

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

3.1.1 Umum

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bed rock*). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses fisik dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca, sedangkan proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali).

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran lebih dari satu macam ukuran partikelnya. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja. Akan tetapi, dapat bercampur dengan butir-butir ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

3.1.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai dengan perilaku umum dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tanah-tanah yang

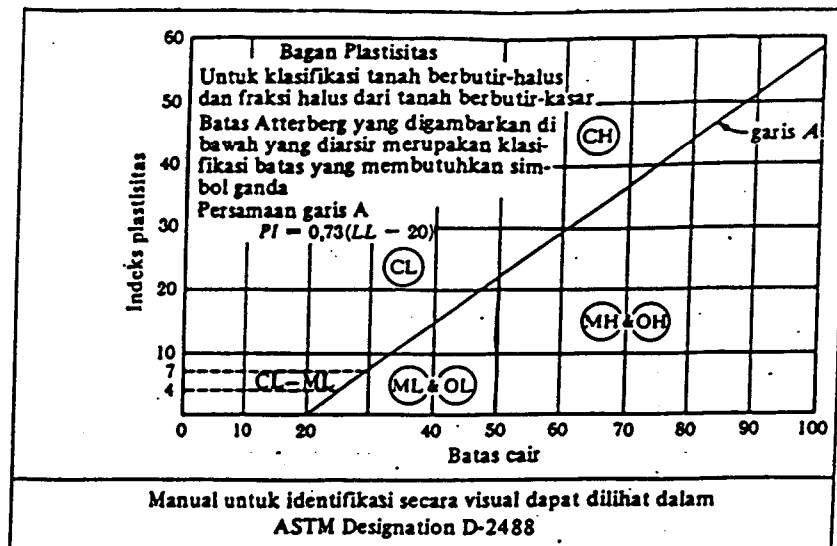
dikelompokkan dalam urutan berdasar satu kondisi-kondisi fisik tertentu bisa saja mempunyai urutan yang tidak sama jika didasarkan kondisi-kondisi fisik tertentu lainnya. Oleh karena itu sejumlah sistem klasifikasi telah dikembangkan disesuaikan dengan maksud yang diinginkan oleh sistem itu.

Berdasarkan pemakaiannya, saat ini terdapat dua sistem klasifikasi yang dapat digunakan untuk keperluan teknik yaitu *Unified Soil Classification System* dan AASHTO (Hary Christady Hardiyatmo, 1992).

Klasifikasi tanah sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Karena sistem ini ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut, penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus mempertimbangkan maksud aslinya.

Menurut Hary Christady Hardiyatmo (1992) Klasifikasi tanah sistem *Unified* diperkenalkan pertama kali oleh Casagrande (1942) , kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United States Bureau of Reclamation*). Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik.

Klasifikasi tanah berdasarkan batas konsistensi tanah, menurut sistem klasifikasi *unified* adalah sebagai berikut:

Gambar 3.1 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*Tabel 3.1 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* Untuk Tanah Lempung

Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Lanau dan lempung Batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi / lempung gemuk (fat Clays)
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

3.1.3 Sifat-Sifat Tanah

3.1.3.1 Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah merupakan pengujian untuk mengetahui warna, bentuk butiran dan ukuran butiran. Adapun pengujian yang dilakukan pada penelitian ini hanya terbatas untuk mengetahui ukuran butirannya.

3.1.3.1.1 Uji Hidrometer

Untuk tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar (butir-butir tanah yang memiliki diameter lebih kecil dari 0.075 mm atau yang lolos saringan no. 200), agar dapat diketahui ukuran butirannya dapat dilakukan dengan pengujian hidrometer. Analisis hidrometer didasarkan pada prinsip pengendapan (sedimentasi) butir-butir tanah dalam air.

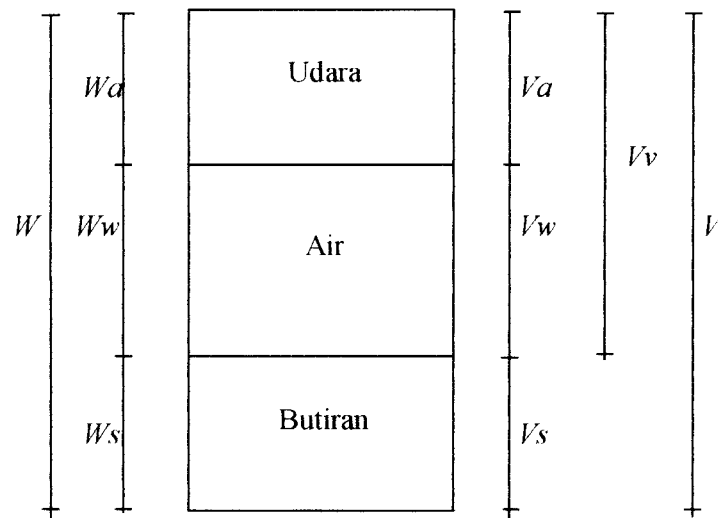
3.1.3.1.2 Analisa Distribusi Butiran

Untuk tanah berbutir kasar atau tanah yang memiliki diameter butiran tanah yang lebih besar dari 0.075 mm atau yang tertahan saringan no. 200 dapat ditentukan dengan cara menyaringnya. Tanah uji disaring melewati susunan saringan standar menurut standar ASTM D 422-72.

3.1.3.2 Sifat Mekanis Tanah

3.1.3.2.1 Indeks Propertis Tanah

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian dari tanah itu sendiri dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Fase Tanah (HC Hardiyatmo, 1992)

Dari gambar tersebut dapat dibentuk persamaan seperti berikut:

$$W = W_s + W_w \quad \text{dan}$$

$$V = V_s + V_w - V_a$$

$$V_v = V_w - V_a$$

dengan:

W_s = berat butiran padat

W_w = berat air

V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

V_v = volume pori

Berat udara (W_a) dianggap sama dengan nol.

Beberapa definisi dan istilah yang dipakai untuk menyatakan hubungan-hubungan antara jumlah butir air dan udara dalam tanah adalah sebagai berikut:

a. Angka Pori (e)

Angka pori, juga disebut *void ratio* didefinisikan sebagai perbandingan antara volume pori (V_v) dan volume partikel padat (V_s).

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots (3.1)$$

b. Kadar air (w)

Kadar air (w) atau *water content* didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran padat (W_s) dari volume tanah yang diselidiki

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.2)$$

c. Berat Volume Tanah

Berat Volume (γ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus dasar:

$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots (3.3)$$

d. Berat Jenis (*Specific Gravity, G_s*)

Berat Jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan volume air. $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_w}{V_s \gamma_w} \dots\dots\dots (3.4)$

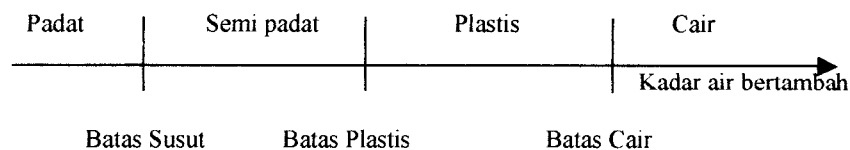
Berat jenis tidak mempunyai satuan.

3.1.3.2.2 Batas-Batas Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat

kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) di keliling partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi, campuran tanah dan air menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan dalam empat keadaan dasar yaitu: padat, semi padat, plastis dan cair, seperti dalam gambar 3.3.

Kadar air dinyatakan dalam persen, pada transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat yang disebut sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air pada transisi dari keadaan semi padat ke dalam keadaan plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*).



Gambar 3.3 Batas-Batas Atterberg (Braja M.Das, 1988)

1. Batas Cair / *Liquid Limit* (LL)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi ketika tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas Plastis / *Plastic Limit (PL)*

Batas Plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air pada saat tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3. Batas Susut / *Shrinkage Limit (SL)*

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \frac{(m1 - m2)}{m2} - \frac{(V1 - V2)\gamma_w}{m2} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan:

$m1$ = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gr)

$m2$ = berat tanah kering oven (gr)

$V1$ = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

$V2$ = Volume tanah kering oven (cm^3)

4. Indeks Plastisitas / *Plasticity Index* (PI)

Indeks plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas plastis tanah. Indeks plastisitas didapat berdasarkan rumus:

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (3.6)$$

dengan: PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

3.1.3.2.3 Uji Proktor Standar

Pengujian Proktor ini dilakukan untuk mencari hubungan kadar air dengan berat volume tanah, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering yang maksimumnya.

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γ_k) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar airnya (w), dinyatakan:

$$\gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots \dots \dots (3.7)$$

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*).

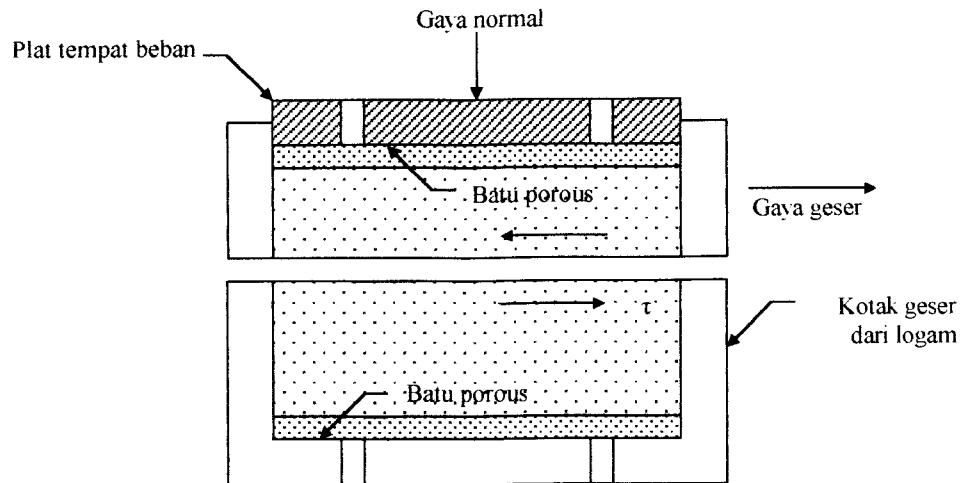
Pemadatan tanah berpengaruh terhadap kualitas tanah, yaitu:

1. meningkatkan kuat geser tanah
2. mengurangi sifat mudah mampat dan permeabilitas

mengurangi perubahan volume sebagai akibat pengurangan kandungan air maksimum yang dapat mengisi pori-pori.

3.1.3.2.4 Pengujian Geser Langsung

Alat uji kuat geser langsung menggunakan kotak geser dari besi yang berfungsi sebagai tempat benda uji kuat geser, benda uji dapat berbentuk bujur sangkar atau lingkaran. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah kedalam kotak geser dengan ukuran benda uji 6 x 6 cm, dengan tinggi 2 cm dan luas 36 cm². Kotak geser terdiri dari dua bagian sama sisi dengan arah horisontal. Gaya normal pada benda uji tanah didapat dengan menaruh suatu benda di atasnya, beban mati tadi menyebabkan tekanan pada benda uji 0,25 kg/cm², 0,5 kg/cm² dan 1 kg/cm². Gaya geser diberikan dengan mendorong sisi kotak sebelah atas sampai terjadi keruntuhan geser pada tanah. Sketsa alat uji geser langsung dapat dilihat pada gambar (3.4).



