

ANALISIS STABILITAS LERENG DI KAKI GUNUNG SUMBING

Arrizka Yanuar A*, Dwi Sat Agus Yuwana, Muhammad Amin

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah-Indonesia

*Korespondensi penulis: arrizka.yanuar@untidar.ac.id

Abstract

Abstract Balesari village of Windusari sub-district of Magelang regency located at the foot of the mountain SUMBING with a height of 350 to 1050 meters above sea level. This research was conducted by analyse the stability of steep slopes through soil physical properties using Bishop Morgenstern method. The analytical approach used is deterministic two-dimensional. Primary data obtained from measurements of the slope directly by using Theodolite and took soil samples at each location. The soil samples were tested at the Laboratory of Soil Mechanics to get the parameters of soil physical properties such as grain gradation, void ratio (e), the soil volume weight (γ), the friction angle (ϕ), the value of cohesion (c). The result of study states the value of soil cohesion in the hamlet Mojo categorized loam, while in the hamlet of Malangaten categorized clay loam. The results of soil physical properties shows the value of the Factor of safety (F) at the measurement point in the hamlet of Mojo and Malangaten are 0.89, 0.31 and 0.41 respectively. Thus the stability of the slope in the village is not safe.

Keyword: *Slope stability, Factor of Safety, Bishop Morgenstern method.*

Abstrak Desa Balesari, Kecamatan Windusari, Kabupaten Magelang berada di kaki gunung sumbing dengan ketinggian 350 hingga 1050 mdpl. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis stabilitas lereng-lereng terjal melalui sifat fisik tanah menggunakan metode Bishop Morgenstern. Sistem Informasi Geografi digunakan untuk melihat peta kemiringan lereng sebagai indikator kerawanan longsor. Data primer didapatkan dari pengukuran kemiringan lereng secara langsung dengan menggunakan Theodolite dan mengambil sampel tanah di masing-masing lokasi. Sampel tanah tersebut diujikan di Laboratorium Mekanika Tanah untuk mendapatkan parameter sifat fisik tanah seperti: gradasi butiran, angka pori (e), berat volume tanah (γ), sudut gesek dalam (ϕ), nilai kohesi (c). Hasil penelitian menyatakan nilai kohesi tanah di Dusun Mojo termasuk kategori lempung (*loam*) sedangkan di Dusun Malangaten termasuk kategori lumpur lempung (*clay loam*). Hasil analisis sifat fisik tanah menunjukkan bahwa nilai Faktor keamanan (F) pada titik pengukuran di dusun Mojo dan Malangaten berturut-turut adalah 0.89, 0.31 dan 0.41. Dengan demikian stabilitas lereng di desa tersebut tidak aman.

Kata kunci: *Stabilitas lereng, Faktor keamanan, metode Bishop Morgenstren.*

PENDAHULUAN

Longsor merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Dalam kurun waktu satu dekade terakhir Indonesia mengalami bencana tanah longsor dengan frekuensi yang tinggi dalam kurun waktu 2011-2014 terjadi bencana longsor sebanyak 493 kejadian (BNPB, 2016). Pada tahun 2016 telah terjadi bencana longsor di berbagai wilayah di Jawa Tengah, Jawa Barat dan Jawa Timur dengan dampak yang cukup besar. Di wilayah Jawa Tengah kejadian longsor terakhir terjadi di wilayah Purworejo, Banjarnegara dan Magelang. Di wilayah Magelang kejadian longsor terakhir terjadi pada bulan November di Dusun Prapelan Desa Adipuro Kecamatan Kaliangkrik. Pada kurun waktu tahun 2015 hingga 2016 terjadi bencana longsor sebanyak tujuh kali di Kecamatan Windusari yaitu di Desa Plalar, Gunungsari, Gondang Rejo, Candisari, Windusari, Bandar Sedayu, Umbulsari (BPBD Kabupaten Magelang, 2016). Berdasarkan PERDA Kabupaten Magelang tentang RTRW tahun 2010-2030 Pasal 69

menyatakan bahwa Kecamatan Windusari dikategorikan sebagai kawasan rawan gerakan tanah tinggi.

Salah satu metode deterministik dua dimensi yang digunakan adalah Bishop dan Morgenstern (1960) dengan mengusulkan koefisien kestabilan lereng M dan N sebagai parameter Faktor Keamanan. Menurut Sivakugan & Das (2009) Faktor keamanan adalah rasio dari kuat geser (τ) tanah dibagi dengan kuat geser tanah termobilisasi yang menahan longsor (τ_{mob}). Faktor keamanan lebih besar satu berarti tegangan tanah yang menahan longsor lebih besar dari pada yang mendorongnya demikian pula sebaliknya Faktor keamanan kurang dari satu berarti tegangan tanah yang mendorong lebih besar daripada tegangan tanah yang menahan longsor

Penelitian ini dilakukan di Desa Balesari agar menjadikan kewaspadaan warga terhadap bencana longsor. Penelitian ini menggunakan analisis dan pemetaan longsor berdasarkan sifat fisik tanah. Pendekatan analisis yang digunakan adalah deterministik dua dimensi.

Taylor (1937) mengusulkan tabel stabilitas lereng dua dimensi (2D) pada tanah homogen dengan keruntuhan

rotasional serta tidak memperhatikan tekanan air pori dalam tanah. Bishop & Morgenstern (1960) telah mengembangkan tabel stabilitas lereng dengan memasukkan tekanan air pori dengan asumsi nilai tekanan air pori di seluruh titik sama. Metode ini juga masih dengan pendekatan dua dimensi (2D). Spencer (1967) memberikan tabel stabilitas lereng berdasarkan kesetimbangan batas gaya dan momen dalam dua dimensi (2D). Proses iterasi dilakukan untuk menghitung faktor keamanan tanah. Janbu (1968) menyatakan dalam tabel stabilitas lereng dengan mengasumsikan tanah secara berlapis termasuk keretakan tanah akibat gaya tarik dalam dua dimensi (2D). Chandler dan Peiris (1989) mengembangkan tabel stabilitas lereng Bishop & Morgenstern (1960) dengan menambahkan koefisien stabilitas M dan N yang lebih luas lingkungannya.

Nugroho, dkk (2013) menyatakan Kecamatan Windusari mempunyai tingkat kerawanan bencana longsor yang tinggi. Wungubalen, dkk (2014) meneliti bahwa tingkat kerentanan longsor di Desa Windusari Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang tinggi dengan luas wilayah 68.709 Ha dari luas keseluruhan 558.158 Ha.

Syarafina, dkk (2016) menyatakan sebaran tingkat resiko tanah longsor di Kecamatan Windusari tertinggi terdapat di Desa Kembangkuning, Balesari dan Windusari dengan luas wilayah 1.120 Ha.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer yaitu sampel tanah dan kemiringan lereng yang diambil dengan pengukuran di lapangan dengan alat Theodolite terlampir pada Gambar 1 kemudian terdapat tiga titik pengukuran. Sedangkan sampel tanah diujikan di Laboratorium Mekanika Tanah Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Faktor keamanan lereng dirumuskan dengan $F = M - r_u \cdot N$. Dengan M dan N ditentukan dari tabel yang diusulkan Bishop dan Morgenstern (1960)

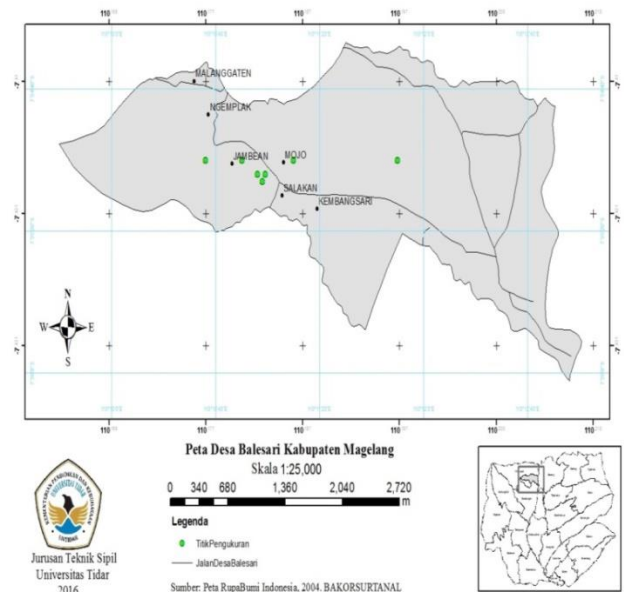


Gambar 1. Pengukuran kemiringan lereng

Lokasi Penelitian dilakukan di Desa Balesari, Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. Pada Gambar 1. Merupakan Foto satelit Desa Balesari sedangkan Gambar 2. adalah Peta Geografis Desa Balesari.



Gambar 2. Foto satelit Desa Balesari (Google Earth, 2016)



Gambar 3. Peta desa Balesari (gambar diolah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

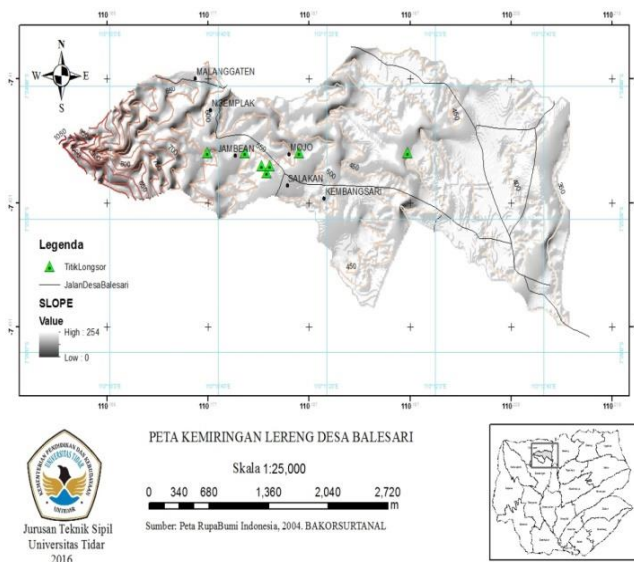
Data pengukuran di lapangan disajikan pada Tabel 1. sedangkan hasil uji laboratorium disajikan pada Tabel 2. Dari data pengukuran menunjukkan bahwa lereng-lereng di desa Balesari termasuk lereng terjal dengan sudut bervariasi mulai dari 30° hingga 63° sedangkan uji laboratorium memperlihatkan nilai kohesi efektif (c') kecil yaitu 0.12 kg/cm^2 dan 0.0333 kg/cm^2 serta sudut geser dalam (ϕ') juga kecil sebesar 15.08° dan 20.14° . Dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) terlihat kemiringan lereng bervariasi mulai dari 350 hingga 1050 mdpl yang tersaji pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil pengukuran kemiringan

Titik	H (m)	V (m)	H:V	b (derajat)	Dusun
1	19	9.681	2:1	63	Mojo
2	16	11.625	1:1	54	MalangATEN
3	12	8.719	1:1	54	MalangATEN

Tabel 1. Parameter sifat fisik tanah hasil uji laboratorium

Parameter	Titik 1	Titik 2	Titik 3
c'	0.12 kg/cm ²	0.0333 kg/cm ²	0.0333 kg/cm ²
ϕ'	22.62°	20.14°	20.14°
γ	1.53.10 ⁻³ kg/cm ³	1.51.10 ⁻³ kg/cm ³	1.51.10 ⁻³ kg/cm ³
r_u	0.3	0.3	0.3



Gambar 4. Peta kontur lereng bukit (gambar diolah)

Dengan melakukan interpolasi berdasarkan koefisien stabilitas Bishop & Morgenstern (tabel terlampir pada lampiran 1) didapatkan Faktor keamanan lereng untuk titik 1, titik 2 dan titik 3 yang tersaji berurutan pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5. Adapun grafik hubungan

tak berdimensi F dengan $c' / (\gamma * H)$ disajikan pada Gambar 5.

Tabel 2. Faktor keamanan titik 1

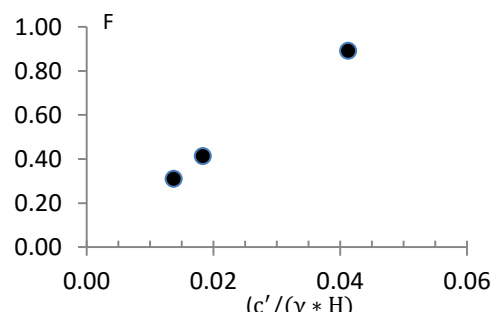
Parameter	20°	22.62°	25°
F	0.78	0.89	0.95
$(c' / (\gamma * H))$	0.025	0.041	0.05

Tabel 3. Faktor keamanan titik 2

Parameter	20°	20.14°	25°
F	0	0.31	0.56
$(c' / (\gamma * H))$	0	0.014	0.025

Tabel 4. Faktor keamanan titik 3

Parameter	20°	20.14°	25°
F	0	0.41	0.56
$(c' / (\gamma * H))$	0	0.018	0.025



Gambar 5. Hubungan F dengan $(c' / (\gamma * H))$ pada tiga titik pengukuran

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa Faktor keamanan lereng pada tiga titik pengukuran menghasilkan nilai kurang dari 1 ($F < 1$) yang berarti

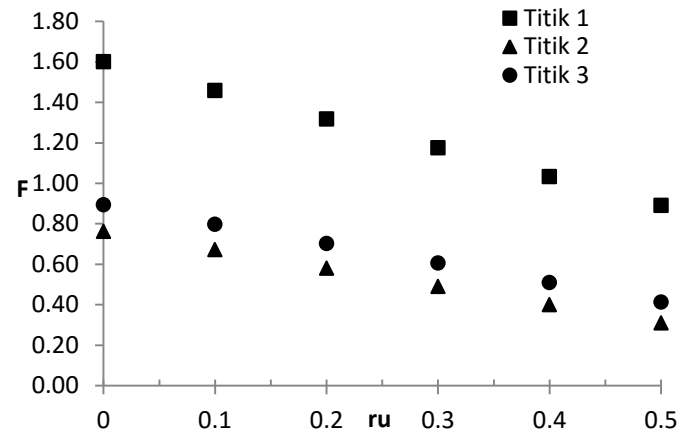
stabilitas lereng tanah tersebut tidak aman. Gambar 5. menggambarkan bahwa nilai F semakin besar saat nilai $(c' / (\gamma * H))$ mendekati satu sebaliknya nilai F semakin kecil saat nilai $(c' / (\gamma * H))$ mendekati nol.

Adapun tabulasi nilai Faktor keamanan (F) pada titik pengukuran disajikan pada Tabel 6. yang menunjukkan seluruh titik pengukuran berada pada stabilitas lereng yang tidak aman.

Pada Gambar 6. terlihat bahwa Faktor keamanan (F) semakin besar saat rasio tekanan pori mendekati (0) nol. Semakin besar rasio tekanan pori menunjukkan semakin jenuh sifat fisik tanah tersebut sehingga pada saat musim hujan lereng tersebut semakin berpotensi mengalami longsor sebaliknya pada saat musim kemarau sifat tanah tidak jenuh sehingga nilai rasio tekanan pori (ru) mendekati nol.

Tabel 5. Tabulasi Faktor keamanan lereng

Lokasi pengukuran	Faktor keamanan	Kategori	Keterangan
Titik 1	0.89	Tidak aman	
Titik 2	0.31	Tidak aman	
Titik 3	0.41	Tidak aman	



Gambar 6. Hubungan F dengan ru pada titik pengukuran

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Desa Balesari tepatnya dusun Mojo dan Malangaten mempunyai tingkat kestabilan lereng yang rendah ($F < 1$) sehingga sangat berpotensi terjadi longsor.
- Nilai kohesi tanah di Dusun Mojo termasuk kategori lempung (*loam*) sedangkan di Dusun Malangaten termasuk kategori lumpur lempung (*clay loam*).
- Nilai Faktor keamanan (F) pada titik pengukuran di dusun Mojo dan Malangaten berturut-turut adalah 0.89, 0.31 dan 0.41.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Tidar dan yang telah memberikan dukungan biaya dalam pelaksanaan penelitian dengan nomor kontrak: 570.w/UN57/LT/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, A. W., & Morgenstern, N. 1960. "Stability Coefficients for Earth Slopes". *Geotechnique*, 10, 129-153.
- Chandler dan Peiris. 1989. *Further extensions to the Bishop & Morgenstern slope stability charts*. Technical paper: Ground Engineering, Vol 5, pp 33-38, UK.
- Spencer, E. (1967). "A method of analysis of the stability of embankments assuming parallel inter-slice forces". *Geotechnique*, 17(1), 11-26.
- BAKORSURTANAL. 2004. Peta Rupabumi Indonesia. Jakarta.
- Nugraha, Adnan, dkk. 2013. "Analisis Studio Wilayah Kabupaten Magelang II". Program studi Perencanaan Wilayah dan Kota, JUTAP, FT UGM: Yogyakarta.
- Peraturan Daerah Kabupaten Magelang Nomor 5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Magelang tahun 2010-2030

- Sivakugan, N., & Das, B. M. 2009. "Geotechnical engineering: a practical problem solving approach". J. Ross Publishing-USA.
- Surono, dkk. 2009. "Buku Pedoman Analisis Risiko Bahaya Alam, studi kasus Provinsi Jawa Tengah". Badan Geologi Indonesia: Bandung.
- Taylor. 1937. "Stability of earth slopes: Boston Society of Civil Engineers".
- Janbu, N., 1968. Slope stability computations, soil mechanics and foundation engineering report. *Technical University of Norway, Trondheim*.
- Syarafina, dkk. 2016. *Tingkat Dan Sebaran Risiko Bencana Tanah Longsor Berdasarkan Pengharkatan Di Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang*. Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Yogyakarta: Skripsi.
- Wungubelen, dkk. 2014. *Kajian Tingkat Kerentanan Longsor di Desa Windusari Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang Jawa Tengah*. Fakultas Pertanian, Universitas Pendidikan Nasional Veteran Yogyakarta: Skripsi
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Magelang, <http://sik-bpbd.magelangkab.go.id> diakses pada 27 Januari 2016 pukul 07:00 WIB.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Kementerian ESDM, <http://vsi.esdm.go.id> diakses pada 26 Januari 2016 pukul 06:00 WIB. .
- <http://earth.google.com> diakses pada 27 Januari 2016 pukul 08:00.