadar semen yang digunakan terhadap berat tanah kering. Komposisi *mix design* spesimen dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan *mix design* dengan campuran semen dapat dilihat pada tabel 3.5.

$$W_d = \frac{\gamma_d \times V}{k} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$W_w = \omega \times W_d \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

$W_d$  = berat tanah kering (g),

$W_w$  = berat air (g),

- $\gamma_d$  = berat volume tanah kering ( $\text{kN/m}^3$ ),  
 $V$  = volume cetakan ( $\text{m}^3$ ),  
 $k$  = koefisien konfersi satuan ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ),  
 $\omega$  = kadar air (%).

Tabel 3.4 *Mix Design* spesimen

Cetakan	Volume ( $\text{m}^3$ )	$\gamma_d$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\omega$ (%)	$W_d$ (g)	$W_w$ (g)	Berat total (g)
A	$3,178 \times 10^{-5}$	16,33	19	52,9	10,05	62,95
B	$5,3878 \times 10^{-4}$			869,88	170,41	1067,29

Tabel 3. 5 *Mix Design* dengan Campuran Semen

Cetakan	Kadar semen (%)	Berat kering		Air total (ml)	Air semen (ml)	Air tanah (ml)
		Tanah (g)	Semen (g)			
A	0	52,90	0	10,05	0	10,05
	10	47,61	5,29	10,05	3,70	6,35
B	0	896,88	0	670,70	0	670,70
	10	807,20	353	670,70	176,50	494,20

### 3.3.3. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *dry mix* dan metode *spray mix*. Metode *dry mix* dan metode *spray mix* dibedakan melalui cara pencampuran semen. Metode *dry mix* dilakukan dengan cara mencampurkan semen pada tanah dalam kondisi kering, sedangkan metode *spray mix* dilakukan dengan cara mencampurkan semen dalam bentuk pasta dengan nilai faktor air semen sebesar 0,7.

Cetakan yang digunakan dalam pengujian menggunakan dua jenis cetakan, yaitu cetakan A dan cetakan B. Masing-masing spesimen dengan metode *dry mix* dan metode *spray mix* dicetak pada kedua jenis cetakan tersebut.

#### a. Pembuatan Spesimen Metode *Dry mix*

Langkah-langkah pembuatan spesimen metode *dry mix* dengan cara sebagai berikut ini.

- 1) Semen, air, dan tanah *clayshale* yang lolos saringan No. 4 disiapkan sesuai dengan komposisi yang telah dihitung berdasarkan nilai *OMC* dan *MDD*.

- 2) Tanah dan semen dicampurkan secara merata, setelah rata campurkan air kemudian aduk sampai merata menggunakan mesin pencampur.
- 3) Tanah yang telah dicampur semen ditimbang sesuai dengan perhitungan kemudian dipadatkan.
- 4) Pada Spesimen dengan cetakan A, tanah dicetak setinggi setengah cetakan sebanyak 20 spesimen (dinamakan spesimen A) seperti yang terlihat pada Gambar 3.12, yaitu 10 spesimen untuk drum kiri dan 10 spesimen untuk drum kanan.
- 5) Pada spesimen dengan cetakan B, tanah dicetak sebanyak 3 spesimen seperti yang terlihat pada Gambar 3.13a.
- 6) Spesimen diperam selama 7 hari kemudian dioven. Spesimen dengan cetakan B dipecah menjadi bongkahan dengan berat 40-60 g sebanyak 20 spesimen (dinamakan spesimen B) seperti yang terlihat pada Gambar 3.13b, kemudian dioven.



Gambar 3.12 Spesimen A



Gambar 3.13 Spesimen B (a) Setelah Dicetak, (b) Setelah Dipecah

b. Pembuatan Spesimen Metode *Spray mix*

Langkah-langkah pembuatan spesimen metode *spray mix* dengan cara sebagai berikut ini.

- 1) Semen, air, dan tanah *clayshale* yang lolos saringan No. 4 disiapkan sesuai dengan komposisi yang telah dihitung berdasarkan nilai *OMC* dan *MDD*.
- 2) Tanah dan air dicampurkan secara merata, setelah rata pasta semen disemprotkan menggunakan *sprayer* sambil terus diaduk.
- 3) Tanah yang telah dicampur semen ditimbang sesuai dengan perhitungan kemudian dipadatkan.
- 4) Pada spesimen dengan cetakan A, tanah dicetak setinggi setengah cetakan sebanyak 20 spesimen, yaitu 10 spesimen untuk drum kiri dan 10 spesimen untuk drum kanan.
- 5) Pada spesimen dengan cetakan B, tanah dicetak sebanyak 3 spesimen.
- 6) Spesimen diperam selama 7 hari kemudian dioven. Spesimen dengan cetakan B dipecah menjadi bongkahan dengan berat 40-60 g sebanyak 20 spesimen, kemudian dioven.

**3.3.4. Langkah-langkah Uji *Slake Durability Index***

Langkah-langkah pengujian *slake durability index* berdasarkan ASTM (2008) adalah sebagai berikut ini.

- a. Spesimen disiapkan sebanyak 20 spesimen, 10 spesimen untuk drum kiri dan 10 spesimen untuk drum kanan. Masing-masing spesimen mempunyai berat 40-60 g.
- b. Tanah dioven dengan suhu  $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$  sampai berat konstan kemudian didiamkan sampai suhu ruangan.
- c. Spesimen beserta drum dipasangkan pada alat *slake durability*, kemudian mesin dinyalakan dengan kecepatan 20 rpm selama 10 menit.
- d. Spesimen beserta drum dilepaskan dari alat kemudian dioven kembali selama 16 – 24 jam atau sampai berat konstan.
- e. Langkah c dan d diulangi sebanyak 5 siklus.

**3.3.5. Pengolahan Data**

Nilai durabilitas tanah dalam pengujian ditunjukkan oleh *slake durability index*. Nilai *slake durability index* merupakan persentase berat spesimen yang

tertahan di dalam drum dengan berat kering awal. Berat spesimen yang tertahan disetiap siklus dicatat dan kemudian dihitung nilai *slake durability index* ( $I_d$ ). Nilai *slake durability index* ( $I_d$ ) dengan kadar semen 0 % dan 10 % dibandingkan untuk menganalisis pengaruh dari penambahan semen terhadap durabilitas dari tanah tersebut.