

ALTERNATIF STRUKTUR PADA DINDING PENAHAN TANAH (*RETAINING WALL*) DI BANDAR UDARA SYUKURAN AMINUDDIN AMIR LUWUK

ALTERNATIVE STRUCTURES IN RETAINING WALLS AT SYUKURAN AMINUDDIN AMIR AIRPORT LUWUK

Riduan

Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tompotika Luwuk

email: ridwanamin1965@gmail.com

Abstrak

Retaining wall merupakan salah satu konsep perkuatan tanah yang banyak digunakan dalam pekerjaan rekayasa sipil. Retaining wall merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. Pembangunan retaining wall di Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk merupakan lanjutan pekerjaan pembuatan dinding talud beton atau dinding penahan tanah dari proyek sebelumnya. Pembangunan retaining wall ini berlangsung pada dua zona yaitu zona satu dan zona dua. Peneliti mengambil zona dua sebagai tempat untuk penelitian, dengan membuat alternatif struktur pada retaining wall yang pembangunannya sedang berjalan di Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk. Alternatif struktur yang dimaksud adalah membandingkan retaining wall yang ada di bandar udara dengan beberapa jenis retaining wall lainnya.

Dari hasil perhitungan yang diperoleh, kontrol stabilitas dinding penahan tanah jenis counterfort terhadap momen guling adalah $2,48 \geq 1,5$ momen geser $3,15 \geq 1,5$ eksentrisitas $0,48 \leq 0,50$ kontrol stabilitas dinding penahan tanah jenis kantilever terhadap momen guling adalah $2,43 \geq 1,5$ momen geser $3,12 \geq 1,5$ eksentrisitas $0,50 \leq 0,50$

Kata Kunci: Dinding Penahan, Stabilitas

Abstract

Retaining wall is one of the concepts of soil reinforcement that is widely used in civil engineering work. Retaining wall is a wall that is used to withstand soil loads vertically or against a certain slope. The construction of a retaining wall at Syukur Aminuddin Amir Luwuk Airport is a continuation of the work of making a concrete embankment wall or retaining wall from the previous project. The construction of this retaining wall takes place in two zones, namely zone one and zone two. Researchers took zone two as a place for research, by making an alternative structure on the retaining wall whose construction is currently underway at Syukur Aminuddin Amir Luwuk Airport. The alternative structure in question is to compare the retaining walls at the airport with several other types of retaining walls.

From the calculation results obtained, the control of the stability of the counterfort retaining wall against the overturning moment is $2.48 \geq 1.5$ shear moment $3.15 \geq 1.5$ eccentricity $0.48 \leq 0.50$ the stability control of the cantilever type retaining wall against the moment overturning is $2.43 \geq 1.5$ shear moment $3.12 \geq 1.5$ eccentricity $0.50 \leq 0.50$

Keywords: Retaining Wall, Stability

PENDAHULUAN

Bandar udara merupakan salah satu infrastruktur penting yang diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi masyarakat. Setiap bandara pasti memiliki kapasitas maksimal untuk dapat mengakomodir jumlah penerbangan. Kapasitas bandara harus sesuai dengan jumlah penerbangan di bandara tersebut. Kota Luwuk saat ini menjadi kota tujuan para pebisnis di Sulawesi Tengah dikarenakan adanya perusahaan gas (LNG) yang masuk di Kabupaten Banggai sehingga untuk pergerakan keberangkatan domestik mengalami peningkatan yang signifikan per tahunnya (Gimnastiar R.A, 2018).

Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir terletak di Desa Bubung, Kecamatan Luwuk Selatan, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. Bandar udara ini berada sejajar dengan garis pantai Selat Peling dan persis berada di atas bukit yang memiliki ketinggian 17 meter di atas permukaan laut. Jenis tanah di area bandar udara yaitu tanah berbutir atau *granular*.

Granular merupakan sebuah struktur yang dimana tanah berbentuk membulat dan memiliki banyak sisi berbeda. Untuk menjaga struktur tanah agar tidak bergeser karena mengingat letak bandar udara ini persis berada di samping jalan poros (Jalan Provinsi). Sehingga, dibangunlah dinding penahan tanah atau talud beton yang sering disebut *retaining wall*. *Retaining wall* yang saat ini memiliki panjang dinding 400 meter dengan tinggi rata-rata 7 meter.

