

Rekayasa Kestabilan Lereng Pada Lahan Penambangan Batugamping Di Padukuhan Kalangan, Kalurahan Bangunjiwo, Kapanewon Kasihan, Kabupaten Bantul, D.I.Y.

Mikha Arjuna Chanditya Saragih^{1,a)} dan Nandra Eko Nugroho²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Yogyakarta

^{a)}Corresponding author: nandranugroho@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Sumber daya mineral yang melimpah khususnya di Padukuhan Kalangan, memberikan dampak positif terhadap perekonomian masyarakat melalui kegiatan penambangan berupa penambangan batugamping. Namun, aktivitas penambangan ini berpotensi mengganggu kestabilan lereng, meningkatkan risiko gerakan massa batuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kestabilan lereng di lokasi penelitian dengan menggunakan metode Janbu yang disederhanakan, melalui perhitungan Faktor Keamanan (FK) menggunakan roscience slide. Metode penelitian meliputi survei lapangan, pengamatan, serta uji laboratorium. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga lereng yang diteliti (Lereng 1, Lereng 2, dan Lereng 3) memiliki nilai FK masing-masing sebesar 5,534; 25,074; dan 8,077, yang semuanya termasuk dalam kategori lereng stabil menurut klasifikasi Bowles (1989) dan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. Faktor-faktor seperti bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam batuan berkontribusi signifikan terhadap stabilitas lereng. Selain itu, analisis kualitas massa batuan menggunakan sistem pembobotan RMR menunjukkan bahwa ketiga lereng termasuk dalam kelas III (batuan sedang), dengan hasil uji kuat tekan uniaksial yang termasuk ke dalam kategori batuan lemah. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengelolaan pada lokasi penelitian.

Kata Kunci: Kestabilan Lereng, Metode Janbu yang Disederhanakan, Nilai Faktor Keamanan

ABSTRACT

The mineral resources that are abundant, especially in Padukuhan Kalangan, have a positive impact on the community's economy through mining activities in the form of limestone mining. However, this mining activity has the potential to disrupt slope stability, increasing the risk of rock mass movement. This research aims to analyze the level of slope stability at the research site using the simplified Janbu method, through the calculation of the Factor of Safety (FS) using roscience slide. The research methods included field surveys, observations, and laboratory tests. The analysis results show that the three slopes studied (Slope 1, Slope 2, and Slope 3) have FS values of 5.534; 25.074; and 8.077, respectively, all of which fall into the category of stable slopes according to Bowles (1989) classification and KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018. Factors such as fill weight, cohesion, and rock inner shear angle contribute significantly to slope stability. In addition, the analysis of rock mass quality using the RMR weighting system shows that the three slopes belong to class III (medium rock), with the uniaxial compressive strength test results falling into the weak rock category. The results of this study can be used as a basis for management at the study site.

Keywords: Factor of Safety, Simplified Janbu Method, Slope Stability

PENDAHULUAN

Keberadaan sumber daya mineral yang melimpah di Indonesia khususnya di Padukuhan Kalangan memberikan dampak positif terhadap perekonomian masyarakat. Sumber daya tersebut berupa batugamping yang dimanfaatkan melalui kegiatan penambangan. Menurut UU Republik Indonesia No. 4 Tahun 2009 menyatakan penambangan adalah bagian dari kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara dan mineral ikutannya. Adanya aktivitas penambangan yang dilakukan oleh masyarakat mempengaruhi tingkat kestabilan lereng pada lokasi penelitian, yang dimana hal ini dapat berpotensi terjadinya gerakan massa batuan.

Gerakan massa tanah dan/atau batuan merupakan material penyusun lereng berupa tanah atau batuan yang bergerak atau meluncur atau jatuh ke arah kaki lereng yang dikarenakan faktor gravitasi bumi. Sejalan dengan itu, gerakan massa merupakan material campuran yang bergerak keluar lereng ataupun bergerak sepanjang lereng atas pengaruh dari gravitasi bumi. Pergerakan massa penyusun lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh kondisi yang meliputi kondisi morfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi, dan tata guna lahan.

Aktivitas penambangan yang dilakukan oleh masyarakat Padukuhan Kalangan tidak memperhatikan kondisi lereng, serta tidak sesuai dengan kaidah teknis pertambangan yang baik dan benar. Hal tersebut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng pada lokasi penelitian. Untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng perlu dilakukan perhitungan Faktor Keamanan Lereng (FK). Maka dari itu, akan dilakukan analisis terhadap tingkat kestabilan lereng pada lokasi penelitian berdasarkan nilai faktor keamanan, sehingga dapat menentukan arahan pengelolaan yang tepat pada lokasi penelitian.

METODE

Metode pengumpulan data yang akan digunakan meliputi survei, pengamatan lapangan, dan uji laboratorium. Survei dan pengamatan lapangan dilakukan untuk mendapatkan data ketinggian lereng dan kemiringan lereng. Metode uji laboratorium dilakukan guna mengetahui sifat fisik dan mekanik batuan pada sampel batuan. Pengumpulan sampel batuan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kondisi lereng dan geometri lereng. Data hasil pengujian sifat fisik dan mekanik batuan selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan nilai faktor keamanan (FK). Perhitungan nilai FK menggunakan *software Rocscience Slide* melalui pendekatan metode Janbu yang disederhanakan. Metode Janbu yang disederhanakan mengansumsikan gaya geser antar irisan sama dengan nol. Metode ini dapat menganalisa longsoran tipe *circular* dan *non-circular*. Nilai FK yang didapatkan kemudian dapat diketahui nilai keamanan lerengnya berdasarkan klasifikasi Bowles (1989) dan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/ 2018.

Analisis terkait kualitas massa batuan pada lokasi penelitian juga dilakukan guna mengetahui nilai massa batuannya sebagai data pendukung terkait kestabilan lereng pada lokasi penelitian. Dalam proses pengumpulan data analisis kualitas massa batuan menggunakan metode scanline serta *Rock Quality Designation*. Analisis kualitas massa batuan menggunakan sistem pembobotan massa batuan (*rock mass rating*) menurut Bienawski (1989). Metode ini bertujuan dalam menentukan kestabilan massa batuan secara empiris melalui penilaian massa batuan dengan bobot atau nilai serta paramater yang mangacu pada kondisi geologinya.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Faktor Keamanan Lereng

Nilai Faktor Keamanan	Kondisi Lereng
$FK < 1,07$	Tidak Stabil atau Longsor Sering Terjadi
$1,07 < FK < 1,25$	Kritis atau Longsor Pernah Terjadi
$FK > 1,25$	Stabil atau Longsor Jaran Terjadi

(Sumber: Bowles, 1989)

Tabel 2. Klasifikasi Massa Batuan (Rock Mass Rating) menurut Bienawski, 1989

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lereng

Pengukuran geometri lereng dilakukan pada lereng-lereng yang terdapat di lokasi penelitian. Data geometri lereng meliputi ketinggian lereng dan kemiringan lereng. Kemiringan lereng berpengaruh terhadap terjadinya gerakan massa, dimana semakin kecil sudut kemiringan suatu lereng maka akan semakin tinggi pula gaya penggerak pada lereng tersebut. Tidak hanya kemiringan lereng, kondisi batuan penyusun pada lereng menjadi faktor penentu dalam gerakan massa serta arah pergerakan

cenderung mengikuti arah kelerengan. Kondisi batuan diketahui melalui pengamatan langsung lapangan.

Tabel 3. Data Geometri Lereng

Parameter	Lereng 1	Lereng 2	Lereng 3
Ketinggian (m)	31,8	28,6	18,31
Kemiringan	65°	62°	62°

Berdasarkan pengamatan lapangan, ditemukan bidang diskontinuitas kekar dan celah antar batuan. Kekar merupakan rekahan pada batuan dimana tidak terdapat atau hanya sedikit yang mengalami pergeseran. Keterdapatannya bidang diskontinuitas ini mempengaruhi kondisi batugamping pada lokasi penelitian, yang dimana hal ini didukung pula dengan keberadaan akar yang masuk melalui celah antar batuan. Aktivitas akar tersebut mempengaruhi cepatnya proses pelapukan batuan. Berdasarkan pengamatan lapangan, pada lereng 2 telah terjadi gerakan massa batuan yang mengarah ke tenggara.

Kestabilan Lereng dan Nilai Kualitas Massa Batuan

Tingkat kestabilan lereng dapat dilihat dari nilai faktor keamanan (FK), dimana nilai FK didapatkan melalui perbandingan gaya penahan dengan gaya penggerak. Perhitungan nilai FK menggunakan *software Rocscience Slide* dengan metode yang digunakan berupa metode Janbu yang disederhanakan. Data yang digunakan dalam perhitungan nilai FK berupa hasil pengujian sifat fisik (bobot isi), dan sifat mekanik (sudut geser dalam dan kohesi). Hasil dari perhitungan nilai FK dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai FK pada lereng 1 sebesar 5,534; pada lereng 2 sebesar 25,074; dan pada lereng 3 sebesar 8,077. Berdasarkan klasifikasi nilai keamanan lereng menurut Bowles dan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, ketiga lereng tersebut termasuk kedalam kelas lereng stabil.

Tabel 4. Hasil Uji Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan

Sampel	Bobot Isi (kN/m ³)	Kohesi (Mpa)	Sudut Geser Dalam (°)
Lereng 1	32,6	0,84	41,53
Lereng 2	16,5	1,56	60,13
Lereng 3	35,7	0,64	42,51

Gambar 1. Hasil Analisis Nilai Faktor Keamanan pada: Lereng 1 (a); Lereng 2 (b); dan Lereng 3 (c)

Nilai faktor keamanan pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh nilai bobot isi, kohesi dan sudut geser dalam yang telah diuji. Kuat geser batuan pada bidang gelincir berpengaruh secara signifikan terhadap kestabilan suatu lereng. Kuat geser batuan terdiri dari kohesi dan sudut geser dalam. Nilai faktor keamanan yang tinggi pada ketiga lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam. Berdasarkan data yang didapat ketiga sampel yang diuji memiliki nilai kuat geser yang tinggi sehingga nilai faktor keamanan yang dihasilkan juga tinggi.

Parameter lain yang diuji merupakan kualitas massa batuan pada ketiga lereng. Berdasarkan sistem pembobotan kualitas massa batuan menurut Bowles, ketiga lereng termasuk ke dalam kelas III dengan keterangan batuan sedang. Hal tersebut ditunjukkan pada salah satu parameter berupa pengujian kuat tekan uniaksial yang termasuk ke dalam batuan lemah (Kelas R2). Batuan yang termasuk kedalam kelas ini dapat diidentifikasi dengan cara dapat dikikis cukup sulit dengan pisau.

Tabel 5. Hasil Klasifikasi Massa Batuan pada Lereng 1

No	Parameter	Rating
1	Kuat Tekan Uniaksial	7
2	RQD	20
3	Spacing of Discontinuities	10

4	Condition of Discontinuities	10
5	Ground Water	7
Total Rating		54
Kelas Massa Batuan		III (Batuan Sedang)

Tabel 6. Hasil Klasifikasi Massa Batuan pada Lereng 2

No	Parameter	Rating
1	Kuat Tekan Uniaksial	7
2	RQD	20
3	Spacing of Discontinuities	10
4	Condition of Discontinuities	10
5	Ground Water	7
Total Rating		54
Kelas Massa Batuan		III (Batuan Sedang)

Tabel 7. Hasil Klasifikasi Massa Batuan pada Lereng 3

No	Parameter	Rating
1	Kuat Tekan Uniaksial	7
2	RQD	20
3	Spacing of Discontinuities	10
4	Condition of Discontinuities	10
5	Ground Water	7
Total Rating		54
Kelas Massa Batuan		III (Batuan Sedang)

KESIMPULAN

Nilai faktor keamanan yang didapatkan menggunakan *software rocscience slide* pada lokasi penelitian sebesar 5,534 pada lereng 1; 25,074 pada lereng 2; dan sebesar 8,077 pada lereng 3. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1989) dan KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 ketiga lereng tergolong stabil. Kuat geser batuan berpengaruh terhadap nilai faktor keamanan lereng yang didapatkan. Penulis merekomendasikan untuk menghentikan kegiatan penambangan dan melakukan penambahan lapisan top soil serta revegetasi memperbaiki kestabilan lereng pada lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, JE. 1989. Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah: (Mekanika Tanah). Jakarta: Erlangga.
- Hudson, J.A. dan Priest, S.D. 1976. Discontinuity Spacing in Rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, Volume 13, issue 5.
- Karnawati, Dwikorita. 2002. Pengenalan Daerah Rentan Gerakan Tanah dan Upaya Mitigasinya (Makalah Seminar Nasional Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor, Semarang 11 April 2002). Pusat Studi Kebumihan Lembaga Penelitian Univeristas Diponegoro, Semarang.
- Karnawati, Dwikorita. 2005. Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 1927. K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidat Teknik Pertambangan yang Baik
- Santoso, D. H., Suharwanto, S., & Prasetyo, M. T. 2021. Analisis Kestabilan Lereng dan Pengelolaan Lereng Akibat Penambangan Andesit di Sebagian Kecamatan Bagelan Purworejo. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian, 18(1), 46-51.
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara

- Wibowo, S., dkk. 2018. Kajian Kestabilan Lereng Batuan menggunakan Klasifikasi Massa Batuan, Metode Elemen Hingga, dan Analisis Batuan Jatuh. Bandung: Padjajaran Geoscience Journal, Vol. 2, No. 2.
- Wylie, D.C. dan Christopher W. Mah. 2005. Rock Slope Engineering. London: Spon Press.
- Zakaria, Zulfiadi. 2009. Analisis Kestabilan Lereng Tanah. Bandung: Jurusan Teknik Geologi, UNPAD.
- Zuidam, R.A. Van, 1985. Guide to Geomorphologic Aerial Photographs Interpretation and Mapping. ITC, Enschede The Netherlands.