

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH DAN SHEET PILE BAJA PADA LERENG JALAN TOL BALIKPAPAN – SAMARINDA STA. 2+850 – 3+050.

Danang Kurniawan¹, Edy Purwanto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511265@students.uii.ac.id

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: edypurwanto@uui.ac.id

Abstract:

Section V Balikpapan – Samarinda Highway Sta. 2+850 – 3+050 is part of the Trans Kalimantan East highway segment that connects Balikpapan City with Samarinda City. Construction of Balikpapan - Samarinda highway is passes through hilly areas and valleys, so that to reach the surface of the plan, a high heap of land is needed. The problem that arises in the field is the occurrence of landslide on the road body when the process has been carried out to approach the surface of the plan. Therefore, soil retaining wall and steel sheet pile are used to prevent landslides from occurring. So that it's expected to be able to withstand lateral force and slope to be safe. Slope stability analysis using the Plaxis 8.6 program to determine the value of safe slope in the conditions before and after using cantilever type retaining wall and steel sheet pile. The results of the calculation of the value of the figure are safe on the slope with the original heap with manual calculation of 0.351. With a safe value of <1.25, the slope is labile or unsafe against collapse. On slopes with reinforcement of retaining walls using Plaxis 8.6 program under construction conditions without earthquake load of 1.9354 and with an earthquake load of 1.9257. Whereas the value of safe figures in post-construction conditions without earthquake loads is 1.5250 and with earthquake loads of 1.5172. With a safe value of > 1.25, the slope is safe. Whereas in reinforced steel sheet pile using Plaxis 8.6 program during construction conditions without earthquake load of 2.4031 and with earthquake load of 2.3535. While the value of safe figures in post-construction conditions without earthquake load is 1.7522 and with earthquake loads of 1.7359. With a safe value of > 1.25, the slope is safe.

Keywords : Slope stability, retaining wall, steel sheet pile, Plaxis 8.6

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang saat ini sedang disibukan dalam melakukan pembangunan infrastruktur. Salah satu pembangunan infrastruktur tersebut adalah proyek pembangunan Jalan Tol Balikpapan - Samarinda. Dalam proses pembangunan jalan, tentu terdapat beberapa permasalahan atau tantangan yang harus dihadapi. Hal tersebut tidak dapat terpungkiri karena mengingat topografi dan jenis tanah di Indonesia beraneka ragam.

Pembangunan Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Seksi V sta. 2+850 - 3+050 merupakan ruas jalan tol yang melalui daerah perbukitan dan daerah lembah atau cekungan, sehingga untuk mencapai elevasi rencana

diperlukan pekerjaan timbunan tanah yang cukup tinggi. Permasalahan yang muncul di lapangan adalah terjadinya longsor pada timbunan tanah untuk badan jalan saat pengerjaannya telah dilakukan hingga mendekati elevasi rencana. Lokasi lereng terletak pada kemiringan yang cukup curam serta adanya aliran air yang berasal dari mata air daerah sekitar, menyebabkan tanah menjadi basah dan lunak. Oleh karena itu menyebabkan parameter geser tanah turun yang berakibat pada tidak stabilnya tanah timbunan.

Maka dari itu, untuk mencegah terjadinya longsor digunakan dinding penahan tanah jenis kantilever dan *sheet pile* baja. Pemilihan perkuatan tersebut didasarkan pada kondisi di lapangan yang curam. Oleh karena itu,

diharapkan perkuatan tersebut mampu menahan gaya lateral yang terjadi dan dapat meningkatkan nilai angka aman pada lereng tersebut.

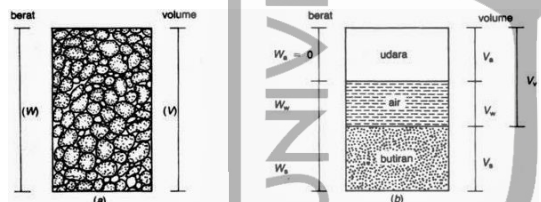
Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui angka aman pada lereng timbunan tanah asli
2. Mengetahui nilai angka aman pada lereng timbunan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah jenis kantilever
3. Mengetahui nilai angka aman pada lereng timbunan menggunakan perkuatan *sheet pile* baja

2. LANDASAN TEORI

2.1. Tanah

Tanah merupakan suatu himpunan mineral dari bahan organik (tumbuhan) atau anorganik (vulkanik) dan merupakan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak diatas batuan dasar. Diagram fase tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Fase Tanah
(sumber : Hardiyatmo,2002)

$$W = W_s + W_w$$

$$V = V_s + V_w + V_a$$

$$V_v = V_w + V_a$$

2.2 Stabilitas Lereng

Pada permukaan tanah yang tidak horisontal, pergerakan gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika pergerakan gravitasi melampaui perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Sebab terjadinya kelongsoran lereng adalah karena tidak tersedianya kuat geser tanah yang cukup untuk menahan gerakan tanah longsor kebawah, pada bidang longsornya. faktor keamanan didefinisikan sebagai nilai banding

antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

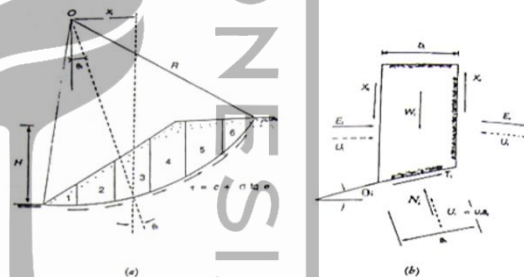
$$F = \frac{\tau}{\tau d}$$

dengan :

- τ = tahanan geser yang dapat dikerahkan tanah (kN/m²).
- τd = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor (kN/m²),
- F = faktor aman.

2.3 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinius.

Dalam perhitungan analisis stabilitas lereng menggunakan metode fellinius menganggap bahwa gaya – gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada tiap irisan digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Gaya Yang Bekerja Pada Irisan
(sumber :Hardiyatmo,2006)

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n c a_i + (W_i \cos \theta_i - u_i a_i) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i}$$

Dengan :

- F = Faktor aman
- C = kohesi tanah (kN/m²)
- ϕ = sudut gesek dalam tanah (°)
- a_i = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m)
- W_i = berat irisan tanah ke-i (kN)
- u_i = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m²)
- θ_i = sudut pada irisan ke-i (°)

2.4 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan jenis perkuatan yang digunakan untuk menjaga

permukaan yang vertikal atau permukaan lereng yang curam sehingga tanah dapat stabil dalam jangka waktu yang panjang.

1. Stabilitas terhadap penggeseran

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h}$$

dengan :

$\sum R_h$ = Tahanan dinding penahan Tanah terhadap penggeseran

$\sum P_h$ = Jumlah gaya - gaya horizontal

2. Stabilitas terhadap penggulingan

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}}$$

dengan :

$\sum M_w$ = Momen yang melawan penggulingan (kNm)

$\sum M_{gl}$ = Momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm)

3. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$Q_u = d_c \times i_c \times c \times N_c + d_q \times i_q \times D_f \times \gamma \times N_q + d_\gamma \times i_\gamma \times 0,5 \times B \times \gamma \times N_\gamma$$

$$Q = \frac{V}{B}$$

$$F = \frac{Q_u}{Q} \geq 3$$

dengan :

- d_c, d_q, d_γ = Faktor kedalaman
- i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban
- 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, N_γ = Faktor – faktor kapasitas dukung Terzaghi.

2.5 Sheet Pile Baja.

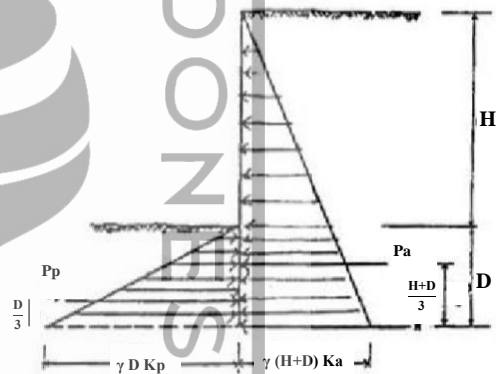
Sheet pile atau turap merupakan dinding vertikal yang reatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah yang dipasang saling mengunci dan dipancang ke dalam tanah sehingga membentuk dinding vertikal menerus. Dalam perencanaan kedalaman pemancangan sheet pile, dapat digunakan beberapa metode antara lain,

1. Metode Konvensional

Pada metode ini, tanah di atas maupun di bawah galian dianggap sama. Sheet pile mengalami defleksi dengan bentuk yang tidak diketahui dan dianggap berputar pada suatu titik putar dibawah garis galian, maka dari itu ada zona aktif dan pasif. Jika tanah keseluruhan bergerak ke kiri maka tanah dikanan dianggap aktif dan sebaliknya.

2. Metode Simplified

Pada metode ini, semua tekanan tanah baik aktif maupun pasif diperhitungkan secara utuh sampai kedasar sheet pile. Untuk lebih detailnya tekanan tanah lateral menggunakan metode simplified dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Tekanan Tanah Lateral Metode Simplified

(sumber : Wayan Redana,2010)

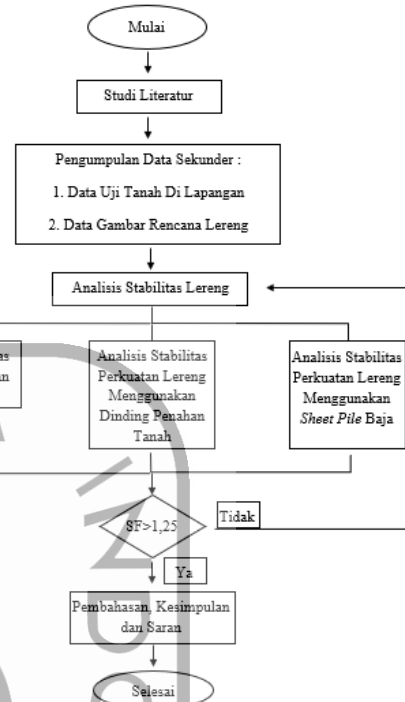
2.1 Plaxis

Plaxis merupakan salah satu program pemodelan berdasarkan metode elemen hingga yang mampu melakukan analisis permasalahan geoteknik dalam perancangan sipil. Program plaxis bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan di lapangan ke dalam tahapan pengerjaan pada program. Dengan demikian diharapkan pemrograman ini dapat mendekati atau sedekat mungkin dengan pelaksanaan di lapangan, sehingga respon yang dihasilkan dari program dapat diasumsikan sebagai cerminan dari kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan.

Program Plaxis terdiri dari empat buah sub program yaitu, program masukan,

perhitungan, keluaran dan kurva. Adapun sub program tersebut adalah sebagai berikut.

1. Program Masukan
 Pada program masukan, pengguna dapat melakukan pemodelan geometri dan memasukkan data-data yang diperlukan.
2. Program Perhitungan
 Program ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeksekusi tahap-tahap perhitungan dan dapat juga digunakan untuk memilih tahapan perhitungan analisis sesuai dengan yang diinginkan.
3. Program Keluaran
 Setelah program perhitungan selesai, di program inilah hasil dari program perhitungan dapat di evaluasi. Pada tahapan ini, pengguna dapat mengetahui hasil dari analisis yang dilakukan.
4. Program kurva
 Pada program ini, dapat dihasilkan hasil analisis tersebut dalam bentuk kurva.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

3. METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran umum

Lokasi penelitian terletak pada Sta 2+850 - Sta. 3+050 Jalan Tol Balikpapan – Samarinda, Seksi V. Penelitian dilakukan dengan menganalisis stabilitas lereng timbunan asli terlebih dahulu. Setelah hasil perhitungan angka aman didapatkan, kemudian dilakukan perencanaan dan perhitungan nilai angka aman menggunakan program Plaxis 8.6 dari lereng tersebut setelah diperkuat dengan dinding penahan tanah dan *sheet pile* baja. Hasil dari analisis tersebut, diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang ada pada Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta. 2+850 - Sta. 3+050.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan dalam proses pengerjaannya yang di gambarkan ke dalam bagan alir seperti pada Gambar 4 berikut.

3.2 Parameter Analisis

1. Parameter Tanah

Parameter tanah yang digunakan untuk masukan data tanah pada program Plaxis 8.6 dapat dilihat pada Tabel 1.

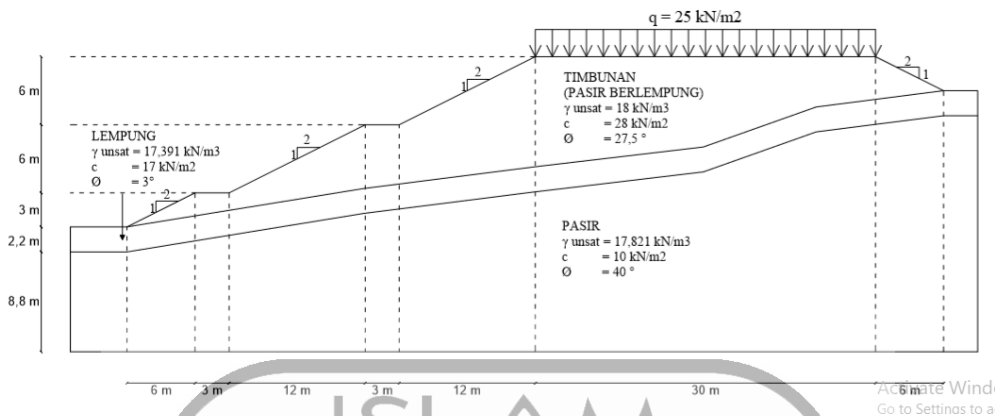
Tabel 1. Data Parameter Tanah

Parameter	Satuan	Jenis Tanah		
		Tanah Timbunan (Pasir Berlempung)	Tanah Lapis 1 (Lempung (soft))	Tanah Lapis 2 (Pasir (Medium Dense))
γ_{sat}	kN/m ³	18	20,054	17,821
γ_{sat}	kN/m ³	19,5	20,864	18,870
E_{ref}	kN/m ²	15000	2000	16000
Kohesi (c)	kN/m ²	28	17	10
Sudut geser (ϕ)	°	27,5	3	40
Poisson ratio (ν)		0,3	0,2	0,3
K_x		0,01	0,0000001	0,1
K_y		0,01	0,0000001	0,1

(sumber : PT.PP Tbk (Persero),2018)

2. Data Penampang Melintang Lereng.

Adapun data penampang melintang lereng Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta. 2+850 - Sta. 3+050 dapat dilihat pada Gambar 5.

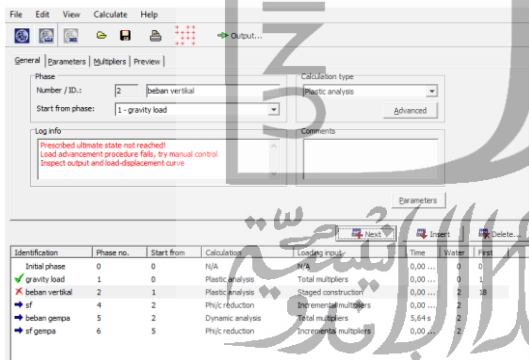


Gambar 5. Potongan Melintang Lereng

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

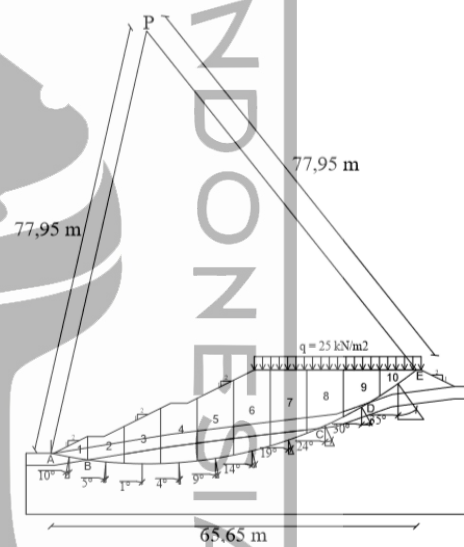
4.1 Lereng Timbunan Asli

Perhitungan lereng timbunan tanah asli dilakukan dengan menggunakan program Plaxis 8.6 dan perhitungan manual menggunakan metode Fellenius. Pada saat dilakukan tahap perhitungan pada program Plaxis, baik pada masa konstruksi maupun paska konstruksi pada tahapan memasukan beban struktur pekerasan jalan terjadi *soil body collapse* atau kondisi batas tidak tercapai, sehingga nilai angka aman tidak bisa ditentukan yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Proses Tahapan Perhitungan Lereng Timbunan Asli

Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui angka aman pada lereng tersebut menggunakan metode Fellenius. Gambar irisan bidang longsor pada metode Fellenius dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7 Penampang Irisan pada Lereng Timbunan Tanah Asli

Adapun perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 2 Rekepitulasi Perhitungan Tanah Lapis 1

No	A (m ²)	W (kN)	W _i .sin _θ (kN)	w _i cos θ	w _i .cos θ.tang _φ
1	6,2	111,6	-19,3791	109,905	57,213
2	13,034	234,612	-20,4478	233,719	121,667
3	25,433	457,794	-7,9896	457,724	238,276
4	35,538	639,684	44,6221	638,126	332,187
5	46,617	839,106	145,7092	826,358	430,175
6	60,673	1092,114	282,6599	1054,901	549,147
7	58,921	1060,578	345,2904	1002,796	522,023
8	53,667	966,006	392,9100	882,490	459,395
9	41,201	741,618	370,8090	642,260	334,339
10	15,408	277,344	159,0780	227,187	118,266
Σ	356,692		1693,262		3162,688

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Tanah Lapis 2

No	A (m ²)	W (kN)	W.sine (kN)	wi cos θ (kN)	wi.cos θ.tang. (kN)
1	6,887	119,772	-20,798	117,952	6.1816
2	14,357	249,683	-21,761	248,732	13.0355
3	14,443	251,178	-4,384	251,140	13.1617
4	14,443	251,178	17,521	250,566	13.1316
5	14,343	249,439	43,315	245,650	12.8739
6	14,389	250,239	64,767	241,712	12.6676
7	14,443	251,178	81,776	237,494	12.4465
8	9,467	164,641	66,965	150,407	7.8825
9	1,93	33,565	16,782	29,068	1.5234
10	-	-	-	-	-
Σ	104,702	-	244,183	-	92,904

Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Tanah Lapis 3

No	A (m ²)	W (kN)	W.sine (kN)	wi cos θ (kN)	wi.cos θ.tang. (kN)
1	-	-	-	-	-
2	5,660	100,867	-8,791	100,483	84,315
3	14,901	265,551	-4,634	265,510	222,790
4	19,927	355,119	24,772	354,254	297,254
5	20,516	365,616	63,488	360,061	302,127
6	17,087	304,507	78,812	294,132	246,806
7	9,392	167,375	54,492	158,256	132,793
8	0,675	12,029	4,893	10,989	9,221
9	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
Σ	88,158	-	218,032	-	1295,306

$$\Sigma c_i a_i = (11,42 \times 28) + (16,992 \times 17) + (42,41 \times 10) = 1032,7 \text{ kN/m}$$

$$Mq = (q \times A) = (25 \times 549,552) = 13738,8 \text{ kN}$$

Nilai *Safety factor* pada lereng timbunan tanah asli dengan perhitungan manual menggunakan metode Fellinius adalah sebagai berikut.

$$SF = \frac{1032,7 + 4550,9}{2150,5 + 13738,8} = 0,351$$

4.2 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah

1. Perhitungan Manual Stabilitas Dinding Penahan Tanah.

a. Stabilitas terhadap Penggeseran

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h + P_p}{\Sigma P_a} = \frac{995,124 + 971,571}{326,221} = 6,029$$

b. Stabilitas terhadap Penggulingan

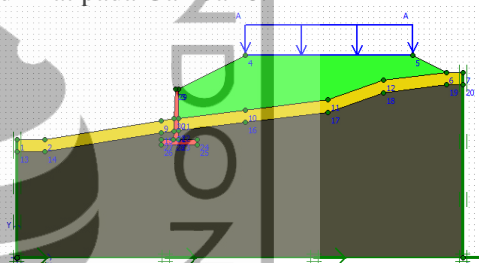
$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_{penahan}}{\Sigma M_{pendorong}} = \frac{5677,041}{887,163} = 6,399.$$

c. Stabilitas terhadap Daya Dukung Tanah

$$F = \frac{q_u}{q'} = \frac{4618,135}{254,370} = 18,155.$$

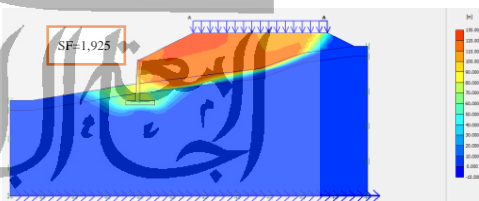
2. Perhitungan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis 8.6

Adapun pemodelan dinding penahan tanah pada program plaxis 8.6 dapat dilihat pada Gambar 8.

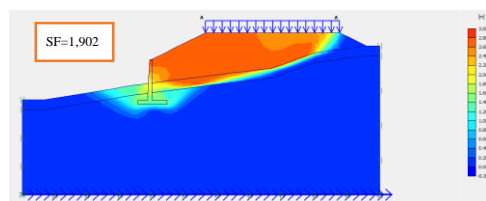


Gambar 8 Pemodelan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis 8.6

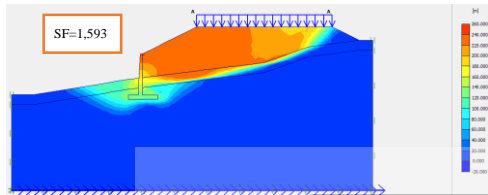
Hasil analisis dinding penahan tanah menggunakan atau tidak menggunakan beban gempa baik pada kondisi masa konstruksi atau paska konstruksi dapat dilihat pada gambar berikut.



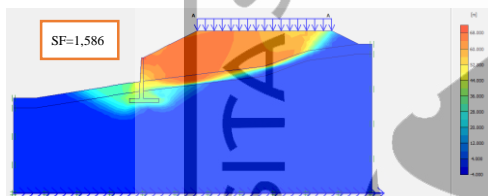
Gambar 9 Potensi Kelongsoran Perkuatan Dinding Penahan Tanah Tanpa Beban Gempa Pada Masa Konstruksi



Gambar 10 Potensi Kelongsoran Perkuatan Dinding Penahan Tanah Dengan Beban Gempa Pada Masa Konstruksi



Gambar 11 Potensi Kelongsoran Perkuatan Dinding Penahan Tanah Tanpa Beban Gempa Pada Paska Konstruksi

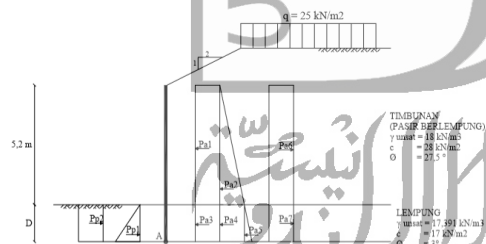


Gambar 12 Potensi Kelongsoran Perkuatan Dinding Penahan Tanah Dengan Beban Gempa Pada Paska Konstruksi

4.3 Analisis Stabilitas Sheet Pile Baja

1. Perhitungan Desain Sheet Pile

Adapun gambar diagram tanah yang terjadi dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Diagram Tekanan Lateral

Hasil rekapitulasi perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, sedangkan hasil perhitungan nilai momen yang terjadi pada sheet pile baja dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

No	Tekanan Tanah	Rumus	Gaya (kN)
1	Pa 1	$q.Ka1.h1$	95.810
2	Pa 2	$0,5 \cdot \gamma b1.h1.Ka1.h1$	179.356
3	Pa 3	$q.Ka2.h2$	22.513 D
4	Pa 4	$(\gamma b1.h1).Ka2.D$	84.290 D
5	Pa 5	$0,5 \cdot \gamma b2.D.Ka2.D$	7.831 D ²
6	Pa 6	$-2.c1.\sqrt{Ka1}.h1$	249.991
7	Pa 7	$-2.c2.\sqrt{Ka2}.h2$	32.265 D

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

No	Tekanan Tanah	Rumus	Gaya (kN)
1	Pp 1	$0,5 \cdot \gamma b2.D.Kp2.D$	9.656 D ²
2	Pp 2	$2.c2.\sqrt{Kp2}.D$	35.828 D

Tabel 7 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Momen Pada Sheet Pile

No	Tekanan Tanah	Gaya (kN)	Lengan Ke A (m)	Momen (kNm)
1	Pa 1	95.810	2,6 + D	249.106 + 95.810D
2	Pa 2	179.356	1,733 + D	310.884 + 179.356 D
3	Pa 3	22.513 D	0,5D	11.257 D ²
4	Pa 4	84.290 D	0,5D	42.145 D ²
5	Pa 5	7.831 D ²	0,667D	5,220 D ³
6	Pa 6	249.991	2,6 + D	649,978 + 249,991 D
7	Pa 7	32.265 D	0,5D	16,132 D ²
13	Pp 1	9.656 D ²	0,667D	6,437 D ³
14	Pp 2	35.828 D	0,5D	17,914 D ²

$$\Sigma M \text{ total} = 1,217 D^3 - 19,355 D^2 - 25,175 D + 89,987$$

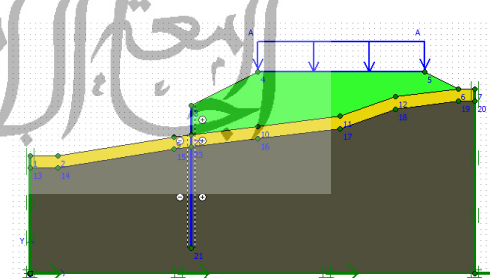
$$\Sigma M \text{ total} = 0$$

$$1,217 D^3 - 19,355 D^2 - 25,175 D + 89,987 = 0$$

$$D = 16,9 \text{ m.}$$

2. Perhitungan Sheet Pile Baja Menggunakan Program Plaxis 8.6

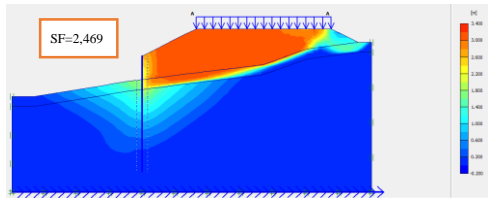
Adapun pemodelan sheet pile baja pada program plaxis 8.6 dapat dilihat pada Gambar 13.



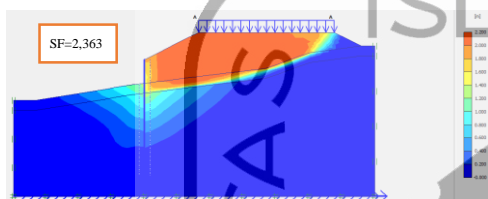
Gambar 13 Pemodelan Perkuatan Lereng Dengan Sheet Pile Pada Program Plaxis 8.6

Hasil analisis stabilitas sheet pile menggunakan atau tidak menggunakan beban gempa baik pada kondisi masa

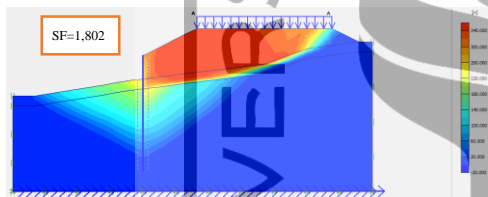
konstruksi atau paska konstruksi dapat dilihat pada gambar berikut.



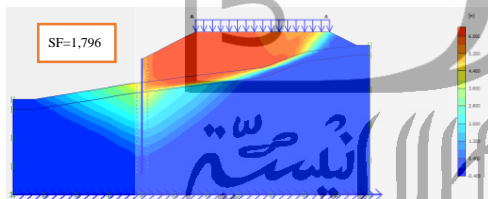
Gambar 14 Daerah Kelongsoran Perkuatan *Shet Pile* Tanpa Beban Gempa Pada Masa Konstruksi



Gambar 15 Daerah Kelongsoran Perkuatan *Sheet Pile* Dengan Beban Gempa Pada Masa Konstruksi



Gambar 16 Daerah Kelongsoran Perkuatan *Sheet Pile* Tanpa Beban Gempa Pada Paska Konstruksi



Gambar 17 Daerah Kelongsoran Perkuatan *Sheet Pile* Dengan Beban Gempa Pada Paska Konstruksi

Hasil angka aman baik pada dinding penahan tanah tipe kantilever maupun perkuatan lereng dengan *sheet pile* baja pada kondisi paska konstruksi didapat nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan kondisi masa konstruksi, hal tersebut terjadi karena terjadi penambahan beban lalu lintas pada kondisi paska konstruksi. Selain itu, terjadi penurunan angka aman baik pada masa konstruksi

maupun paska konstruksi akibat penambahan beban gempa. Berdasarkan hasil tersebut didapat nilai angka aman > 1,25, maka lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah tipe kantilever maupun *sheet pile* baja dalam kondisi aman. Adapun rekapitulasi stabilitas lereng Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta 2+850 – 3+050 dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 8 Hasil Rekapitulasi Stabilitas lereng Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Sta. 2+850-3+050.

No	Keterangan	Total Displacement	SF
1	Lereng Timbunan Asli :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Masa konstruksi dengan beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
	Paska konstruksi dengan beban gempa	<i>Collapse</i>	<i>Collapse</i>
2	Lereng dengan dinding penahan tanah :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	0,03682	1,9255
	Masa konstruksi dengan beban gempa	0,046,30	1,9022
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	0,3398	1,5927
	Paska konstruksi dengan beban gempa	0,05080	1,5862
3	Lereng dengan <i>sheet pile</i> baja :		
	Masa konstruksi tanpa beban gempa	0,04040	2,469
	Masa konstruksi dengan beban gempa	0,05221	2,363
	Paska konstruksi tanpa beban gempa	0,05092	1,8022
	Paska konstruksi dengan beban gempa	0,07423	1,7964

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan nilai angka aman pada lereng dengan timbunan asli Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta. 2+850 – 3+050 menggunakan program Plaxis 8.6 baik pada masa konstruksi maupun paska konstruksi dan baik pada kondisi tanpa

beban gempa maupun dengan beban gempa terjadi *collapse*. Sedangkan perhitungan manual pada lereng tersebut di dapatkan hasil angka aman sebesar 0,351. Dengan nilai Angka aman $< 1,25$, maka lereng labil atau tidak aman terhadap keruntuhan.

2. Hasil perhitungan nilai angka aman pada lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah tipe kantilever Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta. 2+850 – 3+050 menggunakan program Plaxis 8,6 pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,9255 dan dengan beban gempa sebesar 1,9022. Sedangkan nilai angka aman pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,5927 dan dengan beban gempa sebesar 1,5862. Dengan nilai Angka aman $> 1,25$, maka lereng aman terhadap keruntuhan.
3. Hasil perhitungan nilai angka aman pada lereng dengan perkuatan *sheet pile* baja Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta. 2+850 – 3+050 menggunakan program Plaxis 8.6 pada kondisi masa konstruksi tanpa beban gempa sebesar 2,469 dan dengan beban gempa sebesar 2,363. Sedangkan nilai angka aman pada kondisi paska konstruksi tanpa beban gempa sebesar 1,8022 dan dengan beban gempa sebesar 1,7964. Dengan nilai Angka aman $> 1,25$, maka lereng aman terhadap keruntuhan.

Hardiyatmo, H. C. 2006. *Mekanika Tanah II Edisi ke III*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hardiyatmo, H. C. 2002. *Teknik Fondasi I. Edisi Ke II*. Beta Offset. Yogyakarta

PT. PP (Persero). 2018. *Usulan Penanganan Kelongsoran Timbunan Badan Jalan Proyek Jalan Tol Balikpapan – Samarinda (Balsam) Seksi V, Sta. 2+850 s/d Sta. 3+050*. Semarang.

Redana, I. Wayan. 2010. *Teknik Pondasi. Edisi Pertama*. Udayana University Press. Denpasar, Bali.

6. SARAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Dilakukan perbandingan dengan perkuatan lainnya seperti, perkuatan dengan *mini pile*, *bored pile*, *soil nailing* dan lain sebagainya.

7. DAFTAR PUSTAKA

Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I. Edisi Ke III*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.