Gambar 3.4 Sket Uji Geser Langsung

Uji geser langsung dilakukan beberapa kali pada sebuah benda uji tanah dengan beberapa macam tegangan normal. Harga tegangan normal dan harga tegangan yang didapat dengan melakukan pengujian dapat digambarkan dengan beberapa grafik untuk menentukan harga parameter kuat geser.

Tegangan normal dapat dihitung dengan persamaan 3.8.

$$\sigma = \text{Tegangan normal} = \frac{\text{Gaya normal yang bekerja}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung dengan persamaan 3.9.

$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya geser yang melawan pergerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.1.3.2.5 Pengujian Triaksial UU

Pada pengujian Triaksial menggunakan tanah benda uji dengan diameter kira-kira 3,81 cm dan 7,62 cm. Benda uji dimasukkan ke dalam selubung karet tipis dan diletakkan ke dalam tabung kaca. Alat penguji dihubungkan dengan pengaturan drainase ke dalam maupun keluar dari benda uji. Untuk menghasilkan kegagalan geser pada benda uji, gaya aksial dikerjakan melalui bagian atas benda uji.

Uji Triaksial dapat dilaksanakan dengan tiga cara:

1. Uji Triaksial *unconsolidated-undrained* (tak terkonsolidasi-tak terdrainasi)(UU)
2. Uji Triaksial *consolidated-undrained* (terkonsolidasi-tak terdrainasi)(CU)
3. Uji Triaksial *consolidated-drained* (terkonsolidasi-terdrainasi)(CD)

Pengujian Triaksial yang dilaksanakan dalam pengujian laboratorium adalah uji Triaksial tipe UU. Benda uji mula-mula dibebani dengan penerapan tegangan sel (σ_3), kemudian dibebani dengan tegangan normal, melalui penerapan tegangan deviator ($\Delta\sigma_r$) sampai mencapai keruntuhan. Selama pengujian pada penerapan tegangan deviator katup drainasi ditutup karena pada pengujian air tidak diijinkan mengalir keluar. Keadaan tanpa drainasi ini menyebabkan adanya tekanan pori (*excess pore pressure*) dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butir tanahnya.

Untuk pengujian ini :

Tegangan utama mayor total = $\sigma_3 + \sigma_f = \sigma_1$

Tegangan utama minor total = σ_3

Persamaan kuat geser pada kondisi *undrained* dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$C_u = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\Delta\sigma_f}{2} = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

$\Delta\sigma_f$ = tegangan deviator

C_u = kohesi *undrained*

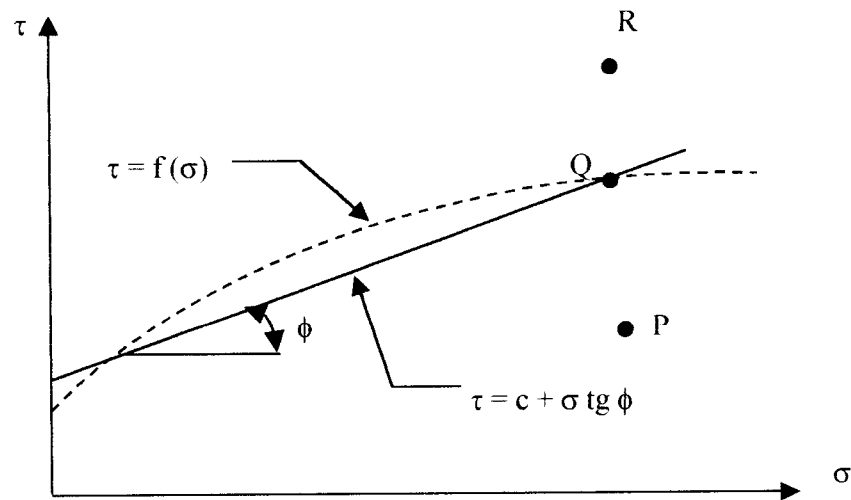
3.1.4 Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser suatu masa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Untuk menganalisis masalah stabilitas tanah seperti daya dukung , stabilitas talud dan tekanan tanah kesamping pada turap maupun tembok penahan tanah, mula-mula kita harus mengetahui sifat-sifat ketahanan penggeser tanah tersebut.

Mohr (1910) memberikan teori mengenai kondisi keruntuhan suatu bahan. Teorinya adalah bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Selanjutnya hubungan fungsi antar tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan:

$$\tau = f(\sigma) \dots\dots\dots(3.11)$$

dengan τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan, dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut. Garis kegagalan yang didefinisikan dalam persamaan (3.11), adalah kurva yang ditunjukkan dalam gambar 3.5.



Gambar 3.5 Kriteria Keruntuhan Tanah Menurut Mohr dan Coloumb (Mekanika Tanah I, Hary Christady, 1992)

Menurut Coulomb (1776) kekuatan geser tanah dinyatakan dengan persamaan berikut ;

$$\tau = c + \sigma \text{tg } \phi \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

τ = kuat geser tanah

c = kohesi tanah

ϕ = sudut gesek dakam tanah

σ = tegangan normal pada bidang runtuh

Persamaan (3.12) disebut kriteria kegagalan Mohr-Coulomb, garis selubung kegagalan dari persamaan tersebut dilukiskan dalam Gambar 3.5.

Pengertian mengenai keruntuhan suatu bahan dapat diterangkan dalam Gambar 3.5. Jika tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan geser tidak terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis selubung keagalannya. Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum mencapai titik R bahan sudah mengalami keruntuhan.

Pada kondisi di lapangan, kuat geser tanah dipengaruhi oleh:

1. Keadaan tanah. Pasir, berpasir, kerikil, lempung dan sebagainya.
2. Jenis tanah. Pasir, lempung, lanau, kerikil, dan sebagainya.
3. Kadar air.
4. Jenis beban dan tingkatnya. Dari teori konsolidasi dapat kita ketahui bahwa beban yang cepat akan menghasilkan tekanan pori yang berlebih.
5. Anisotropis. Kekuatan yang tegak lurus terhadap bidang dasar adalah berbeda jika dibandingkan dengan kekuatan yang sejajar dengan bidang tersebut.

Untuk kondisi di laboratorium kuat geser sangat dipengaruhi oleh:

1. Metode pengujian yang dilakukan.
2. Gangguan terhadap contoh tanah.
3. Kadar air.
4. Tingkat regangan.

3.2 Tanah Lempung

Menurut L.D. Wesley (1977) lempung adalah satu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang bersifat seperti lempung, yaitu memiliki sifat kohesi, plastisitas, dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti.

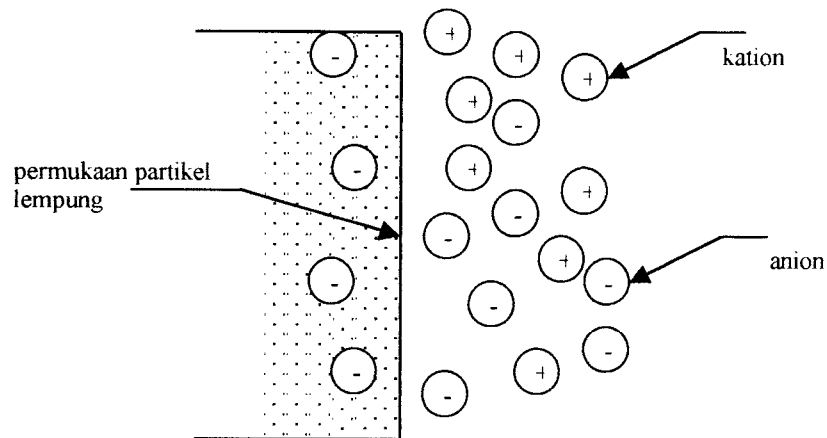
Kohesi menunjukkan bahwa butir-butir tersebut melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan untuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali pada bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

