

Pemodelan Kestabilan Tanah Timbunan Causeway di Pelabuhan Eray dengan Plaxis 2D

FAUZAN AKMAL BUDIMAN¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional
2. Dosen, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional
Email: Bgdkmale6@gmail.com

ABSTRAK

Kegagalan (failure) pada perencanaan timbunan dapat menyebabkan kelongsoran seperti yang terjadi pada causeway di Pelabuhan Eray. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi causeway eksisting (kelongsoran yang terjadi) dan rencana perbaikan causeway (rehabilitasi konstruksi). Data sekunder yang digunakan berupa data tanah, dimensi causeway dan pengamatan pasang surut air laut yang diperoleh dari PT. Marindo Penata Kawasan serta spesifikasi geotekstil. Pemodelan dianalisis menggunakan program PLAXIS 2D berbasis metode Elemen Hingga. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria pembebanan dermaga, elevasi muka air laut pada kondisi surut +0,00 m (Low Water Spring), kondisi muka air rerata +1,23 m (Mean Sea Level) dan kondisi pasang +2,459 m (High Water Spring), selanjutnya variasi nilai kuat tarik geotekstil yaitu 15 kN/m, 50 kN/m dan 100 kN/m serta variasi kemiringan lereng yaitu 1V:1H, 1V:1,5H dan 1V:2H. Hasil pemodelan causeway perbaikan terhadap causeway eksisting terdapat peningkatan yang signifikan mencapai 418%.

Kata kunci: Causeway, Geotekstil, Kemiringan lereng, Timbunan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

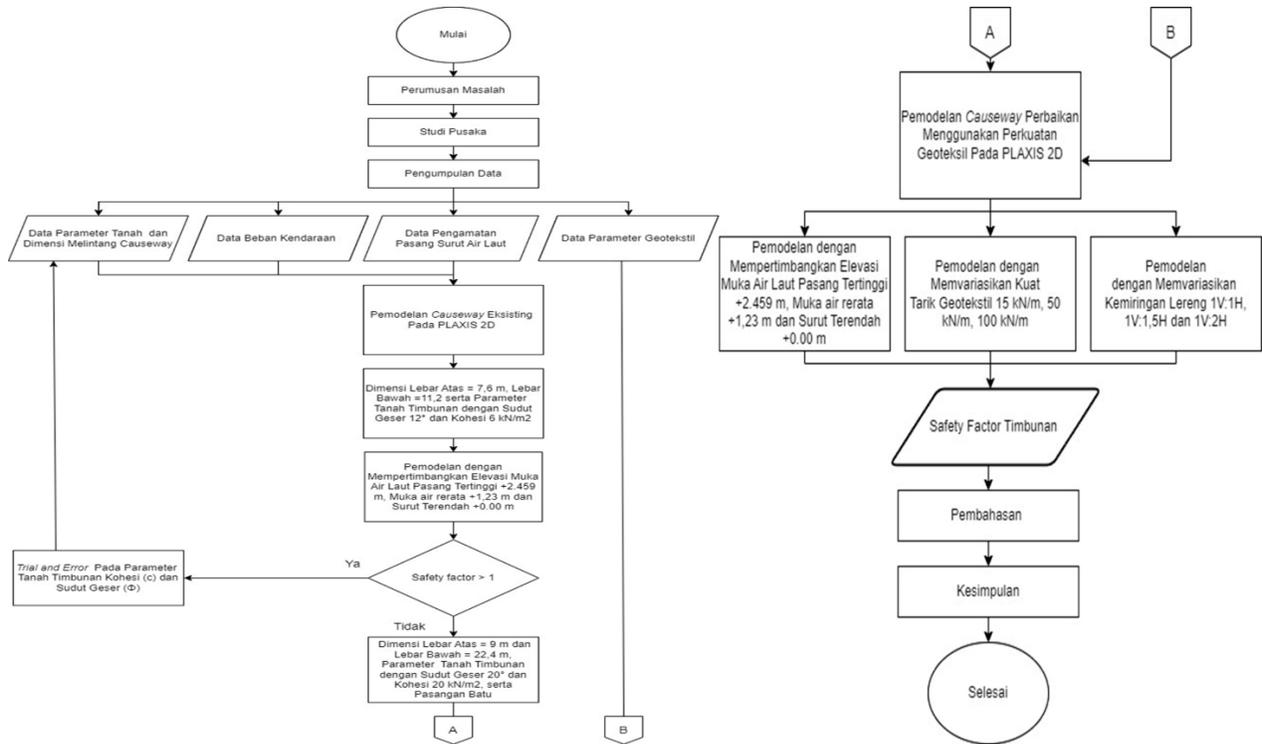
Pelabuhan adalah tempat persinggahan kapal, yang mempunyai sarana dan fasilitas untuk melaksanakan kegiatan pelabuhan (Hananto Soewedo, 2015). Kerusakan pada konstruksi fasilitas pelabuhan menjadi salah satu masalah dalam kinerja operasional pelabuhan yang akan berdampak pada keselamatan para penumpang dan barangnya seperti yang terjadi pada konstruksi *causeway* yang terletak di Pelabuhan Eray. Pada tahun 2013 berdasarkan surat Kepala Kantor UPP Kelas III Wonoreli diketahui bahwa terdapat kerusakan pada fasilitas di Pelabuhan Eray sehingga diperlukan rehabilitasi dan pengembangan pada Pelabuhan Eray agar mampu melayani pertumbuhan jumlah kapal.

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), *Causeway* adalah timbunan material yang melintang sepanjang badan air atau lahan yang digunakan sebagai jalan penghubung untuk menuju dermaga. Perencanaan *causeway* menggunakan tanggul dari timbunan tanah. Dalam perbaikan *causeway* di Pelabuhan Eray akan dilakukan pemodelan stabilitas tanah timbunan *causeway*

terkait permasalahan kelongsoran pada *causeway* tersebut serta dilakukan pemodelan pada rencana *causeway* dengan perbaikan. Nilai faktor keamanan menjadi *output* dalam pemodelan ini yang menjadi acuan untuk mengetahui kondisi aman atau tidaknya konstruksi *causeway* terhadap kelongsoran dan rehabilitasi konstruksi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Penelitian



Gambar 1 Flowchart/Diagram Alir Pemodelan *Causeway*

2.2 Data Parameter Tanah

Data parameter tanah *causeway* perbaikan dan *causeway* eksisting diperoleh dari PT. Marindo Penata Kawasan dengan melalui hasil uji *bore log* BH-01 (uji lapangan), uji mekanika tanah BH-01 (uji laboratorium) dan hasil korelasi.

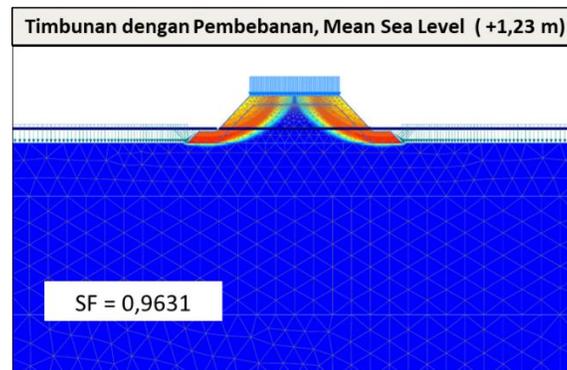
Tabel 1 Rekapitulasi Parameter Tanah *Causeway*

PARAMETER TANAH CAUSEWAY									
Kedalaman (m)	Tebal (m)	Jenis Tanah	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E' (kN/m ²)	c (kN/m ²)	ϕ' (°)	Ψ (°)	K _x =K _y (m/day)
0.0 - 4.5	4.5	Pasir Kerikil (padat)	19.47	23.16	34100	2	39	0	0.00864
4.5 - 14.5	10	Tiia Pasiran (padat)	19.62	20.66	36200	2	40	0	0.00864
14.5 - 20.0	5.5	Breksi (sangat padat)	17.32	19.69	41600	2	42	0	0.864
PARAMETER TANAH PENDUKUNG PERBAIKAN									
Jenis Tanah	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E' (kN/m ²)	c (kN/m ²)	ϕ' (°)	Ψ (°)	K _x =K _y (m/day)		
Timbunan Pilihan	18	19	22980	20	20	0	0.864		
Pasangan batu	18	19	45960	20	35	5	0.864		
PARAMETER TANAH PENDUKUNG EKSISTING									
Timbunan Pilihan	18	19	14000	6	12	0	0.864		

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Causeway Eksisting

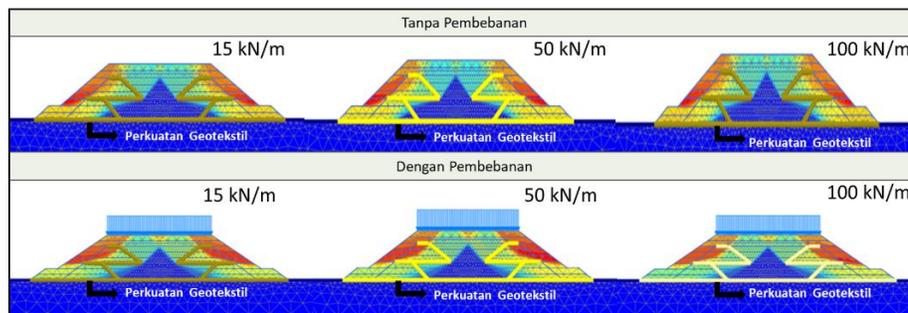
Hasil pemodelan ditunjukkan pada kondisi paling labil yaitu saat elevasi muka air rerata dan tanpa pembebanan dengan nilai faktor keamanan sebesar 0,9631. Kelongsoran *causeway* terjadi diakibatkan kekuatan geser tanah yang berkurang oleh pengaruh air yang masuk kedalam tanah dan pembebanan yang dapat menambah tegangan geser pada kelongsoran.



Gambar 2 Hasil Pemodelan *Causeway* Eksisting dengan Kondisi Paling Labil

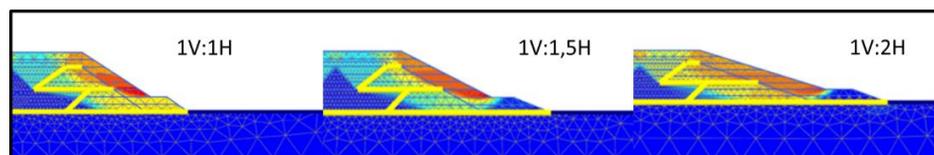
3.2 Causeway Perbaikan

Pemodelan berdasarkan variasi nilai kuat tarik geotekstil 15 kN/m, 50 kN/m dan 100 kN/m ditunjukkan pada Gambar 3.



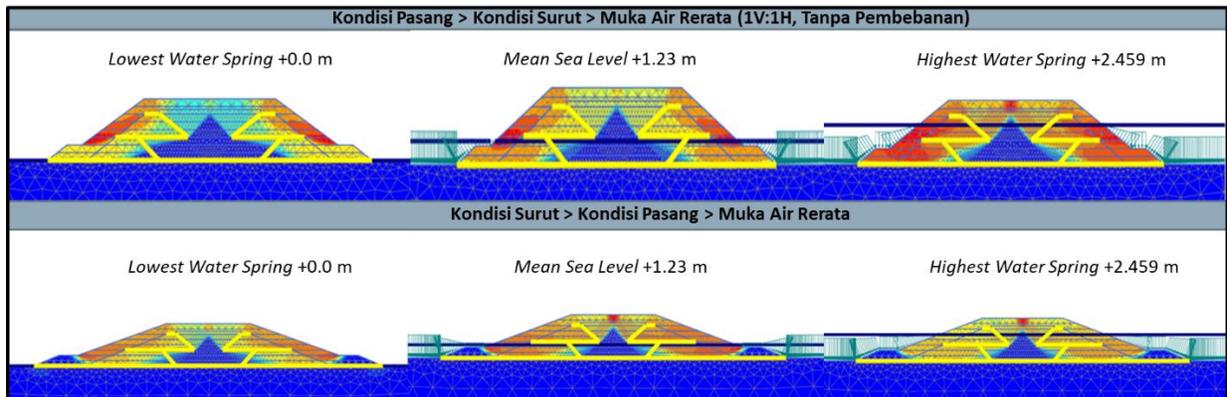
Gambar 3 Hasil Pemodelan *Causeway* Perbaikan Berdasarkan Pengaruh Nilai Kuat Tarik Geotekstil

Pemodelan kedua ditunjukkan pada variasi kemiringan lereng 1V:1H, 1V:1,5H dan 1V:2H yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil Pemodelan *Causeway* Perbaikan Berdasarkan Pengaruh Kemiringan Lereng

Pemodelan terakhir berdasarkan elevasi muka air laut yang terdiri dari 2 kondisi yaitu kondisi pasang memiliki nilai faktor keamanan terbesar (kondisi pasang > kondisi surut > kondisi muka air rerata) yaitu pada kemiringan lereng 1V:1H tanpa pembebanan serta saat kondisi surut memiliki nilai faktor keamanan terbesar (kondisi surut > kondisi pasang > kondisi muka air rerata). Pemodelan tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Pemodelan Causeway Perbaikan Berdasarkan Pengaruh Elevasi Muka Air Laut

Hasil pemodelan *causeway* dibuatkan ringkasan yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pada tabel *causeway* perbaikan yang berwarna merah yaitu saat kondisi pasang memiliki nilai terbesar.

Tabel 2 Hasil Pemodelan Causeway Eksisting

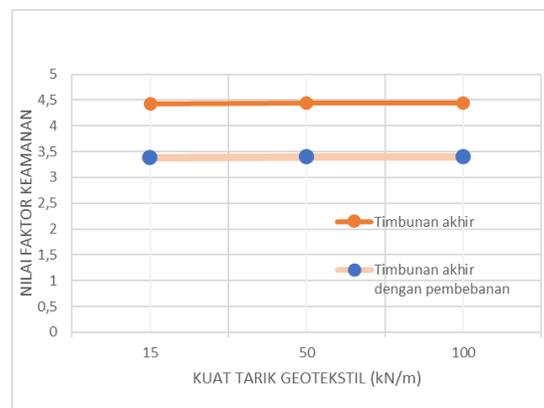
Nilai Faktor Keamanan Causeway Eksisting										
No	Kondisi	LWS (Lowest Water Spring)			MSL (Mean Sea Level)			HWS (Highest Water Spring)		
1	Timbunan Tanpa pembebanan	1,335			1,204			1,348		
2	Timbunan dengan Pembebanan	1,077			0,9631			1,022		
Nilai Faktor Keamanan Causeway Perbaikan										
Nilai Faktor Keamanan Kemiringan Lereng 1V:1H										
No	Tahap	LWS (Low Water Spring)			MSL (Mean Sea Level)			HWS (Highest Water Spring)		
		Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)		
		15	50	100	15	50	100	15	50	100
1	Timbunan akhir (4m)	4,431	4,441	4,447	4,331	4,347	4,358	4,701	4,712	4,759
2	Timbunan dengan Pembebanan	3,379	3,388	3,398	3,259	3,264	3,297	3,306	3,317	3,34
Nilai Faktor Keamanan Kemiringan Lereng 1V:1,5H										
No	Tahap	LWS (Low Water Spring)			MSL (Mean Sea Level)			HWS (Highest Water Spring)		
		Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)		
		15	50	100	15	50	100	15	50	100
1	Timbunan akhir (4m)	5,539	5,551	5,578	5,219	5,225	5,248	5,516	5,536	5,541
2	Timbunan dengan Pembebanan	4,049	4,053	4,067	3,729	3,733	3,744	3,755	3,769	3,772
Nilai Faktor Keamanan Kemiringan Lereng 1V:2H										
No	Tahap	LWS (Low Water Spring)			MSL (Mean Sea Level)			HWS (Highest Water Spring)		
		Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)			Nilai Kuat Tarik Geotekstil (kN/m)		
		15	50	100	15	50	100	15	50	100
1	Timbunan akhir (4m)	6,826	6,83	6,833	6,203	6,215	6,238	6,628	6,645	6,651
2	Timbunan dengan Pembebanan	4,798	4,822	4,832	4,381	4,393	4,41	4,403	4,425	4,457

Dari hasil tabel pengaruh nilai kuat tarik geotekstil dapat mengurangi regangan geser dari gaya kelongsoran akibat pembebanan yang berada di atasnya. Pada hasil yang sama atau peningkatan yang tidak terjadi secara signifikan gaya kelongsoran yang diterima oleh kuat tarik geotekstil tidak begitu berpengaruh terhadap variasi nilai kuat tarik yang semakin besar.

Pada kemiringan lereng yang semakin landai dapat memperlambat gaya kelongsoran sebaliknya pada kemiringan semakin curam dapat mempercepat gaya kelongsoran.

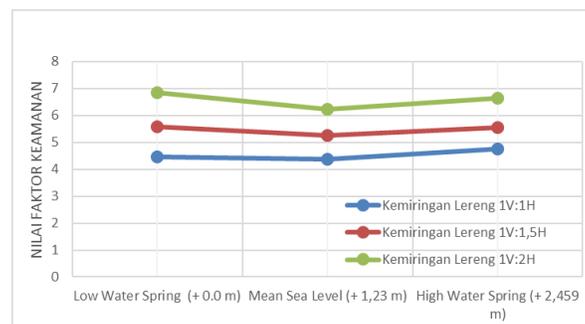
Pada Kenaikan posisi muka air, mula - mula kestabilan timbunan akan menurun karena kekuatan tanah berkurang, tetapi pada ketinggian tertentu kestabilan meningkat melebihi kondisi kering (kondisi surut), hal tersebut tergantung pada tekanan hidrostatis sebagai gaya penahan longsor dengan besarnya yang tergantung pada kekuatan tanah dan geometri lereng tersebut.

Adapun hasil analisis yang ditunjukkan berupa grafik, grafik pertama dapat dilihat pada Gambar 6 yang berdasarkan pengaruh nilai kuat tarik geotekstil dengan kurva hampir sejajar atau peningkatan yang tidak begitu signifikan saat variasi nilai kuat tarik yang semakin besar.



Gambar 6 Grafik Pada Pengaruh Nilai Kuat Tarik Geotekstil

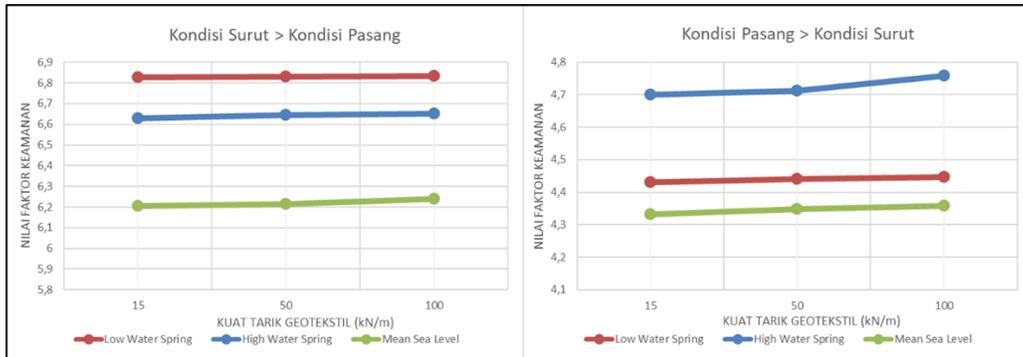
Selain itu, adapun grafik berdasarkan pengaruh kemiringan lereng dengan kurva menunjukkan kemiringan 1V:2H berada diatas (nilai faktor keamanan terbesar) kemiringan lereng 1V:1H dan 1V:1,5 serta pada kemiringan lereng 1V:1H berada dibawah (nilai faktor keamanan terkecil) kemiringan lereng 1V:1,5H dan 1V:2H.



Gambar 7 Grafik Pada Pengaruh Kemiringan Lereng

Grafik terakhir ditunjukkan pada Gambar 8 yang berdasarkan pengaruh elevasi muka air laut dengan kurva menunjukkan 2 kondisi yaitu saat kurva kondisi pasang berada paling atas (nilai faktor keamanan terbesar) yang terdapat pada pemodelan dengan kemiringan lereng 1V:1H

(*Lowest Water Spring* – tanpa pembebanan) dan kondisi surut berada paling atas yang ditunjukkan pada pemodelan dengan kemiringan lereng 1V:1,5H dan 1V:2H.



Gambar 8 Grafik Pada Pengaruh Elevasi Muka Air Laut

4. KESIMPULAN

Hasil pemodelan dari *causeway* eksisting (kelongsoran) yang di lanjutkan dengan *causeway* perbaikan (rencana perbaikan) melalui perubahan dimensi *causeway*, parameter tanah, perkuatan geotekstil dan pasangan batu terdapat peningkatan yang begitu signifikan dengan nilai faktor keamanan mencapai 418%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Terima kasih juga kepada seluruh yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada PT. Marindo Utama Penata Kawasan yang telah memfasilitasi dan memberikan data untuk Tugas Akhir. Tidak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada kedua orang tua penulis yang selalu memberi semangat dan mendoakan kelacaran dan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

DAFTAR RUJUKAN

Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
Soewedo, Hananto. (2015). *Penanganan Muatan Kapal*. Jakarta : Maritime Djangkar