BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Tanah selalu dikaitkan dalam pekerjaan Teknik Sipil yang berfungsi sebagai bahan konstruksi maupun sebagai pondasi pendukung suatu bangunan . Oleh karena itu dalam pekerjaan Teknik Sipil , perlu adanya penguasaan yang lebih mendalam mengenai masalah Mekanika Tanah , baik itu secara analitis mengenai perilaku tanah, sifat fisik dan mekanis tanah .

Penyelidikan tanah merupakan langkah awal dalam merencanakan pondasi suatu struktur bangunan , seperti bangunan gedung , dinding penahan tanah , bendungan , jalan , dermaga dan lain – lain . Penyelidikan dapat dilakukan di laboratorium maupun pengujian langsung di lapangan . Data – data yang diperoleh sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan suatu analisis mengenai sifat – sifat teknis tanah seperti daya dukung , kekuatan geser dan penurunan tanah .

Untuk dapat mengetahui sifat teknik tanah perlu adanya tindak lanjut yaitu perlu dilakukan penelitian mengenai masalah perilaku tanah . Terutama dalam penelitian ini , bagaimana perilaku tanah . Terutama dalam penelitian ini , bagaimana perilaku tanah dalam kondisi kadar air yang berbeda – beda dan pengaruhnya terhadap parameter – parameter yang akan dihasilkan .

1.2 HIPOTESIS

Pada setiap jenis tanah lempung , batas cair dan batas plastis tanah bervariasi , dimana harga batas cair lebih besar dari batas plastis . Besaran plastis menunjukkan bahwa semakin besar nilai numeriknya , semakin besar terjadinya susut pada waktu proses pemadatan untuk memperkecil jarak antara partikel – partikel sehingga terjadi reduksi volume udara dengan menggunakan energi mekanis . Umumnya semakin

tinggi derajat pemadatan , makin rendah kompresibilitas tanah tersebut . Derajat kepadatan tanah diukur berdasarkan satuan kerapatan kering yaitu massa partikel padat diukur berdasarkan satuan kerapatan kering yaitu massa partikel padat persatuan volume tanah . Pada kepadatan maksimum , didapat kerapatan kering maksimum yang apabila kadar air bertambah maka kepadatannya turun lagi . Keuntungan dari pemadatan ini akan didapat berkurangnya penurunan permukaan tanah yaitu gerakan vertikal di dalam massa tanah akibat berkurangnya angka pori . Pengurangan penyusutan atau berkurangnya volume akibat semakin berkurangnya kadar air dari nilai patokan pada saat dilakukan pengujian dan bertambahnya kekuatan tanah . Hal tersebut dijadikan dasar bagi percobaan – percobaan lain untuk mendapat nilai kekuatan tanah yang diperlukan dalam menghitung daya dukung tanah.

1.3 RUMUSAN MASALAH DAN PEMBATASAN MASALAH

1.3.1 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perilaku tanah dalam kondisi kadar air yang berbeda – beda .
2. Bagimana pengaruh dari hasil parameter tanah terhadap daya dukung tanah .

1.3.2 Batasan masalah

Penelitian ini menitik beratkan pada jenis tanah lempung . Masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah lempung kohesif berasal dari Godean , Sleman dan Kasongan , Bantul , Daerah Istimewa Yogyakarta .
2. Digunakan tanah terganggu dan tidak terganggu .
3. Digunakan uji Triaksial "Unconsolidated Undrained" .
4. Angka pori tidak diperhitungkan .
5. Parameter lain yang ditentukan kemudian .

1.4 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hal – hal sebagai berikut :

1. Mengetahui korelasi teknis dari sifat – sifat tanah dan yang berhubungan dengan indeks plastisitas .
2. Mempelajari perilaku mekanis gesekan antara tanah dengan tanah .
3. Membandingkan hasil uji geser langsung , triaksial dan tekan bebas pada tanah lempung .

1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Pemahaman tentang perilaku sifat fisik tanah dan mekanis tanah sebagai dasar perencanaan dan perancangan bangunan ,
2. Pengembangan ilmu Mekanika Tanah pada bidang Teknik Sipil .

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Pengertian Tanah

Tanah adalah campuran partikel – partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut : berangkal ("boulders") potongan batuan yang besar , biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm , kerakal ("cobbles") berukuran 150 sampai 250 mm , krikil ("gravel") berukuran 5 mm sampai 150 mm , pasir ("sand") berukuran 0.074 mm sampai 5 mm , untuk yang kasar berkisar 3 samapi 5 mm , dan yang halus lebih kecil dari 1 mm , lanau ("silt") berukuran 0.002 sampai 0.074 mm , koloid ("colloids") partikel yang diam berukuran lebih kecil dari 0.001 mm . Banyak deposit tanah yang mengandung berbagai persentasi dari partikel – partikel tersebut di atas . Apabila suatu ukuran partikel merupakan deposit terbanyak , maka deposit tersebut diberi nama partikel tadi , misalnya pasir , krikil , kepasiran , lempung dan

sebagainya. Suatu pengecualian terdapat pada lempung dan lanau , di mana deposit lanau yang dominan dengan kandungan lempung dari 10 sampai 25 persen disebut lempung . (J.E Bowles) .

Tanah dapat juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya , yang terbentuk karena pelapukan dari batuan . Di antara partikel – partikel tanah terdapat tanah ruang kosong yang disebut pori – pori yang berisi air dan udara . Ikatan yang lemah antara partikel – partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa di antara partikel – partikel tersebut , atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik.

Bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tetap berada pada tempat semula , maka bagian ini disebut tanah sisa ("residu soil") . Hasil pelapukan yang terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan ("transportation soil ") . Media pengangkutan tanah berupa gaya gravitasi , angin , air dan gletsyer . Pada saat akan berpindah tempat , ukuran dan bentuk partikel – partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran .

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi . Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin , pengikisan oleh air dan gletsyer , atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan . Tanah yang terjadi akibat penghancuran tersebut di atas tetap mempunyai komposisi yang sama dengan batuan asalnya . Tanah tipe ini mempunyai ukuran partikel yang hampir sama rata dan dideskripsikan berbentuk utuh ("bulky") yaitu bentuk – bentuknya bersudut , agak bersudut atau bulat . Partikel – partikel tanah terdapat dalam rentang ukuran yang cukup lebar , mulai dari berangkal ("boulder") sampai serbuk batu halus yang berbentuk akibat penggerusan oleh gletsyer . Kekompakan struktur partikel ini , baik yang lepas , agak padat , ataupun padat , tergantung dari proses pemadatan antar partikel pada saat pembentukan strukturnya .

Proses kimiswi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali , oksigen ,

dan karbondioksida . Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok – kelompok partikel berukuran koloid (<0.002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung (R.F. Craig) .

Istilah tanah dalam bidang matematika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung ("clay") sampai berangkal (batu – batu yang besar) , jadi semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil kecuali batuan tetap. Semua macam tanah ini secara umum terdiri dari tiga bahan , yaitu butiran tanahnya sendiri , air dan udara yang terdapat dalam ruang antara butir – butir tersebut .

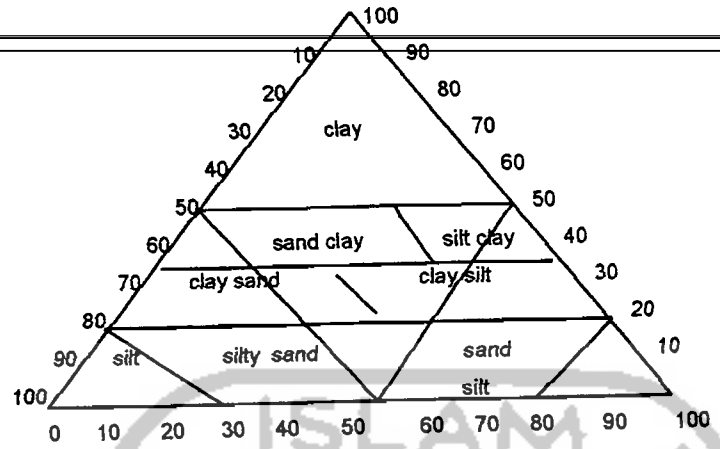
1.5.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dapat dilakukan secara visual atau dapat didasarkan pada hasil – hasil percobaan laboratorium , sedikit banyak sifat – sifat tergantung pada ukuran butir – butirnya dan ini dipakai sebagai titik tolak untuk klasifikasi teknis dari tanah . Sistem klasifikasi tanah bermacam – macam antara lain :

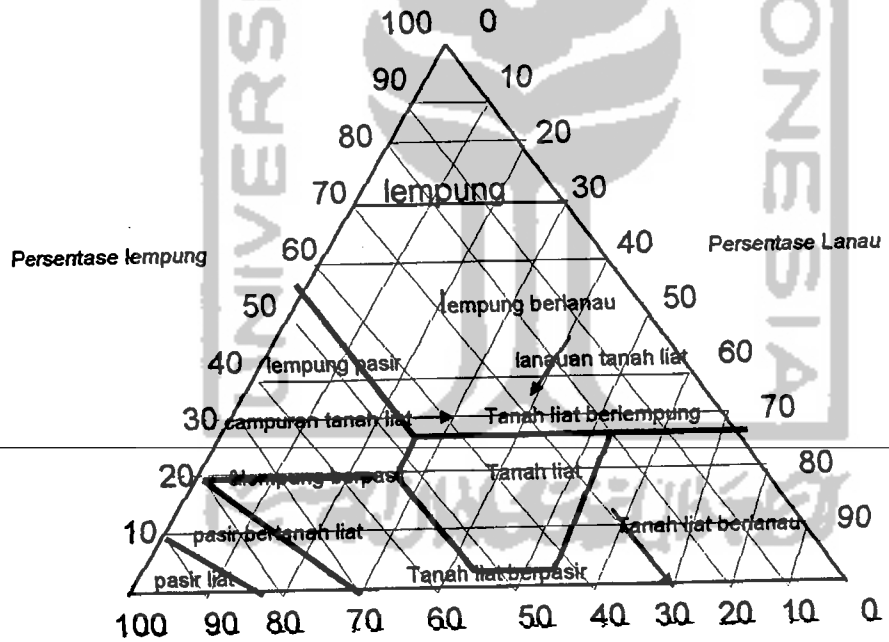
1. Kalsifikasi Berdasarkan Tekstur

Tekstur merupakan keadaan permukaan tanah , dimana , tanah tekstur tanah ini dipengaruhi oleh ukuran tiap – tiap butir yang ada pada tanah . Dalam sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah , tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya .

Klasifikasi tekstur tanah berdasarkan "Triangular Classification Cent" (segitiga pedoman) , didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti pada gambar 1.1 . Klasifikasi tanah berdasarkan USDA terdapat pada gambar 1.2 dan tabel 1.1 .



Gambar 1.1 "Triangular Classification Cent " (Segitiga Pedoman)



Gambar 1.2 Klasifikasi Butiran Berdasarkan USDA

Tabel 1.1 Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan USDA

	Diameter Butiran (mm)
Pasir	2.00 – 0.05
Lanau	0.05 – 0.002
Lempung	<0.002

2. Sistem Klasifikasi USCS

Sistem ini diperkenalkan oleh Cassagrande (1942) yang kemudian dimodifikasi oleh "United State Bureau Of Reclamation" 1908 .

Sistem klasifikasi united mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar yaitu :

a. Tanah Berbutir Kasar ("Coarse Grained Soil")

Tanah yang termasuk dalam kelompok ini adalah tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200 . Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf G untuk kerikil (:Gravel") atau tanah berkerikil , dan S untuk pasir ("Sand") atau tanah berpasir .

b. Tanah Berbutir Halus ("Fine Grained Soil")

Tanah ini lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200 . Simbol dari kelompok dimulai dari hurup awal M untuk lanau ("Silt") anorganik , C untuk lempung organik . Simbol PT digunakan untuk tanah gambut ("Peat") dan tanah – tanah lain dengan kadar air organik tinggi . Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = "Well graded" (tanah dengan gradasi baik)

P = "Poorly graded" (tanah dengan gradasi buruk)

L = "Low plasticity" (plastisitas rendah , LL < 50)

H = "High plasticity" (plasticity tinggi , LL > 50)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti GW , GD , GC, SW , SP , SM , SC , sedangkan untuk butiran yang prosentase lolos ayakan no.

200 antara 5 sampai 12 persen diperlukan simbol ganda seperti GW – GM , GP – GM, GW – GC , GP – GC , SW – SM , SW – SC , SP – SM , SP – SC .

1.5.3 Ukuran Partikel

Partikel penyusun tanah mempunyai ukuran yang beragam mulai butiran kasar yang dapat dilihat dengan mata sampai fraksi yang sangat halus , yang hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop .

Tanah secara umum dapat diklasifikasikan sebagai kerikil , pasir , lanau dan lempung , tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan yang dimilikinya . Batasan mengenai ukuran golongan tanah menurut beberapa spesifikasi dapat dilihat pada tabel 1.2 .

Fraksi yang sangat halus tersusun dari butiran yang berukuran lebih kecil dari 1μ M . Untuk dapat melihat bentuk butiran demikian harus mempergunakan mikroskop elektron , sedangkan struktur molekul dapat dianalisis dengan mempergunakan difraksi sinar X .

Tabel 1.2 Batasan Ukuran Golongan Tanah

Kalsifikasi	Ukuran Butiran			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
MII	>2	2 – 0.06	0.06 – 0.002	<0.002
USDA	>2	2 – 0.05	0.05 – 0.002	<0.002
AASHTO	7.62 – 2	2 – 0.075	0.075 – 0.002	<0.002
USCS	7.62 – 4.75	4.75 – 0.075	<0 0075	<0.0075

1.5.4 Tanah Lempung (Kohesif)

Lempung adalah salah satu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus , yang bersifat lempung yaitu memiliki sifat kohesi , plastisitas , tidak memperlihatkan sifat dilatasi dan tidak mengandung jumlah sifat bahan kasar yang berarti . Fraksi lempung menunjukkan bagian berat butir – butir dari tanah yang lebih

halus dari 0.002 mm . Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan yang khusus . Karena itu , tnah lempung mempunyai sifat yang sangat dipengaruhi oleh gaya – gaya permukaan . Umumnya , kira – kira terdapat 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1059) diantaranya terdiri kelompok – kelompok monmorillonite , illite dan kaolinite .

Dari segi mineralnya , lempung dipakai untuk menyebutkan partikel – pártikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat plastis pada tanah bila bercampur dengan air (Grim , 1953) . Sumber utama mineral lempung adalah pelapukan kimiawi dari batuan yang mengandung felsfar ortoklas ($K(Al)Si_3O_8$) , felsfar plagioklas ($Na(Al)Si_3O_8$) dan mika $K(Al_2)Si_3Al(O_{10})OH_4$) , yang semuanya dapat disebut silikat aluminium kompleks . Mineral lempung juga terbentuk dari hampir setiap batuan selama terdapat cukup sekali alkali tanah dan tanah alkalin untuk dapat membentuk reaksi kimia . (Bowles , 1993) .

1.5.5 Struktur Mineral Lempung

Struktur mineral lempung adalah variasi kombinasi dari dua unit kristalin dasar lempung , yaitu tetrahedra silika – oksigen atau Silica dan oktahedra aluminium atau alumina .

Unit silica terdiri dari sebuah atom slicon (Si) dikelilingi empat atom Oksigen (O) yang berjarak sama terhadap atom silicon . Tiga atom oksigen terletak pada dasar, dipakai bersama oleh dua tetrahedra yang berdekatan . Gabungan unit silica membentuk lempeng silica yang mempunyai tebal 4.95 A^o .

Unit alumina terdiri dari sebuah atom Aluminium (Al) atau Magnesium (Mg) yang dikelilingi oleh enam atom Oksigen atau Hydroxil (OH) yang membentuk konfigurasi Oktahedra dengan tinggi 5.05 A^o . Beberapa oktahedra membentuk lempeng gibbsite , jika posisi Al dalam Oktahedra ditempati oleh Magnesium maka disebut Brucite .

Dari variasi kombinasi antara lempeng Silica dan lempeng Alumina , terbentuk mineral – mineral lempung yang penting , diantaranya yang terpenting seperti di atas adalah sebagai berikut :

1. Kaolinite

Kaolinite merupakan mineral lempung yang terdiri dari lapisan berulang , satu lempeng Silica dan satu lempeng , dengan tebal 7.2 A^{o} . Kaolinite sering disebut mineral 1:1 karena terbentuk dari dua lempeng dasar . Lapisan – lapisan Kaolinite terikat kuat satu sama lainnya , air tidak termasuk diantaranya sehingga pengembangan dan penyusutan mineral ini relatif kecil . Kaolinite dihasilkan oleh pelapukan beberapa mineral lempung yang yang lebih aktif atau dapat juga terbentuk dari produk sampingan pelapukan batuan .

2. Illite

Mineral illite merupakan lapisan berulang , terdiri dari dua lempeng Silica mengapit satu lempeng Alumina dan disebut mineral 2:1 .Lapisan illite satu sama lainnya terikat oleh atom Potassium (K) dan mempunyai tebal 10 A^{o} . Dalam lempeng Alumina terdapat substitusi parsial Aluminium oleh Magnesium . Ikatan tersebut menghasilkan kondisi yang stabil dibanding Kaolinite sehingga Illite lebih mudah mengembang dan menyusut .

3. Montmorillonite

Struktur mineral montmorillonite sama dengan Illite , yaitu merupakan lapisan berulang yang terdiri dari dua lempeng Silica mengapit satu lempeng Alumina (mineral 2:1) . Lapisan Montmorillonite mempunyai tebal 7.9 A^{o} , diantara lapisan terdapat lapisan nH_2O dan kation yang dapat bertukar , dengan ketebalan 1.7– 40 A^{o} , Rekatan antar lapisan diakibatkan oleh gaya Van der Waals sehingga sangat lemah dibandingkan dengan ikatan hidrogen atau ikatan ion . Terjadi penggantian ion – ion , antara lain Al untuk Si dalam tetrahedra dan Mg , Fe , Li atau Zn , untuk Al dalam lapisan oktahedra . Penggantian – penggantian ini mengakibatkan terjadinya muatan negatif netto yang tidak seimbang pada mineral , sehingga kapasitas tarikan terhadap

H_+ sangant besar . Sifat ini membuat monmorillonite bersifat sangat mengembang jika bercampur air .

1.5.6 Sifat – Sifat Umum Mineral Lempung

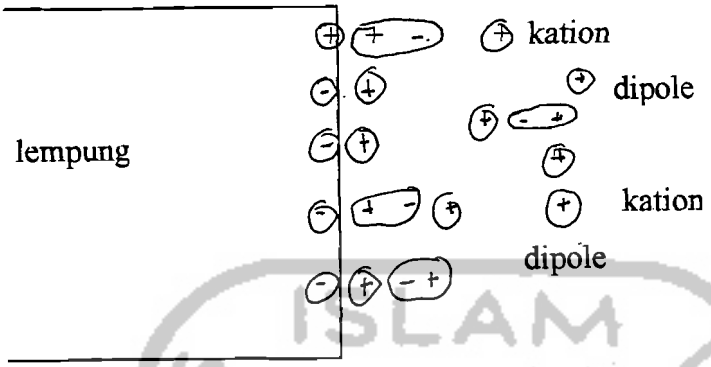
a. Hidrasi

Permukaan mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga menarik kation – kation bermuatan positif . Selain itu air pori juga tertarik karena air merupakan molekul dipole . Kation – kation dan kutub positif air membentuk lapisan positif , sehingga bersama dengan permukaan lempung membentuk lapisan positip , sehingga bersama dengan permukaan lempung membentuk lapisan listrik ganda dan disebut lapisan difusi .

Lapisan difusi ini dapat menarik molekul air atau kation di sekitarnya sehingga partikel mineral lempung dapat menyerap air dalam jumlah besar (hidrasi) . Gaya tarik antara partikel lempung dengan molekul air dan kation positif lainnya relatif kuat sehingga kohesif .

b. Susunan Partikel

Partikel lempung berbentuk lempeng – lempeng yang pipih atau bulat dan memanjang . Muatan negatif terkonsentrasi pada bagian permukaan lempung , sedangkan muatan positif terjadi di bagian – bagian tepi (ujung) . Apabila lempung terlarut dalam air dan membentuk koloid , akan bekerja gaya tolak menolak antar partikel , gaya tarik menarik Van der Waals dan gaya gravitasi bumi . Gaya - gaya tersebut menyebabkan sebagian partikel mengendap ke bawah dalam susunan terdispersi yang partikel – partikelnya berorientasi sejajar , sebagian lainnya akan tinggal dalam larutan dan mengalami gerakan Brown (gerakan zig – zag yang acak dari butiran koloid) . Akibat gerakan acak tersebut beberapa partikel akan saling menempel bagian permukaan yang bermuatan negatif sehingga membentuk yang acak . Keadaan ini disebut flokulasi seperti diperlihatkan pada gambar 1.3 .



Gambar 1.3 Interaksi Air dengan Mineral Lempung (Braja M. Das , 1988)



a. Terdispersi b. Terflokulasi

Gambar 1.4 Struktur Endapan Lempung (Braja M. Das , 1988)

c. Aktivitas (Daya Pengembangan)

Pengembangan mineral lempung mempunyai muatan negatif netto . Ini mengakibatkan terjadinya usaha untuk menyeimbangkan muatan ini dengan tarikan kation (ion – ion positif) . Apabila kation yang tertarik adalah molekul air (H^+) yang bersifat dipolar maka akan timbul lapisan difusi ganda yang dapat menyerap air dalam jumlah besar , sedangkan bila 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 . Dengan menambah bahan yang mengandung kation aktivitas lemping dapat diturunkan sehingga potensi pengembangannya berkurang . Ion – ion logam dalam lempung dapat saling berganti dengan ion – ion logam dari tingkat yang lebih tinggi . Urutan penggantian adalah sebagai berikut :

Li < Na < NH4 < K < Mg < Rb < Ca < Co < Al

Sesuai dengan skala ini Ca akan menggantikan Na atau Mg lebih mudah dibandingkan Na atau Mg menggantikan Ca .

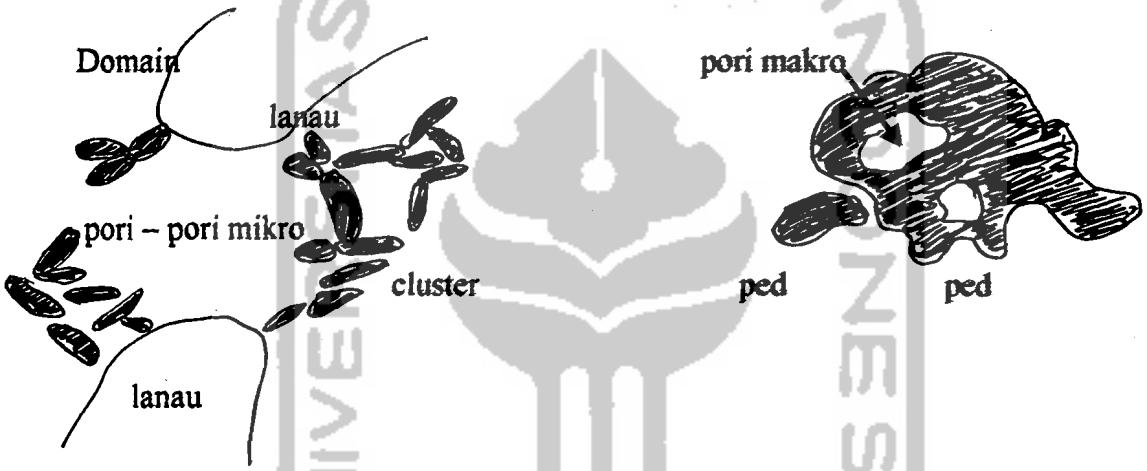
d. Pengaruh Zat Cair pada Lempung

Air selain berpengaruh pada konsistensi mineral lempung juga berpengaruh pada sifat kohesi dan kekuatannya . Pada keadaan kering (S=0) lempung berbentuk padat dengan kekuatan yang sangat tinggi . Lempung kering yang dihaluskan menjadi butiran – butiran kecil tidak kohesif . Bila lempung basah tersebut dikeringkan kembali , akan terbentuk bongkahan padat yang keras dan kuat . Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar , dan tidak terjadi pada cairan yang tidak bersifat dipolar seperti karbon tetraklorida (Ccl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan menimbulkan pengaruh apapun .

e. Struktur Tanah Lempung

Struktur tanah adalah pengaturan geometri partikel – partikel (fabric) tanah beserta pengaruh yang ditimbulkan oleh adanya gaya inter partikel yang bekerja di antara partikel .

Susunan geometric (fabric) tanah berlempung selalu bergerombol (agregat) atau menggumpal (floculated) bersama dalam unit submicroscopic fabric yang disebut domain . Domain – domain tersebut membentuk cluster yang dapat dilihat dengan mikroskop menggunakan cahaya terang . Cluster – cluster berkumpul membentuk ped atau kumpulan ped , yang berukuran besar , dapat terlihat tanpa mikroskop . Ped bersama dengan sambungan dan retakan membentuk sistem macrofabric seperti gambar 1.5



a. Susunan domain – domain dan cluster – cluster dengan butiran berukuran lanau

b. Susunan ped – ped dengan ruang pori – pori

Gambar 1.5 Struktur Tanah Berbutir Halus (Braja M. Das , 1988)

f. Flokulasi dan Dispersi

Mineral lempung hampir selalu menghasilkan larutan air yang bersifat alkalin (pH > 7) sebagai akibat dari muatan – muatan negatif netto pada satuan mineral . Beberapa perkecualian mungkin terjadi apabila itu terkontaminasi dengan subtansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkristal ("amophus") . Akibat adanya muatan ini , ion – ion H^+ di dalam air , gaya Van der Waals , dan partikel berukuran kecil akan bersama – sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di

dalam larutan itu . Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok ("flock") yang berorientasi secara acak atau struktur yang berukuran lebih besar yang akan mengendap di dalam larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sedimen yang sangat lepas . Di dalam laboratorium , contoh lempung seberat 50 atau 60 gram akan mengendap di dalam larutan 1000 mm dalam waktu 30 menit , kecuali apabila formasi dapat dikontrol . Untuk menghindarkan flokulasi suatu larutan tanah – air yang terdispersi dapat dinetrallisasikan dengan menambahkan ion –ion H^+ yang dapat diperoleh dari bahan – bahan yang mengandung asam . Apabila larutan tadi dapat dinetralisasikan , partikel lempung tidak akan membentuk flok – flok yang saling bertabrakan di dalam air . Penambahan bahan – bahan alkalin seperti sodium hidroksida (NaOH) atau alumina ($Kal(SO_4)_2$ akan menyebabkan flokulasi yang cepat.

Lempung yang baru saja terflokulasi dapat dengan mudah didispersikan kembali ke dalam larutan dengan menggoncangnya , yang dapat menandakan bahwa tarikan antar partikel ternyata jauh lebih kecil dari gaya goncangan . Tetapi apabila lempung tersebut telah didiamkan selama beberapa waktu dispersi tidak akan tercapai dengan mudah , yang menunjukkan adanya gejala tiksotropik ("thixopic") , di mana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu .

g. Sifat Kembang Susut

Sifat – sifat pengembangan dan penyusutan tanah lempung pada umumnya tergantung pada sifat – sifat plastisitasnya . Semakin plastis , mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang . Sifat kembang susut ini terdiri dari dua macam antara lain :

1. "Swelling Pressure"

Dalam hubungannya dengan sifat pengembangan dikenal istilah "swelling pressure" adalah besar tekanan yang diperlukan untuk menahan pemuaian tanah sehubungan dengan pengaruh air , juga merupakan tekan yang diperlukan untuk memanfaatkan tanah yang mengalami suatu pemuaian hingga kembali pada keadaan kadar air mula – mula . (Chen , 1975) , memberikan klasifikasi "swelling pressure" yang berhubungan dengan prosentase kandungan lempung dan batas cair .

Tabel 1.3 Tingkat "Swelling Pressure" (Chen , 1975)

Persentase Saringan no. 200	Liquid Limit (%)	Tekanan Swelling (ksf)	Tekanan Swelling (kg/cm^2)	Tingkat Swelling
>95	>60	>20	>9.78	Very high
60 – 90	40 – 60	5 – 20	2.445 – 9.78	High
30 –60	30 – 40	3 – 5	1.467 – 2.455	Medium
<30	<30	1	0.484	low

"Swelling Pressure" merupakan bentuk energi kinetik yang akan menyebabkan pengembangan pada tanah lempung . Menurut Kerb . Rd , 1971 bahwa tingkat swelling dan "swelling pressure" sangat dipengaruhi oleh kandungan air dan kepadatan tanah . Makin tinggi kepadatan tanah , tingkat swelling dan "swelling pressure" akan meningkat .

2. "Swelling Potensial"

"Swelling Potensial" merupakan bentuk energi potensial yang menyebabkan pengembangan pada tanah lempung akibat pengaruh kadar air yang dikandungnya . Seed (2975) , mendefinisikan "swelling potensial" sebagai prosentase pemindahan ke arah lateral di mana sampel harus direndam di dalam air dengan beban /tekan yang lebih besar dari satu psi . Untuk tanah "disturb" harus dipadatkan terlebih dahulu pada kepadatan maksimum dengan kadar optimum .