Tanah lempung banyak dipengaruhi oleh air, sehingga luas permukaan spesifik menjadi lebih besar dan variasi kadar air ini akan mempengaruhi plastisitas tanahnya. Partikel lempung mempunyai muatan listrik negatif. Dalam suatu kristal yang ideal, muatan positif dan negatif seimbang. Akan tetapi, akibat substitusi isomorf dan kontinuitas perpecahan susunannya, terjadi muatan negatif pada permukaan partikel lempungnya. Untuk mengimbangi muatan negatif tersebut, partikel lempung menarik ion muatan positif (kation) dari garam yang ada didalam air porinya. Hal ini disebut dengan pertukaran ion-ion. Selanjutnya, kation-kation dapat disusun dalam urutan menurut kekuatan daya tarik menariknya, sebagai berikut:



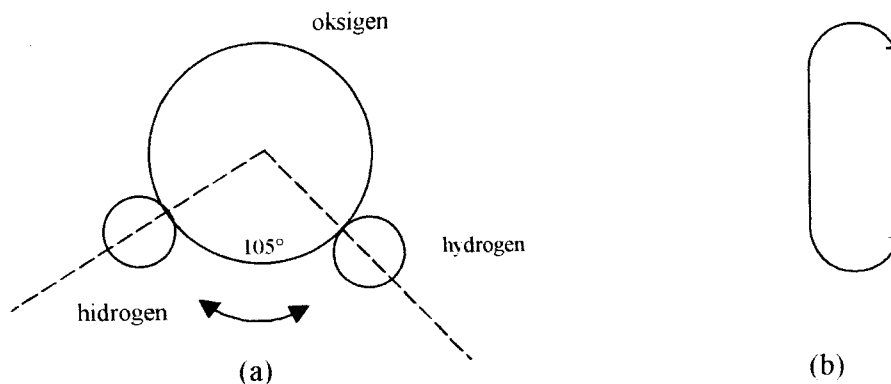
Urutan tersebut memberikan arti bahwa ion Al^{3+} dapat mengganti ion Ca^{2+} , ion Ca^{2+} dapat mengganti Na^+ , dan seterusnya. Proses ini disebut dengan pertukaran kation.

Kapasitas pertukaran kation tanah lempung didefinisikan sebagai jumlah pertukaran ion-ion yang dinyatakan dalam miliekivalen per 100 gram lempung kering. Beberapa garam juga terdapat pada permukaan partikel lempung kering. Pada waktu air ditambahkan pada lempung, kation-kation dan anion-anion mengapung disekitar partikelnya, seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kation dan Anion Pada Partikel Lempung
(Mekanika Tanah I, Hary Christady, 1992)

Molekul air merupakan molekul yang dipolar, yaitu atom hidrogen tidak tersusun simetri disekitar atom-atom oksigen (Gambar 3.7a). Hal ini berarti bahwa satu molekul air merupakan batang yang mempunyai muatan positif dan negatif pada ujung yang berlawanan atau dipolar (dobel kutub) (Gambar 3.7b).

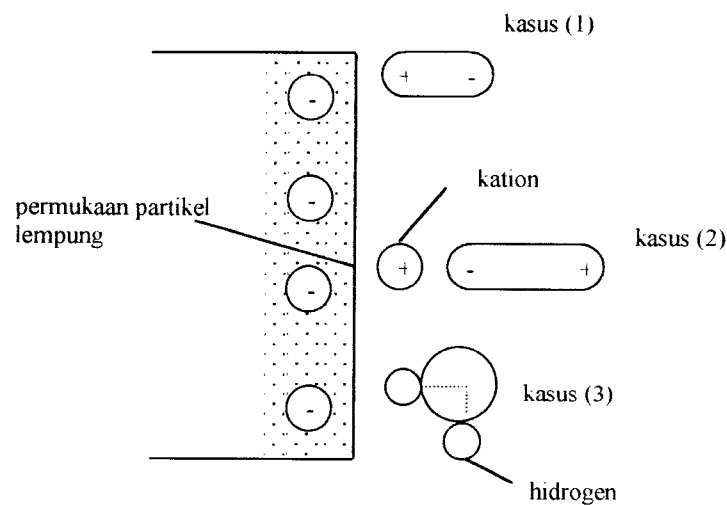


Gambar 3.7 Sifat Dipolar Air
(Mekanika Tanah I, Hary Christady, 1992)

