

ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN DENGAN PLAXIS MEMBANDINGKAN 2 METODE AKIBAT KETERBATASAN LAHAN

Bagas Wahyu Adhi¹⁾, Beni Setiyanto²⁾, Ahmad Hidayawan³⁾, Mohammad Debby Rizani⁴⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Batik Surakarta

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Semarang

Bagaswahyu54@gmail.com, benisetiyanto09@gmail.com, hidayawan11@gmail.com

Abstrak

Pada proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Ramp 3-1, dimana trase jalan merupakan konstruksi timbunan dengan kondisi tanah dasar yang memiliki lapisan tanah dominan dengan pasir dan keterbatasan lahan. Maka dilakukan pelaksanaan perbaikan tanah dasar dengan membandingkan 2 metode yaitu yang pertama Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Sheet Pile dengan Panjang 15 meter + Retaining Wall dan yang kedua Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall. Analisa kedua penanganan tersebut menggunakan Plaxis dengan hasil untuk Konsolidasi 1 tahun dan 10 Tahun dari kedua penanganan memenuhi persyaratan. Faktor Keamanan untuk lereng timbunan juga memenuhi persyaratan. Hasil dari Horizontal Displacement pada penanganan pertama masih sangat besar yaitu 6.73 cm tidak sesuai dengan kriteria AASTHO 3.8 cm dan di lihat dari profile bending moment pada Sheet Pile bahwa Sheet Pile tidak terjepit sehingga untuk kasus tersebut penanganan yang cocok adalah menggunakan penanganan kedua yaitu Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall

Kata kunci: Jalan Tol, Plaxis, Konsolidasi, Faktor Keamanan

Abstract

In the Cibitung - Cilincing Ramp 3-1 Toll Road development project, where the road alignment is an embankment construction with subgrade conditions that have dominant soil layers with sand and limited land. Then the implementation of subgrade improvement is carried out by comparing 2 methods, namely the first Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembrane + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Sheet Pile with a length of 15 meters + Retaining Wall and the second Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembrane + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall with Bore Pile D60 Int. 2 meters + Retaining Wall. The analysis of the two treatments used Plaxis with the results for the 1 year and 10 year consolidation of the two treatments meeting the requirements. The safety factor for the embankment slopes also meets the requirements. The results of the Horizontal Displacement in the first treatment are still very large, namely 6.73 cm, not in accordance with the AASTHO criteria of 3.8 cm and it can be seen from the profile bending moment on the Sheet Pile that the Sheet Pile is not pinched so that for this case the handling suitable is to use the second treatment, namely Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembrane + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall with Bore Pile D60 Int. 2 meters + Retaining Walls

Keywords: Toll Road, Plaxis, Consolidation, Safety Factor

I. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur menjadi salah satu aspek yang sangat penting. Pertumbuhan ekonomi suatu negara tidak terlepas dari pengaruh infrastruktur yang ada dalam negara tersebut, dapat dikatakan bahwa jika infrastruktur yang baik akan membawa pengaruh baik pula pada di suatu negara dan bisa mendorong peningkatan ekonomi di negara. Dikarenakan ketersediaan infrastruktur dapat mempermudah arus perekonomian di suatu negara. Salah satu infrastruktur yang kini genjar dibangun saat ini adalah jalan. Sejak tahun 2015 pemerintah menaikkan anggaran pembangunan infrastruktur dari 155 milyar pada tahun 2014 menjadi 410 milyar pada tahun 2018. Kementerian PUPR melalui Ditjen Bina Marga telah berhasil menyelesaikan pembangunan jalan nasional, Kemudian telah dibangun jalan tol baru sepanjang 941 km dengan target akhir 2019 mencapai 1.852 km. Namun kondisi ini menimbulkan resiko penurunan tanah atau longsor yang terjadi pada daerah tersebut karena memiliki tanah lunak. (RTS FEBRY KUMALA RASDI, 2021)

Permasalahan yang sering terjadi dalam pekerjaan galian dan timbunan pada lereng di proyek Jalan Tol yaitu kelongsoran. Apabila lereng memiliki timbunan yang tinggi akan menyebabkan kestabilan tanah dasar berkurang dan beban yang diterima semakin besar sehingga memungkinkan terjadinya permasalahan kelongsoran pada lereng timbunan. Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat

pengaruh alam, iklim dan aktivitas manusia. (Mau, J., Rasidi, N., & Hanggara, 2017)

Longsoran terjadi dikarenakan adanya Gerakan tanah, Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah vertikal, horizontal atau diagonal terhadap kedudukan awal dikarenakan pengaruh air tanah, gravitasi, dan beban yang bekerja diatas tanah tersebut, serta pengaruh lingkungan sekitar. (Gati, B. M., & Purwanto, 2018)

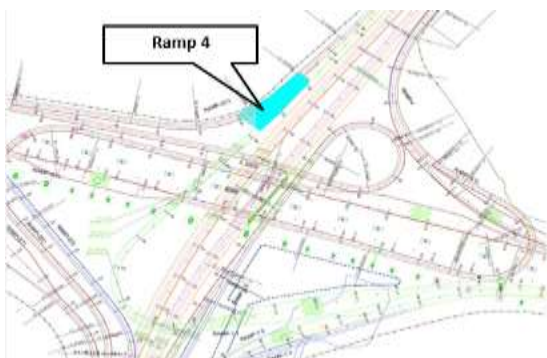
Perkuatan pada lereng difungsikan untuk mencegah terjadinya kelongsoran, sehingga kestabilan lereng dapat tercapai. (Prasetyo, I., Setiawan, B., & Dananjaya, 2017). Dalam mengatasi kemungkinan kelongsoran banyak metode perkuatan yang dapat digunakan, salah satunya dengan menambah perkuatan geosintetik untuk menambahkan FK pada lereng. Geosintetik memiliki berbagai jenis seperti geogrid, geomembran, geotekstil, dan lain sebagainya. Geotekstil merupakan suatu bahan sintesis permeable yang bahan dasarnya terbuat dari tekstil polimer seperti polyester atau polypropylene. Geotekstil dapat digunakan atau berfungsi sebagai separator, filter, proteksi, dan perkuatan. (Fauzi, I. M., & Hamdhan, 2019)

Pada proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Ramp 3-1, dimana trase jalan merupakan konstruksi timbunan dengan kondisi tanah dasar yang memiliki lapisan tanah lunak dan dominan dengan pasir dari permukaan tanah dan keterbatasan lahan. Maka dilakukan pelaksanaan perbaikan tanah dasar dengan membandingkan 2 metode yaitu yang pertama Replace 1.5 m (50 cm Limestone +

Geomembran+50 cm Granular backfill+ Geotextile Non Woven)+Sheet Pile dengan Panjang 15 meter + Retaining Wall dan yang kedua Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) +Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall. Dari kedua penanganan tersebut mana yang paling efektif digunakan pada stabilitas timbunan Jalan Tol Cibitung Cilincing Ramp 3-1

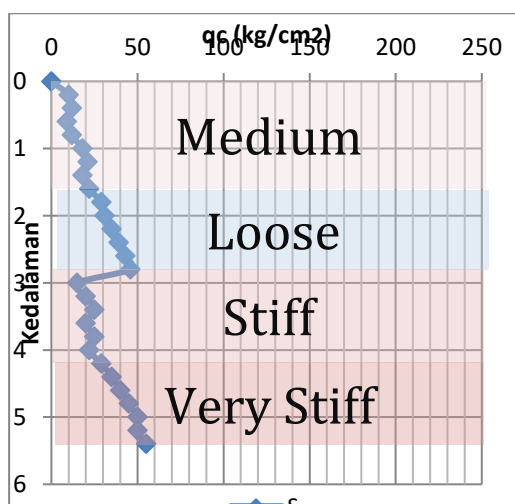
II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Soil Investigasi



.Gambar 1. Layout Plan

Berikut hasil Soil Investigasinya :



Penelitian ini memodelkan Cross Section sesuai pada Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi Ramp 3-1. Analisis stabilitas timbunan dan

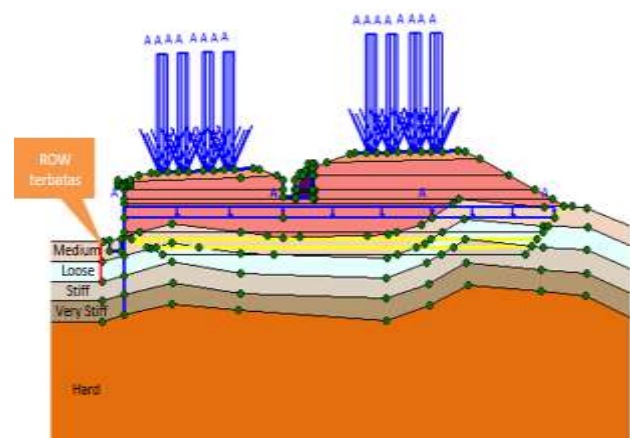
lereng dilakukan dengan menganalisis membandingkan 2 penanganan yaitu yang pertama Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Sheet Pile dengan Panjang 15 meter + Retaining Wall dan yang kedua Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall yang di Analisa menggunakan Software Plaxis 8.2.

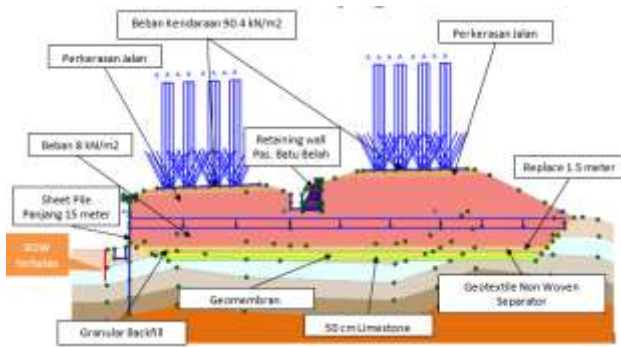
III. ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN DENGAN SOFTWARE PLAXIS

PENANGANAN 1

Analisis Stabilitas Timbunan dengan Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Sheet Pile dengan Panjang 15 meter + Retaining Wall.

a) Pemodelan dengan Plaxis





Gambar 2. Pemodelan Plaxis

b) Tahap Pelaksanaan

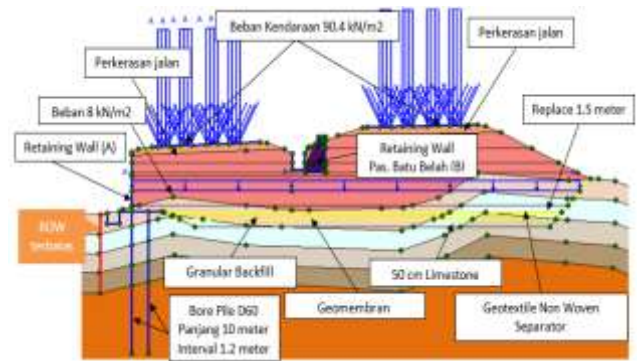
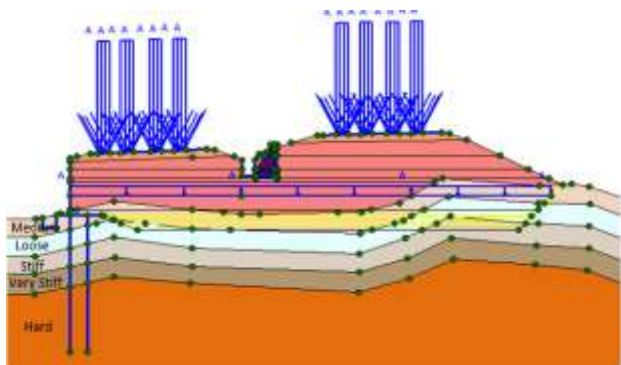
Tabel 1. Tahap Pelaksanaan

No	Tahapan konstruksi	Hari	Total Hari	Safety Factor
1	MWeight 1 Kondisi Inital	0	0	2.583
2	Galian Replacement 1.5 meter	7	7	2.486
3	Elv. Timbunan Replacement 0.5 meter (Limestone)	4	11	1.833
4	Instal Geomembran	7	18	2.460
5	Elv. Timbunan 1 meter (Granular Backfill)	4	22	2.513
6	Instal Geotextile Non Woven	7	29	2.513
7	Elv. Timbunan 1.5 meter pada Replace	4	33	2.520
8	Instal Sheet Pile	3	36	2.522
9	Elv. Timbunan 1 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	6	42	2.510
10	Beban truck 8 kN/m ²	1	43	2.526
11	Elv. Timbunan 2.25 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	8	51	2.371
12	Masa tunggu	30	81	2.402
13	Instal Retaining Wall	7	88	2.345
14	Elv. Timbunan 3 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	6	94	2.274
15	Elv. Timbunan 4.40 meter (Ramp 3.1) dan Elv. Timbunan 4 meter (Ramp 1.1)	6	100	2.131
16	Instal Pile Cap	34	134	2.228
17	Elv. Timbunan 5.25 meter (Ramp 1.1)	6	140	2.017
18	Masa tunggu	45	185	2.027
19	Perkerasan jalan	28	193	2.028
20	Pembebanan 90.4 kN / m ²	1	194	1.646
21	Konsolidasi 1 tahun	365	559	1.707
22	Konsolidasi 3 tahun	730	1289	1.721
23	Konsolidasi 5 tahun	730	2019	1.721
24	Konsolidasi 10 tahun	1825	3844	1.734
25	Konsolidasi 20 tahun	3650	7494	1.731

PENANGANAN 2

Analisis Stabilitas Timbunan dengan Replace 1.5 m (50 cm Limestone+Geomembran+50 cm Granular backfill+ Geotextile Non Woven)+ Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall.

a) Pemodelan dengan Plaxis



Gambar 3. Pemodelan Plaxis

b) Tahap Pelaksanaan

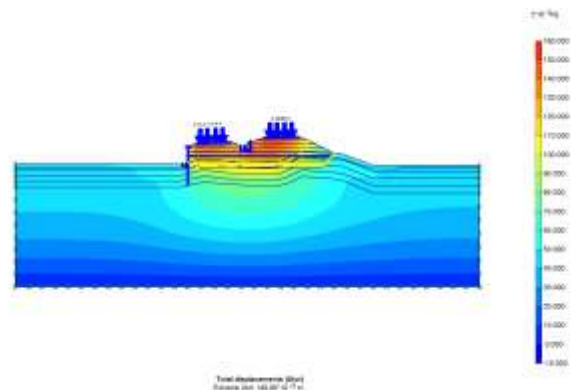
Tabel 2. Tahap Pelaksanaan

No	Tahapan konstruksi	Hari	Total Hari	Safety Factor
1	MWeight 1 Kondisi Inital	0	0	2.425
2	Galian Replacement 1.5 meter	7	7	2.291
3	Elv. Timbunan Replacement 0.5 meter (Limestone)	4	11	1.911
4	Instal Geomembran	7	18	2.299
5	Elv. Timbunan 1 meter (Granular Backfill)	4	22	2.327
6	Instal Geotextile Non Woven	7	29	2.327
7	Instal Bore Pile D60 Int. 1.2 meter	7	36	2.329
8	Instal Retaining Wall	28	64	2.330
9	Elv. Timbunan 1.5 meter pada Replace	4	68	2.330
10	Elv. Timbunan 1 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	6	74	2.332
11	Beban truck 8 kN/m ²	1	75	2.342
12	Elv. Timbunan 2.25 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	7	82	2.191
13	Masa tunggu	7	89	2.205
14	Instal Retaining Wall	7	96	2.169
15	Elv. Timbunan 3 meter (Ramp 3.1 dan Ramp 1.1)	6	102	2.113
16	Elv. Timbunan 4.40 meter (Ramp 3.1) dan Elv. Timbunan 4 meter (Ramp 1.1)	6	108	2.016
17	Elv. Timbunan 5.25 meter (Ramp 1.1)	6	114	2.191
18	Masa tunggu	30	144	1.923
19	Perkerasan jalan	28	172	1.908
20	Pembebanan 90.4 kN / m ²	1	173	1.750
21	Konsolidasi 1 tahun	365	538	1.751
22	Konsolidasi 3 tahun	730	1268	1.750
23	Konsolidasi 5 tahun	730	1998	1.750
24	Konsolidasi 10 tahun	1825	3823	1.750
25	Konsolidasi 20 tahun	3650	7473	1.750

IV. HASIL ANALISIS

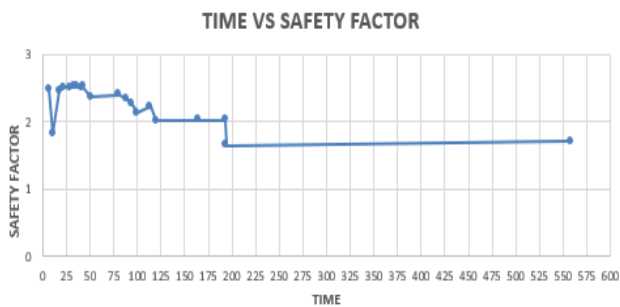
PENANGANAN 1

a) Perhitungan Anlisa Statis



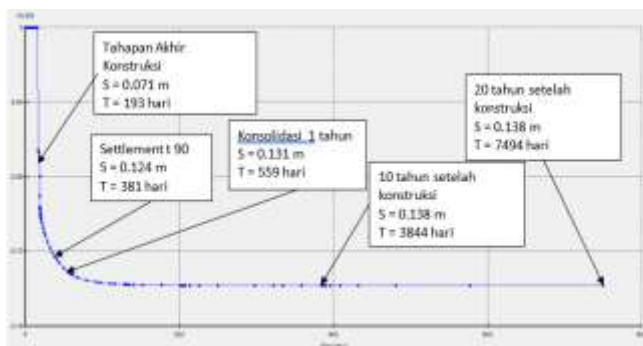
Gambar 4. Total Displacement sebesar 0.149 m

b) Grafik Time Vs Safety Factor



Gambar 5. Grafik Time Vs Safety Factor

c) Kurva Settlement Vs Waktu Pelaksanaan



Gambar 6. Kurva Settlement

Tabel 3. Titik Monitoring Settlement

Tahapan Pelaksanaaan	Time (hari)	Settlement (cm)
Perkerasan Jalan	193	7.1
T90 Settlement	381	38.1
Pembebanan	194	9.7
1 Tahun setelah konstruksi	559	13.1
5 Tahun setelah konstruksi	2019	13.8
10 Tahun setelah konstruksi	3844	13.8
20 Tahun setelah konstruksi	7494	13.8

d) Gaya – gaya dalam Sheet Pile

Tahapan Install Sheet Pile

Axial Force	Shear Force	Bending Moment	Horizontal Displacement
Axial forces - 8.04 kN/m	Shear forces - 342.82*10³ kN/m	Bending moment - 186.86*10³ kN/m	Horizontal displacement - 0.3 cm

Tahapan Konsolidasi 1 Tahun

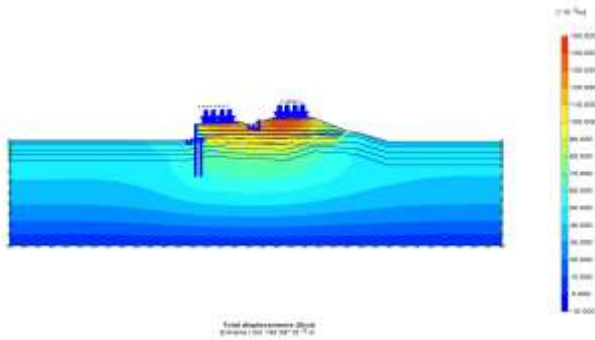
Axial Force	Shear Force	Bending Moment	Horizontal Displacement
Axial forces - 117.11 kN/m	Shear forces - 42.01 kN/m	Bending moment - 81.83 kN/m	Horizontal displacement - 7.03 cm

Phase	Horizontal Displacement (cm)
Install Sheet Pile	0.3
Konsolidasi 1 Tahun	7.03
Selisih	6.73

Horizontal displacement / lateral yang terjadi pada Sheet Pile menunjukkan deformasi yang besar (Not OK)

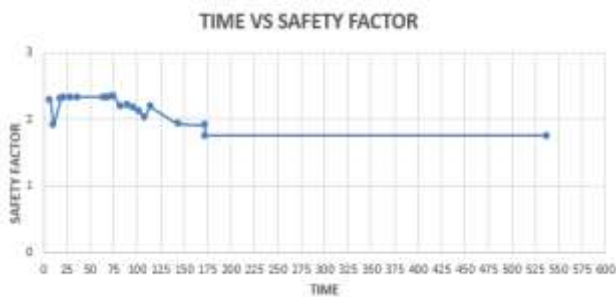
PENANGANAN 2

a) Perhitungan Anlisa Statis



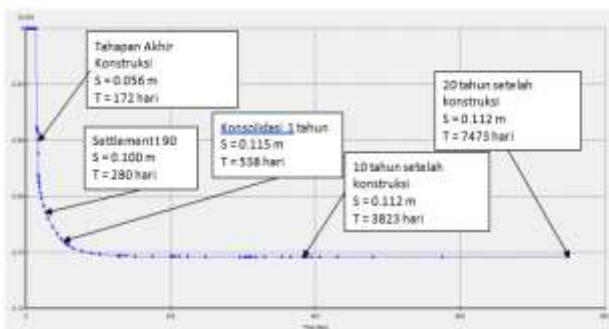
Gambar 7. Total Displacement sebesar 0.140 m

b) Grafik Time Vs Safety Factor



Gambar 8. Grafik Time Vs Safety Factor

c) Kurva Settlement Vs Waktu Pelaksanaan



Gambar 9. Kurva Settlement

Tabel 4. Titik Monitoring Settlement

Tahapan Pelaksanaan	Time (hari)	Settlement (cm)
Perkerasan Jalan	172	5.6
T90 Settlement	280	1.0
Pembebanan	173	7.8

Tahapan Pelaksanaan	Time (hari)	Settlement (cm)
1 Tahun setelah konstruksi	538	11.5
5 Tahun setelah konstruksi	1998	11.2
10 Tahun setelah konstruksi	3823	11.2
20 Tahun setelah konstruksi	7473	11.2

e) Gaya - gaya dalam Sheet Pile

Tahapan Konsolidasi 1 Tahun (Bore Pile)

Axial Force	Shear Force	Bending Moment	Horizontal Displacement
Axial forces 117.11 kN/m	Shear forces 81.45 kN/m	Bending moment 151.68 kN/m	Horizontal displacement 2.19 cm

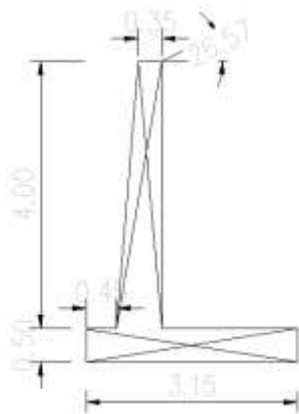
Horizontal displacement / lateral yang terjadi pada Sheet Pile menunjukkan deformasi yang kecil yaitu 2.19 cm (OK)

Tahapan Konsolidasi 1 Tahun (DPT)

Axial Force	Shear Force	Bending Moment	Horizontal Displacement
Axial forces - 81.25 kN/m	Shear forces - 271.04 kN/m	Bending moment - 268.71 kN/m	Horizontal displacement - 2.86 cm

Horizontal displacement / lateral yang terjadi pada DPT menunjukkan deformasi yang kecil yaitu 2.86 cm (OK)

f) Perhitungan Stabilitas dan Penulangan Retaining Wall (A)



Gambar 10. Dimensi Retaining Wall (A)

Tabel 5. Perhitungan Titik Berat Konstruksi

No	Bagian	Berat Beban Vertikal (V) (kN/m)	Lengan (m')	Momen (kN.m)	Keterangan
1	V1	33.60	0.93	31.08	BADAN
2	V2	0.60	0.65	0.39	BADAN
3	V3	37.20	1.55	57.66	KAKI
4	V4	128.00	2.10	268.80	TANAH
5	V5	0.30	2.43	0.73	TANAH
		$\Sigma V =$		$\Sigma M =$	
		199.70		358.66	

Tabel 6. Safety Factor Retaining Wall

No	Momen Tahan (MT)		Momen Guling (MG) (kN.m)	Safety Factor
	Momen terhadap Berat DPT (kN.m)	Momen terhadap Tekanan Tanah (kN.m)		
1	358.66	3583.95	107.05	36.83 > 2

No	ΣV (kN)	P_p (kN)	P_h (kN)	Kapasitas Lateral Pile (kN)	Safety Factor
1	199.70	33.81	66.91	700.00	12.09 > 1.5

Kapasitas Lateral Dihitung dari All Pile

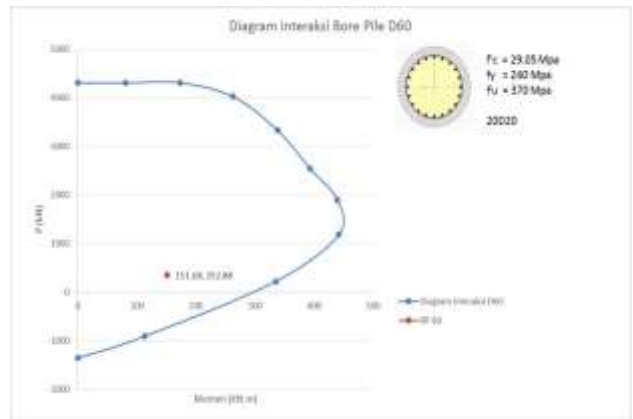
Tabel 7. Perhitungan Tulangan pada Badan

PERHITUNGAN PENULANGAN PADA DINDING			
	12.58	ton.m	OUTPUT PLAXIS
Mu	1258000	kg.cm	
Mu x	1258000	kg.cm	
t plat	50	cm	
b	400	cm	
cv	5	cm	
f tul	1.9	cm	
dx	44.05	cm	
fy	4000	kg/cm ²	
fc	290.5	kg/cm ²	
	1.621	=	3200 p - 25908 p ²
	didapat		p = 9.96E-05
syarat	rmin < r < rmax		
	rmin	=	0.0035
	rmax	=	0.145
	jika rmin < p < rmax		maka dipakai p
			maka dipakai rmin
	Ds	=	61.67 cm ²
	Ab	=	2.83 cm ²
	n	=	21.8 buah
			22 buah
	s	=	18.38 cm
	D		19 150

PERHITUNGAN PENULANGAN PADA BADAN ARAH HORIZONTAL	
Mu	12.58 ton.m
Mu y	1258000 kg.cm
t plat	50 cm
b	400 cm
cv	5 cm
f tul	1.3 cm
dx	44.35 cm
fy	4000 kg/cm ²
fc	290.5 kg/cm ²
1.599	= 3200 p - 25908 p ²
didapat	p = 0.0001745
syarat	rmin < r < rmax
rmin	= 0.0035
rmax	= 0.145
jika	
rmin < p < rmax	maka dipakai p
p < rmin	maka dipakai rmin
Ds	= 31.05 cm ²
Ab	= 1.33
n	= 23.4 buah
s	= 17.09 cm
D 13 150	

Tabel 7. Perhitungan Tulangan pada Telapak

PERHITUNGAN PENULANGAN PADA TELAPAK	
Mu	27.88 ton.m
Mu x	2788000 kg.cm
t plat	50 cm
b	315 cm
cv	5 cm
f tul	1.9 cm
dx	44.05 cm
fy	4000 kg/cm ²
fc	207.5 kg/cm ²
4.5613184	= 3200 p - 36272 p ²
didapat	p = 5.15E-03
syarat	rmin < r < rmax
rmin	= 0.0035
rmax	= 0.12724592
jika	
rmin < p < rmax	maka dipakai p
p < rmin	maka dipakai rmin
Ds	= 7.14E+01 cm ²
Ab	= 2.83385 cm ²
n	= 25.1970321 buah
s	= 12.5014723 cm
D 19 100	



Gambar 10. Perhitungan Penulangan Bore Pile
g) Perhitungan Stabilitas dan Penulangan Retaining Wall (B)



Gambar 11. Dimensi Retaining Wall (B)

Tabel 8. Perhitungan Titik Berat Konstruksi

No.	Bagian	Berat Beban Vertikal (V) (kN/m)	Lengan		Momen		KETERANGAN
			x (m')	y (m')	Mx (kN.m/m)	My (kN.m/m)	
1	W1	44.000	3.700		162.800		BADAN 1 BADAN 2 TELAPAK
2	W2	18.500	1.800		28.400		
3	W3	19.250	0.875		16.844		
4	W4	34	7.4		251.600		Beban
	ΣV	113.750	ΣMx & ΣMy		457.644	0.000	

Tabel 10. Kontrol terhadap Stabilitas Geser dan

No.	Bagian	Berat Bagian & Berat gaya (kN)	Lengan		Momen Tahan (MT) (kN.m)	Momen Guling (MG) (kN.m)	Faktor Keamanan Guling
			x (m)	y (m)			
1	Pa1	28.333		1.250		35.417	9.45
2	Pa2	17.708		0.833		14.757	
3	Pp	40		0.417	16.602		
	ΣPh	6.19792		ΣMT =	16.602	-	
				ΣMG =	-	50.174	

γ Tanah : 17 kN
 γ Pas. Batu : 22 kN
 c : 10 kN/m²
 ϕ : 30 derajat
 Gaya Geser : $((\sum W \cdot \tan(\phi)) + (B \cdot c)) / Ph$
 : 13,42 > 1,50 (Oke)
 Gaya Guling : MT/MG
 : 9,45 > 2,00 (Oke)
 Kontrol Kapasitas Dukung Telapak
 SF : 6,524 > 1,50 (Oke)

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dalam analisis menggunakan Software Plaxis dengan membandingkan 2 metode yaitu yang pertama Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Sheet Pile dengan Panjang 15 meter + Retaining Wall dan yang kedua Replace 1.5 m (50 cm Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall. Analisa kedua penanganan tersebut menggunakan Plaxis dengan hasil untuk Konsolidasi 1 tahun dan 10 Tahun dari kedua penanganan memenuhi persyaratan. Faktor Keamanan untuk lereng timbunan juga memenuhi persyaratan. Hasil dari Horizontal Displacement pada penanganan pertama masih sangat besar yaitu 6.73 cm tidak sesuai dengan kriteria AASTHO 3.8 cm dan di lihat dari profile bending moment pada Sheet Pile bahwa Sheet Pile tidak terjepit sehingga untuk kasus tersebut penanganan yang cocok adalah menggunakan penanganan kedua yaitu Replace 1.5 m (50 cm

Limestone + Geomembran + 50 cm Granular backfill + Geotextile Non Woven) + Retaining Wall dengan Bore Pile D60 Int. 2 meter + Retaining Wall

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, I. M., & Hamdhan, I. N. (2019). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(2), 61–72.
- Gati, B. M., & Purwanto, E. (2018). Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Badan Jalan dan Prediksi Timbunan yang Terjadi Menggunakan Program Plaxis. *Faculty of Civil Engineering and Planning, University of Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Mau, J., Rasidi, N., & Hanggara, I. (2017). Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius Dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali Di Jl. Raya Beji Puskesmas Kota Baru. *EUREKA: Jurnal Penelitian*.
- Prasetyo, I., Setiawan, B., & Dananjaya, R. H. (2017). Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 1, 922–926.
- RTS FEBRY KUMALA RASDI. (2021). ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN PROGRAM PLAXIS 8.2. *Faculty of Civil Engineering and Planning, University of Islam Indonesia, Yogyakarta*, 2, 1–165.