

Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Elpita Aisah¹⁾, Abdi Nasrullah²⁾

¹²Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Pagar Alam Jl. Masig Siagim, Simpang Mbacang, Kec Dempo Tengah Kota Pagar Alam

Email:elpitaaisyah170@gmail.com

Abstrak

Jalan Lematang Kota Pagar Alam merupakan salah satu akses vital yang menghubungkan Kota Pagar Alam dengan Kota Lahat, jalan ini berada pada kontur lahan berbukit rawan terhadap gerakan tanah. Kondisi tanah yang labil serta curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan tekanan lateral secara signifikan terhadap kondisi yang ada sehingga terjadilah longsor pada area jalan lematang ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan dinding penahan tanah tipe gravitasi menggunakan metode Rankine di Kota Pagar Alam. Dinding penahan tanah berfungsi sebagai konstruksi pencegah longsor, khususnya pada daerah dengan kontur tanah yang tidak stabil. Dalam studi ini, dinding penahan tanah dirancang dengan panjang 40 meter dan tinggi 7 meter. Analisis dilakukan untuk menentukan faktor keamanan terhadap gaya geser, gaya guling, dan daya dukung tanah. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa faktor keamanan terhadap geser (SF geser) untuk kondisi normal adalah 2,656, terhadap guling (SF guling) sebesar 3,390, dan terhadap daya dukung tanah (SF) sebesar 5,147, sementara untuk kondisi ekstrem adalah 2,039 terhadap geser (SF geser) 2.874 terhadap guling (SF Guling) dan SF sebesar 4,654. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa struktur dinding penahan tanah memiliki tingkat kestabilan yang baik dan memenuhi kriteria keamanan. Dengan demikian, konstruksi ini dapat diandalkan sebagai solusi untuk mengurangi risiko longsor wilayah penelitian.

Kata kunci: Dinding, Gravitasi, Rankine, Tanah

Abstract

Lematang Road, Pagar Alam City is one of the vital accesses connecting Pagar Alam City with Lahat City, this road is located on a hilly land contour that is prone to landslides. Unstable soil conditions and high rainfall can cause significant lateral pressure on existing conditions, resulting in landslides in the Lematang road area. This study aims to analyze the stability of gravity-type retaining walls using the Rankine method in Pagar Alam City. Retaining walls function as landslide prevention construction, especially in areas with unstable land contours. In this study, the retaining wall was designed with a length of 40 meters and a height of 7 meters. The analysis was carried out to determine the safety factor against shear forces, overturning forces, and soil bearing capacity. The calculation results show that the safety factor against shear (SF shear) for normal conditions is 2.656, against overturning (SF guling) is 3.390, and against soil bearing capacity (SF) is 5.147, while for extreme conditions it is 2.039 against shear (SF shear) 2.874 against overturning (SF Guling) and SF is 4.654. These values indicate that the retaining wall structure has a good level of stability and meets the safety criteria. Thus, this construction can be relied on as a solution to reduce the risk of landslides in the research area.

Keywords: Gravity, Rankine, Wall, Soil

1. PENDAHULUAN

Jalan Lematang di Kota Pagar Alam merupakan salah satu akses vital yang menghubungkan antara Kota Pagar Alam dengan Kota Lahat, jalan ini berada pada kontur lahan berbukit dan rawan terhadap gerakan tanah. Kondisi tanah yang labil serta curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan tekanan lateral secara signifikan terhadap kondisi yang ada (Aisah, E & Gofar, 2022). Pada tanggal 23 Maret 2025 telah terjadi longsor di jalan tersebut yang mengakibatkan terhambatnya akses lalu lintas akibat kejadian tersebut, kejadian longsor tidak hanya bisa mengakibatkan terhambatnya aktivitas lalu lintas, namun juga bisa mengakibatkan korban jiwa serta kerugian secara ekonomis, dengan demikian perlu diambil suatu tindakan agar kondisi longsor tersebut dapat ditanggulangi serta tidak terulang lagi, seperti tindakan dengan pembangunan konstruksi dinding penahan tanah (Soehardi et al., 2021).

Pembangunan infrastruktur di daerah bertopografi terjal dan rawan longsor, seperti Jalan Lematang Kota Pagar Alam, memerlukan perencanaan teknis yang cermat untuk menjamin kestabilan lereng dan keamanan pengguna jalan. Salah

satu elemen struktur penting dalam mendukung kestabilan lereng adalah dinding penahan tanah (*retaining wall*), khususnya tipe gravitasi yang banyak digunakan karena konstruksinya sederhana dan memanfaatkan berat sendiri untuk menahan tekanan lateral tanah, sehingga sangat cocok digunakan di lokasi dengan potensi pergerakan tanah yang tinggi (Djunaedi, 2020) seperti Jalan Lematang kota Pagar Alam.

Material yang umum digunakan seperti beton massal atau batu kali mampu memberikan kestabilan yang cukup kuat, sehingga tanah di belakang dinding tetap tertahan dan tidak mudah longsor (Endayanti & Marpaung, 2019). Selain itu, dinding tipe gravitasi juga dapat dilengkapi dengan sistem drainase agar air tidak tertahan di belakang dinding, yang dapat menambah tekanan dan memicu longsor. Dengan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi yang tepat, dinding penahan tanah tipe gravitasi menjadi salah satu metode andalan dalam upaya mitigasi bencana longsor (Solehuddin et al., 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Dinding Penahan Tanah Gravitasi sehingga dapat menjadi konstruksi bangunan yang dapat mencegah terjadinya longsor dikemudian hari.

2. METODE

Dalam metode penelitian ada beberapa hal yang menjadi catatan penting untuk diuraikan yang pertama adalah lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian terjadi di Jalan Lematang

Kota Pagar Alam dengan titik koordinat $4^{\circ}04'20''\text{S}$ $103^{\circ}19'23''\text{E}$ adapun gambar lokasi penelitian ada dibawah ini:



Gambar 1. Lokasi penelitian

Kemudian tahapan selanjutnya adalah metode atau langkah-langkah dalam analisis, dimana analisis tekanan tanah lateral yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Rankine. Metode ini merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam rekayasa geoteknik untuk mengevaluasi gaya dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah, terutama untuk stabilitas gaya geser dan gaya guling (Ramadhani, 2010).

Adapun untuk analisis terhadap daya dukung tanah dalam penelitian ini, menggunakan metode Terzaghi untuk menganalisis deformasi dan stabilitas tanah pada kondisi pembebanan. Metode Terzaghi juga pada umumnya digunakan untuk menganalisis penurunan tanah dan kestabilan lereng (Setiawan, 2011). Lalu dilanjutkan dengan tahapan pengumpulan data, dimana dalam sebuah penelitian data adalah hal yang paling penting agar suatu analisis dalam penelitian dapat dilakukan yang pertama adalah data primer, dimana data primer merupakan data yang merujuk pada informasi yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama atau secara langsung oleh peneliti untuk keperluan penelitian tertentu. Data primer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari hasil studi kasus dan observasi lapangan yang merupakan data hasil survei pada lokasi kegiatan. Data - data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya :

- 1). Gambar situasi lokasi penelitian,
- 2). Data ukur rencana struktur dinding penahan tanah (*retaining wall*),
- 3). Foto Dokumentasi.

Kemudian data sekunder, dimana data sekunder adalah data yang mendukung proses penelitian ini baik dari literatur - literatur yang ada, dari buku - buku referensi, catatan - catatan dan data - data yang didapat melalui kerjasama dengan instansi terkait. Beberapa data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini antara lain :

- 1). Peta topografi,
- 2). Geometri lereng existing,

- 3). Data properties tanah terkait dengan hasil uji laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu data :

- Analisis saringan menggunakan (ASTM D4318-95a),
- Berat isi tanah (γ) dalam kondisi asli dan kering (ASTM D2937-72),
- Specific gravity (G_s) (ASTM D854-92),
- Kadar air asli (*water content*) (w) (ASTM D256-86),
- *Atterberg limit test* (ASTM D424-66) yang terdiri dari :

- a). Batas cair (LL),
- b). Batas plastis (PL)
- c). Indeks plastis (PI)

- *Engineering properties* :

- a). *Direct shear*
- b). *Unconfined*

Setelah data-data yang dibutuhkan sudah diperoleh, kemudian melanjutkan proses analisis dari data yang telah dikumpulkan. Langkah analisis sebuah dinding penahan tanah diperlukan sebuah pemahaman tentang berbagai data yang digunakan, dimana data tersebut akan sangat efektif dan efisien untuk digunakan sebagai masukan analisis lebih lanjut.

Beberapa langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

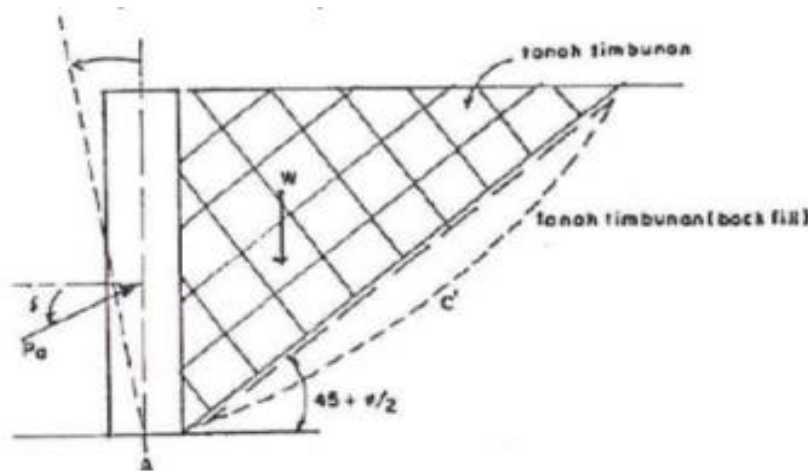
1. Identifikasi Tujuan : Penting untuk menentukan tujuan utama dari dinding penahan tanah yang akan digunakan. Apakah itu untuk mencegah erosi, mendukung struktur di atasnya, atau menciptakan terracing? Pemahaman tujuan akan memengaruhi desain dan dimensi dinding.
2. Evaluasi Kondisi Tanah : Melakukan penilaian mendalam terhadap jenis tanah di lokasi penelitian, dengan cara memeriksa data hasil uji laboratorium klasifikasi tanah, kekuatan geser tanah, dan kemampuan tanah untuk mengalirkan air. Informasi ini penting untuk perhitungan struktural dan menentukan dimensi dinding penahan tanah.

3. Penentuan Beban Tanah : Dalam penelitian ini perhitungan dan penentuan beban tanah yang akan dihadapi oleh dinding yaitu, faktor-faktor seperti tekanan lateral tanah dan beban hidrostatik dari air tanah yang juga berpengaruh dalam perubahan dimensi.
4. Memilih Jenis Dinding : Pemilihan jenis dinding penahan tanah ini sangat penting untuk menentukan dimensi dinding. Dalam penelitian ini jenis dinding yang akan digunakan yaitu jenis dinding gravitasi (gravity wall).
5. Perhitungan Stabilitas : Perhitungan stabilitas untuk memastikan bahwa dinding dapat menahan tekanan tanah yang dihadapinya. Perhitungan ini juga melibatkan penentuan dimensi struktural seperti tinggi, lebar, dan ketebalan dinding. Hasil

perhitungan stabilitas juga akan mempengaruhi dimensi dinding penahan tanah yang digunakan.

Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Dalam penelitian ini perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif adalah bagian penting dalam merancang dinding penahan tanah. Koefisien tekanan tanah digunakan untuk menentukan besarnya tekanan lateral tanah pada dinding penahan tanah dan membantu dalam perancangan struktur yang stabil dan aman (Situmorang, 2022).

