

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mekanika Tanah**

Mekanika tanah pada dasarnya merupakan studi tentang tanah dan propertinya sehubungan dengan tujuan konstruksi. Mekanika tanah adalah disiplin teknik sipil yang memprediksi karakteristik kinerja tanah, dengan menggunakan teknik statika, teknik dinamika, mekanika fluida, dan teknologi lainnya. Mekanika tanah meliputi studi komposisi tanah, kekuatan, konsolidasi, dan penggunaan prinsip hidrolis, untuk menangani masalah yang menyangkut sedimen dan endapan lainnya. Mekanika tanah adalah salah satu ilmu utama untuk menyelesaikan masalah yang juga berkaitan dengan geologi teknik. Studi mekanika tanah sangat penting karena berdasarkan temuan studi mekanika tanah, struktur rekayasa dapat dirancang-bangun. Jenis konstruksi, jenis peralatan yang akan digunakan, jenis pondasi, bahan pendukung, dan banyak aspek pekerjaan konstruksi lainnya sangat dipengaruhi oleh hasil dari studi mekanika tanah. Pada dasarnya mekanika tanah mempelajari tentang proses pembentukan tanah, sifat fisik dan kimia tanah, kompresibilitas tanah, permeabilitas, konsolidasi, dan lain sebagainya (Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc).

Mekanika tanah membahas berbagai aspek mengenai tanah, termasuk sifat-sifat mekaniknya, perilaku pembebanan, daya dukung tanah, deformasi, kestabilan lereng, dan masalah-masalah lain yang terkait dengan interaksi antara tanah dan struktur.

##### **2.1.1 Sifat-Sifat Tanah**

Mekanika tanah mempelajari sifat-sifat fisika dan mekanika dari tanah, seperti pergerakan, deformasi, kekuatan, dan deformasi pada tanah. Sifat-sifat ini meliputi komposisi, konsistensi, tekstur, berat jenis, dan sifat-sifat mekanik lainnya seperti koheasi dan sudut gesek dalam tanah.

### **2.1.2 Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah digunakan untuk menghitung berapa beban maksimum yang dapat didukung oleh tanah tanpa terjadinya keruntuhan atau penurunan signifikan. Hal ini sangat penting dalam perencanaan struktur bangunan yang aman dan efektif.

### **2.1.3 Perilaku Pembebanan**

Mekanika tanah membantu dalam memahami bagaimana tanah akan berperilaku ketika diberi beban, termasuk deformasi dan perubahan tekanan dalam tanah. Perilaku ini sangat penting dalam desain struktur bangunan yang dapat bertahan dalam berbagai kondisi geologi dan lingkungan.

### **2.1.4 Kestabilan Lereng**

Kestabilan lereng adalah bidang khusus yang berkaitan dengan analisis dan desain untuk mencegah longsor dan kegagalan lereng. Mekanika tanah membantu dalam merencanakan pondasi yang kokoh dan aman untuk berbagai jenis struktur.

### **2.1.5 Perencanaan Pondasi**

Perencanaan pondasi sangat penting dalam merencanakan fondasi yang tepat untuk mendukung bangunan. Mekanika tanah membantu dalam memahami sifat-sifat fisika dan mekanika tanah sehingga seorang insinyur sipil dapat menentukan desain fondasi yang tepat.

### **2.1.6 Analisis dan Perancangan Struktur Bawah Tanah**

Mekanika tanah mencakup analisis dan perancangan struktur bawah tanah, seperti terowongan, penahan tanah, dan lain-lain. Hal ini sangat penting dalam memastikan keamanan dan kestabilan struktur bangunan.

### **2.1.7 Perencanaan dan Manajemen Proyek Geoteknik**

Perencanaan dan manajemen proyek geoteknik melibatkan perencanaan, pemodelan, dan pengawasan dalam proyek-proyek rekayasa sipil. Mekanika tanah membantu dalam mengoptimalkan penggunaan lahan dan mengurangi risiko keruntuhan bangunan.

