

[Beranda](#) / [Arsip](#) / Vol 1 No 1 (2022): Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi

Vol 1 No 1 (2022): Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi



Diterbitkan: 2022-07-28

KARAKTERISTIK KEKASARAN KEKAR PADA LERENG KUARI ANDESIT DI KECAMATAN KOKAP, KULON PROGO

Bestian P. Simarmata^{1*}, Singgih Saptono¹, Barlian Dwinagara¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknnologi Mineral, UPN "Veteran"
Yogyakarta

^{1*}Corresponding author: bestian.ps@gmail.com

ABSTRAK

Studi geoteknik di lapangan dilakukan pada lereng kuari andesit di daerah Kokap, Kulon Progo. Lereng kuari ini dibentuk oleh batuan andesit yang banyak mengalami retakan akibat kekar. Salah satu karakteristik kekar yang perlu dikaji adalah sifat kekasarannya. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data kekar pada *scanline* terpilih dengan tujuan untuk mengetahui sifat kekasaran kekar dan nilai *JRC*-nya. Dari pengamatan lapangan bahwa lereng kuari dibentuk oleh bantuan andesit yang terkekarkan sangat rapat (spasi 1 – 12,95 cm), lapuk sedang dengan kemenerusan kekar mencapai >6 m. Uji kekasaran hasil pengukuran menggunakan Sisir Barton dan hasil perhitungan berdasarkan Palu Schmidt menunjukkan nilai *JRC* yang serupa, yaitu berturut-turut sebesar 20 dan 16,4 – 18,5.

Kata kunci: kekar, kekasaran, *JRC*, Sisir Barton, Palu Schmidt.

ABSTRACT

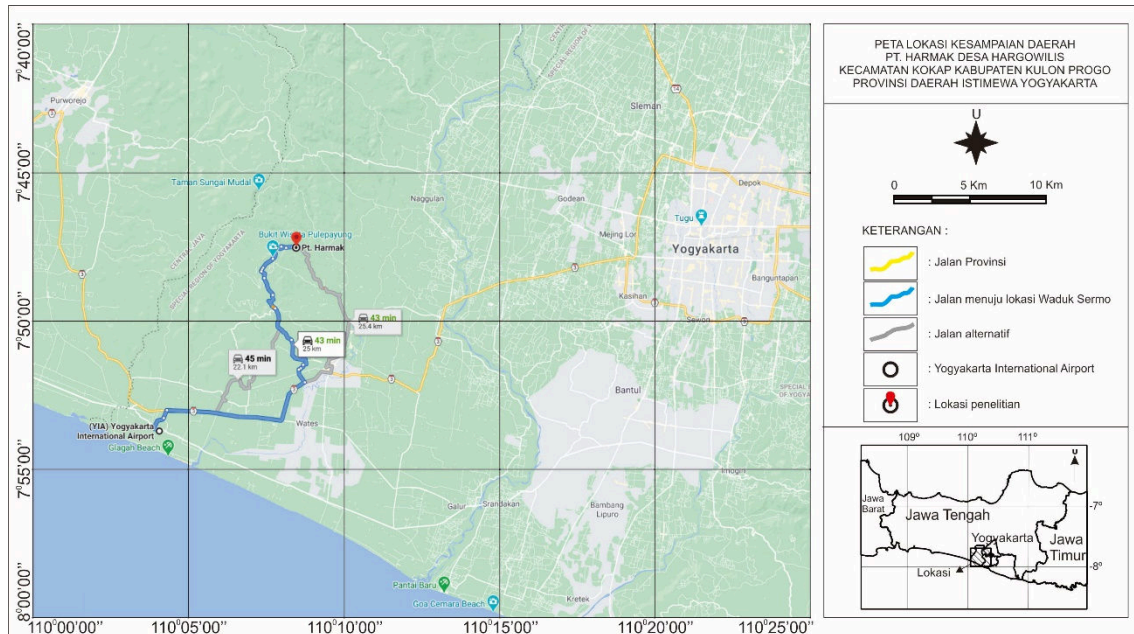
Geotechnical studies in the field were carried out on the slopes of an andesite quarry in the Kokap area, Kulon Progo. The slope of this quarry is formed by andesite rock which has many fractures due to joints. One of the tough characteristics that need to be studied is its roughness. This research was conducted by taking the joint data on the selected scanline in order to determine the roughness of the joint and its JRC value. From field observations that the slopes of the quarry were formed by the support of andesite which is very tightly spliced (spaced 1 – 12.95 cm), moderately weathered with joint continuity reaching >6 m. The roughness test of the measurement results using a Barton comb and the results of calculations based on the Schmidt hammer showed similar JRC values, which were 20 and 21.16 – 22.85, respectively.

Keywords: joint, roughness, *JRC*, Barton Comb, Schmidt Hammer

1. PENDAHULUAN

Kekasaran kekar merupakan salah satu parameter yang menentukan sifat mekanik massa batuan. Oleh karenanya, kestabilan lereng pada suatu wilayah juga ditentukan oleh karakteristik kekasaran kekar yang berkembang pada lereng batuan tersebut. Batuan beku yang kompak dan keras pun juga dapat mengalami gangguan kestabilan lereng akibat berkembangnya bidang kekar pada batuan. Oleh karenanya, sifat kekasaran kekar pada batuan juga merupakan hal penting yang perlu dikaji.

Lereng yang dikaji merupakan bagian dari wilayah perusahaan tambang PT. Harmak di daerah Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kulon Progo (Gambar 1). Lereng yang curam di wilayah tambang ini membutuhkan banyak analisis agar seluruh operasi penambangan aman dan menguntungkan. Kajian parameter kekuatan geser dibutuhkan untuk memperoleh dan menyediakan informasi yang sangat diperlukan guna membuat alternatif-alternatif keputusan. Untuk memperoleh informasi yang tepat tentang kondisi geologi teknik lereng di daerah penelitian, salah satu sifat mekanik batuan yang penting dikaji adalah kekasaran bidang kekar.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian [1].

Karakteristik andesit di daerah ini tergolong batuan terkekarkan (*jointed rock*), dengan empat set bidang kekar yang memiliki tingkat intensitas yang rapat - sangat rapat. Pengamatan yang dilakukan pada lereng batuan andesit daerah penelitian menunjukkan adanya bidang permukaan diskontinyu yang mengalami pelapukan. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan warna, dimana warna pada permukaan bidang diskontinyu lebih terang (kuning kemerahan) dan warna pada blok batuan andesit segarnya adalah abu-abu gelap. Ketika diuji menggunakan *Schmidt Hammer*, nilai R pada permukaan bidang diskontinyu lebih rendah dari nilai R pada blok batuan andesit segar. Dari pengamatan ini, perlu dilakukan pengukuran sudut geser sisa (ϕ_r) untuk menentukan kekuatan geser bidang permukaan diskontinyu yang mengalami pelapukan.

Secara umum bidang diskontinyu pada daerah penelitian merupakan kekar tanpa *infilling* atau kekar dimana gelombang kekasaran permukaannya lebih tinggi dari tebal pengisi sehingga perlu mengukur dan kemudian mengekspresikan kekasaran dengan angka (*JRC* atau $\Delta\phi$). Selain itu terdapat juga dua bidang diskontinyu dengan *infilling* lebih tinggi dari gelombang kekasaran dan bidang diskontinyu ini *persistence*.

Kekasaran menggambarkan penampilan permukaan dinding kekar. Selama pembentukan rekahan, dinding dibentuk menurut interaksi antara arah tegangan dan konstitusi dan

struktur kristal batuan. Akibatnya, permukaan rekahan terbentuk oleh lanskap bergelombang dengan berbagai sudut dan ukuran. *Asperities* yang curam meningkatkan kekuatan geser (kontak dinding kekar). Derajat kekasaran yang tinggi merupakan komponen yang memperkuat ketahanan geser. Kekasaran permukaan sangat mempengaruhi perilaku geser dan nilai sudut gesek puncak bidang diskontinuitas [2]. Selain itu, kekasaran permukaan bidang geser batuan dapat mempengaruhi kekuatan geser batuan [3]. Oleh karenanya, studi tentang kekasaran penting dilakukan dalam mendukung keamanan suatu lereng.

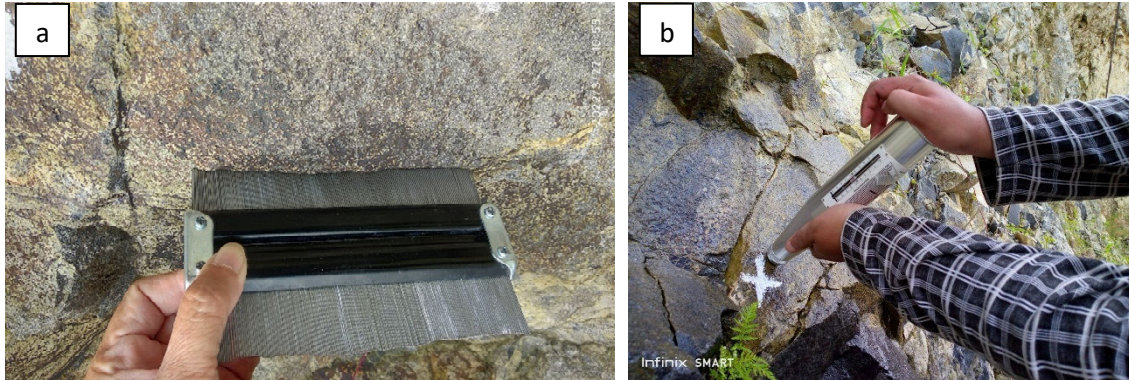
Maksud dari penelitian ini adalah melakukan survei geologi teknik pada lintasan (*scanline*) tertentu serta mengukur sudut geser dasar. Adapun tujuannya adalah untuk mendapatkan karakteristik kekasaran bidang kekar yang dinyatakan dalam nilai *JRC*.

2. METODE

Kekuatan geser batuan semakin berkurang dengan pengurangan kekasaran permukaan [4]. Sementara itu, koefisien kekasaran kekar (*JRC*) dapat diukur di laboratorium atau di lapangan [5]. Diskontinuitas memiliki pengaruh penting pada perilaku deformasi sistem batuan [6]. Kekar, bidang perlapisan dan sesar secara radikal mengubah perilaku batuan. Kekar umumnya tidak terdistribusi secara acak, efeknya adalah menciptakan anisotropi dalam sifat-sifat massa batuan. Model kuat geser memerlukan kemampuan untuk mengukur, mengkarakterisasi kekasaran permukaan kekar dan juga kemampuan untuk mengekspresikan kekasaran sebagai angka (misalnya *JRC*). Kekasaran merupakan hal penting yang dikaji dalam pekerjaan geologi teknik di lapangan, selain data-data penting lainnya seperti tipe/kedudukan struktur geologi (*strike dan dip*), kemenerusan (*persistence*), besar bukaan, pengisi, kondisi keairan serta pelapukan [7].

Berbekal pengetahuan ini, maka secara ringkas metode penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Survei geologi teknik langsung di lapangan, dengan menentukan *scanline* pada salah satu lereng tambang yang akan dikaji.
2. Pendataan karakteristik bidang kekar di sepanjang *scanline* terpilih, yang meliputi kedudukan bidang kekar (*strike & dip*), spasi, kemenerusan serta kondisi pelapukannya. Pengukuran kedudukan bidang kekar menggunakan palu geologi, sedang pengukuran lainnya menggunakan alat ukur meteran.
3. Uji kekasaran secara langsung menggunakan *Barton Comb* (Gambar 2a).
4. Pengambilan sampel batuan untuk selanjutnya diuji sudut gesernya.
5. Penilaian visual kekasaran, ditetapkan sebagai *Joint Rough Coefficient (JRC)* [8]. *JRC* dapat diestimasi secara visual dengan membandingkan kondisi permukaan terhadap profil standar berdasarkan kombinasi ketidakrataan permukaan pada skala beberapa sentimeter dan gelombang pada skala beberapa meter [9].
6. Sebagai pembanding, di lapangan juga dilakukan uji pantulan pada bidang kekar menggunakan Schmidt *hammer* (Gambar 2b). Uji pantulan ini akan menghasilkan nilai kekuatan dinding kekar (*Joint Wall Compressive Strength/JCS*) yang selanjutnya dapat digunakan untuk memperkirakan nilai kekasaran bidang kekar (*JRC*).



Gambar 2. Peralatan yang digunakan di lapangan antara lain adalah *Barton Comb* (a) dan *Schmidt Hammer* (b).

Penentuan nilai *JRC* merupakan umpan balik untuk memverifikasi nilai kekasaran yang diperoleh dari metode *Barton Comb*. Nilai *JRC* ini diperoleh dari persamaan sebagai berikut [5].

$$JRC = \frac{\alpha - \phi_r}{\log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_{no}} \right)} \dots\dots\dots (1)$$

dimana ϕ_r adalah sudut geser sisa. Nilai ϕ_r digunakan untuk memperhitungkan permukaan patah jenuh dan lapuk. Sudut geser sisa ini dapat diperkirakan berdasarkan penyelidikan empiris. Nilai ϕ_r dapat dihitung dari persamaan 2 berikut ini [8].

$$\phi_r = 10^\circ + \left(\frac{r}{R} \right) (\phi_b - 10^\circ) \dots\dots\dots (2)$$

dimana r adalah pantulan pada permukaan kekar lapuk, dan R adalah pantulan pada kekar segar.

Sudut geser dasar (ϕ_b) adalah sudut geser yang berasal dari permukaan kasar makroskopik atau mikroskopis. Nilai ϕ_b didapat dari persamaan 3 berikut ini [10].

$$\phi_b = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \tan \beta \right) \dots\dots\dots (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi umum

Penambangan andesit di daerah penelitian sudah berjalan cukup lama, hingga membentuk lereng terjal yang cukup tinggi (Gambar 3). Lereng kuari andesit tersebut melampar cukup panjang hingga > 100 m dengan ketinggian mencapai 15 m. Lereng yang terjal ini tampaknya cukup kokoh karena tersusun oleh batuan andesit. Akan tetapi, batuan penyusun lereng tersebut telah mengalami pengkekaratan yang cukup intensif.



Gambar 3. Foto pengukuran karakteristik kekar pada salah satu *scanline* di lapangan.

Scanline dipilih pada lereng dengan arah umum N180°E. Analisis hasil data kekar menunjukkan pada lereng yang diteliti berkembang empat set kekar, yaitu pada kedudukan N100°E, N190°E, N250°E serta N350°E.

Pada umumnya, bidang yang diskontinuitas diteliti adalah bidang kekar. Bidang ini berkembang intensif pada lereng yang diteliti, dengan jarak spasi 1 – 12,95 cm. Bidang diskontinuitas yang diteliti meliputi kekar gerus, kekar tarik, serta *tension crack*. Beberapa kekar menunjukkan dimensi yang pendek, namun banyak pula yang menunjukkan kemenerusan (persistensi) yang tinggi hingga > 6 m.

Beberapa kekar menunjukkan kondisi yang rapat, namun banyak pula yang memiliki bukaan (*aperture*). Lebar bukaan kekar berkisar dari 1 – 4 cm, jadi merupakan bukaan dengan kategori *open – moderately wide* (Barton, 1978). Pada umumnya bukaan ini terisi oleh pasir (*non cohesive material*).

Kondisi bidang kekar pada saat penelitian berada pada keadaan kering, karena pada saat itu tidak terjadi hujan. Adapun intensitas pelapukan kekar pada umumnya berada pada skala II (*slightly weathered*) hingga III (*moderately weathered*). Sementara itu hasil pengamatan visual di lapangan dapat diinterpretasikan setara dengan nilai UCS yang berada dominan berada pada nilai R3 (batuan kuat menengah), dan beberapa bidang menunjukkan nilai R4 (batuan kuat).

3.2. Kekasaran kekar

Waviness merupakan kekasaran orde pertama (*first-order asperity*). *Waviness* bidang kekar yang terukur di lapangan pada skala panjang 1 m menunjukkan nilai 1 – 7 cm

(*straight – curved*), sedangkan pada skala panjang 10 cm adalah sebesar 0,3 – 1 cm. Nilai ini menunjukkan bahwa bidang kekar yang berkembang di lapangan masih tergolong dalam *straight amplitude roughness*. Sementara itu, *roughness* merupakan kekasaran orde kedua (*second-order asperity*). Peningkatan *roughness* akan meningkatkan sudut geser pada bidang diskontinuitas. Kekasaran (*roughness*) bidang kekar ini pada umumnya menunjukkan amplitudo sebesar 7 – 14 mm (*undulating*). Profil tingkat kekasaran ditunjukkan oleh nilai *JRC* sebesar 20 [5].

Kekasaran dari bidang kekar ini telah diuji secara langsung di lapangan dan dihitung menggunakan analisis balik *JRC*. Hasilnya secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai *JRC* berdasarkan pengukuran *Barton Comb* menunjukkan angka 20 pada semua sampel. Nilai ini diverifikasi menggunakan rumus (1) hingga (3) dan hasilnya merupakan nilai *JRC* analisis balik yang berkisar 16,4 – 18,5. Nilai ini hampir serupa dengan angka yang diperoleh dari pengukuran *Barton Comb*.

Adapun profil kekasaran kekar dari sampel batuan andesit yang diteliti ditampilkan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut tampak bahwa pada rentang panjang sisir 10 cm tampak bahwa amplitudo geolombang kekasaran kekar pada umumnya kurang dari 1 cm. Hanya sampel C dan E yang sedikit melebihi angka 1 cm.

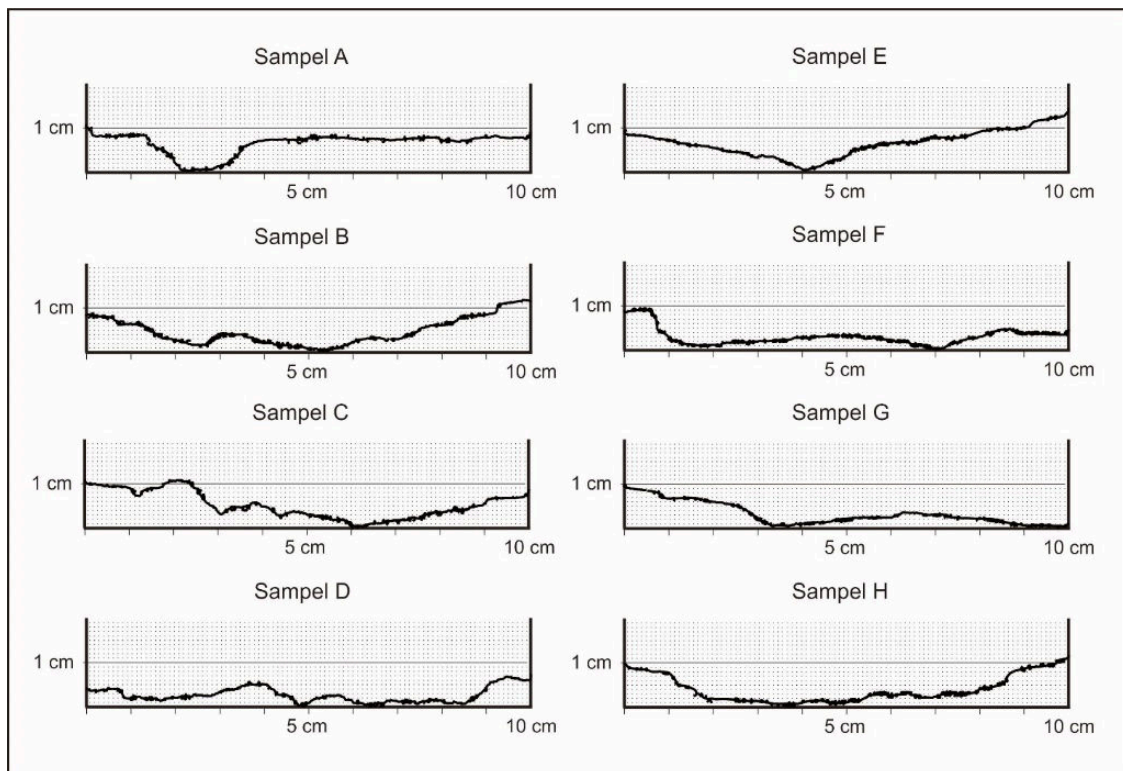
Tabel 1. Karakteristik kekasaran bidang kekar yang diteliti.

Sam pel	L	Ampli tudo	JRC Barton Comb	R (Batuan segar)	r (Batuan lapuk)	r/R	σ_{no}	JCS	γ	h	JRC analisis balik
	m	mm					kn/m ³	kn/m ²	kn/m ³	m	
A	0,1	10,15	20	56,3	25,8	0,458259	0,367645	9	27,16	0,03	16,9
B	0,1	11,54	20	51,9	25,5	0,491329	0,338057	7,5	27,16	0,03	17,5
C	0,1	10,82	20	53,8	24,6	0,457249	0,373531	7,6	26,87	0,03	17,6
D	0,1	7,17	20	52,8	23	0,435606	0,393203	6,9	27,26	0,03	18,5
E	0,1	13,67	20	54,4	26,6	0,488971	0,358003	7,4	24,91	0,03	16,4
F	0,1	9,36	20	59,1	25,9	0,43824	0,334145	8	27,07	0,03	18,5

4. KESIMPULAN

Lereng kuari andesit di daerah Kokap tersusun oleh batuan andesit dengan bidang diskontinuitas kekar yang sangat intensif. Kekar-kekar tersebut memiliki spasi yang rapat dan cukup panjang, dimana beberapa bidang tampak memiliki kemenerusan/persistensi yang jelas (> 6 m). Bidang kekar menunjukkan derajat pelapukan sedang (skala II-III), beberapa mengalami bukaan dengan lebar hingga 4 cm.

Kekasaran bidang kekar diukur di lapangan menggunakan *Barton Comb* menghasilkan nilai *JRC* sebesar 20. Sementara itu, nilai *JRC* yang diperoleh dari hitungan berdasarkan uji kekasaran *Schmidt Hammer* menunjukkan nilai yang hampir sama, yaitu 16,4 hingga 18,5.



Gambar 4. Profil kekasaran kekar yang diperoleh dari hasil penguluran menggunakan *Barton Comb*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, “PT. Harmark, Clapar 3, Hargowilis, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta”, 2022, <https://www.google.com/maps/place/Pt.+Harmak>.
- [2] M. Sanei, L. Faramarzi, A. Fahimifar, S. Goli, A. Mehinrad, & A. Rahmati, “Shear Strength of Discontinuities in Sedimentary Rock Masses based on Direct Shear Tests”, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, vol 75, pp. 119–131, 2015.
- [3] S. Saptono, Sudarsono, Hartono, K. Fiorettha, “Studi Kekuatan Geser Terhadap Pengaruh Kekasaran Permukaan Diaklas Batu Gamping”, *Proc. Seminar Nasional Kebumihan Ke-7*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2014.
- [4] E. Fecker & N. Rengers, “Measurement of Large Scale Roughness of Rock Planes by Means of Profilograph and Geological Compass, Rock Fracture”, *Proc. of Int. Symp. Rock Mech. Nancy 1*: 18, 1971.
- [5] N.R. Barton and V. Choubey, “The Shear Strength of Rock Fractures in Theory and Practice”, *Rock Mechanics*, Vol. 10, pp. 1-54, 1977.
- [6] G. Grasselli, “Shear Strength of Rock Joints Based on Quantified Surface Description”, *Laurea in Ingegneria Civile, Univeristá di Parma, Italie de Nationalité Italienne*, Lausanne, EPFL, 2001.

- [7] B.P. Simarmata dan S. Saptono, “Analisis kestabilan lereng berdasarkan metode kinematik, empiris, dan kesetimbangan batas: studi kasus lereng tenggara, waduk Sermo, Kulon Progo”, Proc. of Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), pp. D38-D46, 20 Maret 2021.
- [8] N.R. Barton, “Review of a New Shear-Strength Criterion for Rock Fractures”, Engineering Geology, vol. 7, no. 4, pp. 287-332, 1973.
- [9] D.C. Wyllie, and C. W. Mah, “Rock slope engineering: Civil and mining”, 4th Ed., Taylor and Francis Group, New York, 2004.
- [10] J. Gonzalez, J. Muralha, and L. Alejano, “Considerations on the laboratory estimate of the basic friction angle of rock joints, conference paper”, 2014.
<https://www.researchgate.net/publication/265215505>



Web SINARINT ITP 2022

Inbox

**sinarint itp** Yesterday

to sinarint, bcc: me ▾



Yth Bapak/Ibu Penulis

Terima kasih atas partisipasinya dalam kegiatan Seminar SINARINT ITP 2022.

Berikut kami lampirkan link artikel yang telah Bapak/Ibu submit.

<https://e-proceeding.itp.ac.id/index.php/sinarint/issue/archive>

ISBN masih menunggu keluar. Jika nanti telah keluar maka akan diupdate pada web kami.

Jika ada pertanyaan silahkan hubungi contact person kami.

Salam
Panitia Sinarint

Reply

Reply all

Forward