

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Dinding Penahan Tanah

a) Definisi Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah urug atau alami dan mencegah tanah longsor yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan mendorong secara aktif pada struktur dinding sehingga dinding penahan tanah cenderung akan terguling atau tergeser (Tanjung 2016).

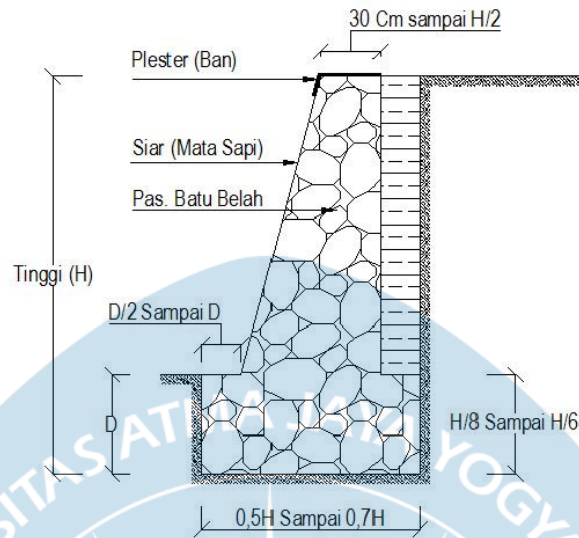
Dinding penahan tanah berfungsi untuk menahan tanah serta mencegah terjadinya kelongsoran. Baik akibat beban air, berat tanah sendiri maupun akibat beban di atasnya (Tanjung 2016).

b) Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis yaitu dinding gravitasi, dinding kantilever, dinding *counterfort*. Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain :

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

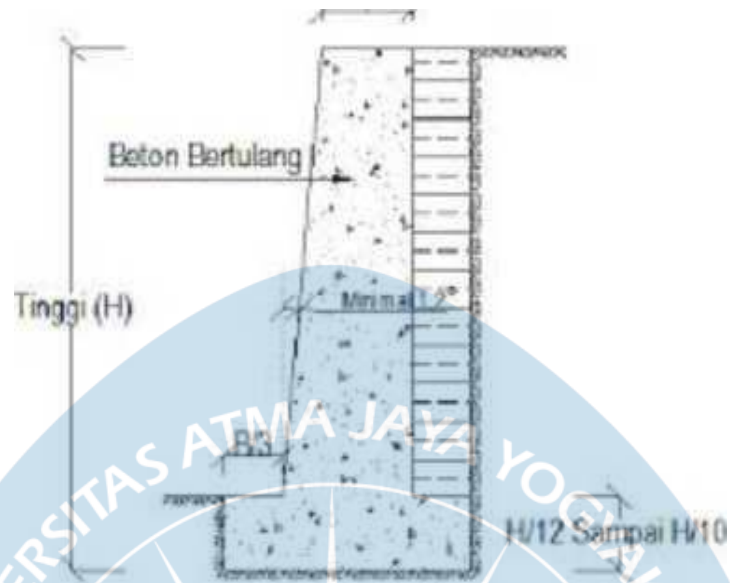
Dinding ini terbuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding tipe ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah terjadinya retakan pada permukaan dinding akibat perubahan *temperature* (Tanjung 2016).



Gambar 2.1 Dinding penahan tanah tipe gravitasi (gravity wall).
(Sumber Hardiyatmo 2014)

2. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

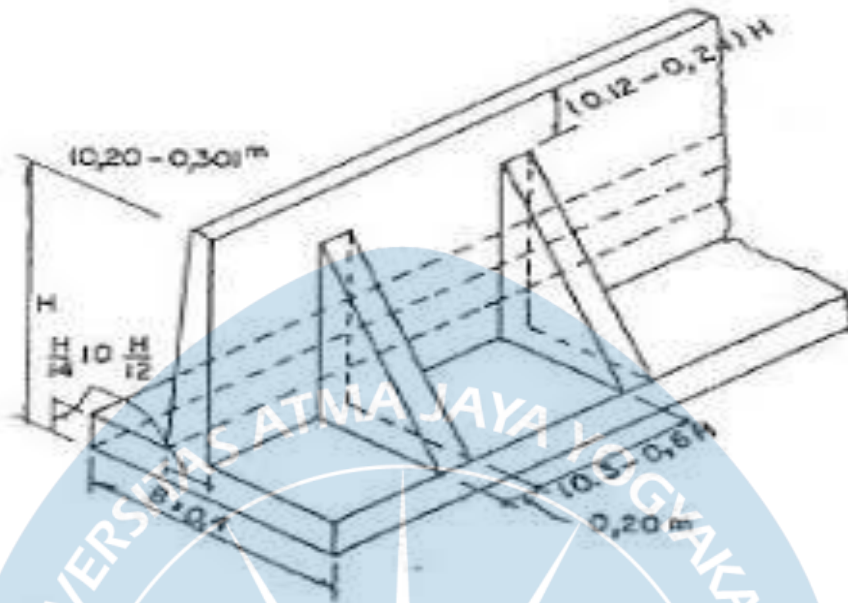
Dinding penahan tanah tipe terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Stabilitas dinding penahan tanah ini diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak (hell). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantiliver, yaitu bagian dinding vertikal (steem), tumit tapak dan ujung kaki tapak (toe). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6 – 7 meter (Tanjung 2016).



Gambar 2.2 Dinding penahan tanah tipe kantilever (*Cantilever retaining wall*).
(Sumber Hardiyatmo 2014)

3. Dinding Penahan Tanah Tipe *Counterfort*

Dinding tipe *counterfort* terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut dinding penguat (*counterfort*). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup besar, maka bagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan. *Counterfort* berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interfal jarak tertentu. Dinding tipe ini akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter (Tanjung, 2016).



Gambar 2.3 Dinding penahan tanah tipe *counterfort*
(Sumber Hardiyatmo 2014)

2. Tanah

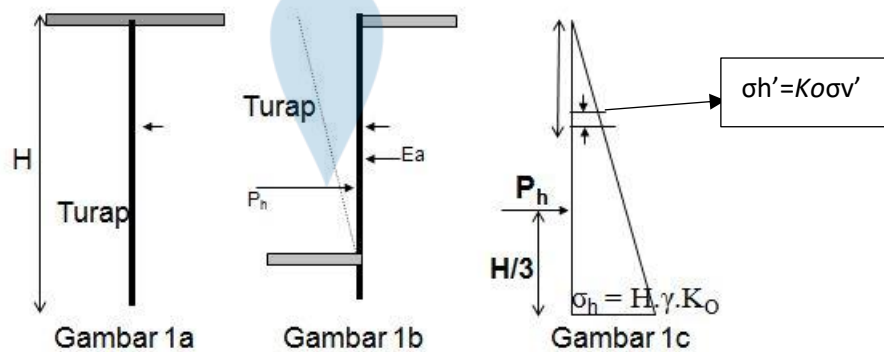
Tanah adalah sebuah material yang terdiri dari campuran-campuran butiran dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran yang mudah dipisahkan dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan yang prosesnya dapat secara fisik atau kimia. Sifat-sifat teknis tanah kecuali dipengaruhi oleh sifat dari induk bantuannya juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo 2002).

a) **Tekanan Tanah Lateral**

Menurut Hardiyatmo (2002), tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan akibat dorongan tanah dibelakang struktur penahan tanah. Besar

tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya.

Pada gambar 2.4 tanah dibatasi oleh turap yang dianggap tidak mempunyai volume, sangat kokoh, dan licin yang di pancang dalam tanah tak berkoheisi (Gambar 2.4.1a). Tanah di sebelah kiri dinding turap yang digali secara perlahan-lahan sehingga kondisi seperti pada (Gambar 2.4.1b). Besama-sama dengan itu, dikerjakan suatu gaya horisontal (P_h) yang memiliki besaran gaya yang sama dengan gaya horisontal tanah ke arah dinding sebelum di lakukan penggalian. Tekanan dari gaya horisontal (P_h) ini disebut tekanan tanah lateral saat diam (*lateral earth pressure at rest*), yaitu tekanan tanah ke arah lateral dengan tidak ada regangan yang terjadi dalam tanah. Nilai banding pada kedalam yang ditinjau antara tekanan horisontal dan vertikal sebut sebagai koefisien tekanan tanah saat diam (*coefficient of earth pressure at rest*) yang dinotasikan sebagai K_o .



Gambar 2.4 Tekanan tanah saat kondisi diam.
(Sumber Hardiyatmo 2002)

Menurut Hardiyatmo (2002) persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$K_0 = \frac{\sigma_h'}{z\gamma'} = \frac{\sigma_h'}{\sigma_v'} \dots\dots\dots (2. 1)$$

Dengan :

- σ_v' = Tegangan vertikal efektif (KN/m³)
- σ_h' = Tegangan horisontal efektif (KN/m³)
- z = Kedalaman dari muka tanah (m)
- γ' = Berat volume efektif (KN/m³)

c) Teori Renkine

Ditinjau suatu tanah tak berkohesi yang homogen dan isotropis yang terletak pada ruangan semi tak terhingga dengan permukaan horisontal, dan dinding penahan vertikal berupa dinding yang licin sempurna. 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 diuji dengan penerapan tekanan sel yang dikurangi, sedangkan 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. Gaya horisontal yang menyebabkan keruntuhan ini merupakan tekanan tanah aktif dan nilai banding tekanan horisontal dan vertikal pada kondisi ini, merupakan koefisien tekanan aktif (*coefficient of active*

pressure) atau K_a , seperti dinyatakan dalam persamaan (2.2) dengan melihat Gambar 2.5 (Hardiyatmo, 2002).

Menurut (Hardiyatmo, 2002) bila dinyatakan dalam persamaan umum dapat ditulis sebagai berikut :

$$K_a = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan $\sigma_v = z\gamma$

Dari lingkaran Mohr pada (Gambar 5) dapat di simpulkan bahwa :

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan $\sigma_v = \sigma_1 = z\gamma$ dan φ yang telah di ketahui, substitusi persamaan (2.2) ke persamaan (2.3) maka akan di peroleh :

$$\sigma_3 = \sigma_1 \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = z\gamma \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Karena $\sigma_3 = K_a z\gamma$, maka :

$$K_a = \frac{\sigma_3}{z\gamma} = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

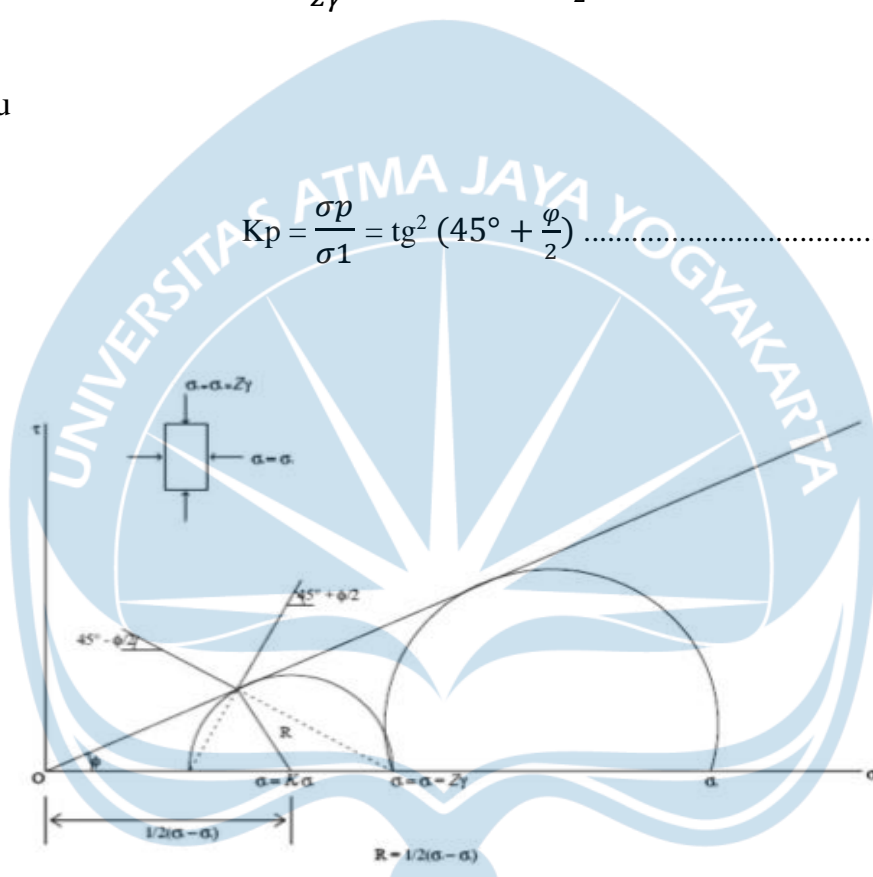
Menurut Hardiyatmo (2002) apabila suatu gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah tanah urug, tekanan tanah kondisi ini disebut tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*), sedangkan nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif (*coefficient of passive earth pressure*) yang dinotasikan dengan 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 di ketahui. Pada kondisi ini diperoleh persamaan :

$$\sigma_p = \frac{\sigma_3}{z\gamma} = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

atau

$$K_p = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.5 Tegangan Rankine dengan menggunakan lingkaran Mohr. (Sumber Hardiyatmo 2002)

Dari persamaan (2.5) dan persamaan (2.6), dapat dinyatakan sebagai berikut (hanya untuk tanah dengan permukaan horisontal) :

$$K_p = \frac{1}{k_a} \dots\dots\dots(2.7)$$

d) Tekanan Tanah Lateral pada Dinding dengan permukaan Horizontal

Pada gambar (Gambar 2.6) menunjukkan dinding penahan tanah dengan tanah urug tidak berkohesi ($c = 0$), dengan berat volume (γ) dan sudut gesek dalam (ϕ), dan tidak terdapat air tanah. Untuk kedudukan aktif Rankine, tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah (p_a) pada sembarang kedalaman dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P_a = z\gamma K_a ; \text{ untuk tanah tidak berkohesi } (c = 0) \dots\dots\dots(2.8)$$

Tekanan tanah aktif total (P_a) untuk dinding penahan tanah dengan tinggi H sama dengan luas diagram tekanannya (Gambar 2.6a), sebagai berikut :

$$P_a = \frac{1}{2} H^2\gamma K_a \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

- P_a = Tekanan tanah aktif (KN/m)
- γ = Berat volume tanah (KN/m³)
- K_a = Koefisien tanah aktif
- H = Tinggi dinding penahan tanah (m)

Distribusi tekanan tanah lateral terhadap dinding penahan tanah untuk kedudukan pasif Rankine, ditunjukkan pada (Gambar 2.6b). Tekanan tanah pasif pada sembarang kedalaman dinding penahan tanah (p_p), dinyatakan sebagai berikut :

$$P_p = z\gamma K_p ; \text{ untuk tanah tidak berkohesi } (c = 0) \dots\dots\dots(2.10)$$

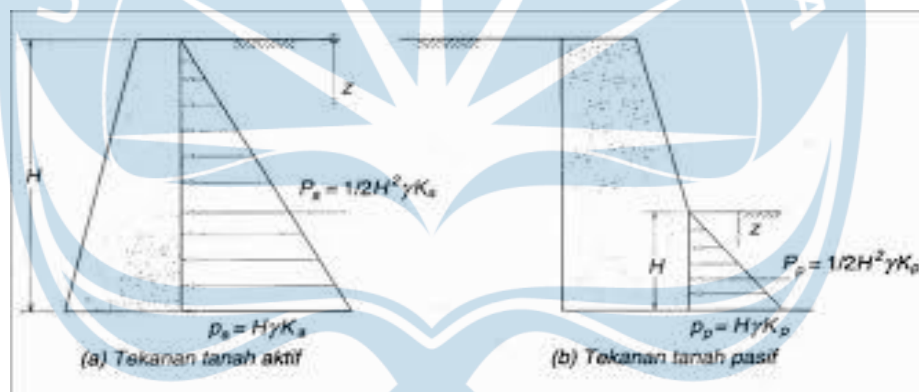
Tekanan tanah pasif pada dasar dinding penahan tanah : $P_p = H\gamma K_p$

Tekanan tanah pasif (P_p) adalah luas diagram tekanan tanah pasifnya, dinyatakan dalam persamaan (2.10).

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_p \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

- P_p = Tekanan tanah pasif (KN/m)
- γ = Berat volume tanah (KN/m³)
- K_p = Koefisien tekanan tanah pasif
- H = Tinggi dinding penahan tanah (m)

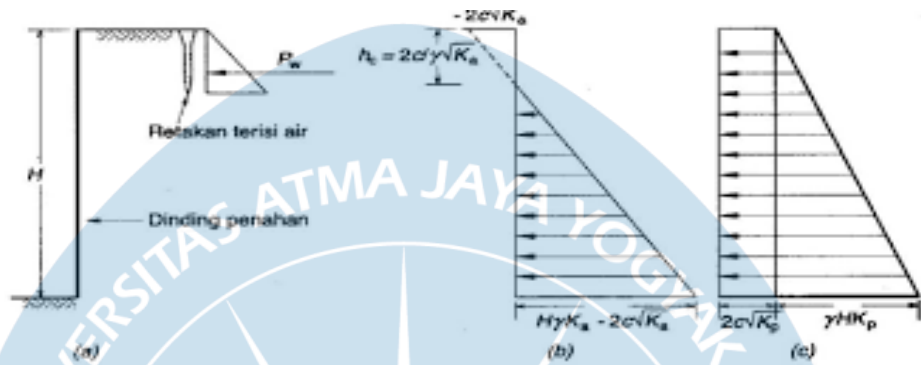


Gambar 2.6 Distribusi Tekanan Tanah Untuk Permukaan Horisontal
 (a) Tekanan tanah aktif Rankine
 (b) Tekanan tanah pasif Rankine
 (Sumber Hardiyatmo 2002)

e) Tekanan Tanah Lateral untuk Tanah Kohesif

Kondisi tanah urugan kembali merupakan tanah yang berupa tanah kohesif seperti tanah lempung, besarnya tekanan tanah aktif menjadi berkurang. (Bell, 1915) mengusulkan suatu penyelesaian hitungan tekanan tanah lateral pada dinding penahan dengan tanah urugan kembali untuk tanah berlempung, seperti

ditunjukkan dalam Gambar 2.7. Hitungan didasarkan pada persamaan Rankine dan Coulomb dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi tegangan pada lingkaran Mohr.



Gambar 2.7 Galian pada tanah kohesi
 (a) Pengaruh retakan yang terisi air (b) Diagram tekanan aktif (c) Diagram tekanan pasif
 (Sumber: Hardiyatmo (2002))

Menurut Hardiyatmo (2002), dengan menggunakan lingkaran Mohr dapat diperoleh persamaan untuk tekanan tanah arah horisontal $\sigma_h = P_a$ (tekanan aktif) sebagai berikut :

$$P_a = \gamma z \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi / 2) - 2c \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi / 2) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan melihat persamaan (2.11), terdapat kemungkinan bahwa galian tanah pada tanah

kohesif dapat dibuat dengan tebing galian yang vertikal. Di permukaan tanah atau $z = 0$, maka dapat dinyatakan persamaan sebagai berikut:

$$P_a = -2c \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi / 2) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$= -2c\sqrt{K_a} \dots\dots\dots (2.14)$$

Nilai negatif memberi pengertian bahwa adanya gaya tarik yang bekerja, dimulai dari kedalaman tertentu (hc) dari permukaan tanah seperti (Gambar 7b). Kedalaman dimana $P_a = 0$, akan memberikan kedalaman retakan pada tanah urugan akibat gaya tarik, seperti dinyatakan dalam persamaan (2.14) (Hardiyatmo, 2002).

$$hc = \frac{2C}{\gamma\sqrt{K_a}} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$h = H - hc \dots\dots\dots (2.16)$$

Karena tanah mengalami tarikan sampai kedalaman hc dari permukaan, maka pada galian tanah berkohesif, sering terlihat adanya retakan disepanjang galian.

Untuk tekanan tanah pasif dapat dinyatakan :

$$P_p = \gamma z \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \varphi / 2) + 2c \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi / 2) \dots\dots (2.17)$$

Dipermukaan tanah dimana $z = 0$, dinyatakan :

$$P_p = 2c \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi / 2) \dots\dots\dots (2.18)$$

$$= 2c\sqrt{K_p} \dots\dots\dots (2.19)$$

Kondisi retakan tanah yang terisi oleh air hujan dapat mengurangi kohesi dan juga dapat menambah tekanan lateral akibat tekanan hidrostatik. Faktor lingkungan dapat mengurangi nilai kohesi dari tanah lempung, sehingga mengurangi tinggi hc .

Besarnya tekanan tanah aktif dan pasif pada dinding penahan tanah setinggi (H), dengan tanah urug yang berupa tanah kohesif dinyatakan sebagai berikut :

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_a - 2cH\sqrt{K_a} \dots\dots\dots (2.20a)$$

$$P_p = \frac{1}{2} H^2 \gamma K_p + 2cH\sqrt{K_p} \dots\dots\dots (2.20b)$$

dengan:

- P_a = Tekanan tanah aktif (kN/m)
- P_p = Tekanan tanah pasif (kN/m)
- c = Kohesi tanah (kN/m²)
- H = Tinggi dinding penahan tanah (m)
- γ = Berat volume tanah (kN/m³)

3. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

a) Stabilitas Terhadap Geser

Akibat gaya-gaya lateral seperti tekanan tanah aktif (P_a) yang bekerja, maka dinding penahan tanah dapat bergeser. Gaya-gaya lateral (P_a) tersebut akan mendapatkan perlawanan dari tekanan tanah Pasif (P_p) dan gaya gesek antara dasar dinding dan tanah.

Rumus yang digunakan:

$$SF = \frac{\Sigma V_b}{\Sigma V_o} \geq 1.5 \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\Sigma V_b = F \times \Sigma W + P_p \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan:

- SF = Faktor keamanan.
- ΣV_b = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN).
- ΣV_o = Jumlah tekanan gaya horisontal (kN).

ΣW = Jumlah gaya berat sendiri dinding penahan tanah (kN).

F = Koefisien gesekan.

Faktor aman terhadap penggeseran dasar fondasi minimum diambil 1,5. (Bowles 1997) menyarankan :

$SF \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler.

$SF \geq 2$ untuk tanah kohesif.

Tabel 2.1 Nilai-nilai perkiraan untuk koefisien gesekan
(KP-02 perencanaan bendung, 1986)

Bahan	F
Pasangan batu pada pasangan batu	0,60 – 0,75
Batu keras berkualitas baik	0,75
Kerikil	0,50
Pasir	0,40
Lempung	0,30

(Sumber Robydiansah 2012)

Dari table diatas, pada penelitian ini nilai koefisien gesekan (F) yang digunakan sebesar 0,60 diambil nilai terkecil, karena pada penelitian ini struktur dinding penahan tanah menggunakan pasangan batu.

b) Stabilitas Terhadap Guling

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 penahandan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.

Faktor aman terhadap penggulingan (SF) dirumuskan:

$$SF = \frac{\Sigma Mb}{\Sigma Mo} \geq 2 \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

Dengan:

ΣMb = momen melawan terhadap guling (kNm).

ΣMo = momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm).

Faktor aman terhadap penggulingan bergantung pada jenis tanah, yaitu:

$SF \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler.

$SF \geq 2$ untuk tana kohesif.

4. Kapasitas Daya Dukung Tanah

Menurut Hardiyatmo (2002), apabila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban berangsur-angsur bertambah maka, penurunan juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat terjadi kondisi dimana pada beban tetap, pondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan kapasitas daya dukung tanah telah terjadi. Tekanan kontak pada tanah dasar pondasi > tegangan ijin tanah. Tegangan ijin tanah = kapasitas dukung ultimit dibagi faktor aman F ($F \geq 3$).

a) Kapasitas Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi

Analisis keruntuhan kapasitas dukung dilakukan dengan menganggap bahwa tanah sebagai bahan bersifat plastis. Teori daya dukung persamaan Terzaghi telah sangat luas digunakan, karena persamaan yang dikemukakan oleh Terzaghi merupakan usulan yang pertama dan cukup konservatif, sehingga

didapatkan sebuah sejarah pemakaian yang berhasil. Analisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal menurut Terzaghi adalah sebagai berikut:

$$F_s = \frac{q_{net}}{q_{max}} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$q_{max} = \Sigma W/B (1+6e/B) \dots\dots\dots (2.25)$$

$$e = (B/2) - ((\Sigma Mb - M_o) / \Sigma W) \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan:

e = Eksentrisitas

ΣW = Jumlah gaya berat sendiri dinding penahan tanah (kN).

B = Lebar pondasi (m)

$$q_{net} = cN_c + D_f \gamma (N_q - 1) + 0,5 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots (2.27)$$

Dengan :

c = Kohesi

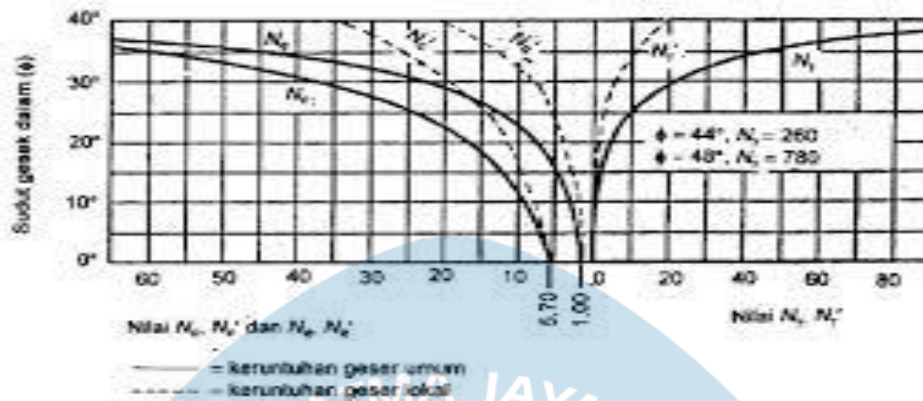
D_f = Kedalaman pondasi (m)

γ = Berat volume tanah (KN/m³)

B = Lebar pondasi (m)

N_γ, N_c, N_q = Faktor kapasitas dukung tanah (fungsi ϕ)

Nilai-nilai dari N_γ, N_c, N_q dalam bentuk grafik yang di berikan Terzhagi dapat dilihat pada (Gambar 8), sedangkan nilai-nilai numeriknya ditunjukkan pada (Tabel 2).



Gambar 2.8 Hubungan ϕ dan N_γ , N_c , N_q
(Sumber Terzhagi 1943)

Tabel 2.2 Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzhagi

ϕ (°)	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c^*	N_q^*	N_γ^*
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	00,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,8	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

(Sumber Hardiyatmo 2002)

Selain menggunakan tabel, nilai – nilai faktor daya dukung juga dapat di hitung menggunakan rumus dari Terzhagi dan Hansen.

Pada penelitian ini, untuk menghitung nilai faktor daya dukung N_q , N_c menggunakan rumus dari Terzhagi dalam (Bowles 1988), yaitu :

$$Nq = \frac{e^{\frac{270-\phi}{180} \pi \tan \phi}}{2 \cos^2 (45-\frac{\phi}{2})} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi \dots\dots\dots(2.29)$$

Dan untuk nilai faktor daya dukung $N\gamma$ menggunakan rumus dari Hansen (Hansen 1970), yaitu :

$$N\gamma = 1,5 (Nq - 1) \tan \phi \dots\dots\dots(2.30)$$

5. Metode Optimasi Struktur

Optimasi adalah suatu cara untuk menghasilkan hasil yang paling optimum dalam kondisi tertentu. Hasil optimasi dapat berupa hasil maksimum atau minimum, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan luas penampang dinding penahan tanah yang minimum, dengan anggapan luas penampang yang minimum menghasilkan dinding penahan tanah yang ekonomis dengan menggunakan bantuan dari *software Microsoft Excel*.

Dalam optimasi ada beberapa besaran utama yaitu :

a) Variabel desain

Variabel desain merupakan besaran dalam desain suatu struktur yang nilainya berubah selama proses optimasi. Variabel desain merupakan besaran yang dicari dalam masalah optimasi, sedangkan besaran dalam desain suatu struktur yang nilainya tetap selama proses optimasi disebut parameter tetap. Pada penelitian ini variable desain adalah dimensi dinding penahan tanah.

b) Fungsi Tujuan (Object Function)

Tujuan dari optimasi antara lain mencari struktur yang paling ringan, paling murah, paling aman, dan lain – lain. Setelah tujuan optimasi ditentukan, maka perumusan matematisnya disusun dengan melibatkan parameter tetap dan variabel desain. Fungsi matematis ini disebut fungsi tujuan (*Object Fuction*). Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah mencari harga paling murah dengan meminimumkan volume dinding penahan tanah, dengan anggapan volume yang minimum menghasilkan harga yang minimum juga.

c) Fungsi Kendala (Constraints)

Fungsi kendala merupakan fungsi yang memberikan suatu batasan daerah layak dan tidak layak. Pada penelitian ini fungsi kendalanya adalah stabilitas dinding penahan tanah dan batasan dimensi dinding penahan tanah.

6. Analisis Keandalan Struktur

a) Keandalan

Keandalan (*Reliability*) dapat didefinisikan sebagai probabilitas sistem akan memiliki kinerja sesuai fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu (Ebeling 1997).

Dalam (Duncan 2000) persamaan yang dapat digunakan untuk mencari nilai keandalan (*Reliability*) sebagai berikut :

$$\beta LN = \frac{\ln\left(\frac{FS}{\sqrt{1+COV FS^2}}\right)}{\sqrt{\ln(1+COV FS^2)}} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

βLN	= Indeks keandalan.
COV Fs	= Koefisien variasi angka aman.
Fs	= Angka aman.

Indeks keandalan (β) adalah suatu indikator keandalan yang dinyatakan dalam suatu besaran probabilitas.

b) Probabilitas Kegagalan (Probability Of Failure)

Probabilitas (*Probability*) adalah suatu nilai untuk mengukur tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang akan terjadi di masa mendatang yang hasilnya tidak pasti. Pada penelitian ini peneliti melakukan analisis pada dinding penahan tanah untuk mencari nilai kemungkinan terjadinya kegagalan pada dinding penahan tanah tersebut. Nilai probabilitas kegagalan pada dinding penahan tanah dinyatakan dalam persentase.

Dalam Duncan (2000), peristiwa yang probabilitasnya digambarkan sebagai probabilitas kegagalan tidak selalu merupakan kegagalan bencana.

Nilai probabilitas kegagalan dapat dihitung dengan dua cara berikut :

1. Menggunakan tabel fungsi distribusi normal kumulatif standar, yang dapat ditemukan di banyak buku teks tentang probabilitas dan keandalan.
2. Menggunakan fungsi *built-in* NORMSDIST dalam *Software Microsoft Excel*.