

ANALISA STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH (BOUNDWALL) PADA PROYEK PEMBANGUNAN FLY OVER PENGGANTI JPL 64 KM 38+897 LINTAS SURABAYA - SOLO

Nova Dwi Mahendra Putra^{1*}, Gotot Slamet Mulyono²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl.A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah

*Email: d100190210@student.ums.ac.id , gsm101@ums.ac.id

Abstrak

Dinding penahan tanah ialah salah satu pekerjaan konstruksi yang vital di sebuah proyek dan bisa berdampak pada hasilnya, oleh karena itu diperlukan perencanaan, desain, dan perhitungan yang cermat. Tujuan dari penelitian ini ialah guna melakukan analisis stabilitas pada struktur dinding penahan tanah dengan tipe kantilever pada Proyek Pembangunan Fly Over Pengganti JPL64 Lintas Surabaya - Solo. Muka air tanah, sifat tanah, dan elemen penyumbang lainnya harus diperhitungkan untuk melakukan analisis yang andal dan tepat. Studi kajian stabilitas dinding penahan tanah harus dinilai faktor keamanannya terhadap Stabilitas geser, stabilitas guling, dan daya dukung tidak melebihi kapasitas yang diizinkan untuk menciptakan dinding penahan tanah yang ideal. Pada penelitian ini dibuat dinding penahan tanah tipe kantilever dengan lebar bagian atas 0,22 m, lebar tumit tapak 1,32 m, lebar bawah dinding 1,75 m, tebal pelat pondasi 9,1 m, & tinggi 3,85 m. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan faktor keamanan untuk daya dukung tanah ialah $5,925 > 3$, penggulingan ialah $20,051 > 2$, dan stabilitas geser ialah $11,756 > 2$.

Kata kunci: dinding penahan tanah; factor aman; stabilitas; kantilever

Abstract

Retaining walls are one of the vital construction works in a project and can have an impact on the outcome, therefore careful planning, design, calculation, design and planning are required. The purpose of this research is to carry out a stability analysis of cantilever type retaining wall structures in the JPL64 Cross Surabaya - Solo Replacement Fly Over Development Project. The groundwater table, soil properties and other contributing elements must be taken into account to carry out a reliable and precise analysis. Retaining wall stability studies must assess the safety factor against the bearing capacity not exceeding the permissible capacity, shear, & overturn to create an ideal retaining wall. In this study, a cantilever type retaining wall was made with a width of 0.22 m at the top, 1.32 m at the heel width, 1.75 m at the bottom width, 9.1 m thick foundation plate, and 3.85 m high. Based on the research results, it was found that the safety factor for soil bearing capacity was $5.925 > 3$, overturning was $20.051 > 2$, and shear stability was $11.756 > 2$.

Keywords: retaining wall; safety factor; stability; cantilever

1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Fly Over Pengganti JPL64 Km 38+897 Lintas Surabaya-Solo merupakan upaya pemerintah dalam mengendalikannya kemacetan yang dikhawatirkan akan terjadi akibat dibangunnya jalur ganda rel yang terletak di kecamatan Krian, yang lokasinya berada di pinggir sungai yang memilikialiran yang cukup luas. Dimana daerah di sekitar sungai ditakutkan mengalami terjadinya tanah longsor yang membahayakan untuk struktur kolom dan tanah timbunan yang berada di sebelah sungai sehingga dapat menghindari kegagalan sebuah

konstruksi akibat kelalaian dalam memperhatikan elongsoran yang disebabkan oleh arus sungaidi sebelah struktur dari Fly Over.

Hal ini tidak lepas dari peran perancang dan pembangun dinding penahan tanah di sepanjang sungai, untuk memperhitungkan kekuatan dinding penahan tanah, sehingga dapat menopang struktur dalam pembangunan FlyOver. Suatu dinding penahan tanah dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tanah tersebut telah memperhitungkan faktor keamanan, baik terhadap bahaya pergeseran, guling, maupun bahaya berkurangnya daya dukung tanah.

