

BAB II

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

2.1 Kajian Pustaka

Sukardi (2003 : 33-34) mengemukakan bahwa :

Studi kepustakaan dilakukan oleh setiap peneliti dengan tujuan yang utama yaitu mencari dasar pijakan atau pondasi untuk memperoleh dan membangun landasan teori, kerangka berfikir dan menentukan dugaan sementara atau sering pula disebut sebagai hipotesis penelitian, sehingga para peneliti dapat mengerti, melokasikan, mengorganisasikan dan kemudian menggunakan variasi pustaka dalam bidangnya.

Isi kajian kepustakaan dapat berbentuk kajian teoritis yang pembahasannya difokuskan pada informasi sekitar permasalahan penelitian yang hendak dipecahkan melalui penelitian.

2.1.1 Pengertian Belajar dan Proses Belajar

Belajar dapat diartikan sebagai perubahan tingkah laku pada diri individu berkat adanya interaksi antara individu dan individu, dan individu dengan lingkungannya sehingga mereka lebih mampu berinteraksi dengan lingkungannya.

Belajar pada dasarnya merupakan proses interaksi individu dengan lingkungannya. Hal ini dapat kita lihat secara formal bahwa mahasiswa yang belajar di kampus, dia akan berinteraksi dengan dosen, dengan teman-temannya, dengan buku-buku di perpustakaan dan di laboratorium atau workshop. Di rumah dia berinteraksi dengan orang tua atau teman-temannya, berinteraksi dengan catatan kuliah, buku bacaan, tugas-tugas yang diberikan dosen dan dia dapat berinteraksi dengan alam lingkungannya.

Belajar adalah suatu proses yang ditandai dengan adanya perubahan pada diri seseorang. Perubahan sebagai hasil proses belajar dapat ditunjukkan dalam berbagai bentuk seperti perubahan pengetahuan, pemahaman, sikap dan tingkah laku, keterampilan, kecakapan, dan kemampuan, daya reaksi, daya penerimaan dan lain-lain yang ada pada individu (Sudjana : 2002).

Oleh Sebab itu belajar adalah proses yang aktif, belajar adalah proses mereaksi terhadap semua situasi yang ada di sekitar individu. Belajar adalah proses yang diarahkan pada tujuan, proses berbuat melalui berbagai pengalaman. Apabila kita berbicara bagaimana mengubah tingkah laku seseorang.

Belajar merupakan usaha suatu yang disengaja dan disadari oleh individu agar tercapai perubahan tingkah laku. Belajar yang baik terdiri dari berbagai macam pengalaman belajar, diantaranya kemauan yang sungguh-sungguh dan terjadinya dari berbagai hubungan dalam lingkungan. Tahapan belajar yang dikemukakan oleh Slameto (2003:114) melalui 3 tahapan :

1. Tahapan perolehan materi (*acquisition*)
Pada tahap ini siswa mulai menerima informasi sebagai stimulus dan melakukan respon terhadapnya, sehingga menimbulkan pemahaman dan perilaku baru.
2. Tahapan penyimpanan materi (*storage*)
Pada tahap ini seorang siswa secara optimis akan mengalami proses penyimpanan pemahaman dan perilaku baru yang ia peroleh ketika menjalani proses *acquisition*.
3. Tahapan mengaktifkan kembali materi (*retrival*)
Pada tahap ini siswa akan mengaktifkan kembali fungsi-fungsi sistem memorinya, ketika ia menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah.

Dengan demikian, pada proses belajar mahasiswa akan mengalami tahapan-tahapan belajar yang sistematis sebelum menghasilkan suatu perubahan tingkah laku.

2.1.2 Pengertian Transfer Belajar

Slamento (2003 : 188), menyatakan ”Transfer adalah pengaruh hasil belajar yang telah diperoleh pada waktu yang lalu terhadap proses dan hasil belajar yang dilakukan kemudian”. Apabila hasil belajar yang terdahulu itu memperlancar atau membantu proses belajar yang kemudian, maka transfer tersebut disebut transfer yang positif. Tetapi jika mengganggu atau mempersulit proses belajar yang dilakukan kemudian, maka transfer tersebut disebut transfer negatif. Hakikat transfer adalah merupakan peristiwa yang mencerminkan fungsi manusia sebagai suatu keseluruhan.

Tujuan transfer belajar adalah menerapkan apa yang telah dipelajari pada situasi baru. Ini berarti, bahwa apa yang telah dipelajari itu dibuat umum sifatnya. Kondisi-kondisi yang mempermudah transfer adalah :

- a. Kemampuan asli mahasiswa (transfer merupakan fungsi dari belajar tahap permulaan),
- b. Keberartian bidang perkuliahan (transfer akan berlangsung lebih lancar apabila mahasiswa mempelajari materi yang menarik baginya),
- c. Sikap dan usaha mahasiswa (sikap positif dan usaha suka rela dengan lulus dalam belajar akan memperlancar transfer),

Cara mengajar (cara mengajar yang menarik, bervariasi, tepat guna dan sesuai dengan kemampuan mahasiswa akan memperlancar transfer).

Dan dalam proses belajar dikenal adanya bermacam-macam kegiatan yang memiliki corak berbeda satu sama lainnya, menurut Slameto (2003:122), menjelaskan mengenai keanekaragaman jenis belajar, yaitu :

1. Belajar abstrak, meliputi jenis belajar yang menggunakan cara-cara berfikir abstrak.
2. Belajar keterampilan, meliputi jenis belajar yang menggunakan gerakan-gerakan motorik, yaitu yang berhubungan dengan urat-urat saraf dan otot neuromuscular.
3. Belajar sosial, pada dasarnya adalah belajar memahami masalah-masalah dan teknik untuk memecahkan masalah.
4. Belajar pemecahan masalah, merupakan jenis belajar yang menggunakan metoda-metoda ilmiah atau berfikir secara sistematis, logis, teratur dan teliti.
5. Belajar rasional, merupakan jenis belajar menggunakan kemampuan berfikir logis rasional (sesuai dengan akal sehat).
6. Belajar kebiasaan, merupakan proses pembentukan kebiasaan-kebiasaan baru atau perbaikan kebiasaan yang telah ada.
7. Belajar apresiasi, merupakan jenis belajar yang mempertimbangkan (judgement) arti penting atau nilai sebuah objek.
8. Belajar pengetahuan (studi), adalah dengan cara melakukan penyelidikan yang mendalam terhadap objek pengetahuan tertentu.

Mengacu pada pendapat tersebut, peneliti dapat menyimpulkan bahwa tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan yang diberikan pada mahasiswa merupakan salah satu jenis belajar pemecahan masalah.

2.1.3 Tinjauan Penguasaan Mata Kuliah

Menurut Carter V. Good (1973 : 7) “ Penguasaan adalah prestasi atau kepandaian yang ditunjukkan dalam keahlian atau ilmu pengetahuan seseorang.” Jadi dapat disimpulkan bahwa seseorang atau mahasiswa yang menguasai materi perkuliahan dapat dilihat dari indikator yang akan dicapai dari tujuan perkuliahan tersebut.

Jika dikaitkan dengan penelitian ini, penguasaan mata kuliah mekanika tanah mempunyai tujuan yaitu agar mahasiswa mendapatkan pengetahuan yang memadai dalam silabus mata kuliah, diantaranya:

A. Silabus Mata Kuliah Mekanika Tanah

1. Sifat-Sifat Elementer Tanah

1.1 Sejarah perkembangan mekanika tanah

1.2 Ruang lingkup mekanika tanah

2. Sifat-Sifat Umum Tanah

2.1 Definisi

2.2 Hubungan-hubungan antara jumlah butir, air dan udara dalam tanah

2.3 Hubungan-hubungan fungsional

2.4 Batas-batas kekentalan/konsistensi tanah

3. Klasifikasi Tanah

3.1 Sistem klasifikasi tanah

3.2 Karakteristik dasar tanah

4. Stabilitas dan Pemadatan Tanah

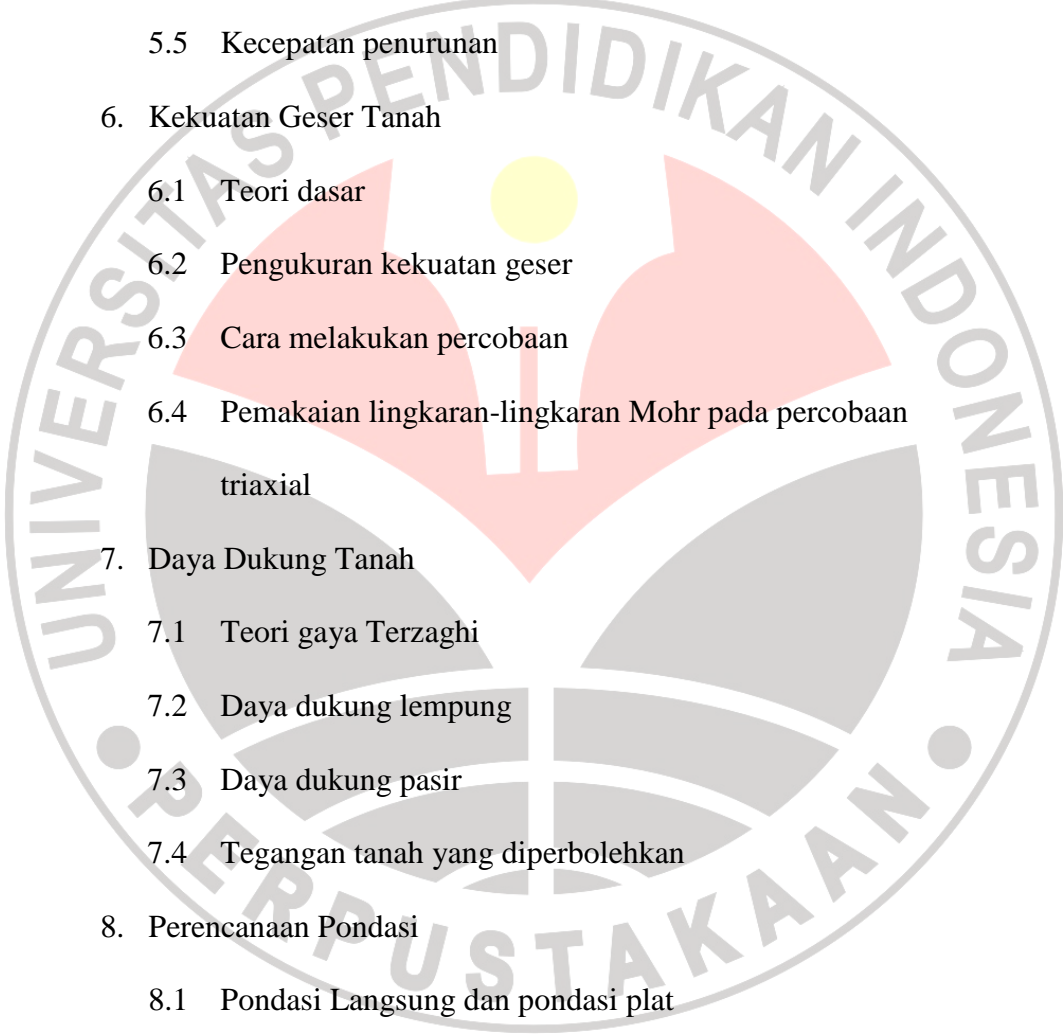
4.1 Stabilitas tanah

4.2 Macam-macam stabilisasi lapisan tanah dasar

4.3 Pemadatan tanah

4.4 Teori pemadatan

4.5 Percobaan-percobaan pemadatan

- 
5. Konsolidasi dan Penurunan
 - 5.1 Pengukuran konsolidasi
 - 5.2 Besarnya penurunan
 - 5.3 Percobaan konsolidasi
 - 5.4 Perhitungan tegangan
 - 5.5 Kecepatan penurunan
 6. Kekuatan Geser Tanah
 - 6.1 Teori dasar
 - 6.2 Pengukuran kekuatan geser
 - 6.3 Cara melakukan percobaan
 - 6.4 Pemakaian lingkaran-lingkaran Mohr pada percobaan triaxial
 7. Daya Dukung Tanah
 - 7.1 Teori gaya Terzaghi
 - 7.2 Daya dukung lempung
 - 7.3 Daya dukung pasir
 - 7.4 Tegangan tanah yang diperbolehkan
 8. Perencanaan Pondasi
 - 8.1 Pondasi Langsung dan pondasi plat
 - 8.2 pondasi tiang
 - 8.3 pondasi sumuran

9. Tekanan Tanah dan Dinding Penahan

9.1 Cara Rankine

9.2 Cara Coulomb untuk tanah yang tidak berkikis

9.3 Tekanan tanah dalam galian yang dipakai penunjang

9.4 Tegangan tanah yang diperbolehkan

10. Kemantapan Lereng

10.1 Kekuatan geser tanah dan hubungannya dengan kemantapan lereng

10.2 Perhitungan kemantapan lereng

10.3 Cara-cara untuk menstabilkan lereng

2.1.4 Tinjauan tentang mata kuliah Mekanika Tanah

Mekanika tanah menurut Terzaghi (1948) yaitu :

Pengetahuan yang menerapkan kaidah mekanika dan hidrolika untuk memecahkan persoalan-persoalan teknik sipil yang berhubungan dengan endapan dan kumpulan butir-butir padat yang terurai/tidak terpadu (*unconsolidated*) yang dihasilkan oleh proses penghancuran (*disintegration*) secara alami dan kimiawi batu-batuan.

Ruang lingkup mekanika tanah sangat luas. Sarjana-sarjana teknik sipil mempunyai banyak masalah-masalah penting dengan tanah. Antara lain menguji dan mengklasifikasi serta mengetahui sifat-sifat tanah alami dan macam-macamnya. Ilmu mekanika tanah khususnya dapat membantu memecahkan masalah-masalah dalam teknik sipil terutama berkaitan dengan bangunan keairan dalam perencanaan dan pelaksanaan pondasi.

Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian bangunan bawah tanah dan daerah tanah atau batuan yang berdekatan, yang akan dipengaruhi oleh kedua elemen bagian bawah tanah dan beban-bebannya.

Di dalam pengertian lain sehubungan dengan pemecahan persoalan-persoalan perencanaan ada istilah teknik pondasi. Teknik Pondasi dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan dan seni yang memakai prinsip-prinsip mekanika tanah dan konstruksi bersama-sama dengan penilaian teknik untuk memecahkan permasalahan-permasalahan pondasi. Pertimbangan-pertimbangan praktis sebagian daripada pengetahuan teknik pondasi adalah :

1. Integrasi visual dari bukti geologis di suatu tempat dengan suatu data pengujian lapangan yang memadai dan program pengujian laboratorium.
2. Menetapkan eksplorasi lapangan yang memadai dan program pengujian laboratorium.
3. Merencanakan elemen-elemen bagian bangunan bawah tanah supaya dapat dibangun seekonomis mungkin.

Kebutuhan mekanika tanah dalam bangunan keairan untuk menghitung :

- a. Stabilitas pondasi dan stabilitas lereng
- b. Daya dukung tanah
- c. Desain pondasi
- d. Tekanan tanah
- e. Dan lain-lain.

Sesuai dengan ruang lingkup mekanika tanah dalam bangunan keairan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

A. Sifat-Sifat Elementer Tanah

a. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu berdasarkan pembagian butir dan berdasarkan plastisitas. Klasifikasi yang didasarkan atas pembagian butir hanya dapat dilakukan terhadap tanah berbutir kasar, sedangkan untuk tanah yang berbutir halus didasarkan atas grafik plastisitas.

1. Tanah berbutir kasar

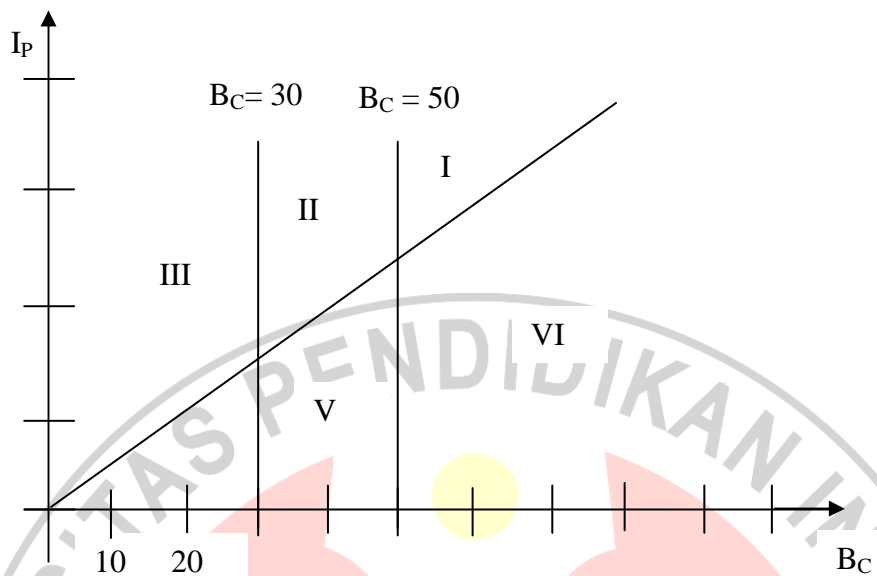
Kerikil dan krakal diberi tanda huruf G sedang pasir S. Sedang sifatnya diberi simbol W untuk yang bergradasi baik dan P untuk yang gradasinya jelek. Tergantung pada kepadatannya, maka tanah berbutir kasar dapat bersifat lepas, sedang, padat dan sangat padat.

2. Tanah berbentuk halus

Klasifikasinya didasarkan atas grafik plastisitas. Casagrande membuat hubungan antara indek plastis dengan batas cair dalam bentuk rumus :

$$I_p = 0,73 (B_c - 20).$$

Hubungan ini digambarkan dalam bentuk grafik, dimana sumbu tegak menyatakan indeks plastisitas dan sumbu mendatar merupakan batas cair.



Gambar 2.1: Grafik Indeks Plastisitas

Keterangan:

I_p = Indeks plastis
 B_c = Batas cair
 B_p = Batas plastis

Daerah ini kemudian dibagi menjadi 6 daerah, tiap daerah menyatakan satu macam tanah.

Daerah I : Lempung dengan plastisitas tinggi

Daerah II : Lempung dengan plastisitas sedang

Daerah III : Lempung dengan plastisitas dan tanah yang tidak mempunyai kohesi

Daerah IV : Lanau dengan kompresibilitas rendah

Daerah V : Lanau dengan kompresibilitas sedang dan lanau organis

Daerah VI : Lanau dengan kompresibilitas tinggi dan lempung organis

Dengan dasar klasifikasi ini pada tahun 1957, *US Army Corps of Engineer* membuat *Unified Classification* dengan memberi tanda sebagai berikut : lempung diberi tanda C, lanau M dan tanah organis O. Sedangkan plastisitas rendah diberi tanda L, sedang plastisitas tinggi H.

b. Komposisi Tanah

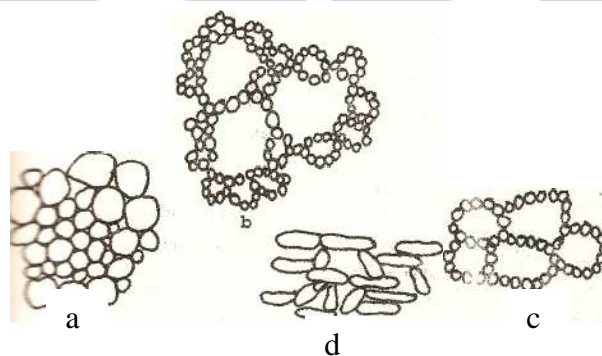
a) Pembentukan tanah

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai tanah, maka perlu dijelaskan terlebih dahulu pengertian tanah yang termasuk dalam ruang lingkup mekanika tanah. Disini yang dimaksud dengan tanah-tanah adalah semua bahan yang berasal dari proses pelapukan batuan dasar, pada umumnya terdapat sebagai lapisan penutup dari bumi. Tebal tanah atas lapisan penutup ini dari beberapa meter sampai puluhan meter, tergantung dari tingkat pelapukan, erosi dan sedimentasi. Batuan dasar yang sudah lapuk akan mengalami perubahan sifat-sifatnya, misalnya saja bagian yang sudah lapuk pada umumnya bersifat lebih lunak dibandingkan batuan dasar yang masih segar. Proses pelapukan ini terutama disebabkan adanya pengaruh iklim dan adanya proses kimia yang terjadi dalam batuan itu. Oleh karena itu, proses pelapukan dapat disebabkan oleh dua faktor. Faktor yang pertama adalah pelapukan yang disebabkan oleh proses mekanis, misalnya ada penggalian, pengambilan batu dan lain-lain. Disini susunan kimia tidak berubah, tetapi massa batu itu terpecah-pecah menjadi butiran yang lebih kecil. Faktor yang kedua adalah yang disebabkan oleh pengaruh atmosfer dan iklim. Proses kimia ini berupa oksidasi, reduksi, hidrasi, hidrolisis, dan karbonisasi.

Batuan yang sudah lapuk ini mudah terkikis pada waktu hujan. Material kikisan ini bersama air hujan membentuk larutan. Di suatu tempat bagian-bagian padat diendapkan, makin lama bahan yang diendapkan makin banyak, sehingga terbentuklah suatu lapisan. Tanah yang terbentuk oleh proses pengendapan disebut tanah endapan (*sedimentary soils*). Sedangkan bagian pelapukan yang belum terkena erosi dan masih tetap ditempatnya semula disebut tanah residu (*Residual soils*).

b) Struktur tanah

Struktur tanah tergantung pada cara pembentukan dan tingkat kepadatannya. Pada proses pengendapan, pada umumnya butiran yang lebih besar akan mengendap terlebih dahulu sedang proses pengendapan butiran halus memakan waktu lebih lama. Butiran yang besar (kasar), setelah mengendap, masing-masing butir akan membentuk susunan *granular*.



Gambar 2.2: Susunan Penyusun Tanah

Butiran halus setelah pengendapan akan membentuk struktur *flocculent* (gambar 2.2-b). Susunan ini terbentuk karena adanya proses elektrolisa antara

butiran dalam cairan (larutan), didapati pada lapisan endapan muda. Pada struktur *flocculent*, volume pori (rongga antara butir) cukup besar, sehingga lapisan yang terdiri dari struktur *flocculent* biasanya bersifat kekuatan gesernya rendah dan kompresibilitasnya tinggi.

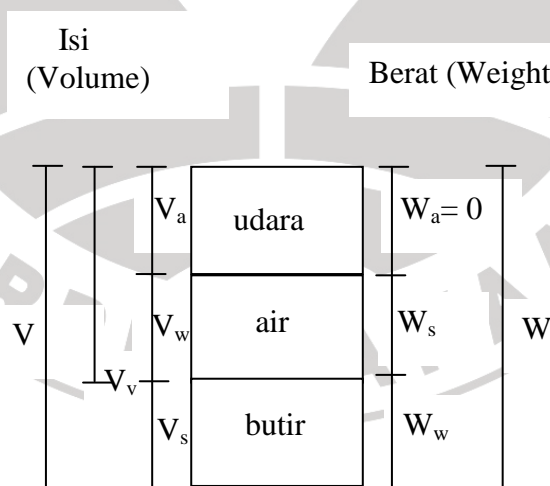
Jika di lapisan yang terdiri dari struktur *flocculent* terjadi pengendapan baru, maka lapisan lama mendapat tambahan tekanan, sehingga akhirnya terbentuk struktur *honeycomb (cellular)* seperti terlihat pada gambar 2.2-c.

Struktur lain yang didapati dalam tanah adalah *disperse*. Struktur ini bentuknya hampir sama dengan *granular*. Perbedaannya adalah kalau struktur *granular* tersusun oleh butir yang berbentuk pipih atau lonjong (gambar 2.2-d).

B. *Index Properties*

a. *Kadar air (moisture / water content)*

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah.



Gambar 2.3 : Kadar Air

Keterangan :

V = Isi (*Volume*)

V_a = Isi udara (*Volume of air*)

V_w = Isi air (*Volume of water*)
 V_v = Isi pori/rongga (*Volume of void*)
 V_s = Isi butir-butir padat (*Volume of solid*)
 W = Berat (*Weight*)
 W_a = Berat udara (*Weight of air*)
 W_w = Berat air (*Weight of water*)
 W_s = Berat butir-butir padat (*Weight of solid*)

Dari gambaran di atas dapat diperoleh rumus kadar air sebagai berikut :

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$w = \frac{e \cdot S_r}{G}$$

$$w = \frac{e \cdot S_r}{W_s}$$

b. Saringan

Saringan merupakan cara yang dilakukan untuk menentukan ukuran butiran tanah. Untuk butir yang kasar dipakai cara saringan, yaitu tanah dikeringkan dan disaring pada serangkaian saringan dengan ukuran lubang tertentu, mulai dari yang kasar sampai yang halus. Dengan demikian butiran tanah terpisah menjadi beberapa bagian dengan batas-batas ukuran yang diketahui.

Saringan yang kasar ukurannya ditentukan dengan dimensi lubangnya, misalnya 3 inci, 1 1/2 inci dan seterusnya samapai sekecil 1/4 inci. Saringan yang lebih halus dari ukuran ini ditentukan menurut jumlah kawat per inci, misalnya saringan no. 40 mempunyai 40 kawat perinci, saringan no. 10 mempunyai 10 kawat per inci dan sebagainya. Pada saringan no. 40 terdapat 40 kali lubang setiap inci persegi. Saringan terkecil adalah no.200 (200 kawat per inci) yang ukuran

lubangnya hampir sama dengan ukuran batas antara pasir dengan lanau (*silt*), sehingga cara saringan ini hanya dapat dipakai untuk ukuran butir sampai sekecil pasir halus.

c. Plastisitas (*Plasticity*)

a) Batas-batas *Atterberg* (*Atterberg's limit*)

Batas-batas kekentalan tanah terdiri dari:

1. Batas cair (*liquid limit* = LL.)
2. Batas plastis/kenyal (*plastic limit* = P.L.)
3. Batas menyusut/mengerut (*shrinkage limit* = S.L.)
4. Batas lekat (*sticky point limit* = $S_p.L.$)

Untuk mengetahui tingkat keadaan batas-batas tersebut butir 1 sd.3, kita ambil contoh tanah berbutir halus (lempung atau lanau) yang dicampur dengan air sehingga mencapai keadaan cair. Apabila campuran ini dibiarkan mengering perlahan-lahan (tanpa dioven atau dipanaskan), maka tanah tersebut akan melalui beberapa tingkat keadaan tertentu dari keadaan cair sampai padat.

Dua hal yang penting adalah batas cair dan batas plastis yang disebut batas-batas *Atterberg* (*Atterberg's Limit*), yaitu :

	Keadaan		
	basah	makin kering	kering
Cair (<i>Liquid</i>)	Plastis (<i>Plastic</i>)	Semi Plastis (<i>Semi Plastic</i>)	Padat (<i>Solid</i>)
batas cair (<i>liquid limit</i>)	batas plastis (<i>plastic limit</i>)	batas menyusut (<i>shrinkage limit</i>)	

Gambar 2.4 : Batas-batas *Atterberg*

Definisi :

1. Batas cair (*liquid limit*) = $L.L/W_L$

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas plastis (*plastic limit*) = $P.L/ W_P$

Batas plastis adalah kadar air suatu contoh tanah antara keadaan plastis dan semi plastis.

3. Indeks plastis (*plasticity index*) = IP / PI

Selisih antara batas cair dan batas plastis, di mana tanah tersebut dalam keadaan plastis disebut indeks plastis (*Plasticity Index*).

$$PI = L.L. - P.L.$$

$$PI = W_L - W_P$$

- b) Kegunaan batas-batas *Atterberg*

Batas cair dan batas plastis tidak secara langsung memberi angka-angka yang dapat dipakai dalam perhitungan perencanaan. Yang kita peroleh dari percobaan batas-batas *Atterberg* ini adalah suatu gambaran secara garis besar sifat-sifat tanah yang bersangkutan.

Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk, yaitu kekuatannya atau daya dukungnya rendah, pemampatannya (*compressibility*) tinggi dan sulit mendapatkannya.

- d. Berat Isi Tanah (*Specific Gravity*)

Cara menentukan berat isi tanah adalah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan ke dalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta tanahnya ditimbang. Apabila ukuran cincin serta beratnya diketahui maka berat isi dapat langsung dihitung.

Misalnya :

Berat cincin + tanah	=	W_2
Berat cincin	=	W_1
Berat tanah	=	$W_2 - W_1$
Isi cincin	=	1
Jumlah berat isi	=	$\frac{W_2 - W_1}{1}$

Untuk tanah yang tidak asli, misalnya pada percobaan pemadatan, maka tanah dipadatkan di dalam suatu alat cetak yang isinya diketahui. Setelah permukaan atasnya diratakan, maka cetakan serta tanah ditimbang dan berat isi tanah dapat langsung dihitung.

e. Berat Jenis

1. Berat isi tanah kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butir tanah basah dengan isi tanah seluruhnya.
2. Berat isi air (γ_w) adalah perbandingan antara berat air dengan isi air.
3. Berat isi butir (γ_s) adalah perbandingan antara berat butir dengan isi butir.

C. Kaidah teknis tanah (*Engineering properties*)

a. Penyelidikan Tanah

a) Pengertian

Penyelidikan geoteknik merupakan salah satu unsur penunjang dalam kegiatan pembuatan suatu bangunan dimulai dari kegiatan perencanaan sampai kegiatan pelaksanaan. Pada pembuatan bangunan keairan, kegiatan penyelidikan geoteknik ini pada umumnya terbatas pada penyediaan data tanah untuk perencanaan pondasi. Sedang pada pembuatan jalan dan lapangan terbang, maka penyelidikan tanah di mulai dari *feasibility study*, perencanaan sampai pelaksanaan, bahkan sampai tahap pemeliharaan.

Dalam *feasibility study*, kegiatan penyelidikan geoteknik dilakukan secara global, yaitu untuk mengetahui secara garis besar keadaan, sifat dan macam tanah daerah yang akan dilalui jalan itu. Karena itu penyelidikan hanya dilakukan pada tempat-tempat tertentu atau interval jarak penyelidikan cukup jauh. Dalam tahap perencanaan, maka penyelidikan geoteknik dilakukan secara mendetail dan teliti, sehingga akan didapatkan gambaran yang jelas mengenai keadaan, sifat dan susunan lapisan tanah. Sedangkan dalam tahap pelaksanaan penyelidikan tanah pada prinsipnya bertujuan untuk pengendalian mutu, misalnya penggunaan bahan timbunan, kepadatan yang dicapai lapangan dan lain-lain.

Ruang lingkup suatu penyelidikan tergantung dari data dibutuhkan, dan pada tiap tahap ada kemungkinan kegiatannya berbeda. Pada prinsipnya penyelidikan harus mendapatkan data yang selengkap mungkin. Agar mendapatkan data yang selengkap mungkin, maka kegiatan penyelidikan dilakukan melalui proses sebagai berikut :

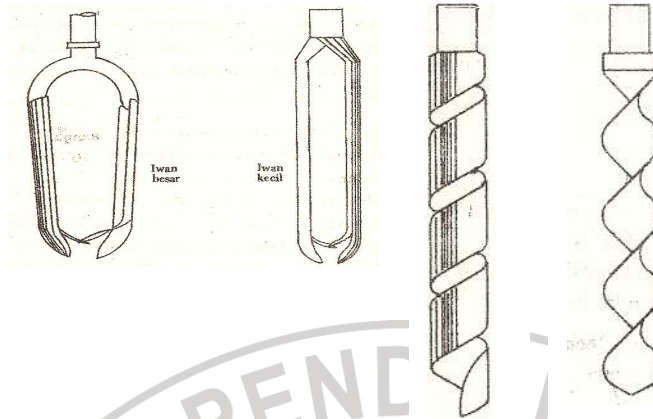
1. Pengumpulan data dasar yang ada : foto udara, peta geologi, peta topografi atau penyelidikan yang pernah dilakukan di tempat itu.
2. Rekonesan, bertujuan untuk mengenal keadaan medan dan mengadakan pemetaan geologi. Berdasarkan hasil rekonesan ini dapat ditentukan dengan tepat macam penyelidikan yang akan dilakukan di tempat itu, misalnya apakah cukup di sondir saja, pemboran atau dengan geolistrik.
3. Pelaksanaan penyelidikan, terdiri dari penyelidikan di lapangan (*exploration*) dan pemeriksaan di laboratorium.
4. Pengolahan data yang diperoleh, yaitu interpretasi lapisan, penentuan daya dukung tanah, penurunan, macam pondasi, tebal perekrasan, macam bangunan pengamanan dan lain-lain.

Dalam uraian di bawah ini titik berat uraian adalah penyelidikan geoteknik untuk penentuan pondasi bangunan, penanggulangan longsoran, stabilitas lereng galian dan timbunan.

b) Penyelidikan lapangan

1. Penyelidikan dengan bor tangan

Peralatan bor tangan terdiri dari stang-stang bor dengan ujungnya dipasang mata bor. Ada beberapa macam mata bor yang dapat dipakai, yaitu tipe *Iwan*, *Spiral* dan *Helical*.



Gambar 2.5 : Tipe-Tipe Bor Tangan

Di bagian atas terdiri dari rangkaian stangbor ini dipasang alat pemutar atau kepala. Untuk mempermudah mencabut stang dari dalam tanah dipakai kaki tiga (*tripod*) yang dilengkapi dengan katrol.

Kedalaman yang dapat dicapai tergantung pada macam dan sifat lapisan. Dalam lapisan lunak sampai kenyal, maka jika pemboran dilengkapi dengan *tripod* dapat mencapai kedalaman *tripod* hanya 8,00 – 10,00 meter. Pemboran tangan ini biasanya tidak dapat dilakukan pada lapisan keras dan kerikil padat.

Jika lapisan atas terdiri dari lapisan sangat lembek atau pasir lepas, maka pemboran menggunakan “*casing*” untuk menjaga agar lubang bor tidak runtuh. *Casing* ini juga dipakai pada waktu pemboran di air atau jika muka air tanah dangkal. Pada waktu pemboran, selalu diusahakan untuk mengambil contoh tanah asli dari kedalaman tertentu dengan menggunakan tabung contoh. Agar contoh tanah yang diperoleh seasli mungkin, maka ukuran tabung contoh harus standar. Jika tabung contoh yang dipakai tidak standar, tanah dalam tabung akan mengalami disturbansi yang besar sehingga keaslian tanah berkurang.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada waktu pelaksanaan pengeboran antara lain :

- i. Deskripsi tanah dari setiap lapisan harus dilakukan langsung di lapangan, yaitu segera setelah dikeluarkan dari mata bor dan jangan ditunggu samapi kering. Pada umumnya warna tanah akan berubah jika menjadi kering. Dalam deskripsi harus dijelaskan macam, sifat, dan warna.

Contoh : lempung lanauan – lembek – abu-abu

Pasir lempungan – lepas – coklat

Jika masih ragu-ragu untuk mendeskripsi tanah, maka harus diambil contoh tersebut dan ditempatkan dalam kantong plastik yang tertutup rapat. Contoh ini dibawa kepada tenaga ahli untuk dilakukan pendeskripsian secara lebih tepat.

- ii. Kedalaman dari batas 2 lapisan dan muka air tanah harus dicatat dengan teliti.
- iii. Tabung contoh yang sudah berisi tanah, segera diambil dari lubang bor dibersihkan dan kedua ujungnya ditutup dengan *paraffin*, kemudian diberi label yang jelas dengan mencantumkan nomor contoh dan kedalaman nomor contoh harus sistematis yang menggambarkan singkatan nama proyek, nomor lubang dan nomor untuk contoh.

- iv. Elevasi muka tanah dari lubang bor sedapat mungkin diikatkan terhadap elevasi tertentu, Jika pemboran dilakukan pada lokasi jembatan lama, maka elevasi muka tanah dari lubang bor diikatkan terhadap lantai jembatan lama
- v. Menggambar profil bor dengan jelas, meliputi deskripsi letak contoh asli, elevasi muka air tanah dan air tanah. Tiap lapisan harus diberi tanda yang sudah standar, yaitu :

“ Lempung digambarkan dengan garis putus-putus, lanau dua garis putus-putus (tanda =), pasir titik-titik, kerikil-krakal bulatan kecil dan lain-lain ”.

Skala kedalaman dipakai 1 ; 10.

2. Penyelidikan dengan alat penetrasi

Penyelidikan ini dilakukan dengan cara menekan memukul alat tertentu kedalam tanah kemudian mengukur besarnya gaya atau jumlah pukulan yang diperlukan untuk memasukan alat ke dalam tertentu. Berdasarkan gaya atau jumlah pukulan ini kita dapat membuat interpretasi susunan lapisan tanah, sifat dan kekuatannya. Karena hasil yang diperoleh hanya bersifat interpretasi, maka untuk membuat interpretasi yang cukup tepat diperlukan keahlian dan pengalaman. Hasil percobaan penetrasi ini jika dikorelasikan dengan hasil pemboran atau pemeriksaan laboratorium biasanya akan memberikan hasil yang cukup teliti.

Percobaan penetrasi ini sudah banyak dipakai di Indonesia, terutama di lingkungan Direktorat Jenderal Bina marga. Ada 2 macam percobaan yang dipakai di Indonesia, yaitu penetrasi statis dan penetrasi dinamis. Penetrasi statis dilakukan dengan alat sondir (*Dutch Cone Penetrometer*), sedang penetrasi dinamis dengan *Standard Penetration Test*.

3. Penyelidikan dengan alat sondir

Alat ini terdiri dari 4 bagian utama, yaitu mesin penekan, stang-stang, ujung-ujung konis dan manometer. Stang-stang sondir terdiri dari stang luar dan stang dalam, masing-masing dengan panjang 1,00 meter. Ujung konis ada 2 macam, yaitu konis standar dan *hikonis*. Luas ujung konis 10 cm^2 , diameter 36 mm dan sudut keruncingan 60° .

Berdasarkan kapasitasnya, maka alat sondir dapat dibagi atas :

- Sondir ringan yang dapat mengukur tekanan 100 kg/cm^2
- Sondir menengah dengan kapasitas 250 kg/cm^2
- Sondir berat dengan kapasitas $1000 - 1500 \text{ kg/cm}^2$

Di Indonesia , penyelidikan dilakukan dengan mesin manual, tetapi di luar negeri sudah digunakan mesin yang digerakan dengan motor (*motorized*), bahkan dengan *system self recorder*. Jika digunakan konis standar, maka yang diukur hanya perlawanan ujung saja, sedang menggunakan *bikinis* akan mendapatkan perlawanan ujung dan perlawanan lekat. Perlawanan ujung biasanya disebut nilai sondir, sedang perlawanan lekat disebut hambatan pelekat.

Hasil sondir ini digambarkan dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan antara kedalaman, nilai sondir dan hambatan pelekat. Ada 2 cara untuk menggambarkan hambatan pelekat, yaitu berupa jumlah hambatan pelekat (*Total Skin Friction*) dan hambatan pelekat setempat (*Local Skin Friction*).

Hal-hal yang harus diperhatikan pada waktu melakukan penyelidikan dengan alat sondir antara lain :

- i. Ketelitian hasil sondir sangat tergantung pada keterampilan dan pengalaman petugas yang melakukan, terutama pada waktu melakukan pembacaan manometer. Jika sampai terjadi kesalahan pembacaan manometer, berarti akan terjadi kesalahan pula pada hasil yang diperoleh. Di luar negeri untuk mengatasi terjadi kesalahan pembacaan digunakan *self recorder sounding*, dimana secara langsung akan didapatkan grafik sondir. Kadang-kadang pada waktu melakukan penyondiran di suatu tempat, sampai kedalaman tertentu manometer menunjukan tidak ada pembacaan (tekanan manometer nol). Jika menghadapi hal seperti ini petugas harus segera curiga, dan penyondiran harus segera diulangi di titik lainnya. Pembacaan manometer nol ini dapat diinterpretasikan adanya lapisan sangat lembek sehingga tekanan pada konis sangat kecil sehingga tidak terbaca pula manometer. Kemungkinan kedua terletak ketidakberesan alat : stang dalam dari sondir bengkok, konis rusak atau mungkin kemasukan butiran pasir.

ii. Ujung konis dengan diameter 36 mm dan luas ujung 10 cm² sangat sensitif terhadap butiran kerikil atau kerakal. Jika pada waktu penyondiran ujung konis tepat mengenai butiran kerikil tau kerakal, maka akan didapatkan pembacaan nilai sondir yang besar, bahkan kadang-kadang penyondiran tidak bisa menembus lebih dalam lagi. Jika dijumpai keadaan begini, kita harus hari-hati dan jangan sampai terjadi salah interpretasi, sebab dalam kasus ini, nilai sondir yang tinggi bukan dicapai karena ujung konis mengenai lapisan keras tetapi karena mengenai butiran kerikil atau kerakal.

