

STUDI PENENTUAN BESAR SUDUT LERENG PADA PT KBK MENGGUNAKAN Q-SLOPE

(STUDY OF DETERMINING THE SLOPE ANGLE OF PT KBK USING Q-SLOPE)

Nuansa Mare Apui Ganang ^{1*}, Yunida Iashania ¹, Neny Fidayanti ¹, Novalisae ¹

¹ Dosen Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya

* Korespondensi E-mail: Nuansamare@mining.upr.ac.id

Abstrak

Metode Q-slope dapat digunakan dalam menentukan kemiringan lereng tambang, mulai dari lereng tunggal yang rendah hingga tinggi dengan sudut kemiringan antara 35⁰ sampai 85⁰. Kemudahan yang didapatkan untuk menentukan kemiringan lereng maksimal berdasarkan parameter yang ada serta kemudahan untuk mendapatkan nilai pada setiap parameternya menjadikan pengaplikasian metode ini dapat dilaksanakan sebagai langkah awal sebelum dilaksanakannya analisis lebih lanjut. Penilaian pada ukuran blok batuan, kuat geser yang dipengaruhi diskontinuitas serta adanya faktor eksternal dan tekanan pada lereng dilakukan dengan menggabungkan hasil lab dan analisis secara langsung dilapangan. Studi juga dilaksanakan dengan memperhatikan potensi longsoran. Hasil dari studi menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Q-slope, rekomendasi sudut lereng adalah 69⁰ dengan nilai probabilitas longsor 1%. nilai ini hampir sama dengan keadaan sudut lereng aktual yaitu 70⁰. Untuk peningkatan sampai batas maksimal regulasi, dapat dilakukan peningkatan besar sudut lereng hingga 77⁰ dengan analisis faktor keamanan lebih lanjut.

Kata Kunci : Kestabilan Lereng, Q-slope, diskontinuitas

Abstract

The use of the Q-slope method can be used to determine the mine slope, from a low to high single slope with an angle between 35⁰ to 85⁰. The simplicity to determine slope angle based on each parameter makes the application of this method can be carried out as a first step before carrying out further analysis. Assessment of rock block size, shear strength which is affected by discontinuity as well as the existence of external factors and pressure on the slopes is carried out by combining lab results and analysis directly in the field. The study was also carried out by taking Probability of Failure. The results of the study show that by using the Q-slope method, the recommended slope angle is 69⁰ with probability of failure 1%. this recommendation slope angle is almost the same as the actual slope angle 70⁰. To increase it to the maximum regulation limit, it is possible to increase the slope angle up to 77⁰ with further factor of safety analysis.

Keywords: Slope stability, Q-slope, discontinuity

1. PENDAHULUAN

Kestabilan lereng tambang merupakan salah satu hal yang selalu diperhatikan dalam setiap kegiatan penambangan. Kestabilan lereng dipengaruhi berbagai faktor seperti kehadiran diskontinuitas, geometri dari lereng, tinggi serta kemiringan dari lereng. Pada kegiatan penambangan, beberapa faktor tersebut tidak dapat diamati dengan baik sampai dilakukan penggalian pada daerah tersebut dan lereng telah terbentuk, sehingga evaluasi terhadap kestabilan perlu untuk dilakukan secara berkala. Pada penambangan aktif, kemiringan maksimal dari lereng tunggal sudah ditentukan pada perencanaan awal berdasarkan sifat fisik

maupun mekanik material pembentuk lereng. Perubahan pada permukaan lereng seiring waktu serta adanya kegiatan penambangan belum dapat dianalisis. Evaluasi terhadap kestabilan lereng berdasarkan kemajuan tambang perlu untuk dilakukan. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan Q-slope. Q-slope dapat digunakan untuk menentukan sudut kemiringan lereng maksimal antara 35⁰ hingga 85⁰ serta rentang probability of failure 1% hingga 50%. Metode ini menggunakan analisis yang dilakukan pada lereng yang telah digali dan dapat diamati secara langsung keterdapatannya diskontinuitas serta faktor lain seperti material sisipan, kuat geser batuan serta tekanan yang mempengaruhi lereng. Untuk itu, studi mengenai

kestabilan lereng yang didasarkan pada parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan Q-slope pada pit Bakam Slot PT Kasongan Bumi Kencana (PT KBK).

2. METODE

Dalam melaksanakan studi ini, dilaksanakan beberapa pengambilan data yang terdiri dari data utama serta data sekunder yang dapat membantu untuk memenuhi parameter yang diperlukan dalam penggunaan Q-slope.

1. Data primer dan sekunder

Data primer yang digunakan dalam studi ini adalah data hasil pengamatan serta data keadaan diskontinuitas dengan menggunakan *scanline* sebagai salah satu metode yang digunakan, Sedangkan data sekunder berupa hasil lab untuk kekuatan batuan yang mewakili jenis batuan ditempat tersebut.

2. Pengolahan data

Data hasil pengamatan serta data dari hasil lab digunakan sebagai dasar dalam menentukan penilaian yang ada pada Q-slope berdasarkan keadaan dilapangan yang kemudian diberikan pembobotan yang sesuai serta mendekati keadaan yang sebenarnya.

3. Analisis data

Analisis data merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan nilai akhir dari parameter yang digunakan dalam Q-slope sehingga akan diketahui kemiringan lereng yang

sesuai dengan parameter tersebut dan menghasilkan lereng yang stabil. Tingkat *probability of failure* (PoF) disesuaikan dengan peraturan serta keadaan langsung di setiap lokasi tambang.

$$\beta = 20 \log_{10}(Q_{slope}) + 65^{\circ} \text{ dengan PoF } 1\%$$

$$\beta = 20 \log_{10}(Q_{slope}) + 67,5^{\circ} \text{ dengan PoF } 15\%$$

$$\beta = 20 \log_{10}(Q_{slope}) + 70,5^{\circ} \text{ dengan PoF } 30\%$$

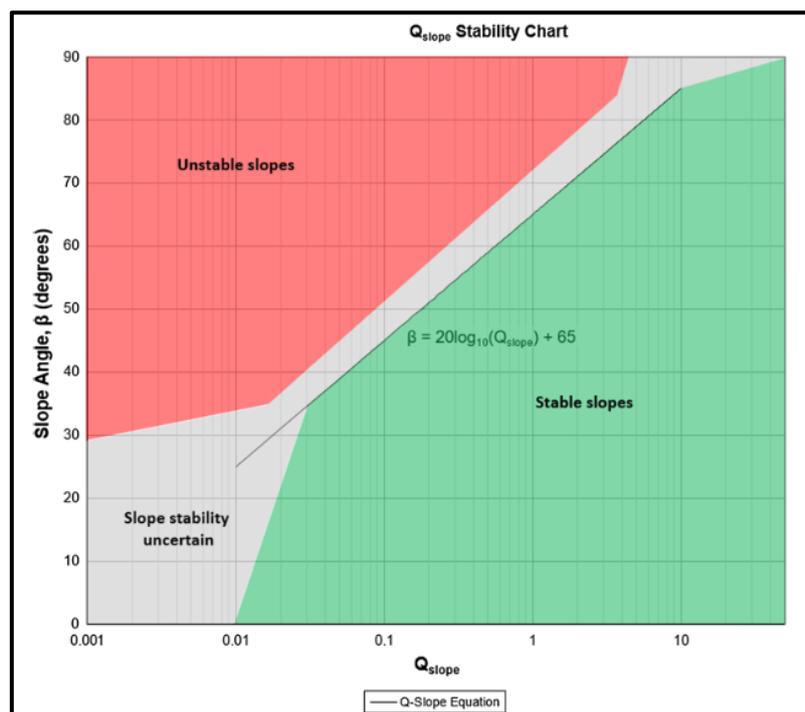
$$\beta = 20 \log_{10}(Q_{slope}) + 73,5^{\circ} \text{ dengan PoF } 50\%$$

Rumus yang digunakan dalam Q-slope adalah

$$Q_{slope} = \frac{RQD}{J_n} \times \left(\frac{J_r}{J_a}\right)_0 \times \frac{J_{wice}}{SRF_{slope}}$$

