

**ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH PADA RUAS JALAN TRANS SERAM  
DESA LUMOLI KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT****Kezia Hatulesila<sup>1)</sup>, Sjafrudin Latar<sup>2)</sup>, Standy Johannes<sup>3)</sup>**<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon<sup>1)</sup>keziahatulesila02@gmail.com <sup>2)</sup>sjafrudin.latar07@gmail.com <sup>3)</sup>johannesstandy@gmail.com**ABSTRACT**

The Trans Seram road section of Lumoli Village, West Seram Regency has a length of 7,150m and a width of 6m starting from STA 0+000 to STA 7+150. Along the road section there are four landslide points, namely at STA 0+350, STA 1+850, STA 2+600 and STA 3+615. Of the four avalanche points, there are three points that have been handled and the remaining one point has not been handled. The avalanche problem at STA 3+615 - STA 3+650 occurs along 35m with a slope height of 6m already covering the road body  $\pm 4.2$ m remaining 1.8m. This greatly disrupts the activities of road users because it causes narrowing of the road body and temporary avalanche handling using used asphalt dromes. The purpose of this research is to determine the dimensions and stability of retaining walls against shear, overturning and soil bearing capacity on the Lumoli village trans seram road section. The planning of retaining walls on the trans seram road section of Lumoli village uses a cantilever type with a height of no more than 6-7m as a structure to prevent soil collapse by using rankine theory to calculate lateral soil pressure. The results of the dimensions of the cantilever type retaining wall  $H = 4$ m,  $H_1 = 3.52$ m,  $H_2 = 0.48$ m,  $D_f = 0.8$ m,  $H_2 = 16$ m,  $H_2^2 = 0.23$ m,  $A = 0.66$ ,  $b = 0.3$ m,  $C = 1.18$ m,  $D = 0.66$ m,  $B = 2.8$ m. And the results of stability against overturning =  $3.027 \geq 1.5$  Safe, stability against shear =  $2.910 \geq 1.5$  Safe and stability against bearing capacity =  $809.045 \text{ Kn/m}^2$ .

**ABSTRAK**

Ruas jalan Trans Seram Desa Lumoli Kabupaten Seram Bagian Barat memiliki panjang 7.150m dan lebar 6m dimulai dari STA 0+000 sampai STA 7+150. Disepanjang ruas jalan tersebut terdapat empat titik longsor yaitu pada STA 0+350, STA 1+850, STA 2+600 dan STA 3+615. Dari keempat titik longsor terdapat tiga titik yang telah dilakukan penanganan dan tersisa satu titik belum dilakukan penanganan. Masalah longsor pada STA 3+615 – STA 3+650 terjadi disepanjang 35m dengan ketinggian lereng 6m sudah mencakup badan jalan  $\pm 4,2$ m tersisa 1,8m. Hal ini sangat mengganggu aktivitas pengguna jalan dikarenakan menyebabkan penyempitan badan jalan dan penanganan longsor sementara menggunakan drom aspal bekas. Tujuan penelitian ini untuk menentukan dimensi dan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling dan daya dukung tanah pada ruas jalan trans seram desa Lumoli. Perencanaan dinding penahan tanah pada ruas jalan trans seram desa Lumoli menggunakan tipe kantilever dengan ketinggian tidak lebih dari 6-7m sebagai suatu struktur untuk mencegah keruntuhan tanah dengan menggunakan teori rankine untuk menghitung tekanan tanah lateral. Hasil dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever  $H= 4$ m,  $H_1= 3,52$ m,  $H_2= 0,48$ m,  $D_f= 0,8$ m,  $H_2^2= 16$ m,  $H_2^2= 0,23$ m,  $A=0,66$ ,  $b=0,3$ m,  $C=1,18$ m,  $D= 0,66$ m,  $B= 2,8$ m. Dan hasil stabilitas terhadap guling =  $3.027 \geq 1,5$  Aman, stabilitas terhadap geser =  $2.910 \geq 1,5$  Aman dan stabilitas terhadap daya dukung =  $809,045 \text{ Kn/m}^2$ .

**Kata kunci:** Dinding kantilever, Stabilitas guling, Stabilitas geser.

## 1. PENDAHULUAN

Ruas Jalan Trans Seram Desa Lumoli merupakan ruas jalan utama yang berada pada kabupaten seram bagian barat. Ruas jalan ini sebagai suatu penghubung yang diakses untuk menuju kecamatan seram barat. Ruas jalan trans seram desa lumoli kabupaten seram bagian barat, memiliki panjang 7.150m dan lebar 6m dimulai dari STA 0+000 sampai pada STA 7+150. Disepanjang ruas jalan tersebut terdapat empat titik longsor yaitu longsor pada STA 0+350, STA 1+850, STA 2+600 dan STA 3+615.

Masalah longsor pada STA 3+615 – STA 3+650 terjadi disepanjang 35m dengan ketinggian lereng 6m sudah mencakup badan jalan  $\pm 4,2$  meter dan tersisa 1,8 meter. Oleh karena itu hal ini sangat mengganggu aktivitas pengguna jalan dikarenakan terjadi penyempitan badan jalan terlebih khusus apabila ada kendaraan berat yang melewati titik longsor tersebut, sehingga sangat diperlukan adanya pencegahan dan penanganan serius untuk mengatasi masalah ini karena jika dibiarkan tanpa adanya penanganan dapat mengakibatkan terkikisnya butiran-butiran tanah serta batuan yang mungkin dapat menyebabkan terputusnya ruas jalan lumoli. Penanganan longsor sementara yang dilakukan menggunakan drom aspal bekas dan juga batang kelapa untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor yang berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dimensi dinding penahan tanah dan untuk menentukan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling dan daya dukung tanah pada ruas jalan trans seram desa lumoli.

Dari uraian permasalahan diatas, peneliti berharap penting dilakukan penanganan dengan solusi dilakukan perencanaan serta pembangunan dinding penahan tanah tipe kantilever (*cantilever wall*) sebagai suatu struktur untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah pada kemiringan dengan menggunakan teori rankine untuk menghitung tekanan tanah lateral.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dinding Penahan Tanah

Menurut Nur dan Hakam (2010) dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu, yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Dinding penahan tanah merupakan suatu struktur yang direncanakan dan dibangun untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil, sehingga dinding penahan tanah aman terhadap pergeseran, penggulingan dan keruntuhan kapasitas dukung tanah.

### 2.2 Tipe-tipe Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah umumnya memiliki beberapa tipe. Tipe dinding penahan tanah diantaranya sebagai berikut:

- a. Dinding penahan gravitasi (*gravity wall*)

- b. Dinding penahan kantilever (*cantilever retaining wall*)
- c. Dinding penahan counterfort (*counterfort wall*)
- d. Dinding krib (*crib wall*)
- e. Dinding tanah bertulang (*reinforced earth wall*)

### ➤ Langkah Perencanaan Dinding Penahan

1. Survey topografi dan fisik
2. Investigasi tanah guna penentuan parameter tanah.
3. Penentuan beban kerja (jalan, gedung, gempa dll).
4. Pilih bentuk dinding yang sesuai dan perkirakan ukuran penampang.
5. Hitung tegangan lateral tanah (*resultante*) yang akan membebani dinding.
6. Hitung berat dinding dan bersama gaya lateral tanah ditentukan besar serta arah *resultant*nya.
7. Prediksi penurunan (*elastis & konsolidasi*).
8. Periksa tegangan kerja pada beton dan tulangan.
9. Periksa stabilitas global
10. Periksa stabilitas dinding penahan tanah pada tahap pelaksanaan.

### 2.3 Tanah

Tanah merupakan suatu campuran yang terdiri dari butiran mineral tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran tanah dapat mudah dipisahkan dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempung digunakan untuk bisa dapat membedakan jenis-jenis tanah.

Dalam ASTM D2487, pembagian klasifikasi butiran tanah ialah sebagai berikut:

1. Kerikil merupakan patikel-partikel batuan dengan lolos saringan 3 in. (75mm) dan tertahan dalam saringan no.4 (4.75mm).
2. Pasir (*sand*) merupakan partikel-partikel batuan yang lolos pada saringan no.4 (4.75 mm) dan tinggal dalam saringan no.200 (0.075mm).
3. Lanau (*silt*) merupakan tanah yang butirannya lolos saringan no.200 (0.075mm). untuk klasifikasi, lanau adalah tanah berbutir halus dengan indeks plastisitas kurang dari 4.
4. Lempung (*clay*) merupakan tanah berbutir halus yang lolos saringan no.200 (0.075mm). lempung memiliki sifat plastis dalam kisaran kadar air tertentu. Untuk klasifikasi, lempung adalah tanah berbutir halus dengan indeks plastis lebih dari 4.

### 2.4 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral merupakan sebuah parameter dalam perencanaan dinding penahan tanah, dengan cara menganalisis kondisi yang akan terjadi

pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor aman yang cukup yang dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut.

Teori yang membahas tentang tekanan tanah lateral yaitu teori tekanan tanah lateral Rankine tahun (1857). Teori ini memberikan analisis mengenai besar dari kedua jenis tekanan tanah lateral yang disebut dengan tekanan aktif dan tekanan pasif. Menurut Rankine tahun (1857) dalam analisis tekanan lateral dilakukan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Tanah dalam kedudukan keseimbangan plastis, yaitu setiap elemen tanah dalam kondisi tepat akan runtuh.
- Tanah urugan di belakang dinding penahan tanah tidak berkohesi ( $c = 0$ ).
- Gesekan antara dinding dan urugan diabaikan atau permukaan dinding dianggap licin sempurna ( $\delta = 0$ ).

➤ **Teori Rankine**

Teori Rankine dikembangkan oleh William John Macquorn pada tahun 1857 Rankine merupakan suatu solusi medan tegangan yang memprediksi tekanan tanah aktif dan pasif. Persamaan untuk koefisien tekanan tanah lateral aktif dan pasif diberikan di bawah ini. Perhatikan bahwa  $\phi'$  adalah sudut tahanan geser tanah dan timbunan miring pada sudut  $\beta$  terhadap horizontal.

**Tekanan tanah lateral pada tanah kohesif**

Bila tanah urug mempunyai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ), maka pada kedudukan Rankine, tekanan tanah aktif ( $P_a$ ) dinyatakan oleh persamaan:

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times H^2 \times K_a \times \gamma b \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan momen penahan aktif dapat dinyatakan:

$$M_a = P_a \times \frac{1}{3} \times H \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

- $K_a$  = Koefisien tanah aktif
- $P_a$  = Tekanan tanah aktif (kN/m)
- $M_a$  = Momen tanah aktif (kN/m)
- $\phi$  = Sudut geser tanah ( $^\circ$ )
- $H$  = Tinggi dinding penahan tanah (m)
- $\gamma b$  = Berat isi tanah basah (kN/m)

Tekanan tanah pasif ( $P_p$ ) dinyatakan oleh persamaan:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots (2.4)$$

$$P_p = \frac{1}{2} \times Df \times K_p \times \gamma b \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan momen penahan pasif dapat dinyatakan:

$$M_p = P_p \times \frac{1}{3} \times Df \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan :

- $K_p$  = Koefisien tanah pasif
- $P_p$  = Tekanan tanah pasif (kN/m)
- $M_p$  = Momen tanah pasif (kN/m)
- $\phi$  = Sudut geser tanah ( $^\circ$ )
- $Df$  = Kedalaman fondasi (m)
- $\gamma b$  = Berat isi tanah basah (kN/m)

Besarnya gaya-gaya tekanan tanah aktif dan pasif pada dinding penahan tanah dengan tanah urug yang kohesif, dinyatakan oleh persamaan-persamaan sebagai berikut: (Hardiyatmo, 2020)

1) Tekanan tanah aktif total

$$P_a = \frac{1}{2} \times H^2 \times K_a \times \gamma b \dots\dots\dots (2.7)$$

2) Tekanan tanah pasif total

$$P_p = \frac{1}{2} \times Df \times K_p \times \gamma b \dots\dots\dots (2.8)$$

**2.5 Stabilitas Dinding Penahan Tanah**

Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat berpengaruh terhadap stabilitas dinding penahan tanah itu sendiri. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan dinding penahan tanah diantaranya adalah kestabilan guling, kestabilan geser dan daya dukung tanah. Maka dari itu, langkah pertama yang harus dilakukan ialah dengan menetapkan dimensi dari dinding penahan untuk menjamin stabilitas dinding penahan tanah yang aman.

**1. Stabilitas terhadap guling (overturning)**

Untuk dinyatakan aman bila dari stabilitas guling ini memenuhi  $\geq 1,5$  (tanah granular) dan  $\geq 2,0$  (tanah kohesif). Faktor aman terhadap penggulingan ( $F_{gl}$ ) didefinisikan sebagai:

$$F_{gl} = \frac{\sum Mr}{\sum Mo} \geq 1,5 \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan :

- $F_{gl}$  = Faktor aman terhadap penggulingan (fgl)
- $\sum Mr$  = Momen terhadap berat sendiri (kN/m)
- $\sum Mo$  = Momen terhadap tekanan tanah aktif (kN/m)

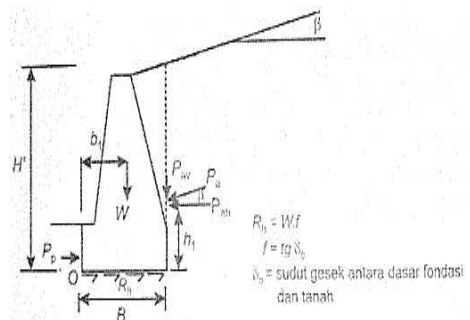
**2. Stabilitas terhadap geser (slidding failure)**

Untuk dinyatakan aman bila dari stabilitas guling ini memenuhi  $\geq 1,5$  (tanah granular) dan  $\geq 2,0$  (tanah kohesif). Faktor aman terhadap keruntuhan geser ( $F_{gs}$ ) didefinisikan sebagai:

$$F_{gs} = \frac{\mu \cdot \sum V}{\sum H} \geq 1,5 \dots\dots\dots (2.10)$$

dengan :

- $F_{gs}$  =Faktor aman terhadap pergeseran (fgs)
- $\sum V$  = Jumlah gaya vertikal (kN)
- $\sum H$  = Jumlah gaya horizontal (kN)



**Gambar 1. Stabilitas Terhadap Pergeseran Dan Penggulingan**

Sumber: Hardiyatmo, 2020

**3. Stabilitas terhadap daya dukung (bearing capacity failure)**

Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah, seperti persamaan kapasitas dukung Terzaghi (1943). Terzaghi berlaku untuk fondasi dengan pembebanan vertikal.

a. Persamaan Terzaghi

Kapasitas dukung ultimit (qu) untuk fondasi memanjang dinyatakan oleh persamaan: Hardiyatmo, 2020

$$Q_{ult} = c \times N_c + q \times N_q + 0,5 \times B \times \gamma_b \times N_{\gamma} \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan :

c = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub> dan N<sub>γ</sub> = nilai faktor kapasitas dukung Terzaghi

D<sub>f</sub> = kedalaman fondasi (m)

B = lebar fondasi dinding penahan tanah (m)

γ<sub>b</sub> = berat volume tanah (kN/m<sup>3</sup>)

**Tabel 1. Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Dukung Terzaghi**

φ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser total		
	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>
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	35,0	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

Sumber: Hardiyatmo, 2018

Untuk mencari resultan gaya-gaya yang bekerja pada pusat berat alas pondasi digunakan rumus :

$$X = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} \dots\dots\dots (2.12)$$

dengan :

ΣMr = Momen terhadap berat sendiri (kN/m)

ΣMo = Momen terhadap tekanan tanah aktif (kN/m)

ΣV = Jumlah gaya vertikal (kN)

$$e = \frac{B}{2} - X > \frac{B}{6} \dots\dots\dots (2.13)$$

dengan :

e = Eksentrisitas beban (m) B

B = Lebar dasar fondasi (m)

Tekanan tanah aktif akibat beban yang bekerja digunakan rumus :

$$\sigma_{Max} = \frac{\Sigma V}{B} \left( 1 + \left( \frac{6 \times e}{B} \right) \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\sigma_{Min} = \frac{\Sigma V}{B} \left( 1 - \left( \frac{6 \times e}{B} \right) \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan :

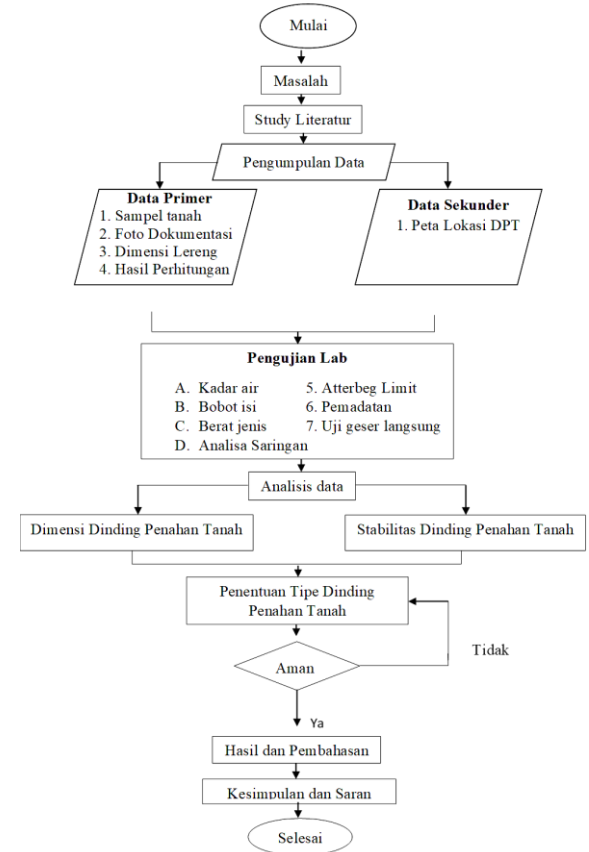
ΣV = Jumlah gaya vertikal (kN)

B = Lebar dasar fondasi (m)

e = Eksentrisitas beban (m)

**3. METODOLOGI**

Berikut disajikan tahapan penelitian seperti yang terlihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Diagram Alir Penelitian**

Sumber: Penulis 2023

**3.1 Lokasi penelitian**

Lokasi penelitian ini terletak pada ruas jalan Trans Seram Desa Lumoli Kabupaten Seram Bagian Barat.



**Gambar 3. Lokasi Penelitian**

Sumber: Penulis 2023

**3.2 Jenis Data**

Berdasarkan sumber datanya maka ada dua Jenisnya, data yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Data Primer  
Sampel tanah, foto dokumentasi, dimensi longsor dan hasil perhitungan.
- b. Data Sekunder  
Peta lokasi dinding penahan tanah

**3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini :

- a. Field research (penelitian lapangan)
- b. Studi Pustaka (literatur)
- c. Eksperimen

**3.4 Variabel penelitian**

- a. Variable bebas (*independent variable*) tekanan tanah lateral, berat dinding
- b. Variable terikat (*dependent variable*) stabilitas dinding penahan tanah

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisis uji penyelidikan tanah**

Pengujian tanah dilakukan pada Laboratorium bahan (tanah) jurusan Teknik sipil Politeknik Negeri Ambon. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah terganggu (disturbed) dan sampel tanah tidak terganggu (undisturbed) pada lokasi penelitian Ruas Jalan Trans Seram Desa Lumoli Kabupaten Seram Bagian Barat.

**1) Pengujian kadar air (w)**

Hasil pengujian kadar air untuk sampel terganggu dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Pengujian Kadar Air Tanah Terganggu**

Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	
Berat cawan + tanah basah	W1	Gr	59.92	64.66	63.45
Berat cawan + tanah kering	W2	Gr	46.08	49.76	51.85
Berat air	W1-W2	Gr	13.84	14.9	11.6
Berat cawan	W3	Gr	12.33	12.74	12.76
Berat tanah kering	W2-W3	Gr	33.75	37.02	39.09
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	41.01	40.25	29.68
kadar air rata-rata	$(C1+C2+C3)/3$	%	36.98		

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil uji kadar air jenis tanah terganggu dilakukan pengukuran sebanyak tiga sampel yang berbeda. Kadar air rata-rata tanah terganggu sebesar 36,98%.

**Tabel 3. Pengujian Kadar Air Tanah Tidak Terganggu**

Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	
Berat cawan + tanah basah	W1	Gr	63.61	73.93	67.99
Berat cawan + tanah kering	W2	Gr	52.41	57.69	54.89
Berat air	W1-W2	Gr	11.2	16.24	13.1
Berat cawan	W3	Gr	12.95	12.54	12.27
Berat tanah kering	W2-W3	Gr	39.46	45.15	42.62
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	28.38	35.97	30.74
kadar air rata-rata	$(C1+C2+C3)/3$	%	31.70		

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil uji kadar air jenis tanah tidak terganggu dilakukan pengukuran sebanyak tiga sampel yang berbeda. Kadar air rata-rata tanah tidak terganggu sebesar 31,70%.

**2) Pengujian berat isi**

Hasil pengujian berat isi tanah dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Pengujian Berat Isi Tanah Tidak Terganggu**

Nomor Cincin	Satuan	1	
Tinggi Ring	T	Cm	2
Diameter Ring	D	Cm	6.3
Berat Ring	W1	Gr	62.24
Berat Ring + Tanah Basah	W2	gr	174.99
Berat Ring + tanah kering	W4	gr	140.37
Berat Tanah Basah	$W3=W2-W1$	gr	112.75
Berat tanah kering	$W5=W4-W1$	gr	78.13
Volume Ring	$V=1/4\pi.d^2.t$	cm <sup>3</sup>	62.31
Berat isi tanah basah	$W3/V$	gr	1.81
Berat isi tanah kering	$W5/V$	gr/cm <sup>3</sup>	1.25
Berat air	$WW = W3 - W5$	gr	34.62
Kadar air	$W = WW/W5*100$	%	44.31
Berat volume tanah basah	$\gamma_b = w3/V$	gr/cm <sup>3</sup>	1.81
Berat volume tanah kering	$\gamma_d = \gamma_b / (1+w)$		0.04
Hasil pengujian GS	Gs	-	2.64
Volume tanah kering	$VS = W5/GS$	cm <sup>3</sup>	29.59
Volume pori	$VV = V - VS$	cm <sup>3</sup>	32.72
Prositas	$n = VV/V*100\%$	%	0.525
Angka pori	$e = VV/VS$	-	1.105

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil uji pada pengujian berat isi tanah jenis tanah terganggu dilakukan sebanyak satu sampel. Diperoleh nilai berat isi tanah basah ( $\gamma_b$ ) sebesar 1,81 gram dan berat isi tanah kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 1,25 gr/cm<sup>3</sup>.

**3) Pengujian berat jenis (Gs)**

Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Pengujian Berat Jenis Tanah Terganggu**

No piknometer 50 ml	Satuan	1	2	3	
Berat piknometer	W1	Gr	39.64	42.35	45.72
Berat piknometer + tanah kering	W2	Gr	64.64	67.35	70.72
Berat tanah	$Wt = W2-W1$	gr	25	25	25
Berat piknometer + tanah + air	W3	gr	106.10	107.64	110.42
Berat piknometer + air	W4	gr	90.64	92.12	94.85
Temperature	T	C	28		
Faktor koreksi temperature	K		0.998	0.998	0.998
Berat Piknometer + air Terkoreksi	W5		106.51	107.52	110.53
Berat jenis (Gs)	$(W2-W1)/(W2-W1)+(W4-W3)$		2.62	2.64	2.65
Berat jenis rata rata	$(C1+C2+C3)/3$		2.64		

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil uji berat jenis (Gs) jenis tanah terganggu dilakukan pengukuran sebanyak tiga sampel yang

berbeda. Berat jenis rata-rata tanah terganggu sebesar 2,64%, maka tanah tersebut termasuk tanah lempung organik.

**4) Pengujian Analisa saringan**

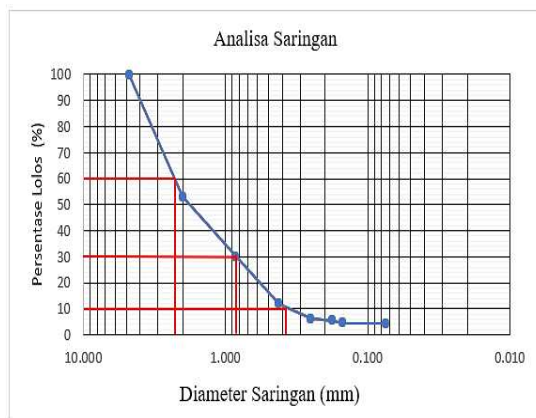
Hasil pengujian analisa saringan dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Pengujian Analisa Saringan Tanah Terganggu**

No saringan	D	Berat saringan	berat saringan + tanah	berat tertahan	berat kumulatif tertahan	presentasi tertahan	persentasi tertahan kumulatif	persentasi lolos
4	4.750	282.24	282.78	0.54	0.54	0.05	0.05	99.95
10	2.000	423.36	891.56	468.20	468.74	46.86	46.91	53.09
20	0.850	411.07	641.13	230.06	698.80	23.02	69.93	30.07
40	0.420	410.75	593.34	182.59	881.39	18.27	88.21	11.79
60	0.250	401.25	458.76	57.51	938.90	5.76	93.96	6.04
80	0.177	405.52	410.43	4.91	943.81	0.49	94.45	5.55
100	0.150	381.52	392.74	11.22	955.03	1.12	95.57	4.43
200	0.075	397.88	398.65	0.77	955.80	0.08	95.65	4.35
Pan		451.71	495.16	43.45	999.25	4.35	100.00	0.00

Sumber: Penulis 2023

Uji analisa saringan jenis tanah terganggu didapat nilai persentase tertahan saringan No.4 sebesar 0,05% dan nilai persentase lolos saringan No.4 sebesar 99,95%.



**Gambar 4. Grafik Analisa Saringan**

Sumber: Penulis 2023

Dari tabel 6 analisa gradasi butiran tanah dibuat grafik pembagian distribusi butiran. Dari gambar 4 dihasilkan butiran tanah tersebut mempunyai tingkat gradasi baik (well graded), terlihat pada garis biru.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{2,200}{0,39} = 5,641$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} = \frac{(0,85)^2}{(2,200)(0,39)} = 0,842$$

Berdasarkan nilai koefisien gradasi ( $C_c$ ) yang didapat, tanah termasuk bergradasi baik. Tanah bergradasi baik bila persyaratan koefisien gradasi terpenuhi, ( $1 < C_c < 3$ ).

**5) Pengujian Atterberg limit**

Hasil pengujian Atterberg Limit dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

**Tabel 7. Pengujian Batas Cair Tanah Terganggu**

Batas cair (LL)			Lolos ayakan no			40 inch
Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	
Jumlah ketukan		5	13	25	30	
Berat cawan + tanah basah	W1	Gr	27.64	29.58	30.92	29.55
Berat cawan + tanah kering	W2	Gr	22.13	23.69	24.83	23.89
Berat air	W1-W2	Gr	5.51	5.89	6.09	5.66
Berat cawan	W3	Gr	12.82	12.68	12.60	12.38
Berat tanah kering	W2-W3	Gr	9.31	11.01	12.23	11.51
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	59.18	53.50	49.80	49.17
kadar air rata-rata	$(C1+C2+C3+C4)/4$	%	52.91			

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil percobaan batas cair jenis tanah terganggu dilakukan pengukuran sebanyak empat sampel yang berbeda. Berdasarkan nilai kadar air diatas, maka didapat kadar air rata-rata tanah terganggu untuk batas plastis (LL) sebesar 59,91%.

**Tabel 8. Pengujian Batas Plastis Tanah Terganggu**

Batas Plastis						
Uraian	Satuan	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3		
Berat cawan + tanah basah	W1	Gr	12.54	12.14	12.55	LL(%)= 52.91
Berat cawan + tanah kering	W2	Gr	12.51	12.10	12.51	
Berat cawan	W3	Gr	12.40	11.91	12.37	PL(%)= 25.63
Berat air	W1-W2	Gr	0.03	0.04	0.04	
Berat tanah kering	W2-W3	Gr	0.11	0.19	0.14	IP(%)= 27.28
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	%	27.27	21.05	28.57	
Kadar air rata-rata	$(C1+C2+C3)/3$	%	25.63			

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil percobaan pada pengujian batas plastis jenis tanah terganggu dilakukan pengukuran sebanyak tiga sampel yang berbeda. Berdasarkan nilai kadar air yang berbeda, maka didapat kadar air rata-rata tanah terganggu untuk batas plastis (PL) sebesar 25,63% dan didapat indeks plastisnya (IP) sebesar 27,28% yang artinya plastisitasnya tinggi termasuk tanah lempung.



**Gambar 5. Grafik Atterberg Limit**

Sumber: Penulis 2023

Dari hasil pengujian atterbeg Limit diatas, dengan LL 52.91% ,PL 25.63% dan Indeks Platisitas 27.28%, dibuat grafik dengan sumbu absisnya adalah banyak ketukan dan presentase kadar air sebagai sumbu koordinatnya. Kedelapan titik percobaan dihubungkan dengan garis lurus sehingga memotong sumbu pada ketukan ke 13, sehingga didapatkan presentase kadar air sebesar 52.91%.

**6) Pengujian pemadatan tanah**

Hasil pengujian pemadatan tanah dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9. Pengujian Pemadatan Tanah Tanah Terganggu**

Pemadatan						
Ukuran benda uji				Jenis tes		
Diameter	10,1			Berat hammer	4000 gr	
Tinggi	11,8			Jumlah lapisan	3 Lapisan	
Volume	945			Jumlah pukulan	25 Kali	
Berat Jenis (Gs)	2,64					
<b>Kadar air</b>						
<b>Cawan</b>		1	2	3	4	5
Berat cawan + tanah basah (gr)	W1	20,45	20,46	19,72	22,54	21,22
Berat cawan + tanah kering (gr)	W2	19,84	19,41	18,52	20,99	19,76
Berat air (gr)	W1 - W2	0,61	1,05	1,2	1,55	1,46
Berat cawan (gr)	W3	12,52	12,47	12,01	12,97	12,91
Berat tanah kering (gr)	W2 - W3	7,32	6,94	6,51	8,02	6,85
Kadar air	$(W1-W2)/(W2-W3)*100$	8,33	15,13	18,43	19,33	21,31
<b>Pemadatan (Mould)</b>						
Penambahan kadar air (%)	a	0	50	100	150	200
Berat mould + tanah basah (gr)	b	5080	5190	5340	5360	5320
Berat mould (gr)	c	3810	3810	3810	3810	3810
Berat tanah basah (gr)	W = b-c	1270	1380	1530	1550	1510
Volume tanah basah - V (cm <sup>3</sup> )	V	945,00	945,00	945,00	945,00	945,00
Berat isi - $\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	W/V	1,34	1,46	1,62	1,64	1,60
Kadar air - $\omega$ (%)	$\Omega$	8,33	15,13	18,43	19,33	21,31
Berat isi kering - $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma/(1+(\omega/100))$	1,241	1,268	1,367	1,375	1,317
Berat tanah kering - Ws (gr)	$\gamma_d * V$	1172,31	1198,65	1291,87	1298,96	1244,71
Volume butir tanah - Vs (cm <sup>3</sup> )	Ws/Gs	444,06	454,03	489,34	492,03	471,48
Volume pori - Vv (cm <sup>3</sup> )	V - Vs	500,94	490,97	455,66	452,97	473,52
Angka pori - e	Vv/Vs	1,13	1,08	0,95	0,92	1,00
Porositas - n	Vv/V	0,53	0,52	0,48	0,48	0,50
ZAVC (t/m <sup>2</sup> )	$G_s(1+(\omega/100)*G_s)$	2,16	1,89	1,78	1,75	1,69

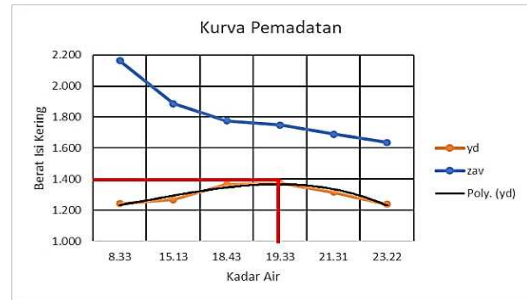
Sumber: Penulis 2023

Berat Jenis (Gs) = 2,64

Kadar air optimum (w opt) = 23,22%

Kepadatan kering maksimum ( $\gamma_d$  max) = 1,375 gr/cm<sup>3</sup>

Dari hasil uji pemadatan tanah jenis tanah terganggu didapat dilakukan sebanyak enam sampel yang berbeda, diperoleh nilai kadar air yaitu cawan1 sebesar 8,33% cawan2 sebesar 15,13% cawan3 sebesar 18,43% cawan4 sebesar 19,33% cawan5 sebesar 21,31% dan cawan6 sebesar 23,22%, dengan berat isi kering sebesar 1,375%.



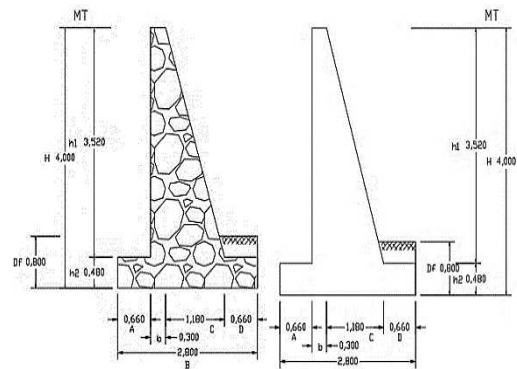
**Gambar 6. Grafik Pemadatan Tanah**  
Sumber: Penulis 2023

Dari tabel 9 dan gambar 6 diatas diketahui bahwa kadar air tanah yang dibutuhkan sebesar 19,33%.

**4.2 Hasil Analisis struktur DPT kantilever**

**1. Dimensi dinding penahan tanah**

Dilakukan perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever sesuai standar nasional indonesia (SNI).



**Gambar 7. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever**

Sumber: Penulis 2023

a. Direncanakan dimensi dinding penahan tanah sebagai berikut:

- 1) H = 4,000 m
- 2) H1 = 3,520 m
- 3) H2 = 0,480 m
- 4) Df = 0,800 m
- 5) H<sup>2</sup> = 16,000 m
- 6) H2<sup>2</sup> = 0,230 m
- 7) A = 0,660 m
- 8) b = 0,300 m
- 9) C = 1,180 m
- 10) D = 0,660 m
- 11) B = 2,800 m
- 12) Tan 30° = 0,577

b. Data pasangan batu

- 1) Berat volume Pas.Batu = 2200 Kg/Cm3 = 22 kN/M3
- 2) Mutu beton (f'c) = 20 MPa

2. Dinding penahan tanah tipe kantilever maka diketahui :

- a. Berat isi tanah basah = Yb 17,750 kN/m<sup>3</sup>
- b. Berat isi tanah kering = Yd 12,258 kN/m<sup>3</sup>

- c. Sudut geser =  $\phi$  30° Kg/Cm<sup>2</sup>
- d. Kohesi = C 0 Gr/Cm<sup>2</sup>
- e. Berat volume material = Ybeton 22.00 kN/m<sup>3</sup>
- f. Tinggi lereng = H 6M

**3. Perhitungan tekanan tanah**

**1) Tekanan tanah aktif**

Koefisien tekanan aktif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_a &= \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right) \\
 &= 0,333
 \end{aligned}$$

Setelah koefisien tekanan tanah aktif diketahui, maka tekanan tanah aktif dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_a &= \frac{1}{2} \cdot H^2 \cdot K_a \cdot \gamma_b \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 4^2 \cdot 0,333 \cdot 17,750 \\
 &= 47,286 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen untuk tanah aktif sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_a &= P_a \cdot \frac{1}{3} \cdot H \\
 &= 47,286 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4 \\
 &= 62,985 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas diperoleh tekanan tanah aktif  $P_a = 47,286 \text{ kN}$  dan momen untuk tanah aktif  $M_a = 62,985 \text{ kN.m}$

**2) Tekanan tanah pasif**

Koefisien tekanan pasif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_p &= \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \text{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{30^\circ}{2} \right) \\
 &= 3,000
 \end{aligned}$$

Setelah koefisien tekanan tanah pasif diketahui, maka tekanan tanah pasif dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_p &= \frac{1}{2} \cdot D_f \cdot K_p \cdot \gamma_b \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 3,000 \cdot 17,750 \\
 &= 21,300 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

Perhitungan momen untuk tanah pasif sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_p &= P_p \cdot \frac{1}{3} \cdot D_f \\
 &= 21,300 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,8 \\
 &= 5,674 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas diperoleh tekanan tanah pasif  $P_p = 21,300 \text{ kN}$  dan momen untuk tanah pasif  $M_p = 5,674 \text{ kN.m}$

**4. Perhitungan berat sendiri**

Perhitungan berat sendiri pada dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10. Jumlah Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah Cantilever**

Berat Sendiri (kN)	
W1	= b . H1 . $\gamma_{beton}$ = 0,300 x 3,520 x 22,00 = 23,232
W2	= b . H1 . 0,5 . $\gamma_{beton}$ = 0,300 x 3,520 x 0,5 x 22,00 = 11,616
W3	= b+C . B . $\gamma_{beton}$ = 1,480 x 2,800 x 22,00 = 91,168
$\Sigma v$	= 126,016

Sumber: Penulis 2023

**5. Perhitungan jarak dan lengan**

Perhitungan jarak atau lengan pada dinding penahan tanah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X1 &= \left( \frac{1}{2} \cdot b \right) + C + D \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 0,300 \right) + 1,180 + 0,660 \\
 &= 1,990 \text{ m} \\
 X2 &= \left( \frac{2}{3} \cdot C \right) + D \\
 &= \left( \frac{2}{3} \cdot 1,180 \right) + 0,660 \\
 &= 1,446 \text{ m} \\
 X3 &= \left( \frac{1}{2} \cdot B \right) \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 2,800 \right) \\
 &= 1,400 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**6. Perhitungan momen berat sendiri**

Perhitungan momen berat sendiri pada dinding penahan tanah sebagai berikut:

**Tabel 11. Jumlah Momen Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah Cantilever**

Berat Sendiri (kN.m)	
M1	= W1 . X1 = 23,232 x 1,990 = 46,232
M2	= W2 . X2 = 11,616 x 1,446 = 16,795
M3	= W3 . X3 = 91,168 x 1,400 = 127,635
$\Sigma mr$	= 190,662

Sumber: Penulis 2023

Berat sendiri yang dihitung berdasarkan titik gaya dengan jumlah gaya berat sendiri bangunan  $\Sigma v = 126,016 \text{ kN}$  dan jumlah momen berat sendiri bangunan adalah  $\Sigma mr = 190,662 \text{ kN.m}$ .

**Tabel 12. Rekapitulasi Gaya Dan Momen Dinding Penahan Tanah Cantilever**

	Uraian	Notasi	Gaya (kN)
Gaya	1. Tekanan aktif	$\Sigma Pa$	47,286
	2. Tekanan pasif	$\Sigma Pp$	21,300
	3. Berat sendiri	$\Sigma v$	126,016
Momen	1. Momen aktif	$\Sigma Ma$	62,985
	2. Momen pasif	$\Sigma Mp$	5,674
	3. Momen berat sendiri	$\Sigma mr$	190,662

Sumber: Penulis 2023

Tekanan tanah pasif  $Pp = 21,300$  kN  
 Tekanan tanah aktif  $Pa = 47,286$  kN  
 lengan  $= \frac{1}{3} H = 1,332$   
 Momen  $= 62,985 \rightarrow \Sigma Mo = 62,985$  kN.m

Momen  $Pp$   
 $Mp = Pp \times \text{lengan}$   
 $= Pp \cdot \frac{1}{3} \cdot Df$   
 $= 21,300 \times \frac{1}{3} \times 0,8$   
 $= 5,674$  kN.m

Tinjauan terhadap guling  
 $L = 1,5 \sqrt{2 \times \Sigma Mo}$   
 $= 16,835$

Tinjauan terhadap geser  
 $L = \frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot \Sigma Pa}{\mu \cdot \gamma b \cdot H}$   
 $= \frac{1,5 \times 1,5 \times 47,286}{0,6 \times 17,750 \times 4}$   
 $= \frac{106,394}{42,600}$   
 $= 2,498$

Momen akibat penggulingan  
 $Mgl = \Sigma Mo - Mp$   
 $= 62,985 - 5,674$   
 $= 57,311$  kN.m

Jumlah gaya-gaya Horizontal  
 $\Sigma H = \Sigma Pa - \Sigma Pp$   
 $= 47,286 - 21,300$   
 $= 25,986$  kN.m

**4.2 Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah**

1. Stabilitas terhadap guling  
 $Fgl = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Mo} = \frac{190,662}{62,985} = 3,027 \geq 1,5$
2. Stabilitas terhadap geser  
 $Fgs = \frac{\mu \cdot \Sigma V}{\Sigma H} = \frac{0,6 \times 126,016}{25,986} = 2,910 \geq 1,5$

Berdasarkan perhitungan kontrol faktor keamanan stabilitas geser dan stabilitas guling aman untuk dinding penahan tanah karena hasil yang didapat lebih besar dari 1,5 memenuhi standar.

Perhitungan stabilitas terhadap kuat dukung tanah adalah sebagai berikut:

Kapasitas dukung tanah dengan menggunakan cara Terzaqhi

Mencari X  
 $\frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{190,662 - 62,985}{126,016} = \frac{127,677}{126,016} = 1,013$  m  
 $e = \frac{B}{2} - x$   
 $= \frac{2,8}{2} - 1,013$   
 $= 0,387 \rightarrow \frac{B}{6} = 0,467$   
 $\phi = 30^\circ$   
 $Nc = 37,2$   $Nq$   
 $= 22,5$   $N\gamma =$   
 $19,7$

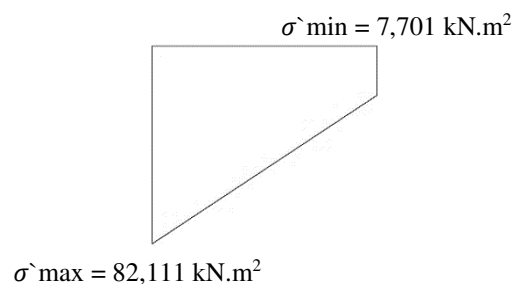
Perhitungan kapasitas dukung ultimit sebagai berikut:

$Qult = c \cdot Nc + q \cdot Nq + 0,5 \cdot B \cdot \gamma b \cdot N\gamma$   
 $= 0 \times 37,2 + 14,2 \times 22,5 + 0,5 \times 2,8 \times 17,750 \times 19,7$   
 $= 809,045$  kN.m<sup>2</sup>

Tekanan tanah aktif akibat beban yang bekerja sebagai berikut:

$\sigma_{Max} = \frac{\Sigma V}{B} (1 + (\frac{6 \cdot e}{B}))$   
 $\sigma = \frac{\Sigma V}{B} (1 + (\frac{6 \cdot e}{B}))$   
 $\sigma = \frac{126,016}{2,8} (1 + (\frac{6 \cdot 0,387}{2,8}))$   
 $\sigma = 45,006 \times (1 + 0,829)$   
 $\sigma = 45,006 \times (1,829)$   
 $= 82,311$  kN.m<sup>2</sup> < 809,045 kN.m<sup>2</sup>

$\sigma_{Min} = \frac{\Sigma V}{B} (1 - (\frac{6 \cdot e}{B}))$   
 $\sigma = \frac{\Sigma V}{B} (1 - (\frac{6 \cdot e}{B}))$   
 $\sigma = \frac{126,016}{2,8} (1 - (\frac{6 \cdot 0,387}{2,8}))$   
 $\sigma = 45,006 \times (1 - 0,829)$   
 $\sigma = 45,006 \times (0,171)$   
 $= 7,701$  kN.m<sup>2</sup> < 809,045 kN.m<sup>2</sup>



**Gambar 8. Tegangan Maksimum Dan Minimum**

Sumber: Penulis 2023

**5. PENUTUP**

**5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pada ruas jalan trans seram desa lumoli kabupaten seram bagian barat dapat disimpulkan bahwa :

1. Perencanaan dinding penahan tanah ruas jalan desa lumoli menggunakan tipe kantilever (*cantilever retaining wall*) sebagai

solusi sebagai suatu struktur untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah dengan menggunakan teori rankine untuk menghitung tekanan tanah lateral. Dimensi dinding penahan tanah yang telah direncanakan  $H= 4\text{m}$ ,  $H_1= 3,52\text{m}$ ,  $H_2= 0,48\text{m}$ ,  $D_f= 0,8\text{m}$ ,  $H^2= 16\text{m}$ ,  $H_2^2= 0,23\text{m}$ ,  $A=0,66$ ,  $b=0,3\text{m}$ ,  $C=1,18\text{m}$ ,  $D= 0,66\text{m}$ ,  $B= 2,8\text{m}$ .

2. Stabilitas dinding penahan tanah yang didapat pada stabilitas terhadap guling =  $3,027 \geq 1,5$  (Aman), Stabilitas terhadap geser =  $2,910 \geq 1,5$  (Aman) dan Stabilitas terhadap daya dukung =  $809,045 \text{ kN/m}^2$ .

## 5.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan dari hasil Perencanaan dinding penahan tanah pada ruas jalan trans seram desa lumoli kabupaten seram bagian barat yaitu,

1. Perhitungan dinding penahan tanah yang akan direncanakan dianjurkan untuk efisiensi waktu dan akurasi disarankan menggunakan software.
2. Untuk perencanaan dinding penahan tanah faktor keamanan harus  $\geq 1,5$  jika  $\leq 1,5$  maka tidak bisa digunakan karena tidak aman untuk standar suatu konstruksi dinding penahan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2005, Foundation Design With Computer Program, Pusat Pelatihan Mbt, Bandung.
- Fardilla, H. (2018). Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Alternatif Pencegah Bahaya Longsor Pada Konstruksi Pangkal Jembatan, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- Hardiyatmo, 2019, Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, 2020, Analisis DAN Perencanaan Fondasi 1, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, 2020, Analisis DAN Perancangan Fondasi 1, Edisi Keempat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kurniawan, I., & Endayanti, M. (2022). Analisa Perkuatan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Area Bendungan Wampu Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo). Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11(1), 108-118.
- Muhyamin, 2016, Desain Software Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dengan Program Visual Basic 6.0, Jurnal Teknik Sipil.
- Nur O.F., Hakam A., 2010, Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining. Wall) Akibat Beban Dinamis DENGAN Simulasi Numerik, Jurnal Rekayasa. Universitas Islam Indonesia.
- Sinaga, P. M. (2019). Analisa Perhitungan Dinding Penahan Tanah pada Proyek Pembangunan Parkiran Masjid Agung Medan (Studi Kasus). SNI 1965:2008, Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuan Di Laboratorium, Badan Standarisasi Nasional, 2018.
- SNI 1967:2008, Metode Pengujian Batas Plastis, Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- Sugkiro, M., & Romadhoni, T. R. (2020). Perencanaan Saluran Irigasi Daerah Irigasi Rawa Kelurahan Pulokerto Kecamatan Gandus Kota Palembang (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Tanjung, A., & Afrisa, Y. (2016). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Penyanggah Pada Tebing Sungai Lematang Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Telaumbanua, B. A. P., Napitupulu, J., & Endayanti, M. (2022). Evaluasi Retaining Wall Pada Ruas Jalan Provinsi Kabupaten Humbang Hasundutan. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11(1), 77-86.
- Terzaghi, Peck, 1967, Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid – 1, Profesor Teknik Fondasi, Universitas Illio