

**PERENCANAAN PERKUATAN TEBING DI BANTARAN SUNGAI METRO
KECAMATAN SUKUN KELURAHAN KARANGBESUKI
KABUPATEN MALANG**

**Leonardo Da Cruz Ximenes¹⁾ Kiki Frida Sulistiani²⁾ Suhudi³⁾
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tunggaladewi
Malang
Jl. Telaga Warna Blok C Tlogomas, Malang, 65114, Indonesia
Telp. 0341 – 565500 : Fax 0341 - 565522**

ABSTRACT

Some communities in Malang still much settled in areas close to the river banks or cliffs. In this case to note there are many who rely on the land retaining wall as a cantilever aides foundatin on people's homes. Retaining walls can be said to be safe if the retaining wall has been considered the safety factor, both against the dangers of the shift, the danger of overthrow, reduced bearing capacity and fracture. Planning retaining wall is located in a residential of Graha Indah Santosa on a Karangbesuki metro river bank Karangbesuki metro Village, Sukun District, Malang. The planned retaining wall is the type of gravity. In order to this building function properly, then the stability of the building should also be good. Therefore, the author tries to analyze the stability of the retaining wall to the danger of rolling and sliding toward normal water level conditions without the earthquake, with earthquake and toward flood water level conditions without the earthquake, with earthquakes. Calculation using the formula Rankine. As a result, Sfsliding $1,82 > 1,5$ and $1,65 > 1,2$ SFshear $1,9 > 1,5$ and $1,57 > 1,2$ (for normal conditions without and with earthquake) and SFsliding $1,9 > 1,5$ and $1,8 > 1,2$, SFshear $1,65 > 1,5$ and $1,35 > 1,2$ (for flood conditions without and with earthquake) turns secure. This study is also included with the calculation of the total budget plan is **Rp. 675.980,002**

Key words : River metro, retaining wall, Stability.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagian masyarakat Kota Malang masih banyak yang bermukim di daerah yang dekat dengan sungai bantaran ataupun tebing. Dalam hal ini perlu di perhatikan masih banyak yang mengandalkan dinding penahan tebing tanah sebagai pembantu penopang pondasi pinggiran rumah-rumah masyarakat. Hal ini tidak dapat dilepaskan dari peran perancang dan pembuat dinding penahan tanah di sepanjang sungai, tebing dan lainnya untuk memperhitungkan kekuatan dinding penahan tanah tersebut. Dalam pekerjaan ini, pembangunan dinding penahan tanah agar dapat mendukung tanah pada gedung sekolah yang akan dibangun, untuk meningkatkan produktifitas gedung sekolah pada masa yang akan datang. Pembangunan dinding penahan tebing di Perumahan Graha Indah Santosa disebabkan karena struktur tanah yang labil dan berada di pinggir sungai. Dinding penahan tebing tanah Perumahan Graha Indah Santosa berfungsi untuk menahan beban bangunan sekolah yang di bangun dan juga menahan tanah serta mencegah dari bahaya kelongsoran baik akibat beban air, berat tanah maupun beban yang bekerja di atasnya. Perumahan Graha Indah Santosa berada di Bantaran Sungai metro Kelurahan Karangbesuki, Kecamatan Sukun, Kabupaten Malang, maka kekuatan pondasi pada bangunan sekolah harus didukung oleh dinding penahan tanah yang dapat menahan tekanan tanah beban pondasi dan beban banpenahan tanah tersebut tidak mengalami keruntuhan.

Dinding penahan dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tersebut telah diperhatikan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya penggulingan, penurunan daya dukung tanah dan patahan. Pada dinding penahan, stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan, karena stabilitas

dinding penahan sangat mempengaruhi usia desain dinding penahan itu sendiri.

Untuk merencanakan dinding penahan yang sesuai dengan kondisi tanah pada lokasi penelitian tersebut.

Untuk mengetahui analisa stabilitas dinding penahan tanah yang direncanakan.

Untuk mengetahui anggaran biaya yang diperlukan untuk perencanaan dinding penahan tanah yang direncanakan

Dinding Penahan Tanah (*Retaining wall*)

Dinding penahan tanah adalah sebuah struktur yang didesain dan dibangun untuk menahan tekanan lateral (*horisontal*) tanah ketika terdapat perubahan dalam elevasi tanah yang melampaui sudut at-rest dalam tanah. Faktor penting dalam mendesain dan membangun dinding penahan tanah adalah mengusahakan agar dinding penahan tanah tidak bergerak ataupun tanahnya longsor akibat gaya gravitasi.

Jenis Dinding Penahan Tanah

- ❖ Dinding grafitasi (*grafity waal*)
- ❖ Dinding penahan kantilever (*Kantilever Retaining Wall*)
- ❖ Dinding counterfort (*counterfort wall*)
- ❖ Dinding butters (*butters wall*)

Pemadatan Tanah Timbunan

Proses pemadatan tanah timbunan harus dilakukan lapis per lapis. Untuk menghindari kerusakan pada dinding penahan tanah dan tekanan tanah lateral yang berlebihan, digunakanlah alat pemadat yang ringan.

Tekanan Tanah Lateral

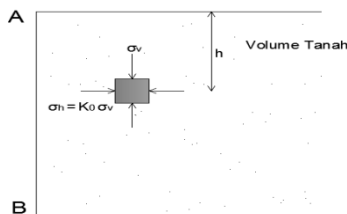
Analisis tekanan tanah lateral digunakan untuk perencanaan dinding penahan tanah. Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah

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)

Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam

Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman tertentu akan terkena tekanan arah vertikal σ_v dan tekanan arah horisontal σ_h seperti yang terlihat dalam Gambar 2.6. σ_v dan σ_h masing-masing merupakan tekanan aktif dan tekanan total, sementara itu tegangan geser pada bidang tegak dan bidang datar diabaikan



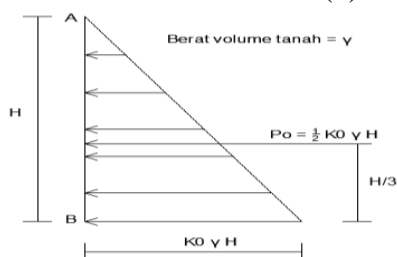
Gambar 1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

$$K_o = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots(1)$$

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).

$$K_o = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 2. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

$$P_o = \frac{1}{2} K_o \gamma H^2 \dots\dots\dots(3)$$

Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Tekanan Tanah Aktif

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \dots\dots\dots(4)$$

Dimana harga K_a untuk tanah datar adalah

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

γ = berat isi tanah (g/cm^3)

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

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p \dots\dots\dots(5)$$

Dimana harga K_p untuk tanah datar adalah

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots(6)$$

γ = berat isi tanah (g/cm^3)

H = tinggi dinding (m)

Φ = sudut geser tanah ($^\circ$)

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c \sqrt{K_p} \dots\dots(7)$$

Kapasitas Dukung Tanah

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

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

dimana:

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 Terzaghi

ϕ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1	0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5	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	23,7	11,7	9
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

Sumber :Hary Christadi Hardiyatmo, 2007

$$Q_{un} = q_u - \gamma \cdot D_f \dots \dots \dots (8)$$

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

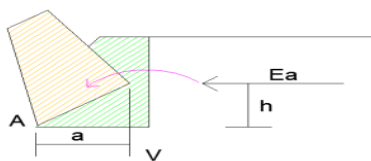
$$S_{fguling} = \frac{\sum M}{\sum MH} \geq 1,5 \dots \dots \dots (9)$$

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.

