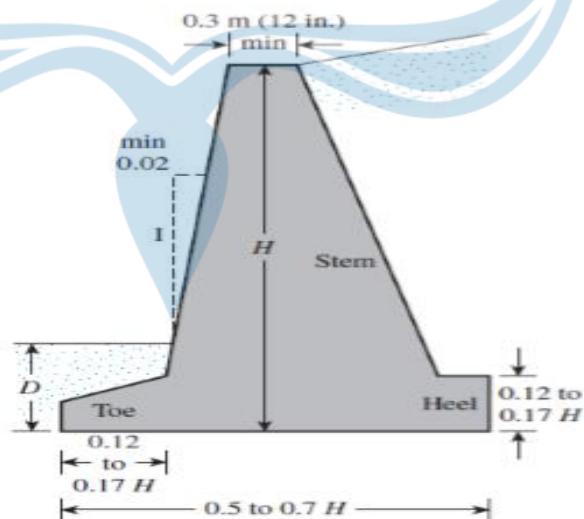


## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 1. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Gravity Wall)

Dinding gravitasi, adalah dinding penahan tanah yang terbuat dari beton tidak bertulang atau dari pasangan batu. Dinding tipe ini juga terkadang di berikan sedikit tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan dinding akibat perubahan temperatur. Dinding gravitasi dibangun dengan beton polos atau pasangan batu. Stabilitas dinding tipe ini bergantung pada beratnya sendiri dan tanah yang berada di atas dinding penahan tanah. Konstruksi tipe ini tidak ekonomis untuk dinding penahan tanah yang tinggi (Y. Madhoun 2016). Dalam perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi perlu diperhatikan hal-hal pada (Gambar).



Gambar 3.1 Dimensi perkiraan dinding penahan tanah tipe gravitasi (*gravity wall*) (Sumber Y.Madhoun 2016)

## 2. Teori Rankine

Teori (Rankine 1857) dalam (hardiyatmo 2006), dalam analisis tekanan tanah lateral dilakukan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- 1) Tanah dalam kedudukan keseimbangan plastis, yaitu sembarang elemen tanah dalam kondisi tepat akan runtuh.
- 2) Tanah urugan tidak berkoheisi ( $c=0$ ).
- 3) Gesekan antara dinding dan urugan diabaikan atau permukaan dinding dianggap licin sempurna ( $\delta=0$ ).

## 3. Stabilitas Terhadap Geser

Gaya aktif tanah ( $P_a$ ) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding penahan tanah akan bergeser. Gaya-gaya lateral ( $P_a$ ) tersebut akan mendapatkan perlawanan dari tekanan tanah Pasif ( $P_p$ ) dan gaya gesek antara dasar dinding dan tanah (Suryolelono,1994).

Rumus yang digunakan:

$$SF = \frac{\Sigma V_b}{\Sigma V_o} \geq 1.5 \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\Sigma V_b = F \times \Sigma W + P_p \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan:

- SF = Faktor keamanan.
- $\Sigma V_b$  = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN).
- $\Sigma V_o$  = Jumlah tekanan gaya horisontal (kN).
- $\Sigma W$  = 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

Tahanan tanah pasif oleh tanah yang berada di depan kaki dinding depan sering diabaikan dalam hitungan stabilitas (Robydiansah 2012).

#### 4. **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 penahanan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi (Robydiansah 2012).

Faktor aman terhadap penggulingan (SF) dirumuskan:

$$SF = \frac{\Sigma Mb}{\Sigma Mo} \geq 1.5 \dots\dots\dots (3.3)$$

Dengan:

$\Sigma Mb$  = momen melawan terhadap guling (kNm)

$\Sigma Mo$  = 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

#### 5. **Kapasitas Daya Dukung Tanah Teori Terzaghi**

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:

$$Q_{net} = cN_c + D_f \gamma (N_q - 1) + 0,5 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (3.4)$$

Dengan :

c = Kohesi

D<sub>f</sub> = Kedalaman pondasi (m)

γ = Berat volume tanah (KN/m<sup>3</sup>)

B = Lebar pondasi (m)

N<sub>γ</sub>, N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub> = Faktor kapasitas dukung tanah (fungsi φ)

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<sub>q</sub>, N<sub>c</sub> menggunakan rumus dari Terzhagi dalam (Bowles 1988), yaitu :

$$N_q = \frac{e^{\frac{270-\phi}{180} \pi \tan \phi}}{2 \cos^2 (45-\frac{\phi}{2})} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \dots \dots \dots (3.6)$$

Dan untuk nilai faktor daya dukung N<sub>γ</sub> menggunakan rumus dari Hansen (Hansen 1970), yaitu :

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi \dots \dots \dots (3.7)$$

## 6. 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 variabel 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.

7. **Analisis Keandalan Dengan Metode Taylor Series**

Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam analisis keandalan adalah metode Taylor Series. Metode Taylor Series adalah konsep reliabilitas yang dikemukakan oleh (Duncan 2000). Metode ini memberikan kerangka kerja yang berguna untuk analisis dimana ada ketidakpastian dalam parameter yang terlibat yang memungkinkan dilakukannya penilaian keandalan faktor keamanan dan perhitungan kemungkinan runtuh.

Berikut adalah langkah - langkah dalam menggunakan metode Taylor Series (Duncan 2000) :

1. Menghitung faktor aman dari dinding penahan tanah yang direncanakan menggunakan parameter tanah rata - rata.
2. Hitung standar deviasi dari parameter tanah yang terlibat dengan nilai *Coefficient Of Variation (COV)* yang telah ditentukan.
3. Hitung faktor keamanan dengan menggunakan setiap parameter yang telah ditambah standar deviasi dan kemudian dikurangi standar deviasi dari parameter tanah rata – rata, begitu juga dengan parameter – parameter yang lain. Nilai faktor aman yang didapat digunakan untuk menghitung standar deviasi( $\sigma$ ) faktor aman ( $F_s$ ) menggunakan persamaan berikut :

$$\sigma_{Fs} = \sqrt{\left(\frac{\Delta FS1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta FS2}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta FS3}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta FS4}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta FS5}{2}\right)^2 + \dots} \quad (3.8)$$

Dimana :

$\sigma_{Fs}$  = Standar deviasi faktor aman

$\Delta FS1 = (F_1^+ - F_1^-)$

FS1,FS2,FS3, dan seterusnya tergantung dengan banyaknya parameter yang terlibat dalam perhitungan dinding penahan tanah. Berikutnya setelah nilai standar deviasi dari faktor aman didapat, maka untuk *Coefficient Of Variation* faktor keamanan (COV Fs) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$COV_{Fs} = \frac{\sigma_{Fs}}{Fs} \quad \dots \quad (3.9)$$

Dimana :

COV Fs = *Coefficient Of Variation* faktor aman

$\sigma_{Fs}$  = Standar deviasi faktor aman

Fs = Faktor aman

4. Menentukan nilai *Probability Of Failure* (Pf) dengan cara menghitung *Reliability Index Lognormal* ( $\beta_{LN}$ ) menggunakan persamaan berikut :

$$\beta_{LN} = \frac{\ln\left(\frac{Fs}{\sqrt{1+COV_{Fs}^2}}\right)}{\sqrt{\ln(1+COV_{Fs}^2)}} \quad \dots \quad (3.10)$$

Dimana :

$\beta_{LN}$  = *Reliability Index Lognormal*

Fs = Angka aman

COV Fs = *Coefficient Of Variation* faktor aman

Hasil dari perhitungan *Reliability Index Lognormal* ( $\beta_{LN}$ ) diubah menjadi distribusi normal menggunakan fungsi bawaan NORMSDIST pada *Microsoft*

*Excel* untuk mendapatkan nilai *Probability Of Failure* (Pf) dengan persamaan sebagai berikut :

$$Pf = 1 - \text{NORMSDIST} \dots\dots\dots (3.11)$$

