

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMELIHARAAN BERKALA JALAN ASPAL RUAS JALAN HUKURILA - LEIHARI

Fredrik Sandri Pasalbessy¹, Renny James Betaubun², Sjafrudin Latar³
sandrypassalbessy@gmail.com¹, reni18betaubun@gmail.com², sjafrudin.latar07@gmail.com³
Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Dinding penahan tanah adalah suatu prasarana bangunan yang fungsinya untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah terjadinya longsor akibat tanah yang miring atau lereng yang kestabilannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Penelitian ini menganalisis tentang dinding penahan tanah bertipe gravity memakai mini pile kayu. Pembangunan dinding penahan pada ruas jalan Hukurilla -Leihari merupakan satu upaya mencegah terjadinya longsor pada lereng bila terjadi hujan cukup deras. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan dimensi dinding penahan tanah jenis gravity, dan menghitung faktor stabilitas / safety factor (SF) dari geser, guling dan daya dukung tanah. Dari hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah diperoleh nilai stabilitas dinding penahan tanah relative terhadap apkekuatan dukung tanah yaitu dengan menggunakan teori Terzaghi yaitu, $\sigma_{maks} = 9,293 \text{ ton/m}^2 > qa = 8,93 \text{ ton/m}^2$. Stabilitas terhadap geser, $SF = 1,291 < 1,5$. Stabilitas terhadap guling $SF = 1,137 < 1,5$. Namun dalam perhitungan didapat nilai stabilitas dinding penahan terhadap geser dan guling tidak aman maka direncanakan Kembali dimensi dinding penahan, sebagai berikut: tinggi dinding penahan = 3 m, tinggi kovor = 1,4 m, lebar atas = 0,4 m, lebar dasar = 2,5 m, tebal kaki atau tumit = 0,5 m, lebar kaki atau tumit = 0,6 m. dari dimensi dinding penahan yang direncanakan didapatkan nilai stabilitas terhadap geser, $SF = 2,290 \geq 1,5$. stabilitas terhadap guling, $SF = 3,082 \geq 1,5$.

Kata Kunci: Dinding Penahan, Stabilitas.

ABSTRACT

A retaining wall is a building infrastructure whose function is to hold loose or natural soil and prevent landslides due to sloping soil or slopes whose stability cannot be guaranteed by the slope itself. This study analyzed gravity -type soil retaining walls using wooden mini piles. The construction of a retaining wall on the Hukurilla -Leihari road section is an effort to prevent landslides on the slopes if there is heavy rain. The purpose of this study is to determine the dimensions of the soil retaining wall type gravity, and calculate the stability factor / safety factor (SF) of shear, rolling and soil carrying capacity. From the results of the calculation of the stability of the soil retaining wall, the stability value of the soil retaining wall is obtained relative to the soil support strength, namely by using the Terzaghi theory, namely, $\sigma_{max} = 9.293 \text{ tons / m}^2 > qa = 8.93 \text{ tons / m}^2$. Stability against shear, $SF = 1.291 < 1.5$. Stability against bolsters $SF = 1.137 < 1.5$. However, in the calculation obtained the stability value of the retaining wall against shear and unsafe rolling, it is planned Re -the dimensions of the retaining wall, as follows: retaining wall height = 3 m, kovor height = 1.4 m, upper width = 0.4 m, base width = 2.5 m, foot or heel thickness = 0.5 m, foot or heel width = 0.6 m. from the dimensions of the planned retaining wall obtained the value of shear stability against, $SF = 2,290 \geq 1.5$. stability against bolsters, $SF = 3.082 \geq 1.5$.

Keywords: Retaining Wall, Stability.

PENDAHULUAN

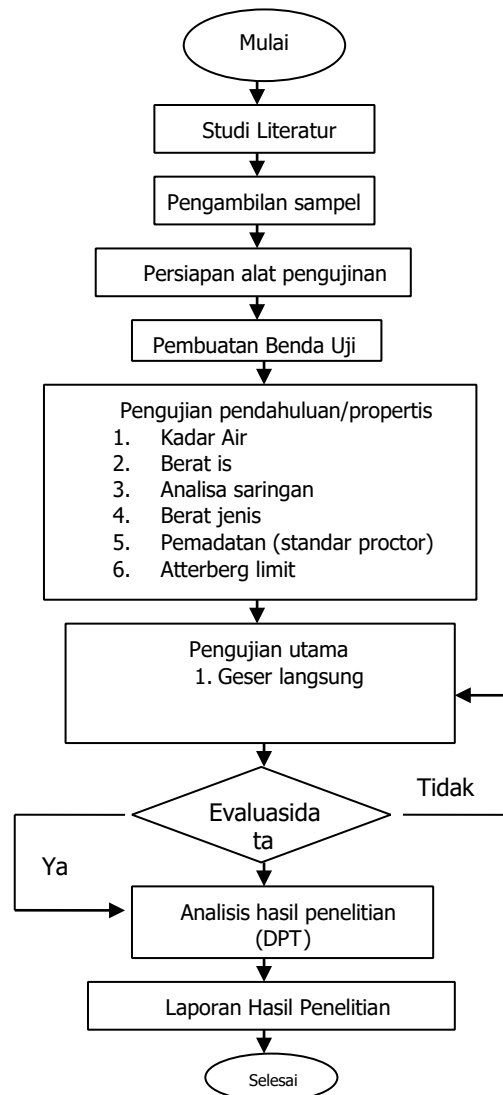
Dinding penahan tanah adalah suatu konsturksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada stuktur cenderung akan terguling atau akan tergeser.

Untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur transportasi di ruas Jalan Hukurila-Leihari, Kecamatan Leitimur Selatan, Membangun struktur dinding penahan sebagai bangunan pelengkap jalan untuk menstabilkan lereng-lereng tersebut dari kelongsoran akibat beban tambahan seperti perkerasan jalan, kendaraan, cuaca ekstrim maupun gempa.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memperoleh karakteristik tanah pada lokasi proyek dan dapat mengetahui seberapa besar nilai kontrol stabilitas terhadap pergulingan, geser, daya dukung tanah dan terhadap kekuatan konstruksi pada dinding penahan tanah.

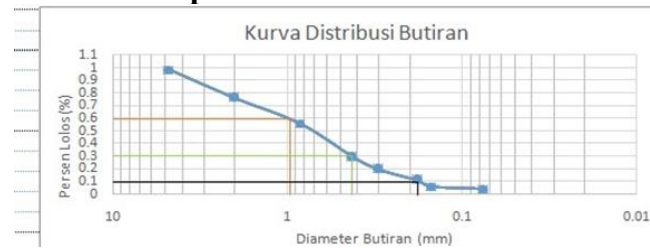
METODOLOGI

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Pendahuluan/Properties



Gambar 1. Kurva distribusi ukuran butiran berpasir Hukurilla

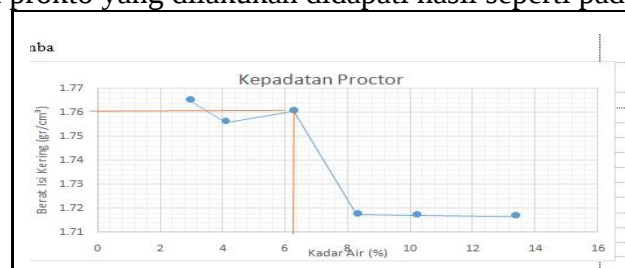
Pada gambar 1 memperlihatkan kurva ukuran distribusi butiran dari Negeri Hukurilla. Tanah berpasir ini memiliki koefisien keseragaman sebesar 5,82 dan koefisien gradasi sebesar 1,04.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat-sifat tanah berpasir Hukurilla

Sifat-sifat tanah		Nilai
Analisa ukuran butiran	Lolos No 200 (%)	0,042
	Lolos < No 4 (%)	0,984
Batas-batas konsistensi	Batas Cair (%)	27,157
	Batas Plastis (%)	-
	Indeks Plastisitas (%)	-
	Batas Susut (%)	-
Spesifik gravity (Gs)		2,73
Kadar air asli (%)		6,143
Berat isi		1,765
Kadar air optimum (%) (standar Proctor)		6,285
Berat volume kering max, γ_d max (gr/cm ³)		1,766

Sumber : Olahan data, 2021

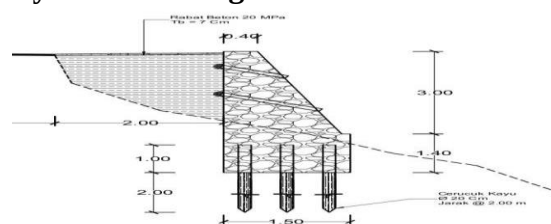
Dari hasil pengujian prokto yang dilakukan didapati hasil seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva Pemadatan Proctor

Dari kurva hasil standar proctor diperoleh berat volume kering maksimum (γ_d max) 1,7608 gr/cm³ dan kadar air optimum 6,285 %.

2. Analisa Cerucuk Kayu Pada Dinding Penahan Tanah



Gambar 3. Miniple kayu dapa DPT

Dari gambar diatas diperoleh data-data sebagai berikut:

- a. Cerucuk kayu, panjang 3 m dan diameter 20 cm
- b. Pada kedalaman 3,4 m

Persamaan daya dukung terhadap dinding penahan tanah dengan metode cerucuk kayu adalah digunakan persamaan 2.

$$Q_b = 0,25 \times 3,14 \times 20^2$$

$$= 314 \text{ kg}$$

$$= 0,314 \text{ ton}$$

$$Q_s = 3,14 \times 20 \times 300 \times 0,012$$

$$= 226,08 \text{ kg}$$

$$= 0,22608 \text{ ton}$$

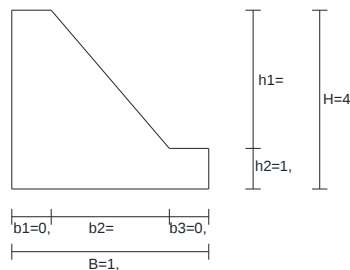
$$Q_{ult} = 3,14 + 226,08$$

$$= 540,08 \text{ kg}$$

$$Q_{all} = 540,08/3$$

$$= 180,0267 \text{ kg}$$

Kondisi umum dinding penahan tanah pada ruas jalan Hukurilla-Leihari (STA 0+675 – 0+700) yang akan dianalisis tersebut terbuat dari pasangan batu. Dinding penahan tanah ini dikategorikan sebagai gravity.



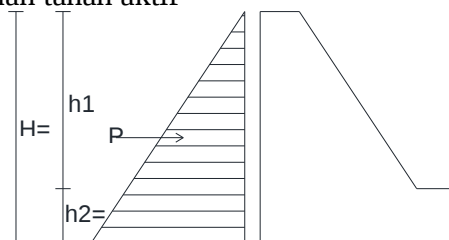
Gambar 4. Dinding penahan tanah

Data primer yang diperoleh yaitu:

1. Data pasangan batu
Mutu beton (f_c') : 20 Mpa Berat volume pasangan batu ($\gamma_{pasangan \text{ batu}}$) : 2,2 t/m³
2. Data tanah
Berat volume tanah kering (γ_d) : 1,77 t/m³
Berat volume butiran padat (γ_s) : 2,73 t/m³
Sudut gesek dalam (ϕ) : 30°
Kohesi tanah (c) : 0,8 t/m³
3. Dimensi dinding penahan tanah
H : 4,4 m
h1: 3 m
h2 : 1,4 m
B : 1,5 m
b1 : 0,4
b2 : 1,0 m b3 : 0,1 m

3. Analisis Dinding Penahan Tanah

1. Hasil perhitungan tekanan tanah aktif



Gambar 5. Diagram tekanan tanah aktif

Koefisien tekanan tanah aktif dapat dihitung menggunakan persamaan 6.

$$K_a = tg^2(45^\circ - \frac{30}{2}) = 0,33$$

Setelah koefisien tekanan tanah aktif diketahui, maka tekanan tanah aktif pusat dapat dihitung menggunakan persamaan 7.

$$p_a = \frac{1}{2} \times 4,4^2 \times 1,77 \times 0,33 = 5,65 \text{ ton}$$

Perhitungan momen untuk tekanan tanah aktif

$$M_a = 5,65 \times \frac{1}{3} \times 4,4 = 8,286 \text{ ton. m}$$

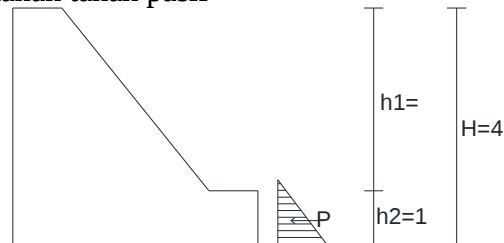
Tabel 2. Hasil perhitungan gaya dan momen pada tanah aktif

Segmen	Perhitungan	Pa	Lengan Momen	Ma
		Ton	Meter	Ton.m
Pa	$\frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma_d \cdot K_a$	5,65	1,4666	8,286
	ΣP_a	5,65	ΣM_a	8,286

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Dari tabel 2 didapatkan hasil tekanan tanah aktif sebesar 5,65 ton dan momen sebesar 8,268 t.m arah gayanya ke kanan.

2. Hasil perhitungan tekanan tanah pasif



Gambar 6. Diagram tekanan tanah pasif

Koefisien tekanan tanah pasif dapat dihitung menggunakan persamaan 8.

$$K_p = tg^2(45^\circ + \frac{30}{2}) = 3$$

Setelah koefisien tekanan tanah pasif diketahui, maka nilai tekanan pasif total yaitu:

$$P_p = \frac{1}{2} \times 1,4 \times 1,77 \times 3 = 3,72 \text{ ton}$$

Perhitungan momen untuk tekanan tanah pasif :

$$M_p = P_p \times \frac{1}{2} \times 1,4 = 1,726 \text{ ton. m}$$

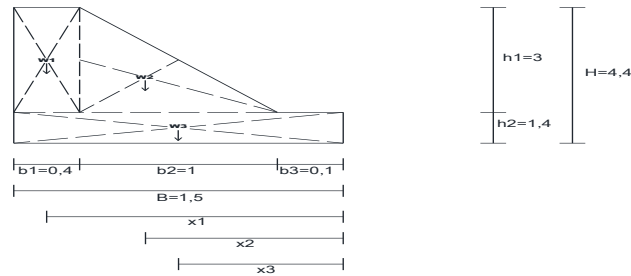
Tabel 3. Hasil perhitungan gaya dan momen pada tanah pasif

Segmen	Perhitungan	Pa	Lengan Momen	Ma
		Ton	Meter	Ton.m
Pp	$\frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \gamma_d \cdot K_p$	3,72	0,4666	1,736
	ΣP_p	3,72	ΣM_p	1,736

Sumber : Hasil perhitungan, 2021

Dari tabel 3 didapatkan hasil tekanan tanah pasif sebesar 3, 72 ton dan momen sebesar 1, 736 t.m. Dalam perhitungan stabilitas, tekanan tanah pasif yang berada di depan kaki dinding akan diabaikan, karena faktor – faktor seperti erosi, sehingga pada analisis stabilitas dinding penahan tanah ini nilai tekanan tanah pasif diabaikan.

3. Perhitungan berat sendiri



Gambar 7. Diagram bera sendiri bangunan

Berat sendiri bangunan dihitung berdasarkan bahan yang digunakan dalam pembangunan dinding penahan tanah tersebut. Berat sendiri bangunan ini menggunakan ketetapan sebagai berikut:

- 1) Berat volume pasangan batu (γ_{pb}) : 2,2 t/m³
- 2) Berat volume tanah kering (γ_d) : 1,77 t/m³

Perhitungan berat sendiri dinding penahan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pasangan batu W1} &= b1 \times h1 \times \gamma_{pb} \\ &= 0,4 \times 3,00 \times 2,2 \\ &= 2,64 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasangan batu W2} &= \frac{1}{2} \cdot b2 \cdot h1 \cdot \gamma_{pb} \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \times 3 \times 2,2 \\ &= 3,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasangan batu W3} &= h2 \times x \times \gamma_{pb} \\ &= 1,4 \times 7,5 \times 2,2 \\ &= 7,7 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah W4} &= \frac{1}{2} \cdot (b3 - b1) \cdot h1 \cdot \gamma_d \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \times 3 \times 1,77 \\ &= 2,655 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tanah W5} &= b2 \cdot h1 \cdot \gamma_d \\ &= 0,5 \times 3 \times 1,77 \\ &= 2,655 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitngan momen berat sendiri dinding penahan sebagai berikut:

M = W. Lengan momen terhadap titik A

$$\begin{aligned} M1 &= W1 \left(\frac{1}{2} \cdot b1 \right) + b2 \\ &= 2,64 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,4 \right) + 0,5 \\ &= 1,848 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M2 &= W2 \cdot \left(\left(\frac{1}{3} \cdot (3 - b1) \right) + b1 + b2 \right) \\ &= 3,3 \times \left(\left(\frac{1}{3} \times 1 \right) + 0,4 + 0,5 \right) \\ &= 4,07 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M3 &= W3 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot xB \right) \\ &= 7,7 \times \left(\frac{1}{2} \times 2,5 \right) \\ &= 9,625 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M4 &= W4 \cdot \left(\left(\frac{2}{3} \cdot (3 - b1) \right) + b1 + b2 \right) \\ &= 2,655 \times \left(\left(\frac{2}{3} \times 1 \right) + 0,4 + 0,5 \right) \\ &= 4,158 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M5 &= W5 \cdot \left(\left(\frac{1}{2} \cdot b4 \right) + b3 + b2 \right) \\ &= 2,655 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 0,6 \right) + 1,4 + 0,5 \right) \\ &= 5,841 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan gaya tekan dan momen berat sendiri dinding penahan tanah

Segmen	Perhitungan	V	X	Mv
		ton	m	Ton.m
Pas.batu W1	$b1 \cdot h1 \cdot \gamma_{pb}$	2,64	0,7	1,848
Pas.Batu W2	$\frac{1}{2}(b2b1)h1 \cdot \gamma_{pb}$	3,3	1,233	4,07
Pas.batu W3	$h2.B. \gamma_{pb}$	7,7	1,25	9,625
Tanah W4	$\frac{1}{2} \cdot (b3b1) \cdot h1 \cdot \gamma_d$	2,655	1,566	4,158
Tanah W5	$b2 \cdot h1 \cdot \gamma_d$	2,655	2,2	5,841
ΣW		18,96	ΣMw	25,541

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Berat sendiri bangunan dihitung berdasarkan titik gaya. Dari tabel 4 jumlah gaya berat sendiri bangunan adalah $\Sigma W = 18,96$ ton dan jumlah momen berat sendiri bangunan adalah $\Sigma Mw = 25,41$ t.m

4. Hasil perhitungan momen gaya gempa

Percepatan gempa dilokasi tertentu sebagai berikut:

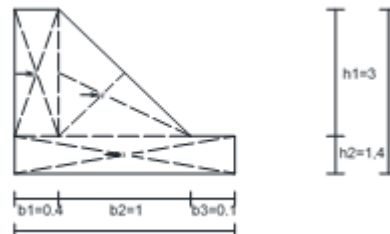
$$\begin{aligned}
 a_d &= n (a_c \cdot z)^m \\
 n &= 1,56 \\
 m &= 0,89 \\
 a_c &= 90 \text{ (untuk periode 10 tahun)} \\
 g &= 981 \text{ cm/det}^2 \\
 z &= 1,20 \text{ (koefisien zona)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan percepatan gempa dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 a_d &= n (a_c \cdot z)^m \\
 &= 1,56 (90 \times 1,20)^{0,89} \\
 &= 100,66
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien gempa

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{a_d}{g} \\
 &= \frac{100,66}{981} \\
 &= 0,102
 \end{aligned}$$



Gambar 8. Diagram gaya gempa

Perhitungan gaya gempa yang terjadi pada dinding penahan tanah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 G1 &= W1 \cdot E \\
 &= 2,64 \times 0,102 \\
 &= 0,269 \text{ ton} \\
 G2 &= W2 \cdot E \\
 &= 3,3 \times 0,102 \\
 &= 0,336 \text{ ton} \\
 G3 &= W3 \cdot E \\
 &= 7,7 \times 0,102 \\
 &= 0,785 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Jumlah gaya gempa yang berkerja:

$$\begin{aligned}
 \Sigma G &= G1 + G2 + G3 \\
 &= 0,269 + 0,336 + 0,785 \\
 &= 1,385 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Momen akibat gaya gempa pada struktur:

$$MG = G \cdot \text{lengan momen terhadap dasar}$$

$$\begin{aligned}
 MG1 &= G1 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot h1\right) \\
 &= 0,269 \left(\frac{1}{2} \times 3\right) \\
 &= 0,403 \text{ ton.m} \\
 MG2 &= G2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot h1\right) \\
 &= 0,336 \left(\frac{1}{3} \times 3\right) \\
 &= 0,336 \text{ ton.m} \\
 MG3 &= G3 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot h2\right) \\
 &= 0,785 \left(\frac{1}{2} \times 1,4\right) \\
 &= 0,549 \text{ ton.m}
 \end{aligned}$$

Jumlah momen gempa yang berkerja:

$$\begin{aligned}
 \Sigma MG &= MG1 + MG2 + MG3 \\
 &= 0,403 + 0,336 + 0,549 \\
 &= 1,288 \text{ ton.m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan gaya tekan dan momen akibat gempa

Segmen	Perhitungan	V	X	Mv
		ton	m	Ton.m
G1	W1 . E	0,269	1,5	0,403
G2	W2. E	0,336	1	0,336
G3	W3. E	0,785	0,7	0,549
ΣG		1,385	ΣMg	1,288

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

Berdasarkan tabel 4 jumlah gaya akibat gempa adalah $\Sigma G = 1,385$ ton dan jumlah momen akibat gempa adalah $\Sigma Mg = 1,288$ ton.m. Arah gaya gempa ke kanan.

Uraian		Notasi	Gaya (ton)	Arah Gaya
Gaya				
1	Tekanan aktif	Σpa	5,65	
2	Tekanan pasif	ΣPp	3,72	
3	Berat sendiri	ΣW	18,95	
4	Gaya gempa	ΣG	1,385	
Momen			Momen (ton.m)	
5	Momen aktif	Σma	8,286	
6	Momen pasif	ΣMp	1,726	
7	Momen berat sendiri	ΣMw	25,541	
8	Momen gempa	ΣMg	1,288	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2021

5. Hasil Perhitungan Stabilitas

a. Kondisi Normal

1) Perhitungan stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}
 fgs &= \frac{c + \Sigma W \cdot \tan \phi}{\Sigma Pa - \Sigma Pp} \geq 1,5 \\
 &= \frac{0,8 \times 2,5 + 18,95 \times \tan 30}{5,65 - 0} \geq 1,5 \\
 &= \frac{12,941}{5,65} \geq 1,5 \\
 &= 2,290 \geq 1,5 \quad (\text{aman})
 \end{aligned}$$

2) Perhitungan stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}
 fgl &= \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Ma} \geq 1,5 \\
 &= \frac{25,541}{8,286} \geq 1,5 \\
 &= 3,082 \geq 1,5 \quad (\text{aman})
 \end{aligned}$$

3) Perhitungan stabilitas terhadap kuat dukung tanah sebagai berikut:

Kapasitas dukung tanah dengan menggunakan cara Terzaghi

$$\Phi = 30^\circ \Rightarrow N_c = 37,2$$

$$N_q = 22,5$$

$$N_\gamma = 19,7$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_{ult} &= c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_d \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \\ &= 0,8 \times 37,2 + 1 \times 1,77 \times 22,5 + 0,5 \times 2,5 \times 2,73 \times 19,7 \\ &= 136,811 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit netto sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_{un} &= q_{ult} - D_f \cdot \gamma_d \\ &= 136,811 - 1 \times 1,77 \\ &= 135,041 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan pondasi netto sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_n &= q - D_f \cdot \gamma_d \\ &= 18,95 - 1 \times 1,77 \\ &= 17,18 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan faktor aman

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_{un}}{q_n} \\ &= \frac{135,041}{17,18} \\ &= 7,860 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan ijin) sebagai berikut:

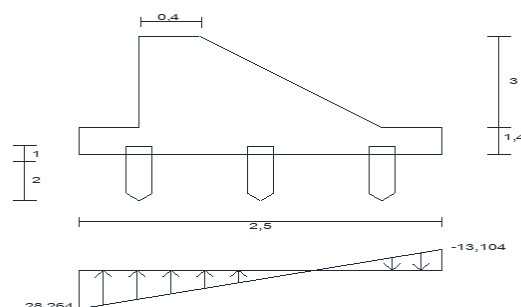
$$\begin{aligned} q_a &= \frac{q_u}{F} \\ &= \frac{136,811}{7,860} \\ &= 17,405 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Dicari letak resultan gaya-gaya yang berkerja terhadap pusat berat alas pondasi:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\sum Mw - (\sum Ma)}{\sum W} \\ &= \frac{25,541 - 8,286}{18,95} \\ &= \frac{17,255}{18,95} \\ &= 0,910 \text{ m} \\ e &= 0,910 \times \frac{B}{2} \\ &= 0,910 \times \frac{2,5}{2} \\ &= 1,137 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan vertical desak maksimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 + \frac{6 \times 1,137}{2,5} \right) \\ &= 28,264 \text{ ton/m}^2 \\ \sigma_{\min} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 - \frac{6 \times 1,137}{2,5} \right) \\ &= -13,104 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 9. Diagram kondisi gempa

b. Kondisi Gempa

1) Perhitungan stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} fgs &= \frac{c \cdot B + \Sigma W \cdot \tan \phi}{\Sigma Pa - \Sigma Pp + \Sigma G} \geq 1,5 \\ &= \frac{0,8 \times 2,5 + 18,95 \times \tan 30}{5,65 - 0 + 1,385} \geq 1,5 \\ &= \frac{12,941}{7,035} \geq 1,5 \\ &= 1,839 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

2) Perhitungan stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned} fgl &= \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Ma + \Sigma Mg} \geq 1,5 \\ &= \frac{25,541}{8,286 + 1,288} \geq 1,5 \\ &= \frac{25,541}{9,574} \geq 1,5 \\ &= 2,667 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

3) Perhitungan stabilitas terhadap kuat dukung tanah

Kapasitas dukung tanah dengan menggunakan cara Terzaghi

$$\begin{aligned} \Phi &= 30^\circ \Rightarrow N_c = 37,2 \\ N_q &= 22,5 \\ N_\gamma &= 19,7 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_{ult} &= c \cdot N_c + Df \cdot \gamma_d \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \\ &= 0,8 \times 37,2 + 1 \times 1,77 \times 22,5 + 0,5 \times 2,5 \times 2,73 \times 19,7 \\ &= 136,811 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit netto sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_{un} &= q_{ult} - Df \cdot \gamma_d \\ &= 136,811 - 1 \times 1,77 \\ &= 135,041 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan pondasi netto sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_n &= q - Df \cdot \gamma_d \\ &= 18,95 - 1 \times 1,77 \\ &= 17,18 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan faktor aman

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_{un}}{q_n} \\ &= \frac{135,041}{17,18} \\ &= 7,860 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan ijin) sebagai berikut:

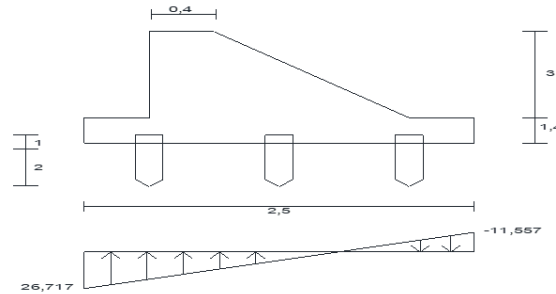
$$\begin{aligned} q_a &= \frac{q_{un}}{F} \\ &= \frac{135,041}{7,860} \\ &= 17,405 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Dicari letak resultan gaya-gaya yang berkerja terhadap pusat berat alas pondasi:

$$\begin{aligned} x &= \frac{\Sigma Mw - (\Sigma Ma + \Sigma Mg)}{\Sigma W} \\ &= \frac{25,541 - (8,286 + 1,288)}{18,95} \\ &= \frac{15,967}{18,95} \\ &= 0,842 \text{ m} \\ e &= 0,842 \times \frac{B}{2} \\ &= 0,842 \times \frac{2,5}{2} \\ &= 1,052 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan vertical desak maksimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 + \frac{6 \times 1,052}{2,5}\right) \\ &= 26,717 \text{ ton/m}^2 \\ \sigma_{\min} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 - \frac{6 \times 1,052}{2,5}\right) \\ &= -11,557 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$



Gambar 10. Diagram kondisi gempa

c. Kondisi Ekstrim

1. Perhitungan stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}f_{gs} &= \frac{c \cdot B + \Sigma W \cdot \tan \phi}{\Sigma Pa - \Sigma Pp + \Sigma G} \geq 1,5 \\ &= \frac{0,8 \times 2,5 + 18,95 \times \tan 30}{5,65 - 3,72 + 1,385} \geq 1,5 \\ &= \frac{12,941}{3,315} \geq 1,5 \\ &= 3,903 \geq 1,5 \quad (\text{aman})\end{aligned}$$

2. Perhitungan stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}f_{gl} &= \frac{\Sigma Mw + \Sigma Mp}{\Sigma Ma + \Sigma Mg} \geq 1,5 \\ &= \frac{25,541 + 1,726}{8,286 + 1,288} \geq 1,5 \\ &= \frac{27,267}{9,574} \geq 1,5 \\ &= 2,848 \geq 1,5 \quad (\text{aman})\end{aligned}$$

3. Perhitungan stabilitas terhadap kuat dukung tanah

Kapasitas dukung tanah dengan menggunakan cara Terzaghi

$$\begin{aligned}\phi &= 30^\circ \Rightarrow N_c = 37,2 \\ N_q &= 22,5 \\ N_\gamma &= 19,7\end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut:

$$\begin{aligned}q_{ult} &= c \cdot N_c + Df \cdot \gamma_d \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_s \cdot N_\gamma \\ &= 0,8 \times 37,2 + 1 \times 1,77 \times 22,5 + 0,5 \times 2,5 \times 2,73 \times 19,7 \\ &= 136,811 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit neto sebagai berikut:

$$\begin{aligned}q_{un} &= q_{ult} - Df \cdot \gamma_d \\ &= 136,811 - 1 \times 1,77 \\ &= 135,041 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan tekanan pondasi neto sebagai berikut:

$$\begin{aligned}q_n &= q - Df \cdot \gamma_d \\ &= 18,95 - 1 \times 1,77 \\ &= 17,18 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan faktor aman

$$\begin{aligned}F &= \frac{q_{un}}{q_n} \\ &= \frac{135,041}{17,18}\end{aligned}$$

$$= 7,860$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan ijin) sebagai berikut:

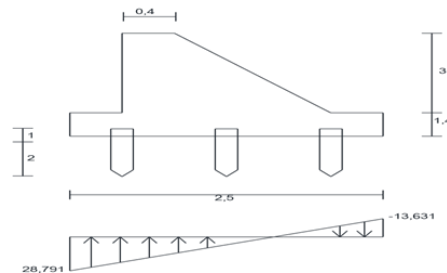
$$\begin{aligned} q_a &= \frac{qu}{F} \\ &= \frac{136,811}{7,860} \\ &= 17,405 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

Dicari letak resultan gaya-gaya yang berkerja terhadap pusat berat alas pondasi:

$$\begin{aligned} x &= \frac{(\sum Mw + \sum Mp) - (\sum Ma + \sum Mg)}{\sum W} \\ &= \frac{(25,541 + 1,726) - (8,286 + 1,288)}{18,95} \\ &= \frac{17,693}{18,95} \\ &= 0,933 \text{ m} \\ e &= 0,933x \frac{B}{2} \\ &= 0,933x \frac{2,5}{2} \\ &= 1,166 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan vertical desak maksimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 + \frac{6 \times 1,166}{2,5}\right) \\ &= 28,791 \text{ ton/m}^2 \\ \sigma_{\min} &= \frac{W}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\ &= \frac{18,95}{2,5} \times \left(1 - \frac{6 \times 1,166}{2,5}\right) \\ &= -13,631 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 11. Diagram kondisi ekstrim

Pembahasan

Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah dari dimensi yang mempunyai tinggi = 3 m, tinggi tapak = 1,4 m, dan lebar atas = 0,4 m, lebar dasar = 2,5 m, tebal kaki atau tumit = 0,5 m, lebar kaki atau tumit = 0,6 m. Stabilitas dinding penahan terhadap kuat dukung tanah menggunakan teori Terzaghi yaitu, $\sigma_{\max} = 28,264 \text{ ton/m}^2 > q_a = 17,405 \text{ ton/m}^2$, stabilitas gaya geser $2,290 \geq 1,5$ dan guling $3,082 \geq 1,5$ pada kondisi normal aman. $\sigma_{\max} = 26,717 \text{ ton/m}^2 > q_a = 17,405 \text{ ton/m}^2$, stabilitas gaya geser $1,839 \geq 1,5$ dan guling $2,667 \geq 1,5$ pada kondisi gempa aman dan $\sigma_{\max} = 28,791 \text{ ton/m}^2 > q_a = 17,405 \text{ ton/m}^2$, stabilitas gaya geser $3,903 \geq 1,5$ dan guling $2,848 \geq 1,5$ dinyatakan aman pada kondisi ekstrem.

Dalam perhitungan stabilitas dinding penahan tanah akibat perubahan dimensi terhadap kuat geser maupun guling menunjukkan angka keamanan lebih dari 1,5 (yang telah disyaratkan) bahwa dinding penahan dinyatakan aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis lakukan, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa :

- a. Tanah yang berada di lokasi proyek bersifat pasir kelempungan dengan sifat-sifat tanah dengan nilai berat jenis (G_s) = 2,73 gr/cm³, berat isi = 1,765 gr/cm³, kadar air asli = 6,143 %, analisa ukuran butiran; lolos no 200 = 0,042 % dan lolos < no 4 = 0,984 %, kadar air optimum (standar proctor) = 6,285 %, batas cair = 27,157 %. dengan nilai berat jenis (G_s) = 2,73 gr/cm³, berat isi = 1,765 gr/cm³, kadar air asli = 6,143 %, analisa ukuran butiran; lolos no 200 = 0,042 % dan lolos < no 4 = 0,984 %, kadar air optimum (standar proctor) = 6,285 %, batas cair = 27,157 %. dengan sudut geser sebesar 30° dan nilai kohesi tanah sebesar 0,8345 kg/cm².
2. Kontrol stabilitas pada dinding penahan tanah bertipe gravity wall dengan bahan pasangan batu kali dengan tinggi 3 m di atas permukaan tanah asli dan 1,4 m yang tertimbun oleh tanah asli dan mempunyai lebar dasar 1,5 m, sepanjang 10 m. Tidak aman terhadap geser pada kondisi normal $f_{gs} = 1,291 < 1,5$ kondisi gempa $f_{gs} = 1,084 < 1,5$ dan kondisi ekstrem $f_{gs} = 2,427 > 1,5$ sementara untuk guling pada kondisi normal $f_{gl} = 1,137 < 1,5$ kondisi gempa $f_{gl} = 1,007 < 1,5$ dan kondisi ekstrem $f_{gl} = 1,193 < 1,5$ dengan kapasitas dukung (tegangan ijin) sebesar 8,93 ton/m².
3. Direncanakan kembali dimensi dinding penahan tanah dengan tinggi dinding penahan = 3 m, tinggi tapak = 1,4 m, lebar atas = 0,4 m, lebar dasar = 2,5 m, tebal kaki atau tumit = 0,5 m, lebar kaki atau tumit = 0,6 m. dari dimensi dinding penahan yang direncanakan didapatkan nilai stabilitas terhadap geser kondisi normal $f_{gs} = 2,290 > 1,5$ kondisi gempa $f_{gs} = 1,839 > 1,5$ dan kondisi ekstrem $f_{gs} = 3,903 > 1,5$ sementara untuk guling pada kondisi normal $f_{gl} = 3,082 > 1,5$ kondisi gempa $f_{gl} = 2,667 > 1,5$ dan kondisi ekstrem $f_{gl} = 2,848 > 1,5$ dengan kapasitas dukung (tegangan ijin) sebesar 17,405 ton/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Craig, R.F, 1989, Mekanika Tanah, Jakarta, Erlangga
- Das, Braja M., 1993, Mekanika Tanah II, Jakarta, Erlangga
- Hardiyatmo, Hary, C, 2002, Mekanika Tanah I, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary, C, 2002, Mekanika Tanah II, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary, C, 2006, Penanganan Tanah Longsor dan Erosi, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary, C, 2011, Analisa dan Perancangan Pondasi I, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary, C, 2017, Mektan 1 Edisi ke 7, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary, C, 2018, Mektan 2 Edisi ke 6, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- <https://captainpiezocone.blogspot.com> (diunduh 13-5-2012) Dinding Penahan Tanah dan Tekanan Lateral. <https://id.scribd.com> (diunduh 26-09-2019) Kompresibilitas Tanah- Penurunan Elastis <http://www.slideshare.net> (diunduh 04-01-2015) Struktur Beton Bertulang <https://yusriadiappeasse.blogspot.com> (diunduh 14-1-2013) Type Dinding Penahan Tanah.
- Lulut Fadhilah, Sudarno, 2017, Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen: Jurnal Reviews in Civil Engineering v.01, n.1, p.2528, 2017
- Oscar Fithrah Nur., dan Abdul Hakam, 2010, Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis Dengan Simulasi Numerik: Jurnal Rekayasa Sipil Vol.6 No.2, Oktober 2010 ISSN : 1858-2133 Pedoman Teknik Pondasi Cerucuk 29-T-BM-1999 PP no.43 thn.1993 pasal 11 RPT0 (Rancangan Pedoman Teknis), Pedoman Penyusunan Spesifikasi Teknis vol-1: umum bagian-5: pekerjaan pasangan SNI 2847:2013 Dinding structural. Violetta Gabriella Margaretha Pangemanam, A.E
- Turunan., O.B.A Sompie, 2014, Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland): Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.1, Januari 2014 (37-46) ISSN: 2337-6732.