Dinding Penahan Tanah (*retaining wall*) adalah bangunan yang digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug ataupun tanah asli. Dinding penahan tanah difungsikan sebagai penahan tanah dan air disekitarnya. Dinding penahan tanah juga dapat membantu untuk proses penggalian. Karena kemampuan untuk menahan aliran air dan menahan tekanan tanah, bangunan dinding penahan tanah banyak digunakan pada proyek proyek seperti *underpass*, irigasi, bangunan jalan raya, serta elemen elemen pondasi seperti bangunan ruang bawah tanah (*basement*), pangkal jembatan (*abutment*) dan lainnya (Setiawan, 2011). Dinding penahan tanah (*retaining wall*) atau juga biasa disebut tembok penahan yang berfungsi untuk menjaga kestabilan dari suatu timbunan tanah, sehingga timbunan tersebut tidak bergerak atau longsor. Tingginya timbunan tanah dibelakang dinding penahan cenderung menimbulkan geser dan momen guling pada struktur dinding penahan tanah. Dalam memperhitungkan tekanan tanah lateral aktif maupun pasif, perlu diperhitungkan nilai koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dari setiap lapisan tanah pada struktur dinding penahan tanah (Nasrudin et al, 2019).

Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu bila dilakukan pekerjaan tanah seperti pemotongan tanah (*ear cut*).

Retaining wall merupakan salah satu konsep perkuatan tanah yang banyak digunakan dalam pekerjaan rekayasa sipil. *Retaining wall* merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. *Retaining wall* digunakan untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisi massa bahannya tidak memiliki kemiringan alami, dan juga digunakan untuk menahan atau menopang timbunan tanah atau ongkongan material lainnya (Bowles 1999: 49).

Selanjutnya pembangunan *retaining wall* di Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk merupakan lanjutan pekerjaan pembuatan dinding penahan tanah dari proyek sebelumnya. Pembangunan *retaining wall* ini berlangsung pada dua zona yaitu zona satu dan zona dua. Penelitian ini mengambil zona II dengan dinding penahan tanah jenis *counterfort* sebagai tempat untuk penelitian. Dinding Penahan Tanah Tipe *Conterfort* (*counterfort wall*) ketika saat tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup tinggi, dinding vertikal dan tumit harus dihubungkan. *Conterfort* adalah perekat tegangan dinding vertikal yang dipasang pada tanggul dengan jarak sambungan tertentu (Safitri, 2021).

Stabilitas dinding penahan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti dimensi, berat isi tanah (γ), sudut geser (ϕ), kemiringan permukaan tanah dan tinggi lereng. Penelitian yang akan dianalisis adalah melakukan perancangan dinding penahan *Tipe Cantilever* dengan variasi ketinggian lereng, sehingga akan didapatkan perbandingan kedua type dinding penahan meliputi spesifikasi teknis yaitu angka keamanan (Hendra, 2011).

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian:

Penelitian ini, dipilih lokasi yang akan digunakan sebagai lokasi untuk perencanaan dinding penahan tanah adalah pada Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk yang terletak di Desa Bubung Kecamatan Luwuk Selatan Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan pada lokasi tersebut mempunyai lereng yang berpotensi untuk mengalami longsor dan gerusan, akibat tinggi lereng yang amat curam, sehingga perlu diketahui sifat dan kondisi tanah dasar yang lebih terinci. (Gambar 1. Peta Lokasi Perencanaan)

b. **Keadaan Geologi dan Mekanika Tanah:** Kondisi geologi tanah pada sekitar lokasi perencanaan yang terletak pada Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk dikategorikan sebagai tanah berbutir kasar (pasir) dan bergradasi baik.

c. Waktu Penelitian:

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2021 sampai dengan Agustus 2022 pada Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir yang terletak di Desa Bubung, Kecamatan Luwuk Selatan, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah.



(Gambar 1 Peta Lokasi Perencanaan Bandara Udara Syukuran Amir Luwuk)

d. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan nilai angka keamanan (SF) pada dinding penahan tanah pada Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk Kabupaten Banggai.
2. Membandingkan perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan dinding penahan tanah *counterfort* terhadap guling (*Overtuning*), geser (*Shear /Sliding*) dan daya dukung tanah (*soil bearing capacity*).

Analisa dan data Perhitungan:

a. Tekanan tanah urug horizontal

Tekanan tanah aktif total (P_{-a}) untuk dinding penahan tanah setinggi H, menurut teori Rankine seperti rumus dibawah ini:

- 1) Tekanan tanah aktif (P_a)

$$P_a = 0,5 \times H^2 \times \gamma \times K_a$$

Keterangan :

P_a = Tekanan tanah aktif (kN/m)

H = Tinggi dinding penahan (m)

K_a = Koefisien tekanan aktif

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

2) Tekanan tanah pasif

$$P_p = 0,5 \times H^2 \times \gamma \times K_p$$

Keterangan :

P_p = Tekanan tanah pasif (kN/m)

H = Tinggi dinding penahan (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

K_p = Koefisien tekanan pasif

b. Stabilitas

- 1) Jika dinding pada keadaan seimbang, jumlah vector gaya-gaya akan sama dengan nol. Seperti pada rumus stabilitas ini, menurut penelitian Terzaghi (1948) dalam Hardiyatmo (2014) sebagai berikut Geser

$$Fgs = \frac{\mu \cdot \Sigma VT + Hp}{\Sigma H} \geq 1,5$$

Keterangan:

ΣVT = Jumlah gaya-gaya vertikal (kNm)

ΣH = Jumlah gaya-gaya horizontal (kNm)

H_p = Gaya akibat tekanan tanah pasif (kNm)
Guling

$$Fgl = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \geq 1,5$$

Keterangan:

ΣM_R = Jumlah momen guling (kNm)

ΣM_O = Jumlah momen tahanan guling (kNm)

2) Keruntuhan

$$SF = qu/q_{max} > 1,5$$

Keterangan:

SF = Faktor aman terhadap keruntuhan

qu = $(c N_c) + (D_f \gamma N_q) + (0,5 B \gamma N_\gamma)$

c = Kohesi tanah (kN/m²)

D_f = Kedalaman fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

B = Lebar fondasi dinding penahan tanah (m)

N_c, N_q, N_γ = Faktor-faktor kapasitas daya dukung

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Beban Tanah Timbunan

Hough (1957)¹, memberikan perkiraan nilai sudut geser tanah (ϕ) untuk berbagai klasifikasi tanah menurut tingkat kepadatannya, sebagaimana ditampilkan pada (tabel 1) berikut ini;

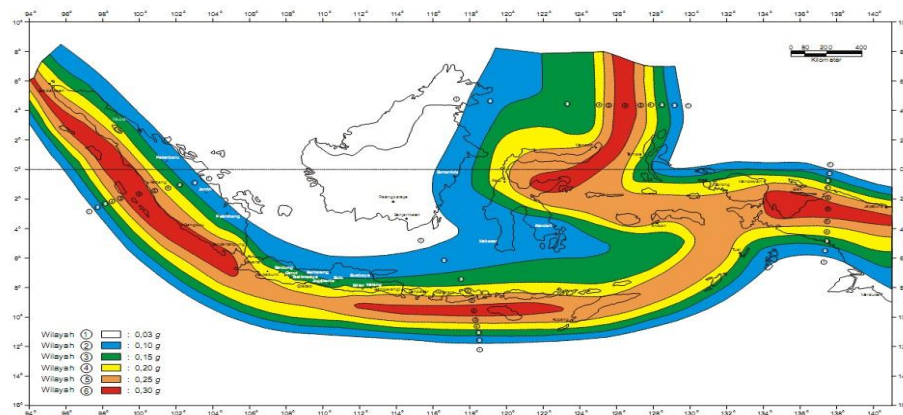
Tabel 1. Klasifikasi tanah menurut tingkat kepadatan.

| Classification | Friction Angles | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|------------|-------------|
| | Slope | | At | | At Peak Strength | | | |
| | Angle of Repose | | Ultimate Strength | | Medium Dense | | Dense | |
| | i (°) | Slope (vert. to hor) | ϕ_{cv} (°) | $\tan \phi_{cv}$ | ϕ (°) | $\tan \phi$ | ϕ (°) | $\tan \phi$ |
| Silt (nonplastic) | 26 | 1 on 2 | 26 | 0,488 | 28 | 0,532 | 30 | 0,577 |
| | to | | to | | to | | to | |
| Uniform fine to medium sand | 30 | 1 on 1,75 | 30 | 0,577 | 32 | 0,625 | 34 | 0,675 |
| | 26 | 1 on 2 | 26 | 0,488 | 30 | 0,577 | 32 | 0,675 |
| Well-graded sand | 30 | 1 on 1,75 | 30 | 0,577 | 34 | 0,675 | 36 | 0,726 |
| | to | | to | | to | | to | |
| Sand and gravel | 34 | 1 on 1,50 | 34 | 0,675 | 40 | 0,839 | 46 | 1,030 |
| | 32 | 1 on 1,60 | 32 | 0,625 | 36 | 0,726 | 40 | 0,900 |
| to | | to | | to | | to | | |
| 36 | 1 on 1,40 | 36 | 0,726 | 42 | 0,900 | 48 | 1,110 | |

Sumber: Hough (1957)

Material timbunan tanah klasifikasi (SM) nilai sudut geser (*friction angle*) merujuk pada klasifikasi *Uniform fine to medium sand* dalam kondisi padat. Nilai ϕ berada pada rentang ($40^\circ - 48^\circ$), untuk keperluan kajian, digunakan nilai $\phi = 40^\circ$

Penjelasan selanjutnya, berkaitan dengan Kegempaan, bahwa Kota Luwuk berada pada wilayah 5 dalam zona percepatan gempa ($0,4g - 0,5g$), seperti diperlihatkan pada (Gambar 2) dibawah ini:



(Gambar 2. Peta Wilayah Gempa, Sumber: SNI 03-1726-2002)

a. Beban Luar akibat beban sementara

Dinding penahan tanah memikul beban akibat beban sementara yang terdiri dari *runway strip maintenance equipment* dan struktur lainnya. Beban luar sementara bekerja pada tanah timbunan yang besarnya diambil sebesar 10 kN/m1.

b. Analisis dinding penahan tanah jenis *Caunterfort*

2. Bahan

| | | | |
|---------------------------------|---|--------|-------------------|
| Mutu beton, ($f'c$) | = | 20,00 | MPa |
| Mutu baja tulangan, (f_y) | = | 320,00 | MPa |
| Berat isi beton, (γ_c) | = | 24,00 | kN/M ³ |

3. Beban Sisi Depan Dinding Penahan

| | | | |
|---|---|--------|-------------------|
| Beban hidup, (L_{LP}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Beban mati, (L_{DP}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Berat isi tanah timbunan, (γ_s) | = | 19,00 | kN/M ³ |
| Tinggi urugan didepan dinding penahan, (H_p) | = | 2,00 | M ¹ |
| Sudut geser tanah urug, (ϕ) | = | 40,00° | |
| Sudut permukaan dinding terhadap bidang vertikal (θ) | = | 0,00° | |
| Sudut geser antara dinding dan tanah urug (δ) | = | 18,00° | |
| Slope permukaan tanah urug, (β) | = | 0,00° | |
| Koef. Tekanan tanah pasif, (K_p) | = | 10,456 | |

4. Beban Sisi Belakang Dinding Penahan

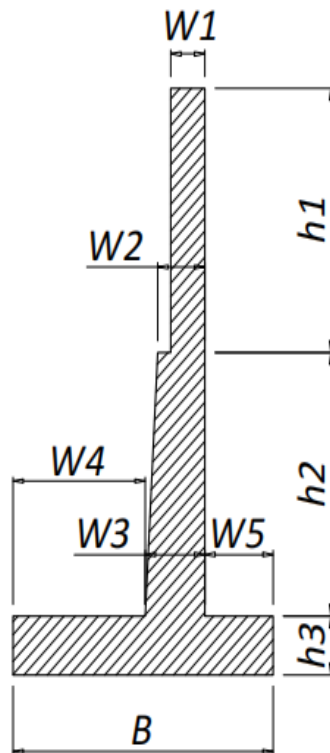
| | | | |
|--|---|---------|-------------------|
| Beban hidup, (L_{LA}) | = | 10,00 | kN/M ¹ |
| Beban Mati, (L_{DA}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Berat isi timbunan, (γ_s) | = | 19,00 | kN/M ¹ |
| Sudut geser tanah urug, (ϕ) | = | 40,00° | |
| Sudut permukaan dinding terhadap bidang vertikal, (θ) | = | 0,00° | |
| Sudut geser antara dinding dan tanah urug, (δ) | = | 18,00° | |
| Slope permukaan tanah urug, (β) | = | 0,00° | |
| Koef. Tekanan tanah aktif, (K_a) | = | 0,392 | |
| Koef. Percepatan horizontal, (K_h) | = | 0,245 | |
| Inklinasi percepatan gempa, (ψ) | = | 13,766° | |
| Koef. Tekanan tanah aktif, (K_a) | = | 0,549° | |

5. Dimensi

Tabel 2. Dimensi dinding penahan *counterfort*

| Notasi | Besaran | Dimensi |
|--------|---------|----------------|
| W1 | 0,30 | M ¹ |
| W2 | 0,30 | M ¹ |
| W3 | 0,65 | M ¹ |
| W4 | 1,55 | M ¹ |
| W5 | 0,80 | M ¹ |
| h1 | 4,00 | M ¹ |
| h2 | 3,00 | M ¹ |
| h3 | 0,60 | M ¹ |
| B | 3,00 | M ¹ |
| H | 7,00 | M ¹ |

$$\begin{aligned}
 F &= (H_3 \times B) + (H_2 \times 0,5 \times ((W_2 + W_3)) + (h_1 \times h_2) \\
 &= (0,60 \times 3,00) + (3,00 \times 0,5 \times ((0,30 + 0,65)) + (4,00 \times 3,00) \\
 &= 4,425 \text{ M}^2
 \end{aligned}$$



(Gambar 3. *Existing* Dinding Penahan Tanah *counterfort*)
 Sumber: Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk

Beban Layanan Arah Horizontal

- a. Beban Mati Belakang Dinding Penahan ($H_{D'}$)
- Akibat tanah timbunan ($H_{D1'}$)

$$= \frac{1}{2} \cdot H_2 \cdot \gamma_s \cdot K_a$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 7^2 \cdot 19 \cdot 0,549$$

$$= 255,466 \text{ kN/M}$$
 - Akibat beban mati ($H_{D2'}$)

$$= L_{DA} \cdot H \cdot K_a$$

$$= 0 \cdot 7 \cdot 0,549$$

$$= 0,000 \text{ kN/M}$$
- b. Beban Hidup di Belakang Dinding Penahan (H_L')
- Beban lalu lintas (H_L')

$$= L_{LA} \cdot 0,7 \cdot K_a$$

$$= 10 \cdot 0,7 \cdot 0,549$$

$$= 3,842 \text{ kN/M}^1$$
- c. Beban Mati di Depan Dinding Penahan (H_D)
- Akibat tanah (H_{D1})

$$= \frac{1}{2} H_p^2 \cdot \gamma_s \cdot K_p$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot 19 \cdot 10,456$$

$$= 397,328 \text{ kN/M}^1$$
 - Akibat beban mati (H_{D2})

$$= L_{DP} \cdot H_p \cdot K_p$$

$$= 0 \cdot 2^2 \cdot 10,456$$

$$= 0,000 \text{ kN/M}^1$$
- d. Beban Hidup di Depan Dinding Penahan (H_L)

- Beban lalu lintas (H_{L1})
 $= L_{LP} \cdot (H_p + H) \cdot K_p$
 $= 0 \cdot (2+7) \cdot 10,456$
 $= 0,000 \text{ kN/M}^1$

Beban Layanan Arah Vertikal (V)

a) Beban Mati, V_D

- Berat tanah dibelakang dinding penahan ($V1$)
 $V1a = \gamma_s \{h1 \cdot (B - (W5+W1))\}$
 $= 19,00 \{4,00 \cdot (3,00 - (0,90+0,40))\}$
 $= 144,400 \text{ kN/M}^1$
 $V1b = \gamma_s \{h2 \cdot 0.5 \cdot ((B-(W5+W2))+W4)\}$
 $= 19,00 \{3,00 \cdot 0.5 \cdot ((3,00-(0,80+0,30))+1,55)\}$
 $= 98,325 \text{ kN/M}^1$
 $V1c = 0$
 $\Sigma V = V1a + V1b + V1c$
 $= 144,400 + 98,325 + 0$
 $= 242,725 \text{ kN/M}^1$
- Berat tanah depan dinding penahan ($V2$)
 $V2 = \gamma_s \cdot H_p \cdot W5$
 $= 19,00 \cdot 2,00 \cdot 0,8$
 $= 30,400 \text{ kN/M}^1$
- Beban luar ($V3$)
 $V3 = LDA (B-(W5+W1))$
 $= 0,00 (3,00 - (0,80+0,30))$
 $= 0,00 \text{ kN/M}^1$
- Berat sendiri dinding penahan ($V4$)
 $V4 = \gamma_c \cdot F$
 $= 24 \cdot 4,425$
 $= 106,200 \text{ kN/M}^1$

b) Beban Hidup (V_L)

- Beban luar ($V5$)
 $V5 = LLA \cdot (B-(W5+W1))$
 $= 10(3-(0,80+0,30))$
 $= 19,000 \text{ kN/M}^1$

Kontrol Stabilitas :

a) Momen Guling

Tabel 3, Momen guling kantilever

| Gaya-gaya Horizontal | Gaya, kN (f) | Lengan Momen, m (l) | Momen, kNm (f×l) | KONTROL STABILITAS TERHADAP GULING |
|---|-------------------------|---------------------------|------------------------|--|
| Akibat tekanan tanah timbunan dibelakang dinding penahan | 255,466 (H_{D1}) | 2,933 | 749,28 | Persyaratan: $\frac{\Sigma MR}{\Sigma Mo} \geq 1.5$ |
| Akibat tekanan beban mati | 0,000 (H_{D2}) | 0,000 | 0,000 | $\frac{636,81}{261,75} = 2,43$ |

| | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|----------|-------------|-----------------|-----------------|
| Akibat tekanan beban lalu lintas | 3,842 (H_L') | 4,100 | 15,75 | 2,43 \geq 1,5 | |
| Akibat tekanan tanah pasif | -397,328 ($-H_{D1}$) | 1,267 | -503,28 | | |
| | ΣH | 259,308 | | Kesimpulan | |
| Jumlah | ΣHT | -138,020 | ΣMo | 261,75 | KONSTRUKSI AMAN |

b). Momen Penahan Geser

Tabel 4, Momen geser Kantilever

| Gaya-gaya Vertikal | Gaya, kN (f) | Lengan Momen, m (l) | Momen, kNm (f×l) | KONTROL STABILITAS TERHADAP GESER | |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|--|-----------------|
| Berat tanah di belakang dinding penahan M_{1a} | 129,200 (V_{1a}) | 2,150 | 277,78 | $\mu = \text{Koef. Geser}$ $\times B$ | |
| M_{1b} | 84,075 (V_{1b}) | 2,150 | 180,76 | $= 0,35 \times 3 = 1,050$ | |
| M_{1c} | 0,000 (V_{1c}) | 0,000 | 0,00 | Persyaratan | |
| Berat tanah di depan dinding penahan M_2 | 34,200 (V_2) | 0,450 | 15,39 | $\frac{\mu \cdot \Sigma VT + Hp}{\Sigma H} \geq 1.5$ | |
| Akibat beban mati M_3 | 0,000 (V_3) | 2,150 | 0,00 | $\frac{1,050 \cdot 391,075 + 2}{259,308} \geq 1.5$ | |
| Berat sendiri talud M_4 | 126,600 (V_4) | 1,287 | 162,88 | 3,12 \geq 1,5 | |
| Akibat beban hidup (beban lalu lintas) M_5 | 17,000 (V_5) | | | | |
| | ΣV | 374,075 | | Kesimpulan | |
| Jumlah | ΣVT | 391,075 | ΣMR | 636,81 | KONSTRUKSI AMAN |

Kontrol Terhadap Eksentrisitas

Persyaratan :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{(\Sigma MR - \Sigma Mo)}{\Sigma V} \leq \frac{B}{6}$$

Hasil Perhitungan :

$$e = \frac{3}{2} - \frac{(648,85 - 261,75)}{379,325} \leq \frac{3}{6}$$
$$0,48 \leq 0,50$$

Kesimpulan :

(Konstruksi Aman)

Kontrol Terhadap Daya Dukung

Persyaratan :

$$\frac{q_u}{q_{max}} > 1.5$$

Hasil Perhitungan :

$$q_{max} = \left(\frac{\sum V}{B}\right) \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$
$$= \left(\frac{379,325}{3}\right) \left(1 + \frac{6 \times 0,48}{3}\right)$$
$$= 247,702 \text{ kPa}$$
$$q_{min} = \left(\frac{\sum V}{B}\right) \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$
$$= \left(\frac{379,325}{3}\right) \left(1 - \frac{6 \times 0,48}{3}\right)$$
$$= 5,182 \text{ kPa}$$

Analisis dinding penahan tanah jenis *kantilever*

1) Bahan

| | | | |
|---------------------------------|---|--------|-------------------|
| Mutu beton, (f'_c) | = | 20,00 | MPa |
| Mutu baja tulangan, (f_y) | = | 320,00 | MPa |
| Berat isi beton, (γ_c) | = | 24,00 | kN/M ³ |

2) Beban Sisi Depan Dinding Penahan

| | | | |
|---|---|--------|-------------------|
| Beban hidup, (L_{LP}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Beban mati, (L_{DP}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Berat isi tanah timbunan, (γ_s) | = | 19,00 | kN/M ³ |
| Tinggi urugan didepan dinding penahan, (H_p) | = | 2,00 | M ¹ |
| Sudut geser tanah urug, (ϕ) | = | 40,00° | |
| Sudut permukaan dinding terhadap bidang vertikal (θ) | = | 0,00° | |
| Sudut geser antara dinding dan tanah urug (δ) | = | 18,00° | |
| Slope permukaan tanah urug, (β) | = | 0,00° | |
| Koef. Tekanan tanah pasif, (K_p) | = | 10,456 | |

3) Beban Sisi Belakang Dinding Penahan

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|-------------------|
| Beban hidup, (L_{LA}) | = | 10,00 | kN/M ¹ |
| Beban Mati, (L_{DA}) | = | 0,00 | kN/M ¹ |
| Berat isi timbunan, (γ_s) | = | 19,00 | kN/M ¹ |
| Sudut geser tanah urug, (ϕ) | = | 40,00° | |
| Sudut permukaan dinding | = | 0,00° | |

terhadap bidang vertikal, (θ)
 Sudut geser antara dinding = 18,00°
 dan tanah urug, (δ)
 Slope permukaan tanah urug, (β) = 0,00°
 Koef. Tekanan tanah aktif, (K_a) = 0,392
 Koef. Percepatan horizontal, (K_h) = 0,245
 Inklinalasi percepatan gempa, (ψ) = 13,766°
 Koef. Tekanan tanah aktif, (K_a) = 0,549°

4) Dimensi

Tabel 5. Dimensi dinding penahan *kantilever*

| Notasi | Besaran | Dimensi |
|--------|---------|----------------|
| W1 | 0,30 | M ¹ |
| W2 | 0,30 | M ¹ |
| W3 | 0,65 | M ¹ |
| W4 | 1,55 | M ¹ |
| W5 | 0,80 | M ¹ |
| h1 | 4,00 | M ¹ |
| h2 | 3,00 | M ¹ |
| h3 | 0,60 | M ¹ |
| B | 3,00 | M ¹ |
| H | 7,00 | M ¹ |

$$\begin{aligned}
 F &= (h_3 \times B) + (H_2 \times 0,5 (W_2 + W_3)) + (h_1 \times h_2) \\
 &= (0,60 \times 3,00) + (3,00 \times 0,5(0,40 + 0,75)) + (4,00 \times 3,00) \\
 &= 5,275 \text{ M}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol Terhadap Eksentrisitas

Persyaratan :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{(\sum MR - \sum Mo)}{\sum V} \leq \frac{B}{6}$$

Hasil Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{3}{2} - \frac{(636,81 - 261,75)}{374,075} \leq \frac{3}{6} \\
 &0,50 \leq 0,50
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

(Konstruksi Aman)

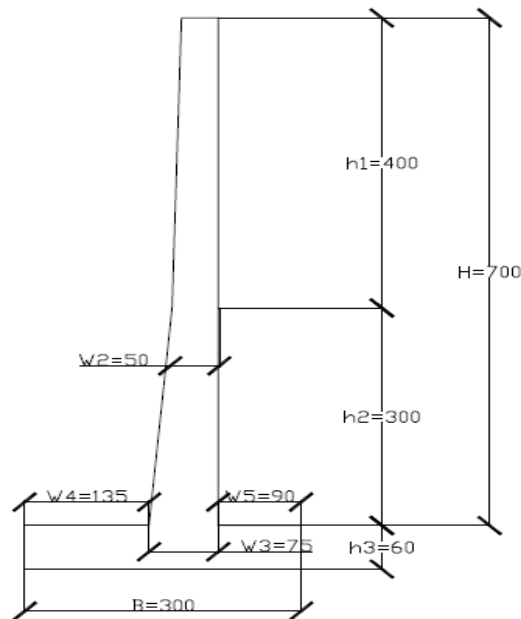
Kontrol Terhadap Daya Dukung

Persyaratan :

$$\frac{q_u}{q_{max}} > 1.5$$

Hasil Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 q_{max} &= \left(\frac{\sum V}{B} \right) \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \\
 &= \left(\frac{374,075}{3} \right) \left(1 + \frac{6 \times 0,50}{3} \right) \\
 &= 248,726 \text{ kPa} \\
 q_{min} &= \left(\frac{\sum V}{B} \right) \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \\
 &= \left(\frac{374,075}{3} \right) \left(1 - \frac{6 \times 0,50}{3} \right) \\
 &= 0,658 \text{ kPa} > 1,5 \text{ (Konstruksi Aman)}
 \end{aligned}$$



(Gambar: 4 Hasil Analisis Perhitungan Pondasi *Cantilever*)

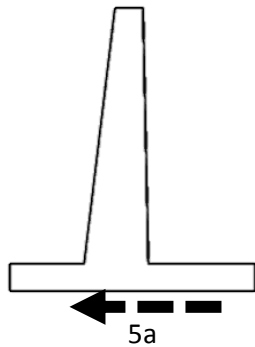
Berdasarkan perhitungan hasil analisis dan data yang ada, menggunakan dinding penahan tanah tipe pondasi *cantilever* dengan tinggi $H = 7,0$ meter, lebar dasar $B = 3,0$ meter, tinggi tumit $h_3 = 0,60$ meter, lebar kaki, $W_3 = 0,75$ meter, dinding penahan tanah masuk $W_4 = 1,35$ meter kedalam tanah.

KESIMPULAN

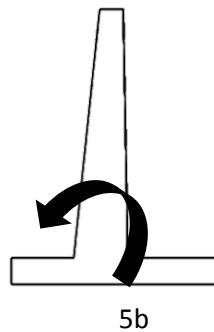
Perbedaan dari kedua jenis dinding penahan tersebut, terdapat pada *wingwall*. Jenis dinding penahan *counterfort* memiliki *wingwall* sedangkan kantilever tidak memiliki *wingwall*. Untuk itu, pada jenis *counterfort* memiliki dimensi yang lebih kecil karena beban guling ditanggung sebagian oleh *wingwall*. Pada jenis *Cantilever* karena tidak memiliki *wingwall*, maka dimensi koporan sedikit lebih besar dari jenis *counterfort*.

Hasil kajian menunjukkan bahwa secara geometris, konstruksi dinding penahan tanah jenis *counterfort* dan kantilever memenuhi stabilitas terhadap:

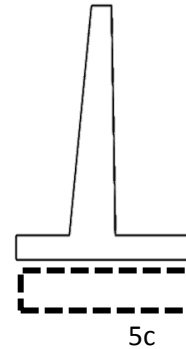
- Kontrol terhadap geser (*shear/sliding*)
- Kontrol terhadap guling (*overtuning*)
- Kontrol terhadap daya dukung tanah (*soil bearing capacity*)



Gambar (5. a.) Kontrol terhadap geser (*shear/slidding*)



Gambar (5. b.) Kontrol terhadap guling (*overtuning*)



Gambar (5. c.) Kontrol terhadap daya dukung tanah (*soil bearing capacity*)

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J, (1999), Analisis dan Desain Pondasi edisi ke tiga jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, (1995), Mekanika Tanah (Prinsip- prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Gimnastiar R.A, (2018), Analisa Kapasitas Terminal Bandar Udara Syukuran Aminuddin Amir Luwuk Banggai, Problema dan Pengembangannya. Skripsi, Univeristas Hasanuddin Fak.Teknik.
- Gunawan, T. Margaret, S, (2006), Mekanika Tanah Soal dan Penyelesaian. Delta Teknik. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C, (2014), Analisa dan Perancangan Fondasi I. Yogyakarta Gajah Mada University Press.
- Hendra, (2011), Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Gravitasi Dengan Variasi Ketinggian Lereng. Journal Teknik Sipil dan Infrastruktur,
- Hough, B. K, (1957), *Basic Soils Engineering. The Ronald Press Company, New York, 114-115, 1957.*
- Nasrudin, M., & Siswoyo, S, (2019), Perencanaan Ulang Dinding Penahan Tanah *Underpass* Mayjend Sungkono Surabaya. axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi, 7(3), 227-240.
- Safitri, A. (2021), Evaluasi Penyebab Longsor dan Analisis Stabilitas Perkuatan Lereng Badan Jalan Poros Balikpapan-Samarinda KM. 11 (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Kalimantan*).
- Setiawan Hendra, (2011), Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Gravitasi dengan Variasi Ketinggian Lereng, Infrastruktur Vol 1 No.2 Desember : 88-95, Universitas Tadulako: Palu.
- SNI 03-1726-2002, Peta Wilayah Gempa,