



STUDI PENENTUAN JOINT ROUGHNESS COEFFICIENT PADA BATUAN ANDESIT SKALA LAPANGAN PULAU TERNATE

Dwi Yawasyah Hasanudin¹, George Belly Sahetapy^{2*}, Irnawaty³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

*Corresponding author: georgesahetapy@unkhair.ac.id

Article History

Received : 15 Mei 2025

Revised : 29 Juni 2025

Accepted : 1 Oktober 2025

Abstrak

Kekasaran permukaan diskontinuitas batuan merupakan faktor penting yang menentukan karakteristik kekuatan massa batuan. Koefisien kekasaran sambungan (JRC), yang biasanya diukur dengan alat Sisir Barton banyak digunakan untuk menggambarkan kekasaran sambungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai Joint Roughness Coefficient (JRC) pada batuan andesit di tiga lokasi berbeda di Pulau Ternate. Data lapangan kemudian diolah dengan batuan perangkat lunak Web Plot Digitizer, Microsoft Excel, dan Surfer untuk menghitung nilai JRC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai JRC bervariasi pada setiap lokasi, Kelurahan Foramadiah memiliki nilai JRC0 5,4 dan JRCn 4,5 (kategori halus), Kelurahan Tubo nilai JRC0 3,1 dan JRCn 2,9 (kategori halus), Kelurahan Sulamadaha nilai JRC0 7,4 dan JRCn 5,9 (kategori sedang). Perbedaan nilai JRC tersebut dipengaruhi oleh kondisi geologi dan struktur masing-masing lokasi.

Kata kunci: Andesit, Joint Roughness Coefficient, Sisir Barton, Diskontinuitas, Ternate

Abstract

The surface roughness of rock discontinuities is an important factor that determines the strength characteristics of rock masses. The joint roughness coefficient (JRC), which is usually measured with a Barton Comb tool, is widely used to characterize joint roughness. This study aims to determine the Joint Roughness Coefficient (JRC) for andesite rocks at three locations on Ternate Island. Field data was then processed with Web Plot Digitizer, Microsoft Excel, and Surfer software to calculate the JRC value. The results showed that the JRC value varied at each location. Foramadiah Village had a JRC0 value of 5.4 and JRCn 4.5 (fine category), Tubo Village had a JRC0 value of 3.1 and JRCn 2.9 (fine category), and Sulamadaha Village had a JRC0 value of 7.4 and JRCn 5.9 (moderate category). The difference in JRC value was influenced by the geological and structural conditions of each location.

Keyword: Andesite, Joint Roughness Coefficient, Barton Comb's, Discontinuity, Ternate

1. Pendahuluan

Batuan merupakan material padat yang terbentuk dari proses geologi dan tersusun atas mineral dengan sifat fisik serta komposisi yang beragam [1]. Berdasarkan proses pembentukannya, batuan dapat dibedakan menjadi batuan beku, sedimen, dan metamorf. Aktivitas vulkanik di Pulau Ternate menghasilkan berbagai jenis batuan hasil aktivitas gunung Gamalama, salah satunya adalah batuan andesit[2]. Batuan ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai material konstruksi, baik untuk bangunan sipil maupun perumahan [3].

Singkatan batuan andesit di lapangan umumnya menunjukkan adanya bidang diskontinuitas yang mengalami pelapukan, terlihat dari perbedaan warna antara permukaan lapuk (kuning kemerahan) dan batuan segar (abu-abu gelap). Kondisi bidang diskontinu ini menjadi faktor penting dalam menentukan kekuatan massa batuan. Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai karakteristik bidang diskontinu adalah *Joint Roughness Coefficient*, yaitu koefisien kekasaran sambungan yang dikembangkan oleh Barton dan Choubey (1977) [4]. Penentuan JRC biasanya dilakukan dengan perbandingan profil kekasaran menggunakan alat Sisir Barton [5]. Nilai JRC sangat berpengaruh terhadap analisis stabilitas lereng batuan, karena semakin kasar bidang diskontinu maka semakin besar kemampuan batuan untuk menahan pergeseran[6]. Oleh karena itu, pengukuran JRC pada batuan

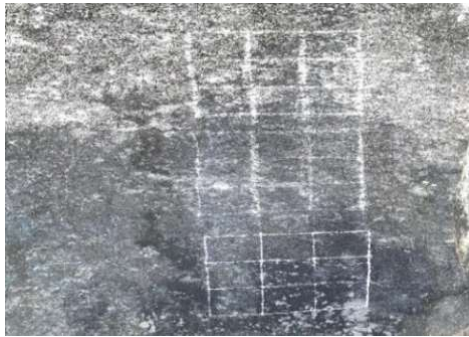
andesit di Pulau Ternate penting dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi setempat serta implikasinya terhadap kestabilan lereng.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahapan pengambilan data JRC menggunakan alat Sisir Barton pada singkapan batuan andesit dan memperoleh nilai JRC di tiga lokasi penelitian, yaitu Kelurahan Foradiahi (Gamalama Tua), Tubo (Gamalama Muda) dan Sulamadaha (Gamalama Dewasa).

2. Metode

Penelitian dilakukan pada tiga lokasi singkapan batuan andesit di Kota Ternate, yaitu Kelurahan Foradiahi, Tubo dan Sulamadaha yang masing-masing mewakili morfologi gunung Gamalama Tua, Muda dan Dewasa. Data yang digunakan terdiri atas data primer berupa hasil pengukuran kekasaran bidang diskontinu dengan menggunakan alat Sisir Barton, koordinat lokasi, dokumentasi, serta pengukuran panjang dan lebar grid pada singkapan batuan. Selain itu, gunakan data sekunder berupa literatur, peta geologi, dan refensi mengenai *Joint Roughness Coefficient* sebagai landasan teori[5], [7], [8], [9].

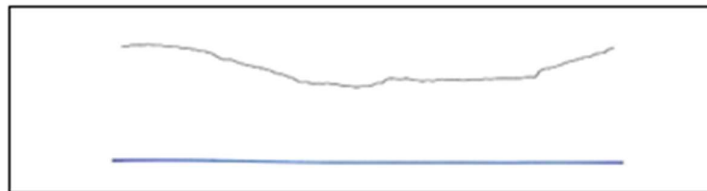
Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, studi literatur untuk memperoleh informasi konseptual mengenai JRC, karakteristik batuan andesit, serta geologi Pulau Ternate. Kedua, pengukuran lapangan yang diawali dengan penentuan singkapan batuan andesit pada setiap lokasi penelitian, pembuatan grid berukuran 30x30 cm sesuai panjang alat Sisir Barton, pengukuran profil kekasaran bidang diskontinu baik secara horizontal maupun vertikal. Hasil pengukuran kemudian digambarkan pada kertas ukuran A3 dan didokumentasikan.



Gambar 1. Pembuatan Grid



Gambar 2. Pengukuran JRC Menggunakan Alat Sisir Barton

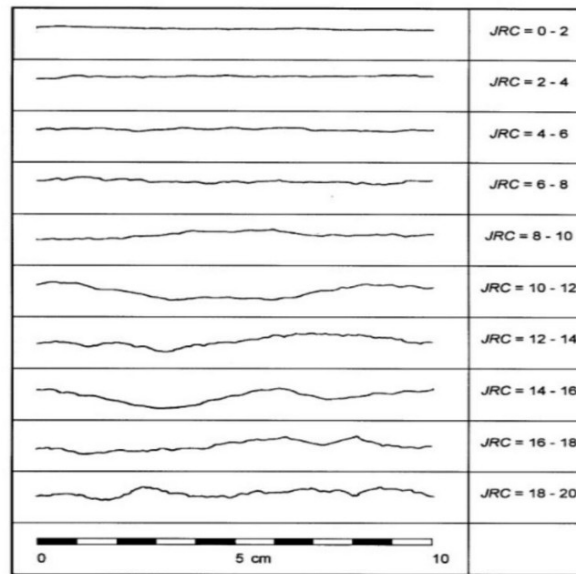


Gambar 3. Hasil Pengukuran Pada Kertas A3

Tahapan ini menunjukkan bahwa penggunaan sisir Barton mampu merekam variasi kekasaran bidang diskontinu secara sistematis. Kombinasi metode manual (sketsa lapangan) dan digital (digitasi dan visualisasi) menghasilkan data yang lebih objektif dan akurat. Dengan demikian, pengukuran JRC dapat digunakan sebagai dasar analisis kestabilan lereng pada singkapan batuan andesit di Pulau Ternate.

Data yang diperoleh diolah menggunakan beberapa perangkat lunak. *Web Plot Digitizer* digunakan untuk mendigitasi hasil pengukuran menjadi data koordinat (x-y), data tersebut kemudian diolah kembali menggunakan *Microsoft Excel* untuk pemisahan nilai perhitungan, dan selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk kontur menggunakan *Software Surfer*.

Tabel 1. Profil Kekasaran dan Mnyesuaikan Nilai JRC



Tabel 2. Penggolongan dan Pembobotan Kekasaran

Kekasaran Permukaan	Deskripsi	Pembobotan
<i>Very Rough</i>	Sangat tidak rata	6
<i>Rough</i>	Tidak rata	5
<i>Slightly Rough</i>	Butiran terlihat jelas	3
<i>Smooth</i>	Terasa halus bila diraba	1
<i>Slikensided</i>	Berlapis	0

$$JRC_{Mean} = \frac{\sum JRC \text{ Per Grid}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Perhitungan nilai JRC dilakukan dengan menggunakan rata-rata dari setiap grid pengukuran. Dalam perhitungan tersebut, simbol Σ merepresentasikan jumlah keseluruhan nilai JRC yang diperoleh pada setiap grid, sedangkan *Mean* menunjukkan nilai rata-rata dari keseluruhan data JRC yang dihitung. Adapun simbol n menyatakan jumlah total data JRC dalam satu dataset.

$$JRC_n = JRC_o \left(\frac{L_n}{L_o} \right)^{-0,02 (JRC_o)} \dots\dots\dots (2)$$

Dalam perhitungan nilai *Joint Roughness Coefficient* (JRC), terdapat dua jenis nilai yang digunakan, yaitu JRC_o dan JRC_n . JRC_o merupakan nilai JRC yang diperoleh pada skala lapangan dengan panjang sampel 30 cm, sedangkan JRC_n adalah nilai JRC insitu yang dihitung berdasarkan kondisi sebenarnya dari massa batuan di lapangan. Parameter L_o digunakan untuk menunjukkan panjang sampel pada skala lapangan (30 cm), sementara L_n merepresentasikan ukuran blok batuan pada kondisi insitu.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran *Joint Roughness Coefficient* dilakukan pada tiga lokasi singkapan batuan, masing-masing terdiri dari tiga titik dengan tiga grid. Hasil pengukuran menggunakan alat Sisir Barton kemudian diolah untuk memperoleh nilai JRC lapangan (JRC_o) dan nilai insitu (JRC_n). Pengambilan data *Joint Roughness Coefficient* diawali dengan persiapan alat Sisir Barton, meretan, GPS, penggaris, kertas A3, dan ATK. Kemudian penentuan singkapan batuan andesit yang representatif di lokasi Foramadiah, Tubo, dan Sulamadaha. Pada setiap titik dibuat grid berukuran 30x30 cm, lalu dilakukan pengukuran

profil kekasaran secara horizontal dan vertikal. Hasil pengukuran digambar di kertas A3, diberi kode grid, dan selanjutnya didigitasi serta diolah menggunakan *Web Plot Digitizer*, *Microsoft Excel*, dan *Software Surfer*. Tahapan ini menunjukkan bahwa penggunaan sisir Barton mampu merekam variasi kekasaran bidang diskontinu secara sistematis. Kombinasi metode manual (sketsa lapangan) dan digital (digitasi dan visualisasi) menghasilkan data yang lebih objektif dan akurat. Dengan demikian, pengukuran JRC dapat digunakan sebagai dasar analisis kestabilan lereng pada singkapan batuan andesit di Pulau Ternate.

Dengan melakukan pengukuran di beberapa titik dalam satu lokasi, dapat diperoleh data yang memastikan bahwa hasil pengukuran mewakili variasi kondisi geologi dan struktur di masing-masing lokasi pengambilan data yang lebih konsisten untuk mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pengukuran.



Gambar 4. Kondisi Stasiun Lokasi 1 Formadiahi

Tabel 3. Hasil Perhitungan Lokasi 1 Formadiahi

Titik	Grid			JRC ₀	JRC _n
	1	2	3		
1	10,3	6,2	7,1	7,9	6,3
2	6,4	6,2	3,5	5,4	4,6
3	4,4	2	2	2,8	2,6

- a) Grid 1 titik 1
- $$- JRC_H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{n} = \frac{4 + 2 + 6 + 7}{4} = 4,8$$
- $$- JRC_V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{n} = \frac{15 + 16 + 17 + 15}{4} = 15,8$$
- $$- JRC_{O\ G1} = \frac{JRC_H + JRC_V}{n} = \frac{4,8 + 15,8}{2} = 10,3$$
- b) Grid 2 titik 1
- $$- JRC_H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{n} = \frac{3 + 2 + 2 + 2}{4} = 2,3$$
- $$- JRC_V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{n} = \frac{10 + 9 + 10 + 11}{4} = 10$$
- $$- JRC_{O\ G2} = \frac{JRC_H + JRC_V}{n} = \frac{2,3 + 10}{2} = 6,2$$
- c) Grid 3 titik 1
- $$- JRC_H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{n} = \frac{2 + 1 + 1 + 3}{4} = 1,8$$
- $$- JRC_V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{n} = \frac{12 + 12 + 11 + 14}{4} = 12,3$$
- $$- JRC_{O\ G3} = \frac{JRC_H + JRC_V}{n} = \frac{1,8 + 12,3}{2} = 7,1$$
- d) $JRC_{O\ T1} = \frac{JRC_{G1} + JRC_{G2} + JRC_{G3}}{n} = \frac{10,3 + 6,2 + 7,1}{3} = 7,9$
- e) $JRC_{n\ T1} = JRC_{O\ T1} \left(\frac{Ln}{Lo} \right)^{-0,02 (JRC_{O\ T1})}$
- $$= 7,9 \left(\frac{1,28}{0,3} \right)^{-0,02 (7,9)}$$
- $$= 7,9 (3,7)^{-0,16}$$

$$= 6,3$$

$$f) JRC_{o \text{ Foramadiahi}} = \frac{JRC_{o \text{ T1}} + JRC_{o \text{ T2}} + JRC_{o \text{ T3}}}{n} = \frac{7,9 + 5,4 + 2,8}{3} = \frac{16,1}{3} = 5,4$$

$$g) JRC_{n \text{ Foramadiahi}} = \frac{JRC_{n \text{ T1}} + JRC_{n \text{ T2}} + JRC_{n \text{ T3}}}{n} = \frac{6,3 + 4,6 + 2,6}{3} = \frac{13,5}{3} = 4,5$$

Nilai rata-rata JRC_o yang diperoleh sebesar 5,4 dan JRC_n sebesar 4,5. Berdasarkan klasifikasi Barton (1977), batuan pada lokasi ini termasuk kategori halus. Kondisi ini mencerminkan singkapan dengan bidang diskontinu yang relatif rata, meskipun masih terdapat perbedaan antara permukaan lapuk dan batuan segar. Permukaan yang mengalami pelapukan umumnya tampak berwarna kuning kemerahan, sedangkan bagian batuan segar berwarna abu-abu gelap. Hal ini menunjukkan adanya proses alterasi mineral pada bidang diskontinu yang dapat mengurangi kekasaran alami batuan. Dengan nilai JRC yang rendah, bidang diskontinu di Foramadiahi berpotensi lebih licin sehingga memiliki kemampuan geser yang terbatas. Kondisi tersebut penting diperhatikan karena bidang halus dengan tingkat kekasaran rendah cenderung lebih rentan menjadi bidang gelincir apabila terjadi peningkatan tegangan, getaran, atau peresapan air pada lereng.



Gambar 5. Kondisi Stasiun Lokasi 2 Tubo

Tabel 4. Hasil Perhitungan Lokasi 2

Titik	Grid			JRC_o	JRC_n
	1	2	3		
1	3,6	3,6	3,1	3,4	3,1
2	6,5	3,3	3,2	3	2,7
3	4,4	3,9	2	3,2	3

Nilai rata-rata JRC_o sebesar 3,1 dan JRC_n sebesar 2,9. Nilai ini merupakan yang terendah di antara ketiga lokasi, juga termasuk kategori halus. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan singkapan di Tubo cenderung lebih rata, dipengaruhi oleh litologi berupa bongkah andesit dan basalt yang terbenam dalam matriks pasir vulkanik lepas. Material penyusun tersebut relatif muda secara geologi sehingga lebih rentan terhadap pelapukan dan erosi permukaan, yang pada akhirnya menurunkan tingkat kekasaran bidang diskontinu. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bidang diskontinu di Tubo relatif lebih mudah menjadi jalur gelincir apabila mendapat tekanan eksternal seperti peningkatan beban, gempa bumi, atau infiltrasi air hujan. Dengan demikian, daerah Tubo memiliki potensi kerentanan yang lebih tinggi terhadap gangguan kestabilan lereng dibandingkan lokasi penelitian lainnya.



Gambar 6. Kondisi Stasiun Lokasi 3 Sulamadaha

Tabel 5. Hasil Perhitungan Lokasi 3 Sulamadaha

Titik	Grid			JRC_0	JRC_n
	1	2	3		
1	5,3	4,9	6,2	5,5	4,8
2	11	11,9	9,9	10,9	8,2
3	4,7	4,8	6,2	5,2	4,6

Diperoleh nilai rata-rata JRC_0 sebesar 7,4 dan JRC_n sebesar 5,9, yang termasuk kategori sedang. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan Foramadahi dan Tubo, sehingga menunjukkan bahwa singkapan di Sulamadaha memiliki bidang diskontinu yang relatif lebih kasar. Kekasaran sedang tersebut mencerminkan kondisi lava andesit yang masif dengan struktur rekahan yang berkembang, sehingga permukaan bidang diskontinu lebih bertekstur dan mampu menahan pergeseran lebih baik dibandingkan dua lokasi lainnya. Selain itu, keberadaan rekahan yang tidak seragam serta variasi orientasi bidang diskontinu mengindikasikan bahwa batuan di Sulamadaha lebih resisten terhadap pergerakan geser, meskipun tetap berpotensi mengalami ketidakstabilan apabila dipengaruhi faktor eksternal seperti gempa bumi, erupsi, atau peningkatan tekanan air pori. Hal ini menunjukkan bahwa Sulamadaha relatif memiliki kestabilan lereng yang lebih baik, tetapi tetap memerlukan perhatian dalam konteks mitigasi bencana di kawasan vulkanik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di tiga lokasi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengambilan dan pengolahan data dilakukan pada tiga lokasi dengan tiga titik pengamatan disetiap lokasi. Setiap titik dibuat tiga grid berukuran 30x30 cm sesuai panjang alat Sisir Barton untuk mewakili kondisi geologi singkapan. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan *Software Web Plot Digitizer*, *Microsoft Excel*, dan *Software Surfer*.
2. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ketiga lokasi memiliki nilai JRC yang berbeda-beda. Kelurahan Foramadahi memiliki nilai JRC_0 5,4 dan JRC_n 4,5 dengan tingkat kekasaran yang halus, Kelurahan Tubo memiliki nilai batuan JRC_0 3,1 dan JRC_n 2,9 dengan tingkat kekasaran yang halus, sedangkan Kelurahan Sulamadaha memiliki nilai JRC_0 7,42 dan JRC_n 5,9 dengan tingkat kekasaran yang sedang.

5. Referensi

- [1] D. A. N. Kemungkinan *et al.*, "Karakteristik batuan beku andesit & breksi vulkanik, dan kemungkinan penggunaan sebagai bahan bangunan daerah ukir sari, kecamatan bojonegara kabupaten serang, provinsi banten," hal. 89–95, 1989.
- [2] B. Bayu dan G. B. Sahetapy, "Studi pengaruh pelapukan terhadap kuat tekan batuan andesit di

- kelurahan tubo 1-2,” vol. 6, no. 1, hal. 1–9, 2025.
- [3] Nurany, G. B. Sahetapy, dan D. D. A. Arsdin, “ANALISIS KEMAMPUGALIAN DAN KEMAMPUGARUAN ANDESIT BASAL PADA KELURAHAN TUBO KECAMATAN TERNATE UTARA,” *J. Pertamb.*, vol. 8, no. 1, hal. 53–56, 2024.
 - [4] N. Barton dan V. Choubey, “The shear strength of rock joints in theory and practice,” *Rock Mech. Felsmechanik Mécanique des Roches*, vol. 10, no. 1–2, hal. 1–54, Des 1977, doi: 10.1007/BF01261801.
 - [5] N. Barton, “Shear strength criteria for rock, rock joints, rockfill and rock masses: Problems and some solutions,” *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, vol. 5, no. 4, hal. 249–261, 2013, doi: 10.1016/j.jrmge.2013.05.008.
 - [6] N. Barton, “Review of a new shear-strength criterion for rock joints,” *Eng. Geol.*, vol. 7, no. 4, hal. 287–332, 1973.
 - [7] N. R. Barton, “A model study of rock-joint deformation,” *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, vol. 9, no. 5, hal. 579–582, 1972, doi: 10.1016/0148-9062(72)90010-1.
 - [8] S. C. Bandis, A. C. Lumsdent, dan N. R. Barton~, “Fundamentals of Rock Joint Deformation,” 1983. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.researchgate.net/publication/321878738>
 - [9] G. B. Sahetapy, “Numerical Modeling of Tilt-Testing in Laboratory Scale,” Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://digilib.itb.ac.id/gdl/view/54238>