Bar dan Barton (2017) memberikan penjelasan mengenai kualitas massa batuan dalam Q-slope dapat diartikan sebagai fungsi dari 3 parameter, yaitu :

1. Ukuran Blok batuan (RQD/J_n).
2. Kuat Geser : paling tidak menguntungkan (J_r/J_a) atau rata-rata kuat geser dalam longsoran baji ($(J_r/J_a)_1 \times (J_r/J_a)_2$).
3. Faktor eksternal dan tekanan : (J_{wice}/SRF_{slope})



Gambar 1. Grafik Q-slope serta Persamaan (Bar dan Barton, 2015)

Tabel 1. Pembobotan

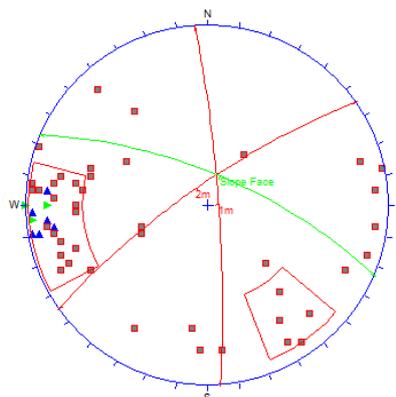
Parameter	Deskripsi	Bobot
RQD	Excellent	91,11
Jwice	Stable Structure, Competent Rock	1
Jn	Two joint set Plus Random Joints	6
Jr (Set A and B)	Rough or irregular, Planar	1,5
Ja (Set A and B)	slightly altered joint walls. Non Softening mineral coatings, sandy particles, clay-free disintegrated rock, etc	2
O factor	Set A Very Unvafourable	0,5
	Set B Unvafourable	0,9
SRFa	Slight Loosening due to surface location	2,5
SRFb	Moderate Stress-Strength range	1
SRFc	Not available	-

3. PEMBAHASAN

Daerah lereng yang menjadi tempat dilakukan studi ini adalah lereng pit Bakam Slot di perusahaan PT KBK. Lereng ini mempunyai orientasi N 293°E pada arah kemenerusan (*strike*) serta kemiringan (*dip*) lereng sebesar 70°. Tinggi lereng adalah 15 meter. Lereng tambang yang menjadi studi dapat dilihat pada Gambar 3. Angka yang digunakan sebagai nilai kuat tekan batuan merupakan nilai yang digunakan sebagai nilai σ_c dengan nilai 106 Mpa yang merupakan hasil pengujian menggunakan metode UCS (*Uniaxial Compression Test*). Terdapat beberapa parameter yang harus dipenuhi dalam penggunaan *Q-slope* agar dapat menghasilkan nilai yang relevan dengan keadaan dilapangan.

1. Arah Utama

Untuk mendapatkan arah utama dari bidang lemah, dilakukan pengambilan data dengan menggunakan metode *scanline* dengan panjang 48 meter. Arah utama dari diskontinuitas digunakan untuk menentukan beberapa parameter yang ada pada *Q-slope*, dengan mengetahui arah utama, maka dapat diketahui potensi longsoran pada lereng tersebut, serta mengetahui arah lereng dibandingkan dengan arah diskontinuitas. Data yang didapatkan adalah sebanyak 69 diskontinuitas yang diwakili oleh kotak kecil berwarna merah, Garis hijau merupakan arah orientasi lereng serta arah utama dari diskontinuitas (garis merah) adalah N 86° E/83° dan N 325° E/ 77° yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arah Utama diskontinuitas

2. Environmental dan kondisi Geologi (Jwice)

Dalam parameter ini, kondisi dari lereng secara keseluruhan diamati serta dilakukan penarikan data berdasarkan pengamatan dilapangan untuk menentukan kestabilan dari lereng akibat adanya bidang lemah yang terbentuk. kondisi geologi yang digunakan adalah *Stable Structure; Compotent Rock* (struktur yang stabil serta merupakan batuan yang kompeten) sedangkan kondisi lingkungan sekitar yang digunakan adalah *desert*

environment (daerah kering) dengan pembobotan 1. Tidak ada sistem drainase pada lereng serta tidak dilakukan perkuatan lereng.

3. Rock Quality Designation (RQD)

Nilai RQD didapatkan dari pengolahan jarak antar diskontinuitas yang memiliki arah dan *dip* yang memiliki kemiripan orientasi. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai RQD 91,11 sehingga masuk pada range 90-100% dan digolongkan batuan yang *excellent*.



Gambar 3. Lereng Bakam Slot Barat

4. Jumlah bidang kekar (Jn)

Terdapat 2 set bidang kekar dengan tambahan beberapa bidang kekar acak pada permukaan lereng yang diamati, sehingga nilai pembobotannya adalah 6. Kedua Set ini membentuk potensi longsoran baji pada lereng pada kemiringan diatas 70° sehingga perlu dipertimbangkan dalam analisis kestabilan lereng lebih lanjut.

5. Tingkat kekasaran kekar (Jr)

Pada lereng, sebagian besar kekar memiliki permukaan yang kasar ketika disentuh serta memiliki permukaan yang rata sehingga masuk kedalam kategori *Rough or irregular, planar* dengan nilai pembobotan 1,5. Pada kedua Set Diskontinuitas memiliki kekasaran yang sama.

6. Tingkat alterasi kekar (Ja)

Pada lereng, ditemukan bahwa terjadi sedikit alterasi pada bidang kekar, sehingga pada parameter ini, tingkat alteri kekar dimasukkan kedalam kategori *slightly altered joint walls. Non Softening mineral coatings, sandy particles, clay-free disintegrated rock, etc* dengan bobot 2. Alterasi ini terjadi pada bidang kekar yang ada pada Set A dan Set B.

7. Strength Reduction Factor (SRFslope)

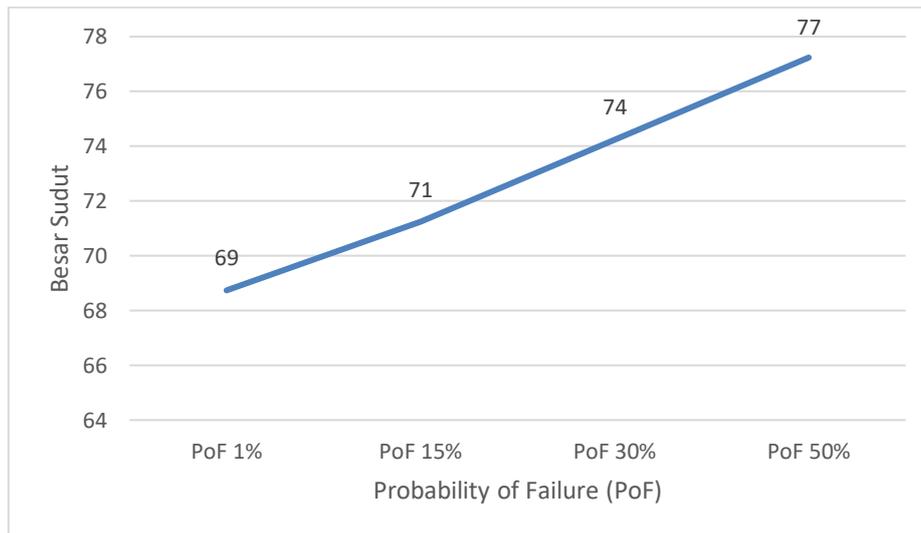
Pada penilaian SRF ini, hanya terdapat 2 parameter yang terpenuhi yaitu SRFa yang menyatakan nilai dari kondisi fisik dan SRFb yang menyatakan pengaruh tekanan dan kekuatan batuan. Hal ini karena pada area lereng, tidak ada rekahan atau patahan besar yang mempengaruhi lereng secara langsung sehingga untuk SRFc tidak dapat ditentukan.

Nilai dari SRFa masuk kedalam kategori *slight loosening due to surface location, disturbance from blasting or excavation* dengan pembobotan 2,5 sedangkan untuk nilai SRFb adalah 1 dengan kategori *moderate stress-strength range*.

8. Faktor orientasi diskontinuitas (O factor)

Dalam studi ini, ditemukan 2 set diskontinuitas yang mempengaruhi keadaan

lereng secara langsung. Pada kondisi set A didapatkan bahwa orientasi masuk dalam kategori *Very Unfavourable* (sangat tidak menguntungkan) dengan bobot 0,5. Pada Set B dengan orientasi yang sedikit lebih baik sehingga dimasukkan kedalam kategori *Unfavourable* (tidak menguntungkan) dengan bobot 0,9.



Gambar 4. Besar Sudut berdasarkan nilai PoF pada Q-slope

Dari Hasil perhitungan, didapatkan bahwa nilai Q-slope yang didapatkan adalah 1,537481. Nilai ini kemudian dipakai untuk menghitung besarnya sudut yang sesuai dengan tingkat PoF yang diinginkan. Hasil perhitungan ini dapat dilihat pada Gambar 4. sudut yang direkomendasikan adalah 69° dengan nilai PoF 1%. Besarnya sudut ini hampir sama dengan sudut lereng yang ada saat ini, dapat dikatakan bahwa lereng berada dalam PoF mendekati 1% yang termasuk aman. Hal ini sama dengan keadaan dilapangan yang belum terjadi longsoran di daerah ini.

Pada sebagian besar keadaan ideal, kemiringan lereng masih dapat ditambah hingga 71° dengan PoF 15% yang juga masih digolongkan aman dengan resiko yang tidak terlalu besar. Angka ini masih dibawah batas dalam peraturan batas maksimal nilai PoF yang ada. Sudut kemiringan lereng masih dapat ditingkatkan hingga 74° atau 77°, dengan mengikuti regulasi yang ada untuk lereng tunggal, dengan PoF berada pada angka 50% maksimal serta penilaian akibat dari longsor berada pada tingkat keparahan rendah maka

didapatkan sudut lereng dengan kriteria berada pada sudut kemiringan 77°.

Keberadaan potensi untuk terjadinya longsoran baji dapat dipertimbangkan lebih jauh dengan mengamati keadaan di lapangan untuk menentukan tingkat keparahan akibat longsor. Analisis lebih jauh juga diperlukan untuk dapat memenuhi standar dengan melakukan perhitungan serta analisis faktor keamanan untuk kemiringan lereng 74-77°.

4.SIMPULAN

Sudut Lereng Bakam Slot Barat saat ini memiliki nilai PoF mendekati 1%. Dalam keadaan ini, perusahaan dapat meningkatkan hingga maksimal 78° dengan tingkat PoF 50% yang merupakan salah satu ambang batas dalam regulasi yang berlaku dengan pertimbangan bahwa resiko dari longsor rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, W.N. 2020. Analisis Kestabilan Lereng Metode Q-Slope, Kesetimbangan Batas

- Dan Probabilitas Longsor Pada Tambang Andesit. Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI, XXIX, 689 – 701.
- Bar, N. and Barton, N. 2015. Introducing The Q-slope Method and Its Intended Use Within Civil and Mining Engineering Projects, ISRM Regional Symposium EUROCK, Springer, Austria, pp. 157-162.
- Bar, N. and Barton N., Ryan CA. 2016. Application of the Q-Slope Method to Highly Weathered and Saprolite Rocks in Far North Queensland, Rock Mechanics and Rock Engineering: From the Past to the Future, London, pp. 585-590.
- Bar, N. and Barton, N. 2017. The Q-slope Method for Rock Slope Engineering, Rock Mechanic and Rock Engineering, Springer, Vienna, pp. 3307-3322.
- Bar, N. and Barton N., (2018): Q-Slope: An Empirical Rock Slope Engineering Approach in Australia, Australian Geomechanics, Australia, pp. 73-86.
- Hustrulid, W.A., McCarter, M.K., and Van Zyl, D.J.A.. 2001. Slope Stability in Surface Mining, Society for Mining and Metallurgy.
- Komurlu, E. 2022. Case studies on Q-slope method use for slope stability analyses. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 44(3): 190–197.
- Mah, C.W. and Wyllie, D. C. 2004. Rock Slope engineering: civil and mining. 4th Edition. (Based on the 3rd edition by E. Hoek and J. Bray. The Institute of mining and metallurgy). Taylor & Francis. New York.
- Hoek, E. and Bray, J.W, (1981): Rock Slope Engineering, Institution of Mining and Metallurgy, London,