

PENGARUH TINGGI MUKA AIR TANAH DAN GETARAN KENDARAAN TERHADAP KESTABILAN LERENG (STUDI KASUS LERENG *SPILLWAY* PROYEK BENDUNGAN CIAWI, KECAMATAN CISARUA, KABUPATEN BOGOR)

Mochamad Ilham Yusripar^{1*}, Dicky Muslim¹, Zufialdi Zakaria¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Email Korespondensi: ilhamyusripar122@gmail.com

ABSTRAK

Bendungan kering Ciawi merupakan proyek yang dikerjakan pemerintah Indonesia dalam rangka menanggulangi masalah banjir DKI Jakarta. Proyek ini secara administratif berada di kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor. Pada proyek bendungan ini terdapat saluran pelimpah atau *spillway* dengan lereng cukup besar, lereng ini dijadikan fokus penelitian. Pada lereng bagian *spillway* bendungan dilakukan analisis kestabilan lereng dengan pengaruh tinggi muka air tanah dan getaran kendaraan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah dan beban getaran kendaraan terhadap kestabilan lereng, sehingga dapat diketahui kapan lereng akan kritis atau tidak stabil ketika tinggi muka air tanah berubah-ubah. Data penelitian diperoleh dari pihak PT Brantas Abipraya. Setelah data diperoleh dilakukan analisis kestabilan lereng dengan metode Morgenstern-Price dengan bantuan *software Geoslope*. Simulasi dilakukan dengan pengaruh beberapa tinggi muka air tanah dan beban getaran kendaraan. Tinggi MAT tentu mempengaruhi kestabilan lereng. Semakin tinggi atau dangkal MAT maka nilai FK akan semakin turun dan begitupula dengan getaran kendaraan.

Kata Kunci : Faktor keamanan, muka air tanah, getaran kendaraan.

ABSTRACT

Ciawi dry dam is a project by Indonesian Government in order to overcome the flood problem of DKI Jakarta. This Project administratively located in the Cisarua sub-district, Bogor Regency. In this project there is a spillway that has a fairly large slope which is the focus of this research. On the spillway slope, slope stability analysis is carried out with the influence of ground water level and vehicle vibration. This study was conducted to determine the influence of ground water level and vehicle vibration loads on slope stability, so that it can be known when the slope will be critical or unstable when the groundwater level changes. The research data was obtained from PT Brantas Abipraya. Slope stability analysis was carried out using the Morgenstern-Price method with the help of Geoslope software. Simulations are carried out with the influence of several groundwater levels and vehicle vibration loads. The height of groundwater certainly affect the stability of the slope. The higher or shallower the groundwater level, the safety factor value will decrease and so will the vehicle vibration loads.

Keywords : Safety factor, groundwater levels, vehicle vibration.

PENDAHULUAN

Longsor merupakan suatu kejadian atau peristiwa alam dimana terjadinya pergerakan tanah pada daerah lereng yang biasanya curam, kelembapan tinggi, lahan terbuka, serta material yang mudah lepas. Longsor ini dapat menyebabkan kerugian bagi manusia baik kerugian fisik ataupun harta benda. Secara umum longsor dipengaruhi 2 faktor yaitu faktor eksternal dan internal lereng (Zakaria, 2009). Salah satu faktor eksternal adalah keberadaan muka air tanah, yang mana kedalaman atau tinggi muka air tanah ini dapat dipengaruhi oleh curah hujan. Lokasi dari daerah proyek bendungan Ciawi ini memiliki curah hujan tahunan menengah (BPS 2020), karena itu tinggi muka air tanah dapat cepat berubah dan mempengaruhi kestabilan lereng. Selain itu dikarenakan lereng akan dibuka untuk umum sebagai objek wisata, maka diperkirakan akan cukup banyak kendaraan yang berlalu-lalang disekitar lereng. Berdasarkan hal-hal inilah dilakukan analisis terhadap

diperhitungkan adalah sebesar 0.087 yang merupakan hasil perhitungan persamaan Amaks Frank J. Lucca (2003).

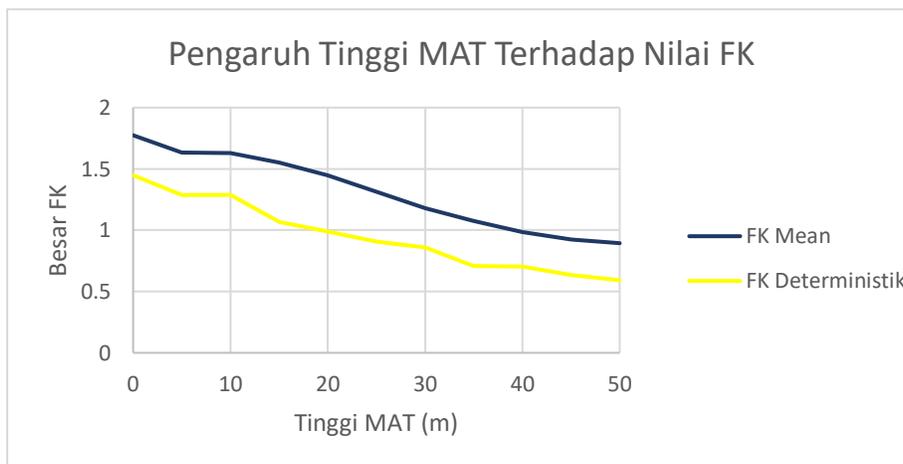
$$A_{maks} = \frac{2 \times 3.14159 \times PPV \times f}{386.4}$$

PPV : 0.19685 inci/s (Tejakusuma, 2018)

F : 27.385 Hz (Prayogi, 2015)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi lereng berada dalam kondisi stabil dengan nilai FK 1.448 tanpa pengaruh apapun. Kemudian simulasi dilakukan dengan pengaruh variasi tinggi muka air tanah (lampiran 1). Nilai FK terkecil yang ada adalah 0.489 dengan tinggi muka air tanah 50 meter dari dasar lereng. Sedangkan nilai FK terbesar adalah 1.25 dengan tinggi muka air tanah 0 meter (berada di dasar lereng). Pada simulasi dengan pengaruh tinggi muka air tanah ini nilai faktor keamanan lereng (FK) rata-rata turun



Gambar 1. Kurva Hubungan Tinggi MAT Terhadap Nilai FK

lereng *spillway* proyek bendungan Ciawi ini, hal ini dilakukan agar dapat mengetahui pengaruh tinggi muka air tanah dan beban getaran kendaraan sehingga dapat diketahui kapan lereng akan kritis atau tidak stabil ketika tinggi muka air tanah berubah-ubah.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan simulasi perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan bantuan *software Geoslope* dengan metode Morgenstern-Price. Simulasi dilakukan dengan pengaruh tinggi muka air tanah dan beban getaran kendaraan (*vehicle seismic load*). Tinggi muka air tanah diasumsikan berubah setiap 5 m. Setelah simulasi dilakukan hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik.

Nilai *material properties* yang digunakan untuk perhitungan FK didapatkan dari data perusahaan. Sedangkan besar *seismic load* kendaraan yang akan

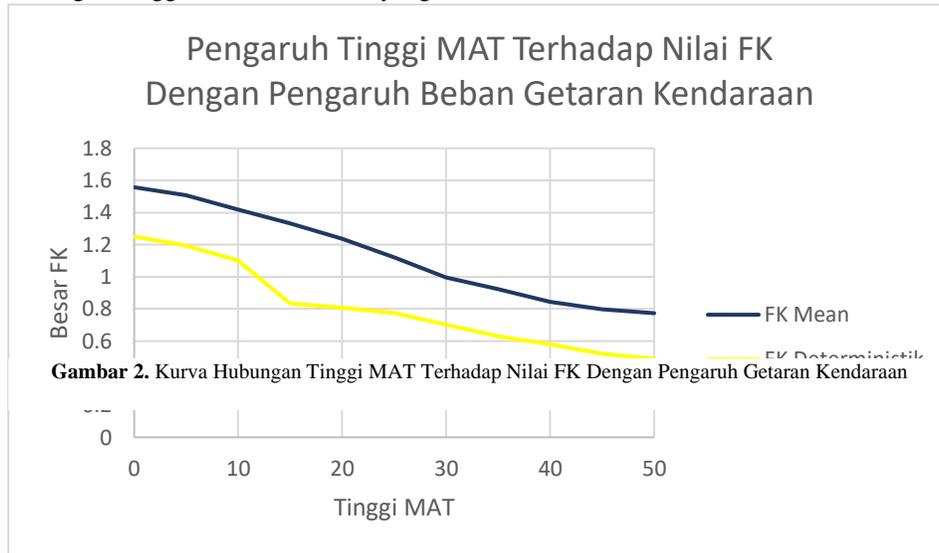
sebesar 0.088 setiap muka air tanah naik 5 meter. Rincian dari pengaruh muka air tanah terhadap faktor keamanan lereng dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pada simulasi ini juga jika mengacu pada Bowles (1984) lereng dapat dikatakan stabil ketika tinggi muka air tanah berada pada ketinggian 0 – 10 meter menurut FK deterministik. Sedangkan menurut nilai FK mean lereng akan stabil hingga muka air tanah memiliki ketinggian 25 meter, ketika ketinggian muka air tanah berada >25 meter maka lereng akan kritis ataupun tidak stabil. Pada simulasi dengan hanya pengaruh tinggi muka air tanah saja, nilai FK deterministik rata-rata turun sekitar 8.9% setiap tinggi muka air tanah naik 5 meter sedangkan nilai FK mean turun sekitar 6.73%.

Kemudian simulasi dilakukan juga dengan menggunakan pengaruh beban getaran kendaraan sebesar 0.0876 g hasil dari persamaan yang telah dijelaskan pada bagian metodologi. Simulasi masih dilakukan dengan menggunakan metode Morgenstern-Price dan beberapa

kondisi muka air tanah yang sama seperti sebelumnya. Hasilnya adalah nilai FK juga menurun seiring naiknya tinggi muka air tanah. Namun nilai FK dengan pengaruh beban getaran kendaraan lebih kecil daripada nilai FK yang hanya dipengaruhi oleh muka air tanah saja. Pada simulasi yang dipengaruhi oleh beban getaran kendaraan, menurut nilai FK deterministik lereng hanya akan stabil ketika tinggi muka air tanah ada di 0 meter atau berada di dasar lereng. Sisanya lereng kemungkinan akan kritis ataupun tidak stabil. Sedangkan menurut nilai FK mean lereng akan stabil hingga ketinggian muka air tanah 10 meter dari dasar lereng. Ketika muka air tanah naik dan berada >10 meter lereng akan kritis dan tidak stabil juga. Pada **Gambar 2** ini merupakan rincian dan kurva yang terbentuk dari hubungan nilai FK dengan tinggi muka air tanah yang

kendaraan dan dengan pengaruh getaran kendaraan. Ketika simulasi dilakukan tanpa pengaruh beban getaran kendaraan, faktor yang mempengaruhi nilai FK atau kestabilan lereng adalah tinggi muka air tanah yang menyebabkan lereng jenuh atau tidak. Karenanya kenaikan muka air tanah sebesar 5 meter, sedangkan ketika menambahkan variabel beban getaran kendaraan maka penurunan nilai FK mean lereng bertambah dari 6.7% ke 6.9%. Pertambahan ini memang tidak terlalu signifikan namun menunjukkan bahwa getaran yang disebabkan kendaraan benar berpengaruh terhadap kestabilan lereng.

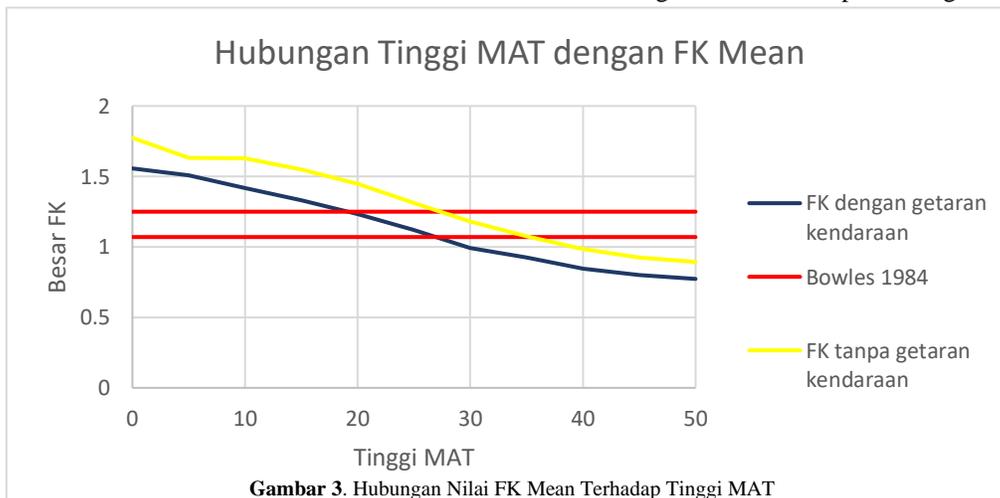
Hubungan antara nilai faktor keamanan dan tinggi muka air tanah sudah dapat dilihat pada **Gambar 1** ataupun **Gambar 2**. Namun pada **Gambar 3** dan **Gambar 4** dapat

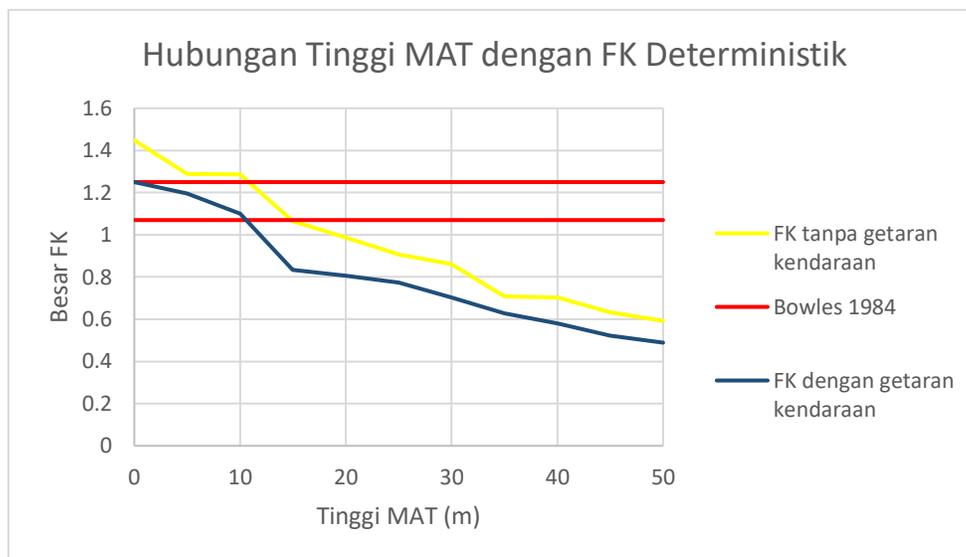


dipengaruhi beban getaran kendaraan. Di simulasi ini nilai FK deterministik turun sebesar 9.43% dan FK mean sebesar 6.9% setiap tinggi MAT naik 5 meter.

Ada perbedaan yang timbul pada penurunan nilai FK pada simulasi lereng antara simulasi tanpa pengaruh getaran

dilihat grafik hubungan nilai FK dengan tinggi muka air tanah disandingkan dengan teori yang dikemukakan Bowles, 1984 yang ditandai dengan garis merah. Pada FK deterministik maupun FK mean, garis simulasi dengan pengaruh beban getaran kendaraan (warna biru) berada dibawah garis simulasi tanpa beban getaran kendaraan





Gambar 4. Hubungan Nilai FK Deterministik Dengan Tinggi MAT

(warna kuning). Garis kuning juga dapat dikatakan lebih landai daripada garis biru pada FK deterministik. Hal ini menandakan bahwa getaran kendaraan lebih berpengaruh terhadap penurunan nilai FK pada kestabilan lereng.

KESIMPULAN

Lereng yang disimulasikan dengan pengaruh muka air tanah saja akan stabil hingga ketinggian muka air tanah 10 meter berdasarkan FK deterministik, sedangkan berdasarkan FK mean lereng akan stabil hingga tinggi muka air tanah 25 meter. Untuk simulasi dengan beban getaran kendaraan, lereng hanya akan stabil ketika muka air tanah berada di dasar lereng atau pada ketinggian 0 meter menurut FK deterministik. Sedangkan menurut FK mean lereng akan tidak stabil ketika tinggi muka air tanah berada diatas 15 meter. Tinggi muka air tanah dan beban getaran kendaraan tentu berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Namun beban getaran kendaraan lebih berpengaruh terhadap kestabilan lereng dibandingkan dengan pengaruh tinggi muka air tanah saja. Kedua variabel penelitian akan menurunkan nilai FK dengan cukup signifikan, namun ketika salah satu atau keduanya dihilangkan maka nilai FK akan kembali naik dan menjadikan lereng lebih stabil. Presentase penurunan nilai FK setiap kenaikan muka air tanah 5 meter tanpa memperhitungkan beban getaran kendaraan lebih tinggi dibandingkan dengan memperhitungkan beban getaran kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adista P. Prayogi. & Hendrowati, W. 2015. *Pemodelan dan Analisis Respon Dinamis Kendaraan Truk Akibat Pengaruh Profil Jalan dan Getaran Engine*. Jurnal Teknik ITS Vol 4, No. 1.
- Allan, G., A, Turangan., & Rondonuwu, S. 2017. *Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price, Studi Kasus : Diamond Hill Citraland*. Manado. Universitas Ram Ratulangi.
- Frank, J. L. 2003. *Ground Vibration Basics, Monitoring and Prediction. Effective Blast Design and Optimazation*. Copyright.
- Bowles, J. 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Edisi Kedua*. Erlangga. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Frank, J. L. 2003. *Ground Vibration Basics, Monitoring and Prediction. Effective Blast Design and Optimazation*. Terra Dinamica LLC.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Gadjah University Press. Yogyakarta.
- Nugraha, A. D., Zakaria, Z., & Muslim, D. 2020 *Pengaruh Muka Air Tanah dan Getaran terhadap Faktor Keamanan Lereng (Studi kasus Lereng di Citatah, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat)*. Padjadjaran Geoscience Journal, Vol 4, No. 3.
- Tejakusuma, I. G. 2018. *Soil Creep in Balekambang, Cirawamekar Cipatat District*. Bandunga Barat Regency, West Java. Jurnal Sains dan Mitigasi Bencana, 13(2), 96-101.
- Zakaria, Z. 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi. Universitas Padjadjaran.
- Zakaria, Z. 2016. *Beberapa Model Penelitian Kestabilan Lereng untuk Mahasiswa Program Sarjana*. Proseding Seminar Nasional ke – III. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung 28 Mei 2016. “Peran Geologi dalam Pengembangan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Kebencanaan”. ISSN : 2407-4314. Vol 3, No. 2.

Lampiran 1. Nilai Faktor Kemanan Lereng Hasil Simulasi

No	Tinggi MAT (m)	Nilai FK			
		FK Deterministik	Kondisi Lereng FK Deterministik	FK Mean	Kondisi Lereng FK Mean
1	0	1.448	Stabil	1.774	Stabil
2	5	1.288	Stabil	1.632	Stabil
3	10	1.286	Stabil	1.628	Stabil
4	15	1.066	Kritis	1.550	Stabil
5	20	0.998	Tidak Stabil	1.449	Stabil
6	25	0.907	Tidak Stabil	1.314	Stabil
7	30	0.861	Tidak Stabil	1.180	Kritis
8	35	0.728	Tidak Stabil	1.074	Kritis
9	40	0.704	Tidak Stabil	0.985	Tidak stabil
10	45	0.633	Tidak Stabil	0.924	Tidak stabil
11	50	0.592	Tidak Stabil	0.894	Tidak stabil

No	Tinggi MAT (m)	Nilai FK dengan Beban Getaran Kendaraan			
		FK Deterministik	Kondisi Lereng FK Deterministik	FK Mean	Kondisi Lereng FK Mean
1	0	1.25	Stabil	1.557	Stabil
2	5	1.195	Kritis	1.508	Stabil
3	10	1.1	Kritis	1.418	Stabil
4	15	0.833	Kritis	1.332	Stabil
5	20	0.806	Tidak Stabil	1.235	Kritis
6	25	0.774	Tidak Stabil	1.120	Kritis
7	30	0.702	Tidak Stabil	0.994	Tidak Stabil
8	35	0.628	Tidak Stabil	0.923	Tidak Stabil
9	40	0.580	Tidak Stabil	0.845	Tidak stabil
10	45	0.521	Tidak Stabil	0.799	Tidak stabil
11	50	0.489	Tidak Stabil	0.773	Tidak stabil