BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tanah Lempung

1. Struktur tanah lempung

Struktur tanah lempung adalah susunan geometrik dan kerangka dengan partikel atau butiran mineral dan gaya antar partikel yang mungkin bekerja padanya (Bowles, 1993). Mineral lempung merupakan susunan kelompok partikel yang berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm yang terjadi akibat reaksi kimia. Sebagian besar mineral lempung mempunyai struktur berlapis, diantaranya mempunyai bentuk silinder memanjang atau struktur yang berserat.

Studi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) mengenai tanah lempung yang dilakukan oleh Collins dan Mc Grown (1974) serta Young dan Sheeran (1973 dalam Bowles, 1993), memperlihatkan bahwa masing-masing partikel lempung berkelompok atau berflokulasi bersama di dalam suatu satuan tekstur *submikroskopik* yang disebut *domain.* Selanjutnya *domain-domain* tersebut berkelompok lagi membentuk *cluster* (yang juga submikroskopik). Pengelompokan ini terjadi karena adanya gaya antar partikel pada satuan-satuan dasar yang kecil tadi. Kemudian *cluster* tersebut berkelompok lagi membentuk *ped* (berukuran

2. Mineral tanah lempung

Mineral-mineral lempung terutama terdiri dari silikat aluminium atau besi dan magnesium, diantaranya mengandung alkali atau alkali tanah sebagai komponen dasarnya. Mineral-mineral ini terutama terdiri dari kristalin dimana atom-atomnya yang membentuk tersusun dalam suatu pola geometric tertentu.

Felspar ortoklas, feispar plagioklas dan mika (*muscovite*) sebagai bantuan yang terjadi akibat pelaku kimiawi merupakan sumber utama dari mineral lempung. Semuanya disebut dengan silikat aluminium kompleks. Dari pelapukan tersebut terbentuk mineral-mineral lempung yang penting, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Kaolinit (*Kaolinite*)

Kaolinit dihasilkan oleh pelapukan beberapa mineral lempung yang lebih efektif atau dapat juga terbentuk dari produk sampingan pelapukan buatan. Koalinit terdiri dari lapisan tetrahedral silica dalam satuan oktahedrol alumina (*gibsit*). Dengan kombinasi keduanya maka akan menghasilkan kekuatan dan stabilitas yang cukup besar antar lapisannya dengan sedikit cenderung menghisap air untuk pengembangan dan penyusutan.

b. Illite (*illite*)

Illite adalah bentuk mineral lempung yang terdiri dari mneral-mineral kelompok illite. Bentuk susunan dasarnya terdiri dari sebuah lembaran aluminium oktahedra yang terikat diantara dua lembaran silica oktahedra.

magnesium dan besi. Dalam lembaran tetrahedral terdapat pula subtitusi silikon oleh aluminium. Illite memiliki kondisi yang kurang stabil jika dibandingkan dengan kaolinit, karena itu aktifitas illite lebih besar. Susunan illite tidak mengembang oleh gerakan air diantara lembaran-lembaranya.

c. Montmorilonit (*Montmorillonite*)

Adalah mineral yang dibentuk oleh dua lembaran *silica* dan satu lembaran aluminium. Tanah-tanah yang mengandung montmorilonite sangat mudah mengembang oleh tambahan air, yang selanjutnya tekanan pengembangannya dapat merusak struktur ringan dan pekerjaan jalan raya.

Selain mineral-mineral diatas dapat dijumpai mineral lempung yang lain, yaitu *halloysite*, *vermiculite* dan *chorite.*

3. Sifat-sifat umum mineral lempung

a. Hidrasi

Permukaan mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga menarik kation-kation bermutan positif. Selaian itu air pori juga tertarik karena air merupakan molukel *dipole*. Kation-kation dan kutub positif air membentuk lapisan positif, sehingga bersama dengan permukaan lempung membentuk lapisan listrik ganda dan disebut lapisan difusi. Lapisan difusi ini dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya sehingga partikel mineral lempung dapat menyerap air dalam jumlah besar (hidrasi). Gaya tarik antar partikel lempung dengan molekul air dan kation positif lainnya relatifa kuat sehingga kohesif

b. Aktivitas

Mineral lempung yang mempunyai muatan negatif netto pada ujung-ujungnya akan mengakibatkan terjadinya usaha untuk menyeimbangkan muatan ini dengan tarikan kation. Tarikan ini akan sebanding dengan kekurangan muatan netto dan dapat dihubungkan dengan aktivitas lempung. Bila kation yang tertarik adalah molekul air (H^+) yang bersifat *dipolar* maka akan timbul lapisan difusi ganda yang dapat menyerap air dalam jumlah besar, sedangkan apabila yang tertarik adalah kation dari logam maka muatan negatif akan menjadi netral dan aktivitas lempung menurun. Sifat ini merupakan prinsip dari stabilisasi untuk memperkecil daya pengembangan lempung.

Aktivitas lempung disajikan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas Lempung} = \frac{\text{Indeks plastisitas (\%)}}{\text{Persentasi Lempung (\%)}} \quad \text{.....(2.1)}$$

Nilai-nilai khas aktivitas dari persamaan (2.1) adalah sebagai berikut :

Kaolinit	: 0,4 – 0,5
Illite	: 0,5 – 1,0
Montmorilonit	: 1,o – 7,0

c. Flokulasi dan dispersi

Flokulasi didefinisikan sebagai kondisi dimana suatu sekompok partikel

adalah keadaan dimana gaya tarik menarik dalam keadaan netral sehngga gumpalan akan terpisah.

d. Pengaruh air pada tanah lempung

Air selain berpengaruh pada konsistensi mineral lempung juga berpengaruh pada sifat kohesi dan kekuatannya bersifat pasif dan kohesif. Bila lempung basah tersebut dikeringkan akan menjadi bongkahan padat yang kuat dan keras. Fenomena ini terjadi unutk lempung pada keadaan kering. Lempung kering yang dihaluskan menjadi butiran-butiran kecil akan bersifat non kohesif, namun bila air ditambahkan kembali bahan tersebut akan menjadi plastis dengan kekuatan yang kecil. Dengan demikian pemakaian air yang merupakan bahan *dipolar* akan menimbulkan pengaruh seperti diatas sedangkan bahan non polar seperti karbon tetraklorida (CCl_4) tidak akan menimbulkan pengaruh apapun.

B. Limbah Karbit

Sifat-sifat kapur sebagai bahan ikat antara lain plastis, mudah dan cepat mengeras, daya ikat baik. Limbah karbit ($Ca(OH)_2$ termasuk dalam jenis kapur karena memiliki persaman reaksi dengan *kapur padam* ($Ca(OH)_2$. Kapur karbit adalah proses pembuatan gas *acetylene* (C_2H_2) berupa kapur kalsium tunggi (Setyawan, 2004). Limbah karbit berasal dari hasil reaksi calcium karbit (CaC_2) dengan air (H_2O). dengan persaman reaksi :

$$C_2C_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 \qquad (2.2)$$

Berdasarkan penelitian Abidin (2001) limbah karbit yang berasal dari Sedayu, Bantul, Yogyakarta memiliki kandungan unsur kapur sebesar 73,26%. dan sisanya beberapa unsur kimia lain seperti Al_2O_3 (1,47%), Fe_2O_3 (0,22%) dan MgO (0,06%). Penggunaan limbah karbit sebagai salah satu alternatif untuk stabilisasi tanah ternyata cukup berpengaruh terhadap kekuatan geser tanah, kandungan air (*water content)*, permebelitasnya dan *shrinkage*. Hal ini disebabkan karena kadar CaO yang cukup tinggi yang terdapat pada limbah karbit (Simangasing dan Sulistio, 2002).

C. Semen

Pengertian semen sebagai bahan campuran stabilisasi tanah mengacu pada mineral kristallin berupa kalsium dan aluminium silikat yang proses terbentuknya menggunakan bahan baku kapur (CaO), silica (SiO_2), aluminia oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3) dan magnesium oksida (MgO). Semen adalah *hydraulic binder* (perekat hidraulik), artinya senyawa-senyawa di dalam semen dapat bereaksi dengan air membentuk zat baru yang dapat mengikat benda-benda padat lainnya membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan keras (Banarjea, 1980 dalam Marzuki dan Jogaswara, 2007)

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi, aktif setelah berhubungan dengan air. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara

D. Pengaruh Limbah Karbit Terhadap Tanah Lempung

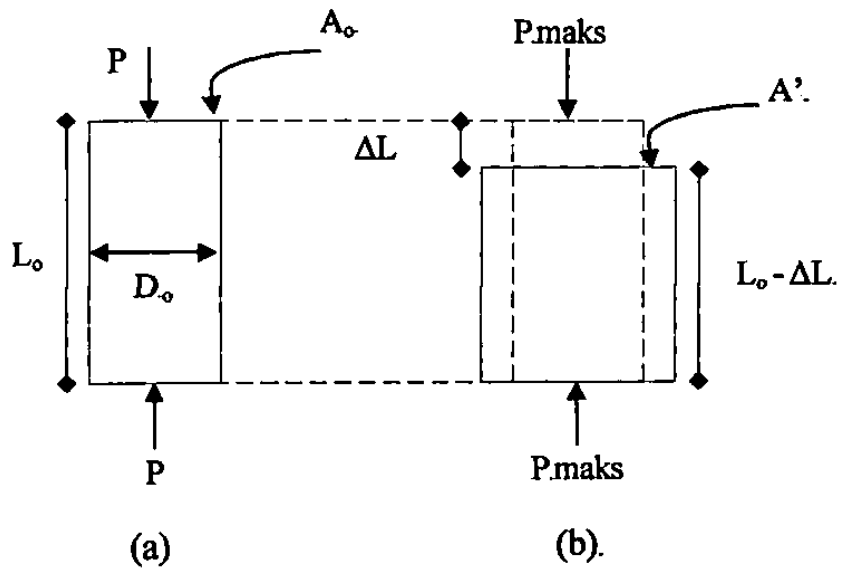
Penggunaan limbah kapur karbit untuk stabilisasi tanah lempung dimaksudkan untuk menurunkan potensi pengembangan pada tanah lempung. Penambahan limbah kapur karbit menghasilkan ion-ion kalsium yang sangat tinggi dalam lapisan ganda di sekililing partikel-partikel lempung, sehingga mengurangi tarikan bagi air yang akan menurunkan indek plastisitas (Dunn, 1980, dalam Setyawan, 2004). Penambahan persentasi limbah karbit cenderung menunjukkan adanya penurunan nilai kohesi, peningkatan nilai gesek internal, dan peningkatan daya dukung tanah. Penambahan limbah karbit juga menyebabkan terjadinya granulasi butiran-butiran tanah yang disebabkan oleh terikatnya beberapa butiran menjadi butiran baru yang lebih besar oleh adanya daya ikat limbah karbit (Setyawan, 2004).

E. Uji Tekan Bebas

Uji tekan bebas digunakan untuk mencari hubungan tegangan-regangan dan untuk mendapat nilai tegangan tekan maksimum yaitu q_u. Tegangan tekan σ dihitung dengan :

$$\sigma = \frac{P}{\quad} \qquad (2.3)$$

Pengujian secara vertikal akan menghasilkan regangan lateral yang menambah luas penampang melintang efektif yang akan menahan tegangan. Karena hal ini selalu terjadi pada contoh tanah laboratorium, dan juga pada luas yang membesar yang sama di lapangan akibat pengaruh poisson, maka dianggap akan lebih benar untuk mendasarkan tegangan tekan pada luas penampang yang membesar (A'). Luas ini dapat dihitung dengan memakai asumsi bahwa contoh akan tetap konstan maka :



Gambar 2.1 skema kondisi benda uji, (a) awal pengujian, (b) setelah pengujian (bowles,1986)

$$A_0L_0 = A'(L_0 - \Delta L) \quad \text{.....(2.4)}$$

Regangan yang diberikan sebesar

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \text{.....(2.5)}$$

A_o (2.6)

Sehingga tegangannya menjadi

$$\Delta\sigma = \frac{P}{A'} \quad \text{.....(2.7)}$$

Δσ adalah perubahan tegangan utama besar, karena dianggap bahwa tidak terdapat tegangan geser pada bagian ujung contoh tanah. Karena friksi akan terbentuk apabila contoh tanah tersebut berusaha untuk mengembang, maka akan terjadi suatu kesalahan kecil; walau demikian, penelitian telah menunjukkan bahwa kesalahan itu dapat diabaikan (Barge dan McDermott, 1965, dalam Hardiyatmo, 1992).

Uji tekan bebas merupakan tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah. Pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir keluar dari benda ujinya. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negatif (tegangan kaliper). Tegangan axial yang diterapkan diatas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Pengujian tekan bebas digunakan untuk menilai kekasaran lempung kenyang air. Hubungan konsistensi tanah lempung dengan kekuatan tekan bebas (q_u) diperlihatkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 hubungan kekuatan tekan bebas (q_u) tanah lempung

Jenis lempung	q_u (kg/cm^2)
Lempung keras	>4,00
Lempung sangat kaku	2,00-4,00
Lempung kaku	1,00-2,00
Lempung sedang	0,5-1,00
Lempung lunak	0,25-0,5
Lempung sangat lunak	<0,25