

DESAIN REKAYASA DETAIL DINDING PENAHAN TANAH RUAS JALAN DUSUN TAPINALU-ULATU KECAMATAN HUAMUAL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

Winaefelia Supusepa

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Vera Theresia Caroline Siahaya

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Sjafrudin Latar

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Alamat: Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Korespondensi penulis : winaefeliasupusepa@gmail.com

Abstract. *The road section of Tapinalu-Ulatu Hamlet, located in Luhu Village, Huamual District, Seram Bagian Barat Regency, has a length of 3.1 km and a width of 4.5 m. On the right side of the road, there is a hill and steep slope that caused a landslide at STA 01+150-01+165, with a landslide width of 11 m and a height of 7 m, disrupting road users' activities. This study aims to determine the appropriate type of retaining wall and produce a detailed engineering design. The methods used include calculating active and passive earth pressures using the Rankine method, assessing soil bearing capacity stability with Terzaghi's equation, determining retaining wall dimensions using SNI 2860:2017 standards, and estimating construction costs using the AHSP 2022 Bina Marga method. The results show that the most suitable type of retaining wall for the Tapinalu-Ulatu Hamlet road section is the cantilever retaining wall. The wall meets safety requirements for sliding stability ($2.32 \geq 2$), overturning stability ($2.16 \geq 2$), and bearing capacity ($6.88 > 3$). The detailed engineering design includes a preliminary design with dimensions: height = 7 m, footing height = 1 m, top width = 0.3 m, base width = 4.8 m, toe width = 1.6 m, and heel width = 2.4 m. The construction cost for the cantilever retaining wall is estimated at IDR 1,913,223.96 m*

Keywords: retaining wall, Rankine method, detailed engineering design

Abstrak. Ruas jalan Dusun Tapinalu-Ulatu, yang terletak di Desa Luhu, Kecamatan Huamual, Kabupaten Seram Bagian Barat, memiliki panjang 3,1 km dan lebar 4,5 m. Di sebelah kanan ruas jalan terdapat bukit dan lereng curam yang menyebabkan longsor pada titik STA 01+150-01+165, dengan lebar longsor 11 m dan ketinggian 7 m, yang mengganggu aktivitas pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis dinding penahan tanah yang tepat dan menghasilkan desain rekayasa detail. Metode yang digunakan meliputi perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif dengan metode Rankine, serta stabilitas daya dukung tanah menggunakan persamaan Terzaghi. Menghitung dimensi dinding penahan tanah menggunakan metode SNI 2860:2017. Menghitung estimasi anggaran biaya menggunakan metode AHSP 2022 bina marga. Dari hasil penelitian Jenis dinding penahan tanah yang cocok untuk digunakan pada ruas jalan Dusun Tapinalu- Ulatu yaitu dinding penahan tanah tipe kantilever, dimana dinding tersebut aman terhadap stabilitas geser = $2,32 \geq 2$ guling = $2,16 \geq 2$, maupun daya dukung $6,88 > 3$. Dari penentuan jenis dinding penahan tanah dihasilkan desain rekayasa detail yang berisi gambar pra-desain dengan dimensi tinggi = 7 m, tinggi tapak = 1 m, dan lebar atas = 0,3 m, lebar dasar = 4,8 m, lebar kaki = 1,6 m, lebar tumit = 2,4 m. dinding penahan tanah, dan volume biaya pekerjaan dinding penahan tanah tipe kantilever sebesar Rp. 1.913.223,96 m³

Kata kunci: dinding penahan tanah, metode Rankine, desain rekayasa detail.

