

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Analisa Permasalahan

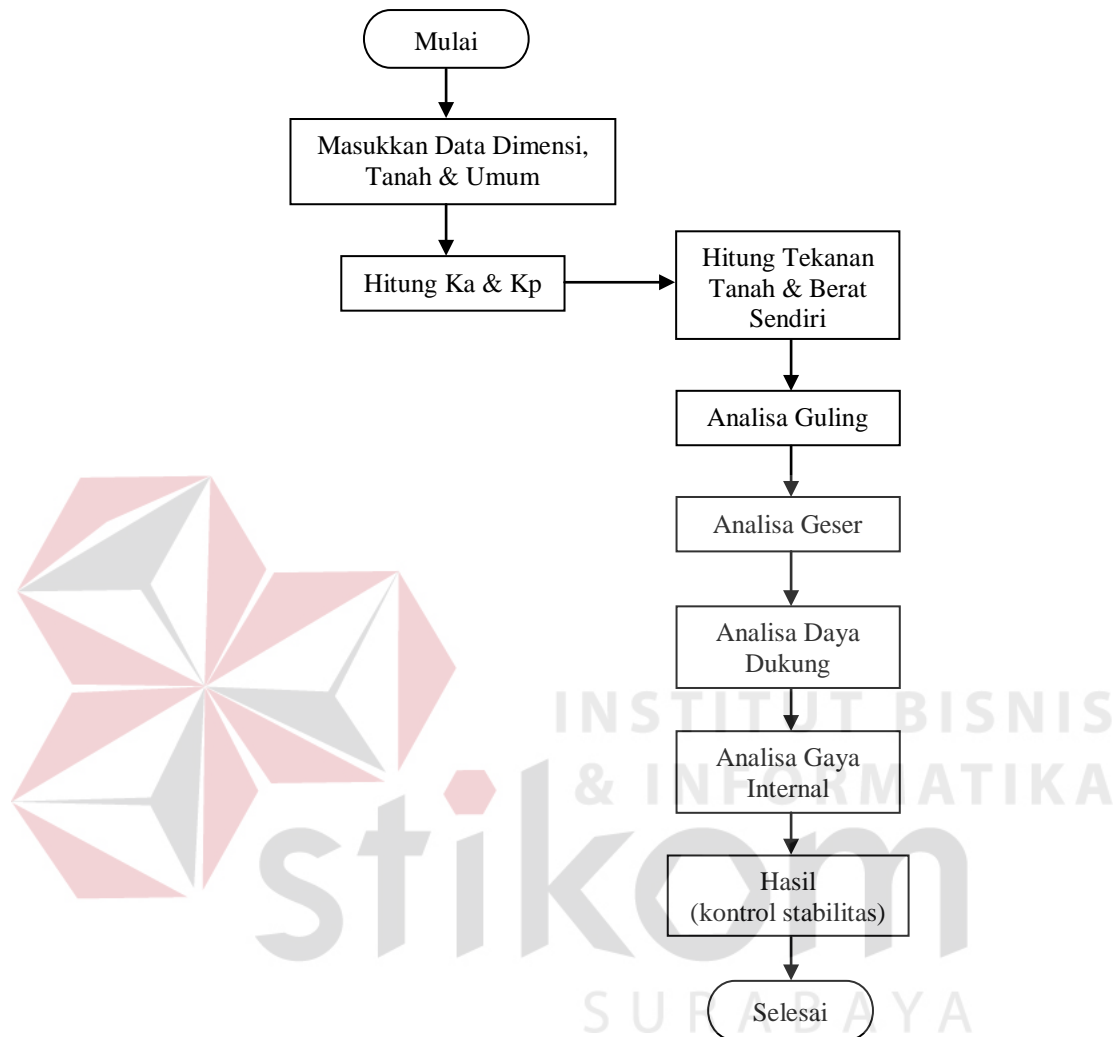
Sejak awal, perhitungan tingkat stabilitas retaining wall menunjukkan kebutuhan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada baik sarana dan prasarana untuk menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Retaining wall merupakan struktur bangunan yang digunakan untuk menahan tanah atau memberikan kestabilan tanah atau bahan lain yang memiliki beda ketinggian dan tidak memperbolehkan tanah memiliki kemiringan longsor lebih dari kemiringan alaminya.

Umumnya perhitungan dan analisa tingkat stabilitas retaining wall dilakukan berdasarkan metode coba-coba. Dalam perhitungan dan analisa tingkat stabilitas retaining wall, diperlukan ketelitian yang tinggi untuk menghasilkan tipe retaining wall yang akan digunakan secara tepat.

Dengan adanya beberapa tipe retaining wall yang dapat digunakan, maka masalah yang timbul bagi para praktisi adalah dalam melakukan perhitungan dan penganalisaan retaining wall, untuk menentukan tipe retaining wall yang sesuai kondisi di lapangan.

Penelitian ini tergolong dalam Pembuatan Perangkat Lunak (*Software Development*). Dalam penelitian ini digunakan *flowchart* atau diagram alir untuk menggambarkan jalannya proses dari awal sampai akhir. Pada Gambar 3.1, diagram alir tersebut melakukan proses perhitungan dan analisa tingkat stabilitas retaining wall, terdapat beberapa bagian sub proses, antara lain : menghitung  $K_a$

&  $K_p$ , menghitung tekanan tanah dan berat sendiri, analisa Guling, analisa Geser dan analisa Daya Dukung.

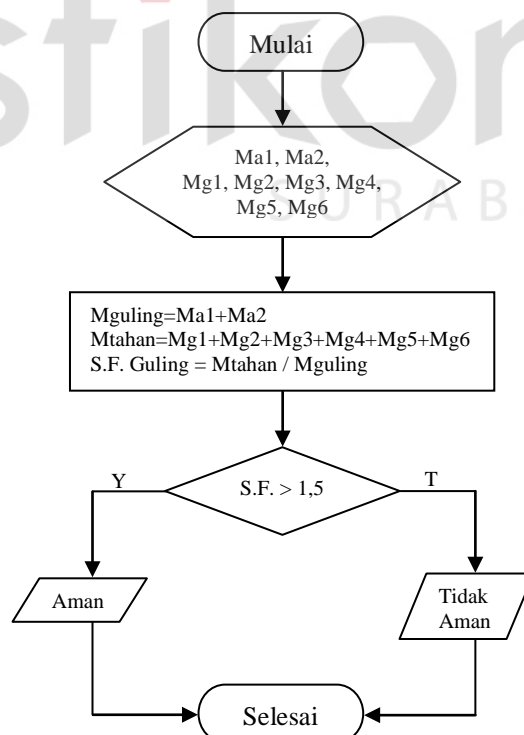


Gambar 3.1. Diagram Alir Keseluruhan Proses

*Flowchart* diatas merupakan bagan yang menjelaskan secara rinci langkah-langkah dari pola pikir program, yang digunakan sebagai acuan dalam mengimplementasikan program. Sehingga memudahkan untuk meneliti kekurangan dari program yang akan dibuat untuk dicari pemecahannya. Secara garis besar untuk langkah-langkah pembuatan program, analisisnya dapat dilihat seperti dalam diagram alir (*flowchart*) yang telah dibuat diatas, yakni :

- Memasukkan Data Umum
- Mendimensi Penampang (memasukkan data dimensi)
- Menghitung tekanan Tanah Lateral
- Menghitung Beban
- Menghitung Stabilitas Guling
- Menghitung Stabilitas Geser
- Menganalisis Eksentrisitas dan Daya Dukung
- Menganalisis Stabilitas Konstruksi Badan Terhadap Gaya Internal

. Pada analisa guling, kita melakukan perhitungan untuk menganalisa keamanan konstruksi terhadap bahaya guling. Untuk menganalisa memerlukan data momen guling akibat gaya aktif dan momen perlawanan akibat berat sendiri, lalu menghitung momen-momen diatas untuk menganalisis faktor guling. Proses ini dapat digambarkan pada diagram alir di bawah ini :

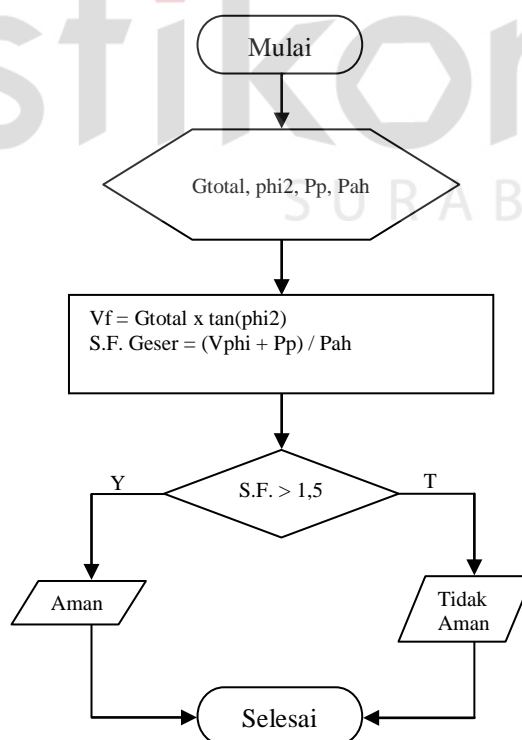


Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Analisa Stabilitas Guling

Langkah-langkah untuk menganalisa stabilitas guling seperti pada Gambar 3.2., yaitu :

- Masukkan data momen guling akibat gaya aktif ( $M_{a1}, M_{a2}$ ) dan momen perlawanan akibat berat sendiri ( $M_{g1}, M_{g2}, M_{g3}, M_{g4}, M_{g5}, M_{g6}$ ).
- Hitung momen guling ( $M_{guling}$ ) dan momen tahan ( $M_{tahan}$ ) kemudian hitung faktor guling (S.F. guling).
- Analisa hasil faktor guling, jika faktor guling lebih besar dari *Stability Factor* (S.F = 1,5) maka analisa stabilitas gaya guling dinyatakan AMAN dan jika sebaliknya, analisa stabilitas gaya guling dinyatakan TIDAK AMAN

Pada analisa geser, kita melakukan perhitungan untuk menganalisa keamanan konstruksi terhadap bahaya geser. Untuk menganalisa memerlukan data beban total konstruksi, derajat kemiringan serta tekanan tanah aktif dan pasif. Proses ini dapat digambarkan pada diagram alir di bawah ini

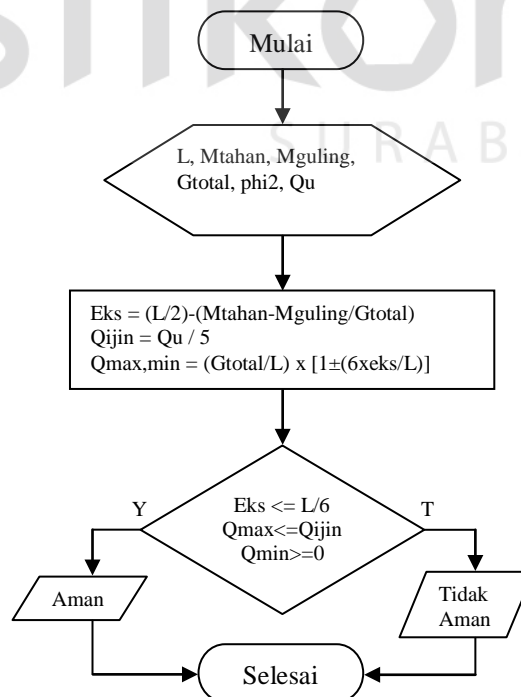


Gambar 3.3. Diagram Alir Proses Analisa Stabilitas Geser

Langkah-langkah untuk menganalisa stabilitas geser seperti pada Gambar 3.3, yaitu:

- Masukkan data data beban total konstruksi ( $G_{total}$ ), derajat kemiringan ( $\phi^2$ ) serta tekanan tanah aktif dan pasif ( $P_{ah}, P_p$ ).
- Hitung gaya geser akibat total gaya normal vertikal ( $V_f$ ) kemudian hitung faktor geser (S.F. geser).
- Analisa hasil faktor geser, jika faktor geser lebih besar dari Stability Factor (S.F = 1,5) maka analisa stabilitas gaya geser dinyatakan AMAN dan jika sebaliknya, analisa stabilitas gaya geser dinyatakan TIDAK AMAN.

Pada analisa daya dukung, kita melakukan perhitungan untuk menganalisa keamanan konstruksi terhadap daya dukung tanah. Untuk menganalisa memerlukan data luas penampang pondasi, momen guling dan momen perlawanan, beban total konstruksi, derajat kemiringan dan besar daya dukung tanah. Proses ini dapat digambarkan pada diagram alir di bawah ini

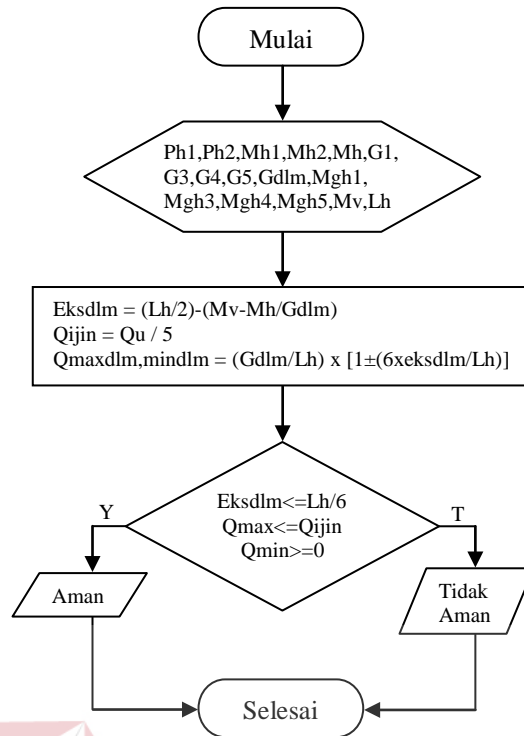


Gambar 3.4. Diagram Alir Proses Analisa Stabilitas Daya Dukung

Secara garis besar langkah-langkah untuk menganalisa stabilitas daya dukung seperti pada gambar 3.4, yaitu :

- Masukkan data luas penampang pondasi ( $L$ ), momen guling ( $M_{guling}$ ) dan momen perlawanan ( $M_{tahan}$ ), beban total konstruksi ( $G_{total}$ ), derajat kemiringan ( $\phi^2$ ) dan besar daya dukung tanah ( $Q_u$ ).
- Hitung nilai eksentrisitas ( $eks$ ), daya dukung tanah yang diijinkan ( $Q_{ijin}$ ) serta daya dukung tanah maksimal dan minimal ( $Q_{max,min}$ ).
- Menganalisa daya dukung, jika  $0 \leq Q_{max} \leq Q_{ijin}(=Q_u/5)$  dan  $0 \leq Q_{min} \leq Q_{ijin}(=Q_u/5)$  maka analisa stabilitas terhadap daya dukung tanah dinyatakan AMAN, dan jika  $Q_{max} < 0$  atau  $Q_{max} > Q_{ijin}(=Q_u/5)$  dan  $Q_{max} < 0$  atau  $Q_{max} > Q_{ijin}(=Q_u/5)$  maka analisa stabilitas terhadap daya dukung tanah dinyatakan TIDAK AMAN.

Pada analisa gaya internal, kita melakukan perhitungan untuk menganalisa stabilitas konstruksi terhadap gaya-gaya internal terutama pada segmen badan dinding yaitu pada segmen sambungan antara badan dinding penahan dengan kaki pondasi dinding penahan. Untuk menganalisa memerlukan data tekanan tanah aktif, momen akibat gaya tekanan tanah aktif, beban konstruksi dan momen beban. Proses ini dapat digambarkan pada diagram alir di bawah ini



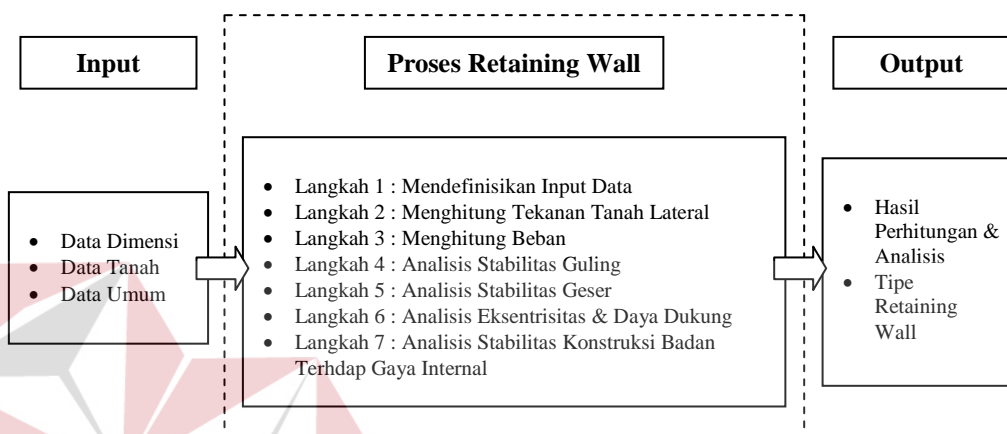
Gambar 3.5. Diagram Alir Proses Analisa Stabilitas Gaya Internal

Secara garis besar langkah-langkah untuk menganalisa stabilitas daya dukung seperti pada gambar 3.5, yaitu :

- Masukkan data data tekanan tanah aktif ( $Ph1, Ph2$ ), momen akibat gaya tekanan tanah aktif ( $Mh, Mh1, Mh2$ ), beban konstruksi ( $G1, G3, G4, G5, Gdlm$ ) dan momen beban ( $Mgh1, Mgh3, Mgh4, Mgh5, Mv$ ) serta lebar pondasi ( $Lh$ )
- Hitung nilai eksentrisitas dalam ( $Eksdlm$ ), daya dukung tanah yang diijinkan ( $Qijin$ ) serta daya dukung tanah maksimal dalam dan minimal dalam ( $Qmaxdlm, mindlm$ ).
- Menganalisa stabilitas gaya internal, jika  $eksdlm \leq (Lh/6)$  dan  $0 \leq Qmaxdlm \leq Qijin (= Qu/5)$  dan  $0 \leq Qmindlm \leq Qijin (= Qu/5)$  maka analisa stabilitas terhadap gaya internal dinyatakan AMAN, dan jika  $eksdlm > (Lh/6)$   $Qmax < 0$  atau  $Qmax > Qijin (= Qu/5)$  dan  $Qmax < 0$  atau  $Qmax > Qijin (= Qu/5)$  maka analisa stabilitas terhadap gaya internal dinyatakan TIDAK AMAN.

### 3.2. Data Blok Diagram

Data blok diagram merupakan suatu bagan yang menggambarkan keseluruhan program secara global. Data blok diagram terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : Input, Proses dan Output. Dimana ketiga bagian tersebut merupakan satu kesatuan dari sistem yang akan dibuat.



Gambar 3.6. Data blok diagram proses perhitungan & analisa retaining wall

### 3.3. Model Perhitungan dan Analisa Retaining Wall

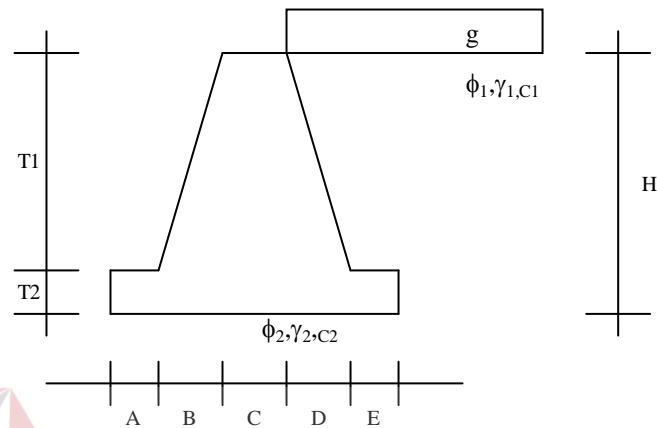
Dalam melakukan analisa, penulis melakukan langkah-langkah seperti yang tertera pada blok diagram pada gambar 3.2. Berdasarkan gambar 3.2., maka terdapat 7 langkah proses analisa, yaitu :

1. Mendefinisikan input data
2. Menghitung Tekanan Tanah Lateral
3. Menghitung Beban
4. Analisis Stabilitas Guling
5. Analisis Stabilitas Geser
6. Analisis Eksentrisitas dan Daya Dukung
7. Analisis Stabilitas Konstruksi Badan Terhadap Gaya Internal



### 3.3.1. Masukkan data dimensi, data tanah dan data umum

Misalkan disini yang akan kita hitung dan analisa adalah retaining wall bentuk I (satu). Berikut ini adalah data data yang diperlukan.



