



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor)

Agus Dermawan*¹, Syaiful¹, Alimuddin¹, Fachruddin^{2,3}

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun
Jl. Raya KH. Sholeh Iskandar Km. 2, Bogor 16162

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

³Aceh Climate Change Initiative

*Corresponding author: xgusdermawan@gmail.com

Abstrak

Dinding penahan tanah berfungsi untuk menahan tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Dinding penahan tanah merupakan dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. Untuk meminimalisir kondisi tersebut, perlu dihitung dan direncanakan kestabilan dari struktur pada dinding penahan tanah agar mampu menahan beban dari tanah dan pengaruh beban luar. Kondisi di lapangan terdapat kerusakan pada bagian struktur dinding penahan tanah, dengan bagian dasarnya mengalami penggerusan sehingga perlu dilakukannya analisis stabilitas dinding penahan tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi dinding penahan tanah terhadap stabilitas guling, geser dan kapasitas daya dukung tanah dan merencanakan desain dinding penahan tanah. Metode yang digunakan adalah Metode Rankine, Schmertmann dan Nottingham. Hasil analisis menunjukkan stabilitas terhadap guling $F_s = 1,55 < 1,5$ (aman) stabilitas terhadap geser $F_s = 2,51 < 1,5$ (aman), dan analisis stabilitas daya dukung tanah didapat $q_{toe} = 31,3953 \text{ kN/m}^2 < q_{all} 2501,3841 \text{ kN/m}^2$ (aman) untuk tegangan q hell $1,43 \text{ kN/m}^2 > 0$ (lebih dari 0, hasil aman). Rencana desain dinding penahan tanah yang direncanakan dengan tinggi (H)= 4,3 m, lebar atas (ba)= 0,4 m, lebar bawah (bb)= 3,5 m, tebal kaki tumit (D)= 0,8 m, dan lebar plat dinding penahan tanah (D)= 0,8 m.

Kata kunci: Dinding penahan tanah, penggerusan, Metode Rankine, stabilitas dinding

**Retaining Wall Stability Analysis
(Case Study: Mekarjaya Village, Ciomas District, Bogor Regency)**

Agus Dermawan^{*1}, Syaiful¹, Alimuddin¹, Fachruddin^{2,3}

¹Civil Engineering, Faculty of Engineering and Science, Ibn Khaldun University
Sholeh Iskandar Street, Km. 2, Bogor 16162

² Civil Engineering, Faculty of Engineering, Teuku Umar University

³Aceh Climate Change Initiative

* Corresponding author: xgusdermawan@gmail.com

Abstract

Retaining walls function to hold the soil and prevent it from sliding. Retaining walls are walls that are used to withstand soil loads vertically or against a certain slope. To minimize these conditions, it is necessary to calculate and plan the stability of the structure on the retaining wall in order to be able to withstand the load from the soil and the influence of external loads. Conditions in the field there is damage to the retaining wall structure, with the bottom part being eroded so it is necessary to analyze the stability of the retaining wall. The purpose of this study was to analyze the condition of the retaining wall, the stability of overturning, shear and the bearing capacity of the soil and to plan the design of the retaining wall. This research using Method of Rankine, Schmertmann dan Nottingham. The results of the analysis showed that the stability against overturning $F_s = 1.55 < 1.5$ (safe) stability against shear $F_s = 2.51 < 1.5$ (safe), and the stability analysis of the bearing capacity of the soil obtained $q_{toe} = 31.3953 \text{ kN/m}^2 < q_{all} 2501.3841 \text{ kN/m}^2$ (safe) for voltage q hell $1.43 \text{ kN/m}^2 > 0$ (more than 0, safe result). The design plan of the retaining wall is planned with height (H) = 4.3 m, top width (b_a) = 0.4 m, bottom width (b_b) = 3.5 m, heel thickness (D) = 0.8 m, and the width of the retaining wall plate (D) = 0.8 m.

Keywords: Retaining wall, grinding, Rankine Method, wall stability

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bangunan dinding penahan tanah (*retaining wall*) biasanya digunakan untuk menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang tidak stabil. Kestabilan dinding penahan tanah diperoleh terutama dari berat struktur itu sendiri dan berat tanah yang berada di atas pelat pondasi. Ketika kondisi tanah terganggu akibat beberapa hal tertentu, seperti beban gempa, mesin yang menghasilkan getaran, peledakan, air tanah dan lain-lain yang dapat menurunkan sifat fisik dan sifat mekanik dari parameter tanah, akan terjadi kerusakan struktur dan membahayakan jiwa manusia. Perlu dihitung dan direncanakan kestabilan dari struktur pada dinding penahan tanah agar mampu menahan beban dari tanah dan pengaruh beban luar (Wagola & Rasyid, 2020).

Dinding penahan tanah merupakan salah satu konsep perkuatan tanah yang banyak digunakan dalam pekerjaan rekayasa sipil. Dinding penahan tanah merupakan

dinding yang digunakan untuk menahan beban tanah secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. Dinding penahan adalah konstruksi yang 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 ongkolan material lainnya (Bowles,1999).

Dinding penahan tanah yang terletak di belakang pemukiman warga, Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor telah mengalami kerusakan terutama pada bagian yang terkena aliran sungai sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengidentifikasi sebab kerusakan dengan menganalisis stabilitas dinding penahan tanah eksisting. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi dinding penahan tanah terhadap stabilitas guling, geser dan kapasitas daya dukung tanah dan merencanakan desain dinding penahan tanah.

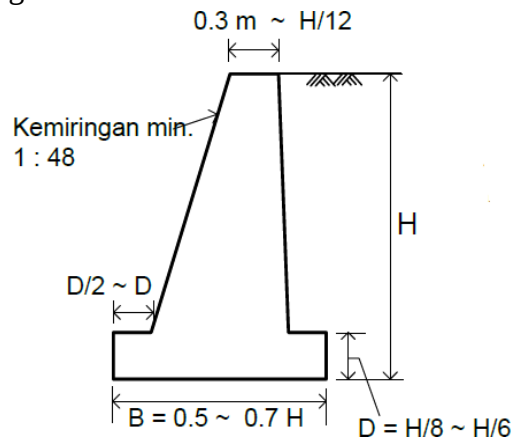
Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun ditempat, kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil (Hardiyatmo, 2002). Hal ini dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu bila dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulan atau pemotongan tanah yang berfungsi untuk menahan tanah normal dan mencegah runtuhnya tanah miring itu sendiri.

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat. Menurut (Terzaghi, 1993) Dalam perencanaan konstruksi dinding penahan tanah (*retaining wall*) perlu diperhatikan beberapa faktor agar konstruksi tersebut tetap aman. Berdasarkan SNI 8460:2017, dinding penahan tanah (*retaining wall*) harus dirancang untuk tetap aman terhadap, stabilitas terhadap pergeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah.

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Tipe dinding penahan tanah gravitasi biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali, walaupun kadang beberapa dibuat dengan beton bertulang namun dengan tulangan yang sedikit. Penggunaan dinding

penahan ini biasanya untuk menahan tanah pada lereng yang terlalu tinggi dan pada tepi sungai (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 8460-2017). Rumus yang digunakan untuk menentukan kestabilan struktur dinding penahan tanah terhadap geser dan guling adalah rumus dari Rankine (Hardiyatmo, 2012), sedangkan untuk menghitung keruntuhan daya dukung tanah dapat digunakan rumus Schmertmann dan Nottingham (Hardiyatmo, 2015). Setiap jenis tanah memiliki rumusan masing-masing berdasarkan tanah bersifat kohesif dan tanah bersifat berbutir. Dinding Gravitasi (*gravity wall*) biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali, walaupun kadang beberapa dibuat dengan beton bertulang namun dengan tulangan yang sedikit (Pranata, 2010). Penggunaan dinding penahan ini biasanya untuk menahan tanah pada lereng yang terlalu tinggi dan pada tepi sungai. Dinding penahan tanah gravitasi ditunjukkan pada gambar 1.



Sumber: Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 8460-2017

Gambar 1. Dinding penahan tanah gravitasi

Menurut Bambang Surendro (2015), keseimbangan plastis adalah suatu kondisi dimana setiap titik dalam suatu massa tanah menuju proses keadaan utuh. Komponen gaya-gaya yang bekerja pada turap dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung tegangan tanah lateral aktif (σ_a) dan tegangan tanah lateral pasif (σ_p) (Braja M. Daz (2007).

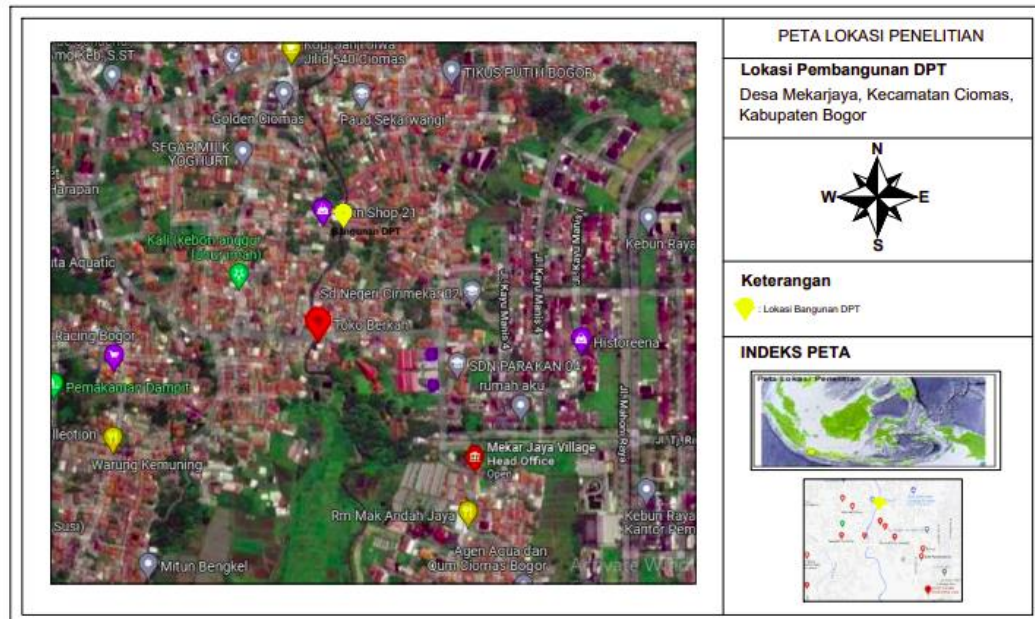
Kondisi geologi, geografi, hidrologi, dan karakteristik tanah menjadi faktor utama dalam tinjauan keamanan suatu struktur bangunan (Hesthi Anggono, 2019). Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap struktur bangunan yang terletak di sekitar daerah lereng atau pun tanah yang dalam keadaan labil karena dengan kondisi tanah yang demikian serta dengan mendapatkan beban dari struktur di atasnya maka kestabilan tanah dapat terganggu (Irwan Kurniawan, 2019). Fenomena saat ini sering dijumpai dalam perencanaan tata wilayah dimana penetapan kawasan permukiman atau pusat perkembangan di daerah – daerah rawan terhadap air sungai, terlebih lagi perkembangan tata wilayah juga sering tidak bisa dikendalikan (Yusuf & Dona, 2017).

Penelitian tentang analisis dinding penahan tanah juga pernah dilakukan oleh Aryosetyo Ade Lukmanto (2018), Ahmad Mukarom (2019), dan Ahmad Jaelani (2020),

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari tahun 2022 di Kp. Dampit, Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Kondisi Eksisting Dinding Penahan Tanah

Bahan dan Alat

1. Alat

Bahan pada penelitian ini adalah tanah asli yang diperoleh dari hasil pengujian handboring di Kp. Dampit, Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor..

2. Bahan

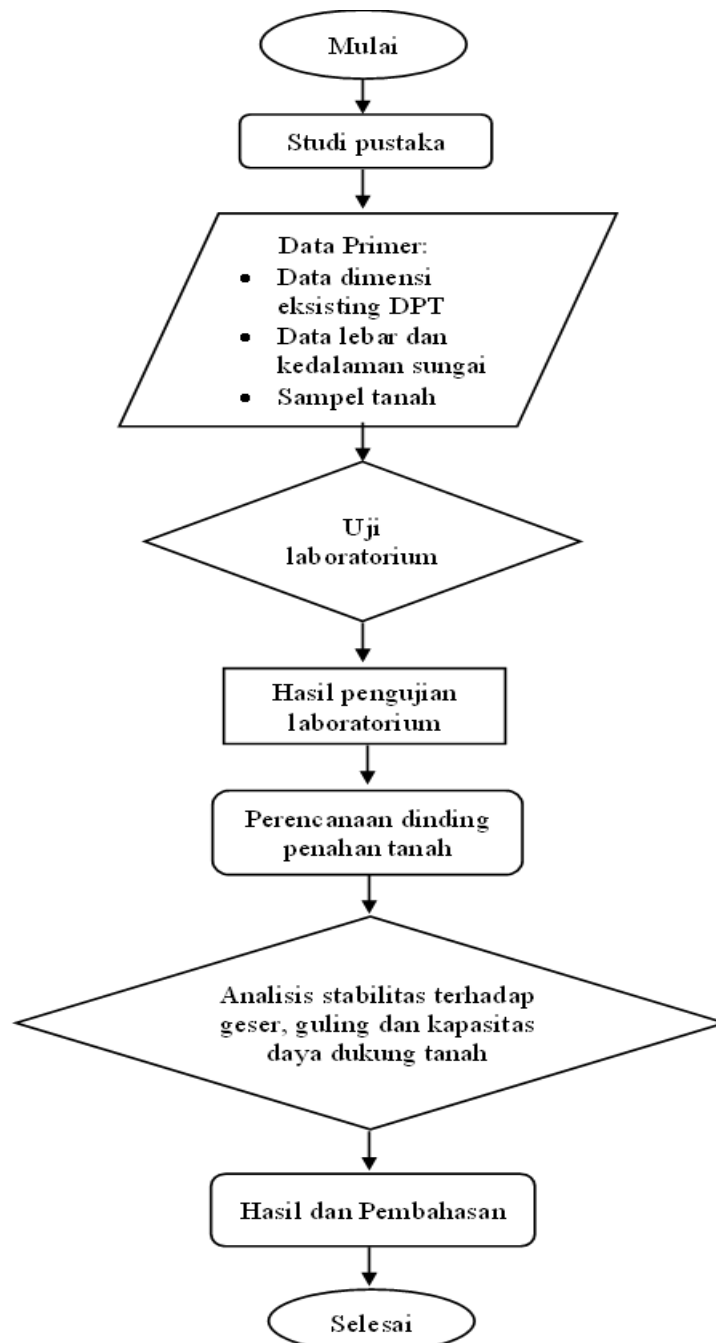
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Alat uji berat jenis tanah (*specific gravity*),
- 2) Alat uji berat isi tanah (*unit weigh/density*),
- 3) Alat uji kuat geser tanah (*direct shear*),
- 4) Alat uji bor tangan (*handboring*), dan
- 5) Alat uji analisis saringan (*sieve analysis*).

Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah:

1. Mulai
2. Studi Pustaka dilakukan dengan mengkaji buku-buku dan referensi dari artikel penelitian yang ada di perpustakaan maupun hasil download dari internet untuk pembuatan hasil penelitian ini.
3. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mengukur kondisi dinding penahan, mengukur lebar serta kedalaman sungai dan pengambilan sampel tanah.
4. Pengujian sampel tanah di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun. data yang dihasilkan berupa hasil pengujian berat isi volume tanah, berat jenis tanah, dan geser langsung tanah.
5. Setelah uji laboratorium didapatkan data hasil laboratorium digunakan untuk perencanaan dinding penahan tanah.
6. Menganalisis stabilitas terhadap geser, guling, serta kapasitas daya dukung tanah dan pembahasan dari semua data yang diperoleh kemudian menyimpulkan hasil penelitian.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Dinding Penahan Tanah Eksisting

Survei dinding penahan tanah dilakukan di Kp. Dampit, Desa Mekarjaya, Kabupaten Bogor. Pengukuran dinding eksisting, pengambilan sampel tanah, pengukuran kedalaman dan peninjauan kerusakan yang terjadi pada dinding penahan tanah. Kondisi di lapangan terdapat kerusakan pada bagian struktur dinding penahan tanah, dengan bagian dasarnya mengalami penggerusan (*scoring*).

Analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe gravitasi, dibutuhkan data geoteknik dan beban merata yang bekerja pada dinding penahan tanah. Data geoteknik ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Geoteknik

1	Berat jenis tanah basah (γ_w)	35,5981 kN/m ³
2	Berat jenis tanah kering (γ_d)	20,3978 kN/m ³
3	Berat jenis air sungai (γ_{air})	9,81 kN/m ³
4	Berat jenis batu belah (γ_{batu})	14,7 kN/m ³
5	Sudut geser dalam tanah (ϕ)	40°
6	Kohesi tanah (c)	58,8399 kN/m ²
7	Beban merata (q) (Badan Standarisasi SNI 1727:2013)	6,71 kN/m ²

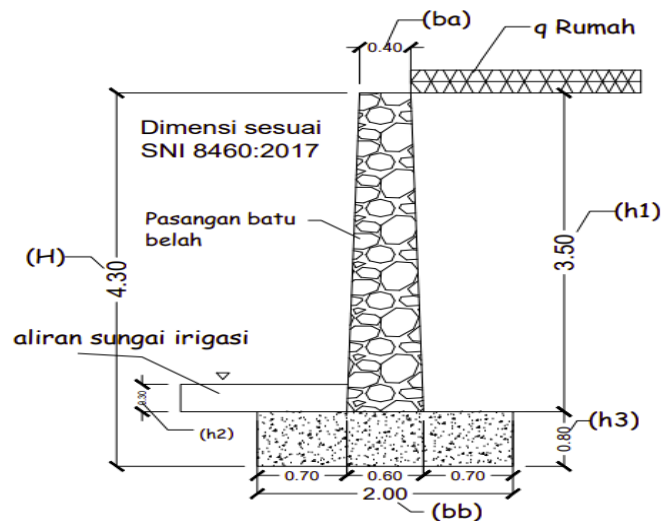
Sumber: Hasil pengujian laboratorium

Desain Rencana Dinding Penahan Tanah

Pada desain rencana untuk menghindari berkurangnya lebar sungai, maka plat dibuat tertanam di bawah tanah dengan tebal telapak (h_3) 0,8 m ditambah dengan tinggi dinding atas (h_1) 3,5 m, sehingga tinggi (H) menjadi 4,3 m.

Dimensi Dinding Penahan Tanah

Setelah mendapatkan beban yang bekerja pada dinding penahan tanah, maka perlu direncanakan dimensi dari dinding penahan tanah tersebut. Dinding penahan tanah yang digunakan berupa dinding penahan tanah tipe gravitasi. Dimensi DPT ditunjukkan pada Gambar 4.



Sumber: Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 8460-2017

Gambar 4. Dimensi Dinding Penahan Tanah

Dimensi dinding penahan tanah. Ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Dimensi dinding penahan tanah

1.	Tinggi permukaan tanah DPT (h_1)	3,5 m
2.	Tinggi air di depan dinding (h_2)	0,3 m
3.	Tebal telapak (h_3)	0,8 m
4.	Tinggi total (H)	4,3 m

5.	Tebal dinding atas (ba)	0,4 m
6.	Tebal dinding bawah (bb)	2 m
7.	Panjang total (L)	35 m

Sumber: Hasil perhitungan

Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Untuk menghitung koefisien dari tanah aktif maupun tanah pasif, maka dapat digunakan perhitungan menurut rumus rankine dengan perhitungan.

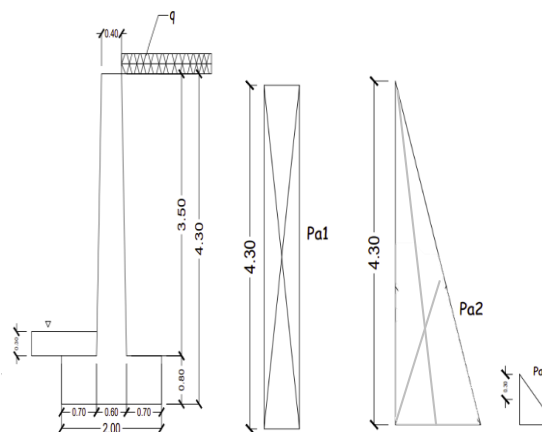
Koefisien Tekanan tanah aktif (K_a) Karena permukaan tanah urugan yang berada di atas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah aktif yang dipakai adalah :

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi / 2) \\ = \tan^2 (45 - 40 / 2) = 0,22$$

Koefisien Tekanan tanah pasif

Karena permukaan tanah urugan yang berada di atas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah pasif yang dipakai adalah:

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi / 2) \\ = \tan^2 (45 + 40 / 2) = 4 \\ P_p = \frac{1}{2} * k_p * \gamma_w * h^2 \\ = \frac{1}{2} * 4 * 35,5981 * 0,3 * 0,3 = 6,4076$$



Gambar 5 Tekanan tanah aktif dan pasif pada dinding penahan tanah

Tekanan tanah Akibat beban merata di atas tanah (P_{a1}):

$$q = 6,71 \text{ kN/m}^2 \\ P_{a1} = K_a * q * H \\ P_{a1} = 0,22 * 6,71 * 4,3 = 6,3476 \text{ kN.m}$$

Tekanan tanah akibat tanah di belakang dinding (P_{a2}):

$$\sigma_0' = H * \gamma \\ P_{a2} = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_d * H^2 \\ P_{a2} = \frac{1}{2} * 0,22 * 20,3978 * 4,32 \\ = 41,4871 \text{ kN.m}$$

Tekanan tanah akibat muka air tanah di belakang dinding (P_{a3}):

$$u = \frac{1}{2} * U * H \\ P_{a3} = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_w * h^2$$

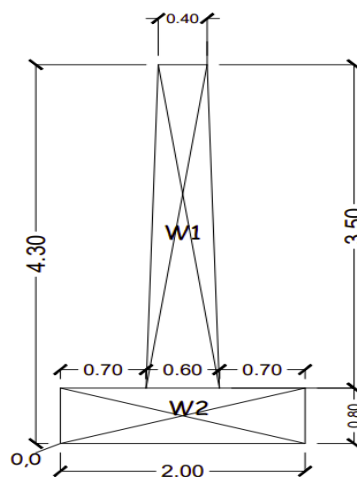
$$\begin{aligned} Pa_3 &= \frac{1}{2} \times 0,22 \times 35,5981 \times 1,12 \\ &= 4,7381 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Gaya horizontal adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang dan garis kerja searah atau sejajar sumbu batang. Untuk perhitungan gaya horizontal ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Gaya Horizontal

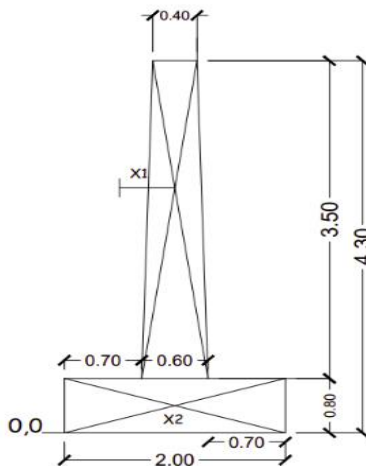
No. Gaya	Gaya (P) (kN.m)	Lengan Momen (Y) (m)	Momen (M) (kN.m)
Pa1	6,3476	$\frac{1}{2} \times H = \frac{1}{2} \times 4,3 = 2,15$	13,6473
Pa2	41,4871	$\frac{1}{3} \times H = \frac{1}{3} \times 4,3 = 1,43$	59,3265
Pa3	4,7381	$\frac{1}{3} \times H = \frac{1}{3} \times 4,3 = 1,43$	3,5837
ΣPh	52,5717	ΣMh	76,5575

Analisis Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah



1. Berat Penahan:

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{1}{2} \times t \times (a+b) \times \gamma_{\text{batu}} \\ w_1 &= \frac{1}{2} \times 3,5(0,4 + 0,6) \times 14,7 \\ &= \frac{1}{2} \times 3,5 \times 1 \times 14,7 \\ &= 25,725 \\ w_2 &= P \times L \times \gamma_{\text{batu}} \\ w_2 &= 2 \times 0,8 \times 14,7 \\ &= 23,52 \end{aligned}$$



