

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kuat Geser Tanah

3.1.1. Kuat Geser *Mohr-Coulomb*

Hardiyatmo (2002) menyebutkan bahwa kuat geser tanah merupakan gaya perlawanan butir-butir tanah terhadap gaya desak atau gaya tarik. Coulomb (1776) mendefinisikan kuat geser dalam Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (3.1)$$

dengan :

τ = kuat geser tanah (kN/m²),

c = kohesi tanah (kN/m²),

ϕ = sudut geser dalam tanah (°),

σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²).

3.1.2. Kuat Geser *Undrained*

Duncan (2014) menyatakan, bahwa *Undrained Shear Strength* adalah kekuatan tanah pada saat dibebani hingga runtuh dalam keadaan tak terdrainasi. Kuat geser total pada lempung jenuh adalah horizontal, hal ini menunjukkan bahwa kuat geser konstan dan terlepas dari pengaruh tegangan total yang digunakan pada pengujian. Perilaku ini dirumuskan pada Persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$c = S_u ; \phi_u = 0 \quad (3.2)$$

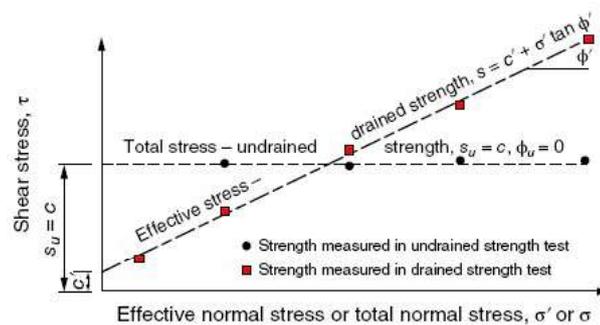
dengan :

c = kohesi total,

S_u = *undrained shear strength*,

ϕ_u = sudut geser dalam total.

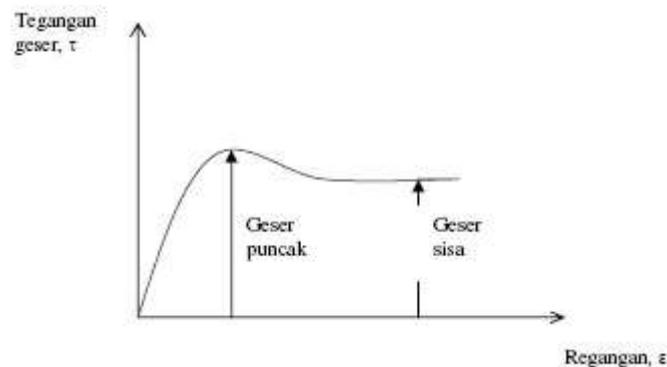
Bentuk dari hasil beberapa pengujian *undrained shear strength* pada lempung jenuh dapat dilihat pada Gambar 3.1. Kuat geser bernilai sama untuk seluruh tegangan normal karena lempung yang diuji jenuh dan tidak terdrainase. Menaikkan atau menurunkan tegangan normal total hanya menghasilkan perubahan pada tekanan air pori yang sebanding dengan perubahan pada tegangan normal.



Gambar 3.1 Kuat Geser Terdrainase dan Tak Terdrainase pada Lempung
(Sumber : Duncan, 2014)

3.1.3. Kuat Geser Puncak dan Kuat Geser Sisa

Simanjuntak (2007) menyatakan bahwa kekuatan geser puncak (*peak shear strength*) adalah kekuatan geser yang dimiliki oleh tanah paling besar, sedangkan kekuatan geser sisa (*Residual Shear Strength*) adalah kekuatan geser tanah yang masih dimiliki setelah melewati kekuatan geser yang sangat besar. Grafik hubungan regangan dan tegangan geser yang terjadi untuk menggambarkan tegangan geser puncak dan tegangan geser sisa dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Hubungan antara Regangan dan Tegangan Geser
(Sumber : Simanjuntak, 2007)

Terzaghi (1936), Henkel (1957), Skempton (1964), Bjerrum (1967) dalam Duncan (2014) menunjukkan, bahwa faktor keamanan lereng lempung keras dengan parameter kuat geser puncak tak terganggu lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada saat longsor.

Skempton (1970) dalam Duncan (2014) menyatakan kejadian tersebut dapat terjadi dikarenakan pada kenyataannya di lapangan terjadi lebih banyak pengembangan dan pelunakan yang terjadi daripada yang terjadi di laboratorium. Pengujian untuk menghitung lempung yang lunak sepenuhnya dan kuat geser sisa digunakan specimen pengujian yang telah dibentuk kembali (*remolded*).

3.2. Korelasi *N-SPT* dengan Sudut Geser Dalam

Terdapat beberapa korelasi *N-SPT* dengan nilai sudut geser dalam yang dinyatakan oleh Ohsaki et al.(1959) dalam Duncan (2014) yang dapat dilihat pada Persamaan 3.3 dan oleh Muromachi et.al (1974) dalam Duncan yang dapat dilihat pada Persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$\phi = \sqrt{12N} + 15 \quad (3.3)$$

$$\phi = 20 + 3,5\sqrt{N} \quad (3.4)$$

dengan :

ϕ = sudut geser dalam tanah ($^{\circ}$),

N = Nilai pukulan SPT.

3.3. Modulus Elastis Tanah (*E*) dan *Poisson's Ratio*

Hardiyatmo (2004) menyatakan bahwa beberapa peneliti mengusulkan besarnya modulus elastis yang dikorelasikan terhadap kuat geser *undrained* untuk tanah lempung dan nilai *SPT* untuk tanah pasir. Persamaan 3.5 menunjukkan korelasi kuat geser *undrained* terhadap modulus elastis tanah lempung oleh Bjerrum (1972) dalam Hardiyatmo (2004) dan Persamaan 3.6 menunjukkan korelasi nilai pukulan *SPT* terhadap modulus elastis tanah pasir oleh Mitchell and Gardner (1975) dalam Hardiyatmo (2004) sebagai berikut.

Lempung

$$E = 500 \text{ sampai } 1500Su \quad (3.5)$$

Pasir

$$E = 10 + (N + 15)k/ft^2 \quad (3.6)$$

dengan :

E = Modulus Elastisitas

N = Nilai pukulan SPT.

Untuk menentukan poisson's ratio Hardiyatmo (2004) dalam bukunya mencantumkan tabel perkiraan angka *poisson's ratio* terhadap jenis tanah yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Perkiraan Poisson's Ratio

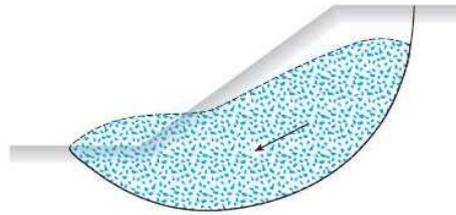
Macam Tanah	μ
Lempung jenuh	0,40-0,50
Lempung tak jenuh	0,10-1,30
Lempung berpasir	0,20-0,30
Lanau	0,30-0,35
Pasir padat	0,20-0,40
Pasir kasar ($e=0,4-0,7$)	0,15
Pasir halus ($e=0,4-0,7$)	0,25
Batu	0,10-0,40
<i>Loess</i>	0,10-0,30

(Sumber : Hardiyatmo, 2004)

3.4. Keruntuhan Lereng

3.4.1. Klasifikasi Keruntuhan Lereng

Collin (1846) dalam Hardiyatmo (2004) menyatakan bahwa keruntuhan lereng dari jenis tanah yang berkohesif berupa lingkaran seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Keruntuhan Lereng Berbentuk Longsoran

(Sumber : Das,2010)

Das (2010) menyatakan keruntuhan tipe longsoran adalah gerakan kebawah oleh massa tanah sepanjang bidang runtuh.

3.4.2. Penyebab Keruntuhan Lereng

Terzaghi (1950) dalam Hardiyatmo (2004) membagi penyebab longsoran lereng terdiri dari akibat pengaruh internal dan pengaruh eksternal. Pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah. Contohnya, manusia mengubah kemiringan tebing dengan mempertajam kemiringan atau memperdalam galian tanah dan erosi sungai. Pengaruh internal, yaitu longsoran yang terjadi tanpa adanya perubahan kondisi luar atau gempa bumi. Contoh yang umum adalah pengaruh bertambahnya tekanan air pori di dalam lereng.

Hardiyatmo (2004) menyebutkan hal-hal yang dapat memicu terjadinya longsor, yaitu :

1. penambahan beban pada lereng,
2. penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng,
3. penggalian yang mempertajam kemiringan lereng,
4. perubahan posisi muka air secara cepat,
5. kenaikan tekanan lateral oleh air,
6. gempa bumi, dan
7. penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut.

3.5. Analisis Stabilitas Lereng

Das (1994) menyatakan analisis stabilitas lereng bukanlah suatu pekerjaan yang ringan. Untuk mengevaluasi variabel-variabel seperti lapisan-lapisan tanah dan parameter-parameter kekuatan geser tanah mungkin merupakan pekerjaan yang membosankan. Rembesan dalam lereng dan pemilihan kemungkinan bidang longsor/gelincir menambah rumitnya masalah yang akan ditangani.

Duncan (2014) menjelaskan, bahwa terdapat beberapa metode untuk melakukan analisis kestabilan lereng yaitu persamaan sederhana, grafik, program *excel* dan program komputasi stabilitas lereng. Pada beberapa kasus lebih dari satu metode digunakan untuk mengevaluasi kestabilan lereng. Metode yang telah disebutkan digunakan untuk menghitung sebuah faktor keamanan sebagai indikator kestabilan lereng.

Menurut Das (2010) faktor keamanan secara umum didefinisikan dalam Persamaan 3.7 sebagai berikut ini.

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (3.7)$$

dengan :

F_s = Factor of safety,

τ_f = kuat geser tanah,

τ_d = tegangan geser yang terjadi sepanjang bidang runtuh.

Angka 1 pada faktor keamanan adalah angka kritis terjadinya keruntuhan lereng dan angka aman yang biasanya digunakan untuk mendesain stabilitas lereng adalah 1,5.

3.5.1. Analisis Stabilitas dengan Program

Terdapat 2 jenis metode analisis dengan program komputasi, yaitu metode analisis *Finite Element* dan metode analisis *Limit Equilibrium* yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Metode analisis *Finite Element*. Duncan (2014) menjelaskan, bahwa penggunaan metode ini sudah sejak 50 tahun yang lalu. Pertama digunakan untuk menyelesaikan masalah dari aliran panas dan aliran air pada tanah,

selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan dan deformasi pada galian lereng dan timbunan. Metode ini juga digunakan akhir-akhir ini untuk menghitung analisis faktor keamanan. Beberapa program yang berbasis metode *Finite Element* adalah *PLAXIS*, *Phase*, dan *SIGMA/W*. Untuk menentukan faktor keamanan menggunakan metode *Finite Element*, analisis dilakukan berulang-ulang. Kekuatan tanah dikurangi secara bertahap hingga tercapai kondisi tidak stabil.

2. Metode *Limit Equilibrium*. Untuk analisis analisis yang rumit dan lereng, tanah, dan kondisi beban yang kompleks, digunakan program berbasis *Limit Equilibrium*. Program tersedia untuk menangani variasi yang beragam dari geometri lereng, stratifikasi tanah, kuat geser tanah, tekanan air pori, beban eksternal dan perkuatan lereng internal. Kebanyakan program mampu untuk mendapatkan faktor keamanan terkecil secara otomatis dan dapat menangani bidang gelincir berbentuk lingkaran maupun non lingkaran. Beberapa rekomendasi dan panduan ditawarkan untuk mencari bidang gelincir kritis sebagai berikut.
 - a. Mulai dengan lingkaran. Disarankan untuk memulai pencarian dengan menggunakan bidang gelincir berbentuk lingkaran. Hal ini memungkinkan untuk mengamati sangat banyak kemungkinan lokasi bidang gelincir.
 - b. Stratifikasi memandu pencarian. Untuk bidang gelincir lingkaran dan non lingkaran, stratifikasi sering menyarankan letak bidang gelincir kritis. Jika terdapat zona yang relative lemah, biasanya bidang gelincir melewati zona tersebut. Jika zona relative lemah tersebut relative tipis dan linear, bidang gelincir akan mengikuti lapisan lemah tersebut dan akan lebih berbentuk non circular.
 - c. Mencoba beberapa lokasi permulaan. Hampir semua pencarian otomatis dimulai dengan bidang gelincir yang didefinisikan oleh pengguna. Beberapa lokasi permulaan perlu dicoba untuk dapat menentukan lokasi tersebut menuju pada faktor keamanan yang lebih kecil.

- d. Perhatian pada beberapa hasil minimum. Banyak skema pencarian berupa skema optimisasi yang mencari sebuah bidang gelincir dengan faktor keamanan terkecil. Namun demikian, kemungkinan terdapat lebih dari satu nilai lokal terkecil. Hal ini merupakan alasan lebih pentingnya mencari faktor keamanan terkecil dengan menggunakan beberapa lokasi permulaan untuk pencarian.
- e. Variasi kondisi pencarian dan parameter. Variasi perlu dilakukan untuk menentukan pengaruh parameter terhadap faktor keamanan, sehingga kemungkinan faktor keamanan terkecil dapat ditentukan.

Hajiazizi dan Mazaher (2014) menyebutkan, pada analisis stabilitas lereng, faktor keamanan didapatkan dengan membandingkan sejumlah bidang longsor dan dipilih bidang longsor dengan faktor keamanan terkecil. Bidang longsor dengan faktor keamanan terkecil disebut juga dengan *critical slip surface* dan dijadikan sebagai kondisi awal bidang longsor pada lereng tersebut.

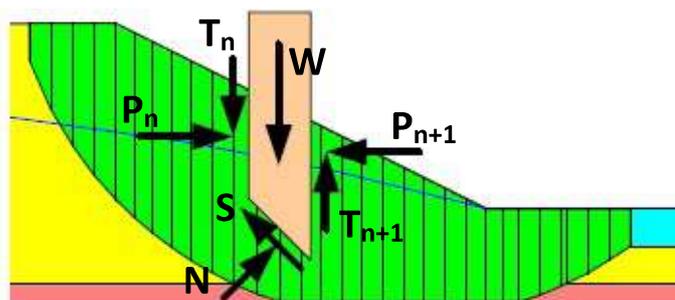
3.5.2. Program *SLOPE/W*

Menurut *GEO-SLOPE International Ltd.* (2012) dalam petunjuk manual yang berjudul *Stability Modeling with SLOPE/W* menjelaskan, bahwa program *SLOPE/W* telah ada di pasaran sejak 1977. Ditemukan oleh Professor D.G. Fredlund di *University of Saskatchewan*. Program ini pada awalnya bernama *PC-SLOPE*. Sejak akhir 1980an berganti nama menjadi *SLOPE/W* dan telah dilengkapi dengan tampilan grafis. *SLOPE/W* merupakan produk program geoteknikal pertama yang tersedia untuk analisis stabilitas lereng.

Perangkat lunak modern berbasis *Limit Equilibrium* seperti *SLOPE/W* memungkinkan untuk menangani analisis yang semakin kompleks. Saat ini sangat memungkinkan untuk menangani stratifikasi yang kompleks, kondisi tekanan air pori yang sangat tidak teratur, keragaman dari model kuat geser linear dan non linear, semua jenis bentuk bidang gelincir, beban terpusat dan perkuatan struktural.

Dalam analisis stabilitas lereng, program *SLOPE/W* menggunakan metode irisan. Metode irisan yang tersedia pada program *SLOPE/W* yaitu *Fellenius(1936)*, *Janbu(1954)*, *Bishop(1955)*, *Morgenstern Price(1965)* dan *Spencer(1967)*. Pada dasarnya, seluruh metode mempunyai prinsip yang sama. Perbedaannya adalah

pada persamaan static, gaya-gaya yang bekerja pada irisan, dan hubungan antara gaya geser dengan gaya normal pada irisan. Pada Gambar 3.4 dapat dilihat ilustrasi gaya-gaya yang bekerja pada irisan. Gaya normal dan geser bekerja pada dasar dan sisi irisan.



Gambar 3.4 Ilustrasi Gaya yang Bekerja pada Irisan

(Sumber : *GEO-SLOPE International Ltd.*, 2012)

Pada Gambar 3.4 dapat dilihat W adalah berat tanah irisan, P_n dan P_{n+1} adalah gaya horizontal yang bekerja pada sisi irisan, T_n dan T_{n+1} adalah gaya tangensial yang bekerja pada sisi irisan, N adalah gaya normal yang tegak lurus pada bidang longsor, dan S adalah kekuatan geser yang bekerja sepanjang bidang longsor.

Pada Tabel 3.2 dapat dilihat persamaan yang digunakan pada setiap jenis metode yang digunakan dalam program *SLOPE/W* sebagai berikut.

Tabel 3.2 Persamaan Statik yang Digunakan pada *SLOPE/W*

<i>Method</i>	<i>Moment Equilibrium</i>	<i>Force Equilibrium</i>
<i>Ordinary or Fellenius</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Bishop's Simplified</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>
<i>Janbu's Simplified</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>
<i>Spencer</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
<i>Morgenstern-Price</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
<i>Corps of Engineers – 1</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>
<i>Corps of Engineers – 2</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>
<i>Lowe-Karafiath</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>
<i>Janbu Generalized</i>	<i>Yes (by slice)</i>	<i>Yes</i>
<i>Sarma – vertical slices</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>

Sumber : *GEO-SLOPE International Ltd.*(2012)

Pada Tabel 3.3 dapat dilihat karakteristik dan hubungan gaya yang bekerja pada irisan pada setiap jenis metode yang digunakan dalam program *SLOPE/W* sebagai berikut.

Tabel 3.3 Karakteristik dan Hubungan Gaya pada Irisan

<i>Method</i>	<i>Interslice Normal (E)</i>	<i>Interslice Shear (X)</i>	<i>Inclination of X/E Resultant, and X-E Relationship</i>
<i>Ordinary or Fellenius</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No interslice force</i>
<i>Bishop's Simplified</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Horizontal</i>
<i>Janbu's Simplified</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Horizontal</i>
<i>Spencer</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Constant</i>
<i>Morgenstern-Price</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Variable; user function</i>
<i>Corps of Engineers – 1</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Inclination of a line from crest to</i>
<i>Corps of Engineers – 2</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Inclination of ground surface at top of slice</i>
<i>Lowe-Karafiath</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Average of ground surface and slice base inclination</i>
<i>Janbu Generalized</i>	<i>Yes (by slice)</i>	<i>Yes</i>	<i>Applied line of thrust and moment equilibrium of slice</i>
<i>Sarma – vertical slices</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	$X = C + E \tan \phi$

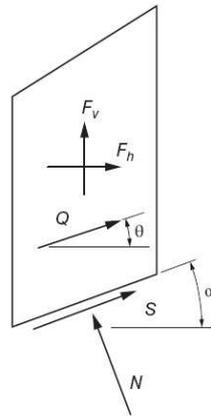
Sumber : *GEO-SLOPE International Ltd.*(2012)

3.5.3. Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode *Spencer*

Duncan (2014) menjelaskan metode *Spencer* adalah salah satu metode *Limit Equilibrium* dalam perhitungan stabilitas lereng. Metode *Spencer* dalam persamaannya memperhitungkan seluruh gaya dan momen yang bekerja pada tanah. Hal ini yang membedakan dengan metode lainnya. Terdapat dua variabel yang tidak diketahui dalam persamaan, yaitu faktor keamanan F dan kemiringan gaya potongan (Θ). Persamaan metode *Spencer* dapat dilihat pada persamaan 3.8 sebagai berikut.

$$Q = \frac{-Fv \sin \alpha - Fh \cos \alpha - \left(\frac{c' \Delta \ell}{F}\right) + (Fv \cos \alpha - Fh \sin \alpha + u \Delta \ell) \left(\tan \frac{\phi'}{F}\right)}{\cos(\alpha - \theta) + [\sin(\alpha - \theta) \tan \phi' / F]} \quad (3.8)$$

Faktor keamanan (F) dan kemiringan gaya potongan (Θ) didapatkan dengan hasil *trial and error*, sehingga didapatkan nilai yang sama. Penjelasan gaya yang bekerja pada sebuah potongan pada Gambar 3.5 sebagai berikut.

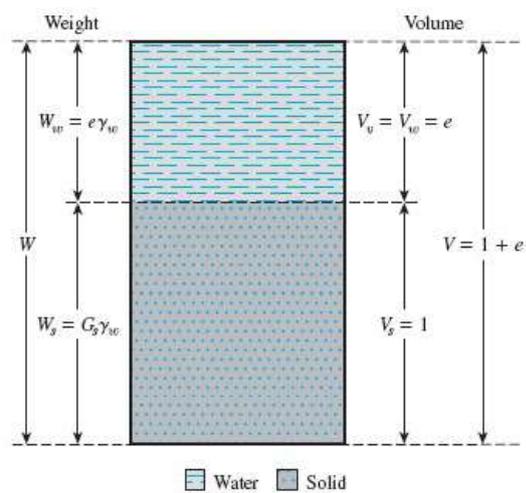


Gambar 3.5 Gaya yang Bekerja Pada Metode *Spencer*
(Sumber : Duncan, 2014)

Aryal (2006) menjelaskan, bahwa metode *Spencer* memperhatikan kedua gaya pada irisan, fungsi gaya pada irisan diasumsikan konstan, menghitung kesetimbangan momen dan gaya, dan menghitung faktor keamanan untuk kesetimbangan gaya dan momen.

3.6. Berat Volume Tanah Jenuh Air (γ_{sat})

Berdasarkan Das (2010), jika tanah berada pada keadaan jenuh air, maka rongga yang ada terisi penuh oleh air (lihat Gambar 3.6) . Untuk menghitung berat volume tanah jenuh air digunakan Persamaan 3.9 dan 3.10 sebagai berikut.



Gambar 3.6 Elemen Tanah Jenuh Air
(Sumber : Das,2010)

$$e = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 \quad (3.9)$$

dengan :

e = angka pori,

γ_w = berat volume air (10 kN/m³),

G_s = berat jenis tanah, dan

γ_d = berat volume tanah kering oven.

$$\gamma_{sat} = \gamma_d + \left(\frac{e}{1+e}\right) \gamma_w \quad (3.10)$$

dengan :

γ_{sat} = berat volume tanah jenuh air,

γ_w = berat volume air (10 kN/m³),

e = angka pori, dan

γ_d = berat volume tanah kering oven.

3.7. Tiang Bor

Hardiyatmo (2008) menyatakan, bahwa tiang bor dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, lalu diisi dengan tulangan dan di cor dengan beton. Tiang bor biasanya digunakan pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membuat lubang yang stabil dengan alat bor. Keuntungan dari penggunaan tiang bor, yaitu :

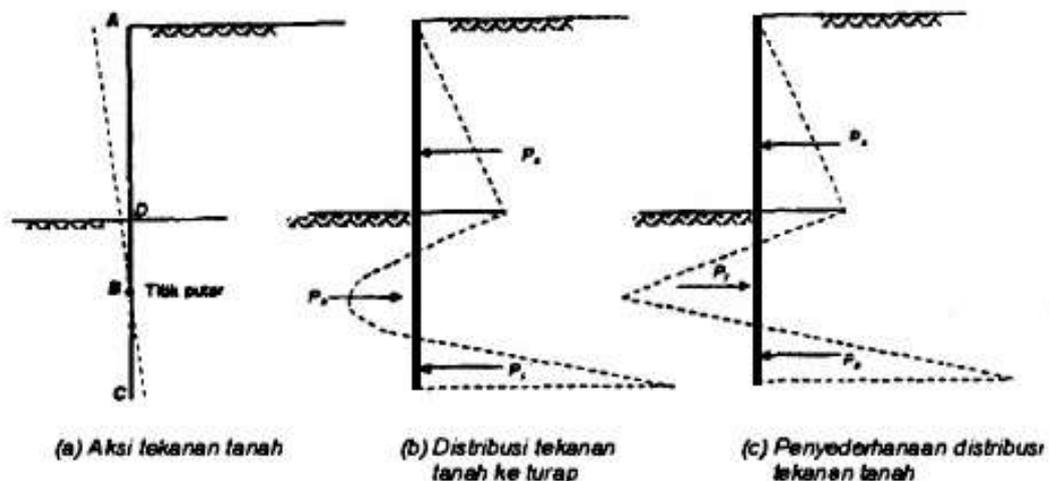
1. tidak ada resiko kenaikan muka tanah,
2. kedalaman tiang dapat divariasikan,
3. tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data laboratorium,
4. tiang dapat dipasang sampai pada kedalaman yang sangat dalam dengan diameter besar dan dapat dilakukan pembesaran di ujung bawahnya jika tanah dasar berupa lempung atau batu lunak, dan
5. penulangan tidak dipengaruhi oleh tegangan pada waktu pengangkutan dan pemancangan.

3.8. Perkuatan Lereng dengan Tiang Bor

Atmodjo (2008) menyatakan pada permasalahan stabilitas lereng, penggunaan *bored pile* bertujuan untuk meningkatkan kuat geser dari tanah. Kuat geser tanah secara keseluruhan akan bertambah melalui friksi yang terjadi diantara tanah dan sepanjang dinding *bored pile*. Pertambahan friksi antara tanah dan *bored pile* inilah yang akan menambah kestabilan lereng terhadap bahaya keruntuhan. Pengeboran *bored pile* ini juga harus mencapai kedalaman tanah di bawah bidang gelincir.

3.8.1. Tekanan Tanah Lateral yang Terjadi pada Tiang

Hardiyatmo (2008) menjelaskan, bahwa tekanan tanah yang bekerja pada tiang dijelaskan pada Gambar 3.7 sebagai berikut.



Gambar 3.7 Distribusi Tekanan Lateral Tanah pada Tiang

(Sumber : Hardiyatmo, 2008)

Tiang berputar pada titik B akibat pengaruh tekanan aktif oleh tanah di belakang tiang (Gambar 3.7a). Pada bagian bawah tiang yang tertanam terjadi tekanan tanah pasif, di bagian-bagian belakang BC dan di depan BD. Sedangkan di depan BC dan bagian belakang BD terjadi tekanan aktif. Gambar 3.7b menunjukkan distribusi tekanan tanah netto dan Gambar 3.7c merupakan penyederhanaan dari Gambar 3.7b.

Dari tekanan tanah yang terjadi didapatkan momen dan gaya geser ultimit yang terjadi pada tiang. Gaya tersebut digunakan untuk mendesain perkuatan pada

tiang bor. Pada tiang bor terdapat tulangan longitudinal untuk menahan momen dan tulangan transversal untuk menahan gaya geser.

3.8.2. Perhitungan Penulangan Geser *Bored Pile*

Perhitungan penulangan pada tiang dihitung dengan menggunakan konversi dimensi tiang berbentuk lingkaran ke tiang berbentuk kotak. Perhitungan kuat geser tiang mengacu pada ACI 318-11. Perhitungan kuat geser menggunakan Persamaan 3.11 sampai dengan 3.13 sebagai berikut.

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \quad (3.11)$$

$$V_s = \frac{A_s \times f_y \times d}{s} \quad (3.12)$$

$$V_u = (V_c + V_s) \times \phi \quad (3.13)$$

dengan :

V_c = kuat geser beton (N),

f'_c = kuat tekan beton (Mpa),

b_w = diameter tiang (mm),

d = 0,8. b_w (mm),

A_s = luas tulangan sengkang (mm²),

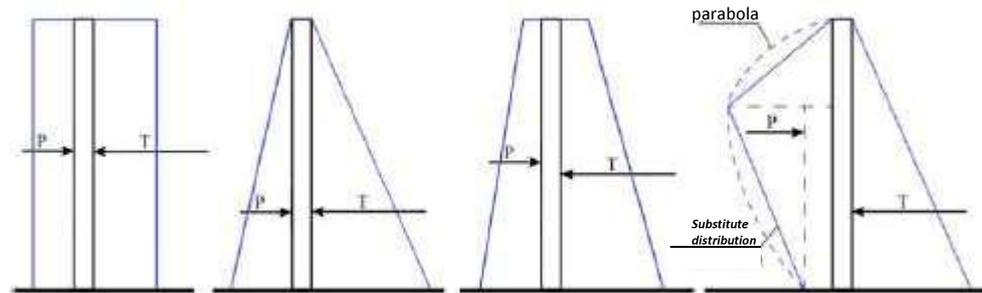
ϕ = faktor reduksi (0,75).

3.9. Program *Anti Slide Pile*

Fine Ltd. (2018) dalam panduan pengguna untuk program *GEO 5* menjelaskan, bahwa program *Anti Slide Pile* digunakan untuk mendesain dinding tiang guna menstabilkan pergerakan lereng atau meningkatkan faktor keamanan lereng. Analisis diawali dengan analisis stabilitas lereng dengan program *Slope Stability* untuk mendapatkan gaya aktif dan pasif yang bekerja pada tiang. Dalam program *Anti Slide Pile* dapat dilakukan perhitungan gaya dalam pada tiang, deformasi tiang dan dimensi perkuatan tiang.

Program *Slope Stability* mempunyai prinsip yang sama dengan program *SLOPE/W* yang berbasis pada analisis *Equilibrium*. Program tersebut menghitung

gaya yang bekerja pada tiang diatas bidang gelincir. Gaya-gaya tersebut adalah gaya pasif P dan gaya aktif T. Dalam program *Anti Slide Pile* gaya-gaya tersebut dapat didefinisikan dalam bentuk distribusi konstan, segitiga dan trapesium. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut.



Gambar 3.8 Distribusi Beban diatas Bidang Gelincir

(Sumber : *Geo 5 Software*, 2018)

Program *Anti Slide Pile* menyediakan beberapa metode perhitungan untuk menentukan perkuatan penulangan pada tiang bor. Beberapa metode yang digunakan adalah EN 1992-1-1 (EC2) atau EN 192-2, CSN 73 1201R, ACI 318-11, dan lain-lain.