- Tekanan Tanah Aktif



Gambar 2. Tekanan tanah aktif

Menurut teori Rankine, besarnya gaya lateral pada satuan lebar dinding akibat tekanan tanah aktif pada dinding setinggi H dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$K_{a1} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 k_a \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

K_a = tekanan

tanah aktif

Φ = Sudut

gesek dalam

tanah

P_a = tekanan

tanah Aktif

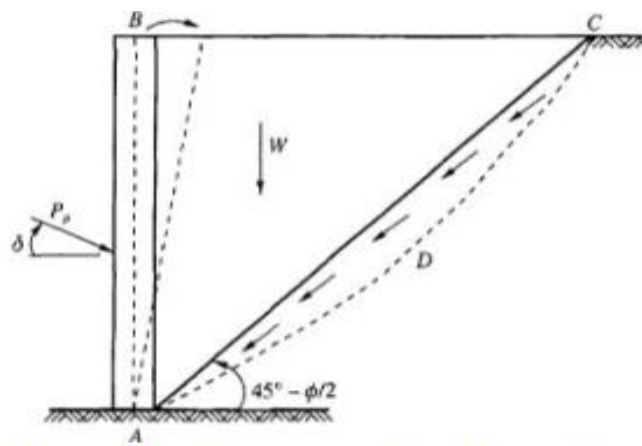
γ = berat vol-

ume tanah

(kN/m³)

H= tinggi dinding (m)

- Tekanan Tanah Pasif



Gambar 3. Tekanan tanah Pasif

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

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_p - 2c \cdot \sqrt{K_p \cdot H} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

K_p = Koefisien Tekanan Tanah Aktif

Φ = sudut gesek dalam tanah

H = tinggi dinding penahan tanah (m)

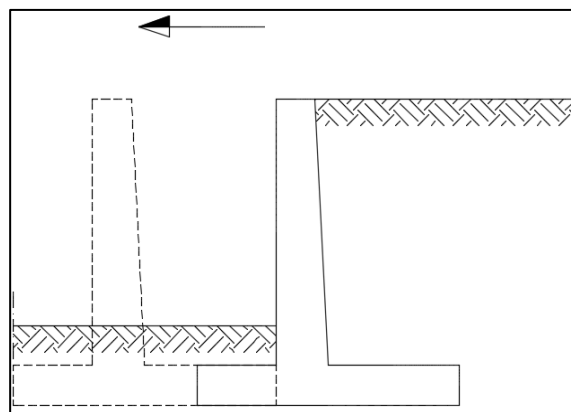
C = kohesi tanah

P_p = tekanan tanah pasif

- Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser.

Stabilitas terhadap gaya geser mengacu pada kemampuan suatu struktur atau bahan untuk menahan atau mengatasi gaya geser yang bekerja pada atau dalam struktur tersebut (Mazni et al., 2023).



Gambar 4. Kegagalan dinding penahan tanah akibat gaya geser

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung stabilitas geser dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_h} \geq 1.5 \dots \dots \dots (5)$$

$$\Sigma R_h = c \times B + \Sigma W \times \tan \phi \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

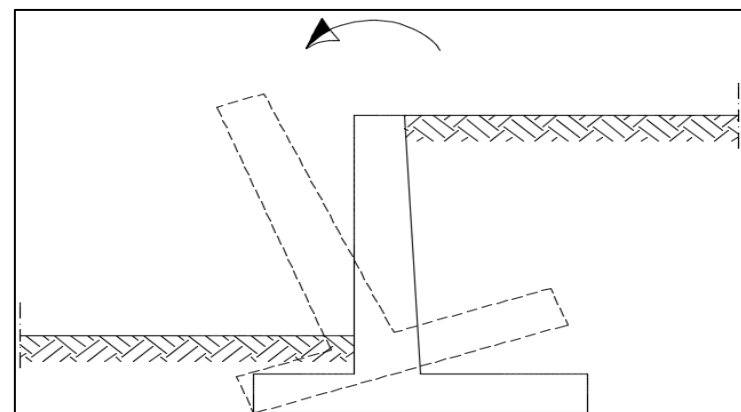
SF = Faktor keamanan

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN)

ΣP_h = Jumlah tekanan gaya horizontal (kN)

ΣW = Jumlah gaya berat sendiri dinding penahan tanah (kN)

B = Lebar dasar pondasi (m)



c = Kohesi (kN/m²)

ϕ = Sudut gesek internal tanah (°)

Faktor aman terhadap penggeseran dasar fondasi minimum diambil 1,5. Bowles, 1997 menyarankan :

$SF \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler

$SF \geq 2$ untuk tanah kohesif

Stabilitas Terhadap Guling

Stabilitas terhadap gaya guling merujuk pada kemampuan suatu struktur atau sistem untuk menjaga keseimbangan dan mencegah atau mengatasi gerakan atau gulingan terhadap sumbu tertentu (Hasrullah, 2018).

Gambar 5. Kegagalan dinding penahan tanah akibat gaya guling

Faktor aman terhadap penggulingan (SF) dirumuskan:

$$SF = \frac{\Sigma Mt}{\Sigma Mg} \geq 1.5 \dots \dots \dots (7)$$

Dengan :

ΣMt = momen melawan terhadap guling (kNm)

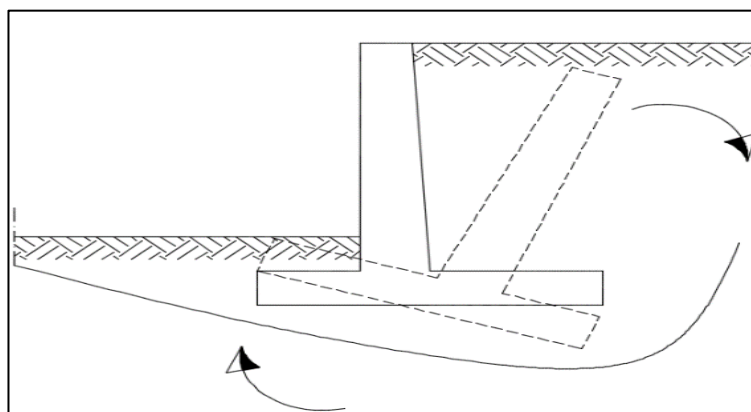
ΣMg = momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm)

Faktor aman terhadap penggulingan bergantung pada jenis tanah, yaitu :

$SF \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler

$SF \geq 2$ untuk tanah kohesif

Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah
Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah mengacu pada kemampuan suatu struktur atau fondasi untuk menjaga keseimbangan dan mencegah kegagalan struktural atau fondasi yang disebabkan oleh ketidakstabilan atau keruntuhan tanah di sekitarnya (Jalang, 2018).