### **2.1.8 Pentingnya Mekanika Tanah**

Mekanika tanah sangat penting dalam rekayasa sipil dan berperan besar dalam memastikan keamanan, keberlanjutan, dan kinerja struktur bangunan dan infrastruktur. Para insinyur mekanika tanah menggunakan teori-teori dan prinsip-prinsip ini untuk merancang struktur yang dapat bertahan dalam berbagai kondisi geologi dan lingkungan. Dalam sintesis, mekanika tanah adalah disiplin yang mempelajari sifat-sifat fisika dan mekanika tanah serta aplikasinya dalam desain dan konstruksi struktur bangunan dan infrastruktur. Mekanika tanah membantu dalam memahami perilaku tanah, merencanakan pondasi yang aman, dan mengoptimalkan penggunaan lahan, sehingga sangat penting dalam rekayasa sipil.

### **2.2 Tanah**

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan.

Menurut Das (1995), dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut).

Menurut Hardiyatmo (1992) dalam Apriliyandi (2017), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap di antara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya.

Tanah terbentuk berlapis-lapis karena proses fisik, kimia, dan biologi yang meliputi transformasi bahan tanah. Di kalangan Insinyur Sipil, membagi materi penyusun kerak bumi atas dua jenis, yakni “tanah” dan “batuan”. Tanah adalah kumpulan butiran mineral alami (agregat) yang bisa dipisahkan oleh suatu cara

mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. Sedangkan batuan adalah agregat yang mineralnya satu sama lain diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat, dan tidak bisa dipisahkan dengan cara mekanis sederhana.

Akan tetapi di kalangan Insinyur Geologi istilah “batuan” dimaksudkan untuk semua materi penyusun kerak bumi tanpa mempersoalkan derajat keterikatan partikel-partikel mineralnya (batu, tanah, air). Dan yang dimaksudkan oleh para ahli geologi sebagai “tanah” hanyalah bagian kerak bumi yang menopang tumbuhan. Sedangkan menurut ahli pertanian bahwa yang dimaksud dengan tanah adalah medium alam tempat tumbuhnya tumbuhan dan tanaman yang tersusun dari bahan-bahan padat, gas dan cair.

Dalam buku ini batasan pengertian tentang tanah, menggunakan kriteria yang dipahami di dalam bidang ilmu teknik sipil. Istilah pasir (sand), lempung (clay), lanau (silt) , dan lumpur (mud), digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batasan ukuran butiran yang telah ditentukan, sekaligus digunakan untuk menjelaskan sifat fisis tanah. Contohnya, tanah lempung adalah jenis tanah yang bersifat plastis dan kohesif, sedangkan pasir adalah jenis tanah yang tidak plastis dan tidak kohesif (non-kohesif). Akan tetapi hampir tidak ada tanah di alam yang hanya terdiri atas satu macam ukuran partikel saja, melainkan tanah merupakan pencampuran dari beberapa konsistensi partikel tanah.

Sedangkan istilah tanah residual (residual soil) dan tanah terangkut (transported soil), digunakan untuk menggambarkan tempat tanah dan asal terjadinya proses pelapukan. Partikel material tanah dapat bervariasi antara lebih besar dari 100 mm sampai yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm. Interval ukuran butiran masing-masing jenis tanah akan diuraikan lebih lanjut pada pembahasan klasifikasi tanah (Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc).

Tanah memiliki peranan yang sangat vital bagi kehidupan di bumi, karena mendukung kehidupan tumbuhan dengan cara menyediakan unsur hara serta air dan sebagai penopang akar tumbuhan. Struktur tanah yang berongga-rongga menjadikan tanah tempat yang baik untuk akar agar dapat bernapas serta tetap tumbuh dengan subur.

### 2.2.1 Etimologi

Kata "tanah" memiliki beberapa makna yang berbeda dalam berbagai bahasa. Dalam bahasa Indonesia, "tanah" dapat berarti salah satu dari empat materi atau unsur kosmologi (api, udara, air, dan tanah), lapisan bumi paling atas tempat tanaman tumbuh, dan juga sinonim dengan "negeri" atau "kampung halaman".

### 2.2.2 Pembentukan Tanah

Tanah terbentuk dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik yang menutupi batuan. Proses pembentukan tanah dikenal sebagai "pedogenesis". Proses ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan-lapisan atau disebut sebagai horizon tanah. Setiap horizon menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia, dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut.

### 2.2.3 Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah terjadi akibat masuknya benda asing, seperti limbah industri, pupuk berlebihan, dan penggunaan pestisida yang tidak terkontrol. Hal ini dapat menyebabkan perubahan struktur tanah, mengurangi kesuburan tanah, dan bahkan mengancam kehidupan tumbuhan dan hewan.

### 2.2.4 Fungsi Tanah

Tanah memiliki berbagai fungsi penting, seperti:

1. Media Pertumbuhan Tanaman: Tanah menyediakan unsur hara dan air yang diperlukan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang.
2. Penyimpan Air: Tanah dapat menyimpan air yang sangat penting untuk kehidupan tumbuhan dan hewan.
3. Penyaring Air: Tanah dapat menyaring air yang mengalir melalui tanah, mengurangi erosi dan menghambat pencemaran air.
4. Habitat Mikroorganisme: Tanah menjadi habitat bagi berbagai macam mikroorganisme yang penting untuk proses biologi tanah.
5. Penopang Akar: Tanah menjadi penopang akar tanaman, memungkinkan mereka untuk tumbuh dan berkembang dengan subur.

### **2.2.5 Klasifikasi Tanah**

Tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan tekstur, warna, dan komposisi kimia. Tekstur tanah dapat dibedakan menjadi pasir, debu, liat, dan lain-lain. Warna tanah dapat dijadikan sebagai indikator kualitatif dalam menentukan tingkat kesuburan tanah dan kandungan bahan organik.

### **2.2.6 Pentingnya Tanah**

Tanah sangat penting bagi kehidupan di bumi. Tanah mendukung kehidupan tumbuhan dan hewan, serta menjadi sumber daya alam yang sangat penting. Oleh karena itu, penting untuk memelihara dan mengelola tanah dengan baik untuk memastikan keberlangsungan kehidupan di bumi.

### **2.2.7 Pembentukan Tanah**

Tanah adalah kombinasi mineral dan unsur organik yang berbentuk padat, gas, dan berair. Tanah terdiri dari lapisan partikel yang berbeda dari bahan aslinya dalam sifat fisik, mineralogi, dan kimia, karena interaksi antara atmosfer dan hidrosfer atau sebab lainnya. Partikel tanah terbentuk dari batuan yang pecah yang telah berubah karena efek kimia dan lingkungan, termasuk cuaca dan erosi. Partikel tanah tersusun secara longgar, menciptakan formasi tanah yang terdiri dari ruang pori. Mempelajari mode pembentukan tanah sangat penting karena membantu dalam menentukan sifat tanah. Kohesivitas, daya gesekan, keasaman tanah, dan faktor terkait lainnya dapat dengan mudah ditentukan dengan mengetahui tentang jenis tanah yang harus dihadapi. Kita tidak bisa menarik kesimpulan konkret hanya dengan melakukan studi tanah tapi kita pasti bisa mempersempit parameter penelitian kita dengan mempelajari karakteristik dasar tanah seperti warna, tekstur, dan sifat tanah.

Tanah terdiri dari berbagai fase padat, cair, dan gas, dimana karakteristiknya bergantung pada perilaku fase interaksi ini, dan pada tegangan yang diterimanya. Fase padat meliputi tanah liat, mineral non-tanah liat, dan bahan organik. Unsur-unsur ini dikategorikan menurut ukurannya seperti tanah liat, pasir, dan kerikil. Fase cair terdiri dari air yang mengandung senyawa organik yang tersedia dari tumpahan kimiawi, limbah, dan air tanah, sedangkan fase gas biasanya udara. Ukuran, bentuk, sifat kimia, kemampuan kompresibilitas, dan daya dukung muatan



partikel tanah ditentukan oleh mineralogi tanah, yang merupakan ilmu yang terkait dengan kimia, struktur, dan sifat fisik mineral. Struktur tanah tergantung pada susunan partikel, kelompok partikel, ruang pori, dan komposisinya. Karakteristik dasar ini menentukan jenis struktur yang akan dibangun dan tindakan dukungan eksternal apa, jika ada, harus diambil untuk membuat struktur tersebut bertahan lama dan menanggung dampak gempa, rembesan air, dan faktor eksternal lainnya.

Konsolidasi tanah juga merupakan faktor penting yang perlu dipelajari untuk membuat struktur yang kuat dan tahan lama. Konsolidasi adalah prosedur yang menurutnya volume tanah berkurang, oleh penerapan tekanan karena partikel tanah digabungkan secara rapat, sehingga menurunkan volume. Dengan pemindahan tekanan, tanah akan terpentak kembali dan memulihkan sebagian volume yang hilang selama proses konsolidasi. Sementara mempelajari konsolidasi, faktor penting yang harus dianalisis adalah tingkat konsolidasi dan jumlah konsolidasi. Faktor penting lainnya adalah permeabilitas tanah. Semua faktor terkait erat satu sama lain dan mempengaruhi keseluruhan desain dan proses konstruksi. Misalnya, jika strukturnya dibangun di atas tanah dengan butiran halus yang memiliki permeabilitas rendah, aliran air melalui rongga tanah akan berkurang. Kandungan air yang besar di tanah ini dapat menyebabkan struktur meresap karena beratnya. Proses konsolidasi di tanah berbutir halus ini lambat. Namun, ekstraksi air pori sederhana di tanah berbutir kasar karena bergerak bebas di dalam wilayah. Tingkat konsolidasi akan dipengaruhi oleh sejarah tanah, sifat tanah, dan beban pada tanah. Dengan demikian semua faktor seperti permeabilitas kadar air, konsolidasi, batas cair dianalisis secara kolektif. Studi mekanika tanah dapat juga digunakan untuk menentukan tekanan tanah lateral, daya dukung tanah, dan analisis stabilitas lereng. Studi semacam ini selalu membantu seorang insinyur sipil untuk merancang dan membangun struktur yang lebih baik, dan secara tidak langsung studi ini membantu dalam mitigasi risiko, juga karena jika kita tahu sebelumnya bagaimana massa tanah akan berperilaku, kita dapat melakukan tindakan pencegahan kerusakan atau kerusakan terhadap konstruksi yang dibangun.

### **2.2.8 Indeks Properti Tanah**

sifat fisis atau properti tanah dasar pada suatu konstruksi, sangat mempengaruhi berbagai elemen konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Properti

tanah ditunjukkan dengan berbagai parameter yang disebut dengan indeks properti atau indeks sifat-sifat fisis tanah, seperti berat volume, kadar air, porositas, angka pori, derajat kejenuhan, derajat kepadatan, derajat kerapatan, berat jenis, analisis butiran, batas cair, batas plastis, batas susut, dan sebagainya. Sedangkan parameter seperti, koefisien konsolidasi, kohesi, sudut geser dalam, dan lain sebagainya adalah merupakan parameter teknis tanah, yang dipengaruhi oleh sifat-sifat fisis tanah.

### 2.3 Triaxial

Pengujian *triaxial* dilakukan terhadap sampel–sampel tanah berbentuk silinder yang dibungkus dengan membran yang fleksibel. Sebuah sampel dibuat terkekang oleh tekanan dengan menempatkannya dalam suatu ruangan tekanan. Kemudian diuji dengan menambah besarnya beban *aksial* sampai sampel tanah runtuh. Prosedur tersebut kemudian diulang terhadap sampel – sampel lainnya pada tekanan samping yang berbeda. Hasil pengujian diinterpretasikan pada penggambaran lingkaran *Mohr* bagi setiap sampel pada saat keruntuhan. Hal ini dapat dilakukan dengan menetapkan bahwa bidang *horizontal* dan *vertikal* adalah bidang – bidang utama di mana tegangan – tegangan utama adalah tekanan samping.

Uji *triaxial* ada 3 tipe pengujian yang dapat dilakukan dan masing-masing memiliki tujuan yang berbeda. Uji *triaxial* dapat dilaksanakan dengan tiga cara, yaitu :

1. Uji *triaxial Unconsolidated–Undrained* (tak terkonsolidasi-tak terdrainase)
2. Uji *triaxial Consolidated–Undrained* (terkonsolidasi – tak terdrainase)
3. Uji *triaxial Consolidated–Drained* (terkonsolidasi – terdrainase)

#### 2.3.1 Tujuan dan Signifikansi

Uji triaksial memiliki tujuan utama untuk menentukan kekuatan geser tanah, nilai kohesi ( $c$ ), dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) di bawah tekanan triaksial. Kekuatan geser tanah ini sangat penting dalam analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan. Uji ini membantu insinyur dalam merancang struktur yang aman, efisien, dan tahan lama, serta mengidentifikasi potensi keruntuhan lereng dan mengukur faktor-faktor yang mempengaruhinya.



### 2.3.2 Metode Pengujian

Pengujian triaksial dilakukan dengan memasukkan contoh batuan atau tanah ke dalam alat uji triaksial yang terdiri dari sel triaksial. Contoh tersebut kemudian diberi tekanan pemampatan ( $\sigma_3$ ) dan dibebani secara aksial ( $\sigma_1$ ) sampai runtuh. Tegangan menengah dianggap sama dengan tekanan pemampatan ( $\sigma_3 = \sigma_1$ ). Alat uji triaksial yang digunakan berdasarkan pada alat triaksial yang dikembangkan oleh Von Karman pada tahun 1911.

### 2.3.3 Parameter yang Dapat Ditentukan

Dari hasil pengujian triaksial, beberapa parameter kekuatan batuan dapat ditentukan, seperti:

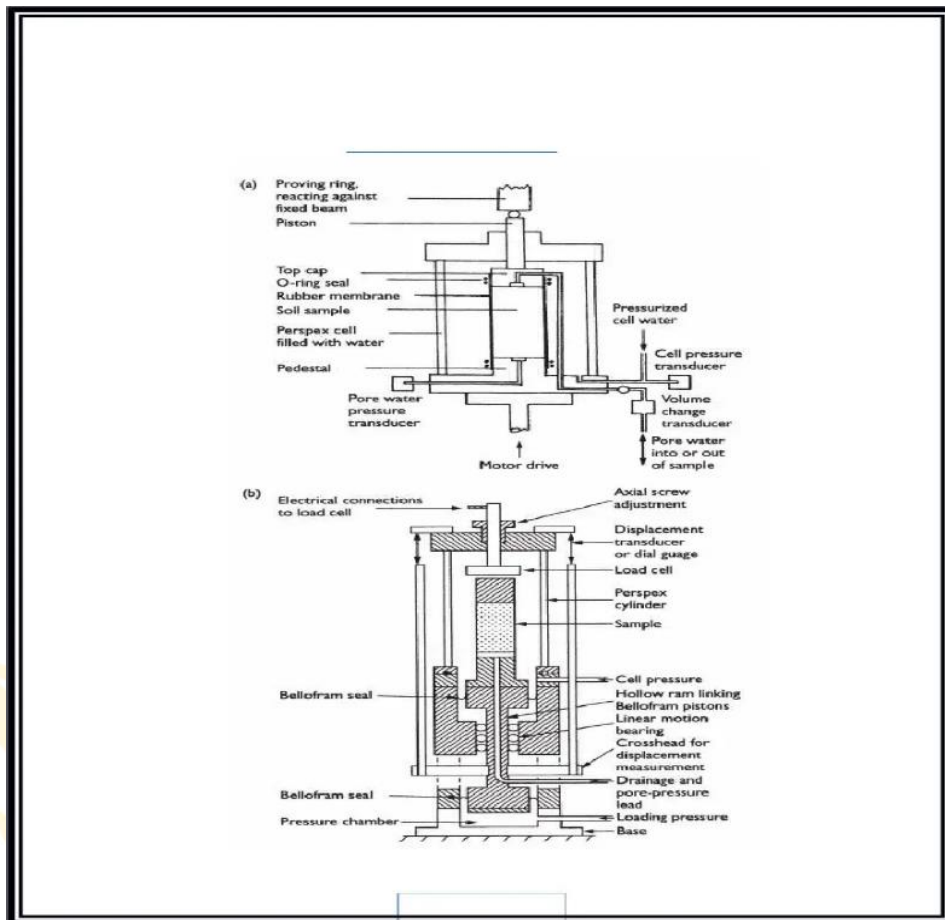
1. Kuat geser batuan (shear strength)
2. Sudut geser dalam ( $\phi$ )
3. Kohesi (C)

Parameter ini dapat diperoleh dari kurva selubung kekuatan batuan yang dihasilkan dari pengujian

## 2.4 Manfaat

Uji triaksial memiliki beberapa manfaat penting dalam teknik sipil, seperti:

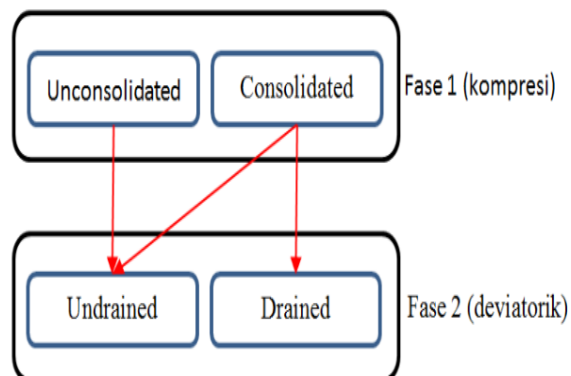
1. Perancangan Struktur yang Aman: Uji triaksial membantu dalam merancang struktur yang aman, efisien, dan tahan lama.
2. Stabilitas Lereng yang Optimal: Uji triaksial membantu mengidentifikasi potensi keruntuhan lereng dan mengukur faktor-faktor yang mempengaruhinya.
3. Penilaian Risiko Bencana Alam: Uji triaksial membantu dalam memahami bagaimana tanah akan merespons tekanan dan beban dalam berbagai arah, sehingga dapat merencanakan respons dan mitigasi yang lebih efektif.
4. Dalam sintesis, uji triaksial adalah suatu metode penting dalam teknik sipil untuk menentukan kekuatan geser tanah dan parameter lainnya yang terkait, serta membantu dalam merancang struktur yang aman dan mengidentifikasi potensi keruntuhan lereng.



Gambar 2.1 Triaxial UU

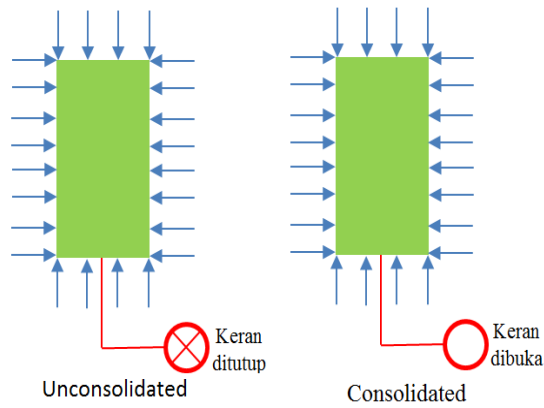
Source : Emmanuel Odera Igwebuike

Pada penelitian ini, yang akan dilakukan adalah metode *Unconsolidated-Undrained (UU)*



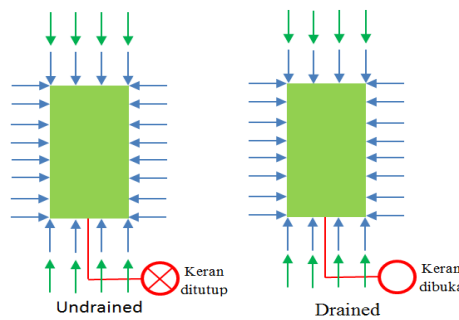
Gambar 2.2 Kompresi & Deviatorik

Source : Jamesoetomo.com



Gambar 2.3 Unconsiladated & Consiladated

Source : Jamesoetomo.com



Gambar 2.4 Undrained & Drained

Source : Jamesoetomo.com

#### 2.4 Unconsiladated Undrained Test

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh parameter-parameter kekuatan geser yaitu sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) pada kondisi tanpa konsolidasi dan tanpa drainase (*Unconsolidated Undrained*). Pengujian dilakukan pada sampel A (10%) pasir, sampel B (20%) pasir, sampel C (30%) pasir, sampel D (40%) pasir dan tanah asli. Tegangan keliling yang diberikan sebesar 0,5kg/cm<sup>2</sup> ; 1kg/cm<sup>2</sup> ; dan 1.5kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kohesi dan sudut geser hasil pengujian pada masing-masing sampel dapat dilihat pada table (Nurdian, Syahreza and Setyanto, Setyanto and Afriani, Lusmeilia (2015)).

Table 2.1 Lempung &amp; Pasir

Tanah Lempung (%)	Pasir (%)	Kohesi (kg/cm <sub>2</sub> )	Sudut Geser (°)
100	0	1,51	15
90	10	1,38	16
80	20	1,36	18
70	30	1,29	19
60	40	1,24	21

Source : Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc

*Unconsolidated Undrained* (UU Test atau *Quick Test*) pada umumnya dilakukan untuk mensimulasikan kondisi di lapangan apabila ada penambahan atau pemberian beban yang relatif cepat sehingga lapisan tanah belum terkonsolidasi (air di dalam pori tanah tidak mengalir ke luar selama pemberian beban).

*Triaxial* CU dan CD dilakukan pengujian yang sesuai dengan aturan ASTM D 4767 dan ASTM D7181 (Amirullah, 2020). Uji ini harus melalui 3 tahapan penting yaitu tahap jenuh (*saturated*), tahap konsolidasi dan tahap penggeseran dengan alat. Tahap penjenuhan ini dilakukan agar tanah tidak ada tambahan penotor dalam hal ini penjenuhan hingga 100% (tidak ada air yang mengalir di dalamnya), tahap konsolidasi dilakukan untuk memadatkan tanah yang telah selesai tahap penjenuhan dan setelah itu dilakukan uji penggeseran. Sedangkan, untuk *Triaxial UU* (mengacu pada ASTM D2850) hanya melewati tahap penggeseran saja tidak ada tahap penjenuhan dan konsolidasi (Amirullah, 2020). Pengujian *triaxial UU* dapat dilakukan di lapangan langsung tanpa memperhatikan jenis tanah di lapangan yang berlaku untuk situasi-situasi desain di mana pembebanan sangat cepat, sehingga tidak cukup waktu untuk tekanan air pori yang terbentuk untuk berdisipasi dan untuk konsolidasi terjadi (artinya drain tidak terjadi). Kekuatan *triaxial* yang diukur pada kondisi-kondisi UU digunakan untuk menentukan kekuatan pada akhir konstruksi. Konstruksi timbunan pada deposit lempung merupakan suatu contoh situasi di mana kuat geser tak terdrainase in situ akan menentukan stabilitas.

## 2.5 Kuat Geser

Secara umum Kekuatan geser tanah diartikan sebagai kemampuan tanah melawan tegangan geser yang timbul di dalam tanah. Kekuatan geser adalah istilah

yang digunakan dalam mekanika tanah untuk menggambarkan besarnya tegangan geser yang dapat dipertahankan oleh tanah. Kekuatan geser tanah didefinisikan oleh (Duncan dan Wright (2005) sebagai, "Tegangan geser maksimum yang dapat bertahan dari tanah".

Dengan kata lain bahwa kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan/tarikan (Hardiyatmo, 2006). Kuat geser tanah diukur dengan 2 parameter tanah yaitu kohesi (c) atau gaya tarik-menarik antar partikel dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) atau gesekan antara butir tanah.

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan :

$\tau$  = Kuat Geser Tanah (Kn/M<sup>2</sup>)

c = Kohesi Tanah (Kn/M<sup>2</sup>)

$\phi$  = Sudut Gesek Dalam Tanah Atau Sudut Gesek Intern (Derajat)

$\Sigma$  = Tegangan Normal Pada Bidang Runtuh (Kn/M<sup>2</sup>)

(Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc).

## 2.6 Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam tanah, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas. Kohesi tanah akan semakin besar jika kekuatan gesernya makin besar. Nilai kohesi (c) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser pengujian triaxial (*triaxial test*).

Table 2.2 Jenis Tanah Kohesi

Jenis Tanah	Kohesi	Jenis Tanah	Kohesi
Kerikil Bergadasi Baik	-	Pasir Berlempung	0,766=0,155
Kerikil Bergadasi Jelek	-	Lumpur	0,673=0,063
Kerikil Berpasir	-	Lumpur Berlempung	0,647=0,167

Kerikil Berlempung	-	Lempung	0,386=0,105
Pasir Bergadasi Baik	0,401=1,042	Lempung Organik	-
Pasir Bergadasi Jelek	0,232=0,063	Lempung Elastis	0,738=0,301
Pasir Berlempung	0,520=0,063	Lempung Jenuh	1,048=0,345
Pasir Berlempung Lumpur	0,513=0,218	Tanah Organik	-

Source : Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc

### 2.7 Mohr Coloumb

Pada tahun 1910, Mohr mengemukakan suatu teori keruntuhan pada material, menurut Mohr keruntuhan pada material terjadi pada suatu bidang yang disebabkan oleh kombinasi kritis tegangan normal atau geser sendirian. Hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser pada suatu bidang keruntuhan diberikan dalam suatu fungsi sebagai berikut :

$$\tau = f(\sigma) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keruntuhan geser tanah terjadi bukan disebabkan hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerakan relatif antara butir-butir tanah.

Jauh sebelumnya pada tahun 1776, Couloumb telah mendefinisikan persamaan tersebut, yang pada akhirnya persamaan tersebut lebih sering dikenal dalam bentuk persamaan :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan :

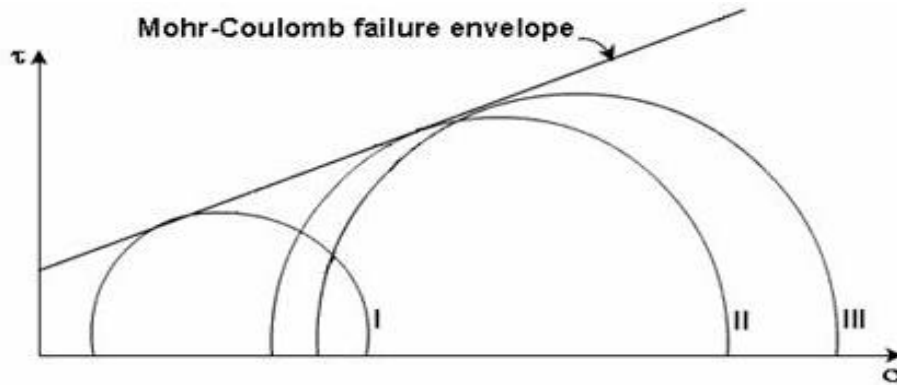
$\tau$  = Tegangan geser

$c$  = Kohesi tanah

$\sigma$  = Tegangan normal

$\phi$  = Sudut geser tanah





Gambar 2.5 Grafik mohr

Source : Reseach Gate

## 2.8 Sudut Geser

Sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan. Sudut geser dalam adalah sudut rekahan yang dibentuk jika suatu material dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya. Besaran nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) juga berkaitan dengan ti ngkat kepadatan suatu jenis tanah, yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Bahtiar M.A. (2016), menggunakan metode statistik untuk mencari persamaan regresi linier kohesi, sudut geser dan nilai konus, yang meliputi uji R<sup>2</sup>, uji variansi (uji F), uji signikansi (uji t), dan uji validitas. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh karena beragamnya keadaan tanah pada setiap daerah, yang tentu saja hal tersebut dapat mengakibatkan daya dukung dan paremeter tanah selalu berubah, yang mencakup sudut geser dan kohesi tanah.

Table 2.3 Tinggi Kepadatan

Tingkat Kepadatan	Sudut Geser Dalam ( $\theta$ )
Sangat Lepas	< 30
Lepas	30-35
Agak Padat	35-40
Padat	40-45
Sangat Padat	>45

(Sumber : Bowles JE, 1989)

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dalam pengujian kuat geser, beberapa parameter mempengaruhi hasilnya, seperti kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi tanah bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser. Gesekan antara butir-butir tanah juga berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya. Pengujian kuat geser dilakukan dengan beberapa metode, seperti pengujian geser langsung (*Direct shear test*), pengujian triaksial (*Triaksial test*), dan pengujian tekan bebas (*Unconfined compression test*). Dalam pengujian geser langsung, tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada bidang keruntuhan. Dalam pengujian triaksial, nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) dapat diperoleh dengan penggambaran sampul *Mohr* dan rumus kuat geser tanah. Dalam beberapa penelitian, penggunaan bahan tambahan seperti arang tempurung dan tras telah menunjukkan peningkatan kuat geser tanah lempung. Contohnya, campuran 5% tras + 6% arang memberikan nilai kuat geser terbesar, yaitu 5.842 t/m<sup>2</sup>, sedangkan campuran 5% arang + 4% tras memberikan nilai 4.600 t/m<sup>2</sup>. Penggunaan waktu pemeraman juga mempengaruhi kuat geser tanah, dengan nilai kuat geser yang paling maksimum diperoleh pada waktu pemeraman 6 hari. Dalam perbandingan kuat geser tanah pasir menggunakan *geotextile woven* dan *non woven*, nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan nilai kohesi ( $c$ ) lebih besar pada penggunaan *geotextile woven*.