

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA AREA LONGSOR DI JALAN SYARANAMUAL DESA POKA KOTA AMBON**Wirda Utari Rahantoknam¹⁾, Ruben Kumbangsila²⁾, Renny James Betaubun³⁾**^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon¹⁾utarirahanoknam@gmail.com, ²⁾renybetaubun@gmail.com**ABSTRACT**

Syaranamual street is situated in Poka Village, Ambon . It is one of the provincial roads affected by landslides due to its location near a fairly high slope/cliff, precisely at Batu Koneng Fruit Market, Poka Village. The landslide disaster that occurred was due to the influence of bad weather in the form of high-intensity rain accompanied by strong winds that hit Ambon city, so a solution was needed in the form of planning the construction of a retaining wall. The research aims to plan the dimensions of the retaining wall and analyze and determine the safety factor for the stability of the retaining wall in the landslide area on Jl. Syaranamual, Poka Village, Ambon . The method used in this study is by using theory and also empirical formulas according to Rankine about active earth pressure and passive earth pressure on retaining walls and the Terzaghi method regarding soil bearing capacity. The study results show that the planned retaining wall is a gravity retaining wall with height (H) = 4 m, bottom width (B) = 2.4 m, top width (T) = 0.3 m, and Df = 0.5 m. The safety factor obtained from the calculation results is that the wall is stable against the shear force with a value of $2.2 > 1.5$ (Safe), the wall is stable against the overturning force with a value of $2.03 > 1.5$ (Safe), and the safety factor for the stability of the retaining wall obtained is 3 (Safe).

ABSTRAK

Jalan Syaranamual yang berada di Desa Poka, Kota Ambon adalah salah satu ruas jalan provinsi yang terdampak bencana tanah longsor yang dikarenakan lokasinya berada di dekat lereng/tebing yang cukup tinggi tepatnya di Pasar Buah Batu Koneng, Desa Poka. Bencana tanah longsor yang terjadi dikarenakan pengaruh cuaca buruk berupa hujan dengan intensitas tinggi disertai angin kencang yang melanda kota Ambon, sehingga dibutuhkan solusi berupa perencanaan pembangunan dinding penahan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan dimensi dinding penahan tanah dan menganalisis serta mengetahui faktor keamanan untuk kestabilan dinding penahan tanah pada area longsor di Jalan Syaranamual Desa Poka Kota Ambon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan teori dan juga rumus-rumus empiris menurut Rankine tentang tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada dinding penahan tanah serta Metode Terzaghi mengenai daya dukung tanah. Dinding penahan tanah yang direncanakan yaitu dinding penahan tipe gravitasi dengan tinggi (H) = 4 m, lebar bawah (B) = 2.4 m, lebar atas (T) = 0.3 m dan Df = 0.5 m. Faktor kermanan yang didapat dari hasil perhitungan yaitu dinding stabil terhadap gaya geser dengan nilai $2.2 > 1.5$ (Aman) dan dinding stabil terhadap gaya guling dengan nilai $2.03 > 1.5$ (Aman) dan faktor keamanan untuk kestabilan dinding penahan tanah yang didapat yaitu 3 (Aman).

Kata kunci: Dinding Penahan Tanah, Dinding Gravitasi, Faktor Keamanan

1. PENDAHULUAN

Jalan Syaranamual yang berada di Desa Poka, Kota Ambon adalah salah satu ruas jalan provinsi yang merupakan akses utama bagi sebagian pelajar ataupun mahasiswa yang menuntut ilmu di beberapa sekolah dan perguruan tinggi di Desa Poka dan sekitarnya. Ruas Jalan Syaranamual juga merupakan salah satu ruas jalan yang terdampak bencana tanah longsor yang dikarenakan lokasinya berada di dekat lereng/tebing yang cukup tinggi. Dampak yang ditimbulkan dari kelongsoran ini yaitu material hasil longsor telah mencapai perkerasan jalan akibatnya terjadi penutupan tanah pada ruas jalan sehingga terjadi kemacetan pada ruas jalan tersebut dan menghambat akses lalu lintas di Jalan Syaranamual Desa Poka, Kota Ambon. Oleh sebab itu, dibutuhkan solusi berupa perencanaan pembangunan dinding penahan tanah guna menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan tanah pada lereng tersebut, menahan tanah yang memiliki kemiringan yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri serta mampu menahan tekanan lateral akibat tanah asli atau tanah urugan yang labil karena kondisi topografinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

a. Sifat-Sifat Tanah

Sifat-sifat tanah terdiri dari :

1. Tanah granular

Material yang baik untuk bangunan dan badan jalan karena memiliki kapasitas dukung yang tinggi serta penurunan yang kecil asalkan tanahnya relatif padat. Baik untuk tanah urugan dinding penahan tanah, struktur bawah tanah dan lainnya karena tekanan lateralnya kecil.

2. Tanah kohesif

Tanah kohesif yang sebagian butiran tanahnya halus seperti lempung, lanau, lempung berpasir atau kerikil, kuat gesernya ditentukan terutama dari kohesinya.

3. Tanah organik

Sifat fisik tanah yang perlu diperhatikan adalah terjadinya masalah gradasi struktur tanah akibat fungsi pengelolaan, bahan-bahan organik terdiri dari tumbuh-tumbuhan atau binatang. Jumlah organik dinyatakan dalam istilah kadar organik, yaitu nilai banding antara berat bahan organik dapat ditentukan dengan memanaskan contoh tanah untuk membakar bahan organiknya (McFarland, 1959).

b. Jenis Dan Klasifikasi Tanah

Tanah digolongkan dalam beberapa jenis yaitu :

- Berangkal (*boulders*), batuan besar dengan ukuran lebih besar dari 250 sampai 300 mm.
- Kerikil (*gravel*), partikel yang berukuran 2 sampai 200 mm.
- Pasir (*sand*), partikel yang berukuran sampai 2 mm.

- Hardpan, jenis tanah yang bergradasi baik, sangat padat dan merupakan partikel mineral yang kohesif.
- Lanau (*silt*), partikel yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm dan merupakan tanah yang berbutir halus.
- Lempung (*clay*), partikel yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm.
- Koloid (*colloids*), partikel yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2.2. Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif Menurut Rankine

a. Tekanan Tanah Aktif

Apabila dinding tidak diijinkan bergerak sama sekali, maka $\sigma_h = K\sigma_v$. Akan tetapi, bila dinding diijinkan bergerak menjauhi massa tanah secara perlahan-lahan, maka tegangan utama arah horizontal akan berkurang secara terus-menerus. Akhirnya suatu kondisi yaitu kondisi keseimbangan plastis akan dicapai bila kondisi tegangan di dalam elemen tanah kelonggaran di dalam tanah terjadi. Keadaan tersebut dinamakan “*Kondisi Aktif Menurut Rankine (Rankine’s Active State)*” tekanan σ_a yang bekerja pada bidang vertical (yang merupakan bidang utaman) adalah “*Tekanan Tanah Aktif Menurut Rankine (Rankine’s Active Earth Pressure)*”.

$$Ka = \frac{\sigma_a}{\sigma_v} = \tan^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

- Ka = koefisien tekanan tanah aktif
- σ_v = tekanan arah vertikal

b. Tekanan Tanah Pasif

Apabila tembok didorong secara perlahan-lahan ke arah masuk ke dalam massa tanah, maka tegangan utama σ_h akan bertambah secara terus-menerus. Akhirnya kita akan mendapatkan suatu keadaan yang menyebabkan kondisi tegangan elemen tanah. Pada keadaan ini, keruntuhan tanah akan terjadi yang saat ini dikenal sebagai *Kondisi Pasif Menurut Rankine (Rankine’s passive state)*. Disamping itu, tekanan tanah ke samping σ_p , yang merupakan tegangan utama besar (*major principal stress*), kita namakan *tekanan tanah pasif menurut Rankine (Rankine’s passive earth pressure)*.

$$Kp = \frac{\sigma_p}{\sigma_v} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

- Kp = koefisien tekanan pasif
- σ_v = tekanan arah vertikal
- σ_p = tekanan ke samping

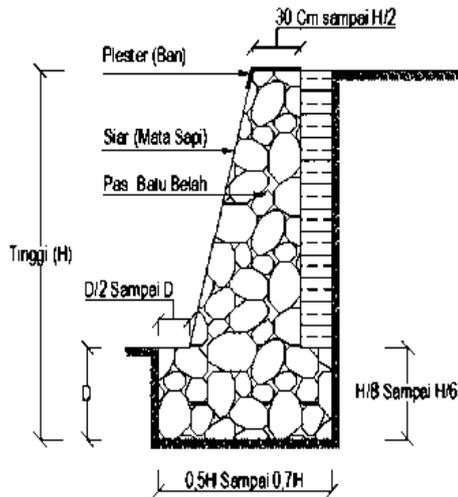
2.3. Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Perencanaan dinding penahan tanah pada umumnya yaitu menentukan bentuk dan dimensi sehingga didapat konstruksi yang aman, kuat dan stabil. Berikut perencanaan dimensi dinding penahan tanah.

a. Kriteria Dan Tipe Dinding Penahan Tanah

1. Dinding penahan tanah tipe gravitasi
Menurut Hardiyatmo (2020), bentuk dan ukuran dinding penahan tipe gravitasi adalah sebagai berikut :

- Lebar pelat kaki (B) dengan ukuran 0,5H – 0,7H
- Lebar pelat kaki depan (teo) dapat diambil antara D/2 – D
- Tebal dinding vertical (T) 30 cm – H/2
- Tinggi pelat kaki (D) diambil antara H/8 – H/6



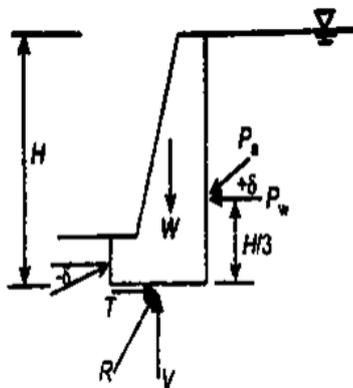
Gambar 1. Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Sumber : Hardiyatmo, 2020

2.4. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Menurut (Hary C. Hardiyatmo, 2020), gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan yaitu :

- a. Berat sendiri dinding penahan (W)
- b. Gaya tekanan aktif total tanah urug (Pa)
- c. Gaya tekanan tanah pasif total di depan dinding (Pp)
- d. Tekanan air pori di dalam tanah (Pw)
- e. Reaksi tanah dasar (R)



Gambar 2. Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah

Sumber : Hardiyatmo, 2020

a. Stabilitas Terhadap Geser

Faktor keamanan terhadap geser (Fgs) didefinisikan sebagai berikut :

$$Fgs = \frac{\mu \Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

- Fgs = factor keamanan terhadap geser
- ΣV = jumlah gaya-gaya vertikal
- ΣH = jumlah gaya-gaya horizontal

b. Stabilitas Terhadap Guling

Faktor keamanan terhadap guling (Fgl) didefinisikan sebagai berikut :

$$Fgl = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Mo} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- ΣMr = jumlah momen tahanan
- ΣMo = jumlah momen kerja

c. Stabilitas Terhadap Kapasitas Dukung

Stabilitas terhadap kapasitas dukung didefinisikan sebagai berikut :

$$x = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

- x = kapasitas dukung
- ΣMr = jumlah momen
- ΣMo = jumlah momen
- ΣV = jumlah gaya-gaya vertikal

$$qult = cNc + \gamma Df Nq + 0,5 B \gamma' N\gamma \dots (6)$$

Dengan :

- C = kohesi tanah (kN/m²)
- Df = kedalaman fondasi (m)
- γ = berat volume tanah (kN/m³)
- B = lebar fondasi dinding penahan tanah (m)
- Nc, Nq dan $N\gamma$ = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

Stabilitas terhadap kapasitas dukung (tegangan ijin) sebagai berikut :

$$q_{all} = \frac{qult}{SF} \dots\dots\dots(7)$$

dengan :

- q_{all} = kapasitas dukung ijin
- SF = factor keamanan

2.5. Gaya Gempa

Koefisien gempa dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$He = E \times SG \dots\dots\dots(8)$$

$$E = \frac{ad}{g} \dots\dots\dots(9)$$

$$ad = z \cdot ac \cdot v \dots\dots\dots(10)$$

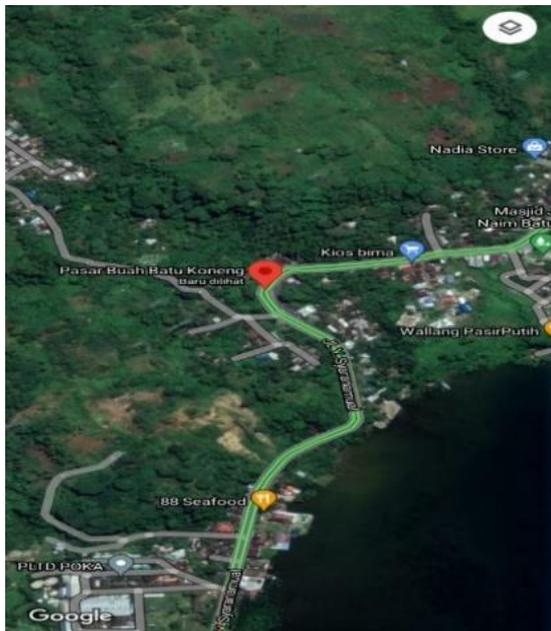
Dengan :

- He = gaya yang diakibatkan oleh gempa
- ad = percepatan gempa rencana
- g = gravitasi bumi
- ac = percepatan kejut dasar (cm/det²) untuk harga per periode ulang
- z = factor yang bergantung kepada letak geografis (koefisien Zona)

3. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang ditinjau yaitu pada area longsor di Jalan Syaranamual Desa Poka Kota Ambon.



Gambar 3. Peta Lokasi Lokasi Penelitian

Sumber : maps.google.com

3.2. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini yaitu :

- a. Data primer, berupa sampel tanah yaitu tanah teganggu dan tanah tidak teganggu yang kemudian dilakukan pengujian di laboratorium dan pengambilan dokumentasi.
- b. Data sekunder, berupa studi literatur dari buku-buku pendukung dan juga jurnal mengenai dinding penahan tanah.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara-cara yang dilakukan untuk memperoleh data dan keterangan-keterangan yang diperlukan dalam penelitian. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Penelitian lapangan
- b. Studi Kepustakaan
- c. Eksperimen

3.4 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan teori dan juga rumus-rumus empiris menurut Rankine tentang tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada dinding penahan tanah serta Metode Terzaghi mengenai daya dukung tanah. selain itu, terdapat juga beberapa pengujian di Laboratorium.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penyelidikan Tanah

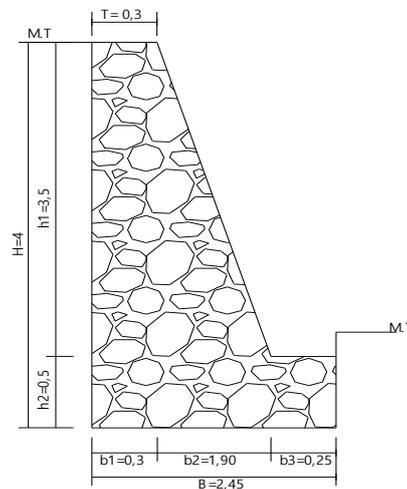
Berdasarkan penyelidikan tanah yang dilakukan di laboratorium mengenai pengujian propertis dan juga pengujian triaxial, maka data tanah yang di dapat yaitu sebagai berikut :

- a. Berat jenis (Gs) = 2,79
- b. Kadar air (ω) = 28,63% = 0,2863
- c. Angka pori (e) = 2,14
- d. Berat volume kering (γ_d) = 8,6 kN/m³
- e. berat butir padat, γ_s = 2,79 = 27,9 kN/m³
- f. Kohesi tanah (c) = 0,138 Kg/cm² = 1,38 kN/m
- g. Sudut geser dalam (φ) = 30,8°

4.2. Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah

a. Dimensi Dinding Penahan

Dinding penahan tanah yang dipakai yaitu dinding penahan tanah tipe gravitasi



Gambar 4. Dinding Penahan Tanah

Sumber: Penulis, 2022

- a. Dimensi/ukuran dinding penahan tanah

H = 4 m	b ₂ = 1.9 m
B = 2.45 m	b ₃ = 0.25 m
T = 0.3 m	h ₁ = 3.5 m
b ₁ = 0.3 m	h ₂ = 0.5 m

- b. Data pasangan batu

- 1. Berat Volume Pas. Batu = 2200 Kg/m³ = 22 kN/m³
- 2. Mutu Beton (f'c) = 20 MPa

b. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif

- Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned}
 K_a &= tg^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= tg^2 \left(45 - \frac{30.8}{2} \right) \\
 &= 0.32
 \end{aligned}$$

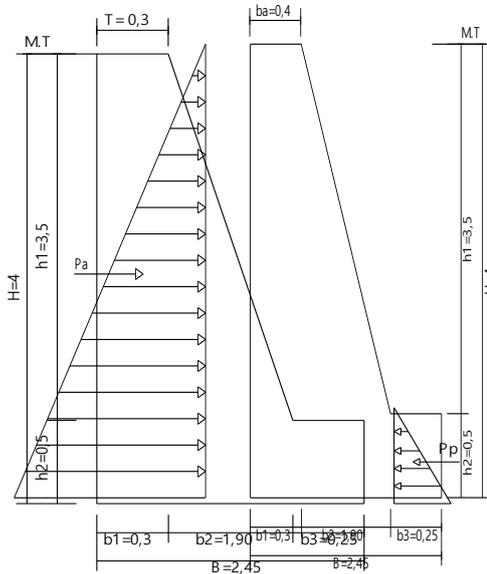
- Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Pasif

$$K_p = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$= tg^2 \left(45 + \frac{30.8}{2} \right)$$

$$= 3.098$$

c. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif



Gambar 5. Tekanan Tanah Aktif, Pasif
Sumber: Penulis, 2022

- Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$Pa = \frac{1}{2} \times H^2 \times \gamma s \times Ka - 2c\sqrt{Ka}$$

$$= \frac{1}{2} \times 4^2 \times 27.9 \times 0.32 - 2 \times 1.38\sqrt{0.32}$$

$$= 69.86 \text{ kN}$$

$$MPa = \frac{1}{3} \times H \times Pa$$

$$= \frac{1}{3} \times 4 \times 69.86$$

$$= 93.15 \text{ kN}$$

- Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$Pp = \frac{1}{2} \times h^2 \times \gamma s \times Kp + 2c\sqrt{Kp}$$

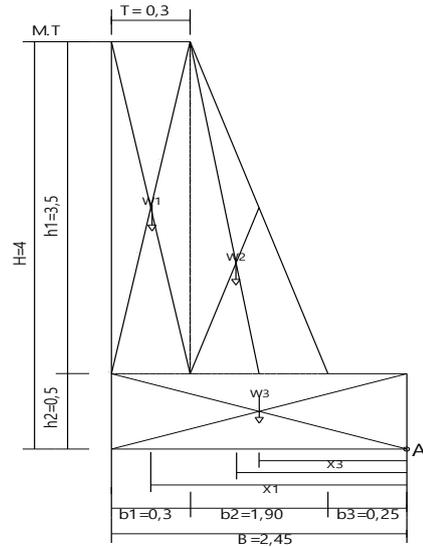
$$= \frac{1}{2} \times 0.5^2 \times 27.9 \times 3.098 + 2 \times 1.38\sqrt{3.098}$$

$$= 15.66 \text{ kN}$$

$$MPp = \frac{1}{3} \times h \times Pp$$

- $= \frac{1}{3} \times 0.5 \times 15.66$
- $= 2.61 \text{ kN.m}$

4.3 Perhitungan Berat Sendiri Dinding Penahan



Gambar 6. Berat Sendiri Konstruksi Dinding Penahan

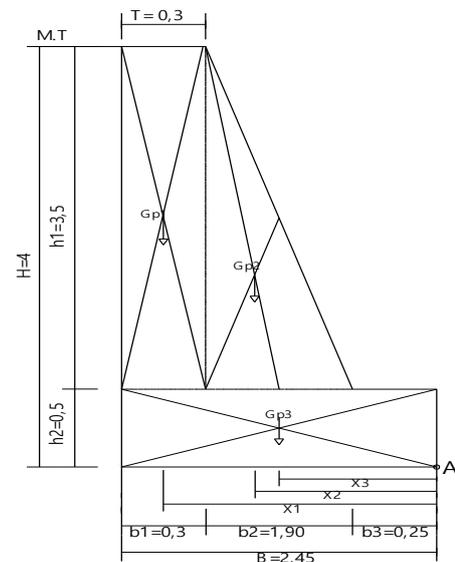
Sumber: Penulis, 2022

Tabel 1. Rekapitulasi Gaya Dan Momen Berat Sendiri Konstruksi

No	Berat Sendiri Konstruksi (kN)	Jarak/Lengan Momen (m)	Momen (kN.m)
1	23.1	2.3	53.13
2	73.15	1.52	111.19
3	26.95	1.225	33.01
	$\Sigma V =$		$\Sigma Mr =$
	123.2		197.33

Sumber: Penulis, 2022

4.4 Perhitungan Gaya Gempa



Gambar 8. Gaya Gempa

Sumber: Penulis, 2022

$$\begin{aligned}
 n &= 1.56 \text{ (Tanah Alluvium)} \\
 g &= 981 \text{ cm/det}^2 \\
 m &= 0.89 \\
 z &= 0.7 \text{ (Koef. Zona)} \\
 ac &= 160 \text{ cm/det}^2 \text{ (Untuk Periode 100 Tahun)} \\
 ad &= n (ac \times z)^m \\
 &= 1.56 (160 \times 0.7)^{0.89} \\
 &= 103.97 \text{ cm/det}^2 \\
 E &= \frac{ad}{g} \\
 &= \frac{103.97}{981} \\
 &= 0.106
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Rekapitulasi Gaya Dan Momen Gempa

No	Beban Gempa (kN)	Lengan Momen (m)	Momen (kN.m)
1	2.45	2.25	5.51
2	7.55	1.48	11.17
3	2.79	1.2	3.35
	12.79		20.03

Sumber: Penulis, 2022

4.5 Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan

a. Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser

$$\begin{aligned}
 F_{gs} &= \frac{\Sigma V}{\frac{\Sigma H}{123.2}} \\
 &= \frac{54.2}{123.2} \\
 &= 2.3 > 1.5 \text{OK}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Stabilitas Terhadap Guling

$$\begin{aligned}
 F_{gl} &= \frac{\Sigma Mr}{\frac{\Sigma Mo}{197.33}} \\
 &= \frac{93.15}{197.33} \\
 &= 2.1 > 1.5 \text{OK}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Daya Dukung

$$\phi = 30.8^\circ \quad 30^\circ - 34^\circ$$

Tabel 3. Faktor Kapasitas Dukung Tanah (Terzaghi, 1943)

Φ	Nc	Nq	N γ
30°	37.2	22.5	19.7
34°	52.6	36.5	35.0

Sumber : Hardiyatmo, 2020

Interpolasi untuk mendapatkan nilai Nc, Nq dan N γ bila sudut gesernya 30.8°.

$$\begin{aligned}
 N_c &= 40.28 \\
 N_q &= 25.3 \\
 N_\gamma &= 22.76 \\
 q_{ult} &= c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \\
 &= (1.38 \times 40.28) + (0.5 \times 27.9 \times 25.3) + \\
 &\quad (0.5 \times 2.45 \times 5.61 \times 22.76) \\
 &= 427.45 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Stabilitas terhadap kapasitas dukung

$$X = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{197.33 - 93.15}{123.2} \\
 &= 0.85
 \end{aligned}$$

Eksentrisitas

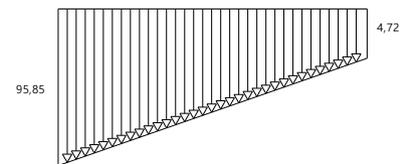
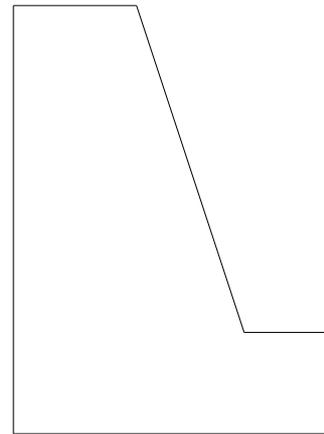
$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{2} - X \\
 &= \frac{2.45}{2} - 0.85 \\
 &= 0.37
 \end{aligned}$$

Perhitungan tegangan tanah akibat beban yang bekerja pada tanah karena adanya dinding penahan

Karena $e < B/6$, maka :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{max} &= \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \\
 &= \frac{123.2}{2.45} \left(1 + \frac{6 \times 0.37}{2.45} \right) \\
 &= 95.85 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{min} &= \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \\
 &= \frac{123.2}{2.45} \left(1 - \frac{6 \times 0.37}{2.45} \right) \\
 &= 4.72 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 9. Distribusi Tegangan Dinding Penahan Tanah

Sumber : Penulis, 2022

4.6 Perhitungan Kapasitas Dukung (Tegangan Ijin)

Dalam menghitung kapasitas dukung (tegangan ijin), biasanya menggunakan nilai faktor keamanan secara umum yaitu 2-3.

$$\begin{aligned}
 q_{all} &= \frac{q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{427.45}{3} \\
 &= 142.48 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas dukung (tegangan ijin) diatas, maka faktor keamanan untuk perencanaan dinding penahan tanah yaitu sebagai berikut :

$$SF = \frac{q_{ult}}{q_{all}}$$

$$= \frac{427.45}{142.48}$$

$$= 3$$

5 PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Tanah yang diuji merupakan tanah lempung dan termasuk dalam jenis tanah alluvial. Tanah yang bersifat kohesi, dimana teksturnya yang halus serta memiliki warna coklat kekuningan. Memiliki nilai kohesi tanah (c) = 1,38 kN/m dan sudut geser dalam (ϕ) = 30,8°.
2. Dinding penahan tanah yang direncanakan yaitu dinding penahan tipe gravitasi dengan tinggi (H) = 4 m, lebar bawah (B) = 2.45 m, lebar atas (T) = 0.3 m dan D_f = 0.5 m.
3. Faktor keamanan yang didapat dari hasil perhitungan yaitu :
 1. Dinding stabil terhadap gaya geser dengan nilai $2.3 > 1.5$ (Aman).
 2. Dinding stabil terhadap gaya guling dengan nilai $2.1 > 1.5$ (Aman)
 3. Faktor keamanan untuk kestabilan dinding penahan tanah yang didapat yaitu 3 (Aman).

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perencanaan dinding penahan tanah, maka saran yang dapat diajukan yaitu sebagai berikut

1. Dalam merencanakan suatu konstruksi dinding penahan tanah, disarankan harus mengetahui kondisi di lokasi penelitian agar dapat merencanakan jenis dan juga dimensi dinding penahan dengan tepat.
2. Data-data untuk perencanaan dinding penahan tanah harus lengkap dan akurat agar dapat memperoleh hasil yang baik.
3. Diharapkan Skripsi ini bisa menjadi masukan yang bermanfaat dan berguna dalam pengambilan keputusan untuk perencanaan dinding penahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., (1993), *Analisa Dan Desain Fondasi Jilid II*, Erlangga, Jakarta.
- Craig, R. F. dan Soepandji, Budi Susilo., (1987), *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M., (1995), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M., (1993), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., (2020), *Analisis Dan Perencanaan Fondasi I*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sinaga, P. M. (2019). *Analisa Perhitungan Dinding Penahan Tanah pada Proyek Pembangunan Parkiran Masjid Agung Medan (Studi Kasus)*.
- Hakim, L. *Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Pada Daerah Sempadan Sungai Jl.*

Sultan Agung, Jember Dengan FEM (Doctoral dissertation, FAKULTAS TEKNIK).

- Karsa Ciptaning¹, Yuhanis Yunus², Sofyan M. Saleh³, (2018), *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Konstruksi Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort*, Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan Vol. 1 No. 2 Februari, 2018: 58-68, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- L. D. Wesley., (1997), *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Lulut Fadhilah¹, Sudarno², (2017), *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen*, Vol.01 No. 1, 2017: 25-28, Universitas Tidar, Magelang.
- Melani Kalalo¹, Jack H. Tico², Agnes T. Mandagi³, (2017), *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus : Sekitar Areal Pt. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)*, Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 5 Juli, 2017: 285-294, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suhudi, Andreas, & Kiki, F. S., (2017), *Perencanaan Dinding Penahan Pasangan Batu Kali Pada Sungai Celaket Desa Gading Kulon Kecamatan dan Kabupaten Malang*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia Vol. 2 No. 2 Maret 2017-Agustus 2017: 106-113, Universitas Tribbuwana Tunggadewi, Malang.