Gambar 6. Kegagalan dinding penahan tanah akibat keruntuhan daya dukung tanah

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

$$q_u = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \dots \dots \dots (8)$$

Kapasitas dukung tegangan ijin dinyatakan sebagai berikut :

$$q_a = q_u : 3 \text{ (dengan } F = 3) \dots \dots \dots (9)$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai :

$$F = \frac{q_u}{q_a} \dots \dots \dots (10)$$

Dengan :

q_u = Kapasitas dukung ultimit (kN/m²)

q_a = Kapasitas dukung tegangan ijin (kN/m²)

c = Kohesi tanah dasar (kN/m²)

D_f = Kedalaman fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

B = Lebar fondasi (m)

 N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas tanah dukung (fungsi ϕ)

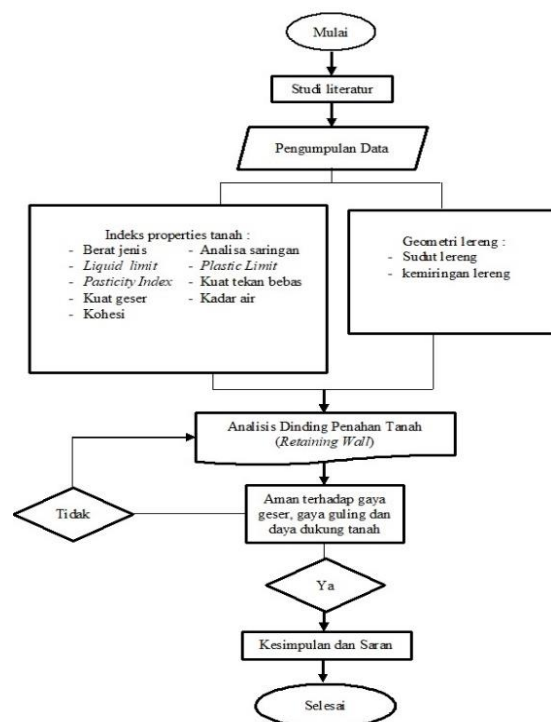
Tabel 1. Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

ϕ (°)	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,8	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

(Sumber : Hardiyatmo, 2007)

Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini akan diuraikan pada gambar bagan alir penelitian dibawah ini:



Gambar 7. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat volume air (γ_w) = 9,81 kN/m³
 Berat volume pasangan batu (γ_{batu}) = 22,00 kN/m³
 Data Tanah Lapisan 1 :
 Berat volume tanah jenuh (γ_{sat}) = 18,90 kN/m³
 Berat volume tanah kering (γ_d) = 7,20 kN/m³
 Berat volume tanah terendam (γ') = 9,09 kN/m³
 Sudut geser dalam (ϕ) = 38,36 °
 Kohesi Tanah (c) = 1,61 kN/m²

Data Tanah Lapisan 2 :
 Berat volume tanah jenuh (γ_{sat}) = 19,65 kN/m³
 Berat volume tanah kering (γ_d) = 7,94 kN/m³
 Berat volume tanah terendam (γ') = 9,84 kN/m³
 Sudut geser dalam (ϕ) = 31,40 °
 Kohesi Tanah (c) = 1,02 kN/m²

Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan mengacu pada SNI

Lebar (b_1) = 1,45 m

Lebar (b_2)

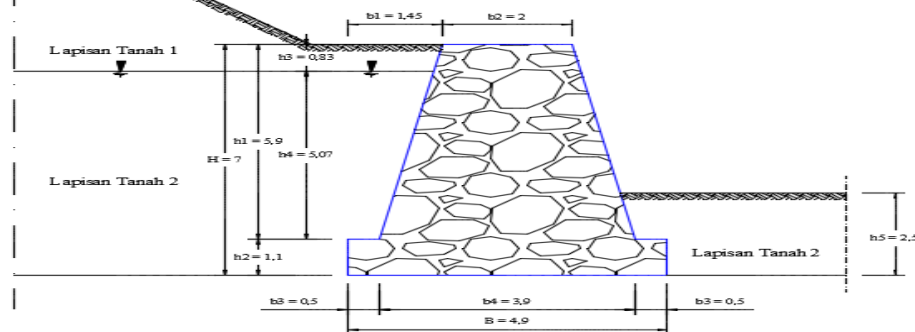
= 2,00 m

Lebar (b_3)

= 0,50 m

Lebar (b_4)

= 3,90 m



8460-2017 Persyaratan perancangan geoteknik :

Panjang	=	40 m
Tinggi Total (H)	=	7,00 m
Tinggi (h_1)	=	5,90 m
Tinggi (h_2)	=	1,10 m
Tinggi (h_3)	=	0,83 m
Tinggi (h_4)	=	5,07 m
Tinggi (h_5)	=	2,50 m
Lebar Bawah Total (B)	=	4,90 m

Gambar.8 Rencana dinding penahan tanah

Langkah – langkah perhitungan dalam menganalisis Dinding Penahan Tanah

1. Menghitung Tekanan Lateral menggunakan Teori Rankine dengan jenis tanah yang memiliki nilai Kohesi (c) :

- a. Menghitung koefisiensi tekanan aktif (K_a) :

$$K_{a1} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{38,36}{2} \right) = 0,234$$

$$\sqrt{K_{a1}} = 0,483$$

$$K_{a2} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$= \tan^2 \left(45^\circ - \frac{31,40}{2} \right)$$

$$= 0,314$$

$$\sqrt{K_{a2}} = 0,560$$

- b. Menghitung tegangan vertikal efektif (σ'_v) :

Kedalaman (Z) H = 0 m

$$\sigma'_v = \gamma_d \times H = 7,20 \times 0 = 0 \text{ kN/m}^2$$

Adapun untuk rekapitulasi nilai tegangan vertikal efektif akan dirangkum pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 2. Tegangan Vertical Efektif (σ'_v)

