

ANALISIS STABILITAS LERENG PADA PEMBANGKIT LISTRIKTENAGA MINIHIDRO (PLTM) BATANGHARI

Alfian Oktarizki¹, Eri Setia Romadhon²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Jayabaya,
Jakarta, Indonesia

Email¹ : rizkioktaalfian@gmail.com

ABSTRAK

PLTM Batanghari merupakan pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan bendungan eksisting milik Kementerian PUPR. Ditinjau dari letak geografis PLTM Batanghari terdapat diantara bukit dan membentuk lereng. Pada lereng PLTM Batanghari, perlu dilakukan pekerjaan galian tanah membentuk lereng buatan (man made slope) yang berguna untuk menempatkan suatu bangunan pada elevasi rencana. Galian tanah PLTM Batanghari menggunakan metode galian terbuka (open cut). Semakin tinggi kedalaman galian tanah, semakin besar kemungkinan pemicu terjadinya longsor. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis stabilitas lereng guna mendapatkan nilai faktor keamanan dan perencanaan galian yang tepat pada lereng proyek pembangunan PLTM Batanghari. Analisis menggunakan program GeoStudio 2012 dengan 3 kondisi yaitu, desain awal, perubahan geometri, dan kondisi pada saat gempa. Dari hasil analisis desain awal lereng dengan program GeoStudio 2012 menunjukkan pada lokasi STA.0+120 dan STA.0+160 khususnya bidang lereng 2 nilai SF sebesar 1,229 dan 1,106. Kondisi ini dapat disimpulkan lereng tidak stabil. Perubahan geometri lereng dengan melandaikan kemiringan lereng menjadi 1:1.00 sesuai dengan yang dipersyaratkan menunjukkan bahwa perubahan kondisi lereng menjadi stabil. Pada permodelan yang sama dilakukan peninjauan pada kondisi gempa menunjukkan perubahan nilai SF yang signifikan tetapi lereng tetap stabil.

Kata Kunci: PLTM, GeoStudio 2012, Bishop, Stabilitas lereng, Faktor keamanan

Pendahuluan

PLTM Batanghari merupakan pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan bendungan eksisting milik Kementerian PUPR. PLTM ini menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi terbarukan, Sehingga pembangkit listrik ini bersifat ramah lingkungan. PLTM Batanghari memiliki kapasitas energi sebesar 3 x 1,70

MW. PLTM ini terletak di Kecamatan Sembilan Koto, Kabupaten Dharmasraya, Provinsi Sumatera Barat. Pelaksanaan Konstruksi PLTM Batanghari dikerjakan oleh kontraktor BUMN yaitu PT Brantas Abipraya (persero) selaku induk usaha dari PT Brantas Energi.

Ditinjau dari letak geografis PLTM Batanghari terdapat diantara bukit dan membentuk lereng. Lereng yang dimaksud

yaitu suatu kondisi permukaan tanah yang membentuk kemiringan tertentu, baik terbentuk secara alami (natural slope) maupun buatan (man made slope). Pada kondisi eksisting PLTM Batanghari, lereng terbentuk secara alami (natural slope) sehingga perlu dilakukan pekerjaan galian tanah membentuk lereng buatan (man made slope) yang berguna untuk menempatkan suatu bangunan pada elevasi rencana.

Pada pekerjaan galian tanah. Tanah digali pada kedalaman yang berbeda untuk memperoleh elevasi permukaan tanah sesuai elevasi rencana dan membersihkan material-material yang tidak diperlukan di lokasi konstruksi. Galian tanah PLTM Batanghari menggunakan metode galian terbuka (open cut). Galian tanah dengan metode galian terbuka (open cut), kemiringan lereng (slope angle) direncanakan mengikuti stabilitas tanah. Semakin tinggi kedalaman galian tanah, semakin besar kemungkinan pemicu terjadinya longsor.

Longsor tanah pada lereng merupakan masalah umum yang sering terjadi dalam pekerjaan tanah. Longsor pada lereng galian dapat terjadi secara perlahan maupun tiba-tiba. Penyebab longornya lereng adalah peningkatan tegangan geser tanah maupun penurunan kekuatan geser dan sudut geser dalam pada bidang kelongsoran, yang menyebabkan terganggunya stabilitas tanah. Oleh karena itu, perencanaan yang tepat diperlukan untuk memastikan stabilitas lereng dan mencegah kelongsoran.

Analisis stabilitas lereng dilakukan

untuk menentukan faktor keamanan (safety factor) dari bidang lereng, yaitu dengan menghitung besarnya kekuatan geser untuk mempertahankan kestabilan lereng dan menghitung kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran. Dari perbandingan dua parameter tersebut didapat nilai faktor keamanan (safety factor) yang merupakan nilai kestabilan lereng.

Pembangunan PLTM Batanghari terdapat banyak item pekerjaan galian. Galian tanah tersebut bertujuan untuk menempatkan bangunan pada elevasi yang sudah direncanakan. Tingginya kedalaman galian pada proyek tersebut sehingga perlu dilakukan analisis stabilitas lereng guna mendapatkan nilai faktor keamanan dan perencanaan galian yang tepat pada lereng proyek pembangunan PLTM Batanghari.

Rumusan Masalah

- a) Berapakah nilai faktor keamanan (safety factor) dari lereng desain awal pada pekerjaan tanah proyek PLTM Batanghari?
- b) Berapakah kemiringan lereng (slope angle) yang memenuhi faktor keamanan (safety factor) $> 1,25$ pada pekerjaan tanah proyek PLTM Batanghari?
- c) Berapakah nilai faktor keamanan (safety factor) dari lereng setelah diberi beban gempa di proyek PLTM Batanghari?

Tujuan Penelitian

- a) Memperoleh nilai faktor keamanan

(safety factor) dari lereng rencana pada pekerjaan tanah proyek PLTM Batanghari.

- b) Memperoleh kemiringan lereng (slope angle) yang memenuhi faktor aman (safety factor) $> 1,25$ pada pekerjaan tanah proyek PLTM Batanghari.
- c) Memperoleh nilai faktor keamanan (safety factor) dari lereng setelah diberi pembebanan gempa di proyek PLTM Batanghari.

Ruang Lingkup Penelitian

- a) Penelitian ini dilakukan dengan memodelkan potongan melintang pada Bangunan utama, Meliputi: Inlet STA.0+120, Waterway STA.0+160, Powerhouse STA.0+200, Tailrace STA.0+240.
- b) Data masukkan untuk perhitungan stabilitas lereng yang digunakan berdasarkan dari laporan Geoteknik Proyek PLTM Batanghari.
- c) Analisis stabilitas lereng galian tanah dilakukan dengan menggunakan Program dari software GeoStudio 2012.
- d) Penelitian ini meninjau kondisi muka air tanah terhadap stabilitas lereng.
- e) Penelitian ini tidak meninjau curah hujan terhadap stabilitas lereng.
- f) Penelitian ini meninjau akibat beban kendaraan dan gempa.

Tinjauan Pustaka

Aan Fauzi, dkk. (2019) Tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis kestabilan lereng tambang dan alternatif solusi penanganannya.. Hasil analisis keadaan saat ini dari lereng pertambangan

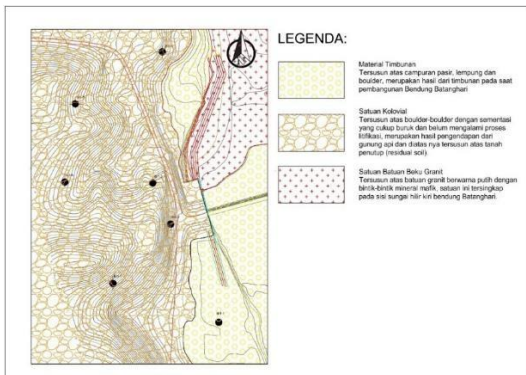
sedalam 3m, miring 1V:1H menunjukkan nilai $SF = 1,056 < 1$ xss = dihilangkan $> 1,25$ lereng terjadi longsor. Penggunaan cerucuk bambu sebagai alternatif metode perbaikan tanah mampu meningkatkan faktor keamanan meningkat $SF = 1.373 > 1.25$ lereng dalam kondisi aman. Rama Indra K, dkk. (2015) Tujuan penelitian adalah menganalisis stabilitas lereng dan merancang soil nailing untuk perkuatan lereng. Hasil analisis yang dilakukan dengan software GeoStudio 2007 menghasilkan nilai safety factor sebesar 1,915. Nilai faktor keamanan yang diperoleh mendekati atau lebih besar dari 1,50, memungkinkan desain soil nailing yang direncanakan dapat disimpulkan aman terhadap longsor.

Yudi Dwi Kurniawan, dkk. (2022) Tujuan penelitian untuk mencari nilai Faktor Keamanan (FK) lereng pada kondisi asli dan setelah dilakukan perkuatan dengan soil nailing dan shotcrete serta mencari pengaruh geometri soil nailing terhadap nilai faktor keamanan dengan metode kesetimbangan batas. Hasil analisis didapat nilai FK lereng tanpa perkuatan sebesar 0,736-0,987 dengan menggunakan metode Bishop, Janbu, Morgenster – Price. Setelah dilakukan perkuatan dengan variasi panjang 0,5H, 0,75H dan 1H dan 20° , 25° , 30° , 35° didapat nilai FK terendah 1,033 dan FK tertinggi 1,772. Pengaruh sudut pada pemasangan soil nailing hanya menaikkan FK 0,5%-3% dan pengaruh panjang soil nailing terhadap nilai FK adalah 8%-15%. Pada Sta 1+800 didapat geometri efektif adalah 0,75H dengan sudut $27,5^\circ$, Sta

1+825 0,75H dengan sudut 29° dan Sta 1+850 1H dengan sudut 31°. Reny Rochmawati, dkk. Tujuan penelitian untuk mencari nilai Factor of Safety (FoS) pada lereng lokasi longsor. Hasil pengukuran lereng diperoleh nilai kemiringan sebesar 23° dengan tinggi 30 meter, serta hasil indeks properties tanah di ketahui jenis tanah adalah lempung berkerikil dan analisis stabilitas lereng menggunakan Slope/w diperoleh nilai FoS sebesar 0,904 dan dapat dikatakan bahwa lereng pada daerah penelitian tidak aman.

Struktur Geologi Lokasi Pekerjaan

Berdasarkan hasil pemetaan di lokasi pekerjaan tidak terlihat indikasi adanya sesar atau patahan.



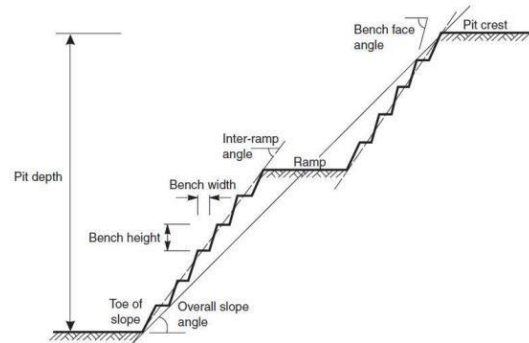
Gambar 1 Struktur geologi lokasi pekerjaan

Sumber: Laporan Geoteknik PLTM Batanghari

Geometri Lereng

Geometri lereng merupakan ukuran yang menyatakan tinggi, lebar dan besar kemiringan lereng dan azimuth dari dinding. Semakin tinggi dan semakin tajam sudut kemiringan lereng akan semakin berpotensi menyebabkan longsor. Mengubah geometri lereng dapat

dilakukan dengan cara melandaikan kemiringan lereng sehingga faktor keamanan lereng dapat bertambah.



Gambar 2 Geometri Lereng Pada Galian Terbuka

Sumber: Hoek dan Bray, 1981

Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk menilai tingkat kestabilan suatu lereng. Kestabilan lereng dapat didefinisikan sebagai ketahanan blok di atas suatu permukaan miring terhadap keruntuhan dan gelincir dalam hal ini permukaan tanah yang memiliki sudut kemiringan terhadap garis horizontal disebut lereng, baik terbentuk secara alami maupun buatan. Karena lereng tidak horizontal, melainkan membentuk sudut, sehingga akan timbul suatu gaya gerak akibat adanya gravitasi bumi dan cenderung membuat blok di atas permukaan miring bergerak menuruni lereng.

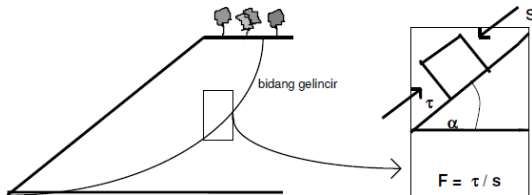
Faktor kestabilan lereng juga dinyatakan sebagai berikut :

$$Fk = \frac{\text{resultan gaya-gaya penahan}}{\text{resultan gaya-gaya penggerak}}$$

Angka Keamanan (Safety Factor)

Tanah longsor terjadi apabila

terdapat gangguan kesetimbangan atau gangguan kestabilan pada lereng. Keseimbangan atau kestabilan pada lereng bergantung pada hubungan momen gaya yang mejadikan lereng longsor (*driving forces*) yang akan membuat massa tanah atau batuan meluncur atau bergerak ke bawah, dan momen gaya yang menahan (*resisting forces*) yang akan menjadikan tanah atau batuan tetap seimbang atau stabil (Karnawati, 2005).



Gambar 3 Lereng dan gaya yang bekerja

Sumber: Zakaria, 2009

Tabel 1 Faktor keamanan min. Keman-tapan lereng

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 2009

Resiko	Kondisi Beban	Parameter Kekuatan Geser			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang Teliti	Teliti	Kurang Teliti
Tinggi	Gempa	1,50	1,75	1,35	1,50
	Non Gempa	1,80	2,00	1,60	1,80
Menengah	Gempa	1,30	1,60	1,20	1,40
	Non Gempa	1,50	1,80	1,35	1,50
Rendah	Gempa	1,10	1,25	1,00	1,10
	Non Gempa	1,25	1,40	1,10	1,20

Penyebab Kelongsoran

Menurut Hardiyatmo (2010) membagi penyebab longsor lereng terdiri dari akibat pengaruh dalam (*internal effect*) dan pengaruh luar (*external effect*). Pengaruh luar, yaitu pengaruh yang menyebabkan bertambahnya gaya geser dengan tanpa adanya perubahan kuat geser tanah. Kelongsoran lereng alam dapat terjadi dari hal-hal sebagai berikut :

1. Penambahan beban pada lereng,
2. Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng,
3. Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng,
4. Perubahan posisi muka air secara cepat (rapid drawdown) (pada bendungan, sungai dan lain-lain),
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral),
6. Gempa bumi atau getaran berlebihan,
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah.

Penanggulangan Longsor

Pada dasarnya untuk meningkatkan stabilitas lereng ada dua pendekatan yang biasa diterapkan dalam penanganan longsor, dengan menaikkan angka keamanan, diantaranya yaitu:

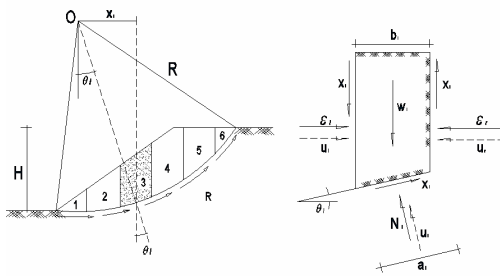
1. Memperkecil gaya penggerak / momen penggerak
Gaya dan momen penggerak dapat diperkecil hanya dengan merubah bentuk lereng, yaitu dengan membuat lereng lebih datar dengan cara mengurangi sudut kemiringan dan memperkecil ketinggian lereng.
2. Memperbesar gaya penahan / momen penahan.
Untuk memperbesar gaya penahan, dapat dilakukan dengan menerapkan beberapa metode perkuatan tanah, diantaranya konstruksi penahan seperti dinding penahan tanah, tiang, atau

timbunan padakaki lereng.

Metode Bishop Yang Disederhanakan (Simplified Bishop Methode)

Menurut Bishop (1955), Metode Bishop adalah metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop menggunakan cara potongan dimana gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan.

Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (slip surface) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat atas potongan dan bisa ditentukan dengan mengurangi gaya-gaya pada potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan- potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal.



Gambar 4 Gaya yang bekerja pada potongan

Sumber: Mekanika Tanah II. Hary Christady Hardiyatmo

Program GeoStudio 2012 (Slope/W)

GeoStudio 2012 adalah sebuah program pemodelan geoteknik dan geo-

lingkungan. Program ini melingkupi Slope/W, Seep/W, Sigma/W, Quake/W, Temp/W, dan Ctran/W yang terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke produk yang lain.

Fitur pada Program GeoStudio 2012 dapat memberikan fleksibilitas baik digunakan untuk akademisi maupun profesional dalam menyelesaikan berbagai permasalahan geoteknik seperti kasus tanah longsor, pembangunan bendungan, penambangan dan lainnya. Slope/W merupakan salah satu fitur pada Program GeoStudio 2012 untuk menghitung nilai faktor keamanan tanah (*safety factor*).

METODE PENELITIAN

Analisis yang dilakukan merupakan analisis stabilitas lereng menggunakan program *Geostudio* 2012. Pada penelitian ini lereng dimodelkan dengan dua kondisi Geometri kemiringan lereng yang berbeda dengan data masukan tanpa dan diberi beban gempa.

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder, adapun data yang dimaksud seperti sebagai berikut :

1. Topografi dan peta lokasi.
2. Data *Parameter* tanah dan muka air tanah.
3. Gambar penampang lereng.
4. Data beban jalan dan gempa.

Metode Analisis Data

Analisis stabilitas lereng pada Tugas Akhir ini menggunakan program

GeoStudio 2012 dengan Metode Bishop. Analisis pada lereng dimodelkan dengan dua kondisi kemiringan lereng yang berbeda yaitu 1:0,50 (desain awal) dan 1:1,00 (desain persyaratan) dengan data masukan tanpa dan diberi beban gempa. Pada dua kondisi tersebut dapat diketahui pengaruh kondisi tersebut terhadap stabilitas lereng.

Langkah-Langkah Penelitian

Dalam penelitian ini proses penelitian dibagi dalam beberapa tahapan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Merumuskan permasalahan stabilitas yang terjadi pada lereng.
2. Mencari dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan topik penelitian.
3. Mengumpulkan data dan referensi yang diperlukan guna mendukung penelitian.
4. Menentukan parameter yang berpengaruh pada stabilitas lereng.
5. Permodelan lereng pada kondisi desain awal dengan menggunakan program *GeoStudio* 2012.
6. Pada permodelan lereng yang mengalami kelongsoran akan dirubah geometri kemiringan lereng sehingga memenuhi faktor aman (*safety factor*) >1,25.
7. Memasukkan data beban gempa.
8. Analisis hasil yang didapat dari permodelan dengan program *GeoStudio* 2012
9. Kesimpulan dan saran.

Hasil dan Pembahasan

Data Parameter Tanah dan Beban

1. Data *Properties* Tanah

Tabel 2 Properties Tanah

No.	Berat isi γ_s	Kohesi c	Sudut Gesr ϕ	Jenis Material
	kN/m ³	kPa	°	
1	16,62	22,60	20	Kolovial
2	16,84	41,40	30	Batu Pasir Abu-Abu
3	16,89	52,70	35	Batu Pasir Kehitaman

Sumber: Laporan Geoteknik PLTM Batanghari

2. Data Muka Air Tanah (MAT)

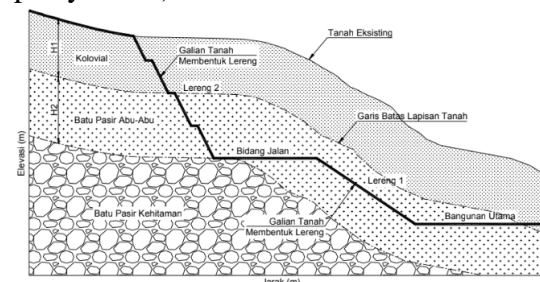
Tabel 3 Tinggi Muka Air Tanah (MAT)

No.	STA	Lokasi	Muka Air Tanah (MAT)
1	0+120	Saluran Inlet	-13,50 m dari puncak lereng
2	0+160	Saluran Waterway	-13,50 m dari puncak lereng
3	0+200	Powerhouse	-9,50 m dari puncak lereng
4	0+240	Saluran Tailrace	-9,50 m dari puncak lereng

Sumber: Laporan Geoteknik PLTM Batanghari

3. Geometri Lereng

Pada bidang lereng 1 dimodelkan sesuai kemiringan galian pondasi bangunan dan pada bidang lereng 2 dimodelkan berbentuk trap atau sistem terasering dengan dua kondisi kemiringan lereng yang berbeda yaitu 1:0,50 (desain awal) dan 1:1,00 (desain persyaratan).



Gambar 5 Sketsa Permodelan Lereng

Tabel 4 Batas Lapisan Tanah

No.	STA	Lokasi	Tebal Lapisan Tanah (m)	
			H1	H2
1	0+120	Saluran Inlet	10,50	8,20
2	0+160	Saluran Waterway	12,10	6,60
3	0+200	Powerhouse	7,20	11,50
4	0+240	Saluran Tailrace	7,20	11,50

Sumber: Laporan Geoteknik PLTM Batanghari

4. Beban Jalan

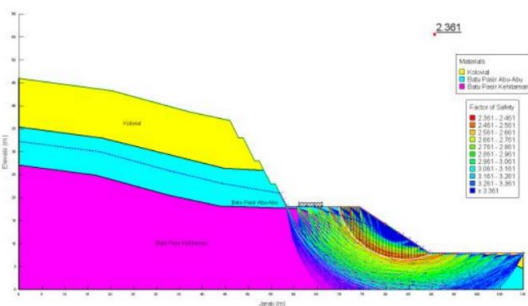
Berdasarkan klasifikasinya, jalan pada PLTM Batanghari tergolong dalam jalan lokal atau kelas III, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat/lokal. Beban hidup diperoleh dari beban kendaraan adalah 10 kPa. Untuk mengetahui pengaruh optimal pembebanan terhadap stabilitas lereng, akan digunakan nilai pembebanan $Q = 15$ kPa.

5. Beban Gempa

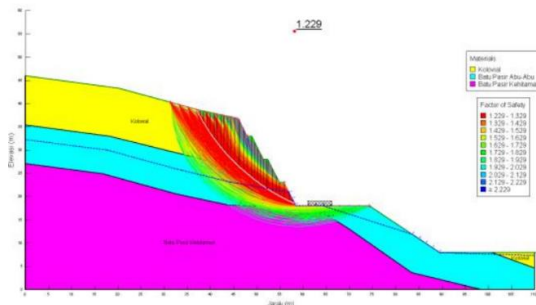
Beban gempa yang digunakan mengacu pada peta zona gempa yang dikeluarkan oleh Puslitbangkim PU. Dari peta Zona Gempa Indonesia PLTM Batanghari memasuki zona C yang memiliki koefisien gempa $z = 0,60 - 0,90$. Dengan perhitungan persamaan rayapan gelombang gempa cara Fukushima dan Tanaka (1990), maka diperoleh Koefisien gempa yaitu $k = 0,166$ g.

Hasil Perhitungan Stabilitas Lereng

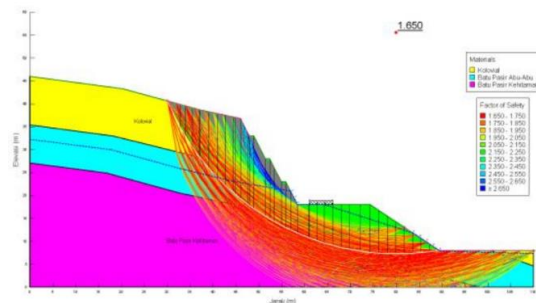
Hasil pada penelitian ini akan menghasilkan 3 bidang longsor yaitu bidang longsor lereng 1, lereng 2 dan lereng keseluruhan.



Gambar 1 Bidang Longsor Lereng 1



Gambar 2 Bidang Longsor Lereng 2



Gambar 3 Bidang Longsor Lereng Keseluruhan

Stabilitas Lereng dengan Kondisi Desain Awal Tanpa Gempa

Berdasarkan dari empat permodelan dengan lokasi yang berbeda diperoleh bidang longsor (slip surface) dan nilai faktor keamanan (safety factor) seperti pada tabel berikut :

Tabel 4 Hasil Analisis pada Permodelan Desain Awal

No.	STA / Lokasi	Bidang Longsor	Nilai SF		Stabil / Tidak Stabil
			Persyaratan	Permodelan	
1	0+120 Sal. Inlet	Lereng 1	1,25	2,361	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,229	Tidak Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,650	Stabil
2	0+160 Sal. Waterway	Lereng 1	1,25	1,995	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,106	Tidak Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,353	Stabil
3	0+200 Powerhouse	Lereng 1	1,25	1,787	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,269	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,396	Stabil
4	0+240 Sal. Tailrace	Lereng 1	1,25	1,598	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,342	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,433	Stabil

Untuk lereng lokasi STA.0+120 & STA.0+160 khususnya pada bidang lereng 2 kondisi stabilitas lereng tidak

stabil karena SF permodelan lebih kecil dari SF persyaratan.

Stabilitas Lereng dengan Perubahan Geometri Lereng Kondisi Tanpa Gempa
Tabel 5 Hasil Analisis pada Permodelan Perubahan Geometri Lereng

No.	STA / Lokasi	Bidang Longsor	Nilai SF		Stabil / Tidak Stabil
			Persyaratan	Permodelan	
1	0+120 Sal. Inlet	Lereng 1	1,25	2,361	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,513	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,708	Stabil
2	0+160 Sal. Waterway	Lereng 1	1,25	1,995	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,490	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,474	Stabil
3	0+200 Powerhouse	Lereng 1	1,25	1,787	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,542	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,468	Stabil
4	0+240 Sal. Tailrace	Lereng 1	1,25	1,598	Stabil
		Lereng 2	1,25	1,554	Stabil
		Keseluruhan	1,25	1,528	Stabil

Hasil analisis pada permodelan untuk kondisi lereng setelah mengalami perubahan geometri lereng dengan melandaikan kemiringan lereng menjadi 1:1,00 atau 45° menunjukkan bahwa seluruh lereng stabil dengan SF permodelan lebih besar dari SF persyaratan.

Stabilitas Lereng pada Kondisi Gempa
Tabel 5 Hasil Analisis pada Permodelan pada Kondisi Gempa

No.	STA / Lokasi	Bidang Longsor	Nilai SF		Stabil / Tidak Stabil
			Persyaratan	Permodelan	
1	0+120 Sal. Inlet	Lereng 1	1,10	1,739	Stabil
		Lereng 2	1,10	1,128	Stabil
		Keseluruhan	1,10	1,266	Stabil
2	0+160 Sal. Waterway	Lereng 1	1,10	1,539	Stabil
		Lereng 2	1,10	1,105	Stabil
		Keseluruhan	1,10	1,107	Stabil
3	0+200 Powerhouse	Lereng 1	1,10	1,394	Stabil
		Lereng 2	1,10	1,170	Stabil
		Keseluruhan	1,10	1,114	Stabil
4	0+240 Sal. Tailrace	Lereng 1	1,10	1,223	Stabil
		Lereng 2	1,10	1,177	Stabil
		Keseluruhan	1,10	1,102	Stabil

Hasil analisis pada permodelan untuk kondisi lereng setelah diberi beban gempa/kondisi gempa menunjukkan

penurunan nilai SF yang signifikan namun pada kondisi ini seluruh lereng tetap stabil.

Kesimpulan

1. Dari hasil analisis desain awal lereng dengan program *GeoStudio* 2012 menunjukkan nilai SF yang terendah sebesar 1,106 dan nilai SF terbesar adalah 2,361. Pada lokasi STA.0+120 & STA.0+160 khususnya bidang lereng 2 nilai SF sebesar 1,229 dan 1,106. Pada kondisi ini dapat disimpulkan lereng tidak stabil atau bisa terjadi longsor.
2. Perubahan geometri lereng dengan melandaikan kemiringan lereng dari 1:0,50 menjadi 1:1,00 atau 45° sesuai dengan kemiringan yang dipersyaratkan menunjukkan bahwa perubahan kondisi seluruh lereng menjadi stabil.
3. Berdasarkan hasil permodelan pada kondisi gempa menunjukkan perubahan nilai SF yang cukup signifikan. Pada kondisi ini nilai SF terendah sebesar 1,102 dan nilai SF terbesar adalah 1,739. Pada kondisi ini dapat disimpulkan lereng tetap stabil.

Saran

1. Diperlukan ketelitian dalam proses analisis, seperti pada saat memasukan data parameter tanah, permodelan geometri dan juga permodelan muka air tanah dikarenakan sangat berpengaruh pada hasil yang akan didapatkan.
2. Dalam pelaksanaannya perlu

pembuatandrainase sekitar pada lereng gunamengalirkan air rembesan dan air hujan yang bisa menjadi pemicu penurunan faktor keamanan pada lereng sehingga bisa berakibat terjadinya longsor.

3. Pada pelaksanaan dilapangan dapat dipertimbangkan menggunakan metode pada penelitian ini agar melandaikan lereng dengan kemiringan lereng 1:1,00 atau 45° khususnya pada bidang lereng 2 pada lokasi STA.0+120 dan STA.0+160 guna menghindari terjadinya longsor.
4. Permodelan selanjutnya dapat dilakukan dengan software geoteknik lain, seperti dengan program Plaxis, Miraslope dan STABB.
5. Penelitian selanjutnya sangat diharapkan untuk membuat alternatif desain stabilitas lereng guna mendapatkan perbandingan desain yang diharapkan bisa dipertimbangkan dan diaplikasikan dilapangan.

Daftar Pustaka

- Moeljono, R.A. Triaswati, et al. (2019). Analysis of Slope Stability and Alternative Solutions: A Case Study of the Main Canal Project in Row 80 of the JIPE-Gresik Industrial Area, Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Indera K, Rama, Kartika (2015). Analysis of Slope Stability and Soilnailing Design using GeoStudio 2007 Software, Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Alhadar, S., Asrida, L., Prabandiyani, S., & Hardiyati, S. (2014). Analysis of Slope Stability for Clay Shale Soil in the Semarang-Solo Toll Project Pack IV STA 22+700 to 22+775, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Arief, Saifuddin. (2008), Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Irisan, Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada.
- Arif I.N Arifin. (2016). Analisis Faktor keamanan (Safety Factor) Stabilitas Lereng Menggunakan Geo Slope/W 2012, Majalengka: Universitas Majalengka.
- SNI:8460. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, Joseph (translated by Sinaban Pantur) (1999). Analisis dan Disain Pondasi, Edisi ketiga jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). Mekanika Tanah 2, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Peta Hazard Gempa Indonesia 2010, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 1971, Peraturan Pembebanan Indonesia (PBI 1971), Jakarta : Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum.