

Study Perencanaan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever dengan Tambahan Pipa Drainase pada Jalan Sidomakmur Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Vinsensius Armino Anggal¹, Suhudi², Kiki Frida Sulistyani³

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

Email : Vinsensiusa.anggal93@yahoo.com

ABSTRAK

Dinding penahan adalah komponen utama dari struktur bangunan utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang terkait dengan tanah berkontur atau tanah yang memiliki ketinggian yang berbeda. Secara singkat dinding penahan adalah dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Ada beberapa jenis dinding penahan yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan seperti dinding penahan gravitasi, dinding penopang penopang, dinding kontras counter, dan dinding braket mentega, yang digunakan dalam penelitian ini adalah dinding jenis kantilever dengan beton K225. Jalannya penyelidikan ini adalah untuk menganalisis stabilitas pergantian gaya, geser dan daya dukung tanah. Dimensi dinding penahan dibangun dengan panjang (b) 17 meter dan tinggi (h) = 7,5 meter, lebar dasar (B) = 5 meter, kondisi tepi laut yang normal tanpa gempa, stabilitas untuk kekuatan bergulir = $2,0 > 1,5$ (aman), gaya geser = $2,4 > 1,5$ (aman), kondisi air banjir tanpa seismik, stabilitas terhadap guling = $2,4 > 1,5$ (aman), gaya geser = $2,8 > 1,5$ (aman) dan gaya pendukung darat = $217,94 < q_a = 7571,08$ (aman). Dinding penahan direncanakan menelan biaya \$.1.511.954,46 / m³.

Kata kunci: Stabilitas; Dinding Penahan; Cantilever

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 that have 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 course of this investigation was to analyze the stability of the turn over style, shear and soil bearing capacity. The dimensions of the retaining wall are constructed with a length of (b) 17 meters and height (h) = 7.5 meters, base width (B) = 5 meters, normal waterfront condition without earthquake, stability to rolling force = $2.0 > 1.5$ (safe), shear force = $2.4 > 1.5$ (safe), flood water conditions without seismic, stability to bolsters = $2.4 > 1.5$ (safe), shear force = $2.8 > 1.5$ (safe) and ground support force = $217.94 < q_a = 7571.08$ (safe). The retaining wall is planned to cost \$.1.511.954,46 / m³.

Keywords: Stability, Retaining Wall, Cantilever

1. PENDAHULUAN

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. Bangunan dinding penahan umumnya terbuat dari bahan kayu,

pasangan batu, beton hingga baja. Bahkan kini sering dipakai produk bahan sintetis mirip kain tebal sebagai dinding penahan tanah. Pembangunan dinding penahan tanah, bertujuan untuk menjaga infrastruktur maupun rencana infrastruktur tetap aman terhadap guling, geser dan daya dukung tanah sepanjang garis dinding penahan tanah tersebut dalam waktu yang lama (kuat secara struktur) merupakan tuntutan yang harus dilaksanakan untuk melindungi infrastruktur dari kegagalan fungsinya. Dinding penahan dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya penggulingan, kemampuan daya dukung tanah, dan patahan tubuh konstruksi.

Masalah tanah longsor sering terjadi di Indonesia terutama pada musim hujan yang mengakibatkan bertambahnya volume air, kondisi tanah menjadi labil, hal ini sering menimbulkan korban baik korban jiwa. Dilihat dari lahan yang akan dibangun pada bantaran sungai, tepatnya di jalan sidomakmur Desa Mulyo Agung, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, terdapat longsor dan perlu perencanaan yang matang dan juga hati-hati.. Konstruksi yang aman dan memenuhi standar yang harus dipakai dalam pembuatan atau perencanaan dinding penahan tersebut karena kondisi tempat tersebut rawan akan longsor. Dilihat dari jenis tanahnya yang basa bisa juga akan mengakibatkan keruntuhan yang terjadi pada dinding penahan tanah kalau tidak direncanakan dengan baik. Sebagai studi kasus dalam analisis ini ialah dinding penahan pada jalan Sidomakmur di Kecamatan Dau 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 Sidomakmur Desa Mulyo Agung, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. Tujuan yang akan capai dalam menyelesaikan Skripsi yaitu : Mengetahui perencanaan dimensi dinding penahan tanah pada kegiatan pembangunan dinding penahan tanah kantilever, Mengetahui stabilitas dinding penahan tanah kantilever terhadap guling, geser dan daya dukung tanah, Mengetahui Anggaran biaya yang diperlukan dalam kegiatan pembangunan dinding penahan tanah kantilever.

1.1 Dinding Penahan Tanah (*Retaining wall*)

Retaining wall merupakan istilah di bidang teknik sipil yang artinya dinding penahan. Berdasarkan buku Sudarmanto, Ir., Msc., 1996, Konstruksi Beton 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 Buttres

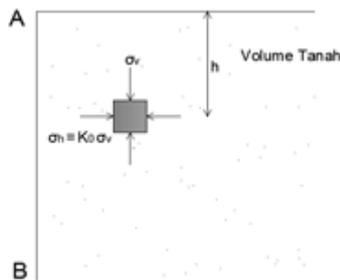
1.2 Tekanan Tanah Lateral

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_o)
- Dalam Keadaan Aktif (K_a)
- Dalam Keadaan Pasif (K_p)

1.3 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

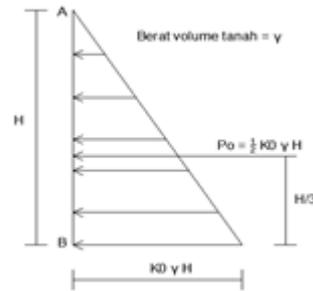
$$K_o = \frac{\sigma_h}{\sigma_v}$$

Karena $\sigma_v = \gamma h$, maka

$$\sigma_h = K_o (\gamma h)$$

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

$$K_o = 1 - \sin \phi$$



Gambar 2. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2$$

1.4 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

1.4 Tekanan Tanah Aktif

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

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 (°)

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

$$q_u = (c.N_c) + (\gamma.d.N_q) + (0,4.\gamma.B.N_\gamma)$$

dimana:

q_u = kapasitas dukung ultimit

c = kohesi (kN/m²)

$p_o = D_f \gamma =$ tekanan overburden pada dasar pondasi (kN/m²)

D_f = kedalaman pondasi (m)

γ = berat volume tanah

$N_\gamma, N_c, N_q =$ faktor kapasitas dukung tanah (fungsi ϕ)

ϕ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	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	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Hary Christadi Hardiyatmo, 2007

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

dimana:

q_{un} = kapasitas dukung ultimit neto (t/m²)

q_u = kapasitas dukung ultimit (t/m²)

q_n = $q - \gamma \cdot D_f$

dimana;

q_n = tekanan pondasi neto (t/m²)

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

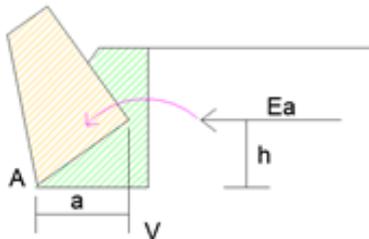
1.5 Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal1.

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.

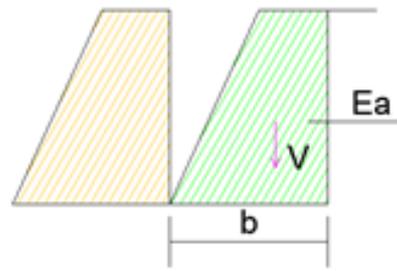


Gambar 3. Keruntuhan akibat bahaya guling.

1.6 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.

$$(\sum F) = 0 \text{ dan } \sum M = 0$$



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 $f = \tan \phi$ dimana merupakan sudut gesek dalam tanah, sebaliknya bila alas pondasi halus, $SF = \frac{\text{Gaya lawan}}{\text{Gaya dorong}} = \frac{V \cdot f}{E_a}$ $SF \geq 1,5$ digunakan untuk jenis tanah non kohesif, misalnya tanah pasir.

Dimana:

SF = angka keamanan (safety factor)

V = gaya vertikal

E_a = 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

1.7 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 $2/3 c$. Besarnya gaya lekat yang merupakan gaya lawan adalah luas alas pondasi dinding penahan tanah dikalikan dengan lekatan diperoleh gaya lawan = $2/3 c (b \times 1)$ bilamana diambil dinding 1 m.

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

Untuk jenis tanah campuran (lempung pasir) maka besarnya:

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

Dimana:

C = kohesi tanah

B = alas pondasi dinding penahan tanah

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

1.8 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.

$$Eks = (0,5 B)$$

Tekanan tanah dihitung dengan rumus:

$$\sigma_{maks} = \frac{2V}{3 \cdot (\frac{B}{2} - e)}$$

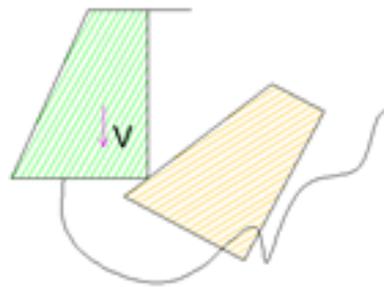
Dimana:

e = eksentrisitas

B = alas pondasi dinding penahan

= tekanan

SF = Nilai minimum dari angka keamanan terhadap daya dukung yang biasa digunakan dalam perencanaan adalah 1,5.



Gambar 5. Runtuhnya konstruksi akibat daya dukung tanah terlampaui.

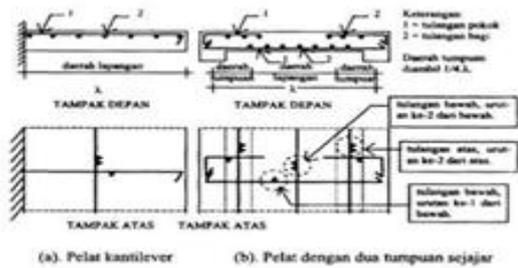
1.9 Beton Struktural

Mutu beton dalam perencanaan pembangunan Dinding penahan Tanah Kantilever tersebut adalah K-225 (19,3 Mpa) dan melebihi persyaratan minimum untuk perencanaan bangunan tahan gempa sesuai standar SNI BETON 03-2847-2002, Dimana untuk beton struktur, f_c' tidak boleh kurang dari 17 MPa. Sedangkan Nilai maksimum f_c' tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu. Standar ini melengkapi peraturan bangunan gedung secara umum dan harus mengatur dalam semua hal yang berkaitan dengan desain, konstruksi beton struktur, kecuali bilamana standar ini bertentangan dengan persyaratan secara umum yang di adopsi secara ilegal dan tidak sesuai dengan standar standar SNI Beton 03-2847-2002, (Dikyipan Kriswanto 2015).

1.10 Sistem Penulangan Pelat Satu Arah

Konstruksi pelat satu arah adalah pelat dengan tulangan pokok satu arah, biasanya akan bisa dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever atau disebut juga pelat luifel dan pelat yang di tumpu oleh tumpuan sejajar. Karena momen lenturnya hanya bekerja pada satu arah saja, yaitu searah bentang λ , maka tulangan pokok juga

dipasang 1 arah yang searah bentang λ tersebut, untuk menjaga agar kedudukan tulangan pokok tidak berubah pada saat pengecoran beton, maka dipasang pula tulangan tambahan yang arah tegak lurus tulangan pokok, bisa kita perhatikan pada gambar 6.



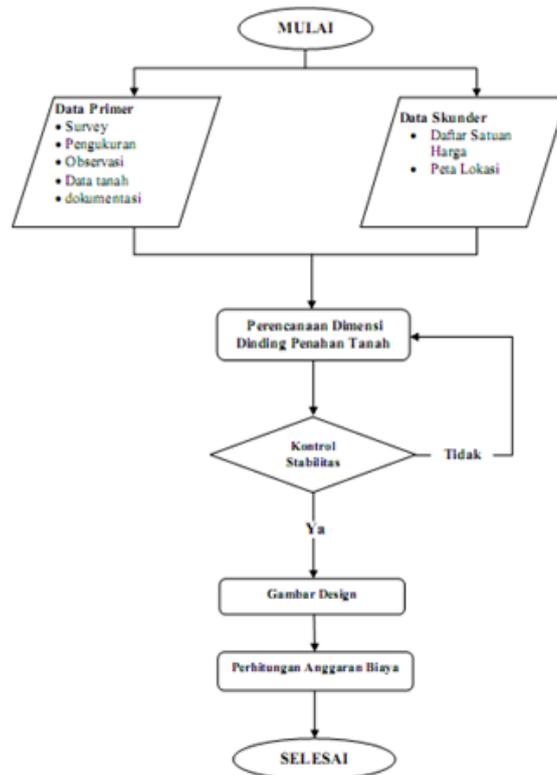
Gambar 6 Contoh Pelat Dengan Tulangan Pokok Satu Arah

SNI-Beton : Jarak Antar Tulangan

Kadang sewaktu mendesain struktur beton bertulang, kita ingin menggunakan tulangan yang sangat banyak atau justru sangat sedikit. Jika tulangannya banyak, maka jarak antar tulangan menjadi sangat rapat, sebaliknya jika sedikit, maka jaraknya menjadi renggang. SNI-Beton-2002 sebenarnya sudah memberikan batasan jarak atau spasi antar tulangan baik itu untuk balok, kolom, pelat, maupun dinding.

Batasan Spasi Tulangan menurut pasal 7.6 SNI-2847-2002, Jarak bersih antara tulangan sejajar dalam lapis yang sama tidak boleh kurang dari 25 mm. Untuk plat, boundary element pada dinding geser, atau plat kantilever yang mempunyai confinement (senggang pengikat), jarak bersih antar tulangan utamanya adalah minimal 40 mm.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- ❖ Tinggi air (H_{air})
 - Normal = 0,70 m
 - Banjir = 1,70 m
- ❖ Tanah pengisi = Tanah

Tabel 2. Data Tanah

No	Notasi	Σ	Satuan
1	Gs	2,63	kN/m ³
2	γ_b	22,8	kN/m ³
3	γ_d	20,32	kN/m ³
4	γ_{sat}	12,92	kN/m ³
5	γ	11,02	kN/m ³
6	γ_w	9,81	kN/m ³
7	γ	24	kN/m ³
8	c	4,14	
9	c	2	kN/m ²
10	ϕ	45	°

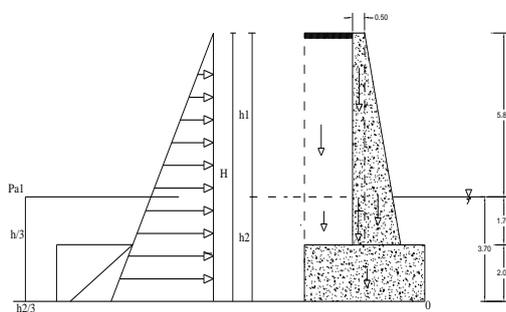
Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Data Perencanaan (dengan dimensi):

- Tinggi (H) = 7,50 m
- Lebar atas = 2 m
- Lebar lebar bawah = 0,5 m
- Kedalaman pondasi (D) = 2 m
- Lebar pondasi = 5 m

Perhitungan dilakukan dengan dua kondisi:

3.1 Kondisi Muka Air Normal Tanpa Gempa Tanah Aktif (Pa)



Gambar 8. 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:

$$Pa1 = \frac{1}{2} \gamma_d H^2 K_a = 379,61 \text{ kN}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_d \cdot K_a \cdot \sqrt{K_a \cdot Df} = 4,06 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\Sigma Pa = Pa1 + Pa2 = 383,67 \text{ kN}$$

Momen Aktif:

$$Ma1 = Pa1 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H1 \right)$$

$$= 4,06 \left(\frac{1}{3} \cdot 2^2 \right) = 1202,11 \text{ kNm}$$

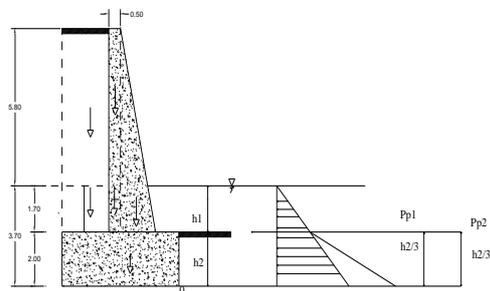
$$Ma2 = Pa2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H2 \right)$$

$$= 4,06 \left(\frac{1}{3} \cdot 2^2 \right) = 5,41 \text{ kNm}$$

Jumlah momen aktif yang bekerja:

$$\Sigma Ma = Ma1 + Ma2 = 1207,52 \text{ kNm}$$

3.2 Tanah Pasif



Gambar 9. 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:

$$Pp1 = \frac{1}{2} \gamma_w H^2 = 67,15 \text{ kN}$$

$$Pp2 = \frac{1}{2} \gamma' \cdot K_p \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot Df}$$

$$= 68,58 \text{ kN}$$

$$\Sigma Pp = Pp1 + Pp2 = 135,73 \text{ kN}$$

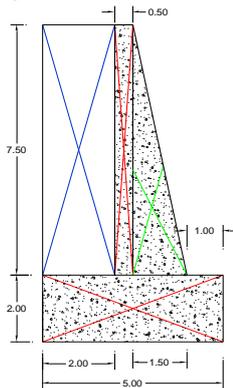
Momen Pasif

$$Mp1 = Pp1 \cdot \frac{1}{3} \cdot H1 = 82,82 \text{ kNm}$$

$$Mp2 = Pp2 \cdot \frac{1}{3} \cdot Df = 45,72 \text{ kNm}$$

$$\Sigma Mp = Mp1 + Mp2 = 128,54 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi



Gambar 10. Berat Sendiri Konstruksi

- $P1 = p \times l \times \gamma = 90 \text{ kN/m}$
 - $P2 = \frac{1}{2} \times a \times t \times \gamma = 135 \text{ kN/m}$
 - $P3 = p \times l \times \gamma = 240 \text{ kN/m}$
 - $P4 = p \times l \times \gamma_d = 305 \text{ kN/m}$
- Jarak Beban Terhadap Dinding Penahan di Titik 0
- $X1 = 2,75 \text{ m} ; X2 = 2,00 \text{ m}$
 - $X3 = 2,50 \text{ m} ; X4 = 4 \text{ m}$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	90	2,75	247,5
2	135	2,00	270
3	240	2,50	600
4	305	4,00	1219
Σ	770		2337

Kapasitas Dukung Tanah

- Kapasitas dukung ultimit:
- $$q_u = \left(\frac{1}{3} \cdot c \cdot N_c\right) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$
- $$N_c = 172,3; N_q = 173,3; N_\gamma = 297,5$$
- $$P_o = D_f \cdot \gamma_{sat} = 2 \cdot 12,92 = 25,96 \text{ kN/m}^2$$
- $$q_u = 163,492 \text{ kN/m}^2$$
- Kapasitas dukung ultimit neto:
- $$Q_{un} = q_u - P_o = 22687,3 \text{ kN/m}^2$$
- Tekanan pondasi neto:
- $$Q_n = q_{un} - P_o = 22661,34 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman (f)

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

Kapasitas dukung ijin:

$$q_a = \frac{q_u}{f} = \frac{22713,26}{3} = 7571,08 \text{ kN/m}^2$$

3.3 Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$E = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{2337}{770} = -0,5$$

$$e_{ijin} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 5 = 0,833$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e\right)} = 192,5 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

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

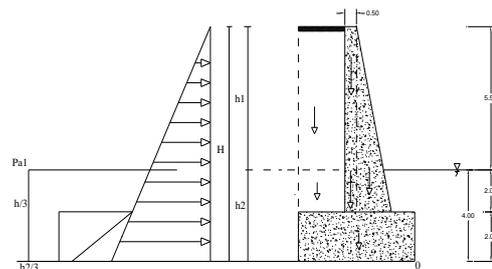
$$SF = \frac{(v \cdot f) + \left(\frac{2}{3} \cdot c \cdot B\right) + (Pp)}{Pa} = 2,4 > 1,5 \text{ (Ok)}$$

Stabilitas Terhadap Guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = 2,0 > 1,5 \text{ (Ok)}$$

3.4 Kondisi Muka Air Banjir Tanpa Gempa

Tanah Aktif (Pa)



Gambar 11. Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Banjir

Tekanan tanah aktif:

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

$$Pa1 = \frac{1}{2} \gamma_d H1^2 K_a = 379,61 \text{ kN}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \gamma_d H2^2 \cdot K_a = 4,06 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\sum Pa = Pa1 + Pa2 = 383,67 \text{ kN}$$

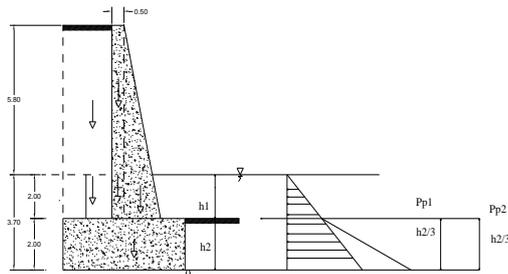
Momen Aktif:

$$Ma1 = Pa1 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H1\right) + H2 = 1206,11 \text{ kNm}$$

$$Ma2 = Pa2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H2\right) = 21,65 \text{ kNm}$$

$$\sum Ma = Ma1 + Ma2 = 1227,76 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 12. Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Banjir

Tekanan Tanah Pasif:

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

$$Pp1 = \frac{1}{2} \gamma_w H1^2 = 78,48 \text{ kN}$$

$$Pp2 = \frac{1}{2} \gamma_{sat} \cdot Kp \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{Kp \cdot Df} = 74,8 \text{ kN}$$

$$\sum Pp = Pp1 + Pp2 = 153,28 \text{ kN}$$

Momen Pasif

$$Mp1 = Pp1 \cdot \frac{1}{3} \cdot H1 = 248,52 \text{ kNm}$$

$$Mp2 = Pp2 \cdot \frac{1}{3} \cdot Df = 49,86 \text{ kNm}$$

$$\sum Mp = Mp1 + Mp2 = 698,38 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi

$$P1 = 90 \text{ kN/m}, P2 = 180 \text{ kN/m}$$

$$P3 = 240 \text{ kN/m}; P4 = 342 \text{ kN/m}$$

$$P4 = 13,91 \text{ kN/m}, P5 = 18,913 \text{ kN/m}$$

Jarak Beban Terhadap Dinding Penahan di Titik 0

$$X1 = 2,75 \text{ m}; X2 = 2,00 \text{ m}$$

$$X3 = 2,50 \text{ m}; X4 = 4 \text{ m.}$$

Tabel 4. Perhitungan Momen

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	90	2,75	247,5
2	180	2,00	360
3	240	2,50	600
4	342	4,00	1368
Σ	807		2485,5

3.5 Kapasitas Dukung Tanah Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot (\frac{B}{2}) - e} = 199,26 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{(v \cdot f) + (\frac{2}{3} \cdot c \cdot B) + (Pp)}{Pa} = 2,8 > 1,5 \text{ ok}$$

Stabilitas Terhadap Guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = 2,4 > 1,5 \dots\dots\dots(\text{Ok})$$

Estimasi Anggaran

Total biaya yang diperlukan untuk pembangunan dinding penahan tipe kantilever pada bantaran Sungai di Jalan Sidomakmur, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang adalah Rp. 1,511,954.46 m³

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal mengenai dinding penahan tanah Kantilever pada Jalan Sidomakmur, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, diantaranya sebagai berikut :

Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan:

$$\text{Tinggi (H)} = 7,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Bawah} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar atas} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman pondasi} = 2 \text{ m}$$

Hasil analisa stabilitas dinding penahan, ternyata stabil terhadap:

Untuk kondisi normal tanpa gempa:

a. Bahaya Geser, SF = 2,4 > 1,5

b. Bahaya Guling = 2,0 > 1,5

Untuk kondisi banjir tanpa gempa:

a. Bahaya Geser, SF = 2,8 > 1,5

b. Bahaya Guling = 2,4 > 1,5

Total biaya yang diperlukan untuk pembangunan dinding penahan tanah dengan panjang 17 m dan lebar 5m adalah Rp 1,511,954.46 m³

5. DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B.,
1983, *Mekanika Tanah Jilid 2*,
Penerbit Erlangga.
- Djarmiko Soedarmono, Edy Purnomo.
1993. *Mekanika Tanah 2*. Kanisius,
Jogjakarta.
- Foth henry dan Soenarto
Adisoemarto, 1994, *Dasar - Dasar
Ilmu Tanah*, Jakarta : Penerbit
Erlangga
- Hakam, Abd, dan Mulya, R.P, 2011,
*Studi Stabilitas Dinding Penahan
Tanah Kantilever pada Ruas Jalan
Silaing Padang Bukit Tinggi KM
64+500*, Jurnal Rekayasa Sipil Vol 7
Februari 2011, Universitas Andalas:
Padang.
- Hardiyatmo, H. C. 2003. *Mekanika
Tanah II*. Edisi Ketiga. Universitas
Gajah Mada, Jogjakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika
Tanah II*. Edisi Ketiga. Universitas
Gajah Mada, Jogjakarta.
- Herlien Indrawahjuni. 2011.
Mekanika Tanah II. Bargie Media,
Malang.
- L. D. Wesley. 1997. *Mekanika
Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan
Umum, Jakarta.
- R. F. Craig. 1987. *Mekanika Tanah*.
Erlangga, Jakarta.
- Terzaghi, K, & Peck. R, B. 1993.
*Mekanika Tanah dalam Praktik
Rekayasa*. Penerbit Erlangga,