LATAR BELAKANG

Ruas jalan Dusun Tapinalu-Ulatu, terletak di Desa Luhu, Kecamatan Huamual, Kabupaten Seram Bagian Barat, merupakan jalan baru dengan panjang 3,1 km dan lebar 4,5 m. Berdasarkan kondisi geografis ruas jalan Dusun Tapinalu- Ulatu, di sebelah kanan

ruas jalan tersebut terdapat bukit dan lereng yang miring serta curam. Dengan beban di kepala lereng yang besar dapat mengakibatkan longsor dinding lereng yang terbentuk akibat pembongkaran jalan, dikarenakan adanya gerusan terus menerus pada lereng. Gerusan diakibatkan karena terjadinya aliran air yang mengalir dengan cepat (Maruapey et al., 2024). Terdapat lereng yang mengalami kelongsoran di Dusun Tapinalu- Ulatu pada titik STA 01+150-01+165 dengan lebar longor 11 m dan ketinggian 7 m. Longsor ini sangat mengganggu aktifitas pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan jenis dinding penahan tanah yang cocok untuk digunakan dan menghasilkan desain rekayasa detail dinding penahan tanah pada ruas jalan Dusun Tapinalu- Ulatu.

KAJIAN TEORITIS

Tanah

Tanah adalah kumpulan benda-benda alami yang terdapat di permukaan bumi, yang tersusun dalam lapisan-lapisan horizon, dan terdiri atas campuran mineral, bahan organik, air, serta udara. Tanah juga berfungsi sebagai media pertumbuhan bagi tanaman. Tanah terbentuk melalui proses pelapukan batuan dan proses geologi lain di permukaan bumi (Prof.Dr. Ir. H. Sarwono Hardjowigeno, M.Sc).

Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis .Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain :

- a. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Gravity Wall)
- b. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever (Cantilever retaining wall)
- c. Dinding Penahan Tanah Tipe *Counterfort*
- d. Dinding Penahan Tanah Tipe Krib
- e. Dinding Penahan Tanah tanah bertulang (reinforced earth wall).

Pada penelitian ini digunakan dinding penahan tanah bertipe cantilever dengan menggunakan Metode Rankine untuk menghitung tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif

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

$$K_p = \frac{1+\sin}{1-\sin} = \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

φ = sudut gesek tanah ($^{\circ}$)

Tekanan tanah aktif total (P_a) dan tekanan tanah pasif total (P_p) untuk dinding penahan tanah setinggi H dinyatakan oleh persamaan:

$$P_a = 0,5 H^2 \gamma K_a \dots\dots\dots (3)$$

$$P_p = 0,5 H^2 \gamma K_p \dots\dots\dots (4)$$

Dengan momen penahan dapat dinyatakan :

$$M_a = P_a \frac{H}{3} \dots\dots\dots (5)$$

$$M_p = P_p \frac{H}{3} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

P_a = tekanan tanah aktif (kN/m)

P_p = tekanan tanah pasif (kN/m)

H = ketinggian dinding (m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

M_a = Momen tanah aktif (kN/m)

M_p = Momen tanah pasif (kN/m)

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

1. Stabilitas terhadap pergeseran

$$F_{gs} = \frac{\sum R h}{\sum p h} \geq 1,5 \dots\dots\dots (7)$$

Dengan:

F_{gs} = faktor aman terhadap penggeseran

$\sum R h$ = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

$\sum p h$ = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

2. Stabilitas terhadap Penggulingan

$$F_{gl} = \frac{\sum M w}{\sum M g l} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan:

F_{gl} = faktor aman akibat penggulingan

$\sum M w$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum M g l$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

3. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung

$$q_u = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 B \gamma N_\gamma \dots\dots\dots (9)$$

Dengan:

c = kohesi tanah (kN/m²)

D_f = kedalaman fondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m³)

B = lebar fondasi dinding penahan tanah (m)

N_c , N_q dan N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

$$x = \frac{\sum Mw - \sum M_{GL}}{\sum V} \dots\dots\dots (10)$$

$$e = \frac{B}{2} - x; B > 6 \dots\dots\dots (11)$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F = \frac{qu}{q} \geq 3 \dots\dots\dots (12)$$

$$q_a = \frac{qu}{F} \dots\dots\dots (13)$$

Dengan:

q_a = tegangan ijin (kN/m²)

qu = tegangan ultimit (kN/m²)

F = faktor aman

Perhitungan tekanan struktur pada tanah pondasi

$$q = \frac{w}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right), \text{ bila } e \leq B/6 \dots\dots\dots (14)$$

$$q_{mak} = \frac{2w}{3(B-2e)}, \text{ bila } e > B/6 \dots\dots\dots (15)$$

Dengan:

q = kapasitas dukung (kN/m²)

v = berat dinding penahan (kN)

e = eksentrisitas beban (m)

B = lebar dasar fondasi (m)

Desain Rekayasa Detail

Desain Rekayasa Detail atau *Detail Engineering Design (DED)* adalah dokumen desain teknis bangunan yang terdiri dari gambar teknis, spesifikasi teknis dan spesifikasi umum, volume serta biaya pekerjaan.