Gambar 3.7. Retaining Wall Bentuk I

#### Data Dimensi

Lebar Dimensi A	= 0,1 m
Lebar Dimensi B	= 0,1 m
Lebar Dimensi C	= 0,3 m
Lebar Dimensi D	= 0,1 m
Lebar Dimensi E	= 0,1 m
Lebar Pondasi	= 0,7 m
Tinggi Badan/Stem (T1)	= 1 m
Tinggi Pondasi/Footing (T2)	= 0,3 m
Tinggi Retaining Wall	= 1,3 m

#### Data Tanah

Sudut Geser Dalam Timbunan ( $\Phi_1$ )	= 35 derajat
Berat Jenis Tanah Timbunan ( $\gamma_1$ )	= 1,7 t/m <sup>3</sup>
Kohesi Tanah Timbunan (c1)	= 0 t/m <sup>2</sup>
Sudut Geser Dalam Tanah Timbunan ( $\Phi_2$ )	= 35 derajat
Berat Jenis Tanah Pondasi ( $\gamma_2$ )	= 1,7 t/m <sup>3</sup>
Kohesi Tanah Pondasi (c2)	= 0 t/m <sup>2</sup>

### Data Umum

Beban Merata ( $q$ )	$= 0 \text{ t/m}^2$
Berat Jenis Bahan ( $\gamma_{\text{pas}}$ )	$= 1,89 \text{ t/m}^3$ (pas batu kali)

### 3.3.2. Menghitung tekanan tanah lateral

Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu saat massa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Bowless, 1988). Sehingga nilai tekanan tanah lateral yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan agar tanah terhindar dari keruntuhan. Untuk merancang suatu konstruksi retaining wall diperlukan analisis mengenai tekanan tanah lateral dimana tekanan tanah lateral itu sendiri adalah gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah dibelakang struktur penahan tanah. Data-data pada langkah pertama, dapat dihitung tekanan tanah lateral sebagai berikut :

- Menghitung  $K_a$  dan  $K_p$ .

$K_a$  = koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \Phi_1/2) = \tan^2(45 - 35/2) = 0,271$$

$K_p$  = koefisien tekanan tanah pasif

$$K_p = \tan^2(45 + \Phi_2/2) = \tan^2(45 + 35/2) = 3,68$$

### 3.3.3. Menghitung gaya dan beban yang bekerja.

Dalam perhitungan retaining wall dengan jenis gravity wall, kestabilan dari konstruksi jenis sangat tergantung pada beban sendiri. Perhitungan pembebanan bertujuan untuk mencari berat sendiri dari konstruksi merupakan perhitungan yang sangat vital.

- Akibat Gaya Berat.

$$G1 = C \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,3 \times 1 \times 1,89 = 0,567 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G2 = L \times T2 \times \gamma_{pas} = 0,7 \times 0,3 \times 1,89 = 0,397 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G3 = D/2 \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,89 = 0,095 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G4 = D/2 \times T1 \times \gamma_1 = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,7 = 0,085 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G5 = B/2 \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,89 = 0,095 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G6 = E \times T1 \times \gamma_1 = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,7 = 0,17 \text{ ton per pias 1m}$$

$$\mathbf{Gtotal} = G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + G6$$

$$= 0,567+0,397+0,095+0,085+0,095+0,17 = 1,408 \text{ ton per pias 1m}$$

- Tekanan Tanah Aktif dan Pasif.

$$\begin{aligned} Pa1 &= H \times \gamma_1 \times Ka \times H/2 = 1,3 \times 1,7 \times 0,271 \times 1,3 / 2 \\ &= 0,389 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa2 &= q \times Ka \times H = 0 \times 0,271 \times 1,3 \\ &= 0 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pp &= T2 \times \gamma_1 \times Kp \times T2/2 = 0,3 \times 1,7 \times 3,68 \times 0,3 / 2 \\ &= 0,282 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Pah} &= Pa1 + Pa2 = 0,389 + 0 \\ &= 0,389 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

- Menghitung Besar Momen Terhadap Pelat Ujung.

$$\begin{aligned} Ma1 &= Pa1 \times H/3 = 0,389 \times 1,3 / 2 \\ &= 0,168 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ma2 &= Pa2 \times H/2 = 0 \times 1,3 / 2 \\ &= 0 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mp &= Pp \times T2/3 = 0,282 \times 0,3 / 2 \\ &= 0,028 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mg1 &= G1 \times (A+B+(C/2)) = 0,567 \times (0,1 + 0,1 + (0,3/2)) \\ &= 0,198 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mg_2 &= G_2 \times (L/2) &&= 0,397 \times (0,7 / 2) \\
 &= 0,139 \text{ tm per pias 1m} \\
 Mg_3 &= G_3 \times (A+B+C+(D/2)) &&= 0,095 \times (0,1 + 0,1 + 0,3 + (0,1/2)) \\
 &= 0,050 \text{ tm per pias 1m} \\
 Mg_4 &= G_4 \times (A+B+C+(2D/3)) &&= 0,085 \times (0,1 + 0,1 + 0,3 + (2 \times 0,1/3)) \\
 &= 0,048 \text{ tm per pias 1m} \\
 Mg_5 &= G_5 \times (A+(2B/3)) &&= 0,095 \times (0,1 + (2 \times 0,1 / 3)) \\
 &= 0,016 \text{ tm per pias 1m} \\
 Mg_6 &= G_6 \times (A+B+C+D+(E/2)) &&= 0,17 \times (0,1 + 0,1 + 0,3 + 0,1 + (0,1/2)) \\
 &= 0,050 \text{ tm per pias 1m}
 \end{aligned}$$

#### 3.3.4. Menganalisis stabilitas gaya guling.

Dalam kasus gravity wall seperti yang dimiliki, titik guling tersebut dianggap terletak pada ujung pondasi (toe) dan gaya-gaya yang menyebabkan konstruksi terguling adalah tekanan tanah aktif, sedang gaya-gaya yang memberikan stabilitas terhadap guling pada konstruksi gravity wall adalah berat sendiri dan tekanan tanah pasif (bila dapat diandalkan).

$$Mg_{\text{guling}} = Ma_1 + Ma_2 = 0,168 + 0 = 0,168 \text{ tm per pias 1m}$$

$$Mt_{\text{tahan}} = Mg_1 + Mg_2 + Mg_3 + Mg_4 + Mg_5 + Mg_6$$

$$= 0,198 + 0,139 + 0,050 + 0,048 + 0,016 + 0,050 = 0,590 \text{ tm per pias 1m}$$

$$S.F. \text{ thd guling} = \frac{Mt_{\text{tahan}}}{Mg_{\text{guling}}} = \frac{0,590}{0,168} = 3,5$$

- S.F. > 1,5 → **AMAN**

Dimana tegangan guling yang diijinkan (S.F.) adalah 1,5 untuk jenis tanah non kohesif (misal tanah pasir) dan 2 untuk jenis tanah kohesif (misal tanah lempung). Dalam perhitungan kasar, lebih baik jika menggunakan teori gaya perlawanan dengan anggapan tanah dasar pondasi adalah tanah non kohesif, karena selain

lebih aman juga dikarenakan kadar kohesi suatu tanah tidak dapat diprediksi secara pasti untuk waktu yang lama (kohesi suatu tanah sangat dipengaruhi kadar air, kelembapan dan beberapa faktor luar lain). Dari perhitungan diatas kita dapatkan hasil AMAN karena nilai dari *stability factor* (S.F. = 3,5) adalah lebih besar dari tegangan guling yang diijinkan (1,5).

### 3.3.5. Menganalisis stabilitas gaya geser

Peristiwa bergesernya dinding penahan (retaining wall) akan terjadi bila tekanan tanah aktif yang menimbulkan gaya dorong horisontal lebih besar daripada gaya perlawanan untuk menahan gaya horisontal tersebut.

$$V_f = G_{total} \times \tan(\Phi_2) = 1,408 \times \tan(35^\circ) = 0,985 \text{ tm per pias 1m}$$

$$S.F. \text{ thd geser} = \frac{V_\phi + P_p}{P_{ah}} = \frac{0,985 + 0,282}{0,389} = 3,258$$

- S.F. > 1,5 → AMAN

Dalam perhitungan kasar, lebih baik jika menggunakan teori gaya perlawanan dengan anggapan tanah dasar pondasi adalah tanah non kohesif, karena selain lebih aman juga dikarenakan kadar kohesi suatu tanah tidak dapat diprediksi secara pasti untuk waktu yang lama (kohesi suatu tanah sangat dipengaruhi kadar air, kelembapan dan beberapa faktor luar lain). Karena itu tegangan geser yang diijinkan adalah 1,5 (tegangan geser minimum untuk tanah non kohesif). Dari perhitungan diatas kita dapatkan hasil AMAN karena nilai dari *stability factor* (S.F. =3,258) adalah lebih besar dari tegangan guling yang diijinkan (1,5).

### 3.3.6 Menganalisis eksentrisitas dan daya dukung.

Besarnya daya dukung tanah izin berbeda-beda, tergantung jenis tanah dasar pondasi.

- Menghitung Eksentrisitas.

$$\text{Eks} = \frac{L}{2} - \frac{M_{\text{tahan}} - M_{\text{guling}}}{G_{\text{total}}} = \frac{0,7}{2} - \frac{0,59 - 0,168}{1,408} = 0,05 \text{ m}$$

$$0,05 \text{ m} < L/6 (=0,1166 \text{ m}) \rightarrow \text{AMAN}$$

Bila terjadi tegangan tidak sejenis (eksentrisitas dalam > seperenam lebar badan dinding) pada segmen sambungan antara badan dinding penahan dengan kaki pondasi dinding penahan, maka mengakibatkan pecahnya konstruksi badan sehingga badan dinding akan runtuh/terpisah dari kaki pondasi. Karena nilai eks (= 0,05) diatas lebih kecil dari L/6 (=0,1166), maka kita dapatkan hasil AMAN.

- Menghitung Daya Dukung.

Besarnya daya dukung tanah.

$$N_q = \frac{[e^{\pi(0,75 - \Phi_2/360)\tan \Phi_2}]^2}{2 \cos^2(45 + \Phi_2/2)} = 41,44$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \Phi_2} = \frac{41,44}{0,7002} = 57,75$$

$$N_\gamma = \frac{-2(N_q + 1) \tan \Phi_2}{1 + (0,4x \sin(4\Phi_2))} = \frac{59,4336}{1,2571} = 47,82$$

$$\begin{aligned} Q_u &= [c_2 \times N_c] + [\gamma_2 \times T_2 \times (N_q - 1)] + [\frac{1}{2} \times \gamma_2 \times L \times N_\gamma] \\ &= [0 \times 57,75] + [1,7 \times 0,3 \times (41,44 - 1)] + [\frac{1}{2} \times 1,7 \times 0,7 \times 47,82] \\ &= 48,754 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

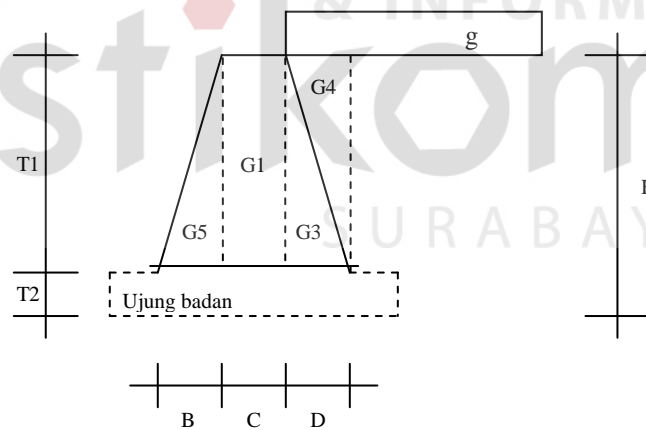
$$Q_{\text{ijin}} = Q_u / 5 = 48,754 / 5 = 9,751 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\max} &= [G_{\text{total}} / L] \times [1 + (6 \times \text{eks}/L)] \\
 &= [1,408 / 0,7] \times [1 + (6 \times 0,05/0,7)] \\
 &= 2,88 \leq Q_{\text{ijin}} \rightarrow \text{AMAN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\min} &= [G_{\text{total}} / L] \times [1 - (6 \times \text{eks}/L)] \\
 &= [1,408 / 0,7] \times [1 - (6 \times 0,05/0,7)] \\
 &= 1,143 \geq 0 \rightarrow \text{AMAN}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan stabilitas Daya Dukung, kita gunakan dua nilai yaitu  $Q_{\min}$  dan  $Q_{\max}$ . Kedua nilai tersebut dapat dikatakan AMAN bila kedua nilai tersebut harus memenuhi syarat, untuk  $Q_{\min}$  ( $=1,143$ ) lebih besar atau sama dengan nol ( $=0$ ) dan  $Q_{\max}$  ( $=2,88$ ) lebih kecil dari  $Q_{\text{ijin}}$  ( $=9,751$ ).

### 3.3.7. Menganalisis gaya internal pada konstruksi badan dinding



Gambar 3.8. Gaya Internal yang bekerja pada Retaining Wall

Selain gaya-gaya eksternal, konstruksi perlu juga ditinjau kestabilannya terhadap gaya-gaya internal terutama pada segmen penampang badan dinding. Untuk menghitung gaya internal yang bekerja pada sambungan badan dinding, hitung gaya-gaya yang bekerja pada penampang badan dinding penahan.

$$\begin{aligned} Ph1 &= \gamma_1 \times T_1 \times (T_1/2) \times Ka \\ &= 1,7 \times 1 \times (1/2) \times 0,271 = 0,23 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ph2 &= q \times T_1 \times Ka \\ &= 0 \times 1 \times 0,271 = 0 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mh1 &= Ph1 \times (T_1/3) \\ &= 0,23 \times (1/3) = 0,0767 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mh2 &= Ph2 \times (T_1/2) \\ &= 0 \times (1/2) = 0 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mh &= Mh1 + Mh2 \\ &= 0,0767 + 0 = 0,0767 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$G1 = C \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,3 \times 1 \times 1,89 = 0,567 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G3 = D/2 \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,89 = 0,095 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G4 = D/2 \times T1 \times \gamma_1 = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,7 = 0,085 \text{ ton per pias 1m}$$

$$G5 = B/2 \times T1 \times \gamma_{pas} = 0,1 / 2 \times 1 \times 1,89 = 0,095 \text{ ton per pias 1m}$$

$$\begin{aligned} G_{dalam} &= G1 + G3 + G4 + G5 \\ &= 0,567 + 0,095 + 0,085 + 0,095 = 0,841 \text{ ton per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mgh1 &= G1 \times (B+(C/2)) \\ &= 0,567 \times (0,1 + (0,3/2)) = 0,1417 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mgh3 &= G3 \times (B+C+(D/3)) \\ &= 0,095 \times (0,1 + 0,3 + (0,1/3)) = 0,041 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mgh4 &= G4 \times (B+C+(2D/3)) \\ &= 0,085 \times (0,1 + 0,3 + (2 \times 0,1/3)) = 0,0396 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mgh5 &= G5 \times (2B/3) \\ &= 0,095 \times (2 \times 0,1/3) = 0,0063 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \blacksquare \quad M_v &= M_{gh1} + M_{gh3} + M_{gh4} + M_{gh5} \\ &= 0.1417 + 0.041 + 0.0396 + 0.0063 = 0,2286 \text{ tm per pias 1m} \end{aligned}$$

$$L_h = B + C + D = 0,1 + 0,3 + 0,1 = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Eksd}_{lm} &= \frac{L_h}{2} - \frac{M_v - M_h}{G_{dlm}} = \frac{0,5}{2} - \frac{0,2286 - 0,0767}{0,841} \\ &= 0,06929 \text{ m} < L_h/6 (=0,083) \rightarrow \text{AMAN} \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = Q_u / 5 = 48,754 / 5 = 9,751 \text{ t/m}^2$$

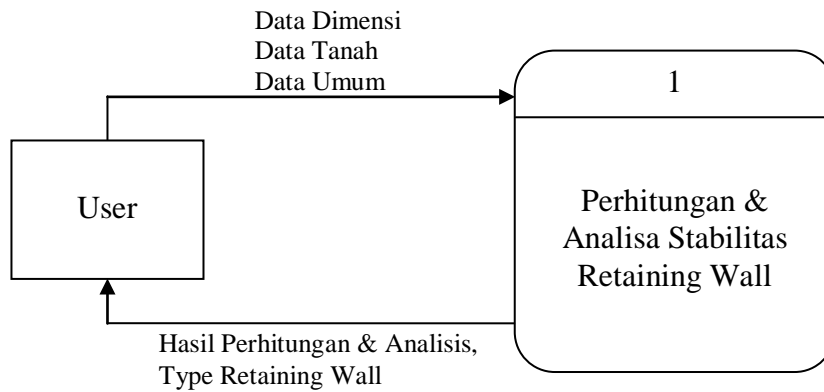
$$\begin{aligned} \blacksquare \quad Q_{maxd}_{lm} &= [G_{dlm} / L_h] \times [1 + (6 \times \text{eksd}_{lm}/L_h)] \\ &= 3,08 \leq Q_{ijin} \rightarrow \text{AMAN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare \quad Q_{mind}_{lm} &= [G_{dlm} / L_h] \times [1 - (6 \times \text{eksd}_{lm}/L_h)] \\ &= 0,283 \geq 0 \rightarrow \text{AMAN} \end{aligned}$$

#### 3.4. Data Flow Diagram

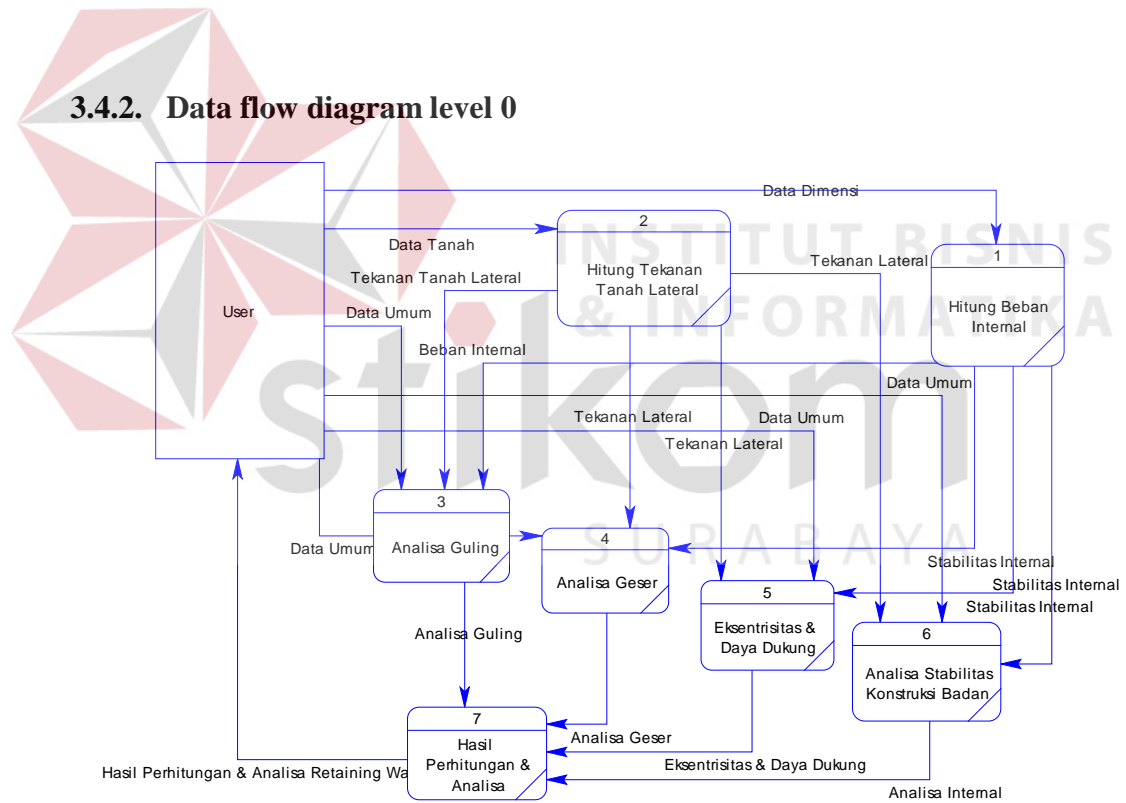
*Data flow diagram* (DFD) berfungsi untuk menggambarkan proses aliran data yang terjadi didalam sistem dari tingkat yang tertinggi sampai yang terendah, yang memungkinkan kita untuk melakukan dekomposisi, membagi sistem kedalam bagian-bagian yang lebih kecil dan yang lebih sederhana.

### 3.4.1. Context diagram



Gambar 3.9. Context Diagram Perhitungan dan Analisa Stabilitas Retaining Wall

### 3.4.2. Data flow diagram level 0



Gambar 3.10. Data Flow Diagram Perhitungan dan Analisa Stabilitas Retaining Wall Level 0