Kedalaman (Z) (m)	σ'_v (Kn/m ²)
H=0	0
H=0,83 (-)	5,976
H=0,83(+)	6,590
H=7	66,689

- c. Menghitung tegangan aktif efektif (σ'_a) :

Kedalaman (Z) H = 0 m

$$\begin{aligned} \sigma'_a &= \sigma'_v \cdot K_{a1} - 2 \cdot c_1 \cdot \sqrt{K_{a1}} \\ &= 0 \times 0,234 - 2 \times 1,61 \times 0,483 \\ &= 0 - 1,555 \\ &= -1,555 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Adapun untuk rekapitulasi nilai tegangan aktif efektif (σ'_a) akan dirangkum pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 3. Tegangan Aktif Efektif (σ'_a)

Kedalaman (Z) (m)	σ'_v (Kn/m ²)
-------------------	----------------------------------

H=0	-1,555
H=0,83 (-)	-0,157
H=0,83(+)	0,927
H=7	19,798

d. Menghitung tekanan hidrosatis air (u) :

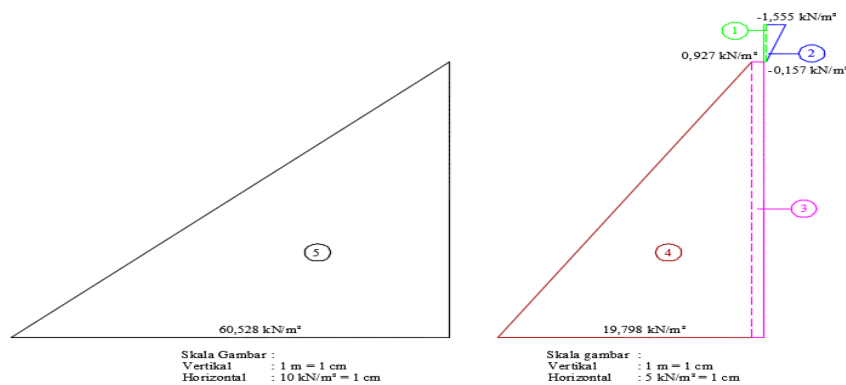
Kedalaman (Z) H = 0 m

$$\begin{aligned}
 u &= \gamma_w \times H \\
 &= 0 \times 0 \\
 &= 0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Adapun nilai tekanan hidrosatis (u) akan dirakitulasi pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Tekanan Hidrostatik (U)

Kedalaman (H) m	Tekanan Hidrostatik (u) (kN/m ²)
0	0
0,83	0
7	60,528

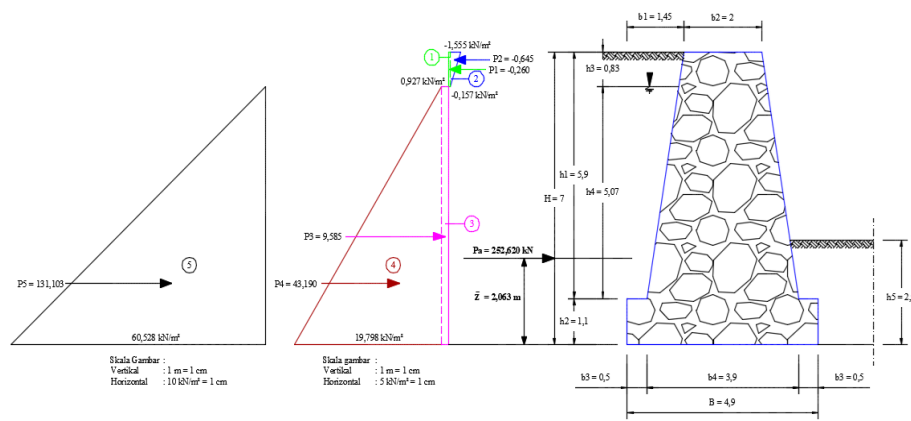


Gambar 9. Distribusi tekanan tanah

e. Menghitung tekanan tanah aktif (Pa) total dan resultan gaya (Z) yang terjadi pada dinding penahan tanah :

$$\begin{aligned}
 P_a &= \text{Area 1} + \text{Area 2} + \text{Area 3} + \text{Area 4} + \text{Area 5} \\
 &= (-0,157)(0,83) + \frac{1}{2}(0,83)(-1,555) + (0,927)(6,17) + \frac{1}{2} \\
 &\quad (19,798)(6,17) + \frac{1}{2}(60,528)(6,17) \\
 &= -0,130 - 0,645 + 5,719 + 61,076 + 186,728
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 252,748 \text{ kN} \\
 \bar{z} &= \frac{(\text{Area 1})(\frac{0,83}{2}) + (\text{Area 2})(\frac{0,83}{3}) + (\text{Area 3})(\frac{6,17}{2}) + (\text{Area 4})(\frac{6,17}{3}) + (\text{Area 5})(\frac{6,17}{3})}{P_a} \\
 &= \frac{(-0,130)(\frac{0,83}{2}) + (-0,645)(\frac{0,83}{3}) + (5,719)(\frac{6,17}{2}) + (61,076)(\frac{6,17}{3}) + (186,728)(\frac{6,17}{3})}{252,748} \\
 &= \frac{-0,054 - 0,179 + 17,645 + 125,614 + 384,037}{252,748} \\
 &= \frac{527,062}{252,748} \\
 &= 2,085 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 10. Resultan gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah

- f. Perhitungan momen untuk tekanan tanah aktif

(Ma) :

$$\begin{aligned} Ma1 &= Pa1 \cdot ((h2+h4))/2 \\ &= 5,719 \cdot 6,17/2 \\ &= 17,643 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan momen tekanan tanah aktif

(ma) akan direkapitulasi pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Momen Tekanan Tanah Aktif (Ma)

- g. Menghitung koefisiensi tekanan pasif (Kp) :

$$\begin{aligned} Kp &= \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45^\circ + \frac{31,40}{2} \right) \\ &= 3,175 \\ \sqrt{Kp} &= 1,781 \end{aligned}$$

- h. Menghitung tekanan tanah pasif (Pp) :

$\gamma \cdot Kp$	$\frac{1}{2} \cdot h_5^2$	No	Momen Tanah Aktif (ma) kN.m
		1	17,643
		2	125,614
		3	384,037
=		ΣMa	527,295 kN.m

$$\frac{1}{2} \cdot 2,50^2 \cdot 9,84 \cdot 3,175$$

$$= 97,631 \text{ kN}$$

- i. Menghitung tekanan tanah pasif (Pp) akibat Kohesi (c) :

$$\begin{aligned} Pp2 &= 2 \cdot c \cdot \sqrt{Kp} \cdot h_5 \\ &= 2 \cdot 1,02 \cdot 1,781 \cdot 2,50 \\ &= 9,083 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Pp &= Pp1 + Pp2 \\ &= 97,631 + 9,083 \\ &= 106,714 \text{ kN} \end{aligned}$$

- j. Perhitungan momen untuk tekanan tanah pasif (Mp) :

$$\begin{aligned} Mp1 &= Pp1 \cdot \frac{h5}{3} \\ &= 97,631 \cdot \frac{2,50}{3} \end{aligned}$$

$$= 81,359 \text{ kN.m}$$

$$Mp2 = Pp2 \cdot \frac{h5}{2}$$

$$= 9,083 \cdot \frac{2,50}{2}$$

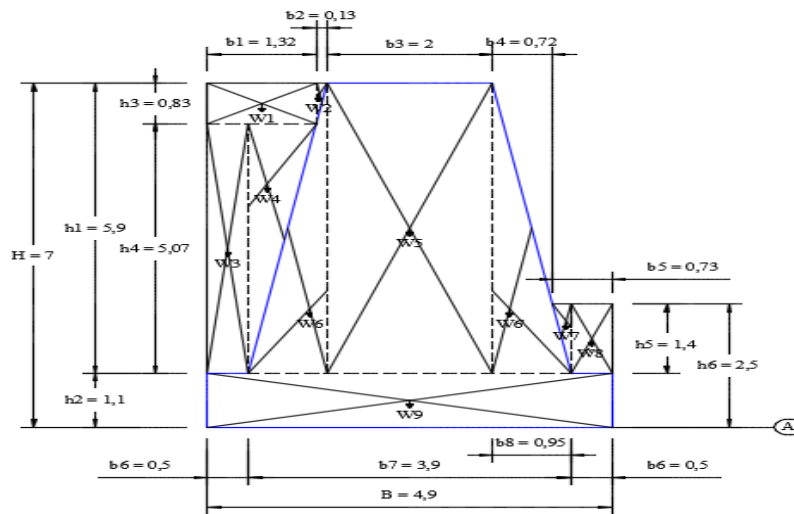
$$= 11,354 \text{ kN.m}$$

$$\Sigma Mp = Mp1 + Mp2$$

$$= 59,311 + 9,197$$

$$= 92,713 \text{ kN.m}$$

2. Perhitungan berat sendiri bangunan :



Gambar 11. Diagram berat sendiri bangunan

Untuk perhitungan berat sendiri bangunan akan direkapitulasi pada tabel 5 dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Tanah } W_1 &= b_1 \cdot h_3 \cdot \gamma_{\text{sat1}} \\ &= 1,32 \cdot 0,83 \cdot 18,90 \\ &= 20,707 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 5. Nilai Perhitungan Berat Sendiri Bangunan

No	Nilai Berat Sendiri Bangunan (kN)
Tanah w1	20,707
Tanah w2	1,020
Tanah w3	49,818
Tanah w4	40,846
Batu w5	259,600
Batu w61	61,655
Batu w62	61,655
Tanah W7	3,164
Tanah w8	13,755
Batu w9	118,580
ΣW	630,794 kN

Perhitungan momen akibat berat sendiri bangunan :

$$\begin{aligned} M_{w1} &= W_1 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot b_1 \right) + (B - b_1) \\ &= 20,707 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 1,32 \right) + (4,90 - 1,32) \\ &= 87,797 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Adapun untuk perhitungan momen akibat berat sendiri bangunan akan direkapitulasi pada tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan momen akibat berat sendiri bangunan (Mw) kN.m

No	Nilai Momen Berat Sendiri Bangunan (Mw) (kN.m)
M _{w1}	87,797
M _{w2}	3,562
M _{w3}	231,629
M _{w4}	157,395
M _{w5}	636,020
M _{w61}	50,352

Mw ₆₂	50,352
Mw ₇	1,824
Mw ₈	3,439
Mw ₉	290,521
ΣMw	1.694,773

3. Perhitungan momen akibat gempa :

- a. Percepatan gempa di lokasi dinding penahan tanah D.I Lematang ditentukan sebagai berikut, dengan data yang diketahui :

$$Z = 1,20 - 1,40 \text{ (Zona E)}$$

$$ac = 90 \text{ cm/det}^2 \text{ (untuk periode 10 tahunan, lihat tabel KP-06)}$$

$$v = 0,80 \text{ (Aluvial diatas lapisan batuan dengan tebal kurang 10 m)}$$

$$g = 981 \text{ cm/dt}^2$$

- b. Perhitungan percepatan gempa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$ad = Z \times ac \times v$$

$$= 1,20 \times 90 \times 0,80$$

$$= 86,40$$

- c. Perhitungan koefisien gempa sebagai berikut :

$$E = \frac{ad}{g} = \frac{86,40}{981} = 0,088$$

- d. Perhitungan gaya gempa yang terjadi pada dinding penahan tanah sebagai berikut :

$$G_1 = W_5 \cdot E = 259,600 \cdot 0,088 = 22,864 \text{ kN}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan gaya gempa pada dinding penahan tanah ini akan disajikan pada tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Gempa

No	Nilai Gaya Gempa (kN)
G ₁	22,864
G ₂	5,430
G ₃	5,430
G ₄	10,444
ΣG	44,168 kN

- e. Perhitungan momen akibat gempa yang terjadi pada dinding penahan tanah :

$$MG = G \cdot \text{lengan momen terhadap dasar bangunan}$$

$$MG_1 = G_1 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot h_1\right)$$

$$= 22,864 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 5,90\right)$$

$$= 67,448 \text{ kN.m}$$

No	Momen Gaya Gempa (kN.m)
MG ₁	67,488
MG ₂	10,679
MG ₃	10,679
MG ₄	5,744
ΣMG	94,551

Adapun rekapitulasi perhitungan momen gaya gempa pada dinding penahan tanah ini akan disajikan pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8. Rekapitulasi momen gaya gempa

1. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah dalam kondisi normal:

- a. Perhitungan stabilitas terhadap penggeseran dinding penahan tanah, dilakukan dengan menganggap bahwa perhitungan tahanan geser yang diberikan pada dinding penahan tanah sepanjang 84 m berdasar pada tanah keras. Sehingga, sudut geser dalam (ϕ) = lapisan tanah dasar dan kohesi (c) = lapisan tanah dasar. Perhitungan stabilitas terhadap geser sebagai berikut :

$$SF_{ges} = \frac{\Sigma RH}{\Sigma Ph} \geq 2$$

$$= \frac{c \cdot B + \Sigma W \cdot \tan \phi}{-\Sigma Pa + \Sigma Pp} \geq 2$$

$$= \frac{1,02 \cdot 4,9 + 630,794 \cdot \tan 31,40^\circ}{-252,748 + 106,714} \geq 2$$

$$= \frac{387,833}{146,034} \geq 2$$

$$= 2,656 \geq 2 \text{ (Aman)}$$

- b. Perhitungan stabilitas terhadap guling pada dinding penahan tanah sebagai berikut :

$$SF_{gul} = \frac{\Sigma Mt}{\Sigma Mg} \geq 2$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma Mp + \Sigma Mw}{\Sigma Ma} \geq 2 \\
 &= \frac{92,713 + 1.694,773}{527,295} \geq 2 \\
 &= \frac{1.787,486}{527,295} \geq 2 \\
 &= 3,390 \geq 2 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

- c. Stabilitas terhadap daya dukung tanah dihitung dengan menggunakan Teori Terzaghi.

Data sekunder yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 Df &= 2,50 \text{ m} \\
 \phi &= 31,40 \\
 B &= 4,90 \text{ m} \\
 Nc &= 41,81 \\
 \gamma &= 7,94 \text{ kN/m}^3 \\
 Nq &= 26,52 \\
 \gamma' &= 9,84 \text{ kN/m}^3 \\
 N\gamma &= 24,04 \\
 c &= 1,02 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qu &= c \cdot Nc + Df \cdot \gamma \cdot Nq + 0,5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N\gamma \\
 &= 1,02 \cdot 41,81 + 2,50 \cdot 7,94 \cdot 26,52 + 0,5 \cdot 4,90 \cdot 9,84 \cdot 24,04 \\
 &= 1.148,740 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit neto sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qun &= qu - \gamma \cdot Df \\
 &= 1.148,740 - 7,94 \cdot 2,50 \\
 &= 1.148,740 - 19,85 \\
 &= 1.128,890 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan pondasi neto sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qn &= q - \gamma \cdot Df \\
 &= 630,794 - 7,94 \cdot 2,50 \\
 &= 610,944 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan faktor aman sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{qun}{qn} \\
 &= \frac{1.128,890}{610,944} \\
 &= 1,848
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan izin) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qa &= \frac{qu}{F} \\
 &= \frac{1.148,740}{1,848} \\
 &= \frac{1.148,740}{3} \\
 &= 382,913 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Tinjauan terhadap titik A dicari letak resultan gaya-gaya yang bekerja terhadap pusat berat alas pondasi.

$$\begin{aligned}
 Xe &= \frac{\Sigma Mw - \Sigma Ma}{\Sigma W} \\
 &= \frac{1.694,773 - 527,295}{630,794} \\
 &= 1,851 \text{ m} \\
 e &= \frac{B}{2} - Xe \\
 &= \frac{4,90}{2} - 1,851 \\
 &= 2,450 - 1,851 \\
 e &= 0,599 \text{ m} < \frac{4,9}{6} = 0,817 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$e < \frac{B}{6}$, maka ada seluruh alas pondasi menerima desak. Perhitungan tegangan vertikal desak maksimum sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\max} &= \frac{V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\
 &= \frac{630,794}{4,90} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,599}{4,90}\right) \\
 &= 128,734 \cdot 1,734 \\
 &= 223,186 < 382,913 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\min} &= \frac{V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right) \\
 &= \frac{630,794}{4,90} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,599}{4,90}\right) \\
 &= 128,734 \cdot 0,266 \\
 &= 34,281 > 0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{qu}{\sigma_{\max}} \\
 &= \frac{1.148,740}{223,186} \\
 &= 5,147 > 3 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah dalam kondisi ekstrem :

- a. Perhitungan stabilitas terhadap penggeseran dinding penahan tanah :

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{ges}} &= \frac{\Sigma RH}{\Sigma PH} \geq 2 \\
 &= \frac{c \cdot B + \Sigma W \cdot \tan \phi}{-\Sigma Pa + \Sigma Pp - \Sigma Eg} \geq 2 \\
 &= \frac{1,02 \cdot 4,9 + 630,794 \cdot \tan 31,40^\circ}{-252,748 + 106,714 - 44,168} \geq 2 \\
 &= \frac{387,833}{190,201} \geq 2 \\
 &= 2,039 \geq 2 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan stabilitas terhadap guling pada dinding penahan tanah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{gul}} &= \frac{\Sigma Mt}{\Sigma Mg} \geq 2 \\
 &= \frac{\Sigma Mp + \Sigma Mw}{\Sigma Ma + \Sigma Mg} \geq 2 \\
 &= \frac{92,713 + 1.694,773}{527,295 + 94,551} \geq 2 \\
 &= \frac{1.787,486}{621,846} \geq 2 \\
 &= 2,874 \geq 2 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

- c. Stabilitas terhadap daya dukung tanah dihitung dengan menggunakan Teori Terzaghi. Data sekunder yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 Df &= 2,50 \text{ m} \\
 \phi &= 31,40 \\
 B &= 4,90 \text{ m} \\
 Nc &= 41,81, Nq = 26,52, N\gamma = 24,04 \\
 \gamma &= 7,94 \text{ kN/m}^3 \\
 \gamma' &= 9,84 \text{ kN/m}^3 \\
 c &= 1,02 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qu &= c \cdot Nc + Df \cdot \gamma \cdot Nq + 0,5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N\gamma \\
 &= 1,02 \cdot 41,81 + 2,50 \cdot 7,94 \cdot 26,52 + 0,5 \cdot 4,90 \cdot 9,84 \cdot 24,04 \\
 &= 1.148,740 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit neto sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qun &= qu - \gamma \cdot Df \\
 &= 1.148,740 - 7,94 \cdot 2,50 \\
 &= 1.148,740 - 19,85 \\
 &= 1.128,890 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan pondasi neto sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 qn &= q - \gamma \cdot Df \\
 &= 630,244 - 7,94 \cdot 2,50 \\
 &= 610,944 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan faktor aman sebagai berikut :

$$F = \frac{qun}{qn}$$

$$= \frac{1.128,890}{610,944}$$

$$= 1,848$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan izin) sebagai berikut :

$$q_a = \frac{qu}{F}$$

$$= \frac{1.148,740}{F}$$

$$= \frac{1.148,740}{3}$$

$$= 382,913 \text{ kN/m}^2$$

Tinjauan terhadap titik A dicari letak resultan gaya-gaya yang bekerja terhadap pusat berat alas pondasi.

$$X_e = \frac{\Sigma Mw - \Sigma Ma - \Sigma Mg}{\Sigma W}$$

$$= \frac{1.694,773 - 527,295 - 94,551}{630,794}$$

$$= 1,701 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X_e$$

$$= \frac{4,90}{2} - 1,745$$

$$= 2,450 - 1,745$$

$$e = 0,749 \text{ m} < \frac{4,9}{6} = 0,817 \text{ m}$$

$e < \frac{B}{6}$, maka ada seluruh alas pondasi menerima desak. Perhitungan tegangan vertikal desak maksimum sebagai berikut :

$$\sigma_{\max} = \frac{V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$= \frac{630,794}{4,90} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,749}{4,90}\right)$$

$$= 128,734 \cdot 1,917$$

$$= 246,814 < 382,913 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$= \frac{630,794}{4,90} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,749}{4,90}\right)$$

$$= 128,734 \cdot 0,083$$

$$= 10,653 > 0 \text{ kN/m}^2$$

$$SF = \frac{qu}{\sigma_{\max}}$$

$$= \frac{1.148,740}{246,814}$$

$$= 4,654 > 3 \text{ (Aman)}$$

4. SIMPULAN

Penelitian ini fokus pada analisis dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan kondisi normal dan kondisi ekstrem, adapun kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Lematang Kota Pagar Alam.
2. Tinggi dinding penahan tanah yang direncanakan yaitu setinggi 7 m, dan lebar 40 m.
3. Hasil dari analisis stabilitas Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) dinyatakan stabil terhadap :
 - a. Dalam keadaan normal :

Stabilitas terhadap bahaya geser *Safety Factor* (SF)=2,656 > 2

Stabilitas terhadap bahaya guling *Safety Factor* (SF) = 3,441 > 2

Stabilitas terhadap bahaya ambles *Safety Factor* (SF)=5,315 > 3

- b. Dalam keadaan ekstrem :

Stabilitas terhadap bahaya geser *Safety Factor* (SF)=2,039 > 2

Stabilitas terhadap bahaya guling *Safety Factor* (SF) = 2,918 > 2

Stabilitas terhadap bahaya ambles *Safety Factor* (SF)=4,794 > 3

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tanah tipe gravitasi yang direncanakan dengan tinggi 7 m dan lebar 40 m diperkirakan aman atau mampu menopang tekanan tanah pada Jalan Lematang Kota Pagar Alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, E & Gofar, N. (2022). *Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Program Perisi*. 18(2), 133–147.
- Djunaedi, R. R. (2020). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi. Studi Kasus : Sdn Lio , Kecamatan Cireunghas. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 1(2), 55–64.
- Endayanti, M., & Marpaung, K. (2019). Analisis Perkuatan Lereng Dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah di Skyland Jayapura Selatan. *Jurnal Teknik*, VIII, 1–14.
- Hasrullah, H. (2018). Perencanaan Teknik Penanggulangan Kelongsoran Dengan Menggunakan Konstruksi Retaining Wall (Studi Kasus Jalan Tanjung Selor – Tana Tidung). *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 105. <https://doi.org/10.35334/be.v2i2.618>
- Jalang, Y. (2018). Studi Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi pada Jalan Brigjen Abdul Manan Wijaya Kecamatan Pujon Kab. Malang. *Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan*, 1(September), 1–5. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/47>
- Mazni, D. I., Boy, W., & Komala, D. A. (2023). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Gravitasi Pada Tanah Pasir dengan Adanya Muka Air Tanah. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 10(2), 64–72. <https://doi.org/10.21063/JTS.2023.V1002.064-72>
- Ramadhani, S. (2010). Perencanaan Dinding Penahan Tipe Gravitasi Pada Lokasi Bukit Btn Teluk Palu Permai. *SMARTek*, 8(1), 34–49.
- Setiawan, H. (2011). Comparison of Cantylever Type

Retaining Walls and Gravity Type at Various Heights Slopes. *Infrastruktur*, 1 No.2, 88–95.

- Situmorang, K. (2022). TYPE GRAVITY WALL PADA AREA INLET PROYEK SKRIPSI *Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Medan Area . FAKULTAS TEKNIK*.
- Soehardi, F., Marpaung, J., & Haris, V. T. (2021). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Di Perumahan Mutiara Palas Permai Kelurahan Rumbai Bukit Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 4(2), 60–68. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v4i2.21967>
- Solehuddin, D., Tifani, E., & Zulkarnaen. (2018). Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Jalan Lingkar Barat Duri). *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis*, 270–276.