

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TAMBAHAN PADA SUNGAI KONTO DI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

(Anselmus Soka¹ Suhudi² AndyKristafi³ Kiki Frida⁴)

Ps.Teknik Sipil Fak,Teknik.Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang

Jl.Telaga Warna Tlogomas Malang 65114, Telp.0341-565500; Fax 0341-565522

anselmussoka@gmail.com

Abstract

Retaining wall has function to hold the soil and prevent it from sliding danger. Because of load rain, heavy soil or because of the load acting. At this time, the construction of retaining wall is very often used in civil works construction although the retaining wall had been famous in the world. The occurrence of avalanches on the *Konto* river in *Jalan Abd.Manan Wijaya Pujon* caused by the dimensions of the retaining wall is too small so unstable to the safety factor (f_s), the value of the safety factor in the review is a safety factor to bearing capacity, shear forces and stability against roll style. The purpose of this study was to increase the strength of an existing retaining wall so it can prevent sliding because of the location of research there on the corner of the street and there is a bridge crossing the local residents as well as the access to the main line *Malang - Kediri*. Planning additional soil retaining walls using a modification of gravity type retaining wall masonry and reinforced concrete times. Dimensional stability against sliding wall: $2.33 > 1.5$ (safe) and was stable against the bolsters: $5.3 > 1.5$ (safe).

Keywords: Bend, Ancillary, Stability Retaining Walls.

PENDAHULUAN

Jalan Abd.Manan Wijaya merupakan salah satu jalan utama arus lalu lintas yang menghubungkan akses Malang-Kediri yang terletak di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang, tepatnya di pinggir Sungai Konto,

sungai ini memiliki aliran yang cukup luas.

Dimana daerah sekitar memiliki belokan yang cukup tajam dan tepatnya ada jembatan yang menghubungkan warga sekitar dengan daerah perkebunan mereka. Lokasi tersebut menjadi titik rawan saat ini. Apalagi

titik-titik lokasi tersebut juga berbatasan dengan aliran Sungai Konto yang membahayakan bagi pengguna jalan yang melintasi dikawasan itu.

Hal ini tidak dapat dilepaskan dari peran perancang dan pembuat dinding penahan tambahan di sepanjang sungai, tebing dan lainnya untuk memperhitungkan kekuatan dinding penahan tanah tersebut, agar dapat melindungi jembatan, mendukung tanah pada jalan dan berfungsi untuk menahan tanah serta mencegah dari bahaya kelongsoran baik akibat beban air, berat tanah maupun beban yang bekerja diatasnya.

Daerah tersebut diatas dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tanah 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. Oleh karena itu perlu di lakukan ***“Perencanaan Dinding Penahan Tambahan Pada Sungai Konto Di Kecamatan Pujon Kabupaten Malang”***

Dinding Penahan Tanah

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. Tekanan tanah lateral di belakang dinding penahan tanah bergantung

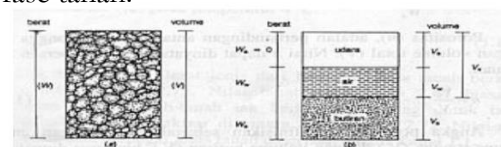
kepada sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kohesi (c). Tekanan lateral meningkat dari atas sampai ke bagian paling bawah pada dinding penahan tanah. Jika tidak direncanakan dengan baik, tekanan tanah akan mendorong dinding penahan tanah sehingga menyebabkan kegagalan konstruksi serta kelongsoran.

Jenis Dinding Penahan Tanah

1. Dinding grafitasi (grafity waal)
2. Dinding penahan kantilever (Kantilever Retaining Wall)
3. Dinding counterfort (counterfort wall)
4. Dinding butters (butters wall)

Tanah

Beban utama yang dipikul oleh dinding penahan tanah adalah berat tanah itu sendiri. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan yang memadai tentang tanah untuk dapat mendesain dinding penahan tanah. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan hal di atas, berikut adalah gambar diagram fase tanah.



Gambar 1 Diagram Fase Tanah

Besarnya kadar air dan udara berpengaruh besar pada stabilitas

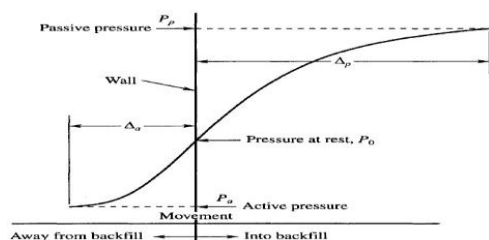
tanah, oleh karena itu tidak semua jenis tanah dapat digunakan untuk timbunan di belakang dinding penahan tanah. Bahan yang paling baik digunakan adalah tanah yang kering dan tidak kohesif Timbunan.

Sistem Drainase Pada Dinding Penahan Tanah

Satu hal yang lebih penting lagi dalam membangun sebuah dinding penahan tanah adalah memadainya sistem drainase karena air yang berada di belakang dinding penahan tanah mempunyai pengaruh pada stabilitas struktur. Drainase berfungsi untuk mengalirkan air tanah yang berada di belakang dinding. Dinding penahan yang tidak mempunyai sistem drainase yang baik dapat mengakibatkan peningkatan tekanan tanah aktif di belakang dinding, berkurangnya tekanan pasif di depan dinding, berkurangnya resistansi friksional antara dasar dinding dan tanah serta kuat geser tanah yang akhirnya akan berdampak pada berkurangnya daya dukung tanah.

Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif Menurut Rankine.

Keseimbangan plastis (plastic equilibrium) di dalam tanah adalah suatu keadaan yang menyebabkan tiap-tiap titik di dalam massa tanah menuju proses ke suatu keadaan runtuh. Rankine (1857) menyelidiki keadaan tegangan di dalam tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis.



Gambar 2 Grafik hubungan pergerakan Dinding penahan dan tekanan tanah.

Untuk tanah yang tidak berkohesi (cohesionless soil), $c = 0$, maka koefisien tekanan aktifnya adalah

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

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

Kapasitas Dukung Tanah

Analisa kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Persamaan – persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat – sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhannya. (Teori Terzaghi) Rumus persamaan umum beban ultimit persatuan luas :

$$q_u = 1/3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot d \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

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).

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.

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

Daya dukung ijin dari tanah

Tekanan yang 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. Tekanan tanah dihitung dengan rumus :

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

METODELOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pujon tepatnya di bantaran Sungai Konto Jalan Abd.Manan Wijaya Desa Kedungrejo. Lokasi obyek yang direncanakan sepanjang 50 meter memakai dinding penahan batu kali dan beton dan berada pada titik koordinat antara garis lintang $7^{\circ}51'15.56''S$ dan garis bujur $112^{\circ}26'20.25''T$



Gambar 3 Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer disini adalah data yang didapat dari pengamatan langsung peneliti pada lokasi penelitian seperti :

- Peninjauan dan pengukuran lokasi dengan bertujuan mengamati situasi lokasi penelitian
- Pengambilan foto – foto lokasi penelitian untuk pengamatan dan analisa.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain berkaitan dengan perencanaan yang dilakukan. Data ini merupakan data yang tidak perlu diolah lagi karena merupakan data yang sudah baku, yang berkaitan dengan perencanaan yang akan dilakukan. Seperti Peta topografi menggambarkan dimensi lereng secara visual sehingga didapatkan tinggi dari kemiringan lereng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Tanah

Sebagai data – data penunjang untuk menghitung stabilitas dinding penahan ini, maka data yang diperoleh diantaranya adalah sebagai berikut:

- Tinggi air (H_{air})
 - Normal = 1 m
 - Banjir = 3 m
- Tanah pengisi = Tanah Lanau

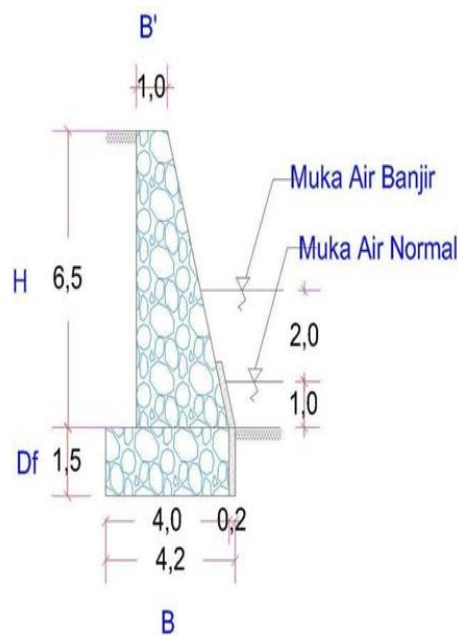
Tabel 1 Data Tanah

N o	Jenis Data	Notas i	Σ	Satuan
1	Berat Jenis Tanah	Gs	1,00 1	kN/m ³
2	Berat Volume Tanah Kering	γ_d	11,0 9	kN/m ³
3	Berat Volume Tanah Jenuh	γ_{sat}	23,5 5	kN/m ³
4	Berat Volume Tanah Apung	γ'	13,7 4	kN/m ³
5	Berat Jenis Air	γ_w	9,81	kN/m ³
6	Berat Jenis Pasangan Batu	γ	22	kN/m ³

7	Angka Pori	e	1,27	
8	Kadar Pori	n	0,56	
9	Kohesi Tanah	c	0,35	kN/m ²
10	Sudut Gesek	ϕ	24,2	°

Sumber : Skripsi Joanico Dasilva Soares (2010520021) Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

Data Dinding Penahan Tanah Tambahan



Gambar 4 Dimensi dinding Penahan Rencana

Tinggi total dinding penahan tanah
(H + Df) = 8 m

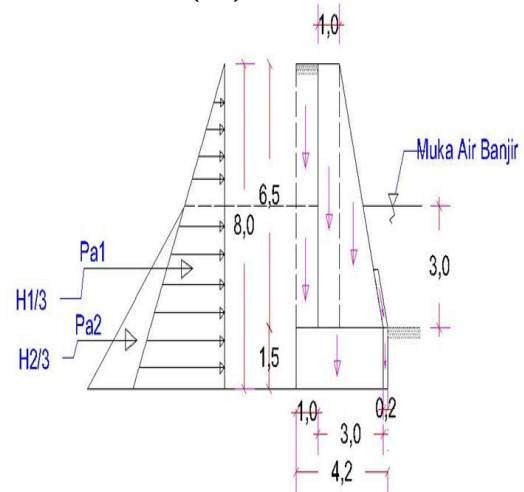
Tinggi dinding penahan (H)
= 6,5 m

Lebar bawah (B)
= 4,2 m

Lebar atas (B')
= 1 m

Kedalaman fondasi
= 1,5 m

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif. Tanah aktif (Pa).



Gambar 5 Tekanan Tanah Aktif pada Kondisi Muka Air Banjir

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

$$= \text{tg}^2 (45 - 24,2/2) = 0,41$$

Tekanan tanah aktif :

$$Pa_1 = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_d \cdot H_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,41 \cdot 11,09 \cdot 6,5^2$$

$$= 96,05 \text{ kN}$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} \gamma_{\text{sat}} \cdot H_2^2 \cdot K_a$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 23,55 \cdot 3^2 \cdot 0,41$$

$$= 43,45 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan aktif yang bekerja:

$$\sum Pa = Pa_1 + Pa_2$$

$$= 96,05 + 43,45$$

$$= 139,50 \text{ kN}$$

Momen aktif :

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

$$= 96,05 \left(\frac{1}{3} \cdot 6,5 \right)$$

$$= 208,11 \text{ kNm}$$

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

$$= 43,45 \left(\frac{1}{3} \cdot 3 \right)$$

$$= 43,45 \text{ kNm}$$

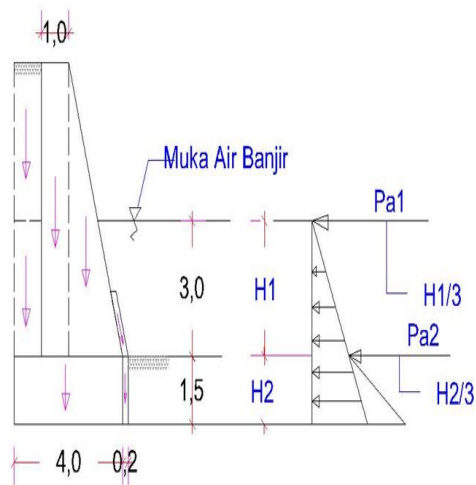
Jumlah momen aktif yang bekerja:

$$\sum M_a = M_{a1} + M_{a2}$$

$$= 208,11 + 43,45$$

$$= 251,56 \text{ kNm}$$

Tanah Pasif



Gambar 6 Tekanan Tanah Pasif pada Kondisi Muka Air Banjir

Koefisien tekanan tanah pasif :

$$K_p = (1 + \sin\varphi) / (1 - \sin\varphi)$$

$$= \tan^2 (45^\circ + \varphi/2)$$

$$= \tan^2 (45^\circ + 24,2/2)$$

$$= 2,3$$

Tekanan tanah pasif:

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \gamma_w H_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 3^2$$

$$= 44,14 \text{ kN}$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot K_p \cdot Df^2 + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot Df}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 13,74 \cdot 2,3 \cdot 1,5^2 + 2 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{2,3 \cdot 1,5}$$

$$= 35,55 + 1,30$$

$$= 36,85 \text{ kN}$$

Jumlah tekanan pasif yang bekerja:

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

$$= 44,14 + 36,85$$

$$= 80,99 \text{ kN}$$

Momen pasif :

$$M_{p1} = P_{p1} \cdot \frac{1}{3} \cdot H_1$$

$$= 44,14 + \left(\frac{1}{3} \cdot 1 \right)$$

$$= 14,71 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = P_{p2} \cdot \frac{1}{3} \cdot Df$$

$$= 36,85 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,5$$

$$= 18,43 \text{ kNm}$$

Jumlah momen pasif yang

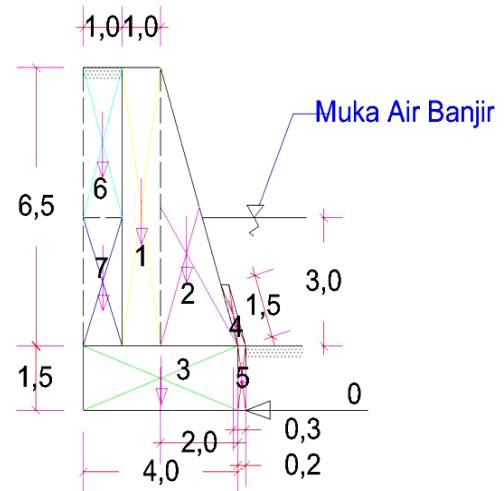
bekerja:

$$\sum M_p = M_{p1} + M_{p2}$$

$$= 14,71 + 18,43$$

$$= 33,14 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri



Gambar 7 Berat Sendiri Konstruksi

Tabel 2 Hasil Perhitungan Momen Akibat Gaya Vertikal.

No	Berat Sendiri P (kN/m)	Jarak ke titik 0 (m)	Momen (kN.m)
1	143	2,7	385,1
2	143	1,53	219,27

3	132	2,2	290,4
4	7,2	0,15	1,08
5	7,2	0,1	0,72
6	38,81	3,7	143,61
7	70,65	3,7	261,40
Σ	541,86		1302,58

Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas dukung ultimit:

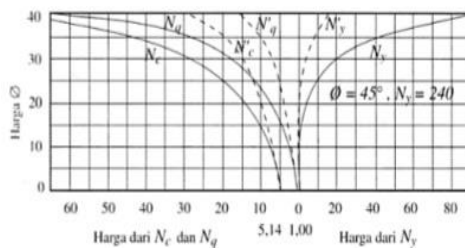
$$q_u = \left(\frac{1}{3} \cdot c \cdot N_c\right) + (\gamma \cdot d \cdot N_q) + (0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

N_c , N_q , N_γ adalah faktor kapasitas dukung tanah (fungsi ϕ) $\phi = 24,2^\circ$ diambil dari grafik Terzaghi.

Tabel Gesekan Dinding (f_s) Terzaghi (1943)

Jenis Tanah	f_s (kg/cm ²)
Lanau dan lempung lunak	0,07 – 0,30
Lempung sangat kaku	0,49 – 1,95
Pasir tak padat	0,12 – 0,37
Pasir padat	0,34 – 0,68
Kerikil padat	0,49 – 0,96

Grafik Koefisien Kapasitas Daya Dukung Terzaghi



Gambar 8 Grafik hubungan ϕ dan N_γ , N_c , N_q , (Terzaghi, 1943).

Faktor Keamanan Terhadap Kuat Dukung Tanah, Geser dan Guling

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 1302,58 \text{ kNm} \\ V &= \Sigma P = 541,86 \text{ kN} \\ e &= 1/2 \cdot B - \Sigma M / \Sigma P\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= 1/2 \cdot 4,2 - 1302,58/541,86 \\ &= -0,304 \\ e_{\text{ijin}} &= 1/6 \cdot B = 1/6 \cdot 4,2 = 0,7 \\ \sigma_{\text{maks}} &= \frac{2 \cdot V}{3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e\right)} \\ \sigma_{\text{maks}} &= \frac{2 \cdot 541,86}{3 \cdot \left(\frac{4,2}{2} - (-0,304)\right)} \\ &= 164,105 > q_a = 58,65 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Stabilitas terhadap geser

Gaya vertikal $V = \Sigma P$

$$F = \text{tg } \alpha \rightarrow \text{tg } 24,2^\circ = 0,45$$

$$SF = \frac{v \cdot f + \frac{2}{3} c \cdot B + Pp}{Pa}$$

$$SF = \frac{541,86 \cdot 0,45 + \frac{2}{3} \cdot 0,35 \cdot 4,2 + 80,99}{139,503} = 2,33 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Stabilitas terhadap guling :

$$\Sigma Ma = 251,56 \text{ kNm}$$

$$\Sigma Mp = 33,14 \text{ kNm}$$

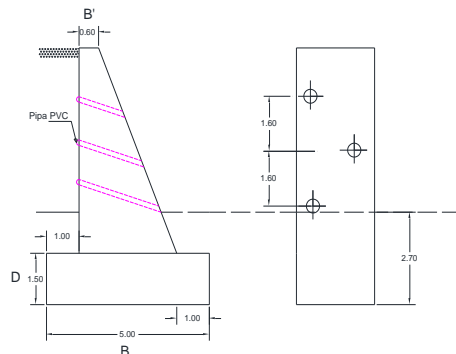
$$\Sigma M = 1302,58$$

$$SF = \frac{\Sigma M + \Sigma Mp}{\Sigma Ma} = \frac{1302,58 + 33,14}{251,56} = 5,3 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Dari hasil perhitungan eksisting menunjukkan bahwa stabilitas terhadap guling aman, tetapi tidak aman terhadap stabilitas geser, maka bisa disimpulkan bahwa robohnya dinding penahan eksisting karena tidak stabil terhadap geser. Maka dari itu perlu perencanaan dinding penahan ulang.

Pemilihan Sistem Drainase

Untuk dinding penahan ini dipilih sistem drainase dasar untuk lubang atau pipa penyalur digunakan pipa keras vinyl (PVC) dengan diameter dalam kira-kira 8 cm, seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 9 Drainase Dinding Penahan

RENCANA ANGGARAN BIAYA PEMBANGUNAN DINDING PENAHAN TANAH

Jumlah harga tiap m^3 = jumlah total biaya : luas bangunan dinding penahan

$$\begin{aligned}
 L1 &= 1 \times 6,5 = 6,5 \text{ m}^2 \\
 L2 &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6,5 = 6,5 \text{ m}^2 \\
 L3 &= 4,2 \times 1,5 = 6,3 \text{ m}^2 \\
 L4 &= 1,5 \times 0,2 = 0,3 \text{ m}^2 \\
 L5 &= 1,5 \times 0,2 = 0,3 \text{ m}^2 \\
 \sum L &= 6,5 + 6,5 + 6,3 + 0,3 + 0,3 \\
 &= 19,9 \text{ m}^2 \\
 V &= 19,9 \times 50 = 995 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah harga tiap } m^3 &= \\
 \frac{1.088.301.993,50}{995} &= \text{Rp. } 1.093.770,85
 \end{aligned}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Kondisi dinding penahan pada lokasinya masih terlihat kokoh namun sangat rawan longsor karena situasi lokasi berada pada belokan jalan yang dapat membahayakan pengguna jalan jika suatu saat terjadi banjir bandang dan memutuskan satu-satunya akses

jalur Malang – Kediri. Maka dari itu butuh perencanaan tambahan

Dimensi dinding penahan tambahan :

Tinggi (H) = 6,5 m

Lebar (B) = 4,2 m

Lebar atas dinding penahan = 1 m

Kedalaman pondasi = 1,5 m:

Dinding stabil terhadap gaya geser = 2,33 > 1,5 (aman)

Dinding Stabil Terhadap Guling = 5,3

> 1,5 (aman)

Total biaya yang diperlukan untuk perencanaan dinding penahan tanah dengan panjang 50 m dan lebar 4,2 m yaitu sebesar Rp.1.088.301.993,50 Dari total biaya keseluruhannya di dapat jumlah biaya pekerjaan setiap m^3 = Rp. 1.093.770,85

Adapun saran yaitu Untuk merencanakan dinding penahan tanah harus mengetahui kondisi lokasi agar dapat menentukan jenis dan dimensi dinding penahan tanah yang tepat dan perencanaan harus dilakukan efisien, praktis dan ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

Djarmiko Soedarmono, Edy Purnomo (1993) Mekanika Tanah 2. Kanisius. Yogyakarta.

Hardiyatmo, H. C, 2003, "Mekanika Tanah II", Edisi Ketiga, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Hary crustady Hardiyatmo (2010) Mekanika Tanah 2. Gajah Mada University press. Yogyakarta.

Herlien Indrawahjuni (2011) Mekanika Tanah II. Bargie Media, Malang.

L.D. Wesley (1997) Mekanika Tanah. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta

R.F.Craig (1978) Mekanika Tanah, Erlangga, Jakarta.

Terzaghi, K, & peck, R. B, 1993, "Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa", Penerbit Erlanga, Jakarta.