Tahapan pembuatan Desain Rekayasa Detail adalah sebagai berikut:

- a. Survey lokasi
- b. Membuat denah rencana utama dan alternatif
- c. Membuat gambar pra-desain
- d. Pembuatan gambar kerja

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak pada ruas jalan Dusun Tapinalu - Ulatu, Kecamatan Huamual, Kabupaten Seram Bagian Barat pada titik STA 01+150-01+165. Jenis data yang digunakan berupa data primer yaitu dokumentasi, data hasil pengujian, gambar pra-desain dan data sekunder yaitu basic price 2024, SNI, peta lokasi. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu Metode kepustakaan (*library research*) dan Metode lapangan (*field research*).

Dalam penelitian ini juga menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Metode analisis yang digunakan meliputi metode eksperimen atau pengujian sampel untuk menentukan jenis dan desain dinding penahan tanah, perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif dengan metode Rankine, serta stabilitas daya dukung tanah menggunakan persamaan Terzaghi. Menghitung dimensi dinding penahan tanah menggunakan metode SNI 2860:2017. Menghitung estimasi anggaran biaya menggunakan metode AHSP 2022 bina marga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Propertis

- a. Pengujian Kadar Air : $w = 42,07\%$.
- b. Pengujian Bobot Isi : $\gamma_b = 2,16$ gram
 $\gamma_d = 1,65$ gram
- c. Pengujian Analisa Saringan : $D_{10} = 0,08$ mm
 $D_{30} = 0,30$ mm
 $D_{60} = 1,14$ mm
 $C_u = 14,25$, dan $C_c = 0,99$
- d. Berat Jenis : $G_s = 2,69$
- e. Pengujian Atterberg limit : $LL = 34,59\%$
 $PL = 15,65\%$ dan $IP = 18,94\%$

Dari pengujian propertis yang meliputi kadar air, bobot isi, berat jenis, Atterberg limit, Analisa saringan Data tanah yang diketahui antara lain:

Klasifikasi Tanah

Menggunakan sistem klasifikasi USC, dapat dinyatakan:

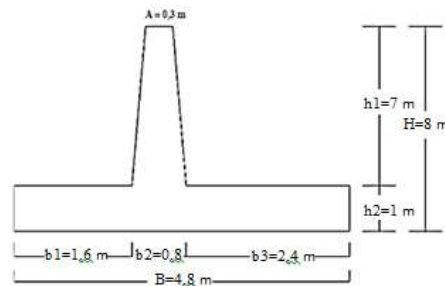
Untuk klasifikasi umum tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan no 200, dengan pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan no. 4 pasir dengan butiran halus simbol klasifikasinya SC dengan pasir berlempung, campuran pasir-lempung. Dengan $PI > 17$, dan C_u, C_c , tidak memenuhi.

2. Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Berat isi tanah basah (γ_b) = $15,8 \text{ kN/m}^3$

Berat isi tanah kering (γ_d)	= 14 kN/m ³
Kohesi (C)	= 21 gr/cm ²
Sudut geser (Φ)	= 20 Kg/cm ²
Berat volume material (γ_b)	= 24 kN/m ³
Tinggi lereng (H)	= 8 m

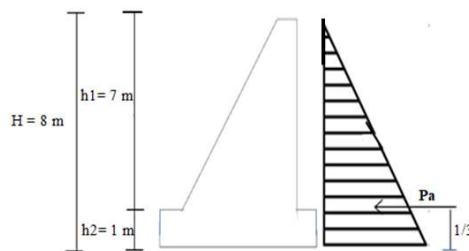
3. Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever



Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar 1. Dinding penahan tanah Kantilever

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif



Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar 2. Diagram tekanan tanah aktif

Perhitungan Koefisien tekanan aktif

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left(45 - \frac{20}{2} \right) \\
 &= 0,49
 \end{aligned}$$

Perhitungan tekanan aktif

$$\begin{aligned}
 P_a &= \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma_b \cdot K_a \\
 &= \frac{1}{2} \times 8^2 \text{ m} \times 15,8 \text{ kN/m}^3 \times 0,49 \\
 &= 247,74 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen aktif

$$M_a = P_a \cdot \frac{H}{3}$$

$$= 247,74 \text{ kN} \times \frac{8}{3}$$

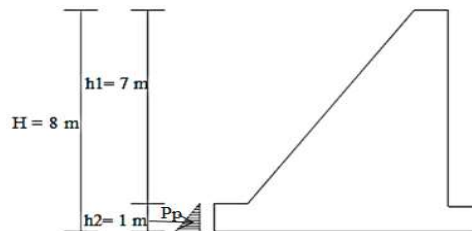
$$= 660,65 \text{ kN.m}$$

Tabel 1. Hasil perhitungan gaya dan momen pada tanah aktif

	Perhitungan	Pa (kN)	Ma(kN.m)
Pa	$\frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma_b \cdot K_a$	247,74	660,65
Total		$\Sigma Pa=247,74$	$\Sigma Ma=660,65$

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Perhitungan Tekanan Tanah Pasif



Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar 3. Diagram tekanan tanah pasif

Perhitungan Koefisien tekanan pasif

$$K_p = \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$= \text{tg}^2 \left(45 + \frac{20}{2} \right)$$

$$= 2,04$$

Perhitungan tekanan pasif

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot h_2 \cdot \gamma_b \cdot K_p$$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \text{ m} \times 15,8 \text{ kN/m}^3 \times 2,04$$

$$= 16,11 \text{ kN}$$

Perhitungan momen pasif

$$M_p = P_p \cdot \frac{Df}{3}$$

$$= 16,11 \text{ kN} \times \frac{1}{3}$$

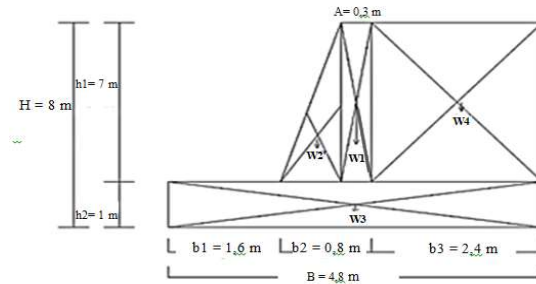
$$= 5,37 \text{ kN.m}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan gaya dan momen pada tanah pasif

	Perhitungan	Pp (kN)	Mp(kN.m)
Pp	$\frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot \gamma_b \cdot K_p$	16,11	5,37
Total	K_p	$\Sigma Pa= 16,11$	$\Sigma Ma= 5,37$

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Perhitungan Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah



Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Gambar 4. Diagram berat sendiri bangunan

Perhitungan berat sendiri dinding penahan

$$\begin{aligned} W1 &= A \cdot h1 \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 50,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \frac{1}{2} \cdot (b2-A) \cdot h1 \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 42 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= h2 \cdot B \cdot \gamma_{\text{beton}} \\ &= 115,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= b3 \cdot h1 \cdot \gamma_b \\ &= 265,44 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 3 Jumlah berat sendiri dinding penahan tanah kantilever

Berat Sendiri (kN)	
W1	50,4
W2	42
W3	115,2
W4	265,44
ΣW	473,04

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Perhitungan Momen Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah

Perhitungan Momen Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah

$$\begin{aligned} MW1 &= W1 \cdot (b1 + (b2-A) + (A/2)) \\ &= 113,4 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MW2 &= W2 \cdot (b1 + (2/3 \times (b2-A))) \\ &= 81,20 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$MW3 = W3 \cdot \frac{1}{2} \cdot B$$

$$= 276,48 \text{ kN.m}$$

$$MW4 = W4 \cdot (b1 + b2 + (b3/2))$$

$$= 955,58 \text{ kN.m}$$

Tabel 4. Jumlah momen berat sendiri dinding penahan tanah kantilever

Momen (kN.m)	
MW1	113,4
MW2	81,20
MW3	276,46
MW4	955,58
ΣMW	1426,66

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Tabel 5. Rekapitulasi gaya dan momen dinding penahan tipe kantilever

Uraian	Notasi	Gaya (kN)
Tekanan aktif	ΣPa	247,74
Tekanan pasif	ΣPp	16,11
Berat sendiri	ΣW	472,04
		Momen (kN.m)
Momen aktif	ΣMa	660,65
Momen pasif	ΣMp	5,37
Momen berat sendiri	ΣMw	1426,66

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Perhitungan Stabilitas

Tabel 6. Perhitungan stabilitas dinding penahan tipe kantilever

Stabilitas terhadap geser	$2,32 \geq 2$
Stabilitas terhadap guling	$2,16 \geq 2$
Stabilitas terhadap daya dukung tanah	$6,88 \geq 3$

Sumber : Hasil perhitungan, 2024

Tahapan Penyusunan Desain Rekayasa Detail Dinding Penahan tanah atau Detail Engineering Design (DED)

1. Survey Lokasi

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa:

- Diameter longsor sepanjang 11 m
- Tinggi tebing adalah 7 m

2. Membuat Denah Rencana

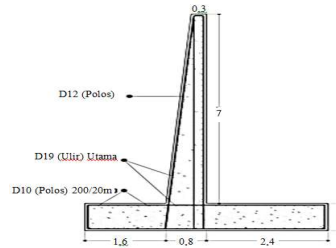
3. Analisa Perencanaan

$$H = 8 \text{ m} \quad h2 = 1 \text{ m} \quad B = 4,8 \text{ m} \quad b2 = 0,8 \text{ m}$$

$$h1 = 7 \text{ m} \quad A = 0,3 \text{ m} \quad b1 = 1,6 \text{ m} \quad b3 = 2,4 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan tinggi = 7m, tinggi tapak = 1 m, dan lebar atas = 0,3 m, lebar dasar = 4,8 m, lebar kaki = 1,6 m, lebar tumit = 2,4 m. Stabilitas dinding penahan terhadap kuat dukung tanah menggunakan persamaan Terzaghi yaitu, $6,88 \geq 3$, stabilitas gaya geser $2,32 \geq 2$ dan guling $2,16 \geq 2$.

4. Menyusun Gambar Teknis



Sumber :Hasil perhitungan, 2024

Gambar 5. Desain dinding penahan tanah tipe kantilever dengan tulangan

5. Menyusun Estimasi Anggaran Biaya.

a. Volume pekerjaan dinding penahan tanah tipe kantilever.

1) Pekerjaan galian biasa

Volume = 72 m³

2) Pekerjaan timbunan biasa dari sumber galian

Volume = 36 m³

3) Pekerjaan bakesting

Volume = 240 m²

4) Pekerjaan beton struktur f_c' 25 Mpa

Volume = 576 m³

5) Pekerjaan baja tulangan polos BjTP – 280

Volume = 1 149,27 Kg

6) Pekerjaan baja tulagan sirip BjTS – 420A

Volume = 2398,07 kg

7) Pekerjaan pipa drainase PVC diameter “

Volume = 4 m

b. Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan.

Tabel 4.10 Rekapitulasi perkiraan harga pekerjaan

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
4	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	3.807.008,13

**DESAIN REKAYASA DETAIL DINDING PENAHAN TANAH RUAS JALAN DUSUN TAPINALU-
ULATU KECAMATAN HUAMUAL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT**

8	Struktur	989.001.632,66
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	992.808.640,78
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	109.208.950,49
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	1.102.017.591,27
(D)	DIBULATKAN	1.102.017.000,00
Terbilang : Satu Milyar Seratus Dua Juta Tujuh Belas Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Didapat total rencana anggaran biaya pekerjaan dinding penahan tanah Ruas Jalan Dusun Tapinalu-Ulatu Rp. 1.102.017.000,00

Panjang dinding penahan = 15 m

Lebar dinding penahan = 4,8 m

Tinggi dinding penahan = 8 m

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi estimasi anggaran biaya/ m}^3 &= \frac{\text{Total biaya}}{\text{volume dinding}} \\
 &= \frac{\text{Rp.1.102.017.000,00}}{576 \text{ m}^3} \\
 &= \text{Rp. 1.913.223,96 / m}^3
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis dinding penahan tanah yang cocok untuk digunakan pada ruas jalan Dusun Tapinalu-Ulatu yaitu dinding penahan tanah tipe kantilever, dimana dinding tersebut aman terhadap stabilitas geser = $2,32 \geq 2$ guling = $2,16 \geq 2$, maupun daya dukung $6,88 > 3$, dan Desain rekayasa detail dinding penahan tanah pada ruas jalan Dusun Tapinalu- Ulatu terdiri dari : Gambar Pra-desain dinding penahan tanah tipe kantilever, dengan dimensi tinggi= 7 m, tinggi tapak= 1 m, dan lebar atas= 0,3 m, lebar dasar= 4,8 m, lebar kaki= 1,6 m, lebar tumit= 2,4 m. Didapatkan biaya untuk pembangunan dinding penahan tanah tipe kantilever sebesar Rp 1.913.223,96 / m³

Saran dari hasil penelitian pada desain rekayasa detail dinding penahan tanah ruas Jalan Ruas Dusun Tapinalu-Ulatu, Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat sebagai berikut : Dalam perencanaan dinding penahan tanah, faktor keamanan harus memenuhi syarat untuk dikatakan aman apabila stabilitas ≥ 2 , jika ≤ 2 maka tidak bisa digunakan karena tidak aman untuk standar konstruksi dinding penahan tanah.

DAFTAR REFERENSI

Assiddiqy, M. H., Syaiful, S., Alimuddin, A., Muktedir, R., & Taqwa, F. M. L. 2023. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Saluran Irigasi Situ Bala, Desa Purwasari, Kecamatan

- Dramaga, Kabupaten Bogor. Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil, 7(2), 195-203.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Bina Marga, 2022, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Maluku , 2024 , Laporan Standar Satuan Harga Tahun 2024
- Das, Braja M., 1995, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Maruapey, S., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024). Evaluasi Saluran Drainase Jalan Wolter Monginsidi Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *KOLONI*, 3(1), 116-122.
- Rumahlaiselan, N. E., Frans, P. L. & Lattar, S. 2024 . Detail Engineering Design (DED) Ruas Jalan Laha- Neger Lima Kabupaten Maluku Tengah. Jurnal Penelitian Multidisiplin Terpadu. <https://sejurnal.com/1/index.php/jpmt>
- Hardiyatmo, H. C, 2002, Analisa Dan Perancangan Fondasi 1 ,Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C, 2020, Analisa Dan Perancangan Fondasi 1 ,Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C, 2022, Mekanika Tanah 1 ,Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Ibrahim H. Bachtiar. 2001, Rencana Dan Estimate Real Of Cost. PT. Bumi Aksra, Jakarta.
- Vis, W.C. & Kusuma, Gideon. 1994, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Erlangga, Jakarta
- SNI 03-3637-1994. Standar Pengujian Berat Isi Tanah. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1964:2008. Standar Pengujian Berat Isi. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1965:2008. Standar Pengujian Kadar Air. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1967:2008-Cara A. Standar Pengujian Batas Cair. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI ASTM C136:2012. Standar Pengujian Analisa Saringan agregat halus dan kasar (Sieving Analysis Test). Badan Standarisasi Nasional.
- Suhudi, S., & Ehok, S. 2021. Evaluasi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang-Jurnal.
- Shouman M, 2005, Foundation design with computer program, pusat pelatihan MBT, Bandung
- Tanjung, A., & Afrisa, Y. 2016. Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Penyanggah Pada Tebing Sungai Lematang Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan (Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang).