

PENGARUH MUKA AIRTANAH DAN BEBAN GETARAN TERHADAP
FAKTOR KEAMANAN LERENG (STUDI KASUS LERENG DI CITATAH,
KECAMATAN CIPATAT, KABUPATEN BANDUNG BARAT)

Andika Dary Nugraha^{1*}, Zufialdi Zakaria¹, Dicky Muslim¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*korespondensi : andikadarynugraha@gmail.com

Abstrak

Longsor atau gerakan tanah merupakan salah satu bencana geologi yang sering terjadi di Indonesia. Kawasan Citatah termasuk kedalam zona rentan longsor, terutama pada lereng dengan material penyusun batulempung (Formasi Batuasih), dan termasuk dalam zona Sesar Cimandiri, serta kawasan pertambangan batugamping yang sering dilalui kendaraan berat. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hubungan FS dengan kedalaman muka airtanah pada saat disertai dan tanpa *seismic load*, yang kemudian disandingkan dengan kriteria lereng menurut Bowles, 1984. Metode yang dilakukan mencakup pengambilan data, uji laboratorium, dan simulasi lereng menggunakan *software slide*. Faktor-faktor penyebab terjadinya longsor diantaranya aktivitas gempa, getaran kendaraan, material penyusun, tingkat vegetasi, curah hujan dan muka airtanah, serta geometri dari lereng itu sendiri. Pada saat simulasi menggunakan nilai *seismic load* gempa, kondisi lereng termasuk kedalam lereng labil. Sedangkan pada saat simulasi tidak menggunakan nilai *seismic load* dan menggunakan *seismic load* kendaraan, lereng berada dalam kondisi stabil. Peran *seismic load* gempa lebih berpengaruh terhadap kestabilan lereng dibandingkan peran muka airtanah dan *seismic load* kendaraan.

Kata kunci : Geologi, longsor, faktor keamanan, muka airtanah, *seismic load*

Abstract

Landslide or mass movement is one of the geological disasters that often occur in Indonesia. Citatah area is classified as a landslide vulnerable zone, especially on slopes with the material composed of claystone (Batuasih Formation), and is included in the Cimandiri Fault zone, and also limestone mining areas which are often traversed by heavy vehicles. This study was conducted to compare the FS relationship with groundwater depth when simulated with and without seismic load, which was then juxtaposed with the slope criteria according to Bowles, 1984. The method used included data collection, laboratory test, and slope simulation using slide software. Factors that may causes landslides include earthquake activity, vehicle vibrations, materials, vegetation levels, rainfall and groundwater levels, as well as the geometry of the slope itself. When simulating using earthquake seismic load values, slopes are included into unstable slopes. Whereas when the simulation does not use the seismic load value and use the vehicle seismic load, the slopes are in a stable condition. The role of earthquake seismic load is more influential on slope stability rather than the role of groundwater level and vehicle seismic load.

Keywords : Geology, landslide, safety factor, groundwater levels, seismic load

Pendahuluan

Kebencanaan geologi merupakan peristiwa alam yang dapat menyebabkan kerugian secara fisik maupun material. Beberapa kejadian yang termasuk bencana geologi yaitu: gerakan tanah (longsor dan gerakan tanah lainnya), letusan gunung api, gempa bumi, dan tsunami (BNPB, 2017). Longsor sering kali terjadi akibat adanya pergerakan tanah pada kondisi daerah lereng yang curam, serta kelembaban tinggi, lahan terbuka, dan material kurang kompak (Verhoef, 1985, dalam Zakaria, 2009). Lokasi dari daerah penelitian yang termasuk zona gempa bumi serta keterdapat struktur sesar regional dapat mengindikasikan seringnya terjadi gempa. Tidak hanya itu, lokasi pertambangan batugamping dan jalan nasional menyebabkan banyaknya aktivitas kendaraan berat disekitar lereng. Berdasarkan hal-hal tersebut, akan dilakukan peninjauan terhadap peran apakah yang paling signifikan pengaruhnya terhadap faktor kestabilan lereng.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi perhitungan faktor kewanaman lereng menggunakan *software slide V.6*, dimana simulasi lereng menggunakan asumsi hanya menggunakan

nilai MAT, menggunakan nilai MAT dan *seismic load* kendaraan, serta menggunakan nilai MAT dan *seismic load* gempa, yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik.

Nilai dari *material properties* didapatkan melalui proses pengujian laboratorium. Besaran *seismic load* gempa senilai 0.534g (Desain Spektra Indonesia) dan *seismic load* kendaraan senilai 0.087g (hasil hitung Amaks).

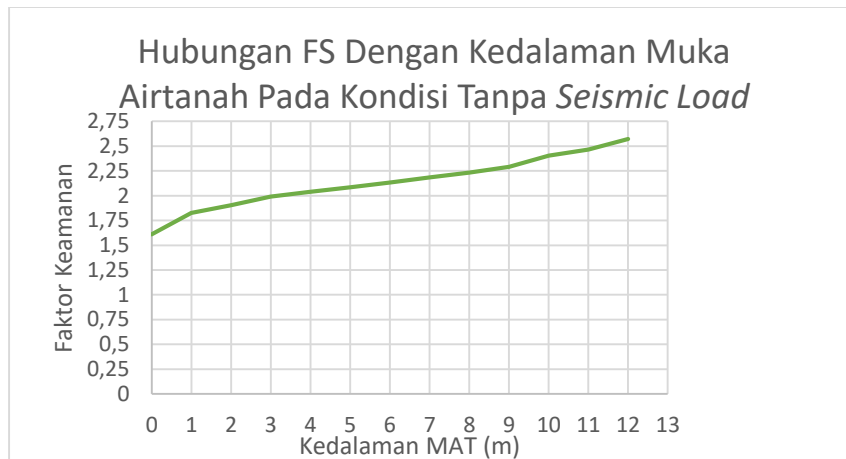
$$Amaks = \frac{2 \times 3.14159 \times PPV \times f}{386.4}$$

PPV = 0.19685 inch/s (Tejakusuma, 2018)

f = 27.385 Hz (Prayogi, 2015)

Hasil dan Pembahasan

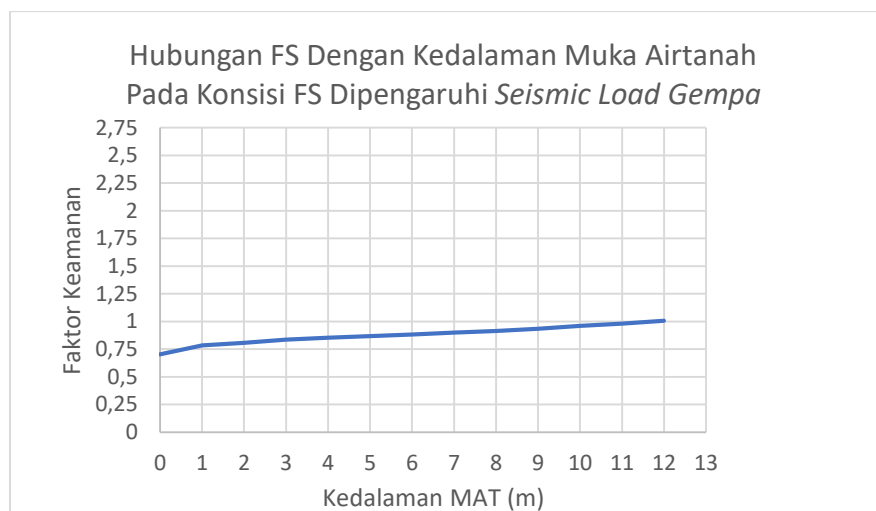
Berdasarkan hasil simulasi lereng (lampiran 1), didapatkan hasil bahwa pada saat simulasi dilakukan tanpa menggunakan *seismic load* nilai faktor keamanan terendah senilai 1.609, dengan probabilitas kelongsoran 25%, berada pada kedalaman muka airtanah 0m. Sedangkan nilai faktor keamanan tertinggi senilai 2.573, dengan probabilitas kelongsoran 0%, berada pada kedalaman muka airtanah 12m. Rata-rata dari kenaikan nilai faktor keamanan setiap 1m penurunan muka airtanah adalah sebesar 0.08 atau 8%. Sedangkan nilai nilai probabilitas kelongsoran menurun rata-rata 2.08% setiap penurunan 1m muka airtanah (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva hubungan FS dengan kedalaman muka airtanah pada kondisi tanpa seismic load

Pada saat simulasi lereng menggunakan nilai *seismic load* gempa, nilai faktor keamanan terendah senilai 0.702, dengan probabilitas kelongsoran 75.8%, berada pada kedalaman muka airtanah 0m. Sedangkan nilai faktor keamanan tertinggi senilai 1.007, dengan probabilitas

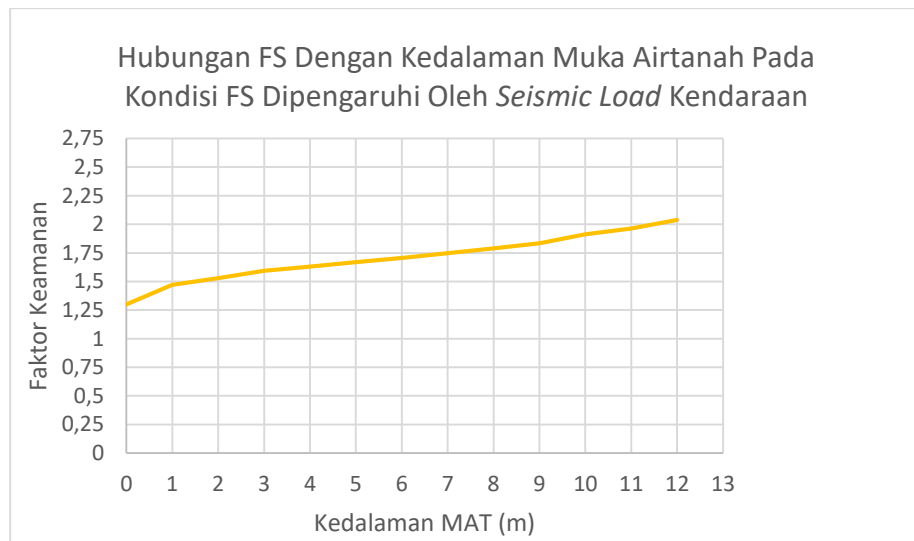
kelongsoran 44.6%, berada pada kedalaman muka airtanah 12m. Rata-rata dari kenaikan nilai faktor keamanan setiap 1m penurunan muka airtanah adalah sebesar 0.03 atau 3%. Sedangkan nilai nilai probabilitas kelongsoran menurun rata-rata 2.6% setiap penurunan 1m muka airtanah (Gambar 2)



Gambar 2. Kurva hubungan FS dengan kedalaman muka airtanah pada kondisi FS dipengaruhi oleh seismic load gempa

Pada saat simulasi lereng menggunakan nilai *seismic load* kendaraan, nilai faktor keamanan terendah senilai 1.301, dengan probabilitas kelongsoran 40.7%, berada pada kedalaman muka airtanah 0m. Sedangkan nilai faktor keamanan tertinggi senilai 2.039, dengan probabilitas

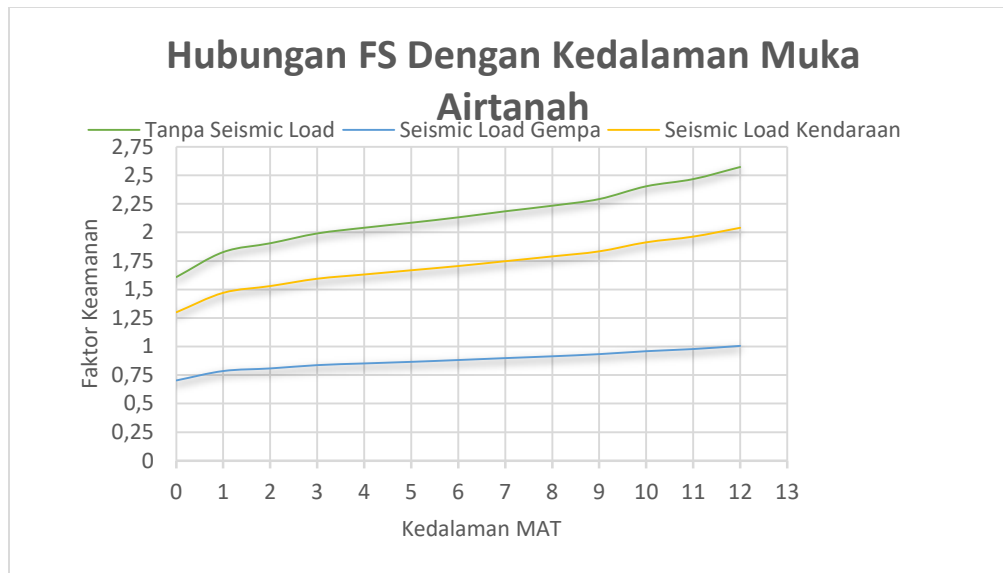
kelongsoran 13.8%, berada pada kedalaman muka airtanah 12m. Rata-rata dari kenaikan nilai faktor keamanan setiap 1m penurunan muka airtanah adalah sebesar 0.06 atau 6%. Sedangkan nilai probabilitas kelongsoran menurun rata-rata 2.24% setiap penurunan 1m muka airtanah (Gambar 3).



Gambar 3. Kurva hubungan FS dengan kedalaman muka airtanah pada kondisi FS dipengaruhi oleh *seismic load* kendaraan

Terdapat perbedaan yang signifikan pada kenaikan nilai FS saat simulasi lereng, yaitu sebesar 8% (tanpa *seismic load*), 3% (dengan *seismic load* gempa), dan 6% (dengan *seismic load* kendaraan). Perbedaan ini menunjukkan bahwa peran *seismic load* sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Nilai dari *seismic load* juga mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng. Dalam kondisi tidak memperhitungkan nilai *seismic load*, faktor penentu kestabilan lereng hanya berupa apakah material lereng

dalam keadaan jenuh atau tidak, sehingga dalam penurunan 1m muka airtanah dapat menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sama halnya dengan nilai *seismic load* yang kecil sehingga getarannya tidak terlalu mempengaruhi kestabilan lereng. Sedangkan dalam kondisi memperhitungkan nilai *seismic load* gempa, getaran tersebar merata pada seluruh material lereng, sehingga penurunan 1m muka airtanah tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.



Gambar 4. Grafik hubungan FS dengan kedalaman muka airtanah.

Secara statistika, hubungan antara faktor keamanan dengan kedudukan muka airtanah pada daerah penelitian dapat dilihat dalam grafik yang sudah digabungkan (Gambar 4). Grafik tersebut dapat pula menggambarkan kondisi nilai faktor keamanan lereng di daerah penelitian yang disandingkan terhadap Bowles, 1984 (garis merah). Pada saat simulasi menggunakan nilai *seismic load* gempa, kondisi lereng termasuk kedalam lereng labil. Sedangkan pada saat simulasi tidak menggunakan nilai

seismic load dan menggunakan *seismic load* kendaraan, lereng berada dakam kondisi stabil.

Pada grafik tersebut, dapat pula diamati bahwa garis biru lebih landai dibandingkan garis kuning, dan garis kuning lebih landai dibandingkan garis hijau. Artinya, dalam kasus ini pengaruh muka airtanah dan *seismic load* gempa lebih besar dibandingkan pengaruh muka airtanah dan *seismic load* kendaraan, serta muka airtanah saja.

Tabel 1. Modifikasi kelas lereng (Bowles, 1984)

Nilai FS	Intensitas Longsor	Kedalaman Muka Airtanah (m)			Kelas Lereng
		Tanpa Seismic Load	Seismic Load Kendaraan	Seismic Load Gempa	
$FS \leq 1.07$	Terjadi biasa atau sering	-	-	$MAT \geq 0$	Labil
$1.07 \leq FS \leq 1.25$	Pernah terjadi	-	-	-	Kritis
$FS \geq 1.25$	Jarang terjadi	$MAT \geq 0$	$MAT \geq 0$	-	Stabil

Kesimpulan

Semakin dalam kedudukan muka airtanah, maka semakin besar nilai faktor keamanan lereng. Pada saat simulasi menggunakan nilai *seismic load* gempa, kondisi lereng termasuk kedalam lereng labil (Bowles, 1984). Sedangkan pada saat simulasi menggunakan *seismic load* kendaraan dan tidak menggunakan nilai *seismic load*, lereng berada dalam stabil (Bowles, 1984).

Nilai dari *seismic load* gempa lebih berperan terhadap kestabilan lereng penelitian. Persentase kenaikan nilai FS tiap 1m muka airtanah tanpa memperhitungkan *seismic load* lebih tinggi dibandingkan dengan memperhitungkan *seismic load*, atau dapat disimpulkan peran gempa > MAT > getaran kendaraan. Baik gempa bumi maupun perubahan muka airtanah akibat curah hujan dapat dikatakan jarang terjadi. Sehingga berdasarkan intensitas keterjadiannya, peran getaran kendaraan > MAT > gempa bumi.

Daftar Pustaka

Adista P. Prayogi., & Hendrowati, Wiwiek.
2015. Pemodelan dan Analisis Respon
Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*.

Edisi. Kedua. Erlangga. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Dinamis Kendaraan Truk Akibat Pengaruh Profil Jalan dan Getaran *Engine*.
Jurnal Teknik ITS, Surabaya.

Frank, J. L. 2003. *Ground Vibration Basics, Monitoring and Prediction. Effective Blast Design and Optimazation. Copyright.*

Takwin, G. A., Turangan, A. E., & Rondonuwu, S. G. 2017. Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus: Diamond Hill Citraland). *Tekno*, 15(67).

Tejakusuma, I. G. 2018. Soil Creep In Balekambang, Cirawamekar, Cipatat District, Bandung Barat Regency, West Java. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 13(2), 96-101.

Zakaria, Z. 2005. Sesar Cimandiri bagian timur dan implikasinya terhadap longsoran di Citatah, Padalarang, Jawa Barat. *Majalah Geologi Indonesia*, 20(1), 41-50.

Zakaria, Z. 2009. Analisis Kestabilan Lereng Tanah. *Laboratorium Geologi Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. Bandung.*

Lampiran 1. Nilai faktor keamanan lereng

Tanpa Seismic Load						
Kedalaman MAT (m)	FS Deterministik	FS Mean	Probability of Failure (%)	Selisih Setiap 1 meter MAT		
				FS Deterministik	FS Mean	PF (%)
0	1.609	1.667	25	0.219	0.229	6.4
1	1.828	1.896	18.6	0.077	0.079	1.2
2	1.905	1.975	17.4	0.086	0.093	1.3
3	1.991	2.068	16.1	0.05	0.054	0.6
4	2.041	2.122	15.5	0.044	0.048	0.5
5	2.085	2.17	15	0.047	0.049	0.5
6	2.132	2.219	14.5	0.053	0.059	0.9
7	2.185	2.278	13.6	0.049	0.053	1
8	2.234	2.331	12.6	0.058	0.063	1
9	2.292	2.394	11.6	0.112	0.124	2.1
10	2.404	2.518	9.5	0.063	0.065	3.4
11	2.467	2.583	6.1	0.106	0.115	6.1
12	2.573	2.698	0	0.08	0.09	2.08
Persentase				8%	9%	
Seismic Load Gempa						
Kedalaman MAT (m)	FS Deterministik	FS Mean	Probability of Failure (%)	Selisih Setiap 1 meter MAT		
				FS Deterministik	FS Mean	PF (%)
0	0.702	0.738	75.8	0.083	0.082	3.9
1	0.785	0.82	71.9	0.023	0.024	1.3
2	0.808	0.844	70.6	0.029	0.026	1.5
3	0.837	0.87	69.1	0.015	0.014	0.6
4	0.852	0.884	68.5	0.014	0.019	1.7
5	0.866	0.903	66.8	0.016	0.013	0.9
6	0.882	0.916	65.9	0.017	0.017	1.4
7	0.899	0.933	64.5	0.016	0.016	1.5
8	0.915	0.949	63	0.019	0.02	4
9	0.934	0.969	59	0.026	0.028	10.2
10	0.96	0.997	48.8	0.019	0.021	4.1
11	0.979	1.018	44.7	0.028	0.031	0.1
12	1.007	1.049	44.6	0.03	0.03	2.60
Persentase				3%	3%	
Seismic Load Kendaraan						
Kedalaman MAT (m)	FS Deterministik	FS Mean	Probability of Failure (%)	Selisih Setiap 1 meter MAT		
				FS Deterministik	FS Mean	PF (%)
0	1.301	1.35	40.7	0.17	0.174	18.1
1	1.471	1.524	22.6	0.059	0.061	0.7
2	1.53	1.585	21.9	0.064	0.066	1.5
3	1.594	1.651	20.4	0.037	0.039	0.7
4	1.631	1.69	19.7	0.037	0.04	0.4
5	1.668	1.73	19.3	0.037	0.04	0.6
6	1.705	1.77	18.7	0.042	0.045	0.6
7	1.747	1.815	18.1	0.042	0.045	0.6
8	1.789	1.86	17.5	0.044	0.048	0.5
9	1.833	1.908	17	0.079	0.084	1.3
10	1.912	1.992	15.7	0.05	0.054	0.6
11	1.962	2.046	15.1	0.077	0.082	1.3
12	2.039	2.128	13.8	0.06	0.06	2.24
Persentase				6%	6%	