

## ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH PADA AREA PARKIR GEREJA TANJUNG ANOM

Andar Sitohang<sup>1</sup>, Pieter Leuvanggi Hutagalung<sup>2</sup>, Samsuardi Batubara<sup>3</sup>

Oloan Sitohang<sup>4</sup>, Martius Ginting<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Akademi Teknik Deli Serdang, <sup>3,4,5</sup>Universitas Katolik Santo Thomas

Email: sitohanga72@gmail.com

### ABSTRAK

Area parkir Gereja Katolik Tj. Anom Kabupaten Deli Serdang, memiliki kondisi topografi tidak rata dengan lereng tebing sepanjang 38 meter dengan tinggi antara 3-4 meter yang tersusun atas tanah lempung sedikit berpasir. Pada kondisi jenuh air, lereng ini berpotensi mengalami kelongsoran yang mengancam keselamatan jemaat dan kendaraan. Penelitian ini bertujuan merencanakan dinding penahan tanah yang aman dengan menggunakan data sondir dan hasil laboratorium. Metode penelitian meliputi survey lapangan, pengujian sondir (CPT) pada 3 titik, pengujian laboratorium tanah, perencanaan dinding penahan tanah type kantilever beton bertulang, perhitungan tekanan tanah aktif menggunakan teori Rankine, dan pengecekan stabilitas terhadap gaya guling, geser dan daya dukung tanah. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah diperoleh berat volume basah tanah sebesar 14,808 kN/m<sup>3</sup>, berat volume kering 10,497 kN/m<sup>3</sup>, susut geser dalam 17,860, dan kohesi 0,109 kg/cm<sup>2</sup>. Analisa menggunakan teori Rankine menghasilkan koefisien tekanan tanah aktif sebesar 0,528 dan tekanan tanah aktif total sebesar 62,60 kN/m, serta bahan beban surcharge 5,07 kN/m. Hasil perhitungan stabilitas faktor keamanan terhadap guling sebesar 7,10, faktor keamanan terhadap geser sebesar 1,77 dan pemeriksaan daya dukung tanah menunjukkan kondisi dasar pondasi masih aman.

**Kata Kunci:** DPT, Kantilever, Data Sondir, Stabilitas

### 1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi, aspek tanah dan geoteknik memegang peranan yang sangat penting karena hampir seluruh bangunan teknik sipil berdiri atau berikhteraksi langsung dengan tanah. Kondisi dan sifat tanah yang tidak diperhitungkan dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan, mulai dari penurunan berlebihan, kelongsoran lereng, hingga keruntuhan struktur. Oleh karena itu, kajian terhadap perilaku tanah dan perencanaan konstruksi penunjang stabilitas tanah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari upaya mewujudkan fasilitas yang aman dan amdal.

Area parkir gereja Katolik Tj. Anom, kabupaten Deli Serdang, memiliki kondisi topografi tidak rata dengan adanya lereng tebing sepanjang kurang lebih 38 meter dan tinggi sekitar 2-4 meter. Lereng ini tersusun atas tanah lempung sedikit berpasir yang pada kondisi jenuh air cenderung mengalami penurunan kuat geser dan peningkatan potensi kelongsoran, terutama saat musim hujan. Keadaan ini berpotensi mengancam keselamatan kendaraan yang parkir dan jemaat yang beraktivitas di sekitar area tersebut. Salah satu solusi teknis untuk mengatasi permasalahan perbedaan elevasi dan potensi

kelongsoran adalah pembangunan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah berfungsi menahan tekanan tanah lateral yang bekerja akibat massa tanah di belakangnya, sehingga dapat mencegah pergeseran dan kelongsoran lereng. Konstruksi ini telah banyak diaplikasikan pada proyek-proyek jalan raya, kawasan pemukiman, bangunan gedung, serta fasilitas umum lainnya yang memiliki kondisi topografi tidak rata. Dalam upaya memperoleh parameter tanah yang lebih representatif, pada area parkir Gereja Katolik Tj. Anom telah dilakukan pengujian sondir (Cone Penetration Test/CPT) pada beberapa titik serta pengambilan sampel tanah untuk pengujian laboratorium. Data sondir memberikan gambaran mengenai profil lapisan tanah dan kapasitas dukung tanah di lokasi penelitian, sedangkan hasil laboratorium memberikan parameter kuat geser dan sifat fisis tanah.

Penelitian ini bertujuan mengetahui profil lapisan tanah berdasarkan hasil pengujian sondir, merencanakan dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever beton bertulang yang memenuhi syarat stabilitas dan mengevaluasi faktor keamanan terhadap gaya guling, geser dan daya dukung tanah. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain dinding penahan tanah yang aman dan sesuai dengan kondisi setempat.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di area parkir gereja Tj. Anom, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Lokasi ini dipilih karena topografi yang tidak rata dengan adanya lereng bertebing di sekitar area parkir yang memerlukan dinding penahan tanah untuk menjaga stabilitas massa tanah. Kondisi lapangan menunjukkan adanya perbedaan elevasi yang membentuk lereng dengan tinggi antara 2-4 meter di sepanjang area kurang lebih 38 meter. Lereng ini tersusun atas tanah lempung sedikit berpasir yang pada kondisi jenuh air cenderung mengalami penurunan kuat geser dan peningkatan potensi kelongsoran.

### **2.2. Data yang Digunakan**

Penelitian ini menggunakan dua jenis data:

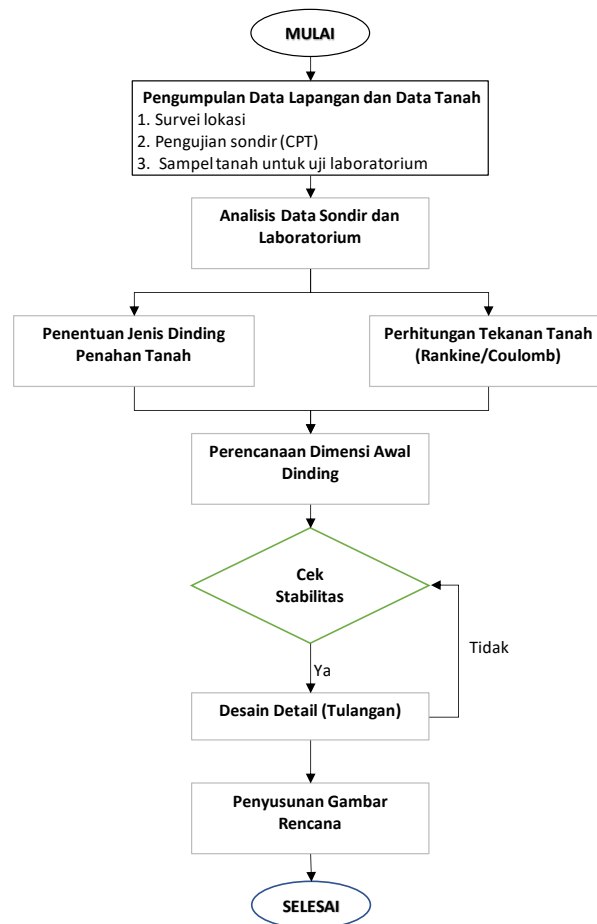
- a. Data Primer diperoleh dari survey lapangan, pengukuran geometri lereng, foto lapangan. Pengujian sondir (CPT) pada tiga titik, dan pengambilan tanah untuk uji laboratorium, Parameter tanah yang diperoleh meliputi berat isi tanah ( $\gamma$ ), kohesi ( $c$ ), dan sudut gesek dalam ( $\phi'$ )
- b. Data sekunder diperoleh dari studi literatur, peraturan teknis dan instansi terkait, meliputi data curah hujan, peta geologi, dan standar nasional (SNI 8460:2017, SNI 1725:2016, SNI 2847:2019)

### **2.3. Tahapan Perencanaan**

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data lapangan dan data tanah melalui survei lokasi, pengukuran geometri, pengujian sondir, dan pengujian laboratorium
- b. Penentuan jenis dinding penahan tanah berdasarkan kondisi lapangan (tinggi 4 m, dan panjang 38 m dengan lempung berpasir
- c. Perhitungan tekanan tanah menggunakan teori Rankine atau Coulomb untuk mendapatkan koefisien tekanan tanah aktif ( $K_a$ ) dan pasif ( $K_p$ )
- d. Perencanaan dimensi awal dinding penahan tanah type kantilever beton bertulang
- e. Cek Stabilitas terhadap gaya guling, gaya geser, dan daya dukung tanah.

- f. Desain detail tulangan beton bertulang.
- g. Penyusunan gambar rencana dinding penahan tanah



**Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Data Penyelidikan Tanah

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah dilokasi penelitian, kondisi tanah dasar menunjukkan variasi karakteristik yang mempengaruhi disain dinding penahan tanah. Parameter geoteknik yang diperoleh dari pengujian lapangan dan laboratorium dapat dilihat tabel 1.

**Tabel 1. Hasil penyelidikan tanah**

| No. | Uraian                    | Simbol    | Nilai  | Satuan     |
|-----|---------------------------|-----------|--------|------------|
| 1   | Berat volume basah tanah  | $g_{wet}$ | 14.808 | $kN/m^3$   |
| 2   | Berat volume tanah kering | $g_{dry}$ | 10,497 | $kN/m^3$   |
| 3   | Specific gravity          | $G_s$     | 2,60   |            |
| 4   | Sudut geser tanah         | $j$       | 17,86  | $^{\circ}$ |
| 5   | Kohesi                    | $c$       | 0,109  | $Kg/cm^2$  |

Pengujian sondir dilakukan pada tiga titik di area parkir untuk memperoleh profil lapisan tanah. Hasil pengujian sondir menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian

didominasi oleh lempung sedikit berpasir dengan karakteristik sebagai berikut:

- Lapisan top soil 0 - 2 m adalah tanah liat berpasir sedikit lanau berwarna coklat dengan  $q_c$  rendah antara 3 - 11  $\text{kg/cm}^2$
- Lapisan tanah dengan kedalaman 2 - 5 m adalah tanah lempung dan lanau berpasir sedang dengan  $q_c$  antara 13 - 27  $\text{kg/cm}^2$
- Lapisan tanah dengan kedalaman 5 - 10 m adalah tanah lempung berpasir sedang dengan  $q_c$  antara 27 - 49  $\text{kg/cm}^2$

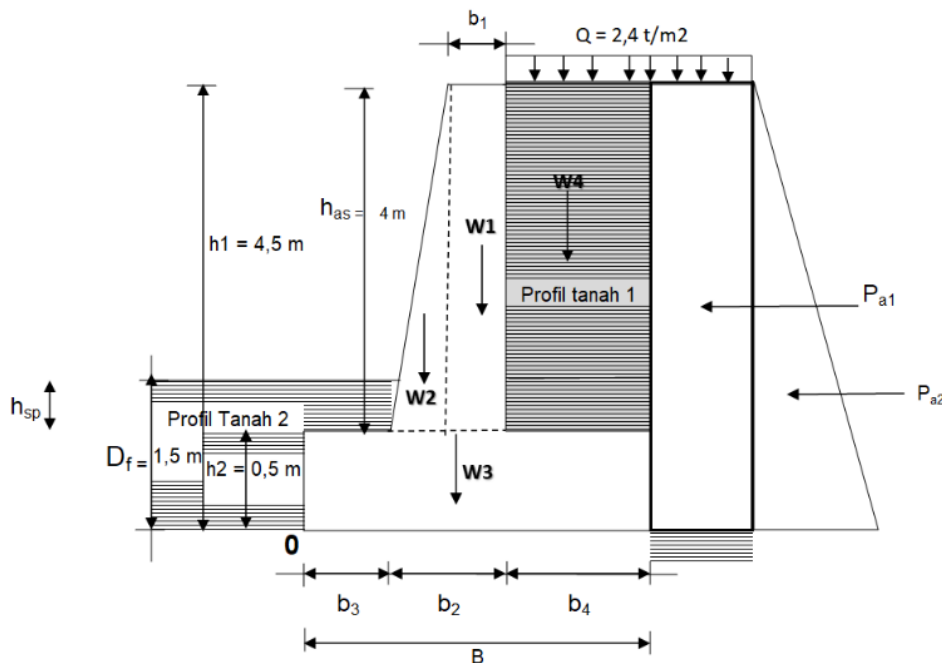
Kedalaman 5 meter dapat dianggap sebagai lapisan tanah keras yang layak untuk pondasi.

**Tabel 2. Hasil Pengujian sondir**

| Titik | Kedalaman (m) | $q_c$ Rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ ) | Jenis Tanah (estimasi)            |
|-------|---------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| S-1   | 0-2           | 3-11                                 | Tanah liat berpasir dan berlumpur |
| S-1   | 2-5           | 12-27                                | lempung dan lanau Pasir sedang    |
| S-1   | 5-10          | 27-49                                | Lempung Pasir sedang              |
| S-2   | 0-2           | 6-16                                 | Tanah liat berpasir               |
| S-2   | 2-5           | 16-32                                | Lempung sedikit berpasir          |
| S-3   | 5-10          | 32-192                               | Lempung sedikit berpasir          |

### 3.2. Dimensi Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah ini digunakan pada bangunan gedung untuk menahan tekanan tanah lateral agar dinding basement, area timbunan dan bagian struktur disekitar tetap sstabil, mencegah pergeseran longsor tanah, serta mambatu menjaga keamanan dan kenyamanan bangunan secara keseluruhan. Dinding penahan tanah ini menggunakan type kantilever dengan beton bertulang sepanjang 38 m dengan tinggi 4,0 m seperti gambar 2.



**Gambar 2. Gambar Disain Dinding Penahan Tanah**

Berdasarkan pertimbangan tinggi lereng 4 m dengan panjang 38 m, kondisi tanah dipilih dinding penahan tanah type kantilever beton bertulang dengan data tabel berikut:

**Tabel 3. Rencana dimensi desain dinding penahan tanah type kantilever**

| No. | Deskripsi                    | Simbol          | Dimensi | Satuan |
|-----|------------------------------|-----------------|---------|--------|
| 1   | Tinggi Lengan Dinding        | H               | 4       | m      |
| 2   | Lebar stem pada bagian atas  | b <sub>1</sub>  | 0,25    | m      |
| 3   | Lebar stem pada bagian bawah | b <sub>2</sub>  | 0,5     | m      |
| 4   | Panjang dari toe             | b <sub>3</sub>  | 1,4     | m      |
| 5   | Panjang dari heel            | b <sub>4</sub>  | 2,4     | m      |
| 6   | Tinggi dari toe dan heel     | h <sub>2</sub>  | 0,4     | m      |
| 7   | Tinggi tanah di belakang DPT | H <sub>sa</sub> | 4       | m      |
| 8   | Tinggi Tanah di depan DPT    | H <sub>sp</sub> | 1,5     | m      |
| 9   | Diameter Tulangan Utama      | Æ               | 16      | mm     |
| 10  | Diameter Tulangan Susut      | Æ               | 10      | mm     |
| 11  | Tebal Selimut                | ts              | 40      | mm     |

### 3.3. Perhitungan Desain Dinding Penahan Tanah Kantilever

Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif, menggunakan teori Rankine (tanah homogen) sebagai berikut:

#### a. Koefisien tekanan tanah aktif:

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

Dengan  $\phi = 17,86^\circ$  maka :  $K_a = \tan^2(36,07^\circ) = 0,528$

#### b. Koefisien tekanan tanah Pasif:

Karena permukaan tanah urugan yang berada diatas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut maka rumus koefisien tekanan tanah pasif yang dipakai adalah:

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

Dengan  $\phi = 17,86^\circ$  maka :  $K_a = \tan^2(53,93^\circ) = 1,886$

#### c. Gaya tekanan tanah aktif:

Untuk perhitungan yang aman, tekanan tanah aktif dihitung tanpa mengurangi kohesi

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

$$P_a = \frac{1}{2} \times 14,808 \times 4^2 \times 0,528$$

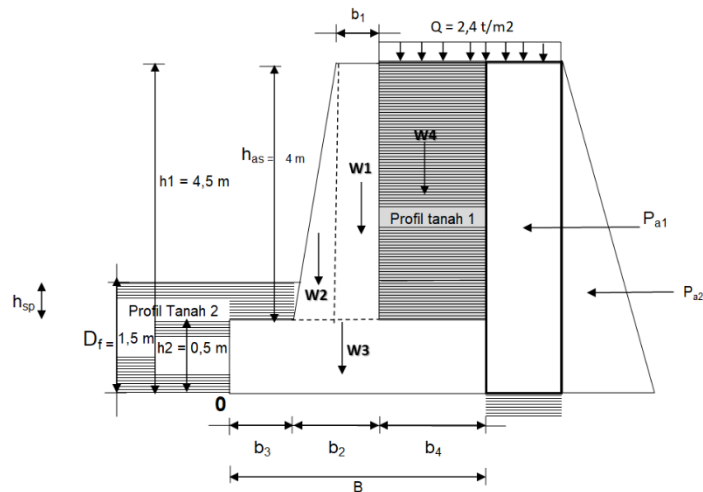
$$P_a = 62,60 \text{ kN/m}$$

Untuk gaya aktif tambahan akibat surcharge dengan  $q = 2,4 \text{ kN/m}$

$$P_{a, \text{ tanah}} = q \cdot K_a \cdot H$$

$$P_{a, \text{ tanah}} = 2,4 \times 0,528 \times 4$$

$$P_{a, \text{ tanah}} = 5,07 \text{ kN/m}$$



**Gambar 3. Profil dinding penahan tanah tipe Kantilever**

Perhitungan Gaya horizontal adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang garis kerja sejajar sumbu batang. Gaya horizontal ditunjuk pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4. Perhitungan Gaya Horizontal**

| No. | Berat W (kN)                                              |                    | Jarak dari Titik O | Momen (kNM)           |
|-----|-----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 1   | $P_a = \frac{1}{2} \times 14,808 \times 4^2 \times 0,528$ | 62,60              | 2,25               | 140,74                |
| 2   | $P_{a,tanah} = 2,4 \times 0,528 \times 4$                 | 5,07               | 1,50               | 7,60                  |
|     |                                                           | $\Sigma H = 67,62$ |                    | $\Sigma M_H = 148,34$ |

Gaya vertikal pada dinding penahan tanah yaitu komponen beban yang bekerja ke arah bawah pada dinding penahan tanah, berasal dari berat sendiri, berat tanah di atas heel, Perhitungan gaya pertikal dan momen terhadap titik O seperti tabel berikut:

**Tabel 5. Perhitungan gaya Vertikal**

| No. | Berat W (kN)                                      |                     | Jarak dari Titik O | Momen (kNM)             |
|-----|---------------------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1   | $W1 = 0,25 \times 4 \times 24$                    | 24,00               | 1,78               | 42,60                   |
| 2   | $W2 = \frac{1}{2} \times 0,25 \times 4 \times 24$ | 12,00               | 1,57               | 18,80                   |
| 3   | $W3 = 4,3 \times 0,5 \times 24$                   | 51,60               | 2,15               | 110,94                  |
| 4   | $W4 = 2,4 \times 4 \times 14,808$                 | 142,16              | 3,10               | 440,69                  |
| 5   | $Q = 2,4 \times 4 \times 14,808$                  | 142,16              | 3,10               | 440,69                  |
|     |                                                   | $\Sigma V = 371,91$ |                    | $\Sigma M_V = 1.053,71$ |

### 3.4. Perhitungan Stabilitas Geser, Guling, dan Daya Dukung Cek Stabilitas Guling

Faktor keamanan guling dihitung dengan rumus:

$$FS_{guling} = \frac{\Sigma M_V}{\Sigma M_H}$$

$$FS_{guling} = \frac{1.053,71}{371,91} = 7,10$$

Jadi faktor keamanan terhadap guling = 7,10 sehingga aman karena lebih besar dari batas

umum = 7,10 > 2,5 .... ok

### Cek Stabilitas Geser

Faktor keamanan geser dihitung dengan rumus

Untuk geser, gaya penahan umumnya dihitung dari gesekan alas:

$$R = \mu \cdot \Sigma M_v$$

Jika sudut gesek tanah  $\mu = 17,86^\circ$ , maka:  $\mu = \tan (17,86^\circ) = 0,322$

Sehingga :  $R = 0,322 \times 419,30 = 119,76 \text{ kN}$

Faktor keamanan geser:

$$FS_{Geser} = \frac{R}{\Sigma H}$$

$$FS_{Geser} = \frac{119,76}{67,62} = 1,77$$

Jadi faktor keamanan terhadap geser = 1,77 sehingga aman karena lebih besar dari batas umum = 1,77 > 1,5

### Cek Stabilitas Daya dukung Tanah

Untuk cek daya dukung, pakai lebar alas total =  $b_3 + b_4 = 3,8 \text{ m}$

Posisi resultan terhadap titik O :

$$X_R = \frac{\Sigma M_V - \Sigma M_H}{\Sigma V}$$

$$X_R = \frac{1.053,71 - 148,34}{371,91} = 2,43$$

Eksentrisitas:

$$e = B/2 - X_R$$

$$e = 3,8/2 - 2,52 = - 0,53$$

Tanda negatif berarti resultan berada disisi heel. Yang dipakai untuk cek adalah nilai mutlak:  $|e| = 0,53$

Bandingkan dengan batas aman =  $B/6 = 3,8/6 = 0,633 \text{ m}$

Karena  $|e| = 0,53 < 0,663$

Maka tidak terjadi tarik pada alas dan stabilitas dasar masih aman.

Tekanan dasar

$$q_{avg} = \Sigma V / B = 371,91 / 3,80 = 97,87 \text{ kN /m}^2$$

$$q_{max} = q_{avg} \left( 1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{max} = 97,87 \left( 1 + \frac{6(0,53)}{3,8} \right) = 179,5 \text{ kN /m}^2$$

$$q_{min} = 97,87 \left( 1 - \frac{6(0,53)}{3,8} \right) = 16,2 \text{ kN /m}^2$$

Karena  $q_{min}$  masih positif, maka **tidak ada tegangan tarik** pada dasar pondasi

Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas dinding penahan tanah type kantilever diperoleh gaya horizontal total sebesar 67,62 kN, momen guling total sebesar 148,34 kNm, gaya vertikal sebesar 371.91 kN dan momen penahan total sebesar 1.053,71 kNm. Dari hasil tersebut diatas didapat keamanan terhadap guling sebesar 8,34 sehingga memenuhi syarat keamanan, Selanjutnya faktor keamanan terhadap geser diperoleh sebesar  $1,77 > 1,5$ , yang juga menunjukkan bahwa struktur masih aman terhadap gaya dorong tanah lateral. Pemeriksaan stabilitas dasar menunjukkan bahwa resultan gaya masih berada batas aman sehingga tidak terjadi tegangan tarik pada dasar pondasi. Dengan demikian dinding penahan tanah yang direncanakan stabil dan layak digunakan untuk menahan tanah pada kondisi pembebanan yang dianilisi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil analisa dinding penahan tanah, diperoleh gaya horizontal total = 67,62 kN dengan momen guling total sebesar = 148,34 kNm, gaya vertikal total sebesar = 371,91 kN dan momen penahan total sebesar = 1.053,71 kNm
- b. Nilai faktor keamanan terhadap guling sebesar  $7,10 > 1,5$  sehingga memenuhi syarat keamanan dan faktor keamanan teragadap geser sebesar  $1,77 > 1,5$  yang juga masih berada diatas nilai aman.
- c. Hasil pemeriksaan stabilitas dasar menunjukkan bahwa resultan gaya masih berada dalam batas aman, sehingga tidak terjadi tegangan tarik pada dasar pondasi. Sehingga dinding penahan tanah yang direncanakan stabil dan aman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo. H.C. (2015). Analisis dan Perancangan Fondasi 2, cetakan pertama, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Bowles, J.E. Foundation Analysis and Design, New York: Mcgraw-Hill
- [3] Agus Dermawan, dkk (2022); Jurnal Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor).
- [4] Juliper Marpaung, dkk (2021); Jurnal Perencanaan Dinding Penahan Tanah Di Perumahan Mutiara Palas Permai Kelurahan Rumbai Bukit Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru.
- [5] Anthoneta Maitimu, dkk (2025); Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Area Longsor di Desa Hunuth, Kecamatan Teluk AmbonKota Ambon.
- [6] Ashari Ibrahim, dkk (2022); Tinjauan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Lereng Jalan Poros Maros-Bone.
- [7] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2013). Standar Nasional Indonesia Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. SNI 1727:2013
- [8] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2017). Standar Nasional Indonesia Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. SNI 8460-2017