

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanah

Bila ditinjau melalui asal bahasanya, tanah berasal dari bahasa Yunani 'Pedon' dan bahasa Latin 'solum' yang dapat diartikan bagian dari kulit bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Melalui pendekatan pedologi, Dokuchaev (1870) berpendapat bahwa tanah adalah bahan padat yang (mineral atau organik) *unconsolidated* yang terletak dipermukaan bumi, yang telah dan sedang serta terus mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor: Bahan Induk, Iklim, Organisme, Topografi, dan Waktu. Pengelompokan lebih lanjut membedakan tanah dan batuan yang berasal dari kerak bumi. Menurut Das (1988), tanah adalah material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasikan (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Batuan dapat diartikan kumpulan butir-butir mineral alam yang melekat atau melekat erat, sehingga sangat sukar untuk dipisahkan. Antara batuan dan tanah terdapat peralihan yang disebut 'cadas'.

*USCS (Unified Soil Classification System)* lebih lanjut mengelompokkan tanah ke dalam 2 kelompok besar, yaitu: tanah berbutir halus, dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus sebagian besar ( $\geq 50\%$ ) tersusun dari lempung dan lanau yang lolos saringan 200 (diameter  $\leq 0,075$  mm), sedangkan tanah berbutir

kasar sebagian besar ( $\geq 50\%$ ) tersusun dari pasir dan kerikil yang tertahan pada saringan 200 (diameter  $\geq 0,075$  mm). Berikut adalah batasan berat jenis dan indeks plastisitas beberapa kelompok tanah:

Tabel 2.1 Batasan berat jenis beberapa jenis tanah (Hardiyatmo, 2002)

Jenis Tanah	Batas
Pasir	2,65-2,68
Kerikil	
Lanau Organik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,8

Tabel 2.2 Hubungan indeks plastisitas beberapa tanah (Das, 1985)

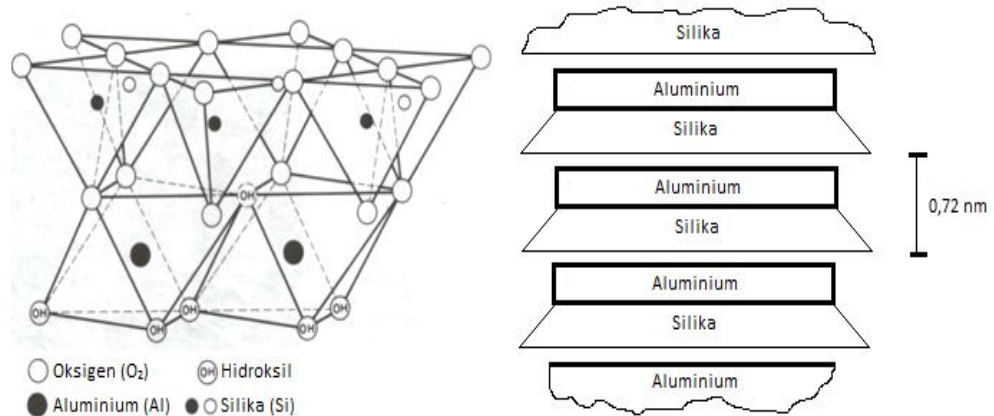
Jenis Tanah	Keterangan	Tingkat Plastisitas
Pasir	IP = 0	Tidak plastis
Lanau	$0 < IP \leq 7$	Plastisitas rendah
Lempung Berlanau	$7 > IP \geq 17$	Plastisitas sedang
Lempung	IP > 17	Plastisitas tinggi

Das (1985) mendefinisikan tanah lempung (*clay*) adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain.

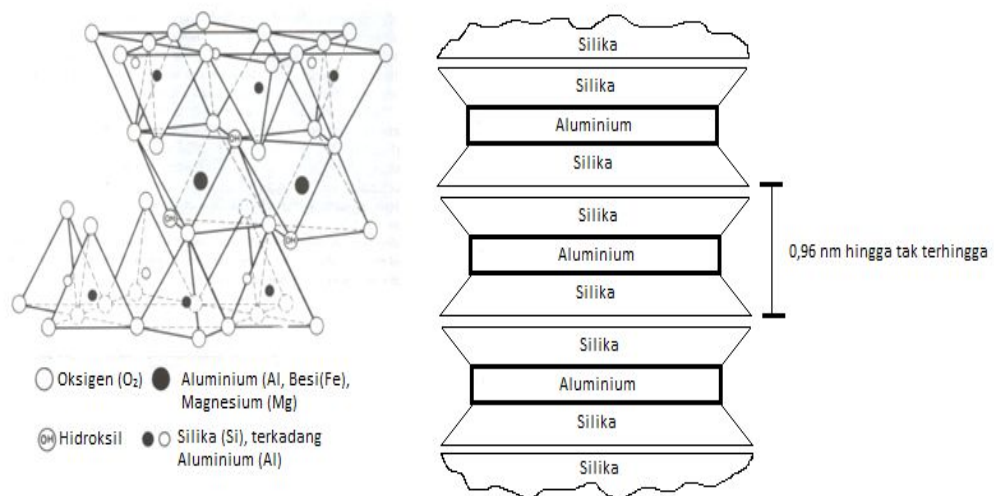
Hardiyatmo (1992) memberikan ciri tanah lempung :

1. Ukuran butir halus ( $< 0,002\text{mm}$ )
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan Air Kapiler sangat Tinggi
4. Sangat Kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat

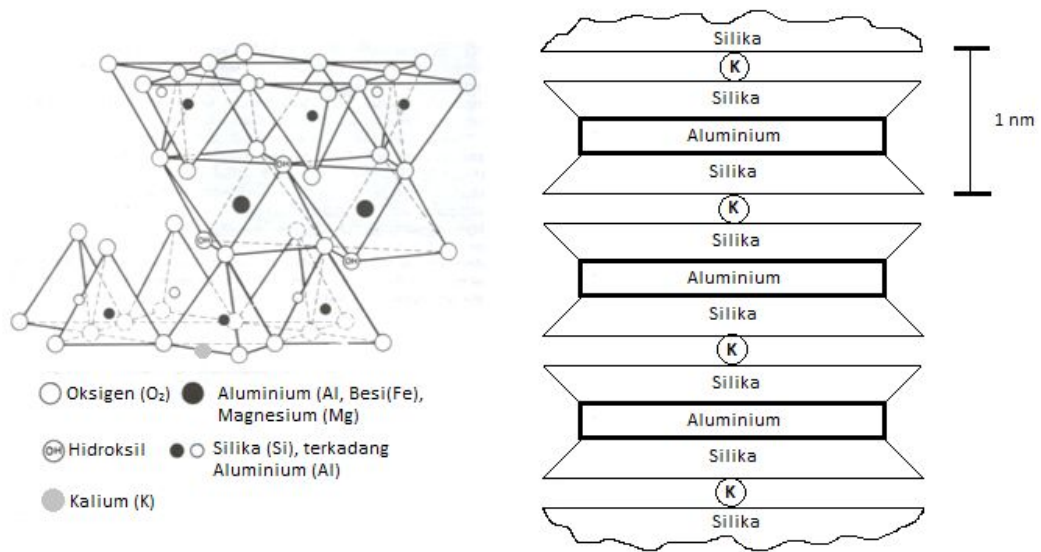
Chen (1975) menyebutkan bahwa tanah lempung tersusun dari 3 komponen utama yaitu *montmorillonite* dengan rumus  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$ , *illite* dengan rumus  $\text{H}_2\text{KAl}_3\text{O}_{12} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + x\text{H}_2\text{O}$ , dan *kaolinite* dengan rumus  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Menurut Adriani, dkk (2012), besarnya *swelling* ditentukan oleh mineral didalamnya. *Kaolinite* tidak bersifat ekspansif karena memiliki ikatan hidrogen, *montmorillonite* adalah material tanah yang sangat ekspansif dikarenakan ikatan antar lapisan oleh gaya *vander wall*, sedangkan *illite* bersifat ekspansif namun tak sekuat *montmorillonite* dikarenakan muatan negatif yang mengikat ion kalium. Berikut adalah gambar skematik struktur dan struktur atom dari *kaolinite*, *montmorillonite*, dan *illite*:



Gambar 2.1 Struktur atom *kaolinite* (Grim, 1959) dan diagram skematik struktur *kaolinite* (Lambe,1953)



Gambar 2.2 Struktur atom *montmorillonite* (Grim, 1959) dan diagram skematik struktur *montmorillonite* (Lambe,1953)



Gambar 2.2 Struktur atom *illite* (Das, 2006) dan diagram skematik struktur *illite* (Lambe,1953)

## 2.2. Stabilisasi tanah

Menurut Fadiila dan Roesyanto (2014), stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki daya dukung (mutu) tanah yang tidak baik dan meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Untuk tanah yang bersifat tidak baik diperlukan perbaikan tanah. Menurut Bowles (1991), apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan :

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material tidak aktif sehingga mempertinggi tahanan geser
3. Menambahkan material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk

Menurut Fadiila dan Roesyanto (2014) kelebihan stabilisasi dengan bahan tambahan (*admixtures*) adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kekuatan tanah
2. Mengurangi deformasi
3. Menjaga stabilitas volume
4. Mengurangi permeabilitas
5. Meningkatkan durabilitas

### **2.3. Semen**

Semen berasal dari bahasa latin 'Caementum' yang berarti bahan pelekat. Menurut Widodo dan Qosari (2011), semen adalah bahan ikat hidrolis (menghisap atau membutuhkan air), yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan tambah. Usaha pembuatan semen pertama kali dilakukan pada 1824 oleh Joseph Aspadain. Proses ini dilakukan dengan mengurai batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) menjadi batu tohor ( $\text{CaO}$ ) dan senyawa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hal ini dilakukan dengan kalsinasi campuran batu kapur dan tanah liat yang di giling dan di bakar pada tungku.

Selanjutnya, CaO direaksikan dengan senyawa lain membentuk klinker dan giling halus hingga menjadi semen.

SNI (Standar Nasional Indonesia) mengelompokkan semen dalam beberapa kelompok, diantaranya:

1. Semen Portland Putih
2. Semen Portland Pozolan (PPC)
3. Semen Portland (OPC)
4. Semen Portland Campuran
5. Semen Masonry
6. Semen Portland Komposit

Menurut Adriani, dkk (2012), semen tersusun dari beberapa senyawa, diantaranya:

1. Alite = C3S ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) untuk memberikan kekuatan awal
2. Belite = C2S ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) untuk memberikan kekuatan jangka panjang
3. Aluminate = C3A ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) untuk memberikan kekuatan segera, bertahan pada panas hidrasi tinggi, dan juga terhadap sulfat
4. Ferrite = C4AF ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) untuk memberi warna
5. Gips =  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sebagai penambah waktu pengerasan
6. Komposisi kimia lain dalam jumlah kecil seperti CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O

Ketika bersentuhan dengan tanah beberapa reaksi terjadi. Menurut Widodo dan Qosari (2011), reaksi antara semen dan tanah adalah sebagai berikut:

1. Absorpsi air dan reaksi pertukaran ion

Reaksi ini diakibatkan dari pelepasan ion kalsium  $Ca^{++}$  melalui hidrolisa dan pertukaran ion berlanjut pada permukaan lempung. Dengan reaksi ini partikel-partikel lempung mengumpul sehingga mengakibatkan konsistensi tanah membaik

2. Reaksi pembentukan kalsium silikat

Reaksi utama yang berkaitan dengan kekuatan adalah hidrasi Alite dan Belite yang terdiri dari kalsium silikat. Melalui hidrasi tadi senyawa kalsium silikat dan aluminat terbentuk. Senyawa ini berperan dalam pembentukan dan pengerasan

3. Reaksi Pozzolan

Kalsium Hidroksida yang dihasilkan pada waktu hidrasi akan membentuk reaksi dengan tanah (pozzolan) yang bersifat memperkuat ikatan antar partikel, karena berfungsi sebagai binder (pengikat).

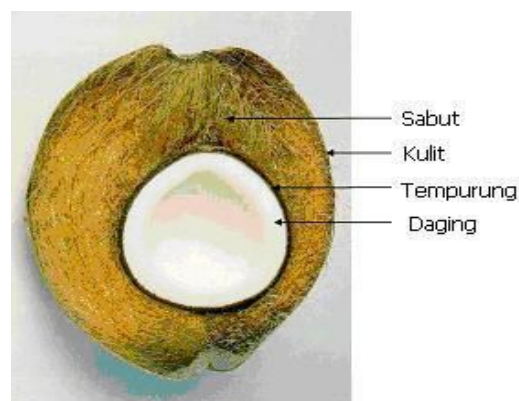
Apabila semen *portland* dipakai untuk stabilisasi tanah, maka hasilnya akan merupakan stabilisasi tanah yang disebut tanah semen (*soil cement*). (Bowles, 1996). Riyanto (2002) mengungkapkan bahwa penambahan semen  $\pm 2\%$  dari berat tanah mampu merubah sifat-sifat tanah, sedangkan penambahan lebih banyak mampu memberi perubahan yang lebih nyata.



## 2.4. Serat Sabut Kelapa

Serabut kelapa didapat dari buah kelapa atau lebih dikenal dalam bahasa latin *Cocos nucifer*. Serat ini lebih dikenal sebagai *Coco Fiber*. Menurut Dirjen Perkebunan, pada tahun 2009 tercatat luas area perkebunan kelapa mencapai 3,789 Ha yang tersebar di 33 daerah tanam di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku dan Irian. Produksi serat sabut kelapa diperkirakan mencapai 3,3 juta ton/ tahun.

Menurut Hatmoko dan Suryadharma (2014), serat sabut kelapa merupakan bundle serat multiseluller yang mengandung selulosa dan yang terdiri daerah kristal kecil yang dipisahkan oleh batas amorfus dengan penampang oval dan memuat sel-sel serat yang saling berikatan. Dalam dinding kedua sel, rantai selulosa membentuk spiral, arah rantai membuat sudut  $45^\circ$  dengan arah sumbu sel ( van Dam, 2006). Berikut adalah gambar struktur buah kelapa dan serat sabut kelapa:



Gambar 2.4 Struktur buah kelapa (Bakrie, 2010)



Gambar 2.5 Serat sabut kelapa

## **2.5. Penelitian lain**

Adriani, dkk (2012) meneliti pengaruh penambahan semen sebagai stabilisator pada tanah lempung terhadap CBR tanah dan menemukan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dengan  $\gamma_{dry}$  maksimum  $1.351 \text{ gr/cm}^3$ , kadar air optimum 32.9%, dan nilai CBR 64.138 % dengan waktu pemeraman 3 hari.

Fadila, Nita dan Roesyatno meneliti kuat tekan bebas tanah lempung dengan penambahan abu sekam padi dan semen dan menemukan bahwa material abu sekam padi hanya efektif berfungsi pada variasi campuran 2% PC + 3% ASP dan 2% PC + 4% ASP yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar  $3,82 \text{ kg/cm}^2$  dan  $3,64 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan abu sekam padi tidak begitu dianjurkan.

Waruwu (2013) meneliti hubungan kuat tekan dan CBR tanah lempung dengan stabilisator abu batu dan semen dan menemukan Hasil yang terbaik dari

penelitian tanah lempung ini adalah pada campuran tanah lempug dengan peningkatan nilai kuat tekan tekan bebas antara 25% dan 20%. Hasil pengujian CBR langsung menunjukkan bahwa pada campuran 20% abu batu dan 15% semen, nilai kuat tekan tanah lempung tidak mengalami peningkatan lagi. Sedangkan hubungan antara kuat tekan dan CBR pada pengujian CBR yang direndam, terlihat bahwa semakin tinggi jumlah bahan campuran (di atas 20% abu batu dan 15 % semen), nilai kuat tekan juga semakin besar.

Kezdi (1979) melaporkan bahwa dengan menambah semen baik kedalam tanah lempung maupun kedalam tanah pasir akan meningkatkan kepadatan maksimum tanah tersebut sebesar kurang lebih 10%. Namun demikian, jika diterapkan pada tanah lanau kepadatannya justru menurun. Menurutnya, semen menurunkan indeks plastisitas tanah kohesif yang disebabkan oleh peningkatan batas plastis serta penurunan batas cairnya.

Rad dan Clough (1982) mengusulkan bahwa ada korelasi antara nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dengan kadar sementasi pada tanah. Tanah dengan nilai  $q_u$  antara 100 kPa sampai dengan 300kPa dinyatakan sebagai tersementasi sangat rendah (*weakly cemented*), sedangkan tanah dengan nilai kuat tekan bebas lebih kecil dari 100 kPa, dinyatakan sebagai tersementasi sangat lemah (*very weakly cemented soil*).

Sulistyo (2013) meneliti pengaruh serabut kelapa terhadap kuat geser dan tekan bebas pada tanah berbutir halus dan menemukan bahwa penambahan serabut kelapa meningkatkan kuat tekan tanah dimulai dari tanpa serabut kelapa

sebesar  $0,1349 \text{ kg/cm}^2$ , dan dengan menggunakan variasi serabut kelapa 1% :  $0,6507 \text{ kg/cm}^2$ , 1,5% :  $0,8225$ , 2% :  $0,8505$ , dan 2,5% :  $0,8351$ . Pada pengujian geser langsung menunjukkan peningkatkan kohesi dan kuat geser yang diterima tanah, dari tanpa menggunakan serabut kelapa sampai menggunakan serabut kelapa dengan variasi 2%, namun menurun sudut geser.