Dengan pertimbangan ini, maka pada daerah yang terdiri dari lapisan kerikil kerakal, maka penyelidikan jangan menggunakan alat sondir, karena tidak akan didapatkan gambaran yang tepat mengenai keadaan tanah di tempat itu.

iii. Jika penyondiran di suatu titik memberikan hasil yang berbeda dengan titik-titik lainnya, maka penyondiran di titik itu harus diulangi pada titik di sebelahnya (titiknya digeser). Ini untuk mengetahui kemungkinan adanya lensa atau hanya merupakan "floater".

iv. Pada waktu melakukan penyondiran, posisi alat sondir harus betul-betul vertikal, sehingga ujung konis dan stang menembus lapisan tanah dalam arah vertikal. Karena itu untuk mendapatkan jaminan bahwa stang sondir dalam posisi vertikal, maka sebelum penyondiran dimulai posisi mesin sondir harus dikontrol dengan *water pas* dan unting-unting.

4. Penyelidikan dengan standar penetrasi

Alat untuk melakukan standar penetrasi terdiri dari sebuah blok pemukul dengan berat 140 *lbs*, stang-stang, dan *split spoon* standar yang ujungnya mempunyai diameter 1,375 inchi dan tabungnya berdiameter 2,0 inchi panjang 22 inchi. Percobaan penetrasi ini biasanya atau bahkan selalu dilakukan bersama-sama dengan pelaksanaan pemboran. Blok pemukul dijatuhkan setinggi 30 inchi, dan dihitung jumlah pukulan yang diperlukan untuk memasukan *split spoon* dan jumlah pukulan ini disebut nilai N. Karena percobaan penetrasi dilakukan dalam lubang bor, maka untuk menjamin bahwa kita mendapatkan nilai N pada tanah yang masih betul-betul asli / belum terganggu, maka pertama kali *split spoon* dimasukan sedalam 15 cm, dan pengukuran nilai N ini baru dimulai pada kedalaman 15 cm ini.

Setelah percobaan penetrasi ini, contoh tanah dapat dikeluarkan dari *split spoon*. Contoh tanah dapat dikeluarkan dari *split spoon*. Contoh ini sudah banyak mengalami disturbansi, sehingga bukan merupakan contoh asli, karena itu hanya dapat dilakukan pemeriksaan klasifikasi (pemeriksaan *Atterberg*, pembagian butir).

5. Pemeriksaan laboratorium

Contoh tanah yang diambil dari lapangan ada 2 macam, yaitu contoh tanah tidak asli dan contoh asli. Contoh-contoh ini dilakukan pemeriksaan laboratorium.

i. Pemeriksaan contoh tanah asli

Macam pemeriksaan yang harus dilakukan, tergantung pada kegunaan data yang diperoleh, apakah itu untuk perencanaan daya dukung, atau keperluan lainnya : perhitungan kemantapan lereng, stabilisasi, tembok penahan dan lain lain. Untuk keperluan perencanaan pondasi, maka yang kita butuhkan terutama kekuatan geser, kompresibilitas, berat isi.

Data untuk perhitungan kemantapan lereng yang kita butuhkan adalah permeabilitas, kekuatan geser, berat isi. Di samping pemeriksaan di atas, perlu juga dilakukan pemeriksaan sifat dasar tanah, yaitu :

- ❖ Pemeriksaan sifat dasar : terdiri pemeriksaan berat isi, berat jenis, kadar air, angka pori.
- ❖ Pemeriksaan klasifikasi : terdiri dari pemeriksaan pembagian butir dan batas *Atterberg*.
- ❖ Kekuatan geser tanah dapat dilakukan dengan pemeriksaan sebagai :
 - Uji Tekan bebas (*unconfined compression test*)

Dari pemeriksaan ini didapatkan kekuatan geser lempung atau lanau :

$$C = \frac{1}{2} q_U \tan^2(45 - \Phi/2)$$

Jika tanah dalam keadaan jenuh, maka sudut geser $\Phi = 0$, besarnya kekuatan geser *undrained* :

$$S_U = c = \frac{1}{2} q_U$$

Berdasarkan harga q_U ini kita dapat mengklasifikasikan sifat tanah sebagai berikut (lihat tabel 2-1).

Tabel 2-1: Klasifikasi Tanah

Nilai Q_U (kg/cm ²)	Sifat
0,25	Sangat lembek
0,25 – 0,50	Lembek
0,50 – 1,00	Teguh
1,00 – 2,00	Kenyal
2,00 – 4,00	Sangat kenyal
4,00	keras

b. Konsolidasi (Consolidation)

Bilamana suatu lapisan tanah mengalami tambahan beban di atasnya, maka air pori akan mengalir dari lapisan tersebut dan isinya (*volume*) akan menjadi lebih kecil, yaitu akan terjadi konsolidasi. Pada umumnya konsolidasi ini akan berlangsung dalam satu jurusan saja, yaitu jurusan vertikal, karena lapisan yang terkena tambahan beban tersebut tidak dapat bergerak dalam jurusan horizontal (ditahan oleh tanah sekelilingnya).

Dalam keadaan seperti itu pengaliran air juga akan berjalan terutama dalam jurusan vertikal saja. Ini disebut “*one-dimensional consolidation*” (konsolidasi satu jurusan) dan perhitungan konsolidasi hampir selalu berdasarkan teori “*one-dimensional consolidation*” itu.

Pada waktu konsolidasi berlangsung, gedung atau bangunan di atas lapisan tersebut akan menurun (*settle*). Dalam bidang teknik sipil ada dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan itu, yaitu :

- Besarnya penurunan yang akan terjadi
- Kecepatan penurunan ini

Bilamana tanah terdiri dari lempung maka penurunan akan agak besar sedangkan kalau tanah terdiri dari pasir, penurunan akan kecil. Karena itu lempung dikatakan mempunyai “*high compressibility*” dan pasir mempunyai “*low compressibility*”. Penurunan pada lempung biasanya makan waktu yang lama, karena daya rembesan air sangat rendah. Sebaliknya penurunan pada pasir berjalan dengan cepat sehingga pada waktu pembangunan di atas pasir sudah selesai maka penurunan juga dapat dianggap sudah selesai. Oleh karena hal-hal ini maka biasanya hanya penurunan pada lapisan lempung yang diperhitungkan, dan teori konsolidasi yang ada hanya untuk tanah lempung.

c. *Triaxial*

Pada umumnya, cara mengukur kekuatan geser di laboratorium harus sedemikian rupa sehingga nilai s , ζ dan u dapat diketahui selama percobaan dilakukan. Penentuan s dan ζ tidaklah sulit dan nilainya dapat diukur secara langsung. Penentuan nilai u juga tidak sulit asal kedua hal yang berikut diperhatikan :

1. Keadaan pengaliran air dari contoh : yaitu apakah contoh tertutup selama percobaan sehingga air tidak dapat mengalir atau terbuka sehingga air dapat mengalir atau masuk contoh.

2. Kecepatan percobaan. Bilamana kecepatan terlampaui tinggi maka air mungkin tidak dapat mengalir walaupun ada jala pengaliran air yang terbuka.

Percobaan kekuatan geser biasanya dilakukan dalam dua tingkat sebagai berikut :

- Tingkat pertama, pemberian tegangan normal.
- Tingkat kedua, pemberian tegangan geser sampai terjadi keruntuhan (*failure*), yaitu sampai tercapai tegangan geser maksimum.

Percobaan kekuatan geser dapat dibagi dalam tiga macam :

i. Percobaan Tertutup (*Undrained Test*)

Pada percobaan ini tidak diperbolehkan mengalir dari contoh sama sekali baik pada tingkat pertama maupun kedua. Tegangan air pori biasanya diukur pada percobaan semacam ini. Dengan demikian hanya kekuatan geser “*undrained*” yang dapat ditentukan dengan percobaan ini.

ii. *Consolidated Undrained Test*

Pada percobaan ini contoh diberikan tegangan normal dengan air diperbolehkan mengalir dari contoh. Tegangan normal ini bekerja sampai konsolidasi selesai, yaitu sampai tidak terjadi lagi perubahan pada isi contoh tanah.

Kemudian jalan air dari contoh ditutup dan contoh diberi tegangan geser secara “*undrained*” yaitu secara tertutup. Tegangan normal masih tetap bekerja, biasanya tegangan air pori diukur selama tegangan geser ini diberikan.

iii. Percobaan Terbuka (*Drained Test*)

Pada percobaan ini contoh diberikan tegangan normal dan air diperbolehkan mengalir sampai konsolidasi selesai. Kemudian tegangan geser diberikan dengan jalan air terbuka, yaitu penggeseran dilakukan secara “*drained*” (secara terbuka). Untuk menjaga supaya tegangan air pori tetap nol, maka kecepatan percobaan harus perlahan-lahan.

Pada percobaan ini dikenal percobaan *triaxial*. Percobaan *triaxial* dilakukan untuk menghitung gaya yang bekerja pada tiga sumbu. Sel dari alat *triaxial* dengan sampel yang dipasang di dalamnya. Sampel tanah yang dipakai dalam hal ini, berbentuk bulat dengan kepanjangan dua kali diameternya.

Untuk mendapat nilai c' dan Φ' dari hasil-hasil percobaan *triaxial* kita mempergunakan apa yang disebut lingkaran Mohr. Lingkaran Mohr ini adalah cara grafik untuk menentukan tegangan-tegangan yang bekerja di dalam suatu bahan. Bahan tersebut biasanya berupa tanah.

d. Kuat Geser (*Direct Shear*)

Pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah diperlukan untuk berbagai macam soal praktis, terutama untuk menghitung daya dukung tanah (*bearing capacity*) tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kesetabilan lereng (*slope stability*).

Keruntuhan geser (*shear failure*) dalam tanah adalah akibat gerak relatif antara butirnya, bukanlah karena butir sendiri hancur. Oleh karena itu, kekuatan tanah tergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirnya. Dengan demikian kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian (*components*).

- Bagian yang bersifat kohesi yang bergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirnya
- Bagian yang mempunyai sifat gesekan (*frictional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Pada pengukuran kekuatan geser dilakukan percobaan geser langsung (*direct shear*). Percobaan tersebut menggunakan alat geser langsung yang berfungsi untuk mengukur kekuatan geser secara langsung. Contoh yang akan dicoba dipasang dalam alat dan diberikan tegangan vertikal (tegangan normal) yang konstan. Kemudian contoh diberikan tegangan geser sampai tercapai nilai maksimum. Tegangan geser ini diberikan dengan memakai kecepatan bergerak (*strainate*) yang konstan, yang cukup perlahan-lahan sehingga tegangan air pori selalu tetap nol. Yaitu hanyalah percobaan "*drained*" yang dapat dilakukan dengan alat geser langsung.

Untuk mendapat nilai c' dan Φ' maka perlu dilakukan beberapa percobaan dengan memakai nilai tegangan normal berbeda.

Dengan demikian hasilnya dapat digambar dalam grafik. Grafik tersebut adalah nilai tegangan geser maksimum terhadap tegangan normal dari masing-masing percobaan. Nilai c' dan Φ' diambil dari garis yang sesuai dengan titik-titik yang dimasukkan pada grafik tersebut.

e. Penurunan

a) Komponen –komponen penurunan

Beberapa sebab yang memungkinkan terjadinya penurunan, misalnya gaya-gaya dinamik, perubahan-perubahan dalam permukaan air tanah, berdekatan dengan lokasi penggalian dan sebagainya.

Penurunan konsolidasi adalah penurunan-penurunan yang kebanyakan berhubungan dengan konsolidasi prima (*primary consolidation*), waktu kecepatan dari penurunannya dikontrol oleh kecepatan air yang dapat dikeluarkan dari ruang-ruang di tanah.

b) Nilai-nilai dasar untuk perhitungan penurunan

Penentuan nilai modulus elastisitas E adalah penting. Nilai tersebut diambil dari tes langsung di tempat di laboratorium. Nilai E biasanya diberikan oleh ahli.

$$m.v = \frac{\Delta e}{\Delta T_v} (m^2 / kN)$$

Keterangan :

m_v = koefisien desakan

e = perbandingan rongga (*void ratio*)

T_v = Tegangan vertical (kN)

Sedangkan untuk penurunan langsung pada suatu pondasi beton bertulang

menurut skema :

Keterangan :

$$P_i = \frac{q \cdot B \cdot (\ell - U^2) \cdot I \cdot P}{E}$$

P_i = Penurunan rata-rata / penurunan langsung (m)

q = Tekanan merata (m)

B = Lebar pondasi (m)

E = Modulus elastisitas tanah (kN/m²)

u = Perbandingan tanah dari *Poisson* (tanpa ukuran)

IP = faktor pengaruh yang tergantung pada ukuran yaitu panjang L dan lebar B (tanpa ukuran)

Nilai untuk IP yang dianjurkan oleh *Skempton*.

Tabel 2-2 : Nilai IP *Skempton*

L/B	IP
Lingkaran	0,73
1 buah Bujur sangkar	0,82
2 buah bujur sangkar	1,00
5 buah bujur sangkar	1,22
10 buah bujur sangkar	1,26

Rumus di atas berlaku untuk lapisan tanah tebalnya kurang dari yang ideal (4B).

D. Konsolidasi dan Pemadatan Tanah (*Soil Compressibility And Consolidation*)

a. Pemadatan

Pada dasarnya pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kepadatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Tanah dapat dikerjakan pada mulanya dengan pengeringan, penambahan air, agregat (butir-butir) tersebut dengan bahan-bahan stabilisasi seperti : Semen *portland* (PC), gamping, abu batu bara atau bahan lainnya.

Energi pemadatan di lapangan dapat diperoleh dari mesin gilas, alat-alat pemadatan getaran dan dari benda-benda berat yang dijatuhkan. Di dalam laboratorium digunakan alat-alat pemadatan tanah untuk percobaan (*Compaction soil test apparatus*).

Tujuan pemadatan adalah untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah, yaitu :

1. Menaikan kekuatannya
2. Memperkecil pemampatannya dan daya rembas airnya
3. Memperkecil pengaruh air terhadapnya.

Pemeriksaan spesifikasi untuk pemadatan kohesif telah dikembangkan oleh *R.R Proctor* ketika sedang membangun bendungan-bendungan untuk *Los Angeles Water District* pada akhir tahun 1920-an. Metode yang asli dilaporkan melalui seri-seri artikel di dalam *Enggining New Records* oleh *Proctor* tahun

1933. Prosedur dinamis laboratorium yang standar biasanya disebut percobaan *Proctor*.

Proctor mendefinisikan empat variabel pemadatan variabel pemadatan tanah yaitu:

1. Usaha pemadatan (energi).
2. Jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak, ukuran butir dan sebagainya).
3. Kadar air.
4. Angka pori atau berat isi kering.

E. Sifat Hidraulik Tanah

a. Permeabilitas dan Rembesan

Permeabilitas didefinisikan sebagai sifat bahan berongga yang memungkinkan air atau cairan lainnya untuk menembus atau merembes melalui hubungan antar pori. Bahan yang mempunyai pori-pori kontinu disebut dapat tembus (*permeable*). Kerikil mempunyai sifat dapat tembus yang tinggi sedangkan lempung kaku mempunyai sifat dapat tembus yang rendah dan karena itu lempung disebut tidak dapat tembus (*impermeable*) untuk semua tujuan pekerjaan yang berhubungan dengan tanah tersebut.

Untuk mempelajari rembesan air melalui tanah adalah penting untuk masalah-masalah teknik sipil adalah:

1. Menentukan kecepatan penurunan lapisan tanah jenuh yang dapat dimampatkan.
2. Menghitung rembesan melalui tubuh bendungan tanah dan kemampuan lereng.

3. Menghitung gaya angkat ke atas (*uplift*) di bawah bangunan air dan kemanannya terhadap piping.
4. Air tanah yang mengalir ke arah sumur-sumur dan drainase tanah.

F. Tekanan Lateral

a. Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Di Lapangan dan Di Laboratorium

a) Pengertian

Pada dasarnya suatu bangunan terdiri dari bangunan atas, bangunan bawah dan pondasi. Pondasi bertugas memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan serta melimpahkannya ke dalam tanah sampai lapisan atau kedalaman tertentu. Lapisan tanah dimana pondasi diletakan harus mampu mendukung beban-beban tadi tanpa terjadi suatu deformasi yang berarti. Dengan perkataan lain suatu pondasi harus cukup stabil ditinjau dari segi daya dukung tanah dan penurunan.

b) Perhitungan daya dukung tanah di lapangan

i. Teori daya dukung tanah berdasarkan cara Rankine

Rumus Rankine didasarkan atas teori batas keseimbangan tegangan pada suatu titik tertentu yang terletak dalam tanah yang ideal.

Besarnya daya dukung tanah :

$$\sigma_U = \gamma \cdot z \cdot \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Keterangan:

σ_U = daya dukung maksimum

γ = berat isi tanah

z = kedalaman yang ditinjau

ϕ = sudut geser

b. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Berdasarkan Teori

Tekanan Tanah Rankine dan Teori Tekanan Tanah Coulomb

a) Pengertian

Suatu tanah dikatakan dalam keadaan keseimbangan plastis jika setiap bagian tanah itu berada dalam batas keruntuhan. Beberapa ahli telah menyelidiki tegangan-tegangan yang bekerja pada tanah yang berada dalam keseimbangan plastis ini. Deformasi yang terjadi ini bisa sedemikian besarnya sampai bagian-bagian tanah mencapai batas keruntuhan. Bilamana deformasi sedemikian besarnya sampai terjadi keruntuhan, maka tekanan tanah aktif adalah tegangan tanah yang bekerja di belakang tembok sedangkan tekanan tanah pasif adalah tegangan tanah yang bekerja di depan (muka) tembok.

b) Teori tekanan tanah

i. teori tekanan tanah Rankine

Rumus umum tekanan tanah aktif $P_a = k_a \cdot h$ dan pasif $P_p = k_p \cdot h$. Untuk menentukan k_a dan k_p , Rankine membuat anggapan sebagai berikut:

- Permukaan dinding dalam keadaan licin, sehingga pada permukaan muka dan belakang tidak ada gesekan antara dinding dan tanah.
- Tanah di belakang tembok bersifat ideal, seragam dan kering, sehingga tidak ada tegangan air pori.

- Tanah di belakang tembok berada pada batas keruntuhan.

Maka jika tanah tidak mempunyai kohesi, maka $c = 0$, sehingga :

$$P_a = k_a \cdot h \cdot \gamma$$

$$P_p = k_p \cdot h \cdot \gamma$$

Jika $h = 0$, terlihat bahwa tekanan tanah aktif di permukaan tanah merupakan tegangan tarik sebesar $-2c K_p$, karena pada umumnya tanah tidak dapat menahan tegangan tarik, maka dalam perencanaan dapat diabaikan.

ii. Teori tekanan tanah Coulomb

Teori ini didasarkan anggapan sebagai berikut :

- Tanah di belakang tembok bersifat ideal yang mempunyai sudut geser ϕ .
- Jika tembok bergerak, maka tanah di belakang tembok akan mengalami keruntuhan, yaitu massa tanah akan meluncur di atas bidang gelincir yang dianggap lurus. Jika tanah bergerak ke bawah terhadap bidang gelincir, maka terjadi tekanan aktif, sebaliknya jika ke atas terjadi tekanan pasif. Massa yang bergerak dianggap pasif.
- Bidang gelincir akan melalui bagian belakang dasar pondasi dan menyudut p terhadap bidang datar.
- Koefisien gesekan antara dinding dan tanah diambil sesuai hukum

$$\text{Newton } f = \tan \phi$$

- Kekuatan geser dan gesekan yang bekerja pada bidang gelincir dianggap merata.

Maka untuk perhitungan tekanan pasif didapat rumus :

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \lambda_p$$

$$\lambda_p = \frac{\cos^2(\phi + \delta)}{\cos^2 \alpha \cos(\phi - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\phi - \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

G. Kestabilan Lereng (*Slope Stability*)

a) Macam-macam bentuk longsoran

Tanah yang longsor biasanya bergerak di atas suatu bidang tertentu, bidang ini disebut bidang gelincir. Tergantung pada bentuk bidang gelincir, maka bentuk longsoran dapat dibedakan atas:

1. *Rotational slide*

Tanah akan bergerak menurut bidang gelincir yang mempunyai bentuk busur lingkaran. Longsoran tipe ini biasanya terjadi pada daerah dimana lapisan tanah keras atau lapisan yang bersifat lebih kedap air didapati cukup dalam. Material longsoran berupa tanah pelapukan, kadang-kadang juga batuan yang masih agak segar. Longsoran tipe ini sering terjadi pada tanah timbunan yang cukup tinggi yang terletak di atas lapisan lembek yang cukup tebal.

2. *Translationonal slide*

Tanah akan bergerak menurut bidang gelincir yang berbentuk bidang rata atau sejajar. Longsoran ini sering terjadi pada daerah-daerah yang

lerengnya cukup curam dan lapisan pelapukan tidak begitu tebal. Bidang gelincir merupakan bidang batas antara tanah dan batuan yang masih segar yang letaknya sejajar dengan permukaan tanah.

3. *Debris slide*

Longsoran-longsoran kecil yang terjadi dimana bentuk bidang gelincir tidak menentu, kadang-kadang mendekati bentuk *rotational* dan kadang-kadang berbentuk *transitional*. Longsoran ini terjadi pada lereng-lereng alam atau lereng dalam galian, yaitu terlepasnya sebagian tanah di lereng tersebut.

b) Perhitungan stabilitas lereng

Stabilitas suatu lereng sangat tergantung pada besarnya kekuatan geser tanah. Dengan dasar kekuatan geser tanah, maka untuk memperhitungkan stabilitas lereng dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

1. *Undrained analysis*

Cara ini dipakai untuk menghitung stabilitas dalam jangka waktu yang pendek, misalnya menentukan stabilitas lereng galian yang dibuat dalam lapisan lempung jenuh. Dalam keadaan jenuh, maka besarnya $\phi = 0$ sehingga $s = c$. Sedangkan harga $c = \frac{1}{2} q_u \tan^2 (45 - \frac{1}{2} \phi)$ dan untuk $\phi = 0$, maka $c = \frac{1}{2} q_u$. Dengan demikian harga $s = \frac{1}{2} q_u$.

2. *Total stress analysis*

Perhitungan stabilitas dengan cara ini mengabaikan adanya tekanan air pori, sehingga besarnya kekuatan geser dihitung dengan rumus :
 $s = c + \sigma \tan \phi$. Perhitungan dengan menggunakan cara ini

memberikan hasil yang tidak teliti dan tidak tepat, apalagi jika tegangan air pori merupakan faktor yang paling dominan.

3. *Effective stress analysis*

Perhitungan stabilitas lereng menurut cara ini memperhitungkan pengaruh tekanan air pori, sehingga dengan cara ini akan diperoleh hasil yang tepat. Tujuan dari perhitungan stabilitas lereng ini adalah untuk menentukan bidang gelincir kritis, yaitu bidang gelincir dimana terjadi longsor.

H. **Kestabilan Tanggul**

Penyebab menurunnya tingkat stabilitas tanggul yaitu :

- Terjadinya keruntuhan lereng tanggul, dikarenakan air banjir yang merembes yang menyebabkan kejenuhan air dalam tubuh tanggul kuat pada saat terjadinya hujan yang terus menerus.
- Terbentuknya bidang gelincir yang menerus akibat kemiringan lereng tanggul sangat curam.
- Terjadinya kebocoran-kebocoran pada pondasi tanggul
- Tergerusnya lereng depan tanggul oleh arus sungai
- Terjadinya limpasan pada mercu tanggul

a) **Beban**

Beban yang harus diperhitungkan dalam stabilitas tanggul sebagai berikut:

1) **Berat sendiri dari timbunan tanggul**

Untuk mengetahui besarnya berat tubuh tanggul, ditinjau pada kondisi yang tidak menguntungkan, yaitu pada kondisi sesudah permukaan air

mencapai tinggi elevasi banjir rencana, dimana bagian tubuh tanggul yang terletak di atas garis depresi dalam kondisi lembab, sedangkan tubuh tanggul yang berada di bawah garis depresi dalam keadaan jenuh air.

2) Beban di atas tanggul

3) Gaya hidrostatis air di sebelah udik dan sebelah hilir.

Akibat beban atau tekanan air pada saat banjir, apabila di bagian udik terjadi genangan air, maka tekanan hidrostatis air harus diperhitungkan.

4) Tekanan air pori (*uplift prsessure*)

Gaya tekanan air yang timbul pada saat permukaan air dalam keadaan banjir.

5) Gaya *seismic* pada tubuh tanggul maupun pada pondasi

b) Garis aliran

Disebut juga garis phentic atau garis depresi. Ditentukan dengan cara yang paling sederhana yakni parabolis *Cassagrande*, dan tidak perlu memperhitungkan daerah kohesi. Garis depresi dijaga agar tidak keluar pada lereng tanggul.

c) Peninjauan stabilitas

Beberapa keadaan yang perlu ditinjau kestabilannya adalah;

- Muka air tertinggi
- Segera setelah selesainya pelaksanaan berhubung muka air pori belum habis terendam
- Penurunan muka air dengan cepat

d) Metode analisa

Tergantung dari tipe tanggul , tanggul penutup maka analisisnya dapat dengan *Wedga Methode* atau *Slice Methode*. Sedangkan tegangan yang digunakan dapat sebagai tegangan total atau tegangan efektif tergantung dari kadar air yang terkandung dalam bahan timbunan.

e) Faktor keamanan

Diambil tidak kurang dari 1,2

f) Drainase

Merupakan cara untuk merendahkan garis depresi sehingga mengurangi tekanan air pori dan mencegah keluarnya garis depresi di lereng tanggul, konstruksi drainase dapat berupa drainase tumit (*toe drain*), drainase dasar (*under drainage*) di bawah tanggul, drainase tegak atau kombinasi. Hal ini tergantung dari tipe tanggul dan kapasitas rembesan.

g) Stabilitas lereng tanggul terhadap geseran

Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggiannya, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah. Disamping gaya yang mendorong ke bawah terdapat pula gaya-gaya dalam tanah yang bekerja menahan atau melawan sehingga kedudukan tanah tersebut tetap stabil.

Gaya pendorong berupa gaya berat, gaya empiris atau muatan dan gaya-gaya inilah yang menyebabkan kelongsoran. Gaya-gaya penahan berupa gaya gesekan atau gerakan, lekatan (dari kohesi), kekuatan geser tanah. Antara

permukaan dari tanah yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah dihubungkan suatu permukaan yang disebut lereng.

2.1.5 Tinjauan Mengenai Tugas Terstruktur

Pemberian tugas merupakan suatu langkah yang dilakukan oleh pelaksana pendidikan dalam upaya meningkatkan kemampuan mahasiswanya untuk lebih mendalami dan menguasai disiplin ilmu yang dipelajarinya. Menurut Sudjana (2002:81) :

“Tugas adalah suatu kegiatan belajar individu atau kelompok yang bertujuan memantapkan penguasaan siswa terhadap materi atau bahan yang telah disampaikan di dalam kelas dan dilakukan oleh siswa di luar jam yang telah ditentukan sekolah. Tugas sangat banyak macamnya bergantung pada tujuan yang akan dicapai, misalnya tugas meneliti, tugas menyusun laporan, tugas motorik, tugas di laboratorium dan lain sebagainya.”

Adapun tujuan dari pemberian tugas, dijelaskan oleh Surakhmad (1989:92) sebagai berikut :

1. Merangsang siswa berusaha lebih baik, memupuk inisiatif, bertanggung jawab dan berdiri sendiri.
2. Membawa kegiatan-kegiatan sekolah yang berharga kepada minat siswa yang masih terluang. Waktu-waktu yang dimiliki agar dapat digunakan lebih konstruktif.
3. Memperkaya pengalaman-pengalaman sekolah dengan memulai kegiatan-kegiatan di luar kelas.
4. Memperkuat hasil belajar di sekolah dengan menyelenggarakan latihan-latihan.

Selain tugas juga dikenal tugas terstruktur yang diberikan pada beberapa mata kuliah bidang teknik sipil. Salah satunya mata kuliah perencanaan bangunan keairan. Pemberian tugas ini dimaksudkan untuk lebih memantapkan pengertian mahasiswa tentang materi yang telah dipelajari. Menurut Hamalik (1994:74), Pengertian tugas terstruktur yaitu “ Kegiatan belajar terstruktur yang dilaksanakan berdasarkan tugas yang diberikan oleh guru dalam kaitannya dengan pelajaran

yang telah disajikan sebelumnya, karena itu dapat juga disebut sebagai metoda resistasi. Resistasi artinya penilaian yang dilakukan terhadap penyelesaian tugas.

Dalam penelitian ini yang dimaksud tugas terstruktur, yaitu tugas yang diberikan oleh pengajar yang dikerjakan dalam waktu yang tidak terjadwal dengan bimbingan yang diadakan secara berkala, untuk menilai keberhasilan siswa dalam memahami materi yang telah diberikan dan untuk memperkaya pengalaman-pengalaman siswa yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. tugas terstruktur yang akan diteliti yaitu tugas struktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

2.1.6 Tinjauan Mengenai Tugas Terstruktur Mata Kuliah Perencanaan Bangunan Keairan

Jurusan Pendidikan Teknik Sipil merupakan salah satu jurusan yang ada di lingkungan Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (FPTK) Universitas Pendidikan Indonesia yang berupaya untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dengan menyiapkan para lulusan yang siap kerja sebagai tenaga ahli yang profesional. Maka mahasiswa dituntut untuk menguasai materi-materi perkuliahan yang diberikan serta dapat mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Diantaranya dengan menyelesaikan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

Dalam mata kuliah perencanaan bangunan keairan mahasiswa mengikuti perkuliahan tatap muka sebanyak 6 (enam) kali dengan materi berbeda dan pengajar yang berbeda pula. Dalam kuliah tatap muka mahasiswa diberi bekal oleh pengajar untuk mempermudah dalam menyelesaikan tugas terstruktur mata

kuliah perencanaan bangunan keairan. Mahasiswa diberi gambaran hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengerjaan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan. Selain itu, dalam kuliah tatap muka mata kuliah perencanaan bangunan keairan pengajar memberikan materi yang berkaitan dengan tugas terstruktur seperti materi tentang perencanaan bendung, bendungan, sistem irigasi, pengendalian banjir, bendung gerak, dan *revertment*.

Dalam kuliah tatap muka mata kuliah perencanaan bangunan keairan mahasiswa diberikan pengarahan langkah-langkah pengerjaan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan. Mahasiswa diberikan pedoman pengerjaan tugas struktur, dimulai dari pencarian data-data yang menunjang dalam pengerjaan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

Dalam tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan banyak faktor yang menunjang dalam proses penyelesaian mata kuliah perencanaan bangunan keairan, diantaranya penguasaan mata kuliah sebelumnya, yaitu:

1. Hidrologi I dan II

Mata kuliah hidrologi 1 dan 2 keterkaitannya dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan adalah untuk mengimplementasikan seluruh materi tersebut dalam suatu situasi permasalahan analisis data hidrologi pada suatu perencanaan bangunan keairan. Analisis data hidrologi ini dipakai untuk perhitungan debit, kapasitas saluran, curah hujan, dan dimensi saluran.

2. Irigasi

Mata kuliah irigasi keterkaitannya dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan adalah dalam perencanaan sistem irigasi. Dalam mata kuliah irigasi diberikan tugas terstruktur tentang perencanaan pembagian air kaitannya dengan irigasi di suatu daerah. Tugas terstruktur irigasi tersebut dipakai dalam tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan dimana membantu dalam mempermudah menentukan daerah yang akan dialiri, daerah pembuangan air, daerah pengambilan air, macam alat-alat bangunan keairan yang digunakan, luas daerah yang akan dialiri, dan lain lain.

3. Hidrolika dan mekanika fluida

Mata kuliah hidrolika dan mekanika fluida keterkaitannya dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan adalah dalam mendapatkan dimensi dan konstruksi bangunan pengendalian genangan, maka perhitungan perencanaan bangunannya dihitung berdasarkan analisa yang berlaku dalam bidang hidrolika.

Analisa hidrolika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas alur sungai pada kondisi sekarang terhadap banjir rencana dan hasil data pengamatan yang diperoleh.

Analisa dilakukan pada seluruh saluran-saluran untuk mendapatkan dimensi saluran yang diperlukan yaitu dengan melakukan analisa profil muka air banjir sepanjang alur yang ditinjau. Metode yang digunakan untuk menghitung *back water* adalah standard “*Step Method*” yang didasarkan pada persamaan

kontinuitas. Perhitungan dilakukan secara bertahap dari suatu profil ke profil berikutnya yang sifat-sifat hidrolisnya telah ditetapkan.

4. Pengembangan sumber daya air

Mata kuliah pengembangan sumber daya air keterkaitannya dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan adalah dalam analisis dampak lingkungan. Dalam mata kuliah pengembangan sumber daya air memberikan pengetahuan tentang aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu bangunan keairan. Dalam merencanakan suatu bangunan keairan perlu diperhatikan aspek ekonomi, sosial, budaya, keamanan, dan lain lain.

5. Mekanika tanah

Mata kuliah mekanika tanah keterkaitannya dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan adalah dalam merencanakan suatu bangunan keairan seperti perencanaan bendung, bendungan, pelabuhan, sistem irigasi pertanian, bangunan pengendali banjir, dan lain-lain, memerlukan analisis stabilitas, bentuk, tipe dan keadaan pondasi dari suatu bangunan keairan . Analisis tersebut dipakai untuk mengetahui stabilitas tubuh suatu bangunan keairan, pemilihan dan perencanaan tipe pondasi, daya dukung tanah, tekanan tanah, konsolidasi dan penurunan, dan lain-lain .

Tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan dilaksanakan mahasiswa selama 6 bulan atau satu semester. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, mahasiswa melakukan kegiatan evaluasi dan menganalisis data tersebut sehingga data tersebut valid dengan perencanaan bangunan keairan yang

akan mahasiswa rencanakan tersebut. Data yang telah terkumpul lalu dimasukan ke dalam perencanaan, yang nantinya menghasilkan suatu perencanaan bagaimana bentuk atau dimensi bangunan keairan tersebut serta perhitungan analisa stabilitas bangunan keairan tersebut. Hasil tugas terstruktur yang telah dibuat akan dipertanggung jawabkan dalam suatu seminar yang telah ditentukan waktunya.

2.1.7 Kontribusi Penguasaan Mata Kuliah Mekanika Tanah terhadap Proses Penyelesaian Tugas Terstruktur Mata Kuliah Perencanaan Bangunan Keairan.

Kontribusi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia memiliki arti sumbangan. Sedangkan menurut (Suprian 2005 : 4) kontribusi adalah sumbangan satu variabel terhadap variabel lain. Kontribusi atau sumbangan menunjukkan adanya hubungan antara unsur penyumbang dan unsur yang disumbang. Penyumbang merupakan penyebab perubahan situasional yaitu penguasaan mekanika tanah dan mengakibatkan yang disumbang memperoleh tambahan nilai yaitu peningkatan kemampuan berupa pengetahuan dalam menyelesaikan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

Penguasaan mekanika tanah berkaitan langsung terhadap perencanaan suatu bangunan keairan. Dalam tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan mahasiswa merencanakan 6 macam bangunan keairan, diantaranya :

1. Bangunan Pengendali Banjir

Bangunan pengendali banjir berfungsi sebagai upaya penanggulangan banjir di suatu daerah rawan banjir yang dilewati oleh sungai. Upaya yang dilakukan adalah melalui kegiatan normalisasi alur sungai dan pembangunan tanggul di daerah sepanjang sungai. Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan pengendali banjir adalah dalam perhitungan stabilitas tanggul, daya dukung tanah, pemadatan dan perhitungan stabilitas lereng tanggul terhadap geseran.

2. *Revertment*

Bangunan *revertmen* adalah bangunan pengaman pantai. Dalam bangunan *revertment* dilakukan perhitungan untuk mendapatkan elevasi, berat lapisan, dan juga pengecekan terhadap gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pengaman pantai *revertmen*. Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan *revertment* adalah perhitungan daya dukung tanah dan perhitungan konsolidasi dan penurunan.

3. Bendung tetap

Bendung adalah suatu bangunan air yang berfungsi sebagai penampung air dengan cara meninggikan muka air yang kemudian airnya mengalir dan melimpas lewat mercu. Dalam bendung terdapat 2 macam yaitu bendung tetap dan bendung gerak. Untuk membedakan antara bendung tetap dan bendung gerak ada beberapa aspek diantaranya :

Tabel 2-3 : Perbedaan Bendung Gerak dan Bendung Tetap

No	Aspek	Bendung gerak	Bendung tetap
1.	Ekonomis	relatif mahal	relatif murah
2.	Daerah pembuatan	daerah pedataran	daerah pegunungan
3.	Unsur <i>time life</i>	100-150 tahun	100 tahun
4.	Operasi pemeliharaan	relatif mahal	relatif murah
5.	Tinggi tanggul	relatif tinggi	relatif rendah
6.	Fungsi	mengatur banjir	tidak mampu mengatur banjir

Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan bendung tetap adalah stabilitas dari bangunan bendung tetap tersebut, pemilihan dan perencanaan tipe pondasi, pemadatan dan tekanan tanahnya.

4. Bendung gerak

Bendung gerak adalah bendung yang dibuat untuk menaikkan elevasi muka air, mengatur dan mengendalikan banjir. Dalam merencanakan bendung gerak perlu memperhatikan karakteristik sungainya. Selain itu memperhatikan analisis tubuh bendung yang akan direncanakan. Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan bendung gerak adalah stabilitas dari bangunan bendung gerak tersebut, pemilihan dan perencanaan tipe pondasi, dan tekanan tanahnya.

5. Bendungan

Bendungan adalah suatu bangunan keairan yang berfungsi untuk menampung air dan menjaga air tidak melewati mercu dari bendungan tersebut. . Dalam merencanakan bendungan perlu memperhatikan karakteristik sungainya. Selain itu memperhatikan analisis tubuh bendungan yang akan direncanakan. Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan bendungan adalah stabilitas tubuh bendungan , pemilihan dan perencanaan tipe pondasi , daya dukung tanah, dan konsolidasi dan penurunan.

6. Sistem irigasi

Irigasi adalah suatu bangunan keairan yang berfungsi sebagai pengairan artinya pengaturan air di suatu daerah dengan cara memindahkan alur air dari sungai menuju tempat atau wilayah yang akan dialirinya. Irigasi sendiri mempunyai ketentuan dalam perencanaannya diantaranya perlu memperhatikan karakteristik sungai, karakteristik lingkungan yang akan disekelilingnya dengan memperhatikan analisis dampak lingkungannya. Kontribusi mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan khususnya bangunan sistem irigasi adalah tekanan tanah, daya dukung tanah, pemadatan dan konsolidasi dan penurunan.

Melihat uraian di atas maka terlihat adanya kontribusi penguasaan mata kuliah mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan. Kontribusi yang diberikan dapat terlihat dalam penguasaan mekanika tanah terhadap bangunan keairan yang akan direncanakan.

Kebutuhan mekanika tanah setiap bangunan keairan yang akan direncanakan berbeda-beda. Kebutuhan yang berbeda-beda disebabkan spesifikasi atau tujuan dari bangunan keairan yang direncanakan berbeda-beda pula. Dengan demikian penguasaan mata kuliah mekanika tanah memberikan kontribusi dalam proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

2.2 Anggapan Dasar

Anggapan dasar adalah anggapan yang kebenarannya diakui umum, suatu anggapan dasar dijadikan titik tolak pemikiran dalam melaksanakan penelitian. Menurut Arikunto (2002:13):

” Anggapan dasar adalah sesuatu yang diyakini kebenarannya oleh peneliti yang akan berfungsi sebagai hal-hal yang dipakai untuk tempat berpijak bagi peneliti dalam melaksanakan penelitian/hipotesis ditetapkan setelah peneliti merumuskan anggapan dasar dan variabel yang perlu diteliti.”

Anggapan dasar dalam penelitian ini adalah :

1. Penguasaan mata kuliah mekanika tanah merupakan faktor penunjang dalam menyelesaikan tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.
2. Setiap mahasiswa menguasai mata kuliah mekanika tanah dengan tingkatan yang berbeda-beda sehingga proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan pun berbeda-beda.

3. Bahwa penguasaan mata kuliah mekanika tanah mempunyai manfaat terhadap penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.
4. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang sudah lulus dan mahasiswa yang sedang mengontrak mata kuliah perencanaan bangunan keairan.

2.3 Hipotesis

Hipotesis menurut Arikunto (2002:64) adalah “ Suatu jawaban yang bersifat sementara terhadap permasalahan penelitian, sampai terbukti melalui data yang terkumpul.”

Hipotesis dalam setiap kegiatan penelitian sangat penting, sebab dengan hipotesis peneliti mendapatkan gambaran sementara tentang jawaban-jawaban yang dihadapinya.

Fungsi hipotesis adalah :

1. Untuk menguji kebenaran suatu teori.
2. Dapat memperluas pengetahuan peneliti untuk mengetahui suatu gejala-gejala yang dipelajari.

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu :

“Terdapat kontribusi penguasaan mata kuliah mekanika tanah terhadap proses penyelesaian tugas terstruktur mata kuliah perencanaan bangunan keairan.”