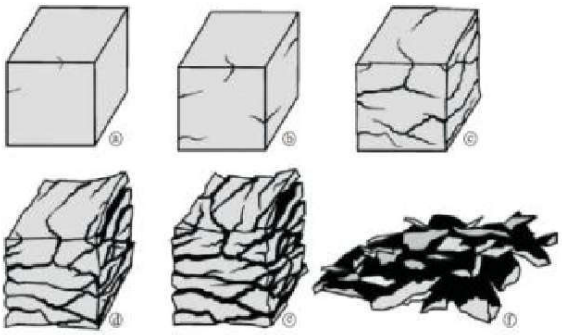
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Clayshale merupakan jenis tanah yang termasuk ke dalam klasifikasi batuan *mudrocks. Mudrocks* merupakan batuan sedimen yang sangat halus terbentuk dari lanau dan lempung. Dikatakan sangat halus dikarenakan berat partakel dengan ukuran diameter butiran kurang dari 60 µm lebih dari 35% dari berat total batuan *mudrocks* tersebut (Grainger, 1984). Sadisun dkk. (2010) menyatakan bahwa *mudrocks* terdiri dari beberapa jenis yang diantaranya adalah *clayshale*, *siltstone, mudstone,* dan *claystone* yang memiliki sifat yang sama yaitu mudah terkikis apabila terjadi perubahan kadar air pada jenis batuan tersebut.

Clayshale merupakan batuan yang berbentuk *shale* yang mengandung mineral lempung sensitif terhadap air (Celestine dan Ngon, 2016). Menurut Alatas dan Simatupang (2017), *clayshale* dapat dideskripsikan sebagai salah satu jenis batuan lempung yang memiliki kuat geser yang tinggi, namun kuat geser dari jenis tanah ini akan cepat menurun ketika berhubungan dengan atmosfer dan hidrosfer yang memiliki banyak kandungan oksigen dan hidrogen didalamnya. Kondisi tanah tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kondisi Tanah *Clayshale* Ketika Terekpos oleh Atmosfer dan Hidrosfer (Alatas dkk., 2016)

Oktaviani dkk. (2018) menyatakan bahwa salah satu pengujian yang bisa digunakan untuk menganalisis disintergrasi fisik dari jenis tanah *clayshale* adalah pengujian *static slake index*. *Static slake index test* adalah pengujian untuk

mengetahui durabilitas secara statis ketika mengalami siklus pengeringan dan pembasahan (*drying-wetting*).

2.2.1. Stabilisasi Tanah Secara Kimia Menggunakan Bahan Campuran Semen

Stabilisasi adalah salah satu cara perbaikan tanah yang dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah yang bermasalah dalam suatu proyek konstruksi. Stabilisasi tanah dapat meningkatkan durabilitas (ketahanan) tanah terhadap pengaruh interaksi dinamika tanah dengan lingkungan seperti perubahan temperatur dan kadar air yang disebabkan oleh perubahan musim, mikrobia, serta pengaruh lingkungan lainnya (Muntohar, 2014b). Salah satu stabilisasi tanah yang dapat dilakukan adalah dengan cara mencampurkan tanah dengan semen.

Semen merupakan bahan material yang sering dijumpai dalam proyek konstruksi. Selain digunakan sebagai pengikat agregat, semen juga mampu menstabilkan tanah. Wardani dan Muntohar (2018) menjelaskan bahwa terdapat tiga proses yang terjadi dalam stabilisasi tanah dengan semen, yaitu proses reaksi pertukaran kation, hidrasi semen, dan reaksi pozzolanik-karbonasi. Reaksi pertukaran kation terjadi pada saat ion natrium (Na^+) dan hidrogen (H^+) yang terdapat pada tanah bertukar dengan ion kalsium divalen (Ca^{2+}) yang ada pada semen. Reaksi pertukaran kation ini terjadi ketika semen tercampur ke dalam tanah yang menyebabkan turunnya indeks plastisitas tanah. Hal ini didukung juga oleh penelitian yang pernah dilakukan oleh Djelloul dkk. (2018) yang menyatakan bahwa tanah yang distabilisasi semen dapat menurunkan nilai *liquid limit* (LL) dan meningkatkan nilai *plastis limit* (PL) sehingga dapat menyebabkan penurunan nilai indeks plastisitas yang mampu meningkatkan daya tahan tanah dan kuat geser tanah.

Hidrasi semen ialah reaksi kimia yang terjadi saat semen bercampur dengan air yang mampu membuat kapur yang ada di dalam semen terhidrasi atau terbentuk kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) dan *gel tobemorite* yang berperan aktif dalam meningkatkan kuat dukung tanah yang distabilisasi. Sedangkan reaksi pozzolanik-karbonasi merupakan reaksi yang terjadi ketika partikel tanah bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dihasilkan semen. Reaksi-reaksi pozzolanik berjalan selama beberapa bulan bahkan tahunan. Namun seiring berjalannya

waktu, reaksi pozzolanik menghasilkan peningkatan kekuatan tanah, dan memperbaiki distribusi ukuran partikel tanah serta mengurangi plastisitas tanah. Hal ini menyebabkan meningkatnya kekuatan tanah seiring waktu bertambah karena reaksi ini memberikan pengaruh terhadap kuat ikat semen dan pozzolan dalam jangka waktu yang panjang.

Menurut Pakbaz dan Farzi (2015), pencampuran semen dan tanah dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu pencampuran kering (*dry mixed*) dan pencampuran basah (*spray mixed*). *Dry mixed* dilakukan dengan mencampurkan tanah dan semen secara merata sesuai proporsi dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air agar kondisi tanah berada pada kondisi kadar air optimum sehingga ketika dipadatkan akan menghasilkan berat volume tanah kering maksimum. Metode *spray mixed* dilakukan dengan menyemprotkan pasta semen dengan nilai fas tertentu ke dalam tanah yang sudah dicampurkan dengan air dan diaduk hingga merata. Pakbaz dan Alipour (2012) telah melakukan metode pencampuran ini dengan nilai fas sebesar 0,6.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Sifat-Sifat Fisis Tanah

a. Berat Jenis

Berat jenis merupakan salah satu pengujian sfat fisis tanah. (Muntohar, 2014a) menyatakan bahwa berat jenis dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume tanah (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 4^0 C yang bersifat *non-dimensional values* atau tidak bersatuan. Berat jenis dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1)

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad \text{.....} \quad (2.1)$$

Dimana,

G_s = Berat jenis tanah (*specific gravity*)

γ_s = Perbandingan berat butiran tanah (W_s) dan volume butiran tanah (V_s)

γ_w = Berat volume air = 1 g/cm^3 = 9,81 kN/m^3

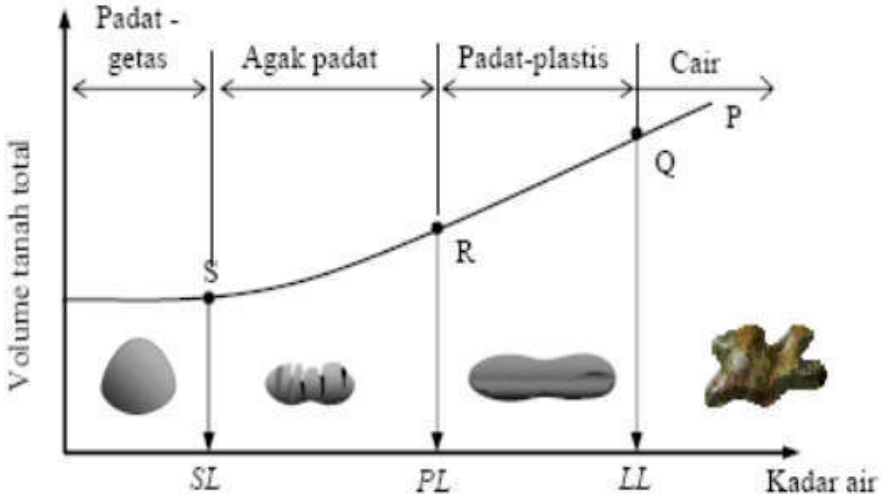
Nilai berat jenis tanah akan bervariasi tergantung dengan mineral penyusunnya, namun untuk tanah secara umum berat jenis yang dimiliki berkisar antara 2,6 dan 2,8. Beberapa jenis tanah dapat ditentukan dari nilai berat jenisnya seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai Berat Jenis untuk Tipikal Tanah (Muntohar, 2014a)

Jenis Tanah	Berat Jenis Tanah
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau	2,66-2,7
Lempung	2,68-2,8
Gambut	1,25-1,80

b. *Atterberg Limit*

Atterberg limit atau batas-batas konsistensi merupakan batas kadar air yang yang mengakibatkan perubahan kondisi dan bentuk tanah (Muntohar, 2014a). *Atterberg limit* terdiri dari tiga jenis yang saling berhubungan, yaitu *liquid limit* (LL), *plastic limit* (PL), dan *shringkage limit* (SL) yang masing-masing memiliki cara pengujian yang berbeda. *Liquid limit* dapat diuji menggunakan pengujian *Cassagrande*, Sedangkan *plastic limit* diuji melalui pengamatan gulungan tanah yang mengalami retak-retak bila digulung dengan jari-jari tangan sampai berdiameter ± 3 mm. *Shringkage limit* diuji dengan mengukur penyusutan yang terjadi pada tanah tersebut saat pengujian. Pengujian Atterberg Limit mengacu pada ASTM D 4138. Hubungan *Atterberg Limit* tersebut dapat dijelaskan melalui Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Variasi Volume dengan Kadar Air pada Kondisi *Liquid Limit, Plastic Limit,* dan *Shringkage Limit* (Muntohar, 2014a)

c. Gradasi Butiran Tanah

Gradasi butiran atau distribusi ukuran butir tanah dapat diketahui dengan dua jenis pengujian, yaitu analisis saringan dan analisis pengendapan. Analisis saringan digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah yang tertahan saringan No.200 (diameter lubang 0,075 mm) sedangkan analisis pengendapan digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah yang lolos saringan No.200 (diameter lubang 0,075 mm). Salah satu tujuan dari pengujian ini ialah untuk mengetahui jenis tanah berdasarkan ukuran partikelnya. Muntohar, (2014a) menyatakan bahwa tanah yang menghasilkan distribusi ukuran butir yang seragam disebut tanah bergradasi buruk (*poorly graded*). Sebaliknya, tanah yang menghasilkan distribusi ukuran butir yang beragam disebut tanah bergradasi baik (*well graded*).

2.2.2. Uji Proctor Standar

Uji proctor standar dilakukan untuk mengetahui nilai *Maximum Dry Density* (MDD) atau berat volume kering dan *Optimum Moisture Content* (OMC) atau kadar air optimum dari tanah. Menurut Muntohar (2014a), uji Proctor standar adalah pengujian yang dilakukan dengan cara memadatkan tanah dalam suatu silinder yang mempunyai volume 944 cm^3 dengan diameter silinder sebesar 101,6 mm. Pengujian ini mengacu pada ASTM D 698-12. Pada pengujian Proctor standar, tanah yang dicampur dengan takaran air yang berbeda-beda dipadatkan dalam 3 lapisan yang sama menggunakan alat penumbuk sebanyak 25 kali tumbukan setiap lapisannya.

2.2.3. *Static Slake Index Test*

Static slake index test merupakan pengujian yang berfungsi untuk menentukan nilai indeks degradasi tanah melalui siklus *drying-wetting* dalam keadaan statis. Secara umum pengujian *static slake index* merupakan pengujian yang cukup sederhana namun dapat diandalkan untuk menentukan nilai durabilitas tanah terhadap air dan temperatur (Sadisun dkk. 2010). Menurut Heidari dkk. (2015), *static slake index test* merupakan pengujian yang pernah dilakukan oleh Purushottam Deo pada tahun 1972 yang diberi nama *static slaking test*. *Slaking* dapat didefinisikan sebagai kerusakan tanah dari bongkahan yang

besar menjadi serpihan-serpihan kecil ketika mineral lempung yang ada di dalam bongkahan tanah mengalami pengembangan saat terjadi kontak dengan air (Celestine dan Ngon, 2016).

Static Slake index dirumuskan sebagai persentase rasio berat akhir terhadap berat awal setiap sampel benda uji. Persentase rasio tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2).

$$Is = \frac{Wx - Wx'}{Wx - B} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana,

Is = Nilai *slake index* (%)

Wx = Berat wadah + tanah kering pada kondisi awal (g)

Wx' = Berat wadah + tanah kering pada kondisi akhir (g)

B = Berat wadah (g)

Pengujian *static slake index* dilakukan hingga lima siklus *drying-wetting*, hal ini disebabkan karena tanah mengalami kehilangan berat yang semakin sedikit dan menunjukkan tingkat *slaking* yang melambat dalam lima siklus (Sadisun dkk., 2005). *Slaking* tercepat terjadi pada siklus satu sampai dua, sedangkan untuk siklus ketiga dan seterusnya tingkat slaking mulai melambat dan hampir relatif konstan. Peristiwa itu dikarenakan tanah telah mengalami kehilangan berat yang sangat signifikan pada siklus pertama sampai kedua sehingga pada siklus ketiga dan seterusnya, tanah mulai mengalami pengurangan kehilangan berat bahkan hampir sama sekali tidak kehilangan berat. Dari hasil *slaking* tersebut kemudian diperoleh nilai *slake index* (I_s) yang dapat diklasifikasikan berdasarkan ketahanannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kelas dan Klasifikasi dari Nilai *Slake Index* (Oktaviani dkk., 2018)

Kelas	Nilai *Slake Index,* I_s (%)	Klasifikasi
1	0-5	*Very Low*
2	5-10	*Low*
3	10-25	*Medium*
4	25-50	*High*
5	50-75	*Very High*
6	75-100	*Extremely Hight*