

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Dewasa ini perkembangan teknologi telah memberikan dampak yang besar dalam setiap bidang ilmu, salah satunya adalah bidang teknik sipil. Perencanaan dan perancangan suatu bangunan harus dilakukan dengan matang dan baik. Pada permukaan tanah yang tidak horizontal, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi semakin besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikembangkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi longsor.

Untuk mencegah terjadinya longsor banyak metode yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan pembuatan Dinding Penahan Tanah (DPT). Mengingat dinding penahan tanah merupakan salah satu pekerjaan konstruksi yang penting dalam suatu pekerjaan proyek dan dapat mempengaruhi pekerjaan selanjutnya dan hasil akhir dari proyek tersebut maka perencanaan perhitungan dan perancangan harus dilakukan dengan tepat dan akurat. Analisis yang baik juga diperlukan karena ada banyak faktor yang mempengaruhi di dalamnya, seperti properti tanah, muka air tanah, adanya perbedaan model tanah, dan lain sebagainya.

Salah satu contoh dinding penahan tanah adalah *diafragma wall (secant pile)*. *Secant pile* adalah salah satu dinding penahan tanah yang sering digunakan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Dalam lapangan *secant pile* digunakan untuk menghindari agar tanah dan material lain tidak longsor atau runtuh, juga untuk menjaga kestabilan dan daya dukung tanah.

Adapun pertimbangan dalam penggunaan *secant pile* sebagai dinding penahan tanah, yaitu :

- Dinding penahan *secant pile* dikerjakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dilaksanakan, dimana galian pada proyek ini adalah galian vertikal.

- Bila digunakan dinding beton, maka pekerjaan galian harus dilaksanakan lebih dahulu. Galian vertikal/tegak akan menyebabkan rawan longsor dan lalu lintas dapat terhambat.
- Dinding penahan secant pile diharapkan menjadi dinding yang kedap air sehingga air tanah tidak bocor ke areal underpass.

1.2 ANALISIS TANAH

Dalam pekerjaan pelaksanaannya di lapangan, konstruksi teknik sipil tidak bisa dipisahkan dari tanah, karena tanah merupakan faktor pendukung yang sangat penting dalam konstruksi teknik sipil. Apabila jenis dan sifat pada konstruksi tersebut berbeda maka akan berbeda pula jenis konstruksi yang akan digunakan.

Untuk itu diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai perilaku tanah, agar konstruksi yang dibangun dapat sesuai dengan kondisi tanah yang ada. Untuk mengetahui kondisi tanah dan sifat-sifat tanah maka diperlukan penyelidikan-penyelidikan mengenai tanah. Penyelidikan tanah tersebut pada umumnya dilakukan untuk mendapatkan data dan pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah, yang sangat diperlukan untuk menganalisis masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan konstruksi.

Tekanan tanah lateral merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan dinding basement dan sejumlah persoalan teknik pondasi. Mulai dari dinding penahan tanah dengan jenis turap, galian yang diberi perkuatan, tekanan tanah pada dinding terowongan dan konstruksi-konstruksi lain yang ada di bawah tanah. Dari semua contoh tersebut memerlukan perkiraan tekanan lateral pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisis perencanaan maupun untuk analisis stabilitas. Pada perhitungan dinding penahan tanah yang umum, analisis didasarkan pada anggapan bahwa dinding bergerak secara lateral dengan cara menggeser atau berotasi terhadap kaki dinding, sehingga kuat geser tanah di belakang dinding sepenuhnya termobilisasi. Teori Rankine mempunyai beberapa anggapan :

- Tanah adalah semi-infinite, homogen, kering dan tanpa kohesi
- Permukaan tanah adalah rata, yang dapat berupa mendatar maupun landai
- Dinding adalah tegak dan licin dan tidak timbul gesekan antara dinding dan tanah
- Dinding runtuh pada dasar dinding.

1.2.1 Tekanan Tanah Saat Diam

Ditinjau suatu dinding penahan tanah dengan permukaan tanah mendatar, mula-mulai dinding dan tanah urug dibelakangnya pada kondisi diam, sehingga tanah pada kedudukan ini masih dalam kondisi elastis. Pada posisi ini tekanan tanah pada dinding akan berupa tekanan tanah pada saat diam dan tekanan tanah lateral pada dinding, pada kedalaman tertentu (h), dinyatakan oleh persamaan:

$$\sigma_h = K_0 \times h \times \gamma$$

Dimana: K_0 = Koefisien tekanan tanah saat diam

= Berat volume tanah (kN/m³)

1.2.2 Tekanan Tanah Aktif

Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangannya menahan tekanan tanah horisontal tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien k_a . Jadi jika berat suatu tanah sampai kedalaman h maka tekanan tanahnya adalah $\gamma \times h$ dengan γ adalah berat volume tanah. Dan arah dari tekanan tersebut adalah arahnya vertikal ke atas. Sedangkan untuk mendapatkan tekanan horisontal maka k_a adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horisontal.

- Tekanan tanah aktif dengan kohesi nol ($c = 0$)

- Tekanan horisontal tanah :

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_a$$

- Nilai k_a untuk permukaan tanah datar :

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

- Nilai k_a untuk kondisi tanah dengan permukaan miring :

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{(\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}}{\cos \beta + \sqrt{(\cos^2 \beta - \cos^2 \phi)}}$$

- Tekanan tanah lateral untuk tanah kohesi ($c > 0$) :

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_a - 2c \sqrt{k_a}$$

1.2.3 Tekanan Tanah Pasif

Suatu dinding penahan tanah dapat terdorong ke arah tanah yang ditahan. Gaya tahan ini dikenal dengan tekanan tanah pasif, yang berlawanan dengan arah tekanan tanah aktif. Tekanan tanah pasif mempunyai koefisien sebesar k_p .

- Tekanan tanah pasif dengan kohesi nol ($c = 0$)

- Tekanan horisontal tanah :

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_p$$

- Nilai k_p untuk permukaan tanah datar :

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

- Nilai k_p untuk kondisi tanah dengan permukaan miring :

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

- Tekanan tanah lateral untuk tanah kohesi ($c > 0$) :

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_p + 2c \sqrt{k_p}$$

1.3 Dinding Penahan Tanah

Dalam perencanaannya ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan dinding penahan tanah yang akan digunakan antara lain jenis tanah, level muka air tanah, dan lokasi dan kondisi lingkungan sekitar serta ketersediaan alat yang digunakan. Dalam sistem penahan tanah direncanakan digunakan dinding permanen yang sekaligus dapat digunakan sebagai dinding basement. Dinding penahan tanah harus mampu menerima gaya aksial dari kolom yang cukup besar.

- Diafragma Wall

Diafragma wall adalah dinding yang dibangun dibawah permukaan tanah dengan cara mengecor beton atau memasang panel precast kedalam lubang galian yang telah dibuat

sebelumnya. Untuk memudahkan dalam proses penggalian, dibuatlah guidewall, guide wall berfungsi supaya mesin grab terarah dengan baik, sebagaiudukan alat grab dan alat penahan dalam pengecoran nanti. Bila kondisi tanah yang lembek, mudah terjadi kelongsoran dan lubang yang digali sangat dalam, maka digunakan bentonite, memasukkan cairan bentonite ke dalam lubang galian sampai lumpur/air yang ada terganti dengan cairan bentonite. Fungsi dari cairan bentonite ini adalah menstabilkan tanah pada dinding lubang agar meminimalisi terjadinya kelongsoran. Proses tersebut disebut proses sending. Setelah proses sending harus segera dilakukan pemasangan tulangan agar kelongsoran tidak terjadi. Lalu dilakukan pengecoran.



Gambar 1.1 Skema penggalian diafragma wall

Kelebihan dalam menggunakan diafragma wall ialah:

- Tidak menimbulkan polusi suara dan getaran yang dapat mengganggu lingkungan sekitar.
- Dapat digunakan pada saat struktur penahan tanah lainnya tidak dapat digunakan, seperti galian terlaludalam.
- Dapat digunakan sebagai dinding basement itu sendiri (permanent retaining wall).
- Mampu menahan tekanan tanah lateral dan tekanan air yang besar.
- Cocok untuk sistem cut-off dewatering.
- Dapat dilaksanakan tanpa jarak dengan bangunan yang bersebalahan, atau dapat dilaksanakan pada daerah yang sudah padat.

Kekurangan menggunakan diafragma wall:

- Kualitasnya sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah dan mutu pekerjaan.

- Bentonite yang digunakan dalam proses pembuatannya memerlukan tempat pembuangan dan penanganan tersendiri.
- Pembuatan diafragma wall pada tanah yang gembur dan permukaan tanah yang tinggi, dapat menimbulkan masalah dalam menjaga kestabilan dinding galian.
- Kecepatan pelaksanaan penggalian sangat bergantung dari jenis tanah.

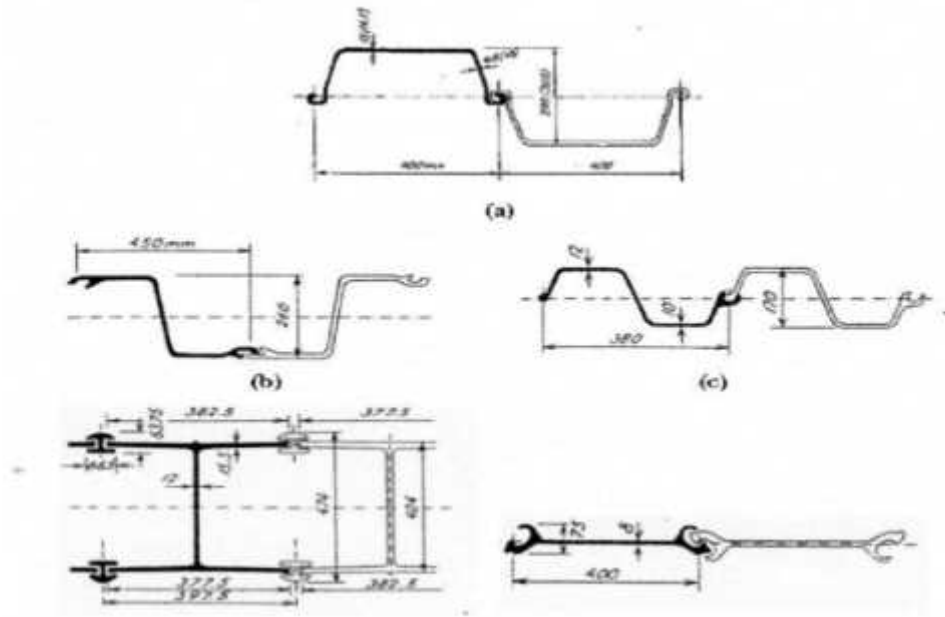
➤ Sheet Pile Wall

Sheet pile wall merupakan sejumlah sheet pile yang disusun sebaris, saling mengunci satu sama lain sehingga membentuk suatu konstruksi dinding penahan tanah sementara maupun permanen, yang mampu menahan beban akibat tekanan tanah dan air dari sebelah luar galian. Pada bagian atas sheet pile diberi capping beam, untuk mengikat sheet pile tersebut agar lebih kaku dan solid. Pada saat pemasangan sheet pile, perlu dibuat guide wall agar dapat tersambung dengan rapi dan lurus.

Steel sheet pile dimasukkan ke dalam tanah dengan cara digetarkan menggunakan hydraulic vibro hammer. Getaran ini cukup berdampak banyak pada lingkungan sekitar dan dapat menyebabkan retak-retak pada bangunan tetangga. Sedangkan concrete sheet pile, dapat dimasukkan ke dalam tanah dengan cara ditekan atau diinjeksi, sehingga getaran yang terjadi akan lebih kecil dibandingkan dengan steel sheet pile. Oleh karena itu, concrete sheet pile lebih cocok digunakan sebagai struktur penahan tanah di kawasan yang padat, yang jaraknya cukup rapat, resiko retak pada bangunan tetangga sangat sulit dihindarkan, karena pemancangan sheet pile akan membuat desakan di dalam tanah, sehingga resiko terjadi retak tetap masih ada.

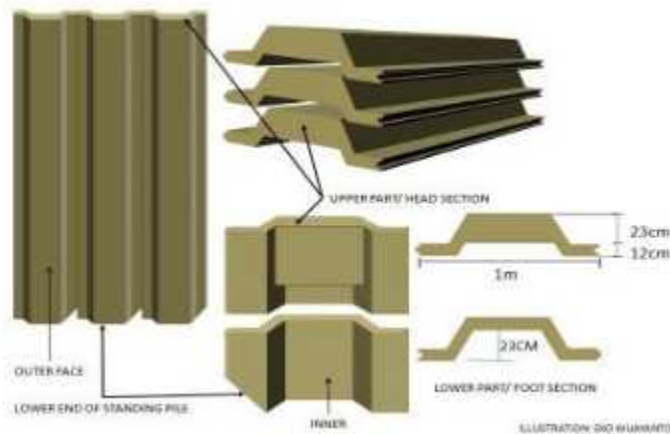
Secara garis besar steel sheet pile berdasarkan pada bentuknya dibedakan menjadi 5 bentuk dasar, yaitu:

- a. Tipe U (U-type) dikembangkan oleh Larssen.
- b. Tipe Z (Z-type) dikembangkan oleh Hoesch.
- c. Tipe S (S-type) dikembangkan oleh Terre Rouge.
- d. Tipe I (I-type) dikembangkan oleh Peine.
- e. Tipe Straight Web dikembangkan oleh Lackawana.



Gambar 1.2 Sheetpile

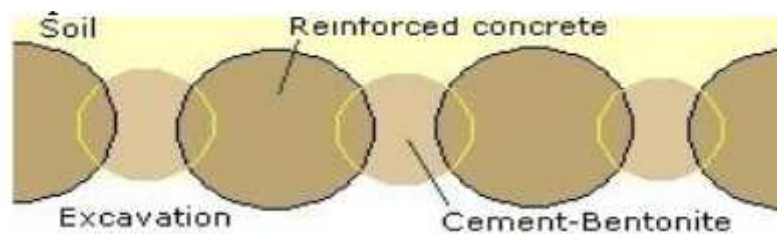
Sheet pile dari beton (concrete sheet pile), terbuat dari batang beton bertulang yang dibuat dengan ukuran penampang dan panjang tertentu, sesuai dengan perencanaan. Pada saat pemancangan concrete sheetpile, massa tanah yang dipindahkan cukup besar, sehingga akan menimbulkan desakan tanah di dalam tanahdan perlawanan akibat gaya gesek tanah sepanjang pile. Maka resiko retak pada bangunan sekitar masih ada.



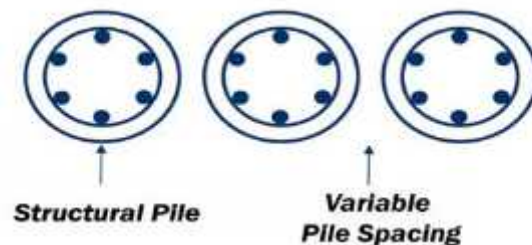
Gambar 1.3 concrete sheetpile

- Contiguous Bored Piles Wall

Contiguous Bored Piles Wall merupakan sekumpulan bored pile yang disusun segaris, dan diantara bored pile akan disisipkan dengan bored pile lainnya atau dengan bentonite yang dicampur dengan semen atau bisa dengan lagging, sehingga membentuk suatu dinding penahan tanah, contiguous Bored Pile Wall dapat digolongkan dinding penahan tanah permanen, hamper cocok digunakan untuk semua jenis tanah. Contiguous Bored Pile Wall bisa dipaka bila konstruksi terletak pada lahan yang padat dan ramai, karenaselain amat kuat, juga pengerjaannya tidak menimbulkan getaran yang keras dan tidak terlalu bising. Beberapa kekurangan dari contiguous piles wall adalah seperti rembesan air tanah sukar dihindai dan pendetailan joint dengan balok atau pelat lebih rumit.



Gambar 1.4 Contiguous Bored Pile Wall menggunakan campuran bentonite



Gambar 1.5 Contiguous Bored Pile Wall yang tersusun dari bored pile

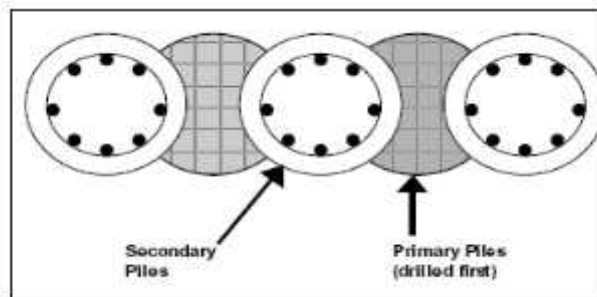
Proses pelaksanaannya sama seperti bored pile pada umumnya. Pertama dilakukan pengeboran, disertai dengan bentonite slurry ke dalam lubang bor untuk menjaga kestabilan lubang bor. Selanjutnya adukan beton dimasukkan dengan tremi ke dalam lubang bor menggantikan bentonite slurry, demikian seterusnya.

➤ **Secant Pile Wall**

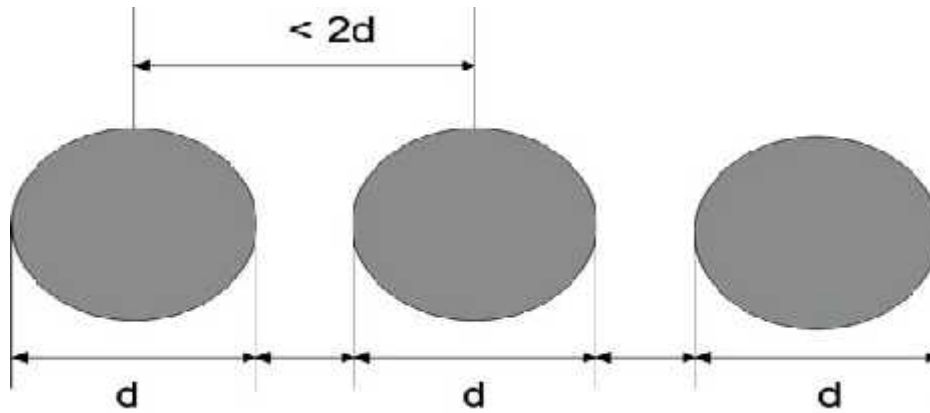
Secant Pile Wall pada prinsipnya sama dengan Contiguous Bored Pile Wall, merupakan bored pile yang disusun segaris, saling memotong satu sama lain, sehingga membentuk dinding penahan yang kedap air dan lebih kuat dibandingkan sheet pile wall.

Secant Pile Wall terdiri dari 2 bagian pile, yaitu primary pile (female pile) dan secondary pile (male pile) :

1. Primary Pile (female pile), merupakan bored pile tanpa tulangan, yang dibuat dengan diameter yang lebih kecil dari secondary pile. Pada pile ini diberi aditif retarder untuk memperpanjang waktu setting beton, sehingga pile ini masih cukup lunak atau lemah pada saat dilakukan pengeboran secondary pile. Tujuan pile ini dibuat lunak karena pada bagian tertentu dari pile ini akan hancur digantikan dengan secondary pile.
2. Secondary Pile (male pile), merupakan bored pile yang dibuat dengan diameter yang lebih besar dari pada primary pile dan diberi tulangan. Pada proses pengerjaan dinding, pile ini akan disisipkan diantara primary pile. Pengeboran secondary akan memotong sebagian primary pile, sehingga ketika di cor akan menghasilkan interlocking joint antara pile yang satu dengan lainnya.



Gambar 1.6 Secant Pile Wall



Gambar 1.7 Jarak antar pile wall

1.4 Secant Pile

Secant pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kukuh, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Secant pile merupakan sebuah keharusan untuk pembangunan Underpass. Munculnya galian tanah akan membuat perubahan struktur tanah di sekitarnya. Resiko yang paling awal adalah runtuhnya tanah di sekitar lokasi galian, sehingga akan ada pergerakan bangunan di sekitarnya. Bahayanya adalah, bangunan akan bergeser. Pergerakan bangunan di sekitar lokasi galian biasanya terlihat dari adanya retakan tanah di sekitar bangunan. Selanjutnya akan diikuti dengan miringnya gedung tersebut. Kejadian seperti ini tentulah tidak dikehendaki. Untuk mengantisipasi faktor tersebut dan demi kelancaran pekerjaan pembangunan, maka dibuatlah dinding penahan tanah atau *Secant pile*. *Secant pile* ini memakai pile yang disusun berdempetan sedemikian rupa untuk mendapatkan daya tahan terhadap tekanan tanah lateral. Biasa juga disebut dengan istilah *retaining wall*.



Gambar 1.8 Proses pelaksanaan *secant pile*.

Keuntungan penggunaan *secant pile*, antara lain:

1. Tidak ada resiko kenaikan muka tanah dan peningkatan kekuatan dinding dibanding tidak memakai pondasi jenis ini.
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan dan bisa langsung dipasang ditanah yang sulit atau berbatu.
3. Tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data laboratorium serta konstruksi kurang bising, serta dapat didirikan sebelum penyelesaian tahap selanjutnya.
4. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempungan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak kesamping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi *secant pile*
5. Tanah dapat dipasang sampai kedalaman yang dalam, dengan diameter besar, dan dapat dilakukan pembesaran ujung bawahnya jika tanah dasar berupa lempung atau batu lunak.
6. Penulangan tidak dipengaruhi oleh tegangan pada waktu pengangkutan dan pemancangan.

Kerugian penggunaan *secant pile*, antara lain:

1. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan , bila tanah berupapasisir atau tanah yang berkerikil.
2. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik.
3. Air yang mengalir kedalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga dapat mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang.
4. Pembesaran ujung bawah tiang tidak dapat dilakukan bila tanah berupapasisir.
5. Akan terjadi tanah runtuh (ground loss) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
6. Kebisingan dan getaran yang dihasilkan, jika casing didorong sebagai pengganti hidrolik mendorong dan diambil casing.
7. Toleransi vertikalitas mungkin sulit untuk mencapai pengeboran yang mendalam

1.5 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telah memberikan dampak yang besar dalam setiap bidang ilmu, salah satunya adalah bidang teknik sipil. Perencanaan dan perancangan suatu bangunan harus dilakukan dengan matang dan baik. Pada permukaan tanah yang tidak horizontal, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah kebawah. Jika komponen gravitasi semakin besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikembangkan oleh tanah pada bidang longsornya terampai maka akan terjadi longsoran.

Underpass merupakan salah satu infrastruktur yang akan meningkatkan kelancaran berlalu lintas. Pada pembangunan Underpass, terdapat pelaksanaan dinding penahan tanah (DPT).

Sehubungan dengan hal terkait diatas, maka saya memilih judul “**ANALISA DINDING PENAHAN TANAH SECANT PILE PADA PEMBANGUNAN UNDERPASS**”.

1.6 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

- Menambah wawasan dan pengetahuan tentang Dinding Penahan Tanah *Secant pile*.
- Meningkatkan pengetahuan tentang Mekanika Tanah khususnya pada perhitungan Tekanan Tanah.
- Meningkatkan kemampuan dalam mengolah data.
- Mampu mengoreksi kestabilan konstruksi yang ada di lapangan sesuai dengan perhitungan teknis.

1.7 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

- Tekanan Tanah, yaitu menghitung Tekanan Tanah yang bekerja sesuai dengan data yang diperoleh.
- Kedalaman *Secant pile*, yaitu menghitung kedalaman tiang yang diizinkan sesuai dengan perhitungan tekanan tanah yang diperoleh.
- Faktor Keamanan (SF) pada dinding penahan tanah *secant pile* terhadap geser, diperoleh dengan membandingkan tekanan tanah pasif dan tekanan tanah aktif.
- Deformasi, yaitu menghitung kelendutan yang dimiliki tiang *Secant pile*.

1.8 Pembatasan Masalah

Untuk menghasilkan pemahaman dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah.

- Menganalisa dinding penahan tanah *secant pile* pada pembangunan underpass tipe terbuka.
- Meninjau perhitungan stabilitas daya dukung tanah terhadap *secant pile* yang diakibatkan gaya horizontal.

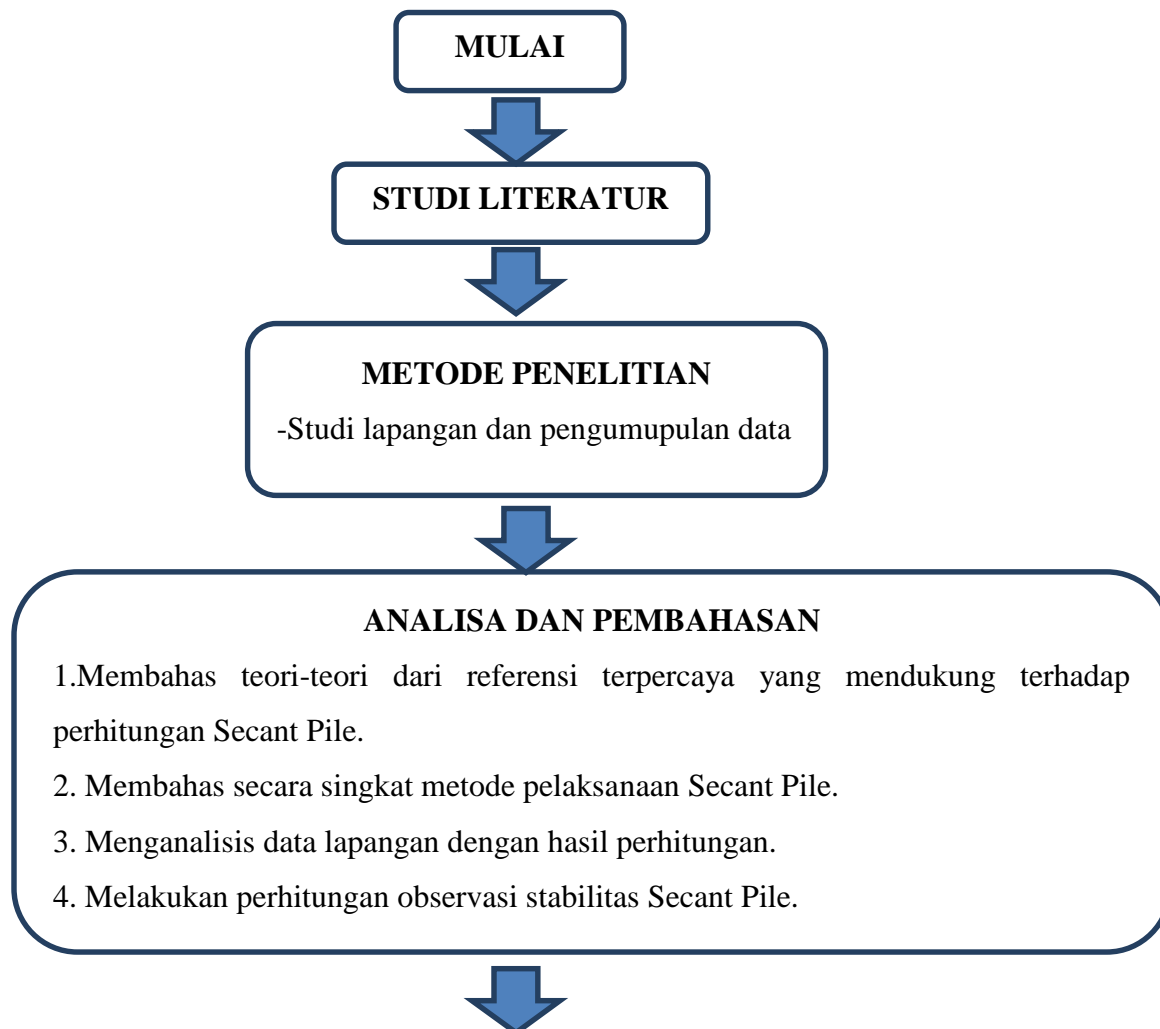
1.9 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini merupakan yang menggunakan 3 metode, yakni :

- Studi literatur, yaitu dengan mempelajari teori – teori yang berhubungan dengan topik bahasan melalui studi kepustakaan.

- Studi lapangan, yaitu meninjau pokok permasalahan serta berdiskusi dengan pekerja lapangan.
- Konsultasi, melakukan diskusi dengan dosen pembimbing.

Bagan alur berikut menunjukkan tahapan penulisan tugas akhir seperti dibawah ini.





BAB II

LANDASAN TEORI

2.1.Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Jenis konstruksi antara lain pasangan batu dengan mortar, pasangan batu kosong, beton, kayu dan sebagainya. Fungsi utama dari konstruksi penahan tanah adalah menahan tanah yang berada dibelakangnya dari bahaya longsor akibat :

- 1) Benda-benda yang ada atas tanah (perkerasan & konstruksi jalan,jembatan, kendaraan, dll).
- 2) Berat tanah.
- 3) Berat air (tanah).

Dinding penahan tanah adalah struktur yang bertujuan untuk menahantekanan lateral (horizontal) tanah ketika terdapat beda muka elevasi yang melampaui sudut alamiah kemiringan suatu tanah. Tekanan lateral tanah di belakang dinding penahan tanah bergantung kepada sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kohesi tanah (c).

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding

yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Jenis konstruksi dapat dikonstruksikan jenis klasik yang merupakan konstruksi dengan mengandalkan berat konstruksi untuk melawan gaya-gaya yang bekerja.

2.2 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan konstruksi – konstruksi lain yang ada dibawah tanah. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas.

Tekanan aktual yang terjadi dibelakang dinding penahan cukup sulit diperhitungkan karena begitu banyak variabelnya. Ini termasuk jenis bahan penimbunan, kepadatan dan kadar airnya, jenis bahan di bawah dasar pondasi, ada tidaknya beban permukaan, dan lainnya. Akibatnya, perkiraan detail dari gaya lateral yang bekerja pada berbagai dinding penahan hanyalah masalah teoritis dalam mekanika tanah.

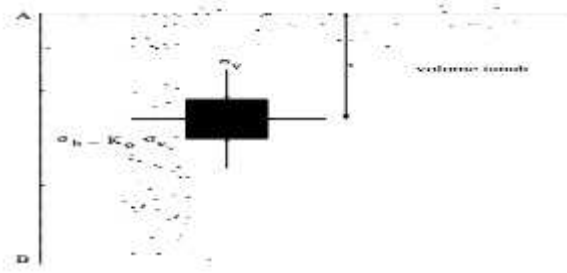
Jika suatu dinding penahan dibangun untuk menahan batuan solid, maka tidak ada tekanan pada dinding yang ditimbulkan oleh batuan tersebut. Tetapi jika dinding dibangun untuk menahan air, tekanan hidrotatis akan bekerja pada dinding. Pembahasan berikut ini dibatasi untuk dinding penahan tanah, perilaku tanah pada umumnya berada diantara batuan dan air, dimana tekanan yang disebabkan oleh tanah jauh lebih tinggi dibandingkan oleh air. Tekanan pada dinding akan meningkat sesuai dengan kedalamannya.

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu :

- Dalam Keadaan Diam (K_0)
- Dalam Keadaan Aktif (K_a)
- Dalam Keadaan Pasif (K_p)

2.2.1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Bila kita tinjau massa tanah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1 Massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin AB yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman h akan terkena tekanan arah vertical dan tekanan arah horizontal.



Gambar 2.1 Tekanan tanah dalam keadaan diam

Bila dinding AB dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik kekanan maupun kekiri dari posisi awal, maka massa tanah akan berada dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan arah horizontal dan tekanan arah vertical dinamakan “ koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam “ K_0 , atau :

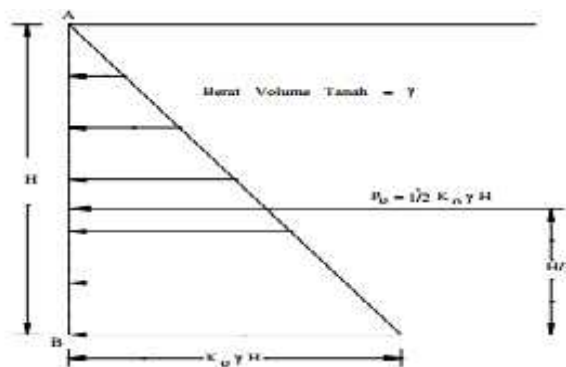
$$K_0 = \frac{\dagger h}{\dagger v}$$

Karena $\sigma_v = \gamma h$, maka

$$\dagger h = K_0(\gamma h)$$

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky (1994).

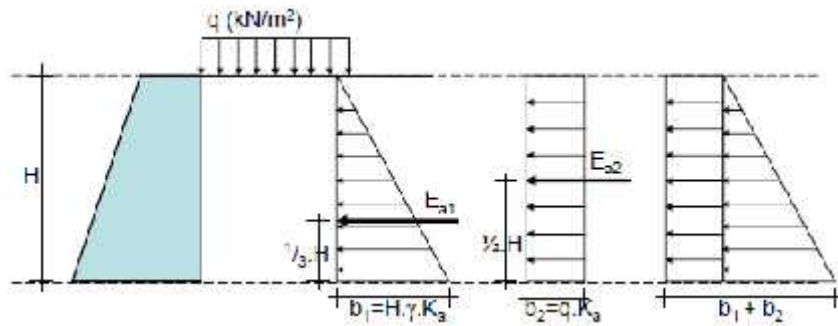
$$K_0 = 1 - \sin \phi$$



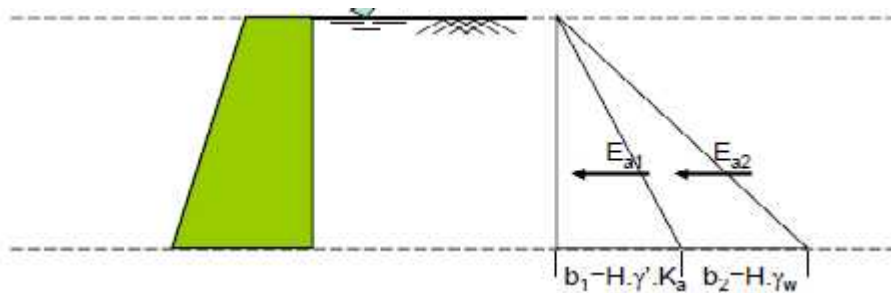
Gambar 2.2 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam

Gambar 2.2 menunjukkan distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi H. Gaya total persatuan lebar dinding, P_0 , adalah sama dengan luas dari diagram tekanan tanah yang bersangkutan. Jadi :

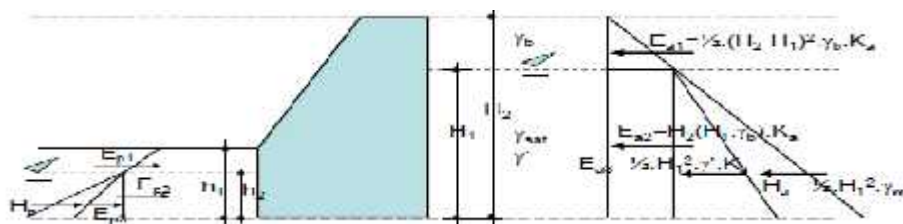
$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2$$



Gambar 2.3 Distribusi Tekanan Tanah lateral akibat beban merata



Gambar 2.4 Distribusi Tekanan Tanah lateral akibat muka air tanah



Gambar 2.5 Distribusi Tekanan Tanah lateral akibat muka air tanah tidak samat tinggi

2.2.2 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

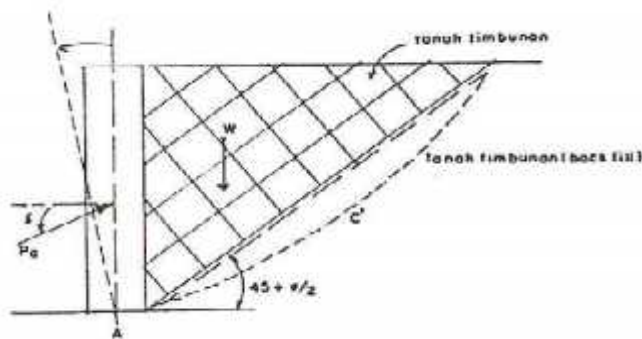
Konsep tekanan tanah aktif dan pasif sangat penting untuk masalah-masalah stabilitas tanah, pemasangan batang-batang penguat pada galian. Desain dinding penahan tanah, dan pembentukan penahanan tarik dengan memakai berbagai jenis peralatan pengukur.

Permasalahan disini hanyalah semata-mata untuk menentukan faktor keamanan terhadap keruntuhan yang disebabkan oleh gaya lateral. Pemecahan diperoleh dengan membandingkan gaya-gaya (kumpulan gaya-gaya yang bekerja).

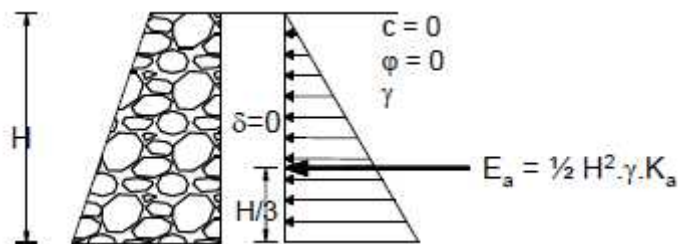
Gaya I adalah gaya yang cenderung menghancurkan. Gaya II adalah gaya yang cenderung mencegah keruntuhan. Gaya pengancur disini misalnya gaya-gaya lateral yang bekerja horizontal atau mendatar. Gaya penghambat misalnya berat dari bangunan/struktur gaya berat dari bangunan ini arah bekerja vertical sehingga dapat menghambat gaya lateral atau gaya yang bekerja horizontal.

- **Tekanan Tanah Aktif**

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6, akibat dinding penahan berotasi ke kiri terhadap titik A, maka tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan akan berkurang perlahan-lahan sampai mencapai suatu harga yang seimbang. Tekanan tanah yang mempunyai harga tetap atau seimbang dalam kondisi ini disebut tekanan tanah aktif.



Gambar 2.6 Dinding yang berotasi akibat tekanan aktif tanah



Gambar 2.7 Distribusi Tekanan Tanah Aktif

Menurut teori Rankine, untuk tanah berpasir tidak kohesif, besarnya gaya lateral pada satuan lebar dinding akibat tekanan tanah aktif pada dinding setinggi H dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

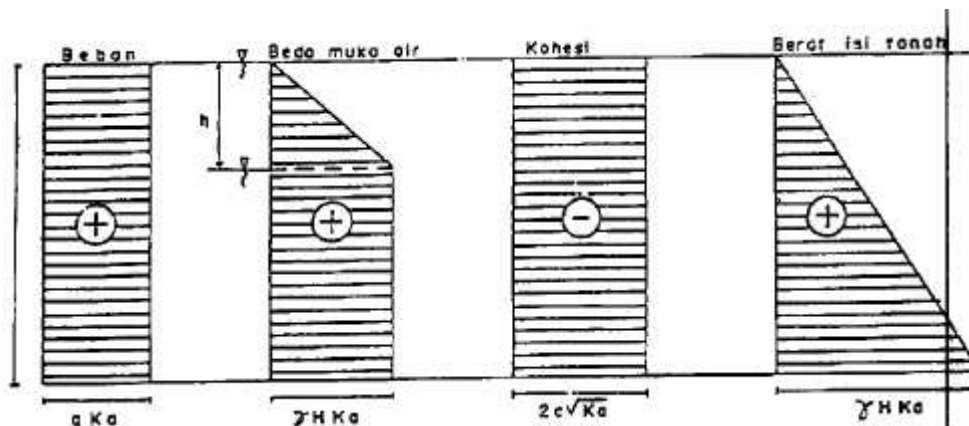
$$Pa = 1/2 \gamma H^2 Ka$$

Dimana harga Ka untuk tanah datar adalah :

$$\begin{aligned}
 Ka &= \text{Koefisien tanah aktif} \\
 &= \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \\
 \gamma &= \text{Berat isi tanah (gr/cm}^3\text{)} \\
 H &= \text{tinggi dinding (m)} \\
 \phi &= \text{sudut geser tanah (}^\circ\text{)}
 \end{aligned}$$

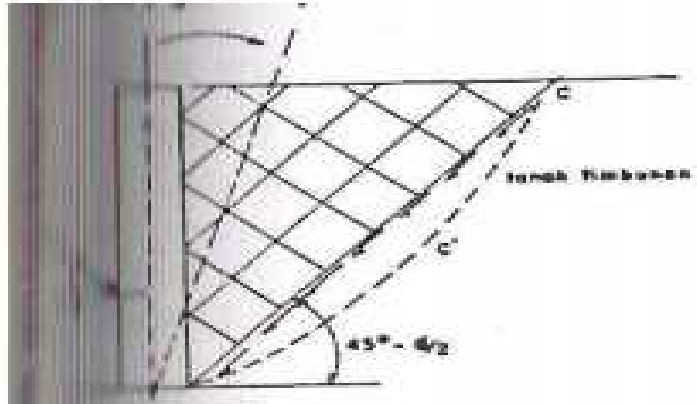
Adapun langkah yang dipakai untuk tanah urugan di belakang tembok apabila berkohesi (Kohesi adalah lekatan antara butir-butir tanah, sehingga kohesi mempunyai pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah sebesar $2c \sqrt{Ka}$), maka tegangan utama arah horizontal untuk kondisi aktif adalah:

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka - 2c \sqrt{Ka} H$$



Gambar 2.8 Diagram tegangangaya untuk mencari tekanan aktif

- **Tekanan Tanah Pasif**



Gambar 2.9 Dinding yang berotasi melawan tekanan aktif

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9, dinding penahan berotasi ke kanan terhadap titik A, atau dengan perkataan lain dinding mendekati tanah isian, maka tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan akan bertambah perlahan-lahan sampai mencapai suatu harga tetap. Tekanan tanah yang mempunyai harga tetap dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif.

Menurut teori rankine, untuk tanah pasir tidak kohesif, besarnya gaya lateral pada dinding akibat tekanan tanah pasif setinggi H dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 K_p$$

Dimana harga K_p untuk tanah datar adalah :

K_p = Koefisien tanah pasif

$$= \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

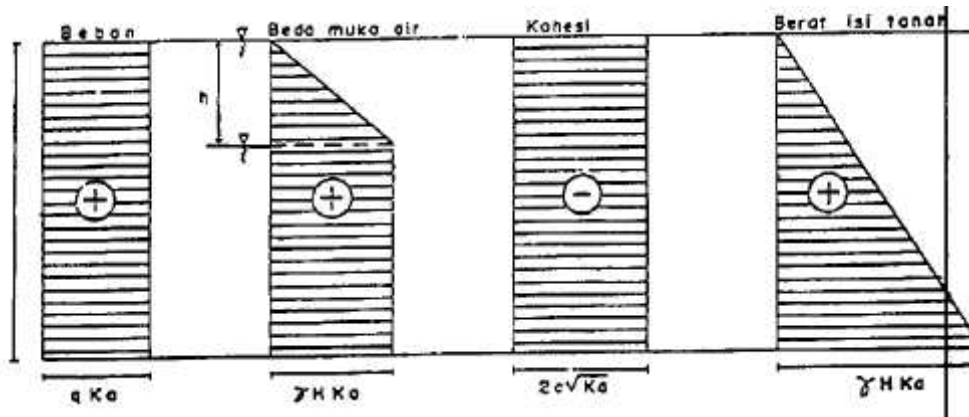
= Berat isi tanah (gr/cm^3)

H = tinggi dinding (m)

= sudut geser tanah ($^\circ$)

Adapun langkah yang dipakai untuk tanah berkohesi, maka tegangan utama arah horizontal untuk kondisi pasif adalah:

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 K_p + 2c K_p H$$

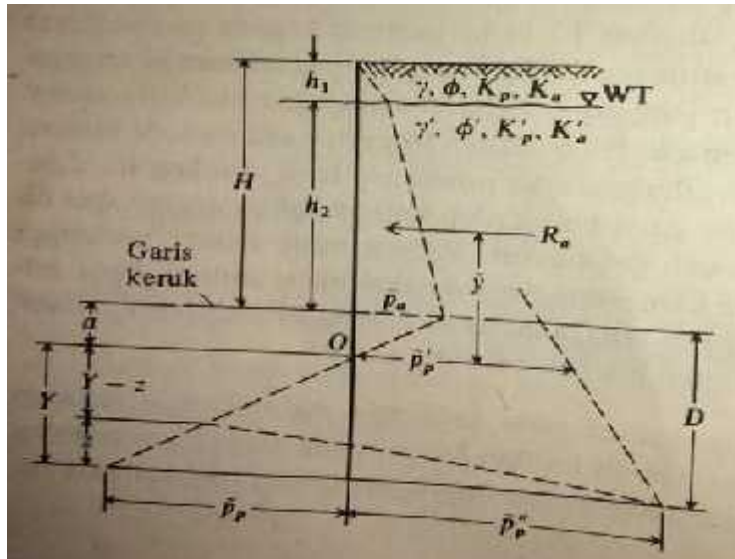


Gambar 2.10 Diagram tegangangaya untuk mencaritekanan pasif

2.3 Sifat Tanah untuk Dinding Pancang Turap

Tekanan tanah lateral terlibat dalam tekanan tanah aktif yang muncul di belakang dinding urugan dan tekanan jenis pasif didepan dinding dibawah garis keruk. Koefisien tekanan tanah lateral menurut Rankine dapat dipakai untuk tekanan tanah. Dalam pengamatan ini koefisien tekanan tanah Rankine ada kalanya dipakai khususnya untuk K_a dengan pertimbangan bahwa koefisien tersebut agak lebih konservatif.

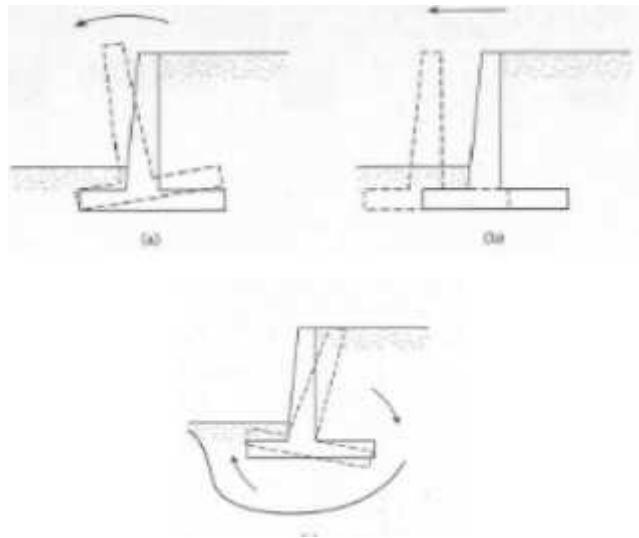
Jika pembagian koefisien tekanan tanah pasif oleh faktor keamanan harus dilakukan, maka ketentuan K_p dan K_p' harus dimodifikasi sebelum membuat suatu perhitungan. Untuk garis keruk yang miring memakai K_p berdasarkan sudut .



Gambar 2.11 diagram tekanan pancang turap

Diagram tekanan pancang turap konsol untuk tanah berbutir. Diagram menggambarkan kemungkinan sifat tanah yang berbeda dibawah permukaan air. Kalau terdapat pelapisan yang lain, maka diagram tekanan harus dimodifikasi seperlunya. Asumsi yang diperlihatkan adalah untuk analisis “metode klasik”.

2.4 Stabilitas Dinding Penahan Tanah



Gambar 2.12 Jenis-jenis keruntuhan dinding penahan tanah

Seperti yang terlihat pada gambar 2.12 diatas, ada beberapa hal yang dapat menyebabkan keruntuhan pada dinding penahan tanah, antara lain oleh:

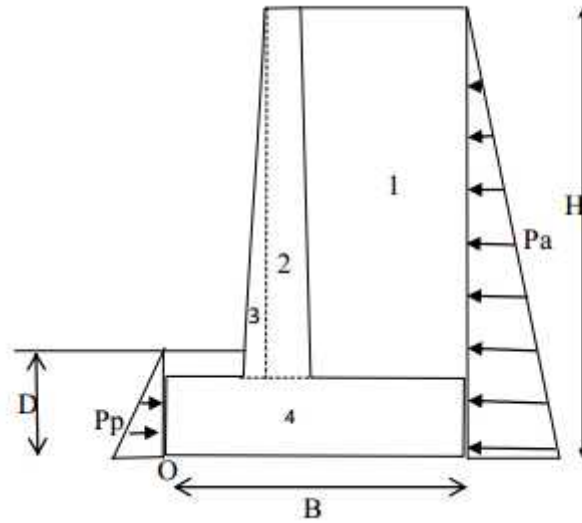
- a. penggulingan
- b. penggeseran
- c. keruntuhan daya dukung

Maka dari itu, dalam merencanakan dinding penahan tanah langkah pertama yang harus dilakukan adalah menetapkan ukuran dinding penahan untuk menjamin stabilitas dinding penahan. Dinding penahan harus stabil terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.

2.4.1 Stabilitas Terhadap Penggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urugan dibelakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas plat pondasi.

Pada gambar 2.13 dibawah ini, diperlihatkan diagram tekanan tanah pada dinding penahan tanah yang akan ditinjau, dalam hal ini adalah dinding penahan tanah tipe kantilever (asumsi tekanan tanah dihitung dengan rumus Rankine).



Gambar 2.13 Diagram tekanan tanah untuk dinding kantilever

Faktor keamanan terhadap guling didefinisikan sebagai (ditinjau dari kaki/titik O pada gambar):

$$F_{sguling} = \frac{\sum MR}{\sum MO}$$

Dimana:

MO = jumlah momen dari gaya-gaya yang menyebabkan momen pada titik O

MR = jumlah momen dari gaya-gaya yang menyebabkan momen pada titik R

Momen yang menghasilkan guling:

$$\sum MO = Ph \left[\frac{H}{3} \right]$$

Dimana tekanan tanah horisontal, $Ph = Pa$, tekanan tanah aktif (apabila permukaan tanah datar).

Momen yang menahan guling:

(prosedur perhitungan dapat dilakukan seperti pada tabel 2.1 berikut)

Bagian	Luas	Berat per unit panjang	Jarak momen dari titik O	Momen terhadap titik O
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	A1	W1= a * A1	X1	M1
2	A2	W1= b * A2	X2	M2
3	A3	W1= b * A3	X3	M3
4	A4	W1= b * A4	X4	M4

Catatan : a = berat vol. tanah

b = berat vol. beton

Jadi, faktor keamanannya adalah :

$$FS_{guling} = \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{Pa \left(\frac{H}{3} \right)}$$

Faktor keamanan terhadap guling, bergantung pada jenis tanah, yaitu:

- 1,5 untuk tanah dasar berbutir.
- 2 untuk tanah dasar kohesif.

2.4.2 Stabilitas terhadap Penggeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh :

- Gesekan antara tanah dan dasar pondasi.
- Tekanan tanah pasif didepan dinding penahan.

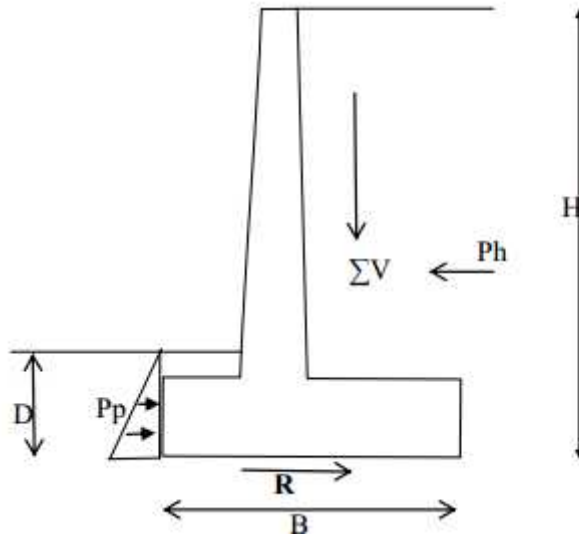
Faktor keamanan terhadap stabilitas geser dapat dinyatakan dengan rumus:

$$FS_{geser} = \frac{\sum FR}{\sum Fd}$$

Dimana :

FR = jumlah gaya-gaya yang menahan gaya horizontal.

F_d = jumlah gaya-gaya yang mendorong.



Gambar 2.14 kontrol terhadap pergeseran dasar dinding

Dari gambar 2.14 diatas, kekuatan geser tanah pada bagian dasar dinding:

$$s = \tan \alpha + Ca$$

dimana : α = sudut geser antara tanah dengan dasar dinding.

Ca = adhesi antara tanah dengan dasar dinding.

gaya yang menahan pada dasar dinding :

$$R = s(\text{luas penampang alas}) = s(B \times 1) = B \tan \alpha + Bca$$

$$B \tan \alpha = \text{jumlah gaya-gaya vertikal} = \Sigma V \text{ (Tabel 2.1)}$$

$$\text{Jadi, } R = (\Sigma V) \tan \alpha + Bca$$

Gambar 2.14 menunjukkan bahwa P_p juga merupakan gaya menahan horisontal, sehingga:

$$F_R = (\Sigma V) \tan \alpha + Bca + P_p$$

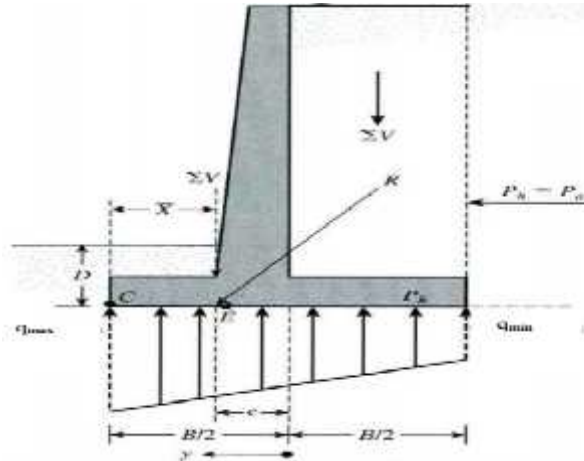
$$F_d = P_h$$

$$FS_{geser} = \frac{(\Sigma V) \tan \alpha + Bca + P_p}{P_h}$$

Batas minimum yang diizinkan untuk faktor keamanan geser adalah 1,5. Pada banyak kasus, P_p digunakan untuk menghitung faktor keamanan terhadap geser, dimana sudut geser α dan kohesi c juga direduksi $k_1 = 1/2 - 2/3 \alpha$, dan $k_2 = 1/2c - 2/3c \alpha$, $\alpha = k_1$ & $Ca = k_2c$

$$FS_{geser} = \frac{(\sum V) \tan k_1 \{ + Bk_2c + Pp}{Ph}$$

2.4.3 Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung



Gambar 2.15 kontrol terhadap keruntuhan daya dukung

Momen pada titik C

$M_{net} = MR - MO$ (MR dan MO diperoleh dari stabilitas penggulingan)

Jika resultan pada dasar dinding berada pada titik E :

$$CE = X = \frac{M_{net}}{\sum V}$$

Eksentrisitas dapat diperoleh dari :

$$e = \frac{B}{2} - CE \quad \text{atau} \quad e = \frac{B}{2} = \frac{\sum MR - \sum MO}{\sum V}$$

Distribusi tekanan pada dasar dinding penahan dapat dihitung sebagai berikut:

$$q = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{M_{net}}{I} y$$

dimana :

$$M_{net} = (\sum V)e$$

$$I = (1/12)(1)(B^3)$$

Untuk nilai maksimum dan minimum, $y = B/2$

$$q_{\max} = \frac{\sum V}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$$

$$q_{\max} = \frac{\sum V}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$$

Kapasitas dukung tanah menggunakan persamaan hansen :

$$q_u = c \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} \cdot q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N \cdot F_{yd} \cdot F_{yi}$$

dimana :

$$q = \gamma \cdot D$$

$$B' = B - 2e$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 D/B'$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan^2(\alpha) \sin^2(\beta) D/B'$$

$$F_{yd} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \sin \alpha / 90^\circ)^2$$

$$F_{yi} = (1 - \sin \alpha / \alpha)^2$$

$$\alpha = \tan^{-1}(Ph / V)$$

Catatan : N_c, N_q, N = faktor kapasitas dukung Terzaghi.

Faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Semakin besarnya pertumbuhan penduduk pada suatu daerah maka semakin tinggi juga kebutuhan masyarakat akan adanya fasilitas-fasilitas yang mampu mendongkrak perekonomian serta memudahkan arus perjalanan. Di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya banyak kita temukan infrastruktur seperti tol dalam kota, *underpass*, maupun *flyover*. Pembangunan infrastruktur seperti diatas sudah menjadi kebutuhan daerah yang memiliki tingkat pertumbuhan yang tinggi.



Gambar 3.1 Tol dalam kota.

Underpass merupakan jalan yang dibuat dibawah tanah dan fungsinya sama seperti *Flyover* yaitu untuk mengurangi kemacetan lalu lintas. Pada underpass, akan terdapat dinding untuk memikul gaya horizontal dan vertical, gaya horizontal yang dimaksud adalah tekanan dari tanah sedangkan gaya vertical yaitu beban yang melintas diatasnya.



Gambar 3.2 Pengecoran Secant Pile

Secant pile adalah bore pile yang dibuat saling berpotongan sehingga terdapat *interlock* antar bore pile. Untuk menambah tahanan terhadap tarik, maka diberi tulangan pada borepile secara berselang-seling. Pekerjaan secant pile dilakukan setelah pelaksanaan galian tanah untuk *capping beam*. Jenis pekerjaan secant pile terdiri atas pekerjaan *secondary pile* dan *primary pile*.

Pekerjaan *Secondary Pile* adalah bore pile yang dibuat tanpa adanya tulangan. Pelaksanaannya setelah pengeboran tanah yang dilakukan dengan jarak 96 cm antar pusat titik bor, dilanjutkan dengan proses *dewatering*. Setelah pelaksanaan *dewatering* selesai, langsung dilaksanakan pembetonan *secondary pile* dengan bantuan pipa tremi.

Pekerjaan *Primary Pile* adalah bore pile yang dibuat dengan diberi tulangan. Sedangkan urutan pelaksanaannya adalah: pengeboran, *dewatering*, pemasangan tulangan dan pengecoran *primary pile*.

3.2 Objek Kajian

Dalam penyusunan tugas akhir ini digunakan sebagai objek kajian atau objek yang dianalisis adalah dinding penahan tanah pada pembangunan *Underpass* Brigjend Katamso, Medan. Dinding penahan tanah ini termasuk jenis *secant pile* yaitu pengikatan antar tiang. Dalam menganalisa faktor keamanan pada dinding penahan tanah tersebut menggunakan data tanah, data beban serta gambar-gambar pendukung.

3.3 Lokasi Kajian

Lokasi objek yang dikaji atau objek yang dianalisis yaitu dinding penahan tanah pada pembangunan *Underpass* Brigjend Katamso dengan titik bor mesin no. BH-6. Lokasi ini terletak pada Jln.Tritura, Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3.3 Denah Struktur

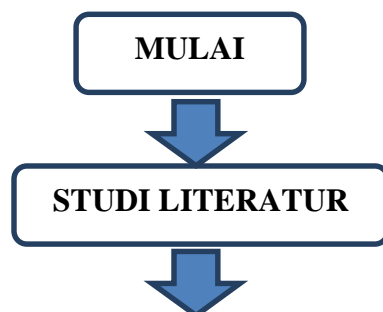
3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan meliputi data penyelidikan tanah, data *secantpile*, serta observasi lapangan. Data tersebut dapat diperoleh melalui Pejabat Pembuat

Komitmen (PPK) 18 Medan Metropolitan,CS. Sebelum melakukan pengumpulan data, terlebih dahulu mengajukan surat permohonan kepada pihak terkait meminta data yang diperlukan.

3.5 Metode Analisis

Setelah data-data yang diperlukan sudah diperoleh, kemudian dengan literatur yang relevan dan berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini serta masukan-masukan dari dosen pembimbing serta pekerja lapangan, maka data tersebut diolah dan dianalisis untuk mengetahui *Safety Factor* (SF) pada dinding penahan tanah secant pile tersebut



METODE PENELITIAN

-Studi lapangan dan pengumpulan data



ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Membahas teori-teori dari referensi terpercaya yang mendukung terhadap perhitungan Secant Pile.
2. Membahas secara singkat metode pelaksanaan Secant Pile.
3. Menganalisis data lapangan dengan hasil perhitungan.
4. Melakukan perhitungan observasi stabilitas Secant Pile.



PENARIKAN KESIMPULAN



SELESAI