Penelitian yang dilakukan, (Winanda, et al, 2017) untuk dinding penahan tanah yang memiliki tinggi maksimal 6 meter lebih cocok menggunakan dinding penahan tanah tipe kantilever. begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fadhilah & Sudarno, 2017). Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menganalisis stabilitas struktur dinding penahan tanah tipe kantilever pada proyek pembangunan *Fly Over* pengganti JPL64 KM 38 +897 Lintas Surabaya – Solo.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dinding penahan tanah ini dilakukan Desa Jeruk Gamping, Kelurahan Krian, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

2.2. Dinding Penahan Tanah

Dengan memakai penopang tepian tanah, tekanan tanah lateral yang disebabkan oleh gerakan tanah yang terjadi di dinding irigasi, dasar jembatan, basement, pondasi jalan raya, dll bisa ditahan, umumnya dipakai guna menahan gerakan tanah yang terjadi di pondasi jalan raya (Hardiyatmo, H.C., 2014) oleh tanah urug (Kalalo, et al, 2017), Terjadinya getaran oleh mesin, ledakan, gempa, air tanah dan lain sebagainya dapat menyebabkan kondisi tanah terganggu sehingga terjadi perubahan sifat mekanik dan sifat fisik dari parameter tanah dan juga dapat terjadi kerusakan struktur yang dapat membahayakan jiwa manusia.

2.3. Tekanan Tanah Lateral

Nilai tekanan lateral pada tanah kohesif untuk dinding penahan tanah setinggi H dalam (Hardiyatmo, H.C. 2014) dinyatakan sebagai berikut :

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot K_a \quad (1)$$

$$P_{a2} = c \cdot K_a \cdot H \quad (2)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot K_p \quad (3)$$

$$P_p = c \cdot K_p \cdot H \quad (4)$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi / 2) \quad (5)$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ + \phi / 2) \quad (6)$$

Untuk menentukan nilai dari tekanan tanah aktif total (P_a) dapat digunakan persamaan 1 dan untuk menentukan tekanan tanah pasif total (P_p) dapat digunakan persamaan 2 dengan berat volume tanah disimbolkan

dengan γ , kohesi c dan sudut gesek dalam tanah ϕ .

2.4. Stabilitas Geser

Untuk mencari stabilitas keamanan suatu penahan diperoleh dengan membandingkan gaya-gaya (kumpulan gaya-gaya yang bekerja) (Ariyani & Asrulfa, 2012) (Hardiyatmo, H.C 2014) Kestabilan guling adalah tekanan tanah lateral yang disebabkan oleh timbunan tanah di belakang dinding penahan tanah, cenderung menggeser dinding dengan pusat putaran di kaki depan pelat pondasi. Momen guling ini diimbangi oleh momen akibat berat dinding penahan itu sendiri dan momen akibat berat tanah pada pelat pondasi.

(Hardiyatmo, H.C. 2014), faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) didefinisikan sebagai berikut :

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 2 \quad (7)$$

Untuk tanah kohesif ($\phi > 0$) :

$$\sum R_h = c \cdot B + \sum W \cdot \tan \phi \quad (8)$$

Dengan,

$\sum R_h$ = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

W = Berat total dinding penahan dan tanah diatas pelat pondasi

ϕ = Sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi

c = Adhesi antara tanah dan dasar dinding

$\sum P_h$ = Jumlah gaya-gaya horizontal

Faktor aman terhadap penggeseran tanah pondasi (F_{gs}) minimum diambil 1,5. Bowles (1997) menyarankan dalam (Hardiyatmo H.C., 2014) sebagai berikut :

$$F_{gs} \geq 1,5 \quad \text{tanah granuler}$$

$$F_{gs} \geq 2 \quad \text{tanah kohesif}$$

2.5. Stabilitas Guling

Kestabilan terhadap geser yaitu perbandingan gaya gesek dengan tanah di dasar pondasi dan tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah yang ditimbulkan oleh tanah timbunan (Hardiyatmo, H.C., 2014).

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) didefinisikan sebagai berikut :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 2 \quad (9)$$

Dengan,

$\sum Mw$ = Momen yang melawan Penggulingan
 $\sum Mgl$ = Momen yang mengakibatkan Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan (Fgl) bergantung pada jenis tanah, sama dengan *safety factor* geser.

2.6. Stabilitas Kapasitas Dukung Tanah

Stabilitas daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dasar untuk menahan beban struktur di atasnya. Dalam analisis ini metode yang akan digunakan adalah metode daya dukung ultimit (q_u) (Hardiyatmo, H.C., 2014) dinyatakan oleh persamaan Terzaghi :

$$q_u = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \quad (10)$$

Dengan,

- C = Kohesi Tanah
- Df = Kedalaman pondasi
- Nc, Nq, N γ = Faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

Nilai *Safety Factor* untuk keruntuhan kapasitas dukung adalah :

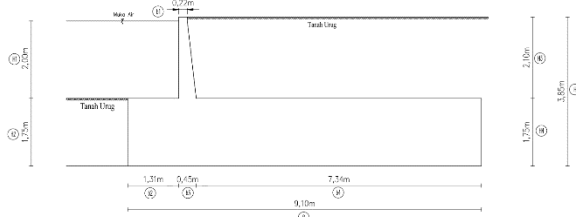
$$F = \frac{q_u}{q_{max}} \geq 3 \quad (11)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

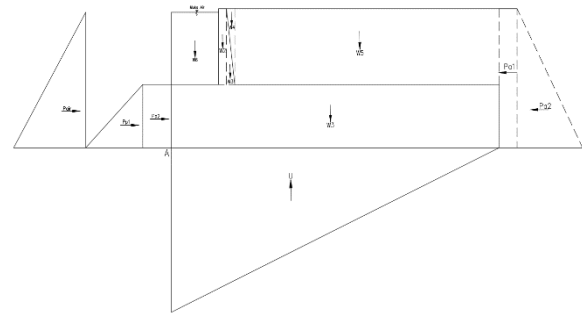
3.1. Desain Dinding Penahan Tanah Kantilever

Desain dinding penahan tanah adalah sebagai berikut :

- a. Dengan lebar telapak dinding penahan tanah adalah 3,1 meter
- b. Dengan lebar tumit telapak adalah 1,31 meter
- c. Dengan tebal plat pondasi sebesar 1,75 meter
- d. Dengan lebar bagian puncak pondasi sebesar 0,22 meter



Gambar 1 Desain Dinding Kantilever (hasil analisis)



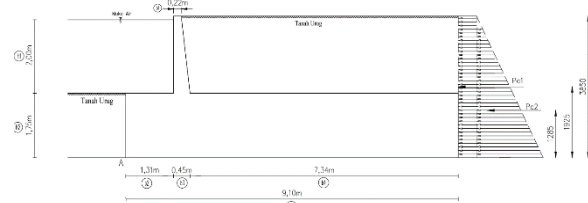
Gambar 2 Analisis Dinding Penahan Tanah (hasil analisis)

Dengan data sekunder yang diperoleh yaitu :

1. Data Beton :
 Mutu beton (f_c') = 34,33 MPa
 Berat volume beton (γ_c) = 24 KN/m³
2. Data Tanah :
 Berat volume tanah (γ) = 18,5 KN/m³
 Berat volume tanah basah (γ') = 9,4 KN/m³
 Sudut gesek dalam (ϕ) = 17°
 C = 20,3 KN/m³
3. Data Air :
 Berat volume air (γ_w) = 1 KN/m³

3.2. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

Menurut Hardiyatmo (2003) Tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan tanah yang luluh atau bergerak keluar dari tanah timbunan di belakangnya sehingga menyebabkan tanah timbunan meluncur ke bawah dan menekan dinding penahan tanah. Berikut ini adalah diagram tekanan tanah aktif



Gambar 3 Diagram Tekanan Tanah Aktif (hasil analisis)

Untuk perhitungan tekanan tanah aktif adalah sebagai berikut :

Koefisien tekanan aktif dapat dihitung menggunakan rumus yaitu:

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{17}{2} \right) = 0,548$$

Setelah koefisien tekanan aktif diketahui, maka nilai tekanan tanah aktif dihitung dengan rumus:

$$Pa1 = c \cdot Ka \cdot h$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \cdot H \cdot \gamma \cdot Ka$$

Perhitungan momen untuk tekanan tanah aktif:
 $Ma = Pa \cdot \text{Lengan momen}$

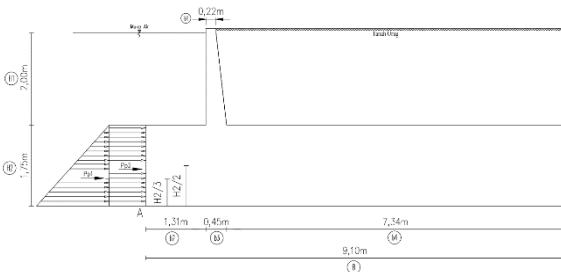
Tabel 1 Momen Tekanan Aktif

SEGMENT	PERHITUNGAN	P_a	Lengan Momen	M_p
		KN	m	KNm
P_{a1}	$c \cdot K_a \cdot h$	42,807	1,93	82,617
P_{a2}	$\frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot \gamma \cdot K_a$	75,135	1,29	96,924
Σ		117,94		179,54

Dari Tabel 1 didapatkan hasil tekanan tanah aktif sebesar 117,94 KN, dan momen sebesar 179,54 KNm

3.3. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

Menurut Hardiyatmo (2003), tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang terjadi ketika gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah timbunan tanah, sedangkan rasio kompresi horisontal dan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau K_p . Berikut adalah gambaran detail dari tekanan tanah pasif:



Gambar 4 Diagram Tekanan Tanah Pasif (hasil analisis)

Untuk perhitungan tekanan tanah pasif adalah sebagai berikut :

Koefisien tekanan pasif dapat dihitung menggunakan rumus:

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

$$= \tan^2 \left(45^\circ + \frac{17}{2} \right)$$

$$= 5,327$$

Setelah koefisien tekanan pasif diketahui, maka nilai tekanan tanah pasif yaitu:

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h^2$$

Tekanan tanah aktif akibat kohesi (P_{p2}) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P_{p2} = c \cdot K_p \cdot h_2$$

Jumlah tekanan tanah pasif yang bekerja :

$$\Sigma P_p = P_{p1} + P_{p2}$$

Perhitungan momen untuk tekanan tanah pasif sebagai berikut :

$$M = P_p \cdot \text{Lengan Momen}$$

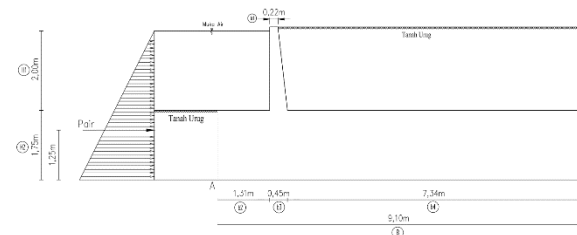
Tabel 2 Momen Tekanan Pasif

SEGMENT	PERHITUNGAN	P_p	Lengan Momen	M_p
		KN	m	KNm
P_{p1}	$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot h^2$	26,283	0,583	15,322
P_{p2}	$c \cdot K_p \cdot h_2$	64,836	0,875	56,731
Σ		91,119		72,053

Dari Tabel 2 didapatkan hasil tekanan tanah pasif sebesar 91,119 KN, dan momen sebesar 72,053 KNm

3.4. Perhitungan Tekanan Hidrostatik

Tekanan air atau gaya hidrostatik adalah gaya horizontal akibat air dan bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan. Berikut adalah gambaran detail dari tekanan hidrostatik :



Gambar 5 Diagram Tekanan Hidrostatik (hasil analisis)

Untuk perhitungan tekanan Hidrostatik adalah sebagai berikut :

Tekanan hidrostatik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P_{air} = \frac{1}{2} \cdot (h_1 + h_2)^2 \cdot \gamma_w$$

Momen yang bekerja pada tekanan hidrostatik adalah mengalikan tekanan hidrostatik dengan titik tangkap gaya air, yaitu $H/3$ dari ketinggian air.

$$M_{air} = P_{air} \cdot \text{Lengan momen}$$

Tabel 3 Momen Tekanan Hidrostatik

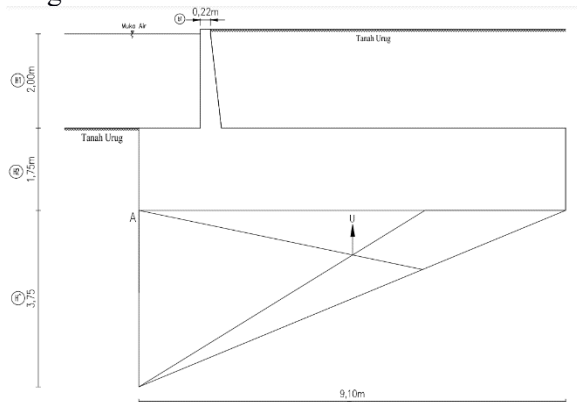
SEGMENT	PERHITUNGAN	P_{air}	Lengan Momen	M_{air}
		KN	m	KNm
P_{air}	$1/2 \cdot (h_1 + h_2)^2 \cdot \gamma_w$	7,031	1,25	8,789
Σ		7,031		8,789

Dari Tabel 3 didapatkan hasil gaya hidrostatis air sebesar 7,031 KN, dan momen sebesar 8,789 KNm

3.5. Perhitungan Gaya Angkat (Uplift)

Gaya angkat adalah gaya yang disebabkan oleh tekanan air dan rembesan. Gaya ini dihitung berdasarkan perhitungan gaya rembesan dan tekanan air yang telah dihitung sebelumnya. Berat jenis air (γ_{air}) = 1KN/m³.

Berikut adalah gambaran detail dari tekanan gaya angkat :



Gambar 6 Diagram Gaya Angkat (hasil analisis)

Untuk perhitungan tekanan tanah pasif adalah sebagai berikut :

Gaya tekan akibat gaya angkat dapat dihitung menggunakan rumus:

$$U = \frac{1}{2} \cdot B \cdot h' \cdot \gamma_w$$

Momen yang bekerja akibat gaya uplift :
 $M_U = U \cdot \text{lengan momen}$

Tabel 4 Momen Tekanan Hidrostatik

SEGMENT	PERHITUNGAN	U	Lengan Momen	MU
		KN	m	KNm
U	$\frac{1}{2} \cdot B \cdot h' \cdot \gamma_w$	17,062	3,03	51,754
Σ		17,062		51,754

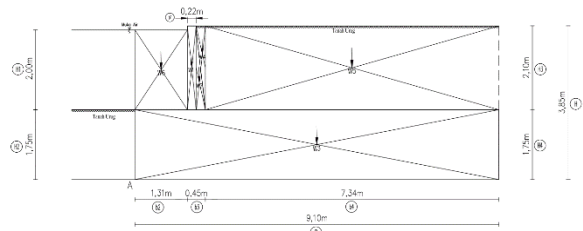
Dari Tabel 4 didapatkan hasil gaya hidrostatis air sebesar 17,062 KN, dan momen sebesar 51,754 KNm

3.6. Perhitungan Berat Sendiri Bangunan

Berat sendiri bangunan dihitung berdasarkan bahan yang digunakan dalam konstruksi dinding penahan tanah. Berat sendiri bangunan ini menggunakan penentuan berikut:

- a. Berat volume beton (γ_c) = 24 KN/m³
- b. Berat volume tanah (γ) = 18,5 KN/m³

Berikut gambar detail berat sendiri bangunan:



Gambar 7 Diagram Berat Sendiri Bangunan (hasil analisis)

Perhitungan berat sendiri bangunan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W1 &= b1 \cdot h3 \cdot \gamma_c \\ &= 0.22 \cdot 2,1 \cdot 24 \\ &= 11,088 \text{ KN} \end{aligned}$$

Perhitungan momen berat sendiri bangunan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M1 &= W1 \cdot \text{lengan momen terhadap titik A} \\ &= 11,088 \cdot ((\frac{1}{2} \cdot 0,22) + 1,3) \\ &= 15,744 \text{ KNm} \end{aligned}$$

Tabel 5 Gaya Tekan dan Momen Berat Sendiri Bangunan

SEGMENT	PERHITUNGAN	V	X	Mv
		KN	m	KNm
Beton W1	$b1 \cdot h3 \cdot \gamma_c$	11,088	1,42	15,744
Beton W2	$1/2 \cdot (b3-b1) \cdot h3 \cdot \gamma_c$	5,796	1,643	9,522
Beton W3	$h2 \cdot B \cdot \gamma_c$	382,2	4,55	1739,01
Tanah W4	$1/2 \cdot (b3-b1) \cdot h3 \cdot \gamma$	4,467	1,646	7,352
Tanah W5	$h3 \cdot b4 \cdot \gamma$	285,159	5,43	1548,41
Air	$h1 \cdot b2 \cdot \gamma_w$	2,62	0,655	1,716
ΣV		691,33	ΣMv	3321,75

Berdasarkan tabel 5 jumlah gaya berat sendiri bangunan adalah $\Sigma W = 691,33$ KN dan jumlah momen berat sendiri bangunan adalah $\Sigma M = 3321,75$ KNm.

3.7. Perhitungan Stabilitas

Tekanan lateral yang terjadi dapat menyebabkan sliding dan overturning. Oleh karena itu stabilitas dinding penahan tanah yang harus diperhatikan meliputi stabilitas tanah terhadap guling, geser dan daya dukung. Sehingga konstruksi dinding penahan tanah menjadi aman, dan tidak terjadi keruntuhan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh rekapitulasi gaya dan momen sebagai berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Gaya dan Momen Keseluruhan

	Uraian	Notasi		Arah Gaya
Gaya			Gaya (KN)	
1.	Tekanan aktif	ΣP_a	117,94	←
2.	Tekanan pasif	ΣP_p	91,119	→
3.	Tekanan hidrostatis	ΣP_{air}	7,031	→
4.	Gaya Uplift	ΣU	17,062	↑
5.	Berat sendiri	ΣW	691,33	↓
Momen			Momen (KNm)	
6.	Momen aktif	$\Sigma M P_a$	179,54	↻
7.	Momen pasif	$\Sigma M P_p$	72,053	↻
8.	Momen Hidrostatis	ΣM_{air}	8,789	↻
9.	Momen Gaya Uplift	$\Sigma M U$	51,754	↻
10.	Momen berat sendiri	ΣM_v	3321,75	↻

3.7.1. Perhitungan Stabilitas Terhadap Geser

Dinding penahan tanah dikatakan aman jika nilai keamanannya lebih dari 2 untuk tanah kohesif. Dinding penahan tanah dikatakan tergeser jika faktor keamanan kurang dari 2 (faktor keamanan wajib). Perpindahan bangunan dipengaruhi oleh besarnya hambatan atau gaya vertikal yang berbanding lurus dengan gaya geser atau gaya horizontal.

Berikut Perhitungan stabilitas geser :

$$SF_{gs} = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_h} \geq 2$$

$$= \frac{c \cdot B + \Sigma w \cdot \tan \phi}{\Sigma P_a + \Sigma P_p + \Sigma P_{air}} \geq 2$$

$$= \frac{20,29 \cdot 9,1 + (691,33 - 17,062) \tan 17^\circ}{117,94 + 91,119 + 7,031} \geq 2$$

$$= \frac{2540,474}{216,09} \geq 2$$

$$= 11,756 \geq 2$$

(Aman)

3.7.2. Perhitungan Stabilitas Terhadap Guling

Suatu dinding penahan tanah dikatakan aman jika nilai keamanannya lebih dari 2 untuk tanah kohesif. Dinding penahan tanah dikatakan terbalik jika faktor keamanannya kurang dari 2 (faktor keamanan yang dibutuhkan).

Berikut perhitungan stabilitas guling :

$$SF_{gl} = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} \geq 2$$

$$= \frac{\Sigma M_v + \Sigma M_p + \Sigma M_w}{\Sigma M_u + \Sigma M_a} \geq 2$$

$$\geq 2$$

$$= \frac{3321,75 + 72,053 + 8,789}{51,754 + 117,94} \geq 2$$

$$= \frac{3402,592}{169,694} \geq 2$$

$$= 20,051 \geq 2$$

(Aman)

3.7.3. Perhitungan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Geser umum diambil karena tanahnya padat dengan hasil uji permeabilitas rata-rata 0,0005-0,002 cm/detik, dengan jenis tanah lanau berpasir. Dan daya dukung tanah dihitung dengan menggunakan metode Terzaghi.

Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut :

$$q_{ult} = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N_\gamma$$

$$= 20,29 \cdot 48,75 + 1 \cdot 18,5 \cdot 37,928 + 0,5 \cdot 9,1 \cdot 9,4 \cdot 51,754$$

$$= 3904,324 \text{ KN/m}^2$$

Perhitungan kapasitas dukung ultimit neto sebagai berikut :

$$q_{un} = q_u - D_f \cdot \gamma$$

$$= 3904,324 - 1 \cdot 18,5$$

$$= 3885,824 \text{ KN/m}^2$$

Perhitungan tekanan pondasi neto sebagai berikut :

$$q_n = q - D_f \cdot \gamma$$

$$= (691,33 - 17,062) - 1 \cdot 18,5$$

$$= 655,768 \text{ KN/m}^2$$

Perhitungan faktor aman adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{q_{un}}{q_n}$$

$$= \frac{3885,824}{655,768}$$

$$= 5,925 \geq 3 \quad (\text{Aman})$$

Perhitungan kapasitas dukung (tegangan injin) sebagai berikut :

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

$$= \frac{3904,324}{3}$$

$$= 1301,441 \text{ KN/m}^2$$

Perhitungan tegangan vertikal desak yang terjadi sebagai berikut:

$$x = 3,608 \text{ m}$$

$$e = 0,358 \text{ m}, e < \frac{b}{6}, \text{ maka ada seluruh alas pondasi menerima desak}$$

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

$$= 691,33/2 \cdot \left(1 + 6 \cdot 0,358/2\right)$$

$$= 93,90 \text{ KN/m}^2 < 1301,44 \text{ KN/m}^2$$

(OK)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis stabilitas geser diperoleh nilai faktor keamanan $11,756 \geq 2$ (aman), terhadap guling $20,051 \geq 2$ (aman) dan daya dukung tanah $5,925 \geq 3$ (aman) dan daya dukung maksimum $93,90 \text{ KN/m}^2 < 1301,44 \text{ KN/m}^2$, dapat disimpulkan struktur dinding penahan tanah aman terhadap stabilitas geser, guling dan keruntuhan daya dukung tanah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H. C. (2014). Analisis dan Perancangan Fondasi I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ariyani, N., & Asrulfa, Y. (2012). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dan Rembesan Pada Embung Babadan, Desa Girikerto, Kec. Turi, Kab. Sleman. Majalah Ilmiah Ukrim.
- Winanda, R. A., Setyanto, & Hadi, Y. M. (2017). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Concrete Cantilever Dengan Menggunakan Program Plaxis. JRSDD, 5(4), 1-13.
- Zaika, Y., & Syafi'ah. (2011). Pengaruh Beban Dinamis dan Kadar Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng Pada Tanah Lempung Berpasir. Jurnal Rekayasa Sipil, 5(1), 35-39.
- Kalalo, M., Tico, J. H., & Mandagi, A. T. (2017). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara). Jurnal Sipil Statik, 5(5).
- Hakam, A., & Mulya, R. P. (2011). Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang Bukittinggi Km 64+ 500. Jurnal Rekayasa Sipil, 7(1), 57-74.
- Nur, O. F., & Hakam, A. (2010). Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis Dengan Simulasi Numerik. Jurnal Rekayasa Sipil, 6(2), 41-54.
- Ciptaning, K., Yunus, Y., & Saleh, S. M. (2018). Analisis stabilitas lereng dengan konstruksi dinding penahan tanah tipe counterfort. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan, 1(2), 58-68.
- Sainudin, M. I. (2021). Analisis stabilitas dinding penahan tanah laboratorium terpadu institut teknologi kalimantan (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Kalimantan).
- Setiawan, H. (2011). Perbandingan penggunaan dinding penahan tanah tipe kantilever dan gravitasi dengan variasi ketinggian lereng. Jurnal Teknik Sipil Dan Infrastruktur, 1(2).
- Suhudi, S., & Apli, V. E. (2021). Evaluasi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Sungai Nambaan Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Jurnal Qua Teknika, 11(1), 26-39.
- Annisa, N. (2018). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Perencanaan Perkuatan Lereng Menggunakan Geotekstil pada Bantaran Sungai Gajah Putih.
- Kuningsih, T. W., Putri, A. P., & Meiprastyo, X. (2018). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dengan Metode Numerik. Jurnal Kajian Teknik Sipil, 3(1), 10-21.