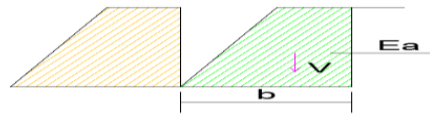


Gambar 3. Keruntuhan akibat bahaya guling

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.

$$(\sum F) = 0 \text{ dan } \sum M = 0 \dots \dots \dots (10)$$



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 $f = \text{tg } \phi$ dimana ϕ 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

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:

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

Dimana:

C = kohesi tanah

B = alas pondasi dinding penahan tanah

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

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:

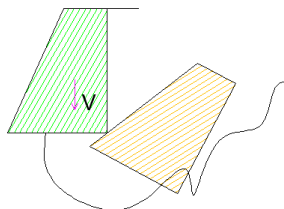
e = eksentrisitas

B = alas pondasi dinding penahan

σ = tekanan

$$SF = \frac{q ultimate}{q mak}$$

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.

Perhitungan Gempa

Rumus yang digunakan:

$$He = E \cdot SG$$

$$E = \frac{ad}{g}$$

$$ad = z \cdot ac \cdot v$$

Dimana:

He = Gaya yang diakibatkan oleh gempa

G = gravitasi bumi (9,81 m/det²)

Z = faktor yang bergantung pada letak geografis (koefisien zona gempa)

Ac = Percepatan kejut dasar (cm/det²)

untuk harga per periode ulang

v = koefisien jenis tanah

SG = gaya berat

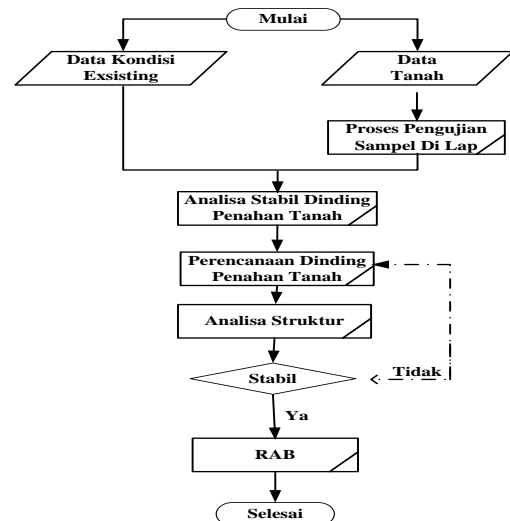
Tabel 2. Koefisien jenis tanah

Jenis	v
Batu	2,76
Diluvium	0,87
Aluvium	1,56
Aluvium lunak	0,29

Tabel 3. Periode ulang dan percepatan dasar gempa

Periode ulang (tahun)	Ac (cm/det ²)
20	85
100	160
500	225
1000	275

METODELOGI PERENCANAAN



HASIL PEMBAHASAN

- ❖ Tinggi air (H_{air})
 - Normal = 0,90 m
 - Banjir = 1,90 m
- ❖ Tanah pengisi = Tanah

Tabel 4.1 Data Tanah berpasir

No	Notasi	Σ	Satuan
1	G_s	1,055	kN/m^3
2	γ_b	11,7	kN/m^3
3	γ_d	7,02	kN/m^3
4	γ_{sat}	10,105	kN/m^3
5	γ'	0,43	kN/m^3
6	γ_w	9,81	kN/m^3
7	γ	22	kN/m^3
8	e	0,597	
9	c	2	kN/m^2
10	ϕ	25	$^\circ$

Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang direncanakan adalah jenis dinding penahan gravitasi.

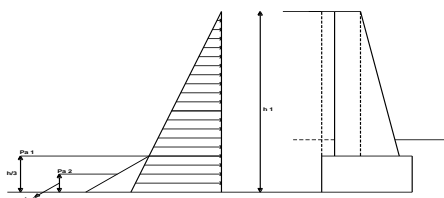
Data Perencanaan (dicoba dengan dimensi):

- Tinggi ($H+ D$) = 10 m
- Tinggi penahan(H) = 8 m
- Lebar ($B1$) = 3,5 m
- Lebar ($B2$) = 1 m
- Kedalaman pondasi (D) = 2 m
- L = 60 m

Perhitungan dilakukan dengan empat kondisi:

Kondisi Muka Air Normal Tanpa Gempa

Tanah Aktif (P_a)



Gambar 7. Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Muka Air Normal

Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{25}{2} \right) = 0,41$$

Tekanan tanah aktif:

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \gamma_d H_1^2 K_a = 143,91 \text{ kN}$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \gamma_d K_a \cdot \sqrt{K_a \cdot Df} = 1,842 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\Sigma P_a = P_{a1} + P_{a2} = 145,752 \text{ kN}$$

Momen Aktif:

$$M_{a1} = P_{a1} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H_1 \right)$$

$$= 143,91 \left(\frac{1}{3} \cdot 10 \right) = 479,7 \text{ kNm}$$

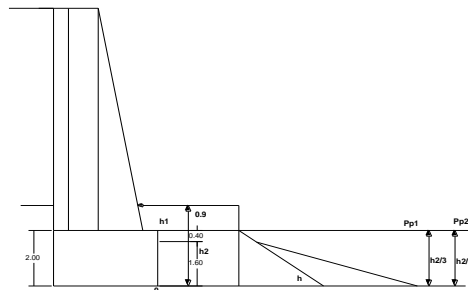
$$M_{a2} = P_{a2} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot H_2^2 \right)$$

$$= 1,842 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2^2 = 2,456 \text{ kNm}$$

Jumlah momen aktif yang bekerja:

$$\Sigma M_a = M_{a1} + M_{a2} = 482,156 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 6. Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Muka Air Normal

Koefisien Tekanan Tanah Pasif

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

$$= \tan^2 \left(45^\circ + \frac{25}{2} \right) = 1,57$$

Tekanan tanah pasif:

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \gamma_{sat} H_1^2 = 20,3 \text{ kN}$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \gamma_{sat} \cdot K_p \cdot H_2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot Df} = 20,77 \text{ kN}$$

$$\Sigma P_p = P_{p1} + P_{p2} = 41,07 \text{ kN}$$

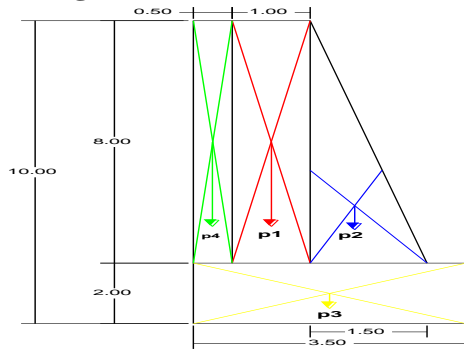
Momen Pasif

$$M_{p1} = P_{p1} \cdot \frac{1}{3} \cdot H_1 = 13,533 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = P_{p2} \cdot \frac{1}{3} \cdot Df = 11,077 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_p = M_{p1} + M_{p2} = 24,61 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi



Gambar 8 Berat Sendiri Konstruksi

$$\begin{aligned}
 P1 &= p \times l \times \gamma &= 176 \text{ kN/m} \\
 P2 &= \frac{1}{2} \times a \times t \times \gamma &= 132 \text{ kN/m} \\
 P3 &= p \times l \times \gamma &= 154 \text{ kN/m} \\
 P4 &= p \times l \times \gamma_d &= 28,08 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Jarak Beban Terhadap Dinding Penahan di Titik 0

Tabel 4. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	176	2,5	440
2	132	1	132
3	132	1,75	231
4	28,08	3,25	91,26
Σ	468,08		934,951

Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas dukung ultimit:

$$\begin{aligned}
 q_u &= \left(\frac{1}{3} \cdot c \cdot N_c\right) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \\
 N_c &= 25,1 ; N_q = 12,7 ; N_\gamma = 9,2 \\
 P_o &= D_f \cdot \gamma_{sat} = 2 \cdot 10,15 = 20,30 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$q_u = 858,89 \text{ kN/m}^2$$

Kapasitas dukung ultimit neto:

$$Q_{un} = q_u - P_o = 838,59 \text{ kN/m}^2$$

Tekanan pondasi neto:

$$Q_n = q_{un} - P_o = 818,29 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman (f)

$$F = 3$$

Kapasitas dukung ijin:

$$q_a = \frac{q_u}{f} = \frac{858,89}{3} = 286,297 \text{ kN/m}^2$$

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$E = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \frac{\Sigma M}{\Sigma P} = \frac{1}{2} \cdot 3,5 - \frac{894,227}{468,07} = 0,41$$

$$e_{ijin} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 3,5 = 0,583$$

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot \left(\frac{B}{2}\right) - e} = 165,396 < q_a$$

$$= 286,297 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

$$F = \text{tg } \alpha = \text{tg } 15 = 0,268$$

$$SF = \frac{(v \cdot f) + \left(\frac{2}{3} \cdot c \cdot B\right) + (Pp)}{Pa} = 1,82 > 1,5 \text{ Ok}$$

Stabilitas terhadap guling

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

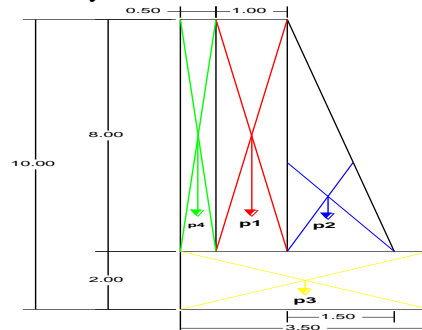
Kondisi Muka Air Normal dengan Gempa

$$A_d = z \cdot a_c \cdot v = 105,6 \text{ cm/det}^2$$

$$E = \frac{a_d}{g} = 0,108$$

Berat Sendiri Konstruksi

Gaya gempa yang terjadi ada tiga pias, diantaranya:



Gambar 9 Berat Sendiri Konstruksi Akibat Gempa

Tabel 6. Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Gempa

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	19,01	2,5	47,525
2	14,256	1	14,256
3	16,632	1,75	29,106
4	3,033	3,25	9,858
ΣV	52,291		101,121

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap geser

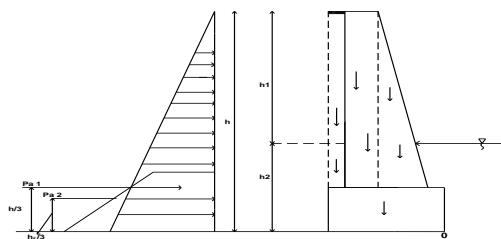
$$F = tg, tg 25 = 0,47$$

$$SF = \frac{(v \cdot f) + (\frac{2}{3} \cdot c \cdot B) + (Pp)}{Pa} = \frac{241,195}{145,752} = 1,62 > 1,2 \dots\dots\dots(\text{Ok})$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = \frac{763,716}{487,595} = 1,57 \geq 1,2 (\text{Ok})$$

Kondisi Muka Air Banjir Tanpa Gempa Tanah Aktif (Pa)



Gambar 10 Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Banjir

Tekanan tanah aktif:

$$Pa1 = \frac{1}{2} \gamma_d H1^2 Ka = 143,91 \text{ kN}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \gamma_{sat} H2^2 \cdot Ka = 31,65 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\sum Pa = Pa1 + Pa2 = 175,56 \text{ Kn}$$

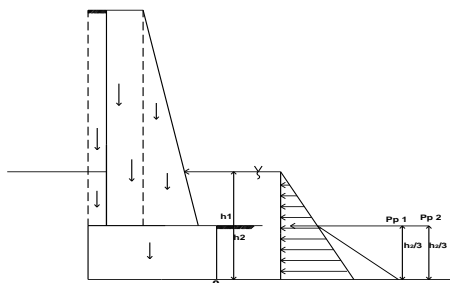
Momen Aktif:

$$Ma1 = Pa1 \cdot (\frac{1}{3} \cdot H1) = 479,7 \text{ kNm}$$

$$Ma2 = Pa2 \cdot (\frac{1}{3} \cdot H2^2) = 160,466 \text{ kNm}$$

$$\sum Ma = Ma1 + Ma2 = 640,166 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 11 Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Banjir

Tekanan tanah pasif:

$$Pp1 = \frac{1}{2} \gamma_w H1^2 = 74,605 \text{ kN}$$

$$Pp2 = \frac{1}{2} \gamma_{sat} \cdot Kp \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{Kp \cdot Df} = 41,891 \text{ kN}$$

$$\sum Pp = Pp1 + Pp2 = 116,496 \text{ kN}$$

Momen Pasif

$$Mp1 = Pp1 \cdot \frac{1}{3} \cdot H1 = 96,986 \text{ kNm}$$

$$Mp2 = Pp2 \cdot \frac{1}{3} \cdot Df = 27,927 \text{ kNm}$$

$$\sum Mp = Mp1 + Mp2 = 124,913 \text{ kNm}$$

Kapasitas Dukung Tanah

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

$$\sigma_{max} = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot (\frac{B}{2}) - e} = 279,4507 \text{ kN/m}^2$$

Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{(v \cdot f) + (\frac{2}{3} \cdot c \cdot B) + (Pp)}{Pa} = 1,9 > 1,5 (\text{Ok})$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = 1,65 > 1,5 \dots\dots\dots(\text{Ok})$$

Kondisi Muka Air Banjir dengan Gempa

Tabel 8. Perhitungan Momen Akibat Gempa

No	Berat Sendiri (kN/m)	P	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	19,01		2,5	47,525
2	14,256		1	14,632
3	16,632		1,75	29,106
4	3,033		3,25	9,858
Σ				52,201
				101,121

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$SF = \frac{(v \cdot f) + (\frac{2}{3} \cdot c \cdot B) + (Pp)}{Pa} = 1,80 > 1,2 \text{ Ok}$$

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M + \sum Mp}{\sum Ma} = 1,35 > 1,2 \text{ Ok}$$

Estimasi Anggaran

Total biaya yang diperlukan untuk pembangunan dinding penahan tipe gravitasi di Sungai metro Kecamatan Sukun, Kelurahan, Karangbesuki, Kabupaten Malang Rp 675.980,002

Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan kondisi stabilitas dinding penahan tanah aman terhadap bahaya guling dan geser dan daya dukun tanah.

- Bahaya Geser, $SF = 1,82 > 1,5$
- Bahaya Guling $= 1,9 > 1,5$

Untuk kondisi normal dengan gempu:

- Bahaya Geser, $SF = 1,57 > 1,2$
- Bahaya Guling, $= 65 \geq 1,2$

Untuk kondisi banjir tanpa gempu:

- Bahaya Geser, $SF = 1,65 > 1,5$
- Bahaya Guling $= 2,9 > 1,5$

Untuk kondisi banjir dengan gempu:

- Bahaya Geser, $SF = 1,35 > 1,2$
- Bahaya Guling, $SF = 1,8 > 1,2$

2. Total biaya yang diperlukan untuk pembangunan dinding penahan tanah dengan panjang 60 m dan lebar 3,5 m adalah Rp 675.980,002

Ucapan Terima Kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan perlindungan-Nya,
2. Bapak Suhudi, ST., MT dan Ibu Kiki Frida Sulistyani, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 dan 2
3. Orang tua tercinta (Mama dan Papa) atas dukungan, dan motivasi
4. Dan semua orang yang terlibat dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B. 1983. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Penerbit Erlangga.
- Djarmiko Soedarmono, dan 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.
- 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. Jakarta