2. Jarak beban terhadap titik pusat:

$$\begin{aligned} x_1 &= (\frac{1}{2} \times 0,6) + 0,7 \\ &= 1 \text{ m} \\ x_2 &= \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Gambar 4. Analisis Berat Sendiri DPT

Gaya Vertikal adalah gerak benda yang arahnya vertikal dan merupakan penerapan dari gerak lurus berubah beraturan. Untuk perhitungan gaya vertikal ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Horizontal

No. Gaya	Gaya (w) (kN.m)	Lengan Momen (X) (m)	Momen (M) (kN.m)
W1	25,725	$(1/2 \times 0,6) + 0,7 = 1$	25,725
W2	23,52	$1/2 \times 2 = 1$	23,52
ΣP_v	49,245	ΣM_v	49,245

Perhitungan Analisis Stabilitas Terhadap Guling

Kontrol Terhadap Guling Setelah dihitung data-data mengenai jumlah momen penahan (ΣM_v) dengan momen yang menyebabkan pengguling (ΣM_h), maka perlu dicek kekuatan dinding penahan tanah tersebut terhadap pengguling.

diketahui data-data sebelumnya :

Momen penahan (ΣM_v) = 49,245 kN.m

Momen pengguling (ΣM_h) = 76,5575 kN.m

Cek terhadap Keamanan Guling (FS= 1,5) Maka:

$$FS = \frac{\Sigma M_h}{\Sigma M_v} > FS \text{ ijin}$$

$$= \frac{76,5575}{49,245} = 1,55 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Perhitungan Analisis Stabilitas Terhadap Geser

Analisis perhitungan terhadap gaya geser

$$V_o = Pa_1 + Pa_2 + Pa_3$$

$$F (\text{Tan}) = \tan \phi$$

Cek terhadap gaya geser ditunjukkan:

$$F_s = (\Sigma P_v * f + 2/3 * c * B_b + P_p) / V_o$$

dengan:

f_s = Faktor aman [kN.m],

Pa_1, Pa_2, Pa_3 = Analisis tekanan tanah aktif metode rankine (kN.m),

P_p = Tekanan tanah pasif di depan DPT (kN),

ΣP_v = Berat penahan total (kN),

B_b = Tebal Dinding Bawah (m)

V_o = Gaya Geser (kN)

1. Cek momen Penggeseran:

$$\begin{aligned} \text{Gaya geser (v}_o) &= Pa_1 + Pa_2 + Pa_3 \\ &= 6,3465 + 41,4871 + 2,5061 \\ &= 50,3397 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F (\text{Tan}) &= \tan 40 \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Vertikal } (\Sigma P_v) \text{ SF} &= (\Sigma P_v * f + 2/3 * c * B_b + P_p) / V_o \\ &= (49,245 * 0,84 + 2/3 * 58,8399 * 2 + 6,4076) / 50,3397 \\ &= 2,51 > 1,5 \text{ (lebih dari 1,5 hasil aman)} \end{aligned}$$

Perhitungan Analisis Stabilitas Daya Dukung tanah

1. Menentukan eksentrisitas (e)

$$e = (1/2) - (\Sigma M_v - \text{Gaya Vertikal}) / \Sigma P_v$$

$$= (1/2) - ((49,245 - 2,51) / 49,245)$$

$$= 0,4563$$

$$bb/6 = 2/6 = 0,3 \text{ e} > bb/6 \text{ (eksentrisitas tidak aman)}$$

2. Mencari nilai B' , q , β pada dinding penahan tebingan

$$B' = bb - (2 * e)$$

$$= 2 - (2 * 0,4563) = 1,0874 \text{ m}$$

$$q = V / B'$$

$$= 2,51 / 1,0874 = 2,3082 \text{ kN/m}^2$$

$$\beta = 30^\circ \text{ (bentuk belakang tembok miring).}$$

3. Menentukan faktor daya dukung

Tanah dengan sudut geser $\phi = 40^\circ$ menggunakan faktor daya dukung mayerhoff sudut geser 40°

$$N_q = \tan^2 (45 + (\mu/2)) * e \pi \tan \phi = 64,20$$

$$N_c = (N_q - 1) \cos \phi = 75,31$$

$$N_\gamma = 2 (N_q * 10) \tan \phi = 93,69$$

4. Menentukan faktor bentuk

$$f_{cs} = 1 + ((2/35) * (64,20 / 75,31))$$

$$= 1 + 0,0571 * 0,8524 = 1,0486$$

$$f_{qs} = 1 + ((2/35) * \tan 40)$$

$$= 1 + 0,0571 * 0,8391 = 1,0479$$

$$f_{ys} = 1 - (0,4 * (2/35))$$

$$= 1 - (0,4 * 0,0571) = 0,97$$

5. Menentukan faktor kedalaman

$$f_{cd} = 1 + (0,4 * 0,3/2) = 1,06$$

$$f_{qd} = 1 + (2 * \tan 40 * (1 - \sin 40)^2 * (0,3/2))$$

$$= 1 + (2 * 0,8524 * (1 - 0,6427)^2 * 0,15)$$

$$= 1 + (2 * 0,8524 * 0,1276 * 0,15)$$

$$= 1 + 0,0186 = 1,0326$$

$$f_{yd} = 1$$

6. Menentukan faktor inklimasi

$$f_{ci} = (1 - (0 / 90))^2 = 1$$

$$f_{qi} = (1 - (0 / 90))^2 = 1$$

$$f_{\gamma I} = (1 - (0 / 40))^2 = 1$$

7. Menghitung kapasitas ultimate (Q_{ult})

$$Q_{ult} = (c * N_c * f_{cs} * f_{cd} * f_{ci}) + (q * N_q * f_{qs} * f_{qd} * f_{qi}) + (1/2 * \gamma_d * B' * N_\gamma * f_{ys} * f_{yd} * f_{\gamma i})$$

$$Q_{ult} = (58,8399 * 75,31 * 1,0486 * 1,06 * 1) + (23,3502 * 64,20 * 1,0479 * 1) + (1/2 * 20,3978 * 1,0874 * 93,69 * 0,97 * 1 * 1)$$

$$Q_{ult} = 7504,1523 \text{ m}^2$$

8. Kapasitas *allowable* (Q_{all})

$$F_s = 3$$

$$Q_{all} = Q_{ult} / 3$$

$$Q_{all} = 7504,1523 / 3 \\ = 2501,3841 \text{ kN/m}^2$$

9. Cek tegangan tanah di bawah dinding
- $$q_{toe} = (\sum M_v / 3) * (1 + (6 * e) / 3)$$
- $$q_{toe} = (49,245 / 3) * (1 + (6 * 0,4563) / 3)$$
- $$= 31,3953 \text{ kN/m}^2 < 2501,3841 \text{ kN/m}^2 \text{ (hasil aman)}$$
- $$q_{heel} = (\sum M_v / 3) * (1 - (6 * e) / 3)$$
- $$= (49,245 / 3) * (1 - (6 * 0,4563) / 3)$$
- $$= 1,43 \text{ kN/m}^2 > 0 \text{ (lebih dari 0, hasil aman)}$$

Pembahasan Hasil Analisis Dinding Penahan Tanah

Dalam perencanaan konstruksi dinding penahan tanah perlu diperhatikan beberapa faktor agar konstruksi tersebut tetap aman. Dinding penahan tanah harus dirancang untuk tetap aman terhadap, stabilitas terhadap pergeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah. Berdasarkan analisis data yang telah dihasilkan sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Laboratorium

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data yang diambil dari sampel tanah di lokasi penelitian dan data yang dihasilkan berupa hasil pengujian berat isi volume tanah, berat jenis tanah, dan geser langsung tanah. Melalui data pengujian tanah di dapatkan hasil berat jenis tanah basah (γ_w) 3,63 gr/cm³, Berat jenis tanah kering (γ_d) 2,08 gr/cm³, sudut geser dalam tanah (ϕ) 40°, kohesi tanah (c) 0,60 kg/cm², serta beban mati merata (q) berdasarkan beban yang bekerja di atas tanah aktif dinding penahan tanah terdapat rumah maka digunakan beban merata rumah, ruang pribadi 1,92 kN/m², ruang publik dan koridor 4,79 kN/m² (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 1727:2013).

2. Desain Rencana Dinding Penahan Tanah

Pada desain rencana dinding penahan tanah yang digunakan berupa dinding penahan tanah tipe gravitasi karena dinding penahan tanah tipe gravitasi umumnya digunakan pada lereng yang memiliki ketinggian yang lebih pendek. Desain rencana dinding penahan tanah ini memiliki dimensi setinggi 4,3 m (H), lebar atas 0,4 m (ba), lebar bawah 3,5 m (bb), tebal kaki tumit 0,8 m (D), tinggi dinding atas 3,5 m (h1), tinggi air di depan dinding 0,3 m (h2), tebal telapak 0,8 m (h3), dan panjang dinding penahan tanah 35 m.

3. Dari hasil perhitungan diperoleh angka keamanan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif serta memperhitungkan kestabilan terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Tekanan tanah lateral minimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah oleh akibat gerakan dinding menjauhi tanah di belakangnya disebut dengan tekanan tanah aktif, tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug disebut tekanan tanah pasif hasil. Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif yaitu tekanan tanah akibat beban merata di atas tanah (Pa1) 6,3476 kN.m, tekanan tanah akibat tanah di belakang dinding (Pa2) 41,4871 kN.m, dan tekanan tanah akibat muka air tanah di belakang dinding (Pa3) 4,7381 kN.m. Dari hasil perhitungan diperoleh angka keamanan stabilitas terhadap guling, geser dan kapasitas daya dukung tanah.

Stabilitas dinding terhadap guling f_s menjadi $1,55 > 1,5$ (aman) dan stabilitas terhadap geser f_s menjadi $2,51 > 1,5$ (aman). Untuk tegangan tanah di bawah dinding q toe $31,3953 \text{ kN/m}^2 < Q_{all} 2501,3841 \text{ kN/m}^2$ (aman) untuk tegangan q hell $1,43 \text{ kN/m}^2 > 0$ (lebih dari 0, hasil aman).

KESIMPULAN

Beban yang bekerja pada dinding penahan tanah eksisting akibat tekanan tanah aktif beban merata di atas tanah (P_{a1}) $6,3476 \text{ kN.m}$, akibat tanah di belakang dinding (P_{a2}) $41,4871 \text{ kN.kN.m}$, dan akibat muka air tanah di belakang dinding (P_{a3}) $4,7381 \text{ kN.m}$. Rencana desain dinding penahan tanah. Setinggi (H) = $4,3 \text{ m}$, lebar atas (ba) = $0,4 \text{ m}$, lebar bawah (bb) = $3,5 \text{ m}$, tebal kaki tumit (D) = $0,8 \text{ m}$, dan lebar plat dinding penahan tanah (D) = $0,8 \text{ m}$. Setelah dilakukan perhitungan stabilitas didapat stabilitas dinding terhadap guling f_s menjadi $1,55 > 1,5$ (aman) dan stabilitas terhadap geser f_s menjadi $2,51 > 1,5$ (aman). Untuk tegangan tanah di bawah dinding q toe $31,3953 \text{ kN/m}^2 < Q_{all} 2501,3841 \text{ kN/m}^2$ (aman) untuk tegangan q hell $1,43 \text{ kN/m}^2 > 0$ (lebih dari 0, hasil aman). Desain rencana dinding penahan tanah ini memiliki dimensi setinggi $4,3 \text{ m}$ (H), lebar atas $0,4 \text{ m}$ (ba), lebar bawah $3,5 \text{ m}$ (bb), tebal kaki tumit $0,8 \text{ m}$ (D), tinggi dinding atas $3,5 \text{ m}$ (h_1), tinggi air di depan dinding $0,3 \text{ m}$ (h_2), tebal telapak $0,8 \text{ m}$ (h_3), dan panjang dinding penahan tanah 35 m .

DAFTAR PUSTAKA

- Anggono, H. (2019). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi dengan Menggunakan Macro Visual Basic, Di Yogyakarta. Skripsi Universitas Sarjanawiyata Taman Siswa Yogyakarta. D.I Yogyakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2013). Standar Nasional Indonesia Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. SNI 1727:2013
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2017). Standar Nasional Indonesia Tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. SNI 8460-2017.
- Bowles, J (translated by Sinaban Pantur). (1999). Analisis dan Disain Pondasi. Edisi ke tiga jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. (2007). *Principles of Foundation Engineering 6th Edition*. Pasific Grove: PWS Publishing.
- Hardiyatmo. H.C. (2002). Teknik Fondasi I, Beta Offset. Yogyakarta.
- Hardiyatmo. H.C. (2012). Tanah longsor dan erosi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo. H.C. (2015). Analisis dan Perancangan Fondasi 2, cetakan pertama, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jaelani, A. (2020). Analisis Dinding Penahan Tanah/ *Retaining Wall Underpass* Unila Bandar Lampung. Skripsi Universitas Muhammadiyah Metro Lampung. Lampung
- Kurniawan, I. (2019). Desain Bronjong Untuk Perkuatan Tebing Pada Hilir Jembatan Moncongloe Di Sungai Jenelata, Kab. Gowa, Makasar. Skripsi Universitas Muhammadiyah Makasar. Makasar.
- Lukmanto, A. A. (2018). Perancangan Dinding Penahan Tanah Sebagai Pelindung Daerah Reklamasi Di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Skripsi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya

- Mukarom, A. (2019). Analisa Dinding Penahan Tanah Pada Lereng Jalan Tebing Tinggi Kabupaten Lahat. Skripsi Universitas Muhammadiyah Palembang. Palembang.
- Pranata, H. 2010. Analisis Dinding Penahan Tanah Dengan Perhitungan Manual Dan Kontrol Gaya-Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah Dengan Metode SAP 2000 Plane-Strain. Tugas Akhir. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Surendro, B. (2015). Mekanika Tanah: Teori, Soal, dan Penyelesaian. Andi, Yogyakarta.
- Terzaghi, K. dan Peck, R. B. (1993). Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa, Erlangga, Jakarta.
- Wagola, E. S, & Rasyid, M. (2020). Analisis stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever pada landfill TPA Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku. *Rekayasa Sipil* 14.1 (2020): 70-74.
- Yusuf, A., & Dona, K. (2017). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Sungai Way Batanghari Kota Metro dengan Metode *Revetment Retaining Wall*. *Tapak* Vol.6, 158