

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN MESS AEK RANGAT KECAMATAN PANGURURAN KABUPATEN SAMOSIR

Ristanti Pohan¹⁾, Rahmat Dirgantara²⁾, Ricky Bakara³⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Komputer Universitas Harapan Medan.

³⁾ Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan, Medan

¹pohanristanti@gmail.com, ²rahmatdunhar@gmail.com, ²rickybakara@polmed.ac.id

Abstrak

This study analyzes the stability of an earth pressure wall in the Aek Rangat Mess construction project in Pangururan District, Samosir Regency, which faces the challenges of hilly topography and landslide risk. Active and passive earth pressures were analyzed using the Rankine and Coulomb methods, and soil bearing capacity was analyzed using the Terzaghi method. Earthquake effects were calculated using the Mononobe-Okabe, Seed-Whitman, and Wood approaches. The results indicate that the planned retaining wall meets safety requirements against shear, overturning, and failure of the soil bearing capacity, thus ensuring structural stability. However, it is recommended that future planning consider deeper variations in soil conditions and a dynamic approach to earthquake loads to increase resilience under extreme conditions. This study identifies critical factors affecting retaining wall performance and contributes to the development of safer designs in hilly and earthquake-prone areas.

Keywords: DPT, Stability, Soil, Pressure, Rankine and Coulomb methods

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara, memiliki topografi berbukit dan berada di zona rawan gempa sehingga menimbulkan tantangan dalam pembangunan infrastruktur, khususnya pada lahan dengan lereng curam. Salah satu contohnya adalah proyek pembangunan Mess Aek Rangat di Kecamatan Pangururan yang memerlukan perhatian khusus terhadap kestabilan tanah. Untuk mencegah longsor dan menjaga infrastruktur tetap aman, digunakan dinding penahan tanah yang harus mampu menahan potensi guling, geser, dan keruntuhan daya dukung tanah. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah menjadi sangat penting karena memengaruhi keamanan serta umur rencana struktur. Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan pada analisis kestabilan dinding penahan tanah proyek Mess Aek Rangat, dengan mempertimbangkan kondisi topografi perbukitan dan karakteristik tanah yang cenderung labil, sehingga diharapkan dapat memberikan hasil analisis yang relevan serta mendukung keselamatan dan ketahanan jangka panjang bangunan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah konstruksi untuk menjaga kestabilan timbunan tanah agar tidak longsor. Menurut Bowles (1999), dinding ini menahan tanah atau material tanpa kemiringan alami, sedangkan menurut Suyono berfungsi menahan beban vertikal dan mencegah longsor akibat topografi.

Struktur ini harus mampu menahan gaya geser, momen guling, serta beban tambahan seperti beban merata, garis, tekanan air, dan gempa. Besar tekanan

tanah dipengaruhi oleh gerakan lateral tanah terhadap dinding (Hardiyatmo, 2006). Dalam perencanaan, prinsip utamanya memastikan tidak terjadi keruntuhan total, dengan gerakan kecil masih diperbolehkan asalkan kestabilan jangka panjang tetap terjamin.

2.2 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral sebuah parameter perencanaan yang penting didalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan konstruksi-konstruksi lain yang ada di bawah tanah.

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu:

- Dalam Keadaan Diam (Ko)
- Dalam Keadaan Aktif (Ka)
- Dalam Keadaan Pasif (Kp)

Tekanan Tanah Aktif

Menurut Hardiyatmo (2017), tekanan tanah aktif terjadi saat dinding penahan tanah bergerak menjauh dari tanah urugan, sehingga tanah mendorong dinding. Besarnya ditentukan oleh koefisien Ka yang nilainya lebih kecil dari tekanan tanah diam, dan tekanannya cenderung mengurangi kestabilan dinding.

Dimana Ka untuk tanah datar metode Rankine adalah:

$$K_a = \tan^2 45^\circ - \frac{\phi}{2}$$

Metode Coulumb adalah:

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \delta)}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2}$$

Tekanan Tanah Pasif

Menurut metode Rankine, untuk tanah pasif tidak kohesif besarnya gaya lateral pada dinding akibat tekanan tanah pasif setinggi H dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_p = \frac{1}{2} \times H^2 \times K_p$$

Dimana K_p untuk tanah datar adalah:

$$K_p = \tan^2 45^\circ + \frac{\phi}{2}$$

Metode Coulumb adalah:

$$K_p = \frac{\sin(\alpha - \phi)^2}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left(1 - \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)}\right)^2}$$

2.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Ada beberapa hal yang terdapat keruntuhan pada dinding penahan tanah, yaitu:

- Penggulingan
- Penggeseran
- Keruntuhan daya dukung

Stabilitas Terhadap Guling

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urugan dibelakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan rotasi pada ujung depan kaki pondasi.

$$SF_{\text{guling}} = \sum M_v / \sum M_h$$

SF > 1,5 untuk tanah dasar granuler

SF > untuk tanah kohesif

Stabilitas Terhadap Geser

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh:

- Gesekan antara tanah akan ditahan pondasi
- Tekanan tanah pasif didepan dinding penahan

$$Sf_{\text{geser}} = \sum R_h / \sum P_h$$

Stabilitas Terhadap Keruntuhan Daya Dukung

Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk pondasi memanjang menggunakan metode Terzaghi dinyatakan sebagai berikut:

$$q_u = c.N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

$$F_k = \frac{q_{ult}}{q'} > 3$$

2.4. Menghitung Beban Gempa pada Dinding Penahan Tanah

Pada gaya gempa bekerja pada 0,6 H dari dasar dinding penahan dan nilai percepatan gempa untuk daerah Samosir Sumatera Utara senilai 0,25.

Metode Mononobe-Okabe

Metode Mononobe-Okabe memberikan total gaya aktif yang bekerja pada dinding penahan tanah, tapi tidak memberikan secara eksplisit titik tangkap gaya atau distribusi tekanan tanah dinamis.

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (P_A)

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}\right)^2}$$

- Perhitungan tegangan lateral tanah aktif setelah terjadi gempa (P_{AE}) tanpa percepatan gempa arah vertikal

$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\phi + \beta - \psi)}{\cos \psi \sin^2 \beta \sin(\beta - \psi - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \psi - \alpha)}{\sin(\beta - \delta - \psi) \sin(\alpha + \beta)}\right)^2}$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_{AE}$$

- Maka nilai tegangan lateral tanah aktif saat terjadi gempa (PE)
 $PE = P_{AE} - P_A$

Metode Seed-Whitman

Metode Seed-Whitman untuk menentukan nilai tegangan lateral tanah saat terjadi gempa (P_E).

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (P_A)

$$P_A = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

- Tegangan tanah lateral aktif saat terjadi gempa (PE)

$$PE = 3/8 \times \frac{a_h}{g} \times \gamma \times H^2$$

- Maka nilai tegangan tanah lateral aktif terjadi gempa (P_{AE}) adalah

$$P_{AE} = P_A + P_E$$

Metode Wood

Metode Seed-Whitman untuk menentukan nilai tegangan lateral tanah saat terjadi gempa (P_E).

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (P_A)

$$P_A = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

- Tegangan tanah lateral aktif saat terjadi gempa (PE) dengan menggunakan grafik dibawah ini

$$L/H = 1$$

- Sehingga didapatkan nilai faktor resultan gaya ada dinidng kaku ($F_p = 0,2$)

$$PE = F_p \times \frac{a_h g}{g} \times \gamma \times H^2$$

- Maka nilai tegangan lateral aktif tanah setelah terjadi gempa (P_{AE})

$$P_{AE} = P_A + P_E$$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian dalam perhitungan dinding penahan tanah ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Mess Aek Rangat Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data merupakan faktor terpenting dalam sebuah penelitian karena tanpa adanya data yang menunjang, sebuah penelitian tidak akan dapat dilakukan. Adapun data-data tersebut meliputi:

- Data Primer, data yang diperoleh dari secara langsung baik melalui penyelidikan di lapangan maupun di laboratorium, berupa hasil dokumentasi, sondir dll.
- Data Sekunder, data yang diperoleh melalui studi literatur sebagai pendukung dan pelengkap dari data primer, berupa peta wilayah Kabupaten Samosir dan buku-buku literatur lainnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menggunakan metode analisis sebagai berikut ini:

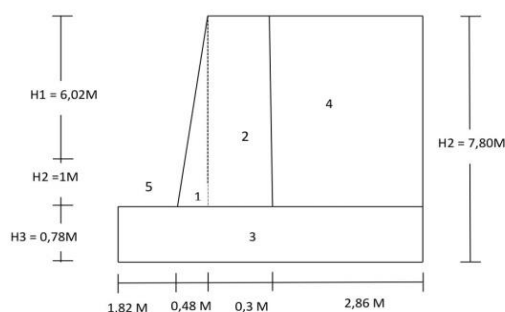
Data tanah yang digunakan mengacu hasil penyelidikan tanah pada proyek Mess Aek Rangat Kecamatan Pangururan Kabupaten Samosir. Adapun data tanah dan beban yang digunakan dapat dilihat pada berikut ini.

Tabel 1. Data Tanah

Parameter	Nilai
Berat volume beton (γ_b)	24 kN/m ³
Berat volume tanah (γ)	21 kN/m ³
Berat volume tanah (γ_1)	18 kN/m ³
Kohesi	0 kN/m ²
Sudut geser	30°
Beban tambahan	15 kN/m ²

4.1 Analisis Struktur Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Dinding penahan tanah berbentuk dinding tipe kantilever. Adapun dimensi rencana dari dinding adalah sebagai berikut:



4.2 Perhitungan Beban Vertikal (Gaya)

Hasil dari perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Gaya Vertikal Dinding

Bidang	Luas Area (m ²)	γ	Berat = Luas x γ (kN/m)	Jarak pusat berat terhadap titik O (m)	Momen terhadap titik O (kN.m)
W1	1,685	24	40,43	2,14	86,520
W2	2,105	24	50,54	2,45	123,75
W3	4,259	24	102,21	2,73	279,033
W4	20,077	18	361,390	4,03	1456,401
W5	4,259	18	32,76	0,91	29,812
	ΣV		587,33	ΣM_v	1975,516

4.3 Perhitungan Beban Horizontal

• Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Karena permukaan tanah urugan sejajar dengan permukaan dinding penahan tanah ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah dipakai

- Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif metode Rankine

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = (45^\circ - 15^\circ) = 0,333$$

- Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif metode Coulumb:

$$\alpha = 90^\circ \quad \phi = 30^\circ \\ B = 0^\circ \quad \delta = 2/3 \times \phi = 20^\circ$$

$$K_a = \frac{\sin(90 + 30)^2}{\sin^2 90 \sin(90 - 20) (1 + \frac{\sin(30 + 20) \sin(30 - 0)}{\sin(90 - 20) \sin(90 + 0)})^2}$$

$$= 0,284$$

- Perhitungan koefisien tekanan tanah pasif metode Rankine

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2) = (45^\circ + 15^\circ) = 3$$

- Perhitungan koefisien tekanan tanah pasif metode Coulumb:

$$K_p = \frac{\sin(90 - 30)^2}{\sin^2 90 \sin(90 + 0) (1 - \frac{\sin(30 + 0) \sin(30 + 0)}{\sin(90 + 0) \sin(90 + 0)})^2}$$

$$= 5,843$$

• Perhitungan Tekanan Tanah dari Nilai “q”

Perhitungan beban tambahan diambil dari beban mati dan beban hidup sebesar 15 kN. Perhitungan beban tambahan pada dinding penahan tanah berdasarkan persamaan terzaghi sebagai berikut:

$$\beta = 14^\circ = 0,244 \text{ (dalam radian)} \\ \alpha = 61^\circ = 1,064 \text{ (dalam radian)} \\ q = 15 \text{ kN} \\ h = 2 \times q/3,14 (\beta - \sin \beta \cos(2 \times \alpha)) \\ = 2 \times 15/3,14 (0,255 - \sin 0,244 \cos (2 \times 1,064)) \\ = 9,554 \times 0,250 \\ = 2,388 \text{ kN/m}$$

Perhitungan Tekanan tanah Aktif dan Pasif

- Tekanan tanah pasif metode Rankine

$$\begin{aligned}
 P_p &= \frac{1}{2} \times t b^2 \times (\gamma \text{ berat isi tanah}) \times K_p \\
 &= \frac{1}{2} \times 0,78^2 \times 21 \times 3 \\
 &= 19,165 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tekanan tanah aktif metode Rankine

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{1}{2} \times h^2 \times (\gamma \text{ berat isi tanah}) \times K_a \\
 &= \frac{1}{2} \times 7,80^2 \times 21 \times 0,333 \\
 &= 212,73 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \sigma_h \times K_a \\
 &= 2,388 \times 0,333 \\
 &= 0,795 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Tekanan tanah pasif metode Coulumb

$$\begin{aligned}
 P_p &= \frac{1}{2} \times t b^2 \times (\gamma \text{ berat isi tanah}) \times K_p \\
 &= \frac{1}{2} \times 0,78^2 \times 21 \times 5,843 \\
 &= 37,326 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan tekanan tanah aktif metode Coulumb

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{1}{2} \times h^2 \times (\gamma \text{ berat isi tanah}) \times K_a \\
 &= \frac{1}{2} \times 7,80^2 \times 21 \times 0,284 \\
 &= 181,42 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \sigma_h \times K_a \\
 &= 2,388 \times 0,284 \\
 &= 0,648 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan lengan terhadap titik O (Metode Coulumb)

$$\begin{aligned}
 P_p &= \frac{1}{3} \times t b \\
 &= \frac{1}{3} \times 0,78 = 0,26 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a1} &= \frac{1}{2} \times h \\
 &= \frac{1}{2} \times 7,80 = 3,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{a2} &= \frac{1}{3} \times h \\
 &= \frac{1}{3} \times 7,80 = 2,574 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Metode Rankine

Tekanan Tanah (kN)	Lengan Terhadap Alas (m)	Momen (kN)
P ₁ = 212,73	3,9	829,6
P ₂ = 0,760	2,574	1,956
P _p = 19,165	0,26	4,982
Σh = 232,652	ΣMh	836,59

Tabel 4. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Metode Coulumb

Tekanan Tanah (kN)	Lengan Terhadap Alas (m)	Momen (kN)
P ₁ = 181,42	3,9	707,538
P ₂ = 0,648	2,574	1,668
P _p = 37,326	0,26	9,704
Σh = 219,394	ΣMh	718,91

• Perhitungan Stabilitas Daya Dukung Tanah

- Stabilitas daya dukung guling metode Rankine

$$\begin{aligned}
 F_{\text{guling}} &= \frac{\sum M_v}{\sum M_h} > 2 \\
 &= \frac{1975,516}{836,59} \\
 &= 2,361 > 2 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

- Stabilitas daya dukung guling metode Coulumb

$$\begin{aligned}
 F_{\text{guling}} &= \frac{\sum M_v}{\sum M_h} > 2 \\
 &= \frac{1975,516}{718,91} \\
 &= 2,747 > 2 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum R_h &= c d \times B + \sum P_v \times \tan \phi \\
 &= 0 \times 5,46 + 587,33 \times 0,577 \\
 &= 338,889 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Stabilitas daya dukung geser metode Rankine

$$\begin{aligned}
 F_{\text{geser}} &= \frac{\sum R_h}{\sum P_h} > 1,5 \\
 &= \frac{338,889}{232,652} \\
 &= 1,456 < 1,5 \text{ (Tidak aman)}
 \end{aligned}$$

- Stabilitas daya dukung geser metode Coulumb

$$\begin{aligned}
 F_{\text{geser}} &= \frac{\sum R_h}{\sum P_h} > 1,5 \\
 &= \frac{338,889}{219,394} \\
 &= 1,544 < 1,5 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung

Dalam hal ini akan digunakan metode Terzaghi. Pada hitungan ini dianggap pondasi terletak kedalaman 0,78 m dari permukaan.

$$\begin{aligned}
 N_c &= 37,2 & N_q &= 22,5 & N_\gamma &= 19,7 \\
 q_{\text{ult}} &= C \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 0 \times 37,2 + 0,78 \times 21 \times 22,5 + 0,5 \times 21 \times 5,46 \times 19,7 \\
 &= 0 + 368,55 + 1129,401 \\
 &= 1497,951 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Terhadap stabilitas keruntuhan menurut (Metode Rankine)

Letak resultan gaya dari titik O

$$\begin{aligned}
 X_e &= \frac{\sum M_v - \sum M_h}{\sum P_v} \\
 &= \frac{1975,516 - 836,59}{587,33} = 1,939 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{B}{6} - x < \frac{B}{6} \\
 &= \frac{5,46}{6} - 1,939 < \frac{5,46}{6} \\
 &= 0,791 < 0,91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B' &= B - 2 \cdot e \\
 &= 5,46 - 2 \times 0,791 = 3,878 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$q' = \frac{\sum P_v}{B'} = \frac{587,33}{3,878} = 151,452 \text{ kN/m}^2$$

- Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung (Metode Terzaghi)

$$F_k = \frac{1497,951}{151,452} > 3$$

$$F_k = 9,9 > 3 \text{ (Aman)}$$

- Terhadap stabilitas keruntuhan menurut (Metode Coulumb)

Letak resultan gaya dari titik O

$$X_e = \frac{\sum MV - \sum Mh}{\sum PV} = \frac{1975,516 - 718,91}{587,33} = 2,139 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6} = \frac{5,46}{2} - 2,139 < \frac{5,46}{6} = 0,591 < 0,91$$

$$B' = B - 2.e = 5,46 - 2 \times 0,591 = 4,278 \text{ m}$$

$$q' = \frac{\sum pv}{B'} = \frac{587,33}{4,278} = 137,290 \text{ kN/m}^2$$

- Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung (Metode Terzaghi)

$$F_k = \frac{q_{ult}}{q'} = \frac{1497,951}{137,290} > 3$$

$$F_k = 10,9 > 3 \text{ (Aman)}$$

• Metode Mononobe-Okabe

Untuk menghitung tegangan lateral tanah sebelum terjadi gempa (Pa) akan menggunakan teori coulumb.

* Berat isi kering = 20 kN/m³

* Tanah kondisi basah = 21 kN/m³

* (γ_w = asumsi 10% kadar air tanah)

$$* \gamma_d = \frac{\gamma_{basah}}{1 + w} = \gamma_{dry} = 19,1 \text{ kN/m}^3$$

* Ketinggian(H) = 7,80 m

* Berat isi jenuh = 23 kN/m³

$$\beta = 0^\circ \quad \alpha = 90^\circ$$

$$\delta = 0^\circ \quad \theta = 30^\circ$$

* Muka air tanah (h) = 0

Percepatan gravitasi (g) = 0,25 g

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (Pa)

$$K_a = \frac{\sin(90 + 30)^2}{\sin^2 90 \sin(90 - 20) \left(1 + \frac{\sin(30 + 20) \sin(30 - 0)}{\sin(90 - 20) \sin(90 + 0)}\right)^2} = 0,284$$

$$\sigma_v = (V_{dry} \times H) - (\gamma_w \times h) = 148,98 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{ha} = \sigma_v \times K_a - 2 \times C \sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{ha} = 13,408 \text{ kN/m}^2$$

$$P_A = \frac{1}{2} \times \sigma_{ha} \times H$$

$$P_A = 52,29 \text{ kN/m}$$

- Perhitungan tegangan lateral tanah aktif setelah terjadi gempa (P_{AE}) tanpa percepatan gempa arah vertical

$$P_E = P_{AE} - P_A$$

$$K_h = \frac{0,259}{9}$$

$$\Psi = \tan^{-1} \times K_h$$

$$\Psi = \tan^{-1} \times 0,25 = 14,03$$

$$K_{AE} =$$

$$\frac{\sin^2(30 + 0 - 14,03)}{\cos 14,03 \times \sin 0 \times \sin(0 - 14,03 - 0) \left[1 + \frac{\sin(30 + 0) \times \sin(30 - 14,03 - 90)}{\sin(0 - 0 - 14,03) \times \sin(90 + 0)}\right]^2}$$

$$= 0,017$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_{AE}$$

$$P_{AE} = 10,86 \text{ kN/m}$$

- Maka nilai tegangan lateral tanah aktif saat terjadi gempa (PE)

$$P_E = P_{AE} - P_A$$

$$P_E = 10,86 - 52,29$$

$$P_E = -41,43 \text{ kN/m}$$

• Metode Seed-Whitman

Perhitungan manual menggunakan model galian dinding dengan bentang 5,46 m (L/H=0,7) tanpa muka air.

* Berat isi tanah $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

* Tinggi dinding H = 7,80 m

* Sudut geser tanah $\phi = 30^\circ$

* Percepatan gravitasi (g) = 0,25 g

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (P_A)

$$P_A = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

$$= \frac{1}{2} \times 21 \times 7,80^2 \times 0,284$$

$$= 181,424 \text{ kN/m}$$

- Tegangan tanah lateral aktif saat terjadi gempa (PE)

$$P_E = 3/8 \times \frac{ah}{g} \times \gamma \times H^2$$

$$= 3/8 \times 0,25 \times 21 \times 7,80^2$$

$$= 119,778 \text{ kN/m}$$

- Maka nilai tegangan tanah lateral aktif terjadi gempa (P_{AE}) adalah

$$P_{AE} = P_A + P_E$$

$$= 181,424 + 119,778 = 301,202 \text{ kN/m}$$

• Metode Wood

Perhitungan manual menggunakan model galian dinding dengan bentang 5,46 m (L/H=0,7) tanpa muka air.

- Perhitungan tegangan lateral aktif sebelum terjadi gempa (P_A)

$$P_A = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_a$$

$$= \frac{1}{2} \times 21 \times 7,80^2 \times 0,284$$

$$= 181,424 \text{ kN/m}$$

- Tegangan tanah lateral aktif saat terjadi gempa (PE) dengan menggunakan grafik dibawah ini

$$L/H = 5,46/7,80 = 0,7$$

- Sehingga didapatkan nilai faktor resultan gaya ada dinidng kaku (Fp = 0,2)

$$P_E = F_p \times \frac{ah}{g} \times \gamma \times H^2 = 63,882 \text{ kN/m}$$

- Maka nilai tegangan lateral aktif tanah setelah terjadi gempa (P_{AE})

$$P_{AE} = P_A + P_E$$

$$P_{AE} = 245,306 \text{ kN/m}$$

Dalam penelitian ini digunakan asumsi bahwa gaya gempa lateral PE bekerja pada ketinggian 0,6H. Dengan asumsi tersebut, perhitungan faktor keamanan stabilitas penggulingan dan stabilitas penggeseran dilakukan kembali untuk mengetahui stabilitas dinding penahan tanah pada kondisi seismik. Berikut perhitungannya:

Berdasarkan Metode Rankine

0,6H (arm) jarak titik vertikal dari dasar dinding ke titik kerja gaya gempa : $0,6 \times 7,80 = 4,68 \text{ m}$

$$\sum M_v : 1975,516 \text{ kN}$$

(Metode Mononobe-Okabe)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 191,222 \text{ kN} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= -193,892 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 642,697 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 1,772 > 1,1 \text{ (Aman)} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 3,073 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

(Metode Seed-Whitman)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 352,439 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 0,961 < 1,1 \\ &\text{(Tidak Aman)} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= 560,570 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 1397,16 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 1,413 < 1,5 \\ &\text{(Tidak Aman)} \end{aligned}$$

(Metode Wood)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 296,439 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 1,14 > 1,1 \text{ (Aman)} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= 298,967 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 1135,56 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 1,74 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Berdasarkan Metode Coulumb

(Metode Mononobe-Okabe)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 177,964 \text{ kN} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= -193,892 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 525,018 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 1,904 > 1,1 \text{ (Aman)} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 3,76 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

(Metode Seed-Whitman)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 339,174 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 0,99 < 1,1 \\ &\text{(Tidak Aman)} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= 560,570 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 1279,48 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 1,54 < 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

(Metode Wood)

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \sum P_h + P_E \\ &= 283,276 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{geser}}} &= \sum R_h / P_{\text{total}} \\ &= 1,196 > 1,1 \text{ (Aman)} \\ M_{\text{gempa}} &= P_E \times \text{arm} \\ &= 298,967 \text{ kN} \\ M_{\text{total}} &= \sum M_h + M_{\text{gempa}} \\ &= 1017,877 \text{ kN} \\ S_{f_{\text{guling}}} &= \sum M_v / M_{\text{total}} \\ &= 1,94 > 1,5 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Analisis stabilitas menunjukkan bahwa dinding aman terhadap stabilitas guling dengan berdasarkan metode Rankine sebesar $(2,361 > 2)$ dan metode Coulomb sebesar $(2,747 > 2)$. Namun, untuk stabilitas geser, metode Rankine menghasilkan nilai $(1,456 < 1,5)$ sehingga tidak memenuhi kriteria aman, sedangkan metode Coulomb menghasilkan nilai $(1,544 > 1,5)$ dan dianggap aman karena melebihi faktor keamanan yang ditetapkan. Berdasarkan metode Terzaghi dinding juga dinyatakan aman terhadap daya dukung tanah dengan berdasarkan metode Rankine sebesar $(9,9 > 3)$ dan berdasarkan metode Coulomb sebesar $(10,9 > 3)$ maka dinding penahan tanah tipe kantilever dapat dikatakan aman.
- Beban gempa dilakukan menggunakan tiga metode. Metode Mononobe-Okabe menghasilkan tekanan gempa sebesar $-41,43 \text{ kN/m}$, yang dianggap aman dan ekonomis namun kurang konservatif terhadap gempa besar. Metode Seed-Whitman memberikan nilai tertinggi sebesar $119,78 \text{ kN/m}$, cocok untuk desain konservatif sehingga cocok untuk desain yang lebih hati-hati terhadap gempa. Sementara itu, metode Wood menghasilkan

tekanan sebesar (63,882 kN/m) yang dianggap seimbang antara keamanan dan efisiensi.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang terdapat saran yang akan disampaikan yaitu

1. Menghitung kapasitas daya dukung tanah dengan metode lainnya.
2. Untuk penelitian selanjutnya melakukan analisis dengan dukungan perangkat lunak atau *software* seperti Plaxis agar mendapatkan hasil yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alfana, Siril dan Ra Rieke Aulia A, 2023, *Analisis Stabilitas Lereng dengan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Perhitungan Manual dan ASSDIP RETAIN V.4.7.6*
- [2]. Ardiansyah, 2017, *Study Perbandingan Perhitungan Dinding Penahan Tanah Kantilever (Cabtilever Wall) Menggunakan Program Geo5 dan Perhitungan Rankine dan Coulumb.*
- [3]. Aryanto, Ferry, Gouw Tjie Liong. *Analisis Beban Gempa pada Dinding Basement dengan Metoda Pseudo- Statik dan Dinamik*
- [4]. Bowles J., 1997, *Analisis dan desain pondasi*, Jakarta, Erlangga.
- [5]. Dermawan, Agus, Syaiful, Alimuddin, Fachruddin, 2022, *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor)*
- [6]. Dinulhak, Dikdik, 2023, *Analisa Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Proyek Ruas Jalan Tol Betung Tempino-Jambi Seksi 4 Jalan Arterii Simpang Tempino STA 0+350*, Universitas Sannga Buanan YPKP Bandung, Bandung.
- [7]. Dwi, Iqbal Prabawa, 2017, *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah pada Utara bangunan Gedung FTSP UII dari AS A0-B*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [8]. Erian, Moch. Fahmizaqha, Saputra Mrabawani Insan Rendra, 2022, *Perencanaan Tembok Penahan Tanah Diruan Jalan Selogabus- Malo Desa Tanggir Kecamatan Malo Kabupaten Bojonegoro.*
- [9]. Hardiyatmo H.C, 2010, *Mekanika Tanah 2* (5th ed) Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [10]. Ir. Soegyarto, MM, Kuku Bahtiar, 2021, *Perencanaan Tembok Penahan Tanah Struktur Kantilever*
- [11]. Junaidi, Dr., Ir., H. Habir., MT, Zulfan Syahputra, ST., MT. *Perancangan dinding penahan tanah pada penanganan longsoran jembatan lesan kabupaten berau provinsi kalimantan timur*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Samarinda
- [12]. Maulida, Isfina Unaizahroya, Izzah Noor Qurrata A'yuni, 2022, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Jenis Kantilever dengan Metode Bishop dengan Menggunakan Perkuatan soil Nailing di daerah Sibelis Pekalongan Menggunakan Perhitungan Software Geostudio*. Universitas Islam Sutan Agung Semarang, Semarang.
- [13]. Nur, Huda Rohman, Titin Sundari, Totok Yulianto, Meriana Wahyu Nugroho, 2024, *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah pada Proyek*
- [14]. *Rehabilitasi Jaringan Irigasi D.I Mrican Megaluh Kabupaten Jombang Tahap 2.*
- [15]. Pratama, Rizky, 2023, *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Menggunakan Plaxis pada proyek apartemen princeton medan*, Medan.
- [16]. Somba, Elisabeth Tjan, 2019, *Pengaruh Gempa Terhadap Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever*
- [17]. Syafrijal, 2023, *Perencanaan Dinding Penahan Tebing Jalan Lintas Simpang Empat Talu Km 10 Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat.*
- [18]. Zulfendri, 2022, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang Jorong Binu Nagari Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang