

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH (STUDI KASUS: SEKITAR AREAL PT. TRAKINDO, DESA MAUMBI, KABUPATEN MINAHASA UTARA)

Melania Kalalo

Jack H. Ticoth, Agnes T. Mandagi

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: kalalo_melania@yahoo.com

ABSTRAK

Kestabilan suatu konstruksi bangunan merupakan hal yang paling penting dalam perencanaannya. Seperti halnya konstruksi dinding penahan tanah yang ada di areal PT.Trakindo, desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara yang telah mengalami pergeseran, menunjukkan ketidakstabilan konstruksi dinding penahan tanah tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dinding penahan tanah tersebut, dengan fluktuasi muka air tanah dan beban gempa sebagai variabel. Penelitian tentang Analisis stabilitas dinding penahan tanah ini, akan dianalisis secara manual dan dengan program bantu PLAXIS V.8.2 sebagai pembandingnya. Dari analisis stabilitas dinding penahan tanah akibat pengaruh m.a.t. pada puncak pondasi untuk kondisi 2 yaitu kondisi 1, kondisi rencana awal dinding penahan tanah yang ada di lokasi (kondisi normal), dan kondisi 2, (kondisi eksisting) menunjukkan bahwa dinding penahan tanah pada kondisi 2 sudah tidak stabil dengan angka faktor keamanan daya dukung tanah 1.848 dan 1.031. Dari hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh beban gempa (zona 5) untuk kondisi 2 menunjukkan kondisi sudah tidak stabil. Dan dengan program bantu PLAXIS untuk m.a.t. pada puncak pondasi, menunjukkan dinding penahan tanah yang tidak stabil dengan angka faktor keamanan 1.0

Kata Kunci : Stabilitas Dinding Penahan Tanah, Muka Air Tanah, Gempa Pseudostatik, Faktor Keamanan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dinding penahan tanah (Retaining Wall) adalah bangunan yang berfungsi menstabilkan tanah pada kondisi tanah tertentu khususnya untuk areal lereng alam dan lereng buatan serta lereng akibat urugan tanah. 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. Untuk meminimalisir kondisi tersebut, kita harus mendesain kestabilan dari struktur dinding penahan tanah tersebut agar mampu menahan beban dari tanah dan pengaruh beban luar.

Permasalahan di lokasi penelitian sekitar areal PT. Trakindo, desa Maumbi, Minahasa Utara yang kami amati bahwa struktur dinding penahan tanah telah mengalami pergeseran

walaupun kondisi eksisting sampai ini masih mampu menahan beban, untuk permasalahan tersebut kami tertarik melakukan kajian penelitian mengenai kondisi tersebut.

Rumusan Masalah

Kemampuan dinding penahan tanah untuk memikul beban tergantung stabilitas konstruksi tersebut. Diperkirakan dinding penahan tanah di lokasi penelitian mengalami ketidakmampuan berdasarkan pengamatan bahwa telah mengalami pergeseran walaupun kondisi eksisting masih mampu menahan beban. Untuk itu, dapat dirumuskan bagaimana kondisi dinding penahan tanah jika diterapkan beban gempa dan fluktuasi muka air tanah.

Kondisi 1 (Kondisi Normal) adalah kondisi perencanaan awal dari dinding penahan tanah yang ada di lokasi, dan Kondisi 2 (Kondisi Eksisting) adalah kondisi yang ada dilapangan saat ini yang telah mengalami pergeseran pada dinding tersebut.

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Geometri tembok penahan tanah sesuai eksisting di lokasi penelitian.
2. Menganalisis keruntuhan pada model dinding penahan tanah akibat beban gempa dan fluktuasi muka air tanah.
3. Pengecekan angka factor keamanan (safety factor) dari dinding penahan tanah.
4. Metode perhitungan menggunakan hitungan cara manual dan program bantu PLAXIS V.8.2.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari stabilitas dinding penahan tanah akibat pengaruh beban gempa serta fluktuasi muka air tanah sehubungan permasalahan yang terjadi di lokasi tersebut.

1. Mengetahui nilai Faktor keamanan (Fk) dinding penahan tanah akibat pengaruh beban gempa serta fluktuasi muka air tanah sehubungan permasalahan di lokasi tersebut.
2. Mengetahui metode alternatif yang efektif untuk desain kestabilan dinding penahan tanah di lokasi tersebut.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan saran dan masukan terhadap metode penanggulangan dan juga mengetahui kapan dan bagaimana kondisi dinding penahan tanah jika diterapkan bebab gempa dan fluktuasi muka air tanah.

METODOLOGI PENELITIAN

a) Observasi Lapangan

Sebagaimana pengumpulan data pada dokumentasi lapangan, dalam penulisan ini juga dilakukan juga observasi lapangan sehingga dapat mengetahui kondisi sesungguhnya secara langsung di lapangan mengenai apa yang telah dikerjakan serta mengetahui kondisi eksisting dinding penahan tanah tersebut.

b) Pengambilan Data Sekunder

Pengumpulan data tanah yang diperlukan adalah data sekunder untuk melengkapi data yang akan dianalisa. Data tanah ini dibutuhkan untuk mengetahui parameter-

parameter dan jenis tanah yang ada dalam melakukan analisis perhitungan nantinya.

c) Foto Dokumentasi

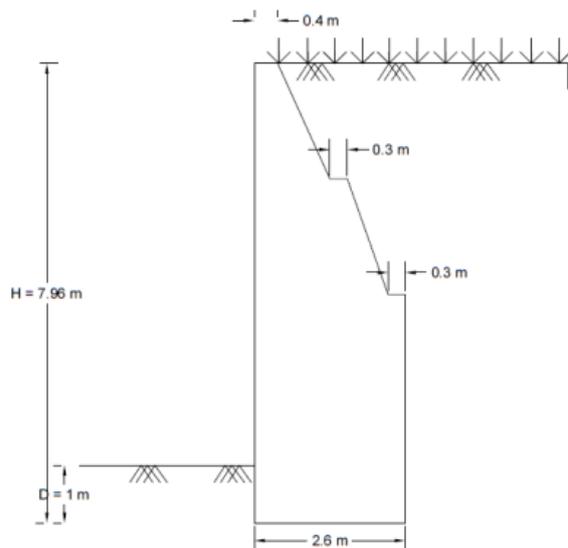
Data berupa foto dokumentasi diperlukan sebagai gambaran visualisasi lay out serta geometri dinding penahan tanah yang telah dilaksanakan di lapangan, dalam pengumpulan data ini penulis melakukan dokumentasi secara langsung di lapangan berikut dengan mendapatkan foto yang sudah ada dari pelaksana terkait dengan pembangunan dinding penahan tanah tersebut.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

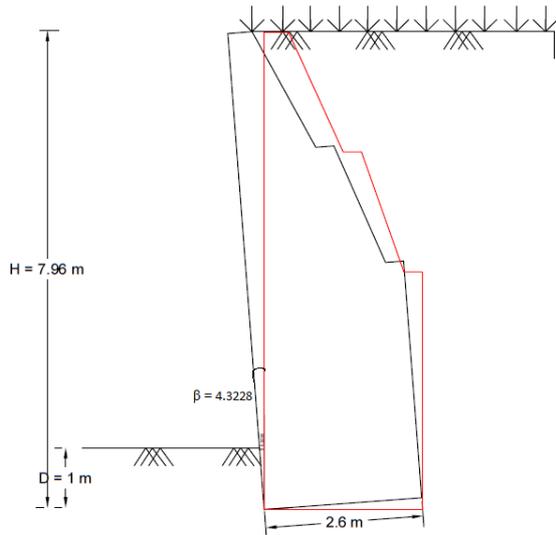
Perhitungan Analitis

Dalam Perhitungan Analitis, parameter-parameter yang harus diketahui adalah :

- a) Parameter Tanah : $\gamma = 1.9 \text{ ton/m}^3$
 $\Phi = 41^\circ$
 $c = 0.5 \text{ ton/m}^2$
- b) Parameter Dinding Penahan Tanah :
 $H = 7.96 \text{ m}$
 $A = 0.4 \text{ m}$
 $B = 2.6 \text{ m}$
 $D = 1 \text{ m}$
- c) Berat Jenis Struktur : Pas. Batu
 $\gamma_c = 2.20 \text{ ton/m}^3$



Gambar 1. Potongan Retaining Wall



Gambar 2. Deformasi pada Retaining Wall

Untuk Lapisan tanah 1, nilai K_a :

$$K_{a1} = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{(\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi))}}{\cos \beta + \sqrt{(\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi))}}$$

$$= \cos 0 \frac{\cos 0 - \sqrt{(\cos^2(0) - \cos^2(41))}}{\cos 0 + \sqrt{(\cos^2(0) - \cos^2(41))}}$$

$$= 0.687049951$$

Untuk Lapisan tanah 1, nilai K_p :

$$K_{p1} = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{(\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi))}}{\cos \beta - \sqrt{(\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi))}}$$

$$= \cos 0 \frac{\cos 0 + \sqrt{(\cos^2(0) - \cos^2(41))}}{\cos 0 - \sqrt{(\cos^2(0) - \cos^2(41))}}$$

$$= 1.455498249$$

Perhitungan Gaya-gaya Lateral yang bekerja pada Dinding Penahan

No. Diagram	Gaya Lateral, P	Nilai (ton)	Ket.
(1)	$\frac{1}{2} \gamma_1 H_1^2 K_a$	31.61770895	Aktif
(2)	$\frac{1}{2} \gamma_2 H_2^2 K_p$	66.98133076	Pasif

Gaya-gaya Lateral dinding penahan tanah hasil proyeksi

No. Diagram	Gaya Lateral, P (ton)	GayaHorizontal, P _h (ton)	GayaVertikal, P _v (ton)	Ket.
(1)	31.61770895	31.61770895	0	Aktif
(2)	66.98133076	66.98133076	66.98133076	Pasif

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 1)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W_m	8.01	1.13	9.07	M+
Gaya Horizontal Tanah	$P_h(1)$	31.61770895	1.47	46.48	M-
	$P_h(2)$	66.98133076	1.13	75.69	M+
Gaya Vertikal Tanah	$P_v(1)$	0	1.13	0	M-
	$P_v(2)$	66.98133076	1.47	98.46	M+

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	q	8.333	2.14	62.06	M+

Hitungan Stabilitas terhadap Penggeseran

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) didefinisikan sebagai

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1.5$$

Untuk tanah yang memiliki $c-\phi$ ($c > 0$ dan $\phi > 0$),

$$\sum R_h = c_a B + Wf$$

$$c_a = a_d \times c$$

$$f = \tan \delta_b$$

Adapun faktor aman stabilitas terhadap penggeseran untuk dinding penahan tanah dapat dilihat dibawah ini.

$$a_d = 0.6$$

$$c = 0.5 \text{ t/m}^2$$

$$c_a = 0.6 * 0.5 = 0.3 \text{ t/m}^2$$

$$B = 2.6 \text{ m}$$

$$f = \tan ((2/3) * 41) = 0.561$$

$$W = 57.688 \text{ ton}$$

$$\sum R_h = (0.3 \times 2.6) + (57.688 \times 0.561)$$

$$= 33.142968 \text{ ton}$$

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_a} = \frac{33.142968 + 66.98133076}{31.61770895}$$

$$= 3.166715808 > 1.5$$

$F_{gs} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya geser.

Hitungan Stabilitas terhadap Penggulingan

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

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 1.5$$

$$\sum M_w = \sum M+ = 245.28 \text{ ton.m}$$

$$\sum M_{gl} = \sum M- = 46.48 \text{ ton.m}$$

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{245.28}{46.48} = 5.277108434 \geq 1.5$$

$F_{gl} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya guling.

Hitungan Stabilitas terhadap Kuat dukung Tanah

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah dasar dirumuskan dalam persamaan berikut ini.

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 2$$

$$\sum M_w = 245.28 \text{ ton.m}$$

$$\sum M_{gl} = 46.48 \text{ ton.m}$$

$$\sum W = 103.9913308 \text{ ton}$$

$$H = 31.61770895 \text{ ton}$$

$$B = 2.6 \text{ m}$$

$$X_e = \frac{\sum M_w - \sum M_{gl}}{\sum W} = \frac{245.28 - 46.48}{103.9913308} = 1.911697816 \text{ m}$$

$$e_x = \left| \frac{B}{2} - x_e \right| = \left| \frac{2.6}{2} - 1.911697816 \right| = 0.6117 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \\ &= \frac{103.9913308}{2.6} \left(1 + \frac{6 \times 0.6117}{2.6} \right) \\ &= 96.45657428 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\max} (96.45657428 \text{ ton/m}^2) \leq \text{kuat desak pasangan batu } (152.96 \text{ ton/m}^2)$$

$$\tau = \frac{H}{B} = \frac{31.61770895}{2.6} = 12.16066 \text{ ton/m}^2$$

$$\tau = 12.16066 \text{ ton/m}^2 \leq \text{kuat geser pasangan batu } (15.3 \text{ ton/m}^2)$$

$$c = 0.5 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma = 1.9 \text{ ton/m}^3$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\phi = 41^\circ$$

Dari grafik, diperoleh nilai $N_c = 106.81$, $N_q = 93.85$ dan $N_\gamma = 140.51$

$$q_{ult} = 0.5 \times 106.81 + 1.9 \times 93.85 + 0.5 \times 1.9 \times 2.6 \times 140.51 = 578.7797 \text{ ton/m}^2$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{578.7797}{96.45657428} = 6.000417331 > 2$$

$F > 2$ sehingga struktur stabil terhadap kuat dukung tanah

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 2)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W_m	4.19	0.59	2.46	M+
Gaya Horizontal Tanah	$P_h(1)$	31.61770895	2.01	63.55	M-
	$P_h(2)$	66.98133076	0.59	39.51898515	M+
Gaya Vertikal Tanah	$P_v(1)$	0	0.59	0	M-
	$P_v(2)$	66.98133076	2.01	134.6324748	M+
Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	Q	8.333	2.14	62.06	M+

Hitungan Stabilitas terhadap Penggeseran

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) didefinisikan sebagai

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1.5$$

Untuk tanah yang memiliki c-φ (c > 0 dan φ > 0),

$$\sum R_h = c_a B + Wf$$

$$c_a = a_d \times c$$

$$f = \tan \delta_b$$

Adapun faktor aman stabilitas terhadap penggeseran untuk dinding penahan tanah dapat dilihat dibawah ini.

$$a_d = 0.6$$

$$c = 0.5 \text{ t/m}^2$$

$$c_a = 0.6 * 0.5 = 0.3 \text{ t/m}^2$$

$$B = 2.6 \text{ m}$$

$$f = \tan ((2/3) * 41) = 0.561$$

$$W = 57.688 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \sum R_h &= (0.3 \times 2.6) + (57.688 \times 0.561) \\ &= 33.142968 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{gs} &= \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_a} = \frac{33.142968 + 66.98133076}{31.61770895} \\ &= 3.166715808 > 1.5 \end{aligned}$$

$F_{gs} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya geser.

Hitungan Stabilitas terhadap Penggulingan

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

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 1.5$$

$$\sum M_w = \sum M+ = 245.28 \text{ ton.m}$$

$$\sum M_{gl} = \sum M- = 46.48 \text{ ton.m}$$

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{245.28}{46.48} = 5.277108434 \geq 1.5$$

$F_{gl} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya guling.

Hitungan Stabilitas terhadap Kuat dukung Tanah

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah dasar dirumuskan dalam persamaan berikut ini.

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 2$$

$$\sum M_w = 238.67 \text{ ton.m}$$

$$\sum M_{gl} = 63.55 \text{ ton.m}$$

$$\sum W = 199.1524748 \text{ ton}$$

$$H = 31.61770895 \text{ ton}$$

$$B = 2.6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{\sum M_w - \sum M_{gl}}{\sum W} = \frac{238.67 - 63.55}{199.1524748} \\ &= 0.879326256 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_x &= \left| \frac{B}{2} - x_e \right| = \left| \frac{2.6}{2} - 0.879326256 \right| \\ &= 0.420673744 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \\ &= \frac{199.1524748}{2.6} \left(1 + \frac{6 \times 0.420673744}{2.6} \right) \\ &= 150.9564701 \text{ ton/m}^2 \end{aligned}$$

σ_{\max} (150.9564701 ton/m²) ≤ kuat desak pasangan batu (152.96 ton/m²)

$$\tau = \frac{H}{B} = \frac{31.61770895}{2.6} = 12.16066 \text{ ton/m}^2$$

$\tau = 12.16066 \text{ ton/m}^2 \leq$ kuat geser pasangan batu (15.3 ton/m²)

$$c = 0.5 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_b = 1.9 \text{ ton/m}^3$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\phi = 41^\circ$$

Dari grafik, diperoleh nilai $N_c = 106.81$, $N_q = 93.85$ dan $N_\gamma = 140.51$

$$q_{ult} = 0.5 \times 106.81 + 1.9 \times 93.85 + 0.5 \times 1.9 \times 2.6 \times 140.51$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{578.7797}{150.9564701} = 3.834083426 > 2$$

$F > 2$ sehingga struktur stabil terhadap kuat dukung tanah.

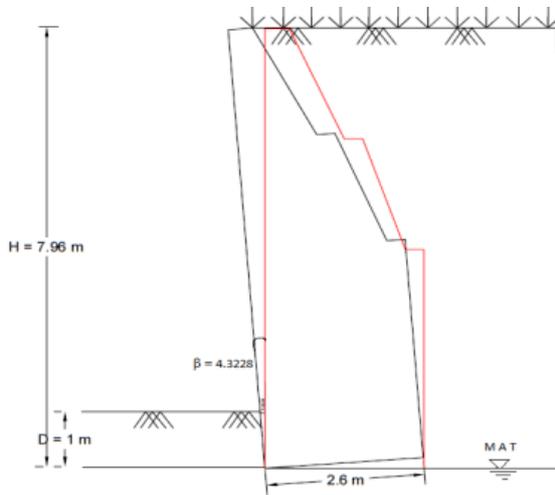
Perhitungan dengan Pengaruh Muka Air Tanah

• **Untuk kondisi 1**

Dengan adanya air tanah, maka harus menggunakan berat isi tanah terendam (γ'). Dan untuk mencari γ' adalah :

$$\begin{aligned} \gamma' &= \gamma - \gamma_w \\ \gamma_w &= \text{berat isi air} = 1 \text{ t/m}^3 \\ \gamma' &= 1.9 - 1 \\ &= 0.9 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Kondisi ini, dimana muka air tanah berada tepat dibawah pondasi (Gambar 3)



Gambar 3 (m.a.t. dasar pondasi)

Perhitungan Gaya-gaya Lateral yang bekerja pada Dinding Penahan

No. Diagram	Gaya Lateral, P	Nilai (ton)	Ket.
(1)	$\frac{1}{2} \gamma_1 H_1^2 K_a$	14.9768095	Aktif
(2)	$\frac{1}{2} \gamma_2 H_2^2 K_p$	21.79545695	Pasif

Gaya-gaya Lateral dinding penahan tanah hasil proyeksi

No. Diagram	Gaya Lateral, P (ton)	Gaya Horizontal, P _h (ton)	Gaya Vertikal, P _v (ton)	Ket.
(1)	14.9768095	14.9768095	0	Aktif
(2)	21.79545695	21.79545695	21.79545695	Pasif

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 1)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W_m	8.01	1.13	9.07	M+
Gaya Horizontal Tanah	$P_h(1)$	14.9768095	1.47	22.02	M-
	$P_h(2)$	21.79545695	1.13	24.63	M+
Gaya Vertikal Tanah	$P_v(1)$	0	1.13	0	M-
	$P_v(2)$	21.79545695	1.47	32.04	M+
Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	q	8.333	2.14	62.06	M+

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}):

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_a} = \frac{33.142968 + 66.98133076}{31.61770895} = 3.166715808 > 1.5$$

$F_{gs} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya geser.

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{127.8}{22.02} = 5.803814714 \geq 1.5$$

$F_{gl} > 1.5$ maka struktur aman terhadap bahaya guling.

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah (q_u) :

Dari grafik, diperoleh nilai $N_c = 106.81$, $N_q = 93.85$ dan $N_\gamma = 140.51$

$$q_{ult} = 0.5 \times 106.81 + 1.9 \times 93.85 + 0.5 \times 1.9 \times 2.6 \times 140.51 = 578.7797 \text{ ton/m}^2$$

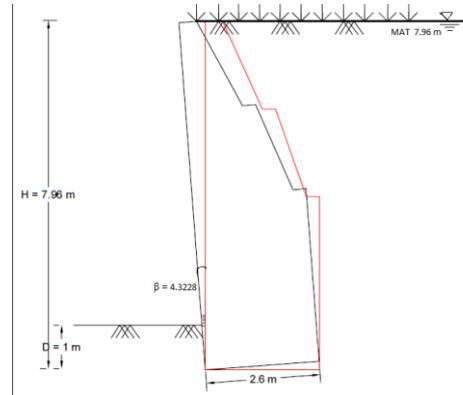
$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{578.7797}{225.65247116} = 2.562916294 > 2$$

$F > 2$ sehingga struktur stabil terhadap kuat dukung tanah.

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 2)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W _m	4.19	0.59	2.46	M+
Gaya Horizontal Tanah	P _h (1)	14.9768095	2.01	30.1	M-
	P _h (2)	21.79545695	0.59	12.86	M+
Gaya Vertikal Tanah	P _v (1)	0	0.59	0	M-
	P _v (2)	21.79545695	2.01	43.808	M+
Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	q	8.333	2.14	62.06	M+

Kondisi ini, dimana muka air tanah berada pada elevasi puncak pondasi.



Gambar 4. M.A.T pada Elevasi Puncak

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) :

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_a} = \frac{33.142968 + 66.98133076}{31.61770895} = 3.166715808 > 1.5$$

F_{gs} > 1.5 maka struktur aman terhadap bahaya geser.

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{121.188}{30.1} = 4.026179402 \geq 1.5$$

F_{gl} > 1.5 maka struktur aman terhadap bahaya guling.

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah (q_u) :

Dari grafik, diperoleh nilai N_c = 106.81, N_q = 93.85 dan N_γ = 140.51

$$q_{ult} = 0.5 \times 106.81 + 0.9 \times 93.85 + 0.5 \times 0.9 \times 2.6 \times 140.51 = 578.7797 \text{ ton/m}^2$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{578.7797}{313.1368073} = 1.848328547 < 2$$

F < 2 sehingga struktur tidak stabil terhadap kuat dukung tanah

• Untuk Kondisi 2

$$\begin{aligned} \gamma' &= \gamma - \gamma_w \\ \gamma_w &= \text{berat isi air} = 1 \text{ t/m}^3 \\ \gamma' &= 1.9 - 1 \\ &= 0.9 \text{ t/m} \\ q &= \gamma(D_f - D) + \gamma'D \end{aligned}$$

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 2)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W _m	4.19	0.59	2.46	M+
Gaya Horizontal Tanah	P _h (1)	14.9768095	2.01	30.1	M-
	P _h (2)	21.79545695	0.59	12.86	M+
Gaya Vertikal Tanah	P _v (1)	0	0.59	0	M-
	P _v (2)	21.79545695	2.01	43.808	M+
Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	q	8.333	2.14	62.06	M+

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}):

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_a} = \frac{33.142968 + 66.98133076}{31.61770895} = 3.166715808 > 1.5$$

F_{gs} > 1.5 maka struktur aman terhadap bahaya geser.

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{121.188}{30.1} = 4.026179402 \geq 1.5$$

F_{gl} > 1.5 maka struktur aman terhadap bahaya guling.

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah (q_u) :

Dari grafik, diperoleh nilai $N_c = 106.81$, $N_q = 93.85$ dan $N_\gamma = 140.51$

$$q_{ult} = 0.5 \times 106.81 + 0.9 \times 7.164 \times 93.85 + 0.5 \times 0.9 \times 2.6 \times 140.51$$

$$= 822.90896 \text{ ton/m}^2$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{822.90896}{798.156876} = 1.031011553 < 2$$

$F < 2$ sehingga struktur tidak stabil terhadap kuat dukung tanah

Perhitungan Dengan Pengaruh Beban Gempa

- Untuk Kondisi 2

Untuk koefisien gempa zona 5, yaitu 0.178102162 dan 0. Analisa perhitungan tegangan lateral tanah pada saat gempa menurut metode Mononobe-Okabe:

$$P_E = P_{AE} - P_A$$

Untuk koefisien gempa horizontal dan vertikal, diasumsikan :

$$K_h = 0.178102162$$

$$K_v = 0$$

$$\psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_h}{1 - K_v} \right]$$

$$= 10.09861342$$

$$K_{AE} = 0.400119279$$

$$K_{PE} = 2.086524934$$

$$P_{AE} = -1340.40304$$

$$P_A = 14.9768095$$

Jadi, Tegangan lateral aktif gempa (P_E) adalah -1355.379849

Gaya-gaya Lateral dinding penahan tanah hasil proyeksi

No. Diagram	Gaya Lateral, P (ton)	GayaHorizontal P_h (ton)	GayaVertikal P_v (ton)	Ket.
(1)	-1355.379849	-1351.520847	-102.3000041	Aktif
(2)	21.79545695	21.79545695	21.79545695	Pasif

Hitungan momen gaya-gaya pada dinding penahan tanah (Kondisi 2)

Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (ton)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	W_m	4.19	0.59	2.46	M+
Gaya Horizontal Tanah	$P_h(1)$	-1351.520847	2.01	-2716.556903	M-
	$P_h(2)$	21.79545695	0.59	12.86	M+
Gaya Vertikal Tanah	$P_v(1)$	-102.3000041	0.59	-60.35700241	M-
	$P_v(2)$	21.79545695	2.01	43.808	M+
Gaya yang bekerja	Bagian yang Ditinjau	Nilai (t/m)	Lengan (m)	Momen (tm)	Ket.
Gaya Vertikal Struktur	Q	8.333	2.14	62.06	M+

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}):

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h + \sum P_p}{\sum P_h} = \frac{287.110968 + 102.3000041}{1351.520847}$$

$$= -0.136742962 < 1.5$$

$F_{gs} < 1.5$ maka struktur tidak aman terhadap bahaya geser.

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} = \frac{121.188}{-2716.556903} = -0.020408299 \leq 1.5$$

$F_{gl} \leq 1.5$ maka struktur tidak aman terhadap bahaya guling.

Faktor aman dalam memperhitungkan stabilitas terhadap kuat dukung tanah (q_u) :

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 2$$

$$\Sigma M_w = 121.188 \text{ ton.m}$$

$$\Sigma M_{gl} = -2716.556903 \text{ ton.m}$$

$$\Sigma W = 32.17366176 \text{ ton}$$

$$H = 1351.520847 \text{ ton}$$

$$B = 2.6 \text{ m}$$

$$X_e = \frac{\Sigma M_w - \Sigma M_{gl}}{\Sigma W} = \frac{121.188 - (-2716.556903)}{32.17366176}$$

$$= -80.66750134 \text{ m}$$

$$e_x = \left| \frac{B}{2} - x_e \right| = \left| \frac{2.6}{2} + 180.7995748 \right|$$

$$= 79.36750134 \text{ m}$$

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

$$= \frac{32.17366176}{2.6} \left(1 + \frac{6 \times 179.4995748}{2.6}\right)$$

$$= 2266.458411 \text{ ton/m}^2$$

σ_{\max} (2266.458411 ton/m²) ≥ kuat desak pasangan batu (152.96 ton/m²)

$$\tau = \frac{H}{B} = \frac{1351.520847}{2.6} = 519.8157104 \text{ ton/m}^2$$

$\tau = 519.8157104 \text{ ton/m}^2$ ≥ kuat geser pasangan batu (15.3 ton/m²)

$$c = 0.5 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_b = 1.9 \text{ ton/m}^3$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\phi = 41^\circ$$

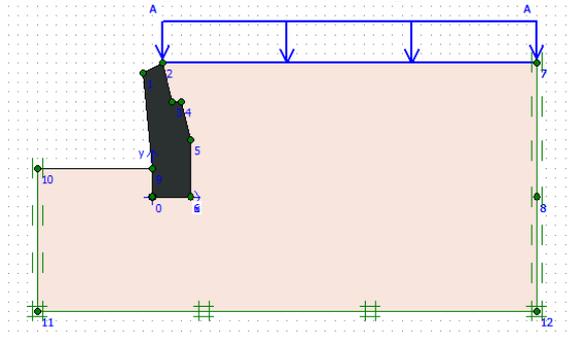
$$q_{ult} = 16.41800321 \text{ ton/m}^2$$

$$F = \frac{q_{ult}}{q} = \frac{16.41800321}{2266.458411} = 0.007243902 < 2$$

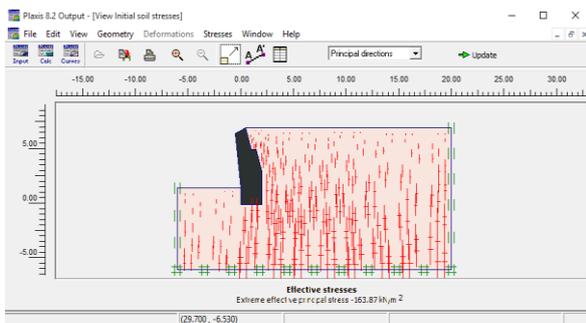
$F < 2$ sehingga struktur tidak stabil terhadap kuat dukung tanah

Perhitungan Dengan Program PLAXIS V.8.2

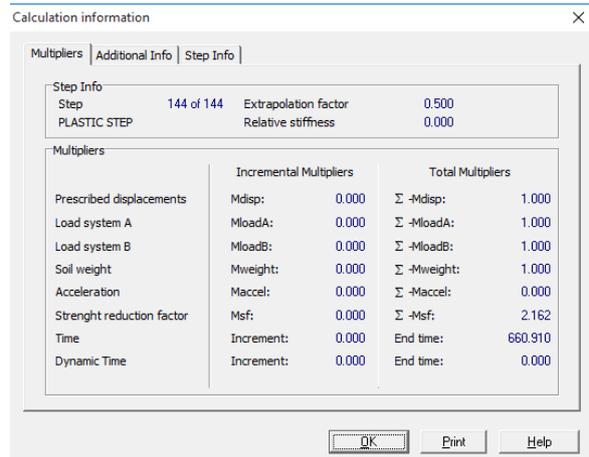
MAT Berada pada elevasi puncak pondasi



Gambar 5

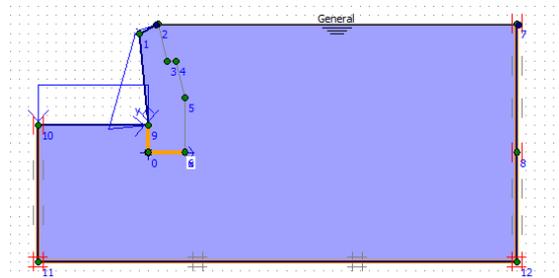


Gambar 6

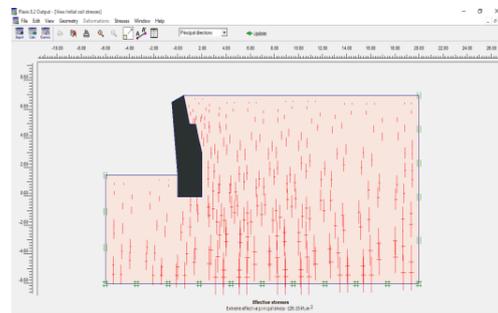


Gambar 7

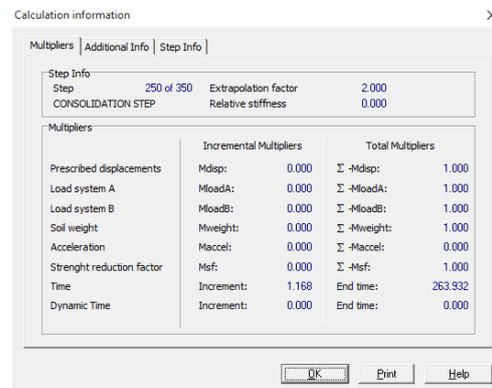
MAT Berada pada elevasi puncak pondasi



Gambar 8



Gambar 9



Gambar 10

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian “Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus : Sekitar Areal PT . Trakindo, Desa Maumbi Kabupaten Minahasa Utara)”, untuk kondisi 1 (Kondisi Normal) adalah kondisi perencanaan awal dari dinding penahan tanah yang ada di lokasi dan kondisi 2 (Kondisi Eksisting) adalah kondisi yang ada di lapangan saat ini yang telah mengalami pergeseran pada dinding tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Hasil analisis dinding penahan tanah tanpa pengaruh fluktuasi muka air tanah dan tanpa gempa untuk kondisi normal dan kondisi eksisting menunjukkan dinding penahan tanah masih stabil.
2. Hasil analisis dinding penahan tanah dengan fluktuasi muka air tanah pada elevasi dasar pondasi dan muka air tanah pada elevasi puncak pondasi untuk kondisi eksisting menunjukkan dinding penahan tanah sudah tidak stabil dengan angka faktor keamanan daya dukung tanah 1.848 dan 1.031.
3. Dari hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh gempa (zona 5) untuk kondisi 2 menunjukkan dinding penahan tanah yang sudah tidak stabil.
4. Hasil dari analisis dengan menggunakan program bantu PLAXIS dengan fluktuasi muka air tanah pada elevasi puncak pondasi, menunjukkan dinding penahan tanah kondisi eksisting sudah tidak stabil dengan angka faktor keamanan 1.0

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M.Das, 1985, Principle Of Geotechnical Engineering, Seventh Edition, United States of America.
- Braja M. Das, 1983, Principle Of Foundation Engineering SI, Seventh Edition, United States of America.
- Das Braja. M. 1993, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das Braja. M. 1995, *Mekanika Tanah*, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Joetata Hadihardaja, 1997, *Rekayasa Pondasi 1 (Konstruksi Penahan Tanah)*, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Joetata Hadihardaja, 1997, *Rekayasa Pondasi 2 (Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam)*, Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Joseph E. Bowles, 1988, *Analisis Dan Desain Pondasi*, Edisi keempat, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Joseph E. Bowles, 1988, *Analisis Dan Desain Pondasi*, Edisi keempat, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.