



Perhitungan Dinding Penahan Tanah Sta 1+575- 1+700 Pada Ruas Jalan Durian Pata-Hitu

Taher Selang

Politeknik Negeri Ambon

Henriette Dorothy Titaley

Politeknik Negeri Ambon

Ansye Nanlohy

Politeknik Negeri Ambon

Korespondensi penulis: taherselang97@gmail.com

Abstract. Roads are public facilities that are very much needed by the community. Various important activities in the use of roads as a means of transportation and mobilization. It is known that a landslide occurred on the Hulung Hamlet slope with STA 1 + 575- 1 + 700 km, on July 8, 2022 at 19.00 WIT with a width of 8 m, and a height of 12 m, the type of soil is sandy clay, the type of landslide is an arc landslide, which occurs due to high rainfall. The landslide disrupts the activities of road users because most of the material covers the road body and causes narrowing of the road body. And disrupts traffic on the left and right lanes of the road. One way used to control landslides is to stabilize the soil by building retaining walls. The methods used are literature studies, observations and testing of soil samples to find soil property data. Based on the test results, the soil property data obtained were clayey sandy soil type, with a water content of 24.60%, bulk density with a wet soil volume weight of 1.84 gr/cm³ and for a dry soil volume of 1.31 kg/cm³, a specific gravity of 2.59 Gs, a liquid limit (LL) of 44.7%, a plastic limit (PL) of 22.22% and a plastic index (IP) of 22.48%, the maximum dry volume weight of the soil sample tested was 1.316 gr/cm³ and its optimum water content ($W_{optimum}$) was 12.67%, and the shear angle used was 30° and 5 KN/m². With the design of a gravity-type terraced retaining wall, namely on plane 1 with an overall height of 5 meters and a foot width of 2.5 meters, namely for a rolling force of 2.6 (Safe), a shear force of 3.6 (Safe), the calculation of the ultimate support of 117.31 and for checking the safety factor is 3.86 (Safe), and in field 2 with an overall height of 4 meters and a foot width of 2.4 meters, namely for the overturning force of 3.8 (Safe), shear force of 5 (Safe), the calculation of the ultimate bearing capacity is 89.835 and for checking the safety factor is 3.8 (Safe).

Keywords: Land, Retaining Wall, Landslide

Abstrak. Jalan merupakan fasilitas umum yang sangat diperlukan oleh masyarakat. Berbagai aktivitas penting dalam penggunaan jalan sebagai sarana transportasi dan mobilisasi. Diketahui terjadinya longsor pada tanjakan Dusun Hulung dengan STA 1+575- 1+700 km, pada tanggal 8 Juli 2022 pada jam 19.00 WIT dengan lebar 8 m, dan tinggi 12 m jenis tanah adalah lempung berpasir jenis longsor yaitu longsor busur, yang terjadi akibat tinggi curah hujan. Akibat longsor tersebut mengganggu aktivitas pengguna jalan karena sebagian besar material menutupi badan jalan dan menyebabkan penyempitan badan jalan. Dan mengganggu lalu lintas pada lajur kiri maupun kanan jalan. Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan pengendalian kelongsoran adalah melakukan kestabilan pada tanah dengan membangun dinding penahan tanah. Metode yang di gunakan yaitu, studi literatur, observasi dan pengujian sampel tanah untuk mencari data propertis tanah. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan data propertis tanah yaitu dengan jenis tanah pasir berlempung, dengan kadar air sebesar 24, 60 %, bobot isi dengan berat volume tanah basah sebesar 1,84 gr/cm³ dan untuk volume tanah kering sebesar 1,31 kg/cm³, berat jenis sebesar 2,59 Gs, batas cair (LL) sebesar 44,7%, batas plastis (PL) sebesar 22,22% dan untuk indeks plastis (IP) sebesar 22,48%, berat volume kering maksimum sampel tanah yang diuji sebesar 1,316 gr/cm³ dan kadar air optimumnya ($W_{optimum}$) sebesar 12,67 %, serta sudut geser dipakai sebesar 30° dan 5 KN/m². Dengan desain dinding penahan tanah terasering tipe gravitasi yaitu Pada bidang 1 denga tinggin keseluruhan 5 meter dan lebar telapak 2,5 meter, yaitu untruk gaya guling sebesar 2,6 (Aman), gaya geser sebesar 3,6 (Aman), perhitungan daya dukung ultimate sebesar 117,31 dan untuk pengecekan faktor keamanan yaitu sebesar 3,86(Aman), dan Pada bidang 2 denga tinggin keseluruhan 4 meter dan lebar telapak 2,4 meter, yaitu untruk gaya guling sebesar 3,8 (Aman), gaya geser sebesar 5 (Aman), perhitungan daya dukung ultimate sebesar 89,835 dan untuk pengecekan faktor keamanan yaitu sebesar 3,8 (Aman).

Kata kunci: Tanah, Dinding Penahan, Longsor

PENDAHULUAN

Jalan merupakan fasilitas umum yang sangat diperlukan oleh masyarakat. Berbagai aktivitas penting dalam penggunaan jalan sebagai sarana transportasi dan mobilisasi.¹ Pentingnya jalan terhadap kehidupan masyarakat maka dari itu jalan harus memiliki tingkat keamanan dan kenyamanan yang baik. Di samping aspek perkerasan dan pengaspalan yang baik, jalan juga harus diperhitungkan terhadap lokasi pengerjaannya, dan disesuaikan dengan letak topografi yang baik, serta memperhitungkan faktor kestabilan tanah.

Ruas jalan yang menghubungkan Kabupaten Maluku Tengah dan Kota Ambon. Ruas jalan pada STA 1+575 -1+700 km dengan lebar 4 meter dan terletak pada topografi yang kurang aman, seperti lereng dan tebing yang curam. Lokasi ini terletak pada tanjakan Dusun Hulung pada STA 1+575- 1+700 km, sehingga beberapa titik ruas jalan yang menghubungkan desa Hunut dan dusun Hulung terjadinya longsor. Berdasarkan preobservasi yang dilakukan pada ruas tersebut adalah terjadinya longsor pada tanggal 8 Juli 2022 pada jam 19.00 WIT dengan lebar 8 m, dan tingi 12 m jenis tanah adalah lempung berpasir jenis longsor yaitu longsor busur, yang terjadi akibat tinggi curah hujan. Akibat longsor tersebut mengganggu aktivitas pengguna jalan karena sebagian besar material menutupi badan jalan dan menyebabkan penyempitan badan jalan. Dan mengganggu lalu lintas pada lajur kiri maupun kanan jalan.

Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan pengendalian kelongsoran adalah melakukan kestabilan pada tanah dengan membangun dinding penahan tanah. Dari uraian di atas maka penulis tertarik mengangkat judul “Perhitungan Dinding Penahan Tanah Sta 1+575- 1+700 Pada Ruas Jalan Durian Pata- Hitu”.

KAJIAN TEORI

1. Tekanan Tanah Lateral

a. Tekanan tanah saat diam

$$\sigma_h = K_o \sigma_v = K_o z \gamma$$

dengan,

$$K_o = \text{koefisien tekanan tanah saat diam} \\ = \text{berat volume tanah (kN/m}^3\text{)}$$

b. Tekanan tanah aktif

$$\sigma_h = K_a \sigma_v = K_a \gamma z \\ k_a = \frac{\sigma_h(\text{aktif})}{\sigma_v} = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Pada kondisi keseimbangan limit aktif ini tegangan utama minor $\sigma_3 = \sigma_h$ dan tegangan utama mayor $\sigma_1 = \sigma_v$

c. Tekanan tanah pasif

$$\sigma_h = K_p \sigma_v = K_p \gamma z \\ k_p = \frac{\sigma_h(\text{aktif})}{\sigma_v} = \frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Perhatikan bahwa pada kondisi pasif, tegangan utama minor $\sigma_3 = \sigma_v(\text{pasif})$ dan tegangan utama $\sigma_1 = \sigma_h(\text{pasif})$.

2. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

a. Stabilitas Terhadap Geser

$$F_{gs} = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1.5$$

Untuk tanah granuler ($c = 0$):

$$\sum Rh = Wf$$

$$= W \operatorname{tg} \delta_b; \text{ dengan } \delta_b \leq \varphi$$

Untuk tanah kohesif ($\varphi = 0$);

$$\sum R_h = c_a B$$

Untuk tanah $c - \varphi$ ($\varphi > 0$ dan $c > 0$):

$$\sum R_h = c_a B + W \operatorname{tg} \delta_b$$

Dengan,

$\sum R_h$ = tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

W = berat total dinding penahan gan tanah di atas pelat fondasi (kN)

δ_b = sudut geser antara tanah dan fondasi, biasanya diambil $1/3 - (2/3) \varphi$

c_a = $a_d \times c$ = kohesi antara tanah dan dasar dinding (kNm²)

c = kohesi tanah dasar (kNm²)

a_d = faktor adhesi

B = lebar fondasi (m)

$\sum Ph$ = jumlah gaya-gaya horisontal (kN)

F = $\operatorname{tg} \delta_b$ = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar fondasi.

Faktor aman terhadap pergeseran dasar fondasi (F_{gs}) minimum, diambil 1,5.

Bowles (1997) menyarankan:

$F_{gs} \geq 1,5$ untuk tanah dengan granuler

$F_{gs} \geq 2$ untuk tanah dengan dasar kohesif.

b. Stabilitas Terhadap Guling

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) didefinisikan sebagai (bowles 1989) :

$$F_{gl} = \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} \geq 1.5$$

$$\sum Mw = W$$

$$\sum M_{gl} = \sum pah h_1 + \sum pav B$$

Keterangan:

$\sum Mw$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum Mgl$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

W = jumlah berat dinding dan berat tanah di atas pondasi (kN)

B = lebar kaki dinding penahan (m)

$\sum pah$ = jumlah gaya-gaya horisontal (kN)

$\sum pav$ = jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

Faktor aman terhadap penggulingan bergantung pada jenis tanah, yaitu:

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

SF ≥ 2 untuk tana kohesif

3. Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

a. Persamaan Terzaghi

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum mw - \sum mgl}{\sum w} < \frac{B}{6}$$

Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk fondasi memanjang dinyatakan oleh persamaan:

dengan:

q_u = Kapasitas dukung ultimit (kN/m²)

q_a = Kapasitas dukung tegangan ijin (kN/m²)

c = Cohesi tanah dasar (kN/m²)

D_f = Kedalaman fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

B = Lebar fondasi (m)

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

SF = faktor aman terhadap keruntuhan tanah dasar minimum dipakai SF = 3. Tekanan struktur pada tanah dasar fondasi dapat dihitung dari persamaan berikut

$$\sigma_{max} = \frac{\sum w}{B} \left(1 + \frac{6 \times e}{B} \right) \sigma \text{ ijin}$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum w}{B} \left(1 - \frac{6 \times e}{B} \right) \geq 0$$

Sehingga didapat faktor keamanan (q_{all}) dari beban keseluruhan yang bekerja pada dinding penahan sebagai berikut:

$$Fk = \frac{q_u}{q_{max}} \geq 3$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa jenis tanah untuk mendapatkan stabilitas terhadap geser (ΣR_h), stabilitas terhadap guling (ΣM_t dan ΣM_g) dan stabilitas terhadap daya dukung tanah (q_u dan q_a). Metode observasi yaitu teknik pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang nampak dalam suatu gejala pada objek penelitian. Penelitian ini dengan pengujian Laboratorium dilakukan dengan maksud untuk mengetahui Daya Dukung Tanah terhadap sampel yang diambil langsung dari Sungai Wailela Desa Rumah Tiga Kec. Teluk Ambon Kota Ambon

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah Disekitar Lereng Pada STA 1+575 -1+700M Ruas Jalan Durian Patah-Hitu

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan data propertis tanah yaitu dengan jenis tanah pasir berlempung, dengan kadar air sebesar 24,60 %, bobot isi dengan berat volume tanah basah ($\square b$) sebesar 1,84 gr/cm³ dan untuk volume tanah kering ($\square d$) sebesar 1,31 kg/cm³, berat jenis sebesar 2,59 Gs, batas cair (LL) sebesar 44,7%, batas plastis (PL) sebesar 22,22% dan untuk indeks plastis (IP) sebesar 22,48%, berat volume kering maksimum ($\square d$ maximum) sampel tanah yang diuji sebesar 1,316 gr/cm³ dan kadar air optimumnya (W optimum) sebesar 12,67 %, serta sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) yang dipakai berdasarkan tabel nilai-nilai estimasi sudut geser dalam (ϕ) dari hasil uji tiaksial (Bowles, 1977), yakni dipakai sebesar 30° dan 5 kPa untuk jenis tanah pasir berlempung

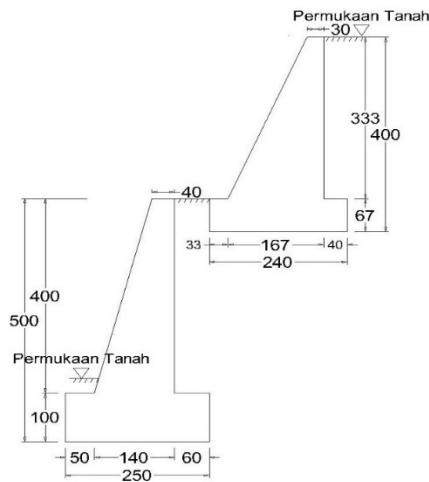
B. Desain dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria aman terhadap pergeseran, penggulingan dan daya dukung tanah pada STA 1+575 -1+700M ruas jalan Durian Patah-Hitu

Tabel 1.1 Ukuran dinding penahan tanah terasering tipe gravitasi

No	Nama	Ukuran	
		Bidang 1 (m)	Bidang 2 (m)
1	Tinggi total	5	4

2	Tinggi dinding penahan	4	3,33
3	Lebar bawah total	2,5	2,4
4	Lebar atas	0,4	0,3
5	Lebar tapak kaki	0,5	0,33
6	Lebar tumit	0,6	0,4
7	Tebal tapaka kaki dan tumit	1	0,67
8	Kedalaman	1,3	0,67

Gambar 1. Dimensi Dinding Penahan Tanah



C. Perhitungan Beban Vertikal (W) Bidang 1

Akibat beban sendiri

$$\begin{aligned} W1 &= P \times L \times T \times \gamma \text{ beton} \\ &= 1 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\ &= 3,84 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \frac{1}{2} \times a \times t \times p \times \gamma \text{ beton} \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\ &= 4,8 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= P \times L \times T \times \gamma \text{ beton} \\ &= 1 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton} \\ &= 6 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= P \times L \times T \times \gamma \text{ tanah} \\ &= 1 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 1,84 \text{ ton/m}^3 \\ &= 4,41 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

Jarak beban terhadap ujung dinding

$$\begin{aligned} X1 &= (\frac{1}{2} \times 0,4 \text{ m}) + 1 \text{ m} + 0,5 \text{ m} \\ &= 1,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X2 &= (\frac{2}{3} \times 1 \text{ m}) + 0,5 \text{ m} \\ &= 1,0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X3 &= \frac{1}{2} \times 2,5 \text{ m} \\ &= 1,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X4 &= (\frac{1}{2} \times 0,6 \text{ m}) + 0,4 \text{ m} + 1 \text{ m} + 0,5 \text{ m} \\ &= 2,2 \text{ mn sendiri} \end{aligned}$$

Tabel 2 perhitungan momen vertikal terhadap ujung dinding bidang 1

No	Berat (Ton)	Jarak (M)	Momen (Ton.M)
1	3,84	1,7	6,52
2	4,8	1	4,8
3	6	1,25	7,5
4	4,41	2,2	9,71
Hasil	$\sum W = 19,05$	=	$\sum Mw = 28,54$

D. Perhitungan tekanan tanah horisontal

Menghitung koefisien tekanan tanah aktif (K_a) dan koefisien tekanan tanah pasif (K_p)

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2) \\ = 0,333$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) \\ = 3$$

a. tanah aktif dan pasif

$$P_a = \frac{1}{2} \times \gamma \times h_1^2 \times K_a \\ = \frac{1}{2} \times 1,84 \text{ ton} \times 5\text{m}^2 \times 0,333 \\ = 7,66 \text{ ton/m}$$

$$P_p = \frac{1}{2} \times h_p^2 \times \gamma \times K_p \\ = \frac{1}{2} \times 1,3\text{m}^2 \times 1,84 \text{ ton} \times 3 \\ = 4,66 \text{ ton/m}$$

b. Jarak L terhadap titik 0

$$L_a = \frac{1}{3} \times h_1 \\ = \frac{1}{3} \times 5\text{m} \\ = 1,66 \text{ m}$$

$$L_p = \frac{1}{3} \times h_p \\ = \frac{1}{3} \times 1,3\text{m} \\ = 0,43 \text{ m}$$

Tabel 3 perhitungan momen akibat gaya horisontal aktif bidang 1

No	Tekanan aktif (ton)	Jarak (m)	Momen (ton/m)
1	7,66	1,66	12,77
Hasil	$\sum Mh \text{ aktif}$	=	12,77

Tabel 4 perhitungan momen akibat gaya horisontal pasif bidang 1

No	Tekanan aktif (ton)	Jarak (m)	Momen (ton/m)
1	4,66	0,43	2,02
Hasil	$\sum Mh \text{ pasif}$	=	2,02

Dari perhitungan momen akibat gaya horisontal aktif (P_a) dan momen akibat gaya horisontal pasif (P_p), maka dapat diketahui nilai $\sum h$ dan nilai $\sum mgl$ dari perhitungan berikut:

$$\sum Ph = \sum P_a - \sum P_p \\ = 7,66 - 4,66 \\ = 3 \text{ ton}$$

$$\sum Mgl = \sum Mh \text{ aktif} - \sum Mh \text{ pasif} \\ = 12,77 - 2,02 \\ = 10,75 \text{ ton/m}^3$$

E. Data hasil perhitungan untuk stabilitas tanah

Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned} F_{gs} &= \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1.5 \\ &= \frac{c_a \times B + W \times \text{tg} \delta_b}{\sum Ph} \geq 1.5 \\ &= \frac{0,5 \times 2,5 + (19,05)30^\circ}{3} \geq 1.5 \\ &= 3,6 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned} F_{gl} &= \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} \geq 1,5 \\ &= \frac{28,54}{10,75} = 2,6 \\ &= 2,6 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - \frac{\sum Mw - \sum Mgl}{\sum w} < \frac{B}{6} \\ &= \frac{2,5}{2} - \frac{28,54 - 10,75}{19,05} < \frac{2,5}{6} \\ &= 1,25 - 0,93 < 0,41 \\ &= 0,31 < 0,41 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai faktor kapasitas dukung tanah terzaghi untuk sudut geser dalam tanah (ϕ) 30° , maka didapatkan nilai $Nc = 37,2$, $Nq = 22,5$ dan $N\gamma = 19,7$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot Nc + Df \cdot \gamma \cdot Nq + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N\gamma \\ &= 0,5 \times 37,2 + 1,3 \times 1,84 \times 22,5 + 0,5 \times 2,5 \times 1,84 \times 19,7 \\ &= 117,73 \end{aligned}$$

Perehitungan Q ujung atau tumit (tegangan tanah akibat beban yang bekerja)

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{\sum w}{B} \left(1 + \frac{6 \times e}{B} \right) \sigma \text{ ijin} \\ \sigma_{max} &= \frac{19,05}{2,5} \left(1 + \frac{6 \times 1,25}{2,5} \right) \\ &= 30,48 \\ \sigma_{min} &= \frac{\sum w}{B} \left(1 - \frac{6 \times e}{B} \right) \geq 0 \\ \sigma_{min} &= \frac{19,05}{2,5} \left(1 - \frac{6 \times 1,25}{2,5} \right) \\ &= -15,24 \end{aligned}$$

Pengecekan keamanan

$$\begin{aligned} Fk &= \frac{q_u}{q_{max}} \geq 3 \\ Fk &= \frac{117,73}{30,48} \geq 3 \\ &= 3,8 \geq 3 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

F. Perhitungan Beban Vertikal (W) Bidang 2

a. Akibat beban sendiri

$$W1 = P \times L \times T \times \gamma \text{ beton}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1\text{m} \times 0,3\text{m} \times 3,33\text{m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{W2} &= \frac{1}{2} \times a \times t \times p \times \gamma \text{ beton} \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,37 \text{ m} \times 3,33\text{m} \times 1\text{m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 5,47\text{ton/m}^3 \\
 \text{W3} &= P \times L \times T \times \gamma \text{ beton} \\
 &= 1 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \times 0,67\text{m} \times 2,4 \text{ ton} \\
 &= 3,84 \text{ ton} \\
 \text{W4} &= P \times L \times T \times \gamma \text{ tanah} \\
 &= 1\text{m} \times 0,4 \text{ m} \times 3,33\text{m} \times 1,84 \text{ ton/m}^3 \\
 &= 2,45 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{b. Jarak beban terhadap ujung dinding (Titik A)} \\
 \text{X1} &= (\frac{1}{2} \times 0,3 \text{ m}) + 1,37\text{m} + 0,33\text{m} \\
 &= 1,85 \text{ m} \\
 \text{X2} &= (\frac{2}{3} \times 1,37\text{m}) + 0,33\text{m} \\
 &= 1 \text{ m} \\
 \text{X3} &= \frac{1}{2} \times 2,4\text{m} \\
 &= 1,2 \text{ m} \\
 \text{X4} &= (\frac{1}{2} \times 0,4\text{m}) + 0,3 \text{ m} + 1,37 \text{ m} + 0,33\text{m} \\
 &= 2,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5 perhitungan momen vertikal terhadap ujung dinding bidang 2

NO	Berat (ton)	Jarak (m)	Momen (ton.m)
1	2,4	1,85	4,44
2	5,47	1	5,56
3	3,84	1,2	4,61
4	2,45	2,2	5,40
Hasil	$\sum w = 14,16$	=	$\sum Mw = 20$

G. Perhitungan tekanan tanah horisontal bidang 2

Menghitung koefisien tekanan tanah aktif (K_a) dan koefisien tekanan tanah pasif (K_p)

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2 (45 - \phi/2) \\
 &= 0,333
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_p &= \tan^2 (45 + \phi/2) \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

a. Tanah aktif dan pasif

$$\begin{aligned}
 P_a &= \frac{1}{2} \times \gamma \times h_1^2 \times K_a \\
 &= \frac{1}{2} \times 1,84 \text{ ton} \times 1\text{m} \times 4\text{m}^2 \times 0,333 \\
 &= 4,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_p &= \frac{1}{2} \times h_p^2 \times \gamma \times K_p \\
 &= \frac{1}{2} \times 0,67\text{m}^2 \times 1\text{m} \times 1,84 \text{ ton} \times 3 \\
 &= 1,24 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Jarak L terhadap titik 0

$$\begin{aligned}
 L_a &= \frac{1}{3} \times h_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 4 \text{ m} \\
 &= 1,33 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_p &= \frac{1}{3} \times h_p \\
 &= \frac{1}{3} \times 0,67 \text{ m} \\
 &= 0,223 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 perhitungan momen akibat gaya horisontal aktif bidang 2

No	Tekanan aktif (ton)	Jarak (m)	Momen (ton/m)
1	4,90	1,33	6,54
Hasil	$\sum Mh$ aktif	=	6,54

Tabel 4.7 perhitungan momen akibat gaya horisontal pasif bidang 2

No	Tekanan aktif (ton)	Jarak (m)	Momen (ton/m)
1	1,24	0,223	0,227
Hasil	$\sum Mh$ pasif	=	0,227

Dari perhitungan momen akibat gaya horisontal aktif (P_a) dan momen akibat gaya horisontal pasif (P_p), maka dapat diketahui nilai $\sum h$ dan nilai $\sum mgl$ dari perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\sum Ph &= \sum P_a - \sum P_p \\ &= 4,90 - 1,24 \\ &= 3,67 \text{ ton} \\ \sum Mgl &= \sum Mh \text{ aktif} - \sum Mh \text{ pasif} \\ &= 6,54 - 0,227 \\ &= 6,265 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

H. Data hasil perhitungan untuk stabilitas tanah

a. Stabilitas terhadap geser

$$\begin{aligned}F_{gs} &= \frac{\sum Rh}{\sum Ph} \geq 1.5 \\ &= \frac{c_a \times B + W \times \text{tg} \delta_b}{\sum Ph} \geq 1.5 \\ &= \frac{0,5 \times 2,4 + (14,16)30^\circ}{3,67} \geq 1.5 \\ &= 2 \text{ (Aman)}\end{aligned}$$

b. Stabilitas terhadap guling

$$\begin{aligned}F_{gl} &= \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} \geq 1,5 \\ &= \frac{20}{6,265} = 3,2 \\ &= 3,2 \text{ (Aman)}\end{aligned}$$

c. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$\begin{aligned}e &= \frac{B}{2} - \frac{\sum Mw - \sum Mgl}{\sum w} < \frac{B}{6} \\ &= \frac{2,4}{2} - \frac{20 - 6,265}{14,16} < \frac{2,4}{6} \\ &= 1,2 - 0,969 < 0,400 \\ &= 0,23 < 0,400 \text{ (Aman)}\end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung tanah (kapasitas dukung ultimate)

Berdasarkan nilai faktor kapasitas dukung tanah terzaghi untuk sudut geser dalam tanah (ϕ) 30° , maka didapatkan nilai $N_c = 37,2$, $N_q = 225$ dan $N_\gamma = 19,7$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned}q_u &= c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \\ &= 0,5 \times 37,2 + 0,67 \times 1,84 \times 22,5 + 0,5 \times 2,4 \times 1,84 \times 19,7 \\ &= 89,835\end{aligned}$$

Perehitungan Q ujung atau tumit (tegangan tanah akibat beban yang bekerja)

$$\sigma_{max} = \frac{\sum w}{B} \left(1 + \frac{6 \times e}{B} \right) \sigma \text{ ijin}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &= \frac{14,16}{2,4} \left(1 + \frac{6 \times 1,2}{2,4} \right) \\ &= 23,6 \\ \sigma_{min} &= \frac{\sum w}{B} \left(1 - \frac{6 \times e}{B} \right) \geq 0 \\ \sigma_{min} &= \frac{14,16}{2,4} \left(1 - \frac{6 \times 1,2}{2,4} \right) \\ &= -11,8\end{aligned}$$

Pengecekan keamanan

$$\begin{aligned}Fk &= \frac{q_u}{q_{max}} \geq 3 \\ Fk &= \frac{89,835}{23,6} \geq 3 \\ &= 3,8 \geq 3 \text{ (Aman)}\end{aligned}$$

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan data propertis tanah yaitu dengan jenis tanah pasir berlempung, dengan kadar air sebesar 24, 60 %, bobot isi dengan berat volume tanah basah (γ_b) sebesar 1,84 gr/cm³ dan untuk volume tanah kering (γ_d) sebesar 1,31 kg/cm³, berat jenis sebesar 2,59 Gs, batas cair (LL) sebesar 44,7%, batas plastis (PL) sebesar 22,22% dan untuk indeks plastis (IP) sebesar 22,48%, berat volume kering maksimum (γ_d maximum) sampel tanah yang diuji sebesar 1,316 gr/cm³ dan kadar air optimumnya (W optimum) sebesar 12,67 %, serta sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) yang dipakai berdasarkan tabel nilai-nilai estimasi sudut geser dalam (ϕ) dari hasil uji tiaksial (Bowles, 1977), dan tabel nilai tipikal c'dan ϕ (AS 4678, 2002) yakni dipakai sebesar 30° dan 5 KN/m² untuk jenis tanah pasir berlempung.
2. Berdasarkan preobservasi yang dilakukan, tebing yang longsor pada lokasi tersebut memiliki tinggi 12 meter maka direncanakan dalam penelitian ini untuk mendesain dinding penahan tanah terasering tipe gravitasi yaitu: Pada bidang 1 denga tinggin keseluruhan 5 meter dan lebar telapak 2,5 meter, yaitu untruk gaya guling sebesar 2,6 (Aman), gaya geser sebesar 3,6 (Aman), perhitungan daya dukung ultimate sebesar 117,31 dan untuk pengecejan faktor keamana yaitu sebesar 3,86(Aman). Pada bidang 2 denga tinggin keseluruhan 4 meter dan lebar telapak 2,4 meter, yaitu untruk gaya guling sebesar 3,8 (Aman), gaya geser sebesar 5 (Aman), perhitungan daya dukung ultimate sebesar 89,835 dan untuk pengecejan faktor keamana yaitu sebesar 3,8(Aman).

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M., (1995), "Mekanika Tanah", Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994, Mekanika Tanah II, PT Gramedia. Jakarta.
- Jurnal Student Teknik Sipil Edisi Volume 1 No. 2 Januari 2020 e- ISSN: 2682-5033
- Kabul Bahasa Suryolelono, 2002, Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Imu Geoteknik, *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar*, Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Salemba Humanika. Zed Mestika. 2008. Metode penelitian kepustakaan.
- Widoyoko, Eko Putro. 2014. Teknik penyusunan instrumen penelitian. Yogyakarta : Pustaka Pelajar