

## STUDI KASUS PERBANDINGAN DESAIN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK DI KOTA MEDAN, SUMATERA UTARA

**Aniek Prihatiningsih<sup>1</sup>, Alfred Jonathan Susilo<sup>2</sup>, Valencia Renata<sup>3</sup>, Atiek Untarti<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

*Email: aniekp@ft.untar.ac.id*

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

*Email: alfred@ft.untar.ac.id*

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

*Email: valencia.325189102@stu.untar.ac.id*

<sup>4</sup>Program Studi Sarjana Arsitektur, Universitas Pancasila Jakarta

*E-mail: atiek.untarti@univpancasila.ac.id*

*Masuk : 11-12-2022, revisi: 16-12-2022, diterima untuk diterbitkan : 20-12-2022*

### ABSTRAK

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun dengan tujuan menahan tanah yang mempunyai kemiringan dimana kestabilannya mudah terganggu. Konstruksi dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah timbunan ataupun tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya. Kegagalan dinding penahan tanah umumnya terjadi akibat desain yang tidak sesuai dengan kondisi tanah pada lokasi proyek atau akibat faktor eksternal yang tidak dipertimbangkan dalam proses perencanaan. Oleh karena itu, dalam mendesain dinding penahan tanah, parameter dan sifat-sifat tanah, baik tanah asli maupun tanah timbunan, menjadi faktor yang penting untuk diperhitungkan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan desain dinding penahan tanah pada dua kondisi tanah yang memiliki konsistensi tanah asli dan tanah timbunan yang berbeda, di mana kondisi pertama memiliki tanah asli padat dengan tanah timbunan lepas dan kondisi kedua memiliki tanah asli lepas dengan tanah timbunan padat. Jenis dinding penahan tanah yang akan digunakan dalam desain adalah dinding kantilever dan dinding semi gravitasi. Analisis metode konvensional meliputi perhitungan faktor keamanan terhadap stabilitas guling, geser, penurunan, dan keruntuhan daya dukung. Teori Coulomb digunakan untuk perhitungan tekanan tanah lateral dan perhitungan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dihitung berdasarkan persamaan Hansen dan Vesic berdasarkan data-data karakteristik tanah kohesi dan sudut geser dalam. Metode elemen hingga dilakukan untuk menunjukkan perbandingan nilai pada metode konvensional. Permodelan bidang longsor dilakukan dengan bantuan program berbasis metode elemen hingga dengan menggunakan data sondir dan boring log pada proyek di Kota Medan, Sumatera Utara.

**Kata kunci:** dinding penahan tanah; stabilitas geser; stabilitas guling; penurunan; kapasitas dukung tanah

### ABSTRACT

A retaining wall is a construction structure built to hold soil that has a slope or slope where its stability is easily disturbed. Retaining walls are used to withstand lateral earth pressure caused by embankment soil or original soil which is unstable due to topographical conditions. The failure of this retaining wall is generally caused by a design that is not in accordance with the soil conditions at the project site or due to external factors that were not considered in the planning process. Therefore, in designing a retaining wall, the parameters and properties of the soil, both original soil and embankment soil, are important factors to consider. The purpose of this study is to compare the design of retaining walls in 2 soil conditions that have different consistencies of original soil and piled up soil, where the first condition has dense original soil with loose embankment and the second condition has loose native soil with compacted embankment. The types of retaining walls to be used in the design are cantilever walls, semi gravity walls. Analysis of conventional methods includes the calculation of the factor of safety on overturning, shearing, settlement and failure of carrying capacity. Calculation of earth pressure is calculated using the Coulomb theory and calculation of stability against collapse soil bearing capacity is calculated based on the Hansen and Vesic equations based on engineering characteristics data ( $c$  and  $\phi$ ). The finite element method is performed to show a comparison of values to the conventional method. Landslide modeling was carried out with the help of a program based on the finite element

*method using sondir data and boring logs on a project in Medan City, North Sumatra*

**Keywords:** *retaining wall; shear stability; overturning stability; settlement; soil bearing capacity*

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Bencana tanah longsor banyak terjadi pada tanah dengan kondisi tanah yang tidak stabil, terutama pada musim hujan. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mencegah longsor pada suatu konstruksi dengan perbedaan elevasi tanah adalah dengan membangun konstruksi dinding penahan tanah. *Retaining wall* atau dinding penahan tanah adalah bangunan yang berfungsi untuk menahan tekanan lateral tanah yang ditimbulkan oleh tanah di belakang dinding penahan tanah (Setiawan, 2011), khususnya pada struktur bangunan di lahan miring, dan dapat memberikan stabilitas pada lereng sehingga tidak terjadi longsor.

Pada dinding penahan tanah, berat struktur sangat berpengaruh dalam menahan longsor lereng. Analisis stabilitas pada desain dinding penahan tanah konvensional ditinjau dari berbagai faktor keamanan yaitu, guling, geser, daya dukung, penurunan, dan keruntuhan global. Analisis faktor keamanan untuk struktur dinding penahan tanah ini dipengaruhi oleh parameter tanah, seperti kuat gesek tanah, berat jenis tanah, permeabilitas, dan tingkat elastisitas tanah. Sementara kegagalan guling dan geser merupakan tinjauan dari dinding penahan tanah dalam menahan beban yang bekerja. Selain pemeriksaan terhadap faktor-faktor keamanan, pertimbangan penting lainnya dalam mendesain dinding penahan tanah adalah muka air tanah yang berpengaruh signifikan terhadap tekanan lateral.

Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk dua tanah yang berbeda, di mana kondisi pertama merupakan tanah asli padat dengan tanah timbunan lepas, dan kondisi kedua merupakan tanah asli lepas dengan tanah timbunan padat. Tujuan penggunaan 2 kondisi ini untuk membandingkan desain dinding penahan tanah yang efektif agar dapat menahan tanah dan mencegah terjadi longsor dengan memperhitungkan faktor keamanan dinding terhadap guling, geser, daya dukung, dan penurunan.

### Kondisi Lokasi Penelitian

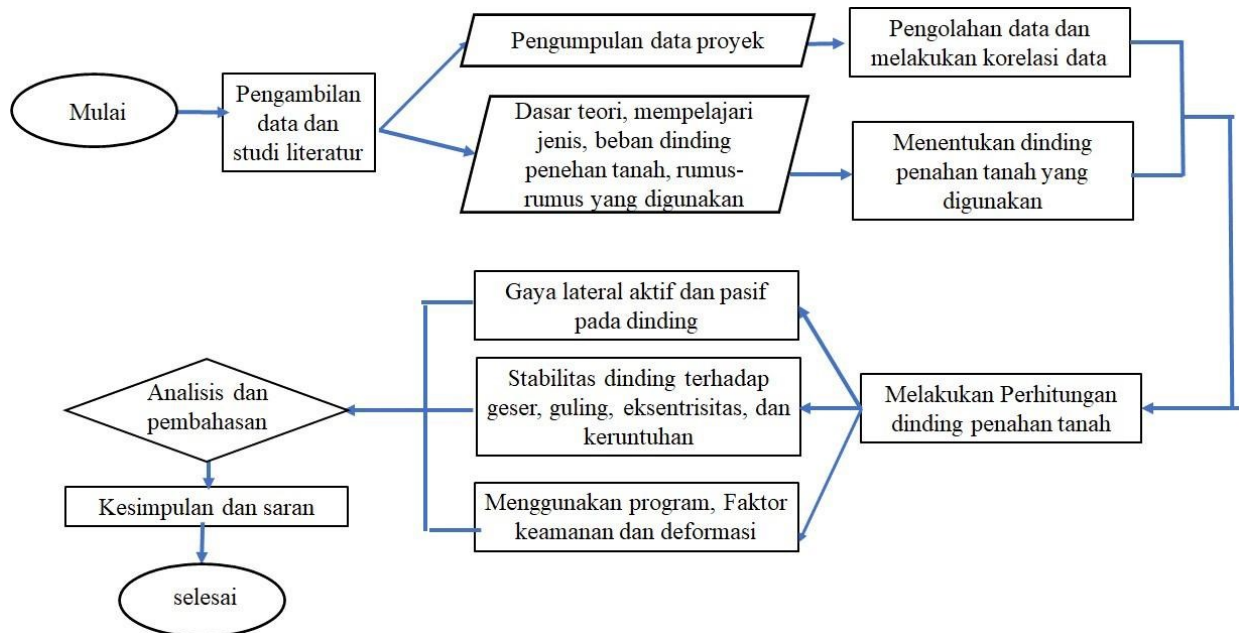
Lokasi yang menjadi penelitian adalah kantor pemasaran di Kota Medan, Sumatera Utara. Kondisi eksisting beban tanah di belakang dinding berupa tanah urug setinggi 3 meter. Dikawatirkan beban air akan meresap ke dalam tanah jika tanah urug tidak dipadatkan dengan baik. Perhitungan dinding yang dilakukan sesuai dengan gambar tender di mana tinggi dinding penahan tanah setinggi 3 meter dengan tanah yang dipadatkan sehingga beban air tidak diperhitungkan. Beban luar atau *surcharge load* disesuaikan dengan SNI 8470:2017, yaitu sebesar 1 ton/m<sup>2</sup>.

### Rumusan Masalah

- Mengidentifikasi beban apa saja yang bekerja pada dinding penahan tanah pada kondisi tanah satu dan dua.
- Menganalisis pengaruh beban yang bekerja terhadap gaya tekan lateral dinding penahan tanah kondisi satu dan dua
- Menganalisis pengaruh kondisi tanah satu dan dua terhadap berbagai nilai faktor keamanan.
- Menganalisis desain dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien untuk kondisi tanah satu dan dua.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan seperti diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

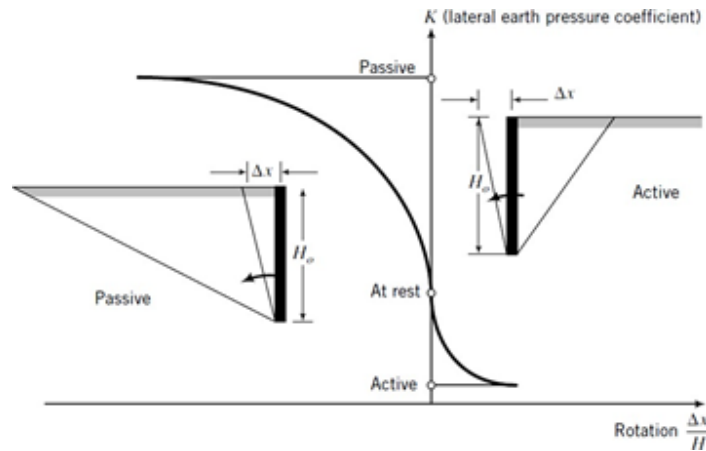
Perhitungan dilakukan secara manual dan menggunakan program berbasis metode elemen hingga. Perhitungan faktor keamanan dilakukan terhadap 4 jenis stabilitas, yaitu stabilitas terhadap guling, geser, keruntuhan daya dukung tanah, dan penurunan.

### Tekanan Lateral Tanah

Tekanan Lateral tanah atau gaya tanah dalam arah horizontal menjadi penentu desain dinding penahan tanah. Besarnya gaya horizontal ditentukan dari tegangan tanah arah vertikal. Tegangan horizontal didefinisikan sebagai perkalian antara konstanta dengan tegangan vertikal. Konstanta pengali ini dibagi menjadi tiga jenis sesuai arah pergerakan relatif dinding penahan tanah, yaitu: kondisi diam atau *at rest* ( $K_0$ ), kondisi tekanan aktif ( $K_a$ ), dan kondisi tekanan pasif ( $K_p$ ) Thomson (2021).

### Tekanan Tanah Teori Coulomb

Konsep Coulomb (1776) bahwa kondisi keseimbangan batas ada pada massa tanah di belakang dinding penahan tanah. Menurut Coulomb massa tanah akan bergeser pada bidang dengan suatu sudut tertentu pada dasar dinding. Bidang geser yang terjadi ini kemudian dihitung secara analitis untuk menentukan bidang geser yang menghasilkan gaya dorong maksimal. Gambar 2. memperlihatkan bidang keruntuhan tanah yang terjadi di belakang dinding dengan konsep pendekatan keseimbangan batas.

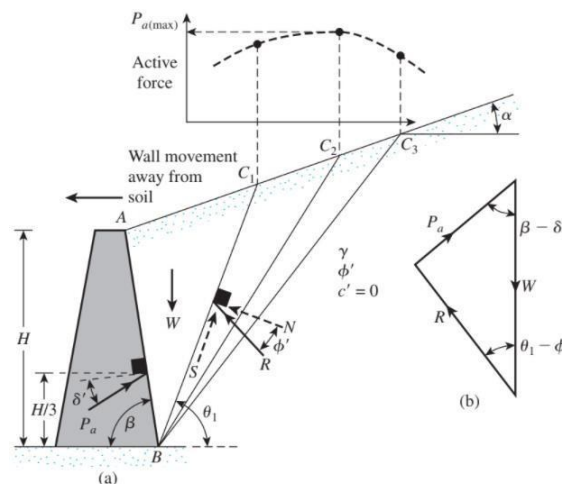


Gambar 2. Pergerakan Rotasi Dinding Penahan Tanah Terhadap Koefisien Tekanan Lateral Tanah Aktif dan Pasif

Gaya dorong aktif ( $P_a$ ) maksimum dan kemiringan bidang geser dan diperoleh persamaan berikut:

$$P = P_a = \frac{1}{2} \gamma H_o^2 \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1}{2} K_a \gamma H_o^2 \quad (1)$$

Dengan  $P_a$  = Gaya dorong aktif (ton/m),  $H_o$  = Ketinggian *backfill* (m),  $\gamma$  = Berat isi tanah (ton/m<sup>3</sup>),  $\phi$  = Sudut geser tanah efektif (derajat),  $K_a$  = Koefisien tekanan tanah aktif



Gambar 3. Teori Tekanan Tanah Aktif Coulomb

Poncelet (1840) mendapatkan nilai  $K_a$  dan  $K_p$  dengan menggunakan pendekatan keseimbangan batas Coulomb dengan mempertimbangkan gesekan antara tanah dan dinding, kemiringan dinding, dan kemiringan timbunan. Rumus persamaan  $K_a$  dan  $K_p$  sebagai berikut:

$$K_{ac} = \frac{\cos^2(\phi - \eta)}{\cos^2 \eta \cos(\eta + \delta) \left[ 1 + \left\{ \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\eta + \delta) \cos(\eta - \beta)} \right\}^{1/2} \right]^2} \quad (2)$$

$$K_{pc} = \frac{\cos^2(\phi + \eta)}{\cos^2 \eta \cos(\eta - \delta) \left[ 1 - \left\{ \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\eta - \delta) \cos(\eta - \beta)} \right\}^{1/2} \right]^2} \quad (3)$$

Dengan  $K_{aC}$  = koefisien tekanan tanah aktif,  $K_{pC}$  = koefisien tekanan tanah pasif,  $\phi$  = sudut geser tanah efektif (derajat),  $\delta$  = gesekan dinding dengan tanah (derajat),  $\beta$  = kemiringan *backfill* (derajat),  $\eta$  = kemiringan dinding (derajat).

### Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Stabilitas dinding penahan tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah. Perlu diperhatikan pemampatan atau penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah berarti memberikan perkuatan pada massa tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah. Menurut Suryolelono (1994), perkuatan ini dapat mengurangi potensi gaya lateral yang dapat menimbulkan deformasi ke arah horizontal pada dinding tersebut. Gaya horizontal ini timbul akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal, biasa disebut tekanan tanah aktif yang bekerja dibelakang dinding penahan tanah.

### Stabilitas Terhadap Guling

Tekanan tanah lateral timbul akibat adanya tanah urug/asli di belakang dinding penahan tanah yang menyebabkan dinding terguling. Pusat rotasi berada pada ujung kaki depan di dasar dinding penahan tanah. Persamaan (4) adalah faktor keamanan guling yang berlaku untuk dinding gravitasi dimana momen penyebab guling adalah tekanan-tekanan tanah, dan momen perlawanan guling dari berat sendiri konstruksi.

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{W b_1}{\sum P_{ah} h_1 + \sum P_{av} B} \quad (4)$$

Dengan:  $\sum M_w$  = momen yang melawan penggulingan (kNm),  $\sum M_{gl}$  = momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm),  $W$  = berat tanah di atas pelat fondasi + berat sendiri dinding penahan (kN),  $B$  = lebar kaki dinding penahan (m),  $\sum P_{ah}$  = jumlah gaya-gaya horizontal (kN),  $\sum P_{av}$  = jumlah gaya-gaya vertikal (kN).

Berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017, faktor keamanan guling diambil sebesar  $F_{gl} \geq 1,5$  untuk tanah dasar granular dan  $F_{gl} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif.

### Stabilitas Terhadap Geser

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan dasar fondasi dan tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah terdapat tanah timbunan. Gaya tekanan tanah aktif selain dapat menimbulkan momen juga akan menimbulkan gaya dorong yang menyebabkan dinding bergeser. Menurut Suryolelono (1994), perlawanan terhadap gaya dorong akan terjadi pada bidang kontak antara tanah dengan dasar fondasi. Untuk *sliding stability* (gaya perlawanan geser) pada jenis tanah non kohesif, kestabilan geser diperoleh dari keseimbangan gaya vertikal akibat berat sendiri konstruksi ( $W$ ) dikalikan dengan koefisien gesek antar dinding beton dan tanah dasar fondasi ( $f$ ) dibagi dengan keseimbangan gaya tanah aktif horizontal. Faktor keamanan terhadap pergeseran ( $F_{gs}$ ) menurut Bowles (1997):

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \quad (5)$$

- a. Untuk tanah granular ( $c = 0$ )

$$\begin{aligned}\sum R_h &= W f \\ &= W \operatorname{tg} \delta_b ; \quad \delta_b \leq \emptyset\end{aligned}\quad (6)$$

- b. Untuk tanah kohesif ( $\emptyset = 0$ )

$$\sum R_h = c_a B \quad (7)$$

- c. Untuk tanah campuran ( $c > 0$  dan  $\emptyset > 0$ )

$$\sum R_h = c_a B + W \operatorname{tg} \delta_b \quad (8)$$

Dengan:  $\sum R_h$  = tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran (kN),  $W$  = berat total dinding penahan tanah dan tanah di atas pelat fondasi (kN),  $\delta_b$  = sudut geser antara tanah dan dasar fondasi =  $\frac{1}{3} \emptyset - \frac{2}{3} \emptyset$ ,  $c_a$  = adhesi antara tanah dan dasar dinding penahan tanah =  $a_d \cdot c$ ,  $c$  = kohesi tanah dasar,  $a_d$  = faktor adhesi,  $b$  = lebar fondasi (m),  $\sum P_h$  = jumlah gaya-gaya horizontal (kN),  $f$  = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar fondasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Koefisien Gesek (f) antara tanah dasar dan dasar fondasi

| Jenis Tanah Dasar Dinding Penahan Tanah       | $f = \tan \delta_b$ |
|-----------------------------------------------|---------------------|
| Tanah granular kasar tanpa lanau atau lempung | 0,55                |
| Tanah granular kasar mengandung lanau         | 0,45                |
| Tanah lanau tidak berkohesi                   | 0,35                |
| Batu keras dengan permukaan kasar             | 0,60                |

Jika dasar dinding penahan tanah sangat kasar, seperti beton yang dicor langsung ke tanah, maka:

$$f = \operatorname{tg} \delta_b = \operatorname{tg} \emptyset \quad (9)$$

Dengan:  $\emptyset$  = sudut gesek dalam tanah dasar dinding penahan tanah

Berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017, faktor keamanan geser  $F_{gs} \geq 1,5$  untuk tanah dasar granular dan  $F_{gs} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif.

### Stabilitas Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Fondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang berada di bawahnya. Umumnya, faktor keamanan (F) terhadap keruntuhan tanah dasar diambil minimum sebesar 3 (SNI 8460:2017). Faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F_{qu} = \frac{q_u}{q} \quad (10)$$

$$q = \frac{2V}{3(B-2e)} \quad (11)$$

Dengan:  $q_u$  = kapasitas dukung ultimit,  $q$  = tekanan akibat beban struktur

Perhitungan lebar efektif fondasi, yaitu tekanan tanah fondasi ke tanah dasar terbagi rata secara sama, dapat dilakukan bila:

$$e \leq B/6 \quad (12)$$

Dalam perancangan, lebar fondasi dinding penahan (B) sebaiknya dibuat sedemikian rupa supaya eksentrisitas (e) lebih kecil atau sama dengan B/6. Maksud diambil besarnya eksentrisitas kurang dari B/6 agar efisiensi fondasi menjadi maksimum dan perbedaan tekanan fondasi pada ujung-ujung kaki dinding tidak besar, sehingga dapat mengurangi resiko keruntuhan dinding akibat guling.

Persamaan Hansen (1970) dan Vesic (1975) untuk menghitung kapasitas dukung ultimit untuk beban eksentris dan miring terlihat pada persamaan 13.

$$q_u = d_c i_c c N_c + d_q i_q D_f \gamma_{atas\ pondasi} N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma_{bawah\ p} N_\gamma \quad (13)$$

Dengan:  $d_c$ ,  $d_q$ ,  $d_\gamma$  = faktor kedalaman,  $i_c$ ,  $i_q$ ,  $i_\gamma$  = faktor kemiringan beban,  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  = faktor kapasitas dukung, B= lebar dasar fondasi sebenarnya (m), e = eksentrisitas beban (m),  $\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

### Stabilitas Terhadap Penurunan

Penurunan dinding penahan tanah dapat dihitung dengan cara yang sama seperti menghitung penurunan fondasi. Dinding penahan tanah akan mengalami penurunan akibat beban dan kemiringan akibat rotasi ujung kaki fondasi. Dinding penahan tanah akan miring ke arah luar (menjauhi tanah urug). Dalam perancangan, kemiringan maksimum dibatasi sampai 0,01 kali tinggi dinding penahan tanah.

$$S_i = \frac{qB}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad (14)$$

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{L}{B} \ln \left( \frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left( \frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right] \quad (15)$$

Dengan:  $S_i$  = penurunan segera (m),  $q$  = tekanan pada dasar fondasi ( $\text{kN/m}^2$ ),  $E$  = modulus elastisitas,  $I_p$  = faktor pengaruh

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi tanah

1. Kondisi pertama, tanah asli merupakan tanah eksisting dengan konsistensi lepas dan tanah timbunan merupakan tanah urug yang dipadatkan setiap 30 cm dengan parameter diasumsikan sama dengan lapisan tanah asli pada kedalaman 14 - 22 meter di mana jenis konsistensi tanah padat sehingga besarnya nilai sudut geser dapat digunakan  $40,5^\circ$  dan besarnya nilai kohesi dapat digunakan 145 kPa atau  $14,5 \text{ ton/m}^2$ .
2. Kondisi kedua, tanah asli merupakan tanah eksisting dimana tanah dipadatkan setiap 30 cm hingga mencapai konsistensi padat dengan dengan parameter diasumsikan sama dengan lapisan tanah asli pada kedalaman 14 - 22 meter di mana jenis konsistensi tanah sangat tanah padat dan tanah timbunan merupakan tanah urug tanpa pemadatan dengan parameter diasumsikan sama seperti lapisan atas tanah asli di mana jenis konsistensi tanah lepas sehingga besarnya nilai sudut geser dapat digunakan  $32^\circ$  dan besarnya nilai kohesi dapat digunakan 20 kPa atau  $2 \text{ ton/m}^2$ .

## Parameter Tanah

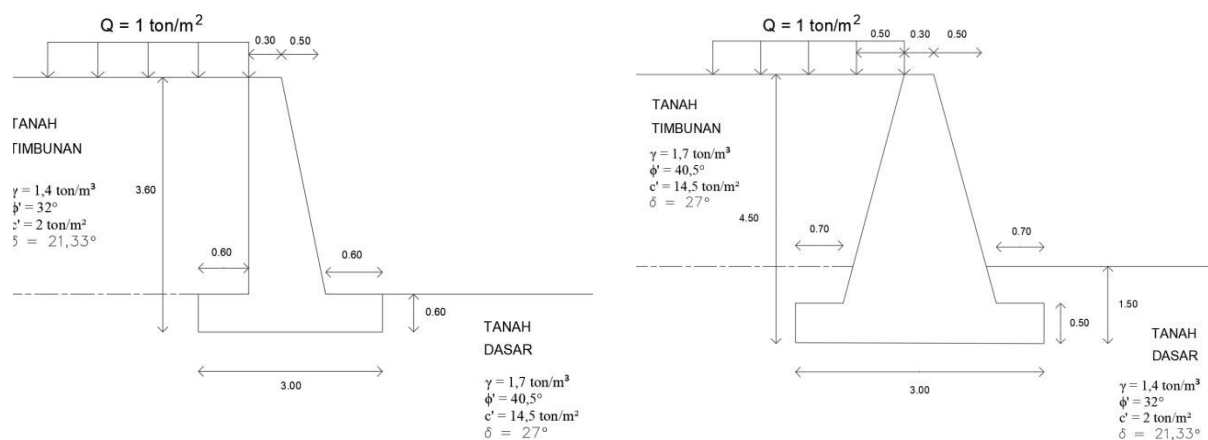
Hasil rekapitulasi parameter tanah di lokasi proyek di Medan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Parameter Tanah

| Kedalaman (m) | Soil Type   | Consistency | $\gamma_{sat}$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\phi'$ (°) | c' (kPa) | E' (MPa) |
|---------------|-------------|-------------|----------------------------------------|-------------|----------|----------|
| 0 - 2         | Sand        | Loose       | 14                                     | 32          | 20       | 6        |
| 2 - 7,5       | Clayey Sand | Very Loose  | 12,5                                   | 28,5        | 12       | 1,5      |
| 7,5 - 14      | Sand        | Medium      | 15,5                                   | 36          | 60       | 18       |
| 14 - 22       | Sand        | Dense       | 17                                     | 40,5        | 145      | 42       |
| 22 - 30       | Sand        | Very Dense  | 20                                     | 45          | 205      | 63       |

## Gambar Desain Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan data pembebanan, parameter tanah, dan ketentuan SNI, diperoleh hasil *dimensioning* untuk dinding penahan tanah pada kondisi tanah pertama dan kedua sebagai berikut:



Gambar 4. *Dimensioning* Dinding Penahan Tanah

a. Kantilever Kondisi Tanah 1

b. Semi-Gravitasi Kondisi Tanah 2

## Hasil Perhitungan

Rekapitulasi hasil perhitungan dinding penahan tanah secara manual dan menggunakan program untuk dua kondisi tanah yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan

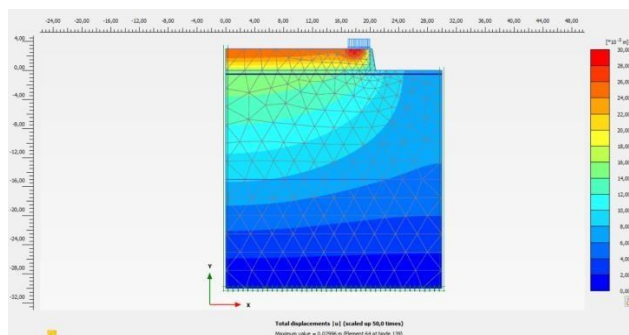
|                         | Kondisi Tanah 1 |    | Kondisi Tanah 2 |    |
|-------------------------|-----------------|----|-----------------|----|
| Koefisien tekanan tanah |                 |    |                 |    |
| Ka                      | 0.5012          |    | 0.3707          |    |
| Kp                      | 2.6014          |    | 1.68            |    |
| Tekanan Tanah Lateral   |                 |    |                 |    |
| Pa1                     | 45.4696         | kN | 63.809          | kN |
| Pa2                     | 38.9414         | kN | 36.0033         | kN |
| Pp1                     | 7.9603          | kN | 5.1412          | kN |
| Pp2                     | 280.643         | kN | 77.7718         | kN |
| Stabilitas dinding      |                 |    |                 |    |
| Geser                   | 4.73 > 1.5      |    | 4.99 >          |    |

|                 | Kondisi Tanah 1 |     | Kondisi Tanah 2 |     |
|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
|                 |                 |     | 1.5             |     |
| Guling          | $3.03 > 2$      |     | $3.03 > 2$      |     |
| eksentrisitas   | $0.0042 <$      |     | 0.306           |     |
| Keruntuhan      | $42.85 > 3$     | kPa | $20.17 >$       | kPa |
| Dengan program  |                 |     |                 |     |
| Faktor keamanan | 3.77            |     | 3.54            |     |
| Deformasi       | 30              | mm  | 240             | mm  |

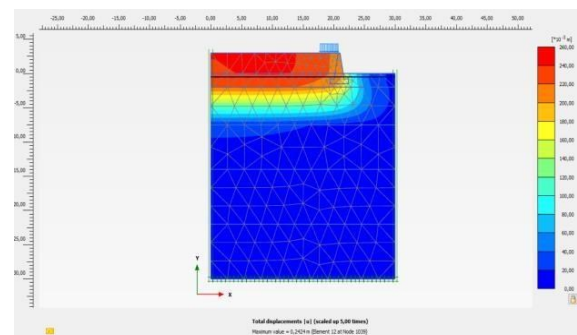
## Pembahasan

Desain dinding penahan tanah dengan volume beton yang relatif banyak, menjadi prioritas untuk efisiensi desain. Desainer harus dapat menghubungkan antara beban yang bekerja dan elemen struktur, serta interaksi keduanya dengan tanah sedetail mungkin, agar didapat nilai *safety factor* (SF) optimal.

Berdasarkan hasil analisis dari program berbasis metode elemen hingga, untuk desain dinding penahan tanah pada kondisi tanah 1 diperoleh nilai  $SF = 3,77$  dan deformasi total maksimal sebesar 0,03 m. Untuk desain dinding penahan tanah pada kondisi tanah 2 diperoleh nilai  $SF = 3,54$  dan deformasi total maksimal sebesar 0,24 m



a. Kantilever pada Kondisi Tanah 1

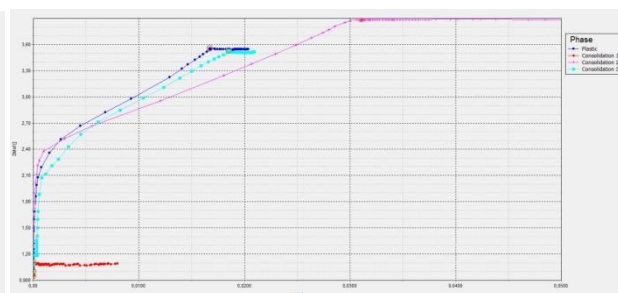


b. Kantilever pada Kondisi Tanah 2

Gambar 5. Total Displacement Model Elemen Hingga untuk Struktur Dinding Penahan Tanah



a. Kantilever pada Kondisi Tanah 1



b. Kantilever pada Kondisi Tanah 2

Gambar 6. Grafik Perbandingan Safety Factor Struktur Dinding Penahan Tanah

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Sesuai dengan ketentuan SNI 8470:2017 beban yang bekerja pada dinding penahan tanah diambil sebesar 1 ton/m<sup>2</sup>, beban tersebut akibat tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah dan beban luar tambahan seperti beban pemadatan akibat konstruksi.
- Tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah dengan variasi konsistensi yang berbeda antara tanah asli dan tanah timbunan pada kondisi pertama dan kedua memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan tanah. Tanah dengan

konsistensi yang lebih padat memberikan tekanan lateral yang lebih besar, sehingga pada kondisi tanah kedua nilai tekanan lateral aktif akibat dorongan tanah timbunan ( $P_a$ ) lebih besar, yaitu sebesar 99,8123 kN. Sementara pada kondisi tanah pertama nilai tekanan pasif akibat dorongan tanah dasar ( $P_p$ ) lebih besar, yaitu sebesar 288,6034 kN.

- c. Pada kondisi tanah pertama di mana tanah timbunan memiliki konsistensi lepas dan tanah dasar memiliki konsistensi padat, tingkat kestabilan struktur dinding penahan tanah lebih tinggi dibanding dengan kondisi tanah pertama di mana tanah timbunan memiliki konsistensi padat dan tanah dasar memiliki konsistensi lepas. Berdasarkan hasil analisis program berbasis metode elemen hingga, diperoleh nilai *safety factor overall slope stability* untuk struktur dinding penahan tanah pada kondisi tanah pertama sebesar 3,77 dan untuk kondisi tanah kedua sebesar 3,54.
- d. Desain dinding penahan tanah yang efektif dan efisien untuk kondisi tanah pertama adalah dinding kantilever dengan ketinggian total 3,6 m, lebar atas 0,3 m, dan lebar bawah 3 m. Sedangkan untuk kondisi tanah kedua, dipilih dinding semi-gravitasi sebagai desain dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien dengan ketinggian total 4,5 m, lebar atas 0,3 m, dan lebar bawah 3 m.

### Saran

Perlu dilakukan pemodelan tipe dinding lang lain untuk dianalisis agar lebih bervariasi dan dengan tambahan penulangan sehingga bisa menambah efisiensi desain dinding.

### Ucapan Terima Kasih (*acknowledgement*)

Terima kasih kepada LPPM Untar yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

### REFERENSI

- Allowenda, A., Priadi, E., & Aprianto, (2018). Analisa Modulus Elastisitas dalam Memprediksi Besarnya Keruntuhan Lateral Dinding Penahan Tanah pada Tanah Lunak. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(2).
- Budhu, M., (2000), Soil Mechanics and Foundations, John Wiley & Sons, Inc. United States of America
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2017. *SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik*. BSN, Jakarta.
- Das, Braja M. (2006). Principles of Geotechnical Engineering. Thomson, Canada .
- Setiawan, H. (2011). Perbandingan penggunaan dinding penahan tanah tipe kantilever dan gravitasi dengan variasi ketinggian lereng. *Journal Teknik Sipil Dan Infrastruktur*, 1(2).
- Thomson, D. & Prihatiningsih, A. (2021), Analisis Keefektifitasan Jenis Dinding Penahan Tanah Pada Tanah Gambut. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(3), 695-710
- Zhang, J., Ding, L., Liang Y., Zong, J., & Li, Z. (2018). *Upper-Bound Finite Element Adaptive Analysis of Plane Strain Heading in Soil with a Soft Upper Layer and Hard Lower Layer*.