

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Mudrocks adalah jenis batuan sedimen berbutir halus yang sering ditemukan dalam berbagai rekayasa konstruksi. *Mudrocks* merupakan kelompok batuan yang meliputi *clay shale*, *mudstone*, *siltstone*, *shales* dan *argillites* (Dick dkk., 1994). Banyak *mudrocks* memburuk dengan cepat karena mengalami perubahan kadar air yang menyebabkan pengikisan sehingga terbentuklah material seperti tanah. Pada sekitar jalan Tol Ungaran-Bawen terdapat *mudrocks* dengan jenis *siltstone* yang mengalami pengikisan. *Siltstone* adalah salah satu jenis *mudrocks* dengan warna cokelat terang dan mempunyai banyak lapisan pada setiap bongkahannya. *Siltstone* memiliki daya dukung yang tinggi tetapi jika terkena air secara terus menerus batuan ini akan mudah lapuk dan tergerus sehingga daya dukung nya akan mengalami penurunan.

2.1.1 Penelitian Terdahulu tentang Stabilisasi Menggunakan Semen

Stabilisasi tanah adalah metode yang sering digunakan untuk perbaikan tanah agar memenuhi persyaratan teknis konstruksi. Perbaikan tanah tersebut bertujuan untuk meningkatkan kuat geser tanah dan daya dukung tanah, menurunkan permeabilitas serta perubahan volume (Wardani dan Muntohar, 2018). Hasil tanah yang sudah distabilisasi harusnya mempunyai ketahanan terhadap lingkungan sekitar seperti kadar air, perubahan suhu dan pengaruh lingkungan lainnya. Salah satu cara yang digunakan untuk perbaikan tanah yaitu dilakukan pencampuran tanah dengan semen. Semen adalah material dengan sifat adhesif dan kohesif yang berguna sebagai perekat untuk mengikat fragmen mineral sehingga menjadi kesatuan yang kompak. Semen terbagi menjadi 2 jenis yaitu hidrolis dan non hidrolis. Semen hidrolis merupakan bahan pengikat yang mengeras ketika bereaksi dengan air dan menghasilkan bahan yang tahan dengan air. Contoh semen hidrolis seperti semen Portland dan semen putih.

Semen Portland banyak digunakan untuk menstabilkan tanah khususnya di daerah dengan permukaan air yang tinggi. Komponen penghasil kekuatan semen Portland yaitu tricalcium silikat (C_3S), dicalcium silikat (C_2S), trikalsium

Alumindo (C_3A) dan tetracalcium alumino-ferrite (C_4A) (Wardani dan Muntohar, 2018). Persyaratan stabilisasi menggunakan semen adalah tanah mengandung air untuk memulai proses hidrasi. Reaksi hidrasi akan terjadi saat air pori tanah dan semen bertemu yang menghasilkan bahan utama yang disebut dengan sementasi. Sementasi yaitu terbentuknya kalsium silikat dehidrasi (C_2SHx , C_3S_2Hx), alumina kalsium terhidrasi (C_3AHx , C_4AHx), dan kapur hidrat $Ca(OH)_2$ (Wardani dan Muntohar, 2018).

Islamand dan Hashim (2004) dalam Pakbaz dan Farzi (2015) menyatakan bahwa penambahan semen biasanya menggunakan 2 metode yaitu metode *dry mix* (pencampuran kering) dan metode *spray mix* (pencampuran basah) dengan porsi yang dibutuhkan. Serruto (2001) dalam Gharib dkk. (2012) menyatakan bahwa porsi penambahan semen tergantung pada sifat plastis suatu tanah. Semakin banyak butiran halus semakin banyak pula semen yang dibutuhkan untuk menstabilkannya. Penambahan semen pada tanah akan meningkatkan ketahanan dan kekuatan pada tanah (Djelloul dkk., 2017). M. Bayat (2013) dalam Djelloul dkk (2017) menyatakan bahwa penambahan kadar semen membuat daya dukung tanah menjadi meningkat yang disebabkan adanya reaksi *pozzolanic* yang berkembang dan memberikan kekuatan lebih ke dalam tanah. Tanah yang dicampur dengan semen diharapkan kekuatannya akan meningkat seiring berjalannya waktu (Wardani dan Muntohar, 2018).

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Berat Jenis, *Atterberg Limit*, dan Gradasi Butiran Tanah

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran tanah (γ_s) dan berat volume air (γ_w) (Muntohar, 2009). Berat jenis butir-butir tanah dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1).

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan,

G_s = Berat jenis,

γ_s = Berat volume butiran tanah,

$$\gamma_w = \text{Berat volume air, } 1 \text{ g/cm}^3 = 9,81 \text{ kN/m}^3.$$

Nilai berat jenis suatu tanah bervariasi tergantung pada mineral penyusunnya, tetapi secara umum tanah memiliki berat jenis antara 2,6 dan 2,8 (Muntohar, 2009). Nilai berat jenis berdasarkan jenis tanahnya ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Berat Jenis Berdasarkan Jenis Tanahnya (Muntohar, 2009)

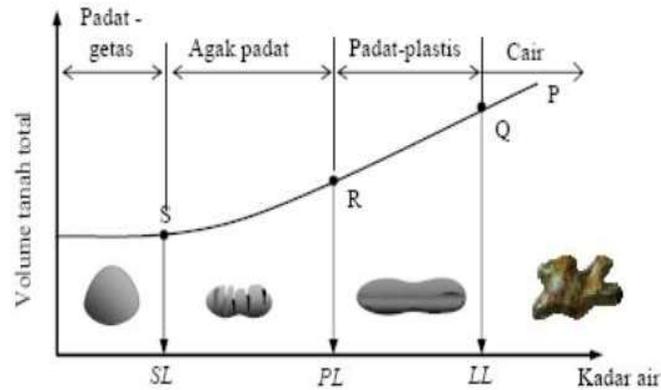
Jenis Tanah	Berat jenis
Pasir	2,65 - 2,68
Kerikil	2,65 - 2,68
Lanau	2,66 - 2,70
Lempung	2,68 - 2,80
Gambut	1,25 - 1,80

Atterberg limit terdiri dari beberapa pengujian yaitu pengujian batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*) dan batas susut (*Shrinkage Limit*). Penentuan pengujian batas cair, batas plastis dan batas susut berbeda-beda.

Batas cair (LL) ditentukan menggunakan pengujian *casagrande* dan kerucut penetrasi (*cone penetration*) (Muntohar, 2009). Batas cair suatu tanah yaitu ketika kadar air tanah berada pada batas peralihan antara keadaan cair dan plastis. Pengujian batas cair ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah berbutir halus yang memiliki ukuran butir kurang dari 0,425 mm.

Batas plastis (PL) ditentukan saat tanah mengalami retak-retak jika digulung dengan jari tangan pada diameter ± 3 mm (Muntohar, 2009). Pengujian batas plastis ini bertujuan untuk menentukan batas plastis tanah kohesif yang memiliki ukuran kurang dari 0,425 mm. Indeks plastisitas tanah (PI) merupakan selisih antara batas cair dan batas plastis. Jika salah satu dari batas cair atau batas plastis tidak diperoleh keadaan tanahnya maka dapat dikatakan bahwa indeks plastisitasnya *non plastic* (NP).

Batas susut (SL) ditentukan dengan menempatkan sejumlah masa tanah ke dalam cawan porselen dengan ukuran 44,5 mm dan tinggi 12,5 mm (Muntohar, 2009). Pengujian batas susut bertujuan untuk menentukan nilai batas susut tanah dan faktor-faktor tanah yang meliputi angka susut, susut volumetrik dan susut linier. Hubungan batas cair (LL), batas plastis (PL) dan batas susut (SL) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Keadaan Konsistensi Tanah (Muntohar, 2012)

Berdasarkan Gambar 2.1, batas susut yaitu ketika pada kondisi tanah getas semakin tinggi nilai kadar air maka volume tetap. Batas plastis yaitu ketika pada kondisi padat, semakin tinggi nilai kadar air maka semakin tinggi volume tanahnya. Batas cair yaitu ketika pada kondisi tanah cair semakin tinggi nilai kadar airnya maka semakin tinggi juga volume tanahnya.

Pengujian gradasi butiran tanah berfungsi untuk menentukan distribusi ukuran butir tanah dan menghasilkan kurva distribusi ukuran butir tanah. Ada 2 metode yang sering digunakan untuk memberikan informasi tentang ukuran partikel tanah yaitu analisis saringan dan analisis pengendapan (Muntohar, 2009). Analisis saringan digunakan untuk tanah berbutir kasar sedangkan untuk analisis pengendapan digunakan untuk analisis tanah berbutir halus. Hasil yang didapatkan pada pengujian ini yaitu grafik hubungan persentase butir lolos saringan dengan ukuran butir tanah menggunakan skala log. Acuan untuk pengujian gradasi butir tanah adalah ASTM (2009) dalam standar D6913-04.

2.2.2 Pemadatan

Pemadatan merupakan proses memampatnya tanah akibat berkurangnya volume dari fase udara karena diberi energi mekanis yang berulang (Muntohar, 2009). Acuan untuk pengujian pemadatan adalah ASTM (2015), dalam standar D698-12. Pengujian pemadatan bertujuan menentukan pemadatan tanah dan parameternya yaitu kadar air optimum dan berat volume tanah kering maksimum dengan energi pemadatan standar. Uji laboratorium yang dapat digunakan yaitu uji pemadatan standar Proctor dan *modified* Proctor.

Uji pemadatan standar Proctor dilakukan dengan memadatkan tanah dalam cetakan silinder yang mempunyai volume 944 cm³. Silinder dihubungkan dengan landas pelat (*Baseplate*) pada bagian bawah dan ditambah silinder tambahan di atasnya. Pada masing-masing pengujian, kadar air tanah yang dipadatkan ditentukan dilaboratorium. Penentuan berat volume kering dijelaskan pada persamaan (2.2).

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana,

γ_d = berat volume tanah kering (kN/m³),

γ_b = berat volume tanah basah (kN/m³),

W = kadar air (%).

Parameter yang didapatkan pada pengujian ini adalah nilai kadar air optimum tanah (OMC) dan berat volume kering maksimum tanah (MDD) dengan menghubungkan grafik antara kadar air dan berat volume kering.

2.2.3 *Slake Index Test*

Pengujian *slake durability test* digunakan untuk mengetahui ketahanan dari suatu batuan terhadap degradasi ketika mengalami siklus pembasahan dan pengeringan (Ankara dkk., 2016). Degradasi merupakan proses berubahnya suatu batuan dibawah pengaruh hidrosfer dan atmosfer. Perubahan ini terjadi pada bentuk fisik dan terjadi karena penguraian kimia (Alatas dan Simatupangg, 2017). Terdapat 2 katageori dalam pengujian *slake durability* yaitu *slake* dinamis dan *slake* statis. *Slake* statis adalah pengujian yang sederhana yaitu dengan mengeringkan sampel batuan ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu 105° C kemudian direndam ke dalam air. (Oktaviani dkk., 2018). Prosedur dasar dalam pengujian ini yaitu dengan merendam beberapa sampel batuan dalam air dan mengamati degradasi batuan tersebut (Sadisun dkk., 2005). Rendaman sangat berpengaruh terhadap perubahan degradasi, semakin banyak siklus rendaman maka semakin besar penurunan degradasi yang terjadi (Alatas dan Simatupang, 2017). Pengujian *slake* statis dapat digunakan ketika uji *slake* standar tidak

diperbolehkan dan terutama untuk material batuan yang sangat lemah (Sadisun dkk., 2005).

Pengujian *slake index* pertama kali dikembangkan untuk batu serpih yang kemudian dapat digunakan juga untuk batuan lempung dan sejenisnya. Berat untuk setiap benda uji antara 40g – 60g dengan tepi spesimen dibuat tumpul (Fereidooni dan Khajevand, 2018). Pengujian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu porositas dan permeabilitas batu yang akan diuji, peralatan pengujian, penyimpanan sampel, jumlah siklus pembasahan dan pengeringan serta bentuk potongan, ukuran dan berat potongan spesimen (Ankara dkk., 2016).

Parameter yang didapatkan pada pengujian *slake statIs* adalah nilai *slake index* (I_s). Untuk mendapatkan nilai *slake index* (I_s) dapat dihitung seperti pada persamaan (2.3).

$$I_s = \frac{W_x - W_{x1}}{W_x - B} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana,

I_s = *slake index* (%),

W_x = berat mangkok dan tanah kering oven kondisi akhir (g),

W_{x1} = berat mangkok dan tanah kering oven kondisi awal siklus 1 (g),

B = berat mangkok (g).

Setelah nilai *slake index* diperoleh kemudian dapat diklasifikasikan berdasarkan dengan degradasinya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai *Slake Index* (Okaviani dkk., 2018)

<i>Slake Index, Is</i> (%)	Klasifikasi
0 - 5	<i>Verry Low</i>
5 - 10	<i>Low</i>
10 - 25	<i>Medium</i>
25 - 50	<i>High</i>
50 - 75	<i>Verry High</i>
75 - 100	<i>Extremely High</i>