Terdapat 3 mekanisme yang menyebabkan molekul air dipolar dapat tertarik oleh permukaan partikel lempung secara elektrik (Gambar 3.8):

1. Tarikan antara permukaan bermuatan negatif dari partikel lempung dengan ujung positif dari dipolar.
2. Tarikan antara kation-kation dalam lapisan ganda dengan muatan negatif dari ujung dipolar. Kation-kation ini tertarik oleh permukaan partikel lempung yang bermuatan negatif.
3. Andil atom-atom hidrogen dalam molekul air, yaitu dengan ikatan hidrogen antara atom oksigen dalam partikel lempung dan atom oksigen dalam molekul-molekul air.

Air yang tertarik secara elektrik, yang berada di sekitar partikel lempung, disebut air lapisan ganda (*double-layer water*). Sifat plastis tanah lempung adalah akibat eksistensi dari lapisan ganda.



Gambar 3.8 Molekul Air Dipolar Dalam Lapisan Ganda
(Mekanika Tanah I, Hary Christady, 1992)

3.3 Batu Gamping

Batu gamping adalah batuan sedimen yang tersusun (90% atau lebih) oleh mineral-mineral atau garam-garam karbonat. Proses pembentukannya dapat terjadi secara insitu maupun secara mekanik. Secara insitu berasal dari larutan yang mengalami proses kimiawi maupun biokimia, dalam proses biokimia ini organisme ikut berperan, sedang secara mekanik dapat terjadi dari butiran rombakan yang mengalami transportasi dan diendapkan ditempat lain serta dapat pula terjadi akibat proses diagenesa batuan karbonat yang lain. Seluruh proses terbentuknya batuan karbonat berlangsung pada lingkungan airlaut, jadi bebas dari deritus asal darat.

Komposisi minerologi batu gamping yaitu: aragonite (CaCO_3); kalsit (CaCO_3); dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$); Magnesit (MgCO_3), serta beberapa mineral

lain seperti: siderite, ankerit, rodoksit dll. Pada mineral-mineral tersebut umumnya mengandung magnesium (Mg) dan strontium (Sr). Unsur-unsur tersebut jika tercampur dengan air membentuk kation-kation yang dapat mengikat partikel tanah, sehingga memberikan pengaruh yang menguntungkan terutama peningkatan properties sifat fisik dan mekanis tanah.

3.4 Semen Putih

Semen putih adalah semen hidrolis yang berwarna putih dan dihasilkan dengan cara menggiling terak. Semen portland putih yang terutama terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis, dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat.

Semen putih dapat digunakan untuk semua tujuan di dalam pembuatan adukan semen serta beton yang tidak memerlukan persyaratan khusus, seperti pemasangan keramik, pembuatan bangunan artistik dan dekoratif.

Adapun bahan-bahan dasar semen putih terdapat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Komposisi Kimia *White Cement*

Komponen		% Berat
Silikon dioksida	(SiO ₂)	24.10
Alumunium oksida	(Al ₂ O ₃)	6.50
Ferri oksida	(Fe ₂ O ₃)	4.45
Kalsium oksida	(CaO)	60.80
Magnesium oksida	(MgO)	1.10
Sulfur trioksida	(SO ₃)	1.60
Hilang pijar	(LOI)	1.70
Bagian tak larut	(IR)	8.50
Kapur bebas	(F-CaO)	0.78
Total Alkali	(sebagai Na ₂ O)	0.35

Sumber: PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk.