

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Samarinda merupakan salah satu Kabupaten yang memiliki peranan penting bagi perkembangan perekonomian Provinsi Kalimantan Timur terutama pada sektor pertanian, perkebunan, kehutanan, serta industri. Struktur tanah di Kalimantan sangat berpotensi mengalami bencana seperti longsor, mudah bergeser, bahkan cenderung runtuh. Titik rawan longsor berada di lokasi Samarinda Ulu dimana lokasi terdapat Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bantuas Tirta Kencana maka untuk menghindari terjadinya longsor, tanah bergeser atau runtuh pada area tersebut maka perlu di bangun dinding penahan tanah.

Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bantuas Tirta Kencana berada di lokasi yang jauh dari pemukiman warga, karena posisinya berada di sekitar kawasan hutan. Letak bangunan berada di ketinggian ± 15 dari jalan utama.

Perlunya pembangunan dinding penahan tanah pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bantuas Tirta Kencana Samarinda, karena selain menghindari longsor, tanah bergeser atau runtuh juga karena Instalasi Pengolahan Air (IPA) tersebut merupakan sarana umum dan tempat proses pengolahan air dengan skala besar. Oleh karena itu pembangunan DPT merupakan tuntutan yang harus dilaksanakan untuk melindungi infrastruktur dari kegagalan fungsinya.

Proses kajian ini mengutamakan kekuatan stabilitas terhadap gaya geser dan gaya guling. Gayainilah yang nantinya digunakan sebagai patokan untuk menentukan apakah bangunan ini telah memenuhi standar belum memenuhi. Hal inilah yang melatar belakangi peneliti dalam melakukan penelitian dengan judul "Analisis Rencana Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Bantuas Tirta Kencana Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur".

1.2 Rumusan Masalah

Dengan kondisi yang melatar belakangi permasalahan di atas, maka kajian yang akan diteliti adalah

1. Bagaimana perbandingan dinding penahan tanah type kantilever dan grafitasi dengan menggunakan metode rankine dan coulomb?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diarahkan sesuai dengan rumusan masalah di atas namun perlu dilakukan suatu batasan masalah. Adapun batasan masalah yang dimaksudkan adalah :

1. Menghitung dimensi dan stabilitas tanah terhadap bahaya pergeseran, penggulingan, dan keruntuhan type kantilever dan grafitasi.
2. Menghitung kontrol daya dukung dengan metode rankine dan coulomb.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini, yaitu

1. Untuk menganalisa dan merencanakan stabilitas dinding penahan tanah pada jalan purwobinangun Kota Samarinda
2. Bagaimana perbandingan dinding penahan tanah type kantilever dan grafitasi dengan menggunakan metode rankine dan coulomb?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah perancangang dinding penahan longoran ini yaitu sebagai sarana pembelajaran bagi pelaku teknik untuk dapat mengatasi longoran yang terjadi dengan metode rankine dan coulomb pada type kantilever dan grafitasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan penyusunan Tugas Akhir ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan dan masalah, maksud dan

	tujuan, serta sistematika penulisan.
Bab II	Tinjauan Pustaka merupakan seperangkat definisi, konsep serta proporsi secara rapi berkaitan dengan penelitian.
Bab III	Metodologi Penelitian ini berisikan cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan dari penelitian.
Bab IV	Pembahasan, dalam pembahasan ini berisikan lokasi, lapisan tanah, Perancangan dan analisa dinding penahan tipe kantolever, tipe grafitasi, analisis penulangan, dan resume dari analisis kedua tipe.
Bab V	Penutup, yang berisikan kesimpulan dan saran.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H.C., 1997). Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Braja M Das, 1988).

Tanah juga merupakan akumulasi partikel mineral yang ikatan partikelnya lemah dan terbentuk karena adanya pelapukan dari batuan. Lemahnya ikatan partikel-partikel tanah disebabkan karena adanya material organik atau karena terdapat karbonat dan oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut. Jika hasil pelapukan tetap berada di tempat semula maka disebut tanah sisa sedangkan jika hasil pelapukan

Jadi Mekanika Tanah (Soil Mechanics) adalah cabang dari ilmu pengetahuan yang mempelajari sifat fisik dari tanah dan kelakuan massa tanah tersebut bila menerima bermacam-macam gaya. Sedangkan ilmu Rekayasa Tanah (Soil Engineering) merupakan aplikasi dari prinsip-prinsip mekanika tanah dalam problema-problema praktisnya.(Braja M.Das.)

Wesley,1973) menekankan bahwa dari sudut pandang teknis,tanah-tanahitu dapat digolongkan kedalam macam pokok berikut ini :

1. Batu kerikil (*Gravel*)
2. Pasir (*Sand*)
3. Lanau (*Silt*)
4. Lempung Organik (*Clay*)

Tanah juga didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat(butiran) mineral-mineral padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu samalain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertaidengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikelpadat tersebut (Das, 1991).

2.1.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda tetapi memiliki sifat serupa dalam kelompok-kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi tanah mempermudah penjelasansecara singkat sifat-sifat umum tanah yang bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah tersebut memberikan informasi tentang sifat fisik dan karakteristik tanah serta pengelompokkan sesuai dengan perilaku umum tanah tersebut. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk memberikan informasi tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah-daerah lainnya berupa data dasar. Tanah-tanah akan dikelompokkan sesuai urutan berdasarkan kondisi fisik tertentu. Klasifikasi tanah juga bermanfaat sebagai studi yang lebih terinci tentang keadaan tanah tersebut dan kebutuhan

pengujian untuk mengetahui sifat teknis tanah, seperti karakteristik pemadatan, berat isi, kekuatan tanah dan lain sebagainya (Bowles, 1989).

Menurut Soeprtohardjo (1976) terdapat beberapa macam / jenis-jenis tanah yang ada di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia:

1. Tanah Humus adalah tanah yang sangat subur terbentuk dari lapukan daun dan batang pohon di hutan hujan tropis yang lebat.
2. Tanah Pasir adalah tanah yang bersifat kurang baik bagi pertanian yang terbentuk dari batuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil
3. Tanah organik dan anorganik. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kulit organisme. Sedangkan adalah tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis
4. Tanah Aluvial / Endapan adalah tanah yang dibentuk dari lumpur sungai yang mengendap di dataran rendah yang memiliki sifat tanah yang subur dan cocok untuk lahan pertanian.
5. Tanah podzolit adalah tanah subur yang umumnya berada di pegunungan dengan curah hujan yang tinggi dan bersuhu rendah / dingin.

pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida. Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid (<0,002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir - butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan di dalam oven (Wesley, L.D. 1977).

(Bowles,1986) dalam bukunya mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran butiran penyusun atau jenis dari batuan tanah tertentu menjadi :

1. Batuan dasar (*bedrock*)
Batuan pada tempat asalnya ,biasanya terbentang secara meluas dalam arah horizontal dan arah vertical. Bahan ini umumnya tertutup oleh tanah dengan berbagai kedalaman, jika terbuka mungkin bagian luar menjadi lapuk
2. Berangkal
Potongan bahan lebih kecil yang telah terpisah dari batuan dasar dn berukuran 250 mm smpai 300 mmatau lebih.
3. Kerikil (*gravel*)
Istilah umum yang digunakan untuk potongan – potongan batuan yang berukuran maksimum 150 mm sampai kurang dari 5 mm. Bisa berupa batu pecah / *split* bila terbuat dari pabrik , berupa kerikil alamiah bila digali dari deposit yang terdapat secara alami , atau berupa kerikil ayakan jika kerikil tersebut telah disaring hingga ukuran 3 mm sampai 5 mm. Kerikil adalah bahan tak berkohesi, yaitu kerikil tidak mempunyai *adhesi* atau tarikan antar partikel
4. Pasir
Partikel – partikel mineral yang lebih kecil dari kerikil tetapi lebih besar dari sekitar 0,05 sampai 0,075. Bisa berbentuk halus, sedang, atau kasar tergantung pada ukuran partikel terbanyak

2.1.3 Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Classification) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, subbase, dan subgrade. Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub – sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan adalah analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Sistem ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Ukuran butir, dibagi menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Kerikil adalah bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 dan tertahan pada ayakan diameter 2 mm. Pasir adalah bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 2mm dan tertahan pada ayakan diameter 0,0075 mm. Lanau & Lempung adalah bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 0,0075 mm.
2. Plastisitas, nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.
3. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Pengujian yang dijadikan patokan untuk mengklasifikasi adalah samadengan sistem klasifikasi tanah *Unified* yaitu analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Bila indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaannya.

2.1.4 Tekstur dan Struktur Partikel Tanah

Partikel-partikel pembentuk tanah tidak terikat secara kuat antara satu sama lainnya. Pergeseran antar partikel-partikel terjadi tidak linear dimana hal tersebut merupakan proses yang tidak dapat balik. Oleh karena itu, tanah disebut sebagai sistem partikulat (*particulate system*). Deformasi tanah terjadi sebagian karena pergeseran posisi antar partikel-partikel. Pada sistem partikulat, komponen tanah terdiri atas partikel tanah yang dimana pori antar partikel ini diisi oleh air dan udara. Tanah juga disebut material multi fasa yang terdiri dari partikel padat, air, dan gas. Adanya elektrolit pada tanah dapat menyebabkan terjadinya muatan listrik negatif yang berperan besar dalam perilaku tanah.

1. Tekstur Tanah

Tekstur tanah ialah bentuk, ukuran partikel, dan distribusinya pada komposisi tanah. Lempung dan lanau bertekstur halus sedangkan pasir dan kerikil bertekstur kasar. Ukuran masing-masing butiran tanah disebutkan dalam uraian tabel di bawah ini:

Tabel 2.1. Tekstur Tanah

Jenis Tanah	Ukuran Butir (mm)
Lempung	<0,002
Lanau Halus	0,002-0,006
Lanau Sedang	0,006-0,02
Lanau Kasar	0,02-0,06
Pasir Halus	0,06-0,2
Pasir Sedang	0,02-0,6
Pasir Kasar	0,06-2
Kerikil Halus	2-6
Kerikil Sedang	6-20
Kerikil Kasar	20-60
Cobbles	60-200
Boulders	> 20

Tanah pasir yang ukuran butirannya berkisar antara 0,006 dan 2 mm dapat berbentuk bulat (*rounded*),

semi bulat (*subrounded*), bertepi tajam (*angular*), dan semi tajam (*sub-angular*). Pada tanah berbutir kasar seperti pasir, gaya berat butiran jauh lebih besar dari gaya apung. Hubungan antar partikel-partikel pada pasir atau kerikil tersebut adalah tanpa ikatan, maka dari itu pasir atau kerikil disebut tanah non-kohefif.

2. Struktur Tanah

Terdapat empat struktur tanah yang dikenal, yaitu struktur tunggal (*single grain*), struktur sarang lebah (*honeycomb*), struktur *flocculent*, dan struktur *dispersed*.

a. Struktur tunggal (*single grain*)

Struktur tunggal memiliki ukuran butir lebih besar dari 0,02 mm yang biasanya terjadi pada pasir dan lanau. Struktur tunggal berbentuk lepas (*loose*) atau padat (*dense*) dan merupakan struktur yang independen.

b. Struktur sarang lebah (*honeycomb*)

Struktur sarang lebah memiliki ukuran antara 0,0002 dan 0,02 mm dan terjadi pada lanau dan debu. Butiran halus tersebut berlaku sebagai struktur tunggal (*single grain*) yang kemudian membentuk suatu suspensi tetapi mempunyai gaya molekul pada bidang kontak sehingga terbentuknya kesetimbangan dan terhindar dari *rolling down* endapan yang sudah ada. Butiran-butiran halus yang lainnya akan terus mengikat diri dengan kontak sehingga terbentuklah struktur sarang lebah.

c. Struktur *flocculent*

Struktur *flocculent* ini terjadi pada tanah lempung, maka perlu diketahui mengenai

terbentuknya mineral lempung.

Mineral lempung paling umum adalah kaolinit, sebagian merupakan mineral illit, montmorillonit, dan bentonit sedangkan moneral lain seperti bauksit, *micas*, *pyrophyllite*, *attapulgate*, *halloysite*, dan mineral lainnya terkandung dalam jumlah yang sangat kecil. Kandungan-kandungan mineral tersebut memiliki ikatan sangat lemah diantara lapisan tipis, sehingga mudah terpecah yang berbentuk seperti jarum menjadi platelet. Mineral platelet tersebut mengandung elektromagnetik yang bermuatan negatif pada permukaannya dan akan menarik molekul air. Mineral lempung yang sangat halus bergerak saling menghindari antara satu partikel dengan partikel lainnya, tidak diam pada suatu koloid atau suspensi atau larutan. Gerak acak pada partikel-partikel tersebut sering disebut "gerak brown". Gerak acak tersebut akan menahan partikel bergerak secara acak dan menahan partikel untuk mengendap. Jika ion garam terserap ke dalam suspensi dan ion positif larutan ditarik oleh permukaan negatif partikel tanah, maka partikel menjadi netral.

pada kandungan air tawar akan menetralkan muatan harus partikel. Proses *remolding* akan menarik masuknya air ke antara partikel lempung. Terjadinya tekanan osmosis akibat molekul negatif air saling mendorong dengan muatan negatif permukaan partikel lempung akan membentuk lapisan *double*

layer water di antara partikel lempung.

2.1.5 Sifat Mekanik Tanah

Sebelum menguraikan sifat mekanik dari tanah, maka diuraikan terlebih dahulu sifat-sifat umum tanah, dilihat dari besarnya nilai-nilai parameter pada tanah yang bersangkutan, maka terdapat beberapa sifat umum tanah sebagai berikut :

1. Berat volume tanah (berat per tanah satuan volume)
2. Berat volume kering
3. Berat volume butir (berat tanah lepas per satuan volume)
4. Spesifik gravity (berat spesifik setiap butiran tanah atau biasa disebut berat jenis)
5. Angka rongga (perbandingan volume rongga dengan total tanah)
6. Porositas (erbandingan volume air dengan volume pori)
7. Kadar air (jumlah air dalam tanah atau volume air dibanding dengan volume tanah)
8. Derajat kejenuhan dan lain sebagainya.

Sifat mekanik tanah adalah sifat-sifat tanah yang mengalami perubahan setelah diberikan gaya-gaya tambahan atau pembebanan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah.

1. Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan suatu usaha unuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel atau suatu proses ketike udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis. Dilapangan biasanya digunakan mesin gilas, alat-alat pematat dengan getaran dan alat tekan static yang menggunakan piston dan mesin tekanan. Ada dua macam percobaan pemadatan yang dilakukan dilaboratorium (Wesley, 1977).

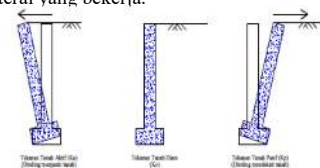
- a. Percobaan pemadatan standar (Standard Compaction Test) Dalam percobaan ini, tanah dipadatkan dalam cetakan berdiameter 102 mm dan tinggi 115 mm, menggunakan alat tumbuk dengan diameter 50,8 mm, berat 2,5 kg, dengan tinggi jatuh 30 cm. Tanah ini dipadatkan dalam 3 lapis dimana tiap lapis dipadatkan 25 kali pukulan.

2.2 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan lateral tanah adalah tekanan oleh tanah pada bidang horizontal. Contoh aplikasi teori tekanan lateral adalah untuk desain-desain seperti dinding penahan tanah, dinding basement, terowongan, dll. Tekanan lateral tanah dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Dinding tidak bergerak K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0)
2. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai nilai maksimum yang dinamakan tekanan tanah pasif (K_p)
3. Jika dinding menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan, nilai K mencapai minimum yang dinamakan tekanan tanah aktif (K_a)

Gambar di bawah ini mendeskripsikan tentang arah pergerakan dinding menurut tekanan lateral yang bekerja.



Gambar 2.1. Jenis Tekanan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding, (Sumber : Weber, 2010)

Jenis tanah, tinggi dinding dan tekanan lateral yang bekerja mempengaruhi besarnya perpindahan dinding penahan tanah. Tabel di bawah ini mendeskripsikan tentang korelasi jenis tanah, tinggi dinding dan

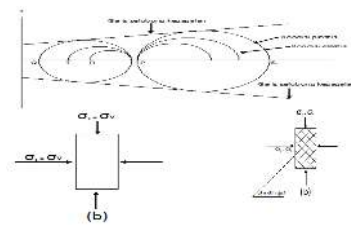
perpindahan dinding akibat tekanan lateral tanah yang bekerja.

Untuk merencanakan bangunan penahan tanah, sering didasarkan atas keadaan yang meyakinkan keruntuhan total tidak akan terjadi. Gerakan beberapa sentimeter sering tidak begitu penting sepanjang ada jaminan bahwa gerakan-gerakan yang lebih besar lagi tidak akan terjadi. Dalam perencanaan dinding penahan, biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor aman yang cukup yang dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut.

Untuk mempelajari kondisi keseimbangan plastis, ditinjau kondisitegangan yang di tunjukan oleh lingkaran-lingkaran Mohr dalam Gambar 2.5a. Dalam gambar ini, setiap lingkaran yang di gambar lewat titik P mewakili kedudukan keseimbangan dan memenuhi persyaratan keseimbangan elastic dengan satu dari tegangan utamanya (σ_1 atau σ_3) samadengan OP . Di sini hanya terdapat 2 lingkaran Mohr melalui P yang menyinggung garis selubung kegagalan. Kedua lingkaran ini mewakili kondisi keseimbangan plastis tanah. (Hary Christday Hardiyatmo, 2007)

Kondisi-kondisi plastis bekerja pada suatu elemen tanah diperlihatkan dalam Gambar 2.5b. Elemen tanah mula-mula di pengaruhi oleh tegangan-tegangan utama $\sigma_1 = OP$ dan $\sigma_3 = OR$. Jika tekanan vertikal OP di tahan tetap dan tekanan lateral di tambah sampai bahan mengalami keruntuhan pada kedudukan OS (Gambar 2.5d), tegangan utama menjadi berotasi sehingga tegangan utama mayor menjadi OS . Pada kondisi ini lingkaran Mohr akan lewat P dan S dan bidang kegagalan dalam Gambar 2.5d membuat sudut $45^\circ - \phi/2$ dengan bidang horisontal. Gambar 2.5d menunjukkan kondisi permukaan bidang longsor akibat geser pada teori tekanan tanah pasif. (Hary Christday Hardiyatmo, 2007)

Jika pada kondisi Gambar 2.5b, tekanan arah lateral dikurangi sampai mencapai OQ , maka keruntuhan tanah akan terjadi, karena lingkaran QP menyinggung garis selubung kegagalan. Disini, tegangan OP adalah tegangan mayor dan bidang keruntuhan akan membentuk sudut $45^\circ + \phi/2$ terhadap bidang horisontal (Gambar 2.5c). Kondisi ini menunjukkan kondisi permukaan longsor akibat geser pada teori tekanan tanah aktif. (Hary Christday Hardiyatmo, 2007).



Gambar 2.2. konsep keseimbangan elastis dan plastis

- Tegangan-tegangan sebelum runtuh (elastic) dan saat runtuh (plastis)
 - Kondisi awal dengan tegangan sel OP
 - Bidang longsor untuk teori tekanan tanah aktif
 - Bidang longsor untuk teori tekanan tanah pasif
- (sumber : Hary Chritady Hardiyatmo, 2007)

2.2.3 Teori Rankine Untuk Tanah Non-Kohesi

Teori Rankine berasumsi bahwa:

- Tidak ada adhesi atau friksi antara dinding dengan tanah (friksi sangat kecil sehingga diabaikan).
- Tekanan lateral terbatas hanya untuk dinding vertikal 90° .
- Kelongsoran (pada urugan) terjadi sebagai akibat dari pergeseran tanah yang ditentukan oleh sudut geser tanah (ϕ').
- Tekanan lateral bervariasi linier terhadap kedalaman dan resultan tekanan yang berada pada sepertiga tinggi dinding, diukur dari dasar dinding.

5. Resultan gaya bersifat paralel terhadap permukaan urugan.

Untuk mengevaluasi tekanan tanah aktif dan tahanan tanah pasif, ditinjau kondisi keseimbangan batas pada suatu elemen di dalam tanah, dengan kondisi permukaan yang horisontal dan tidak ada tegangan geser pada kedua bidang vertikal maupun horisontalnya. Dianggap tanah ditahan dalam arah horisontal.

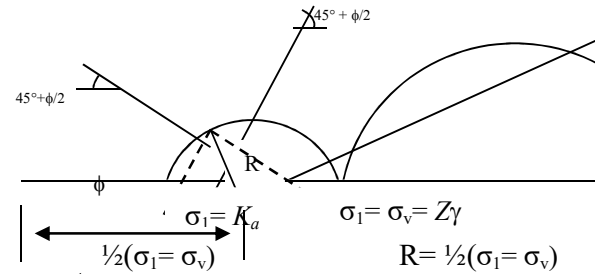
Pada kondisi aktif sembarang elemen tanah akan sama seperti benda uji dalam alat triaksial yang di uji dengan penerapan tekanan sel yang dikurangi, sedang tekanan aksial tetap. Ketika tekanan horisontal dikurangi pada suatu nilai tertentu, kuat geser tanah pada suatu saat akan sepenuhnya berkembang dan tanah kemudian mengalami keruntuhan.

Tekanan Tanah Aktif (K_a) Menurut Rankine disebut tekanan tanah aktif jika tekanan yang bekerja mengakibatkan dinding menjauhi tanah yang ditahan, seperti ditunjukkan oleh gambar di bawah ini: Keruntuhan tanah mengikuti prinsip lingkaran Mohr (Mohr-Coulomb). Jika pergerakan dinding membuat Δx semakin besar, maka pada akhirnya, lingkaran Mohr akan menyentuh garis keruntuhan (Menurut Rankine, sudut keruntuhan adalah sebesar $45^\circ + 2\phi'$), sehingga keruntuhan akan terjadi.

Gaya horisontal yang menyebabkan keruntuhan ini merupakan tekanan tanah aktif dan nilai banding tekanan horisontal dan vertikal pada kondisi ini, merupakan koefisien tanah aktif (*coefficient of active pressure*) atau K_a . bila ditanyakan dalam persamaan umum : (Hary Christady Hardiyatmo, 2007)

Dengan $\sigma_v = z\gamma$.

Dari Gambar 2.5 dapat dilihat bahwa :



Gambar 2.5 Tekanan rankine menggunakan lingkaran Mohr

Dengan $\sigma_v = \sigma_1 = z\gamma$ dan ϕ yang telah diketahui.

$$\sigma_3 = \sigma_1 \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = z\gamma \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.8)$$

Karena $\sigma_3 = K_a Z\gamma$, maka

$$K_a = \frac{\sigma_3}{Z\gamma} = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.9)$$

Sekarang bila tanah di tekan dalam arah horisontalnya, sembarang elemen tanah akan sama kondisinya seperti keadaan benda uji dalam alat triaksial yang dibebani sampai runtuh melalui penambahan tekanan sel sedang tekanan aksial tetap. Nilai banding tegangan horisontal dan vertical pada kondisi ini merupakan koefisien tekanan pasif (*coefficient of passive pressure*) atau K_p .

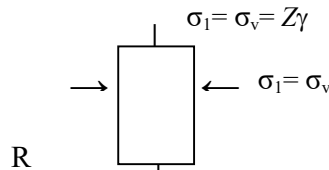
Pada tinjauan pasif, nilai ϕ dan $\sigma_3 = z\gamma$ (tegangan utama $\sigma_v = z\gamma$, dalam hal ini menjadi σ_3) sudah diketahui. Pada kondisi ini diperoleh persamaan :

$$\sigma_p = z\gamma \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.10)$$

atau

$$K_p = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.11)$$

Perlu diketahui bahwa bidang geser (bidang longsor) perpotongan dengan permukaan horisontal pada sudut $(45^\circ + \phi/2)$ untuk kondisi aktif, pada sudut $(45^\circ - \phi/2)$ untuk kondisi tanah pasif. (sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 2007)



Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Pasif (K_a dan K_p) untuk tanah non-kohefif menurut pendekatan dari Rankine dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \omega - \sqrt{\cos^2 \omega - \cos^2 \phi}}{\cos^2 \omega + \sqrt{\cos^2 \omega - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$K_p = \cos \omega \frac{\cos \omega + \sqrt{\cos^2 \omega - \cos^2 \phi}}{\cos^2 \omega - \sqrt{\cos^2 \omega - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (2.13)$$

2.2.4 Teori Coulomb Untuk Tanah Non-Kohefif

Sesuai dengan teori Coulomb, koefisien tekanan tanah K_a dan K_p untuk tanah non-kohefif dihitung dengan rumus. (Sumber : <http://pdf-search-engine.com>)

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta + \cos(\delta + \beta) \left[1 + \frac{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega)]^2}{\cos(\delta + \beta) \cos(\omega - \beta)} \right]} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \beta)}{\cos^2 \beta + \cos(\delta + \beta) \left[1 - \frac{[\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \omega)]^2}{\cos(\delta + \beta) \cos(\omega - \beta)} \right]} \dots \dots \dots (2.15)$$

- ϕ = sudut gesek dalam dari tanah
- ω = kemiringan timbunan tanah terhadap bidang horisontal
- δ = sudut gesek dinding-tanah biasanya dimabil $2/3 \phi$ s/d 1.0ϕ
- β = kemiringan dinding terhadap bidang vertical.

2.2.5 Pengaruh Kohesi Tanah

Kohesi merupakan ukuran dari daya tarik antara partikel-partikel tanah kohefif yang disimbolkan dengan c . Kohesi bersama dengan sudut gesek dalam merupakan parameter dari kekuatan geser pada tegangan efektif. Dengan demikian keruntuhan akan terjadi pada titik yang mengalami kritis yang disebabkan oleh kombinasi antara tegangan

geser dan tegangan normal efektif (Craig, 1989).

Sesuai dengan persamaan-persamaan di atas, terlihat bahwa tekanan aktif pada dinding penahan adalah di sebabkan oleh tekanan aktif tanah dikurangi dengan pengaruh kohesi tanah. Kohesi tanah akan menyebabkan terjadinya tekanan tanah yang bernilai negatif. Hal ini tidak terjadi di lapangan sehingga sebagai konsekuensinya pada daerah dengan tekanan tanah aktif lebih kecil dari nol, besarnya tekanan tanah aktif yang terjadi akan sama dengan 0. Kedalaman lapisan dimana tekanan tanah aktif mempunyai nilai lebih kecil dari 0 disebut kedalaman retak Z_c , dan dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}} \dots \dots \dots (2.16)$$

2.2.6 Koefisien Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Dalam perencanaan dinding penahan tanah atau abutmen yang memperhitungkan pengaruh tahanan pasif dari tanah, tekanan tanah pasif dibatasi sampai tekanan pada kondisi diam. Koefisien tekanan tanah pasif pada kondisi diam dihitung dengan rumus berikut.

$$K_0 = 1 - \sin \phi \dots \dots \dots (2.17)$$

2.3 Kekuatan Geser Tanah

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah. Tanah yang dibebani akan mengakibatkan tegangan geser yang menahan terjadinya keruntuhan pada tanah. Jika tegangan geser sudah mencapai batas maka akan cenderung untuk terjadi keruntuhan. Pada suatu bidang lereng jika tegangan geser tanah tersebut mencapai batas maka akan berpotensi terjadi longsor.

Kekuatan geser tanah (τ_f) pada suatu bidang tertentu dikemukakan oleh Coulomb sebagai suatu fungsi linear terhadap tegangan

normal (σ_f) pada bidang tersebut, sebagai berikut:

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \phi \quad (2.18)$$

Keterangan :

- τ_f = Kekuatan geser
- c = Kohesi
- σ_f = Tegangan Normal
- $\tan \phi$ = Faktor geser diantara butir-butir yang bersentuhan
- ϕ = sudut geser dalam tanah

Berdasarkan konsep dasar Terzaghi, tegangan geser pada suatu tanah hanya dapat ditahan oleh tegangan partikel-partikel padatnya. Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari tegangan normal efektif sebagai berikut:

$$\tau_f = c' + \sigma_f' \tan \phi' \quad (2.19)$$

Keterangan :

- τ_f = Kekuatan geser
- c' = Kohesi
- σ_f' = Tegangan efektif = $\sigma_f - u$
- $\tan \phi$ = Faktor geser diantara butir-butir yang bersentuhan
- ϕ' = sudut geser dalam tanah

(sumber : Craig (1989)).

2.4 Tanah Longsor

Gerakan tanah adalah suatu gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng. Definisi di atas dapat menunjukkan bahwa massa yang bergerak dapat berupa massa tanah, massa batuan ataupun percampuran antara keduanya. Masyarakat pada umumnya menerapkan istilah longsor untuk seluruh jenis gerakan tanah, baik yang melalui bidang gelincir ataupun tidak.

Menurut Karnawati (2007) gerakan tanah merupakan salah satu proses geologi yang terjadi akibat interaksi beberapa kondisi antara lain geomorfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan kondisi lereng yang cenderung bergerak.

Hardiyatmo (2012) menambahkan bahwa gerakan tanah dapat diidentifikasi melalui tanda-tanda sebagai berikut: munculnya retak tarik dan kerutan-kerutan di permukaan lereng, patahnya pipa dan tiang listrik, miringnya pepohonan, perkerasan jalan yang terletak pada timbunan mengalami ambles, rusaknya perlengkapan jalan seperti pagar pengaman dan saluran drainase, tertutupnya sambungan ekspansi pada pelat jembatan, hilangnya kelurusan dari fondasi bangunan, tembok bangunan retak-retak, dan dinding penahan tanah retak serta miring ke depan.

Menurut Nandy (2007) tanah longsor adalah suatu peristiwa geologi, yaitu terjadinya pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan tanah dalam jumlah yang besar.

Pada prinsipnya, tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan kepadatan tanah, sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah.

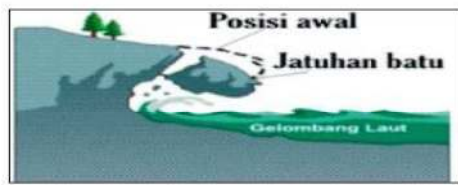
2.4.1 Jenis Tanah Longsor

Berbagai jenis tanah longsor dapat dibedakan dari jenis material longsorannya. Meskipun longsor pada umumnya terjadi di daerah pegunungan, longsor dapat juga terjadi di daerah-daerah berlembah rendah.

Di daerah ini, longsor terjadi karena faktor cut and fill, sebagai contoh; penggalian jalan dan bangunan, tebing sungai, runtuhnya tumpukan galian tambang (terutama tambang batubara), dan berbagai kegagalan lereng lainnya terkait dengan pertambangan khususnya tambang terbuka. Tipe atau jenis tanah longsor dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Runtuhan (Fall)
Runtuhan (*falls*) adalah runtuhnya sebagian massa batuan pada lereng yang terjal. Jenis ini memiliki ciri yaitu sedikit atau tanpa disertai terjadinya

pergeseran antara massa yang runtuh dengan massa yang tidak runtuh. Runtuhnya massa batuan umumnya dengan cara jatuh bebas, meloncat atau menggelinding tanpa melalui bidang gelincir. Penyebab terjadinya runtuh adalah adanya bidang-bidang diskontinyu seperti retakan-retakan pada batuan.



4. Runtuhan batu

Gambar 2.6 Runtuhan Batuan (Rahmawati, 2009)

2. Topples (Guling)

Gerakan ini dicirikan dengan robohnya unit batuan dengan cara berputar kedepan pada satu titik sumbu (bagian dari unit batuan yang lebih rendah) yang disebabkan oleh gravitasi dan kandungan air pada rekahan batuan.

3. Lows (Mengalir)

Debris Flow adalah bentuk gerakan massa yang cepat di mana campuran tanah yang gembur, batu, bahan organik, udara, dan air bergerak seperti bubur yang mengalir pada suatu lereng. Debris flow biasanya disebabkan oleh aliran permukaan air yang intens, karena hujan lebat atau pencairan salju yang cepat, yang mengikis dan memobilisasi tanah gembur atau batuan pada lereng yang curam.

a. Debris Avalance adalah longsoran es pada lereng yang terjal. Jenis ini adalah merupakan jenis aliran debris yang pergerakannya terjadi sangat cepat.

b. Earthflow berbentuk seperti "jam pasir". Pergerakan

memanjang dari material halus atau batuan yang mengandung mineral lempung di lereng moderat dan dalam kondisi jenuh air, membentuk mangkuk atau suatu depresi di bagian



Gambar 2.8 Debris Flow - Debris Avalance - Earthflow - Creep (Highland and Johnson, 2004)

4. Lateral Spreads

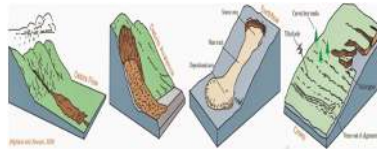
Lateral Spreads: umumnya terjadi pada lereng yang landai atau medan datar. Gerakan utamanya adalah ekstensi lateral yang disertai dengan kekar geser atau kekar tarik. Ini disebabkan oleh likuifaksi, suatu proses dimana tanah menjadi jenuh terhadap air, loose, kohesi sedimen (biasanya pasir dan lanau) perubahan dari padat ke keadaan cair.



Gambar 2.9 Lateral Spread (Highland and Johnson, 2004)

2.4.2 Faktor Penyebab Terjadinya Longsoran

Umumnya, timbulnya tanah longsor dipicu oleh hujan lebat. Lereng gunung yang gundul dan rapuhnya bebatuan dan kondisi tanah yang tidak stabil membuat tanah-tanah ini tidak mampu menahan air di saat terjadi hujan lebat. Akan tetapi, tanah longsor juga bisa ditimbulkan oleh aktivitas gunung berapi atau gempa.



Lereng-lereng yang lemah yang mendapat tekanan dari getaran gempa tentu saja membuat tanah yang terkena tekanan tadi menjadi longsor. Aktivitas gunung berapi yang menimbulkan hujan deras, simpanan debu yang lengang dan alirannya pun juga dapat menimbulkan tanah longsor.

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut kemiringan lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan.

Faktor penyebab terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi penutup dan penggunaan lahan pada lereng tersebut, secara garis besar dibedakan sebagai faktor alam dan faktor manusia:

1. Faktor alam, terdiri dari:
 - a. Kondisi geologi : batuan lapuk, kemiringan lapisan, sisipan lapisan batu lempung, struktur sesar dan kekar, gempa bumi, stragrafi dan gunung berapi.
 - b. Iklim : curah hujan yang tinggi.
 - c. Keadaan topografi : lereng yang curam.
 - d. Keadaan air : kondisi drainase yang tersumbat, akumulasi massa air, erosi dalam, pelarutan dan tekanan hidrostatika.
2. Faktor manusia, terdiri dari :
 - a. Pemotongan tebing pada penambangan batu di lereng yang terjal.
 - b. Penimbunan tanah urugan di daerah lereng.
 - c. Kegagalan struktur dinding penahan tanah

2.5 Pondasi

2.5.1 Pengertian Pondasi

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu konstruksi bangunan. Fungsi pondasi adalah meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi dan tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan.

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil (*solid*).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

Semua konstruksi yang direncanakan, keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan tersebut dan meneruskan beban bangunan itu, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Bentuk pondasi tergantung dari macambangunan yang akan dibangun dan keadaan tanah tempat pondasi tersebut akan diletakkan, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras.

Pemilihan jenis struktur bawah (*sub-structure*) yaitu pondasi, menurut *Suyono (1984)* harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Keadaan tanah pondasi

Keadaan tanah pondasi kaitannya adalah dalam pemilihan tipe pondasi yang sesuai. Hal tersebut meliputi jenis

tanah, daya dukung tanah, kedalaman lapisan tanah keras dan sebagainya.

2. Batasan-batasan akibat struktur di atasnya

Kedudukan struktur atas akan sangat mempengaruhi pemilihan tipe pondasi. Hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan di atasnya (statis tertentu atau tak tentu, kekakuannya, dan lain-lain).

3. Batasan-batasan keadaan lingkungan di sekitarnya

Yang termasuk dalam batasan ini adalah kondisi lokasi proyek, dimana perlu diingat bahwa pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu ataupun membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada di sekitarnya.

2.5.2 Jenis Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.

Menurut Das (1998) berdasarkan elevasi kedalamannya, maka pondasi dibedakan menjadi pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*).

1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal disebut juga pondasi langsung, pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak dalam (berada relatif dekat dengan

permukaan tanah). Pondasi dangkal juga merupakan pondasi yang mendukung beban secara langsung, seperti :

- a. Pondasi telapak yaitu Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit dibawah permukaan tanah (Gambar 2.10b).
- b. Pondasi memanjang yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan berimpit satu sama lain (Gambar 2.10a).



Gambar 2.10 Jenis Pondasi Dangkal

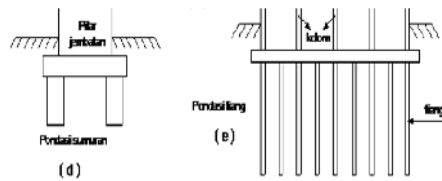
2. Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan (Hardiyatmo, 2002). Terdiri dari:

- a. Pondasi sumuran atau kaisan (pier foundation/ caisson) yaitu Pondasi sumuran merupakan pondasi peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman

yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (D_f) dibagi lebar (B) lebih kecil atau sama dengan 4, sedangkan pondasi dangkal $D_f/B \leq 1$ (Gambar 2.10d), digunakan bila tanah keras terletak relatif dalam.

- b. Pondasi tiang (pile foundation), digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung beban yang bekerja dan tanah keras terletak sangat dalam. Pondasi tiang umumnya diameternya lebih kecil dan lebih panjang dibandingkan dengan pondasi sumuran (Gambar 2.10e).



Gambar 2.11 Jenis Pondasi Dalam

Untuk membantu memilih jenis pondasi, Peck (1953) memberikan rumus yaitu :

1. Untuk pondasi dangkal

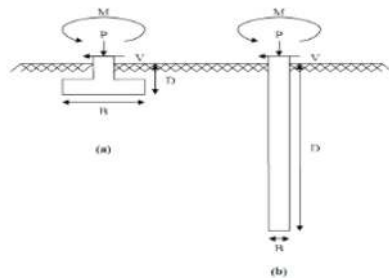
$$\frac{D_f}{B} \leq$$

.....
 (2.20)

2. Untuk pondasi dalam

$$\frac{D_f}{B} > 4$$

.....
 (2.21)



Gambar 2.12 Peralihan Gaya pada Pondasi (a. Dangkal.b. dalam)

Pemilihan jenis pondasi yang tepat, perlu diperhatikan apakah pondasi tersebut sesuai dengan berbagai keadaan tanah :

1. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi telapak.
2. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi tiang apung.
3. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter dibawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunannya, biasanya menggunakan tiang pancang. Tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara permukaan kaisan lebih menguntungkan.

Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor ditempat. (Bowles J.E, 1993).

3. Kontrol Daya Dukung Pondasi

Dalam analisa perencanaan pondasi sumuran perlu di cek kontrol terhadap daya dukung tanah dasar dan daya dukung horizontal, yaitu membandingkan antara beban vertical dan beban horizontal yang terjadi terhadap pondasi sumuran.

- a. Daya Dukung Tanah Dasar
Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dasar pondasi sumuran harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Daya dukung tanah pada dasar pondasi sumuran ditentukan dengan cara yang sama seperti dalam menentukan daya dukung pondasi dangkal. Penentuan tebal cincin sumuran dihitung dengan mencari tegangan yang bekerja pada cincin sumuran akibat dari terpusat (P) dan momen (M_x dan M_y).
- b. Daya Dukung Horizontal Berdasarkan Metode *Broms*
Ketahanan struktur terhadap kemungkinan daya dukung horizontal berdasarkan Metode *Broms*

2.6 Dinding Penahan Tanah

2.6.1 Pengertian Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan adalah suatu bangunan yang dibangun untuk menahan keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun ditempat dimana kemantapan tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu, bila dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulangan atau pemotongan tanah terutama dinding penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi kokoh.

Dinding penahan tanah atau juga biasa disebut tembok penahan adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat, kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu bila dilakukan

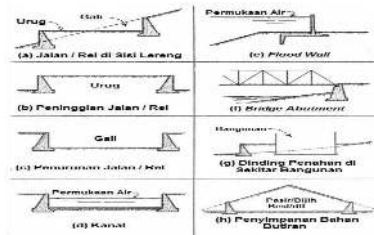
pekerjaan tanah seperti penanggulangan atau pemotongan tanah.

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser.

2.6.2 Kegunaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah sudah digunakan secara luas dalam hubungannya dengan jalan raya, jalan kereta api, jembatan, kanal dan lainnya. Aplikasi yang umum menggunakan dinding penahan tanah antara lain sebagai berikut:

1. Jalan raya atau jalan kereta api yang dibangun di daerah lereng.
2. Jalan raya atau jalan kereta api yang ditinggikan untuk mendapatkan perbedaan elevasi.
3. Jalan raya atau jalan kereta api yang dibuat lebih rendah agar didapat perbedaan elevasi.
4. Dinding penahan tanah yang menjadi batas pinggir kanal.
5. Dinding khusus yang disebut *flood walls*, yang digunakan untuk mengurangi/menahan banjir dari sungai.
6. Dinding penahan tanah yang digunakan untuk menahan tanah pengisi dalam membentuk suatu jembatan. Tanah pengisi ini disebut *approach fill* dan dinding penahan disebut *abutments*.
7. Dinding penahan yang digunakan untuk menahan tanah di sekitar bangunan atau gedung-gedung.
8. Dinding penahan tanah yang digunakan sebagai tempat penyimpanan material seperti pasir, biji besi, dan lain-lain.



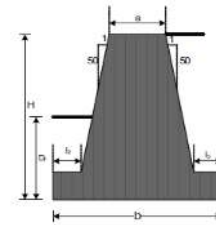
Gambar 2.13. Kegunaan Dinding Penahan Tanah

2.6.3 Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu Dinding Gravitasi, Dinding Penahan Kantiliver, Dinding Kontravort, Dinding *Butters*. Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain :

1. Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (*gravity wall*)

Dinding gravitasi, adalah dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan dinding akibat perubahan temperatur. Pada tembok penahan tipe gravitasi dalam perencanaan harus tidak terjadi tegangan tarik pada setiap irisan badannya. Dinding ini dibuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur. Dinding ini biasanya di buat dari beton mumi (tanpa tulangan)atau dari pasangan batu kali. Stabilitas konstruksinyadiperoleh hanya dengan mengandalkan berat sendiri konstruksi. Biasanya tinggi dinding tidak lebih dari 4 meter. Untuk itu dalam perencanaan tembok penahan jenis ini perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut (lihat gambar 2.6).



Gambar 2.14 Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi

- Pada umumnya lebar plat lantai B diambil $0,5 - 0,7 H$
- Lebar bagian puncak diambil lebih dari $0,3 - H/12$
- Tebal kaki dan tumit $(H/8 - H/6)$
- Lebar kaki dan tumit $(0,5 - 1)d$ ($d =$ tebal kaki)

Keterangan :

$$a = (30 \text{ cm} - H/12)$$

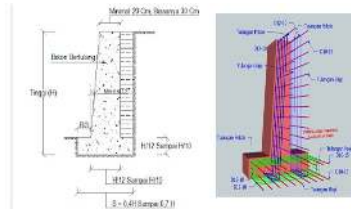
$$b = (0,5 - 0,7)H$$

$D_f =$ (d disesuaikan dengan kondisi setempat)

$$d = (H/8 - H/6)$$

$$I_1 \text{ dan } I_2 (0,5 - 1)d$$

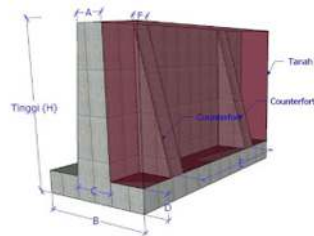
- Dinding Penahan Tanah Type Kantiliver (*Cantilever retaining wall*) Dinding ini terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak (*hell*). Terdapat 3 bagian yang berfungsi sebagai kantiliver, tumit tapak dan ujung kaki tapak. Biasanya ketinggian dinding 6- 7 meter.



Gambar 2.15 Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (*Cantilever retaining wall*) (Hardiyatmo,2014)

3. Dinding Penahan Tanah Type Counterfort (*counterfort wall*)

Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertical cukup besar, maka bagian dinding vertical dan tumit perlu disatukan (kontrafort) Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertical dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interfal jarak tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter.

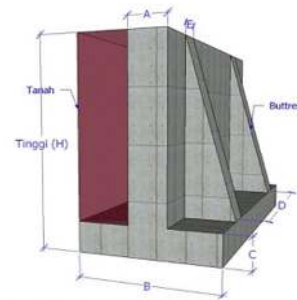


Gambar 2.16 Dinding Penahan Type Kounterfort (*counterfort wall*)

Perencanaan dimensi dinding penahan tanah sistem kontrafort yaitu Lebar $0,45 H$ s/d $0,75 H$. Kontrafort dapat ditempatkan pada jarak $0,30 H$ s/d $0,60 H$, dengan tebal tidak kurang dari 20 cm. Tinggi kontrafort sebaiknya sama dengan tinggi dinding vertikal; tetapi bila diinginkan ketinggian yang lebih kecil, dapat dikurangi dengan $0,12 H$ s/d $0,24 H$.

4. Dinding Penahan Tanah Type Butress (*butters wall*)

Dinding Butress hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini dibangun pada sisi dinding di bawah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai. Dinding ini lebih ekonomis untuk ketinggian lebih dari 7 meter. Kelemahan dari dinding ini adalah penahannya yang lebih sulit daripada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah di bagian belakang adalah jauh lebih sulit.



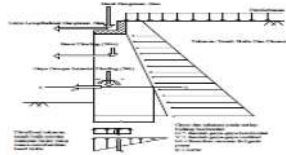
Gambar 2.17 Dinding Penahan Tanah Type Butress (*butters Wall*)

Dari jenis dinding penahan tanah yang ada diatas yang di gunakan sebagai simulasi untuk mengontrol gaya-gaya dalam pada dinding penahan tanah yaitu dinding yang terbuat dari beton/talud beton atau dinding kantilever yang terbuat dari beton bertulang dikarenakan mempunyai kelebihan di bidang konstruksi yang memanfaatkan sifat kantilevernya untuk menahan massa tanah yang ada di belakang dinding dan Beton merupakan bahan komposit dari agregat

bebatuan dan semen sebagai bahan pengikat, yang dapat dianggap sebagai sejenis pasangan bata tiruan karena beton memiliki sifat yang hampir sama dengan bebatuan dan batu bata (berat jenis yang tinggi, kuat tekan yang sedang, dan kuat tarik yang kecil).

Beton dibuat dengan pencampuran bersama semen kering dan agregat dalam komposisi yang tepat dan kemudian ditambah dengan air, yang menyebabkan semen mengalami hidrolisasi dan kemudian seluruh campuran berkumpul dan mengeras untuk membentuk sebuah bahan dengan sifat seperti bebatuan. Beton mempunyai satu keuntungan lebih dibandingkan dengan bebatuan, yaitu bahwa beton tersedia dalam bentuk semi cair selama proses pembangunan.

Tiap potongan dinding horisontal akan menerima gaya-gaya seperti terlihat pada Gambar 2.18. berikut:



Gambar 2.18. Tegangan Terhadap Dinding Berdasarkan gambar di atas, maka perlu dikaitkan stabilitas terhadap gaya-gaya yang bekerja seperti :

- Gaya vertikal akibat berat sendiri dinding penahan tanah
- Gaya luar yang bekerja pada dinding penahan tanah
- Gaya akibat tekanan tanah aktif
- Gaya akibat tekanan tanah pasif

2.6.4 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

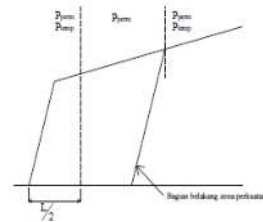
Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat mempengaruhi stabilitas dinding penahan tanah itu sendiri, secara umum pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah yang berarti memberikan kekuatan pada massa tanah, memperbesar timbunan di belakang dinding penahan tanah. Perkuatan ini, juga

mengurangi potensi gaya lateral yang menimbulkan perpindahan kearah horizontal dari pada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah atau biasa dikenal sebagai tekanan tanah aktif. (Suryolelono, 1994) :

Analisa stabilitas ini pengertian lainnya adalah untuk pemeriksaan stabilitas sistem blok perkuatan tanah secara menyeluruh, seperti analisa ketahanan geser, kapasitas daya dukung blok perkuatan (pada pembebanan maksimum, pada keadaan momen guling maksimum), kapasitas daya dukung pondasi, dan analisa sepertiga bagian inti dasar. Penjelasan mengenai pemeriksaan tersebut adalah sebagai berikut: Analisis yang perlu dilakukan pada konstruksi dinding penahan tanah adalah:

1. Kestabilan Terhadap Guling

Dalam kasus momen guling maksimum, beban tambahan yang merupakan beban hidup diasumsikan ada di bagian atas zona perkuatan, di garis tengah dari bagian dasar dan di belakang zona perkuatan seperti dideskripsikan oleh gambar di bawah ini:



Gambar 2.19 Beban Tambahan Pada Momen Guling Maksimum

Momen guling, eksentrisitas dan tekanan yang bekerja kemudian diperhitungkan dengan cara yang sama pada keadaan pembebanan maksimum. Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling dihitung dengan persamaan berikut :

$$SF_{guling} = \frac{\Sigma M}{\Sigma M_H} \geq 2$$

.....(2.2)
 2)

Keterangan :

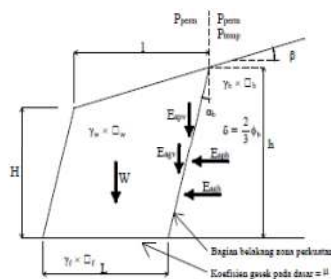
$\Sigma M =$ Jumlah dari momen-momen yang menyebabkan struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. ΣM disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada elevasi $H/3$.

$\Sigma MH =$ Jumlah dari momen-momen yang mencegah struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. ΣMH merupakan momen-momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatasstruktur.

Nilai angka keamanan minimum terhadap geser dalam perencanaan digunakan adalah 1,3.

2. Kestabilan Terhadap Geser

Analisa terhadap geser yaitu dengan memperhitungkan gaya-gaya yang timbul, seperti dideskripsikan oleh gambar di bawah ini:



Gambar 2.20 Gaya yang Diperhitungkan Dalam Pemeriksaan Geser

Keterangan :

H : tinggi dinding blok perkuatan

L : panjang geosintetik level dasar

l : panjang geosintetik level teratas

Pperm : beban tetap tambahan (*permanent*)

Ptemp : beban hidup tambahan (*temporary*)

: sudut kemiringan lereng permukaan atas terhadap horizontal

h : tinggi blok perkuatan tanah bagian belakang

: berat jenis tanah

ϕ : sudut geser tanah

: sudut interaksi tanah yang ditahan dengan blok perkuatan tanah

W : gaya akibat berat sendiri tanah

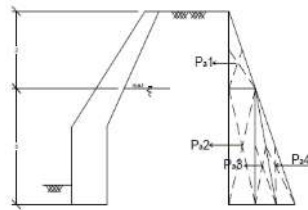
Eapv : tekanan vertikal aktif akibat beban luar

Eagv : tekanan vertikal aktif akibat beban tanah sendiri

Eaph : tekanan lateral aktif akibat tekanan beban luar

Eagh : tekanan lateral aktif akibat tekanan tanah sendiri

Gaya aktif tanah (E_a) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser, bila dinding penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang ($\Sigma F = 0$ dan $\Sigma M = 0$) .perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dasar pondasi. (Sumber : Suryolelono, 1994)



Gambar 2.21. Perlawanan gaya dorong (E_a) pada bidang kontak antara dasar dinding penahan tanah dan tanah dasar pondasi. (sumber : Suryolelono, 1994)

Ada dua kemungkinan gaya perlawanan ini didasarkan pada jenis tanahnya.

a. Tanah dasar pondasi berupa tanah non-kohefif

Besarnya gaya perlawanan adalah $F = N \cdot f$, dengan f adalah koefisien gesek antar dinding beton dan tanah dasar pondasi, sedangkan N dapat di cari dari keseimbangan gayagaya vertical ($\sum F_v = 0$), maka diperoleh $N = V$. besarnya f diambil bila alas pondasi relative kasar maka $f = \text{tg } \phi$ dimana ϕ merupakan sudut gesek dalam tanah, sebliknya bila alas pondasi relative halus permukaannya maka diambil $f = \text{tg } (2/3 \phi)$ sehingga dalam hitungan angka keamanan (SF). (sumber : Suyolelono, 1994)

$$SF = \frac{\text{Gaya Lawan}}{\text{daya dorong}} = \frac{V \cdot f}{E_a} \dots \dots \dots (2.23)$$

$SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah non-kohefif, missal tanah pasir.

Keterangan :
 SF = safety factor (angka keamanan)
 V = gaya vertical
 f = koefisien gesek antara dinding beton dan tanah dasar pondasi

E_a = gaya aktif tanah
 Bila mana pada konstruksi tersebut dapat diharapkan bahwa tanah pasif dapat dipertanggung jawabkan keberadaannya, maka besarnya gaya pasif tanah (E_p) perlu diperhitungkan, sehingga gaya lawan menjadi :

$$V \cdot f + E_p \dots \dots \dots (2.24)$$

Keterangan :

E_p = gaya pasif tanah.

b. Tanah dasar pondasi berupa tanah kohefif

Gaya perlawanan yang terjadi berupa lekatan antara tanah dasar pondasi dengan alas pondasi dinding penahan tanah. Besarnya lekatan antara alas ponadsi dinding penahan tanah dengan dasar pondasi adalah $(0,5 - 0,75) c$, di mana c adalah kohesi tanah. Dalam analisis biasanya diambil sebesar $2/3 c$. besarnya gaya lekat yang merupakan gaya lawan adalah luas alas pondasi dinding penahan tanah di kalikan dengan lekatan diperoleh gaya lawan = $2/3 c (b \times 1)$ bila mana di ambil dinding 1m. (sumber : Suryolelono, 1994).

Angka persamaan (SF) = $\frac{2}{3} \frac{c \cdot b}{E_a}$ dan bila E_p di perhitungkan,

$$SF = \frac{2}{3} \frac{c \cdot b + E_p}{E_a} \dots \dots \dots (2.25)$$

Untuk jenis tanah campuran (lempung pasir) maka beasarnya,

$$SF = v \cdot f \frac{2}{3} \frac{c \cdot b + E_p}{E_a} \dots \dots \dots (2.26)$$

Keterangan :

c = kohesi tanah

b = alas pondasi dinding penahan tanah

$SF \geq 2$ digunakan untuk jenis tanah kohesif, missal tanah lempung. (sumber : Suryolelono, 1994).

3. Kestabilan Terhadap Peggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi. Faktor aman akibat penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai berikut :

$$F_{gl} = \frac{\Sigma Mt}{\Sigma Mg} \quad (2.27)$$

Keterangan :

F_{gl} : Faktor aman akibat penggulingan

ΣMt : Momen terhadap berat sendiri fondasi (kNm)

ΣMg : Momen terhadap tekanan tanah aktif (kNm)

$F_{gl} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler

$F_{gl} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif

4. Daya Dukung Ijin Tanah

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/abutmen dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal.

Gaya-gaya horizontal dan vertikal pada dinding akan menimbulkan tegangan pada tanah. Apabila tegangan yang timbul melebihi tegangan ijin tanah, maka akan terjadi penurunan tanah (Sumber: <http://pdf-search-engine.com>).

Eksentrisitas dari gaya-gaya ke pondasi seperti terlihat pada gambar 2.4 dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$eks = \frac{0,5B}{\Sigma} - x \quad (2.28)$$

Tekanan ke tanah dihitung dengan rumus :

$$q_{max} = \frac{2V}{3 \left(\frac{B}{2} - e \right)} \quad (2.29)$$

Keterangan :

e = eksentrisitas

B = alas pondasi dinding penahan tanah

Σ = tekanan

Jika nilai $eks > B/6$ maka nilai q_{maks} akan lebih kecil dari 0. Hal tersebut adalah sesuatu yang tidak diharapkan. Jika hal ini terjadi maka lebar dinding penahan B perlu diperbesar. Angka keamanan terhadap tekanan maksimum ke tanah dasar dihitung dengan rumus

$$SF_{\text{daya dukung}} = \frac{q_{ultimate}}{q_{max}} \quad (2.30)$$

Nilai minimum dari angka keamanan terhadap daya dukung yang biasa digunakan dalam perencanaan adalah 3.

2.6.5 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Secara umum fungsi dari Dinding Penahan Tanah adalah untuk menahan besarnya tekanan tanah akibat parameter tanah yang buruk sehingga longsor bisa dicegah, serta untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh, untuk mendukung fungsi tersebut, maka diperlukan perencanaan dengan uraian sebagai berikut;

1. Konsep Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan survey lapangan yang telah dilakukan pada lokasi yang akan dibangun dinding penahan tanah ini, serta dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan dalam pelaksanaan, disusun beberapa konsep perencanaan turap antara lain:

- Dinding penahan tanah yang direncanakan tidak mengganggu atau merusak aliran air sungai (tidak mengganggu luas penampang basah sungai)

- b. Dinding penahan tanah berfungsi sebagai dinding yang dapat menahan kelongsoran tebing sungai dan melindungi tebing sungai terhadap gerusan air.
- c. Dinding penahan tanah dapat menahan tekanan tanah aktif serta tekanan air dan beban-beban lainnya yang bekerja pada dinding penahan tanah
- d. Dinding penahan tanah direncanakan memiliki ketahanan jangka panjang pada lingkungan pada siklus basah, kering dan lembab
- e. Dinding penahan tanah memiliki tekanan tanah lateral tanah aktif dan air, serta memiliki gaya aksial dan lateral yang bekerja pada dinding penahan tanah.

2. Urutan Perencanaan Dinding Penahan Tanah

- a. Menetapkan jenis dinding penahan tanah yang paling sesuai
- b. Memperkirakan ukuran/dimensi dinding penahan tanah yang diperlukan
- c. Hitung gaya-gaya yang bekerja di atas dasar fondasi dinding penahan.
- d. Tentukan letak resultan gaya-gaya yang bekerja. Letak dari resultan tersebut digunakan untuk mengetahui kestabilan dinding penahan terhadap bahaya penggulingan.
- e. Mengontrol stabilitas dinding penahan tanah terhadap
 - 1) Bahaya guling
 - 2) Bahaya geser, dan
 - 3) Bahaya kelongsoran daya dukung
- f. Merencanakan struktur atau konstruksi sehingga konstruksi dinding penahan tanah mampu memikul segala beban atau muatan yang dipikul. (Hardiyatmo, 2014)

3. Hitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan meliputi :

- a. Berat sendiri dinding penahan (w).
- b. Gaya tekanan tanah aktif total tanah urug (P_a)
- c. Gaya tekanan tanah pasif total di depan dinding (P_p)
- d. Tekanan air pori di dalam tanah (P_w)
- e. Reaksi Tanah Dasar

Analisis Stabilitas dinding penahan tanah ditinjau terhadap hal-hal sebagai berikut.

- a. Faktor aman terhadap penggeseran dan penggulingan harus mencukupi.
- b. Tekanan yang terjadi pada tanah dasar fondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah izin.
- c. Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.

Selain itu, jika tanah dasar mudah mampat, penurunan tak seragam yang terjadi harus tidak boleh berlebihan.

Perhitungan cara analitis :

- 1) Menurut Rankine
- 2) Menurut Coulomb

Perhitungan cara grafis :

- 1) Menurut Poncelet
- 2) Menurut Culman
- 3) Menurut Trial Wedge
- 4) Menurut Rehban

1) Teori Rankine

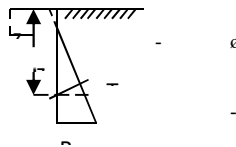
Teori Rankine berasumsi bahwa:

- a) Tidak ada adhesi atau friksi antara dinding dengan tanah (friksi sangat kecil sehingga diabaikan).
- b) Tekanan lateral terbatas hanya untuk dinding vertikal 90° .
- c) Kelongsoran (pada urugan) terjadi sebagai akibat dari penggeseran tanah yang ditentukan oleh sudut geser tanah (ϕ').
- d) Tekanan lateral bervariasi linier terhadap kedalaman dan resultan tekanan yang berada pada sepertiga tinggi dinding.
- e) Resultan gaya bersifat paralel terhadap permukaan urugan.

Dengan cara Rankine, gaya yang ditinjau dianggap melalui bidang vertikal, jadi bila tembok miring maka kita tarik garis lurus seperti dibawah ini :

Tekanan tanah lateral T (p) : (cara analitis

A. AB vertikal
 perhitungan tekanan bagian tarik tidak



Gambar 2.22 Tekanan Tanah Lateral Horizontal(Sunggono, 1995).

Dari gambar di atas perhitungan keadaan aktif dengan menggunakan perhitungan Coulumb antara lain adalah:

I. Keadaan aktif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z =$$

$$\partial \times z \times \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

=

$$\partial \times z \times Ka - 2c \sqrt{Ka}$$

.....(2.31)

dimana : $K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2)$

$$Z_0 = \frac{2c}{\partial \sqrt{Ka}}$$

Z_0 = kedalaman daerah tarik

Arah σ_z sejajar dengan bidang permukaan tanah ($= 0$)

arah σ_z membentuk sudut δ dengan bidang tembok AB

δ = sudut geser bidang tembok AB dengan tanah isian

ditinjau dengan keadaan pasif perhitungan Coulumb antara lain adalah

II. Keadaan pasif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z = \partial \times z \times \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \times \tan(45^\circ + \frac{\phi}{2})$$

∂ = berat volume tanah

$$= \text{sudut geser dalam tanah} \frac{\partial \times z \times Kp - 2c}{\sqrt{Kp}}$$

.....(2.33)

dimana : $K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi/2)$

c = kohesi tanah

2. Menurut Coulumb :

$$\sigma_z =$$

$$\partial \times z \times Kp - 2c \sqrt{Ka} p$$

.....(2.34)

dimana ;

$$Kp = \frac{\sin^2(\alpha + \delta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta)} \left(1,00 + \frac{\sin \alpha \sin \delta \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin \alpha} \right)^2$$

2.7 Rencana Lapangan

Rencana lapangan adalah suatu rencana perletakkan bangunan pembantu atau darurat yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk melaksanakan pekerjaan tergantung besar kecilnya proyek. Rencana perletakan itu sendiri adalah bangunan – bangunan pembantu atau sementara. Misalnya direksi keet, gudang, pagar keliling, bengkel, pos keamanan dan sebagainya. Tujuan pokok dalam perencanaan *site plan / site installation* adalah mengatur letak bangunan - bangunan fasilitas dan sarana pada proyek sedemikian rupa, sehingga pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat berjalan dengan :

1. Efisien

Penempatan dari bangunan-bangunan fasilitas dan sarana pada proyek perlu diatur menurut kebutuhan sehingga diperoleh efisiensi kerja.

2. Efektif

Penempatan bangunan-bangunan fasilitas dan sarana yang efektif pada proyek juga dibutuhkan dalam menunjang pekerjaan konstruksi. Efektif adalah dapat diselesaikannya

suatu pekerjaan sesuai dengan rencana (*schedule*) kerja yang telah disusun.

3. Lancar

Yang dimaksud dengan lancar dalam perencanaan *site plan / site installation* adalah kelancaran pelaksanaan pekerjaan, terutama kelancaran transportasi / angkutan di lokasi proyek. Pembuatan jalan kerja untuk mendukung kelancaran

4. Aman

Salah satu tujuan dibuatnya bangunan-bangunan fasilitas dan sarana pada proyek adalah untuk keperluan keamanan dan keselamatan pekerjaan selama berlangsungnya kegiatan proyek.

Rencana kerja adalah suatu pembagian waktu terperinci yang disediakan masing – masing bagian pekerjaan mulai dari bagian – bagian pekerjaan permulaan sampai dengan bagian – bagian pekerjaan akhir. Adapun tujuan dari rencana kerja adalah sebagai evaluasi dan melihat batas waktu serta melihat pekerjaan apakah lebih cepat, lama atau tepat waktu. Jenis – jenis rencana kerja adalah sebagai berikut :

1. Uraian

- a) Pekerjaan yang disyaratkan dalam Seksi ini harus mencakup pelaksanaan seluruh struktur beton, termasuk tulangan, struktur pracetak dan komposit, sesuai dengan Spesifikasi dan sesuai dengan garis, elevasi, kelandaian dan dimensi yang ditunjukkan dalam Gambar, dan sebagaimana yang diperlukan oleh Direksi Pekerjaan.
- b) Pekerjaan ini harus meliputi pula penyiapan tempat kerja untuk pengecoran beton, pemeliharaan pondasi, pengadaan lantai kerja, pemompaan atau tindakan lain

untuk mempertahankan agar pondasi tetap kering.

- c) Mutu beton yang akan digunakan pada masing-masing bagian dari pekerjaan dalam Kontrak haruslah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar atau Seksi lain yang berhubungan dengan Spesifikasi ini, atau sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

2. Penyimpanan dan Perlindungan Bahan

Untuk penyimpanan semen, Kontraktor harus menyediakan tempat yang tahan cuaca yang kedap udara dan mempunyai lantai kayu yang lebih tinggi dari tanah di sekitarnya dan ditutup dengan lembar polyethylene (plastik). Sepanjang waktu, tumpukan kantung semen harus ditutup dengan lembar plastik.

3. Kondisi Tempat Kerja

Kontraktor harus menjaga temperatur semua bahan, terutama agregat kasar, dengan temperatur pada tingkat yang serendah mungkin dan harus dijaga agar selalu di bawah 30°C sepanjang waktu pengecoran. Sebagai tambahan, Kontraktor tidak boleh melakukan pengecoran bilamana :

- a) Tingkat penguapan melampaui 1,0 kg / m² / jam.
- b) Lengas nisbi dari udara kurang dari 40 %.
- c) Tidak diijinkan oleh Direksi Pekerjaan, selama turun hujan atau bila udara penuh debu atau tercemar.

4. Perbaikan Atas Pekerjaan Beton Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

- a. Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi kriteria toleransi yang disyaratkan atau yang tidak memiliki permukaan akhir yang memenuhi ketentuan, atau yang tidak memenuhi sifat-

sifat campuran yang disyaratkan harus mengikuti petunjuk yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan

- b. Bilamana terjadi perbedaan pendapat dalam mutu pekerjaan beton atau adanya keraguan dari data pengujian yang ada, Direksi Pekerjaan dapat meminta Kontraktor melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menjamin bahwa mutu pekerjaan yang telah dilaksanakan dapat dinilai dengan adil. Biaya pengujian tambahan tersebut haruslah menjadi tanggung jawab Kontraktor

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang ditinjau dalam penyusunan tugas akhir ini adalah menganalisa dan merencanakan stabilitas dinding penahan tanah pada Jalan Purwobinangun Kec. Sambutan, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Untuk mempejelas lokasi penelitian dapat digambarkan dalam peta berikut:

Letak lokasi kegiatan berada di Jalan Purwobinangun Kel. Makroman Kec. Sambutan Kota Samarinda.



Gambar 3.1 Peta Kota Samarinda (google map)

3.2 Waktu Penelitian

Adapun jadwal atau waktu yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Keterangan	2020															
		Maret				April				Mei							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pencarian data																
2	Pengajuan Judul																
3	Penyusunan Proposal																
4	Seminar Proposal																
5	Revisi Proposal																
6	Penyusunan Tugas akhir																
7	Sidang tugas akhir																
8	Revisi Tugas Akhir																

3.3 Data Penelitian

Dalam pengumpulan data baik sekunder maupun primer diperoleh dari laporan yang dibuat oleh konsultan perencana.

3.4 Metode Pengambilan Data

Untuk memperoleh data yang sesuai dengan tinjauan tugas akhir ini, yaitu:

1. Sekunder :
 - a. Teknik kepustakaan yaitu dengan mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diperoleh dari media internet, media cetak, dan buku-buku yang berkaitan dengan geoteknik
 - b. Data yang terdapat pada kontrak pekerjaan penanganan longsoran ruas jalan poros kabupaten bulungan sta. 103+00
2. Primer :
 - a. Data Tanah :
 - 1) Sondir
 - 2) Boring
 - 3) Data Lapangan
 - b. DataTopografi :
 - Pengukuran

3.5 Teknik Analisa Data

Analisa data pada perhitungan yang dilakukan adalah

1. Perhitungan Geser
2. Perhitungan Guling
3. Perhitungan Daya Dukung Tanah dengan menggunakan metode rankine dan coloumb.

Analisis data tersebut di atas, maka digunakan metode Bishof,

3.6 Bagan Alur Penelitian (*Flow Chart*)

