

Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya Sepanjang 50 Meter di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang

Dionisius Bau Mau ¹, Suhudi ², Kiki frida sulistyati ³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi

Jl. Telaga Warna Blok C Tlogomas- Malang

e-mail: Dayon704@gmail.com. No. HP 082245173429

ABSTRAK

Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan 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. Ada beberapa jenis dinding penahan yang sering digunakan dalam bidang konstruksi bangunan antara lain dinding penahan gravitasi, dinding penahan kantilever, dinding penahan kontrafort, dan dinding penahan butters, yang dipakai dalam penelitian ini adalah dinding penahan tipe kantilever dengan menggunakan beton K225. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa stabilitas terhadap gaya guling, geser dan daya dukung tanah. Dimensi dinding penahan ini dibangun dengan panjang (b) 50 meter dan tinggi (h) = 9,5 meter, lebar dasar (B) = 4 meter, kondisi muka air normal tanpa gempa, stabilitas terhadap gaya guling = $1,7 > 1,5$ (aman), gaya geser = $2,0 > 1,5$ (aman), , kondisi muka air banjir tanpa gempa, stabilitas terhadap gaya guling = $1,9 > 1,5$ (aman), gaya geser = $3,4 > 1,5$ (aman) dan gaya dukung tanah = $203,6 < q_a = 3191,17$ (aman). Dinding penahan direncanakan memerlukan biaya Rp. 568.983,00/m³.

Kata kunci : stabilitas; dinding penahan; kantilever

ABSTRACT

The retaining wall is a major component of the main building structure for highways and other environmental buildings related to contoured soils or soils of different elevations. Briefly the retaining wall is a wall constructed to hold the mass of the ground above the structure or building created. There are several types of retaining wall which are often used in building construction such as gravity retaining wall, cantilever retaining wall, counter contrast wall, and butter bracket wall, used in this research is cantilever type wall with K225 concrete. The purpose of this study was to analyze the stability of the guling style, shear and soil bearing capacity. The dimension of the retaining wall is constructed with a length of (b) 50 meters and height (h) = 9.5 meters, base width (B) = 4 meters, normal waterfront condition without earthquake, stability to rolling force = $1,7 > 1,5$ (safe), shear force = $2,0 > 1,5$ (safe), flood water condition without seismic, stability to bolsters = $1,9 > 1,5$ (safe), shear force = $3,4 > 1,5$ (safe) and ground support force = $203,6 < q_a = 3191,17$ (safe). The retaining wall is planned to cost Rp. 568.983,00/ m³.

Keywords: stability; retaining wall; cantilever

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat menyebabkan pembangunan berkembang secara cepat. Pembangunan khususnya pada daerah-daerah yang curam atau terjal membutuhkan suatu konstruksi pendukung untuk mencegah terjadinya longsor. Selain itu juga adanya tuntutan kebutuhan elevasi yang berbeda dalam suatu konstruksi, Untuk kebutuhan tersebut, maka lereng dengan kemiringan tertentu harus dibuat setegak mungkin tanpa mengabaikan faktor keamanan struktur tersebut.

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang sangat dinamis, perubahannya dipengaruhi oleh air, udara, dan pergeseran lempeng bumi. Salah satu akibat dari perubahan itu adalah adanya lereng. Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal. Lereng dapat terbentuk secara alamiah karena proses geologi atau karena dibuat oleh manusia. Lereng yang terbentuk secara alamiah misalnya lereng bukit dan tebing sungai, sedangkan lereng buatan manusia antara lain yaitu galian dan timbunan untuk membuat jalan raya dan jalan kereta api, bendungan, tanggul sungai dan kanal serta tambang terbuka. Suatu longsor adalah keruntuhan dari massa tanah yang terletak pada sebuah lereng sehingga terjadi pergerakan massa tanah ke bawah dan ke luar. Longsor dapat terjadi dengan berbagai cara, secara perlahan-lahan atau mendadak serta dengan ataupun tanpa tanda-tanda yang terlihat. [1]

Untuk mencegah terjadinya longsor, ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu salah satunya adalah dinding penahan tanah (*Retaining Wall*).

Dinding penahan tanah merupakan

salah satu pekerjaan konstruksi yang penting karena merupakan komponen struktur bangunan yang utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda seperti halnya di Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Bangunan dinding penahan umumnya terbuat dari bahan kayu, pasangan batu, beton hingga baja. Bahkan kini sering dipakai produk bahan sintesis mirip kain tebal sebagai dinding penahan tanah. Produk bahan ini sering disebut sebagai *geo textile* atau *geo syntetic*.

Sebagai studi kasus dalam analisis ini ialah dinding penahan pada jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Yang menjadi permasalahan bisa diambil dari obyek penelitian ini ialah perencanaan dinding penahan tanah yang sesuai dengan standar konstruksi, sehingga tidak mengakibatkan hal-hal yang buruk dikemudian hari. Untuk mencari solusi dari masalah itu dilakukan perhitungan analisis stabilitas bangunan dinding penahan tanah ini menggunakan data data yang tersedia. Perhitungannya meliputi stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser, stabilitas terhadap kuat dukung tanah.

Dari latar belakang diatas, penulis dapat mengidentifikasi masalah yaitu apakah dinding penahan tahan dan aman terhadap guling, geser dan daya dukung tanah pada pembangunan dinding penahan tanah di jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Adapun beberapa tujuan yang akan penulis capai dalam menyelesaikan skripsi yaitu,

Mengetahui analisa perencanaan dinding penahan tanah kantilever yang diperlukan,
 Mengetahui analisa stabilitas dinding penahan tanah kantilever yang diperlukan,
 Mengetahui Rencana Anggaran Biaya dinding penahan tanah kantilever yang diperlukan

Dinding Penahan Tanah (Retaining wall)

Retaining wall merupakan istilah di bidang teknik sipil yang artinya dinding penahan. Berdasarkan buku [2] dinyatakan bahwa, Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampatannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri.

Jenis – jenis Dinding Penahan Tanah

- a. Dinding Gravitasi (Gravity wall)
- b. Dinding Penahan Kantilever
- c. Dinding Kontrafrot
- d. Dinding Buttress

Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan konstruksi – konstruksi lain yang ada di bawah tanah.

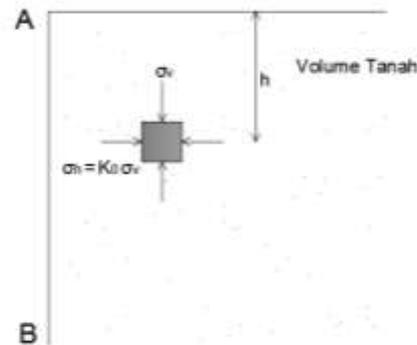
Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu:

- ❖ Dalam Keadaan Diam (K_0)
- ❖ Dalam Keadaan Aktif (K_a)
- ❖ Dalam Keadaan Pasif (K_p)

Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam

Bila kita tinjau massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin AB yang dipasang sampai kedalaman tak

terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman h akan terkena tekanan arah vertical dan tekanan arah horizontal.



Gambar 1. Tekanan Tanah dalam keadaan diam

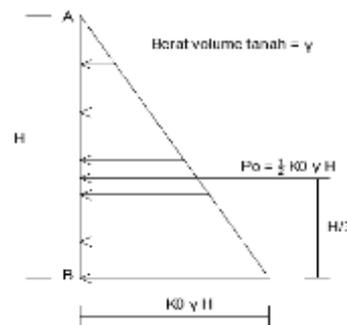
$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v}$$

Karena $\sigma_v = \gamma h$, maka
 $\sigma_h = K_0 (\gamma h)$

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili hubungan empiris yang diperkenalkan Jaky (1994).

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

$$P_0 = \frac{1}{2} K_0 \gamma H^2$$



Gambar 2. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Tekanan Tanah Aktif

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 (45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

γ = berat isi tanah (g/cm³)

H = tinggi dinding (m)

Φ = sudut geser tanah ($^{\circ}$)

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c \sqrt{K_a} H$$

Tekanan Tanah Pasif

$$P = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$

Dimana harga K_p untuk tanah datar adalah

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 (45^{\circ} + \frac{\phi}{2})$$

γ = berat isi tanah (g/cm^3)

H = tinggi dinding (m)

Φ = sudut geser tanah ($^{\circ}$)

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c \sqrt{K_p} H$$

Kapasitas Dukung Tanah

Rumus persamaan umum beban ultimit per satuan luas menurut (Teori Terzaghi):

$$q_u = (\frac{1}{3} \cdot c \cdot N_c) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma})$$

q_u = kapasitas dukung ultimit

c = kohesi (kN/m^2)

$p_o = D_f \gamma$ = tekanan overburden pada dasar pondasi (kN/m^2)

D_f = kedalaman pondasi (m)

γ = berat volume tanah

N_{γ}, N_c, N_q = faktor kapasitas dukung tanah (fungsi ϕ)

Tabel.1 Nilai – nilai faktor kapasitas dukung tanah [3]

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	8,3	5,7
34	52,6	36,5	30,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	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	415,5	153,2	81,3	65,6	87,1

[4]

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

dimana:

q_{un} = kapasitas dukung ultimit neto (t/m^2)

q_u = kapasitas dukung ultimit (t/m^2)

$q_n = q - \gamma \cdot D_f$

dimana;

q_n = tekanan pondasi neto (t/m^2)

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

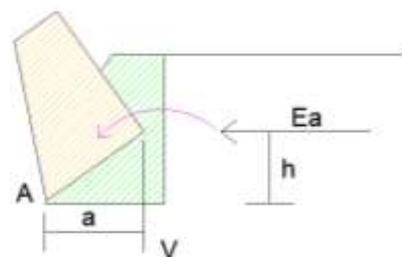
Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal Keruntuhan Akibat Bahaya Guling

$$S_{fguling} = \frac{\sum M}{\sum MH} \geq 1,5$$

Dimana:

$\sum M$ = jumlah dari momen – momen yang menyebabkan struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. $\sum M$ disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada elevasi H/3

$\sum MH$ = jumlah dari momen – momen yang mencegah struktur terguling dengan titik pusat putaran di titik 0. $\sum MH$ merupakan momen – momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur. Nilai angka keamanan minimum terhadap geser dalam perencanaan digunakan adalah 1,5.

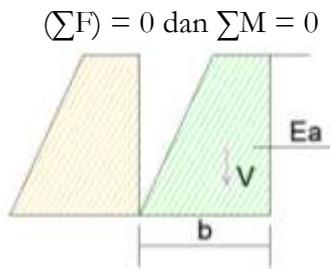


Gambar 3. Keruntuhan akibat bahaya guling.

Keruntuhan Terhadap Bahaya Geser

Gaya aktif tanah (E_g) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser, bila dinding penahan tanah dalam keadaan

stabil, maka gaya – gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang.



Gambar 4. Keruntuhan terhadap bahaya geser.

Ada dua kemungkinan gaya perlawanan ini didasarkan pada jenis tanahnya.

Tanah Dasar Pondasi Berupa Tanah Non – Kohesif. Besarnya gaya perlawanan adalah $F = N \cdot f$, dengan f adalah koefisien gesek antara dinding beton dan tanah dasar pondasi, sedangkan N dapat dicari dari keseimbangan gaya – gaya vertikal ($\sum F_v = 0$), maka diperoleh $N = V$. Besarnya f diambil apabila alas pondasi relatif kasar maka $f = \tan \varphi$ dimana φ merupakan sudut gesek dalam tanah, sebaliknya bila alas pondasi halus,

$$SF = \frac{\text{Gaya lawan}}{\text{Gaya dorong}} = \frac{V \cdot f}{Ea}$$

$SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah non kohesif, misalnya tanah pasir.

Dimana:

SF = angka keamanan (safety factor)

V = gaya vertikal

Ea = gaya aktif tanah

Bilamana pada konstruksi tersebut dapat diharapkan bahwa tanah pasif dapat dipertanggung jawabkan keberadaannya, maka besar gaya pasif tanah (E_p) perlu diperhitungkan sehingga gaya lawan menjadi:

$$V \cdot f + E_p$$

Dimana:

E_p = gaya pasif tanah

Tanah Dasar Pondasi Berupa Tanah Kohesif

Gaya perlawanan yang terjadi berupa lekatan antara tanah dasar pondasi dengan alas pondasi dinding penahan tanah. Besarnya lekatan antara alas pondasi dinding penahan tanah dengan dasar pondasi adalah $(0,5 - 0,7) c$, dimana c adalah kohesi tanah. Dalam analisis biasanya diambil sebesar $\frac{2}{3} c$. Besarnya gaya lekat yang merupakan gaya lawan adalah luas alas pondasi dinding penahan tanah dikalikan dengan lekatan diperoleh gaya lawan = $\frac{2}{3} c (b \times 1)$ bilamana diambil dinding 1 m.

$$SF = \frac{\frac{2}{3} c \cdot b}{Ea}$$

Untuk jenis tanah campuran (lempung pasir) maka besarnya:

$$SF = \frac{v \cdot f + \frac{2}{3} c \cdot B + E_p}{Ea}$$

Dimana:

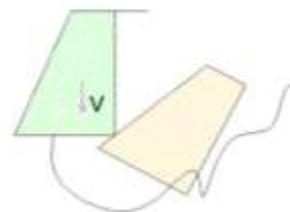
C = kohesi tanah

B = alas pondasi dinding penahan tanah

$SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah kohesif, misalnya tanah lempung.[5]

Daya Dukung Ijin dari Tanah

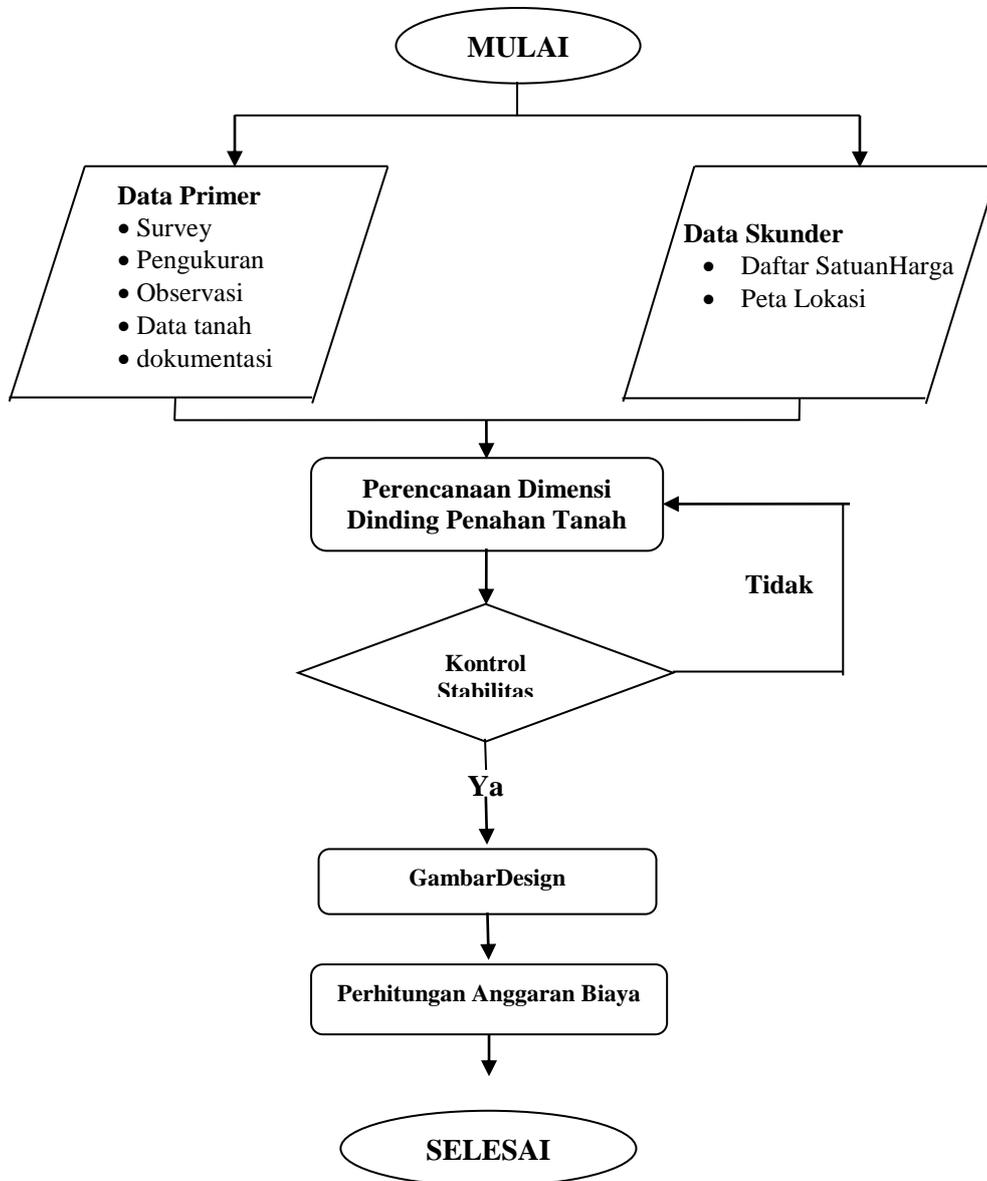
Tekanan tanah disebabkan oleh gaya – gaya yang terjadi pada dinding penahan ke tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan/abutmen dilakukan seperti dalam perencanaan pondasi dangkal.



Gambar 5. Runtuhnya konstruksi akibat daya dukung tanah terlampaui.

2. METODE PENELITIAN

Diagram Alir Perencanaan



Gambar 6. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Tinggi air (H_{air})

- Normal = 1,50 m
- Banjir = 2,50 m

Tabel 4. Data Tanah

No	Notasi	Σ	Satuan
1	G_s	2,00	kN/m^3
2	γ_b	11,30	kN/m^3
3	γ_d	9,77	kN/m^3
4	γ_{sat}	13,73	kN/m^3
6	γ_w	9,81	kN/m^3
7	γ	24	kN/m^3
8	e	0,01	
9	c	2	kN/m^2
10	ϕ	45	$^\circ$

Perencanaan Dinding Penahan Tanah

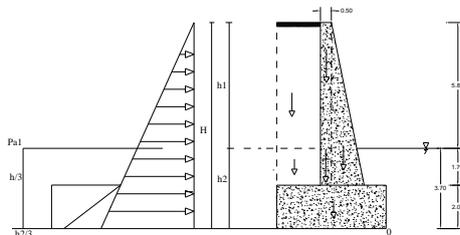
Dinding penahan tanah yang direncanakan adalah jenis dinding penahan kantilever.

Data Perencanaan (dicoba dengan dimensi):

- Tinggi (H) = 9,50 m
- Lebar atas = 0,50 m
- Lebar lebar bawah = 2 m
- Kedalaman pondasi (D) = 2 m
- Lebar pondasi = 4 m

Perhitungan dilakukan dengan dua kondisi:

Kondisi Muka Air Normal Tanpa Gempa Tanah Aktif (Pa)



Gambar 7. Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Muka Air Normal

Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{45}{2} \right) = 0,414$$

Tekanan tanah aktif:

$$Pa_1 = \frac{1}{2} \gamma_d H^2 K_a = 267,46 \text{ kN}$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot K_a \cdot \sqrt{K_a \cdot Df} = 2,6 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\Sigma Pa = Pa_1 + Pa_2 = 270,06 \text{ kN}$$

Momen Aktif:

$$Ma_1 = Pa_1 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H_1 \right)$$

$$= 267,46 \left(\frac{1}{3} \cdot 11,5 \right) = 102,52 \text{ kNm}$$

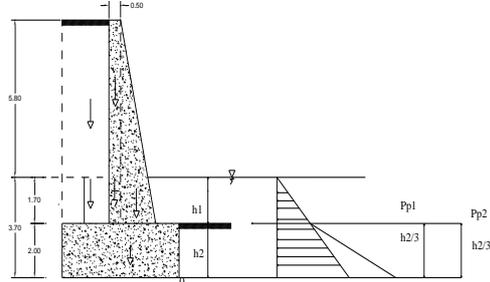
$$Ma_2 = Pa_2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H_2 \right)$$

$$= 2,6 \left(\frac{1}{3} \cdot 2 \right) = 3,4 \text{ kNm}$$

Jumlah momen aktif yang bekerja:

$$\Sigma Ma = Ma_1 + Ma_2 = 105,92 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 8. Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Muka Air Normal

Koefisien Tekanan Tanah Pasif

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{45}{2} \right) = 2,414$$

Tekanan tanah pasif:

$$Pp_1 = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 = 60,08 \text{ kN}$$

$$Pp_2 = \frac{1}{2} \gamma' \cdot K_p \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot Df} = 78,68 \text{ kN}$$

$$\Sigma Pp = Pp_1 + Pp_2 = 138,76 \text{ kN}$$

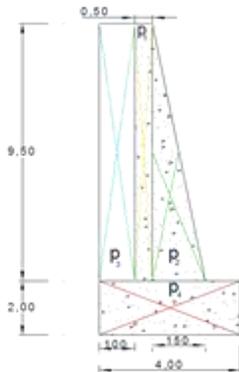
Momen Pasif

$$M_{p1} = P_{p1} \cdot \frac{1}{3} \cdot H_1 = 70,09 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = P_{p2} \cdot \frac{1}{3} \cdot D_f = 52,45 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_p = M_{p1} + M_{p2} = 122,54 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi



Gambar 9. Berat Sendiri Konstruksi

$$P_1 = p \times l \times \gamma = 114 \text{ kN/m}$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \times a \times t \times \gamma = 171 \text{ kN/m}$$

$$P_3 = p \times l \times \gamma = 192 \text{ kN/m}$$

$$P_4 = p \times l \times \gamma_d = 185 \text{ kN/m}$$

Jarak Beban Terhadap Dinding Penahan di Titik 0

$$X_1 = 2,75 \text{ m}; X_2 = 2,00 \text{ m}$$

$$X_3 = 2,00 \text{ m}; X_4 = 3,50 \text{ m}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	114	2,75	313,5
2	171	2,00	342
3	192	2,50	384
4	186	3,50	647
Σ	662		1686

Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas dukung ultimit:

$$q_u = \left(\frac{1}{3} \cdot c \cdot N_c\right) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

$$N_c = 172,3; N_q = 173,3; N_\gamma = 297,5$$

$$P_o = D_f \cdot \gamma_{sat} = 2 \cdot 13,73 = 27,46 \text{ kN/m}^2$$

$$q_u = 957,52 \text{ kN/m}^2$$

Kapasitas dukung ultimit neto:

$$Q_{un} = q_u - P_o = 930,06 \text{ kN/m}^2$$

Tekanan pondasi neto:

$$Q_n = q_{un} - P_o = 902,6 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman (f)

$$F = 3 \text{ kN/m}^2$$

Kapasitas dukung ijin:

$$q_a = \frac{q_u}{f} = \frac{957,52}{3} = \frac{22713,26}{3} = 3191,17 \text{ kN/m}^2$$

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$E = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \frac{\Sigma M}{\Sigma P} = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{1686}{662} = -0,5$$

$$e_{ijin} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 4 = 0,666$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot \left(\frac{B}{2}\right) - e} = 203,6 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

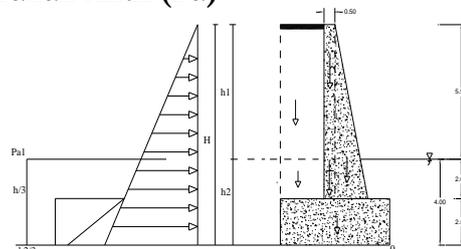
$$F = \text{tg } \phi = \text{tg } 45 = 1$$

$$SF = \frac{(v \cdot f) + \left(\frac{2}{3} \cdot c \cdot B\right) + (Pp)}{Pa} = 2,0 > 1,5 \text{ (Ok)}$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\Sigma M + \Sigma Mp}{\Sigma Ma} = 1,7 > 1,5 \text{ (Ok)}$$

Kondisi Muka Air Banjir Tanpa Gempa Tanah Aktif (Pa)



Gambar 10. Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Banjir

Tekanan tanah aktif:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 (45^\circ - \frac{\phi}{2}) = 0,414$$

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \gamma_d H_1^2 K_a = 267,46 \text{ kN}$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \gamma_d H_2^2 \cdot K_a = 2,6 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\sum P_a = P_{a1} + P_{a2} = 270,06 \text{ kN}$$

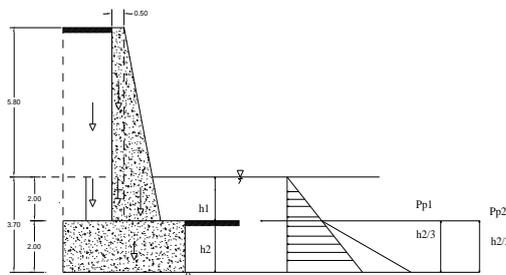
Momen Aktif:

$$M_{a1} = P_{a1} \cdot (\frac{1}{3} \cdot H_1) + H_2 = 102,97 \text{ kNm}$$

$$M_{a2} = P_{a2} \cdot (\frac{1}{3} \cdot H_2) = 17,55 \text{ kNm}$$

$$\sum M_a = M_{a1} + M_{a2} = 120,52 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 11. Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Banjir

Tekanan tanah pasif:

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \frac{\phi}{2}) = 2,414$$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \gamma_w H_1^2 = 99,32 \text{ kN}$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \gamma_{sat} \cdot K_p \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot Df} = 78,68 \text{ kN}$$

$$\sum P_p = P_{p1} + P_{p2} = 178 \text{ kN}$$

Momen Pasif

$$M_{p1} = P_{p1} \cdot \frac{1}{3} \cdot H_1 = 380,52 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = P_{p2} \cdot \frac{1}{3} \cdot Df = 52,4 \text{ kNm}$$

$$\sum M_p = M_{p1} + M_{p2} = 432,92 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi

$$P_1 = 114 \text{ kN/m}, P_2 = 171 \text{ kN/m}$$

$$P_3 = 192 \text{ kN/m}; P_4 = 259 \text{ kN/m}$$

Jarak Beban Terhadap Dinding Penahan di Titik 0

$$X_1 = 2,75 \text{ m}; X_2 = 2,00 \text{ m}$$

$$X_3 = 2,00 \text{ m}; X_4 = 3,50 \text{ m.}$$

Tabel 7. Perhitungan Momen

No	Berat Sendiri (kN/m)	Jarak P ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	114	2,75	313
2	171	2,00	342
3	192	2,00	384
4	259	3,50	906
Σ	784		1945

Kapasitas Dukung Tanah

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot (\frac{B}{2}) - e} = 736 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{(v \cdot f) + (\frac{2}{3} \cdot c \cdot B) + (Pp)}{Pa} = 3,4 > 1,5 \text{ ok}$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = 1,9 > 1,5 \text{(Ok)}$$

Estimasi Anggaran

Total biaya yang diperlukan untuk pembangunan dinding penahan tipe kantilever pada bantaran Sungai Konto di Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang adalah Rp. 568.983.00 m³

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal mengenai dinding penahan tanah Kantilever pada Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, diantaranya Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan:

Tinggi (H) = 9,5 m Lebar Bawah = 2 m
Lebar atas = 0,5 m

Kedalaman pondasi = 2 m

Hasil analisa stabilitas dinding penahan,
ternyata stabil terhadap:

Untuk kondisi normal tanpa gempa:

- a. Bahaya Geser, $SF = 2,0 > 1,5$
- b. Bahaya Guling = $1,7 > 1,5$

Untuk kondisi banjir tanpa gempa:

- a. Bahaya Geser, $SF = 3,4 > 1,5$
- b. Bahaya Guling = $1,9 > 1,5$

Total biaya yang diperlukan untuk
pembangunan dinding penahan tanah
dengan panjang 50 m dan lebar 4 m adalah
Rp. 565.000.000 m^3

dalam Praktik Rekayasa. Penerbit
Erlangga, Jakarta.

- [3] Terzaghi, K, & Peck. R, B. 1993. Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa. Penerbit Erlangga, Jakarta
- [4] Hardiyatmo, H. C. 2003. Mekanika Tanah II. Edisi ketiga. Universitas Gajah Mada, Jokjakarta
- [5] Djatmiko Soedarmono, Edy Purnomo. 1993. Mekanika Tanah 2. Kanisius, Jokjakarta

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Foth henry dan Soenarto Adisoemarto,1994, Dasar - Dasar Ilmu Tanah, Jakarta : Penerbit Erlangga
- [2] Sudarmanto, Ir., Msc., 1996, Konstruksi Beton 2.Terzaghi, K, & Peck. R, B. 1993. Mekanika Tanah