

## Analisis Kemampugaruan Batuan Berdasarkan Metode *Seismic* Pada Penambangan Batupasir Provinsi Kalimantan Timur

Bayu Indra Dermawan<sup>1</sup>, Agus Winarno<sup>1</sup>, Shalaho Dina Devy<sup>1</sup>, Tommy Trides<sup>1</sup>, Revia Oktaviani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Korespondensi : [bayuprime0110@gmail.com](mailto:bayuprime0110@gmail.com), [a.winarno@ft.unmul.ac.id](mailto:a.winarno@ft.unmul.ac.id), [dd.shalaho@gmail.com](mailto:dd.shalaho@gmail.com)

### ABSTRAK

Suatu Kegiatan Penambangan dikenal dengan kegiatan yang mempunyai tingkat resiko kerugian tinggi. Salah satu tantangan yang dihadapi dalam operasi penambangan adalah kompleksitas karakteristik geomekanik batuan yang digali. Pemilihan suatu metode penggalian yang baik dan sesuai, akan mempengaruhi efisiensi dan efektifitas pekerjaan serta perencanaan dan biaya operasional. Penggalian langsung (*direct digging*), penggaruan (*ripping*) dan peledakan (*blasting*) adalah tiga metode utama yang digunakan dalam pembongkaran dan pemberaian massa batuan. Untuk menentukan metode yang tepat dalam pembongkaran material, perlu adanya kajian dan juga analisis tentang kemampugaruan batuan. Ada 2 (dua) metode dalam kajian kemampugaruan yaitu metode langsung (*direct method*) dan metode tak langsung (*indirect method*). Oleh karena itu, penelitian kali ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekuatan batuan berdasarkan kecepatan gelombang seismic dan menentukan alat yang cocok untuk digunakan berdasarkan nilai kekuatan batuan. Untuk metode yang digunakan adalah metode *Seismic*, hasil penelitian yang didapatkan nilai kecepatan gelombang seismic, sebesar 1437.80 m/s. Berdasarkan karakteristik penggaruan, maka alat garu yang cocok digunakan untuk metode *seismic* adalah D8T/D8R (*Catpillar*) dan D275A/D275AX (*Komatsu*).

**Kata kunci:** Batupasir, Kemampugaruan, metode seismic

### ABSTRACT

*In mining activities, high risk is one of the main aspects that must be anticipated, especially regarding the geomechanical complexity of the rocks being excavated. Selecting the right excavation method can greatly impact operational efficiency and safety. In this context, direct digging, ripping, and blasting are the three main options, tailored to the characteristics of the rock. To determine the most suitable method, a rock rippability study is essential. This study can be conducted using direct or indirect methods. In this research, the seismic method was used to assess rock strength based on the seismic wave velocity, which was recorded at 1437.80 m/s. This value serves as a reference for selecting appropriate equipment for ripping activities. Given these characteristics, the recommended equipment for ripping is the D8T/D8R dozer from Caterpillar or the D275A/D275AX dozer from Komatsu. This equipment choice is based on its capability to handle rocks with strength levels reflected by the measured seismic wave velocity.*

**Keyword :** Sandstone, Rippability, Method Seismic

### PENDAHULUAN

Suatu kegiatan penambangan dikenal dengan kegiatan yang mempunyai tingkat resiko kerugian tinggi. Salah satu tantangan yang dihadapi dalam operasi penambangan adalah kompleksitas karakteristik geomekanik batuan yang digali. Kegiatan penambangan juga merupakan kegiatan yang padat modal, padat teknologi sehingga kegiatan penambangan dianggap sebagai hal yang unik dan membutuhkan usaha yang lebih untuk dapat menghasilkan keuntungan. Pemilihan suatu metode penggalian yang baik dan sesuai, akan mempengaruhi efisiensi dan efektifitas pekerjaan serta perencanaan dan biaya operasional. Penggalian langsung (*direct digging*), penggaruan (*ripping*) dan peledakan (*blasting*) adalah tiga metode utama yang digunakan dalam pembongkaran dan pemberaian massa batuan. Kemampugaruan merupakan suatu ukuran apakah suatu massa batuan mudah digaru atau sulit digaru. suatu massa batuan memiliki tingkat kemampugaruan tertentu, dari *easy ripping* sampai *extremely difficult* untuk digaru sehingga perlu untuk melakukan peledakan [2]. Oleh karena itu, penelitian kali ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampugaruan batuan di lokasi penelitian berdasarkan metode *Seismic* dan merekomendasikan alat yang perlu digunakan dalam proses pemberaian dan pembongkaran massa batuan.

### Batuan

Batuan adalah campuran dari satu atau lebih mineral yang berbeda, tidak mempunyai komposisi kimia tetap. Tetapi batuan tidak sama dengan tanah. Tanah dikenal sebagai material yang mobile, rapuh dan letaknya dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan menurut Ahli Geoteknik istilah batuan hanya untuk formasi yang keras dan padat dari kulit bumi yang merupakan suatu bahan yang keras tidak dapat digali dengan cara biasa misalnya dengan cangkul [5].

Batuan disebut sebagai homogen jika sifat-sifatnya sama disetiap titik. Namun demikian, penentuan sifat batuan apakah homogen atau heterogen dapat dilihat dari beberapa faktor seperti; keseragaman jenis mineral pembentuk batuan, ukuran dan bentuk partikel/butir berbeda di dalam batuan, ukuran, bentuk dan penyebaran rongga yang berbeda di dalam batuan. Massa batuan di alam tidak kontinyu (diskontinyu) karena adanya bidang-bidang lemah (rekahan, kekar, patahan dan “*fissure*”) dimana kekerapan, perluasan dan orientasi dari bidang-bidang lemah tersebut tidak kontinyu.. Karena di alam sifat batuan heterogen, diskontinyu, anisotrop maka untuk dapat menghitung secara matematis. Dan dari beberapa sifat alami dari batuan tersebut dapat dikelompokkan menjadi sifat fisik dan mekanik batuan [5].

### Kuat Tekan Uniaksial

Pengujian kuat tekan menggunakan mesin tekan (*compression machine*) untuk menekan sampel batuan yang berbentuk silinder, balok atau prisma dari satu arah (*uniaxial*). Kuat tekan uniaksial adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah sampel batuan sesaat sebelum Sampel tersebut hancur (*failure*) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan (tegangan pamanpatan sama dengan nol). Untuk perhitungan kuat tekan uniaksial dapat diliat pada persamaan dibawah [5]:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

keterangan :

$\sigma$  = Kuat tekan uniaksial batuan (Mpa)

F = Gaya yang berkerja pada saat sampel batu hancur (KN)

A = Luas penampang Sampel batuan

### Metode Seismik

Di bidang mekanika batuan, metode refraksi seismik adalah yang paling populer dan berguna untuk keperluan batuan karakterisasi massa di tambang permukaan yang dapat mengarah pada pemilihan suatu sistem penggalian Metode refraksi gelombang dalam hal ini adalah kecepatan gelombang seismik dapat digunakan untuk menentukan tingkat kemampugaruan suatu massa batuan. Metode tersebut sudah lama dipraktekkan oleh beberapa perusahaan alat berat seperti Komatsu dan Caterpillar [4].

Massa batuan yang memiliki kecepatan gelombang seismik yang rendah maka batuan tersebut dapat dengan mudah digaru, sedangkan batuan yang memiliki kecepatan gelombang seismik yang tinggi maka batuan tersebut akan semakin sulit untuk digaru. Kecepatan gelombang seismik didapatkan dengan menggunakan persamaan Karpuz [4].

$$V_f = 953 \sigma_c^{0,225} \quad (2)$$

Keterangan :

$V_f$  = Kecepatan Gelombang Seismik (m/s)

$\sigma_c$  = Kuat Tekan (MPa)

Grafik kinerja *ripper* yang diperkirakan berdasarkan kecepatan gelombang seismik telah dikembangkan dari uji lapangan dilakukan pada berbagai bahan. Mengingat variasi ekstrim antar bahan dan bahkan antar bahan batuan dengan klasifikasi tertentu, grafik tersebut harus diakui sebagai satu-satunya indikator kemampuan sobek [1].

Kemampuan sobek tidak hanya bergantung pada jenis batuan, tetapi juga pada tingkat pelapukan atau retakan. Karakteristik yang menentukan kemudahan sobek yaitu, berlapis-lapis, terlapuk bersifat rapuh, mengkristal tingkat laminasi tinggi atau lapisan tipis, retak kerusakan atau bidang kelemahan. Bagan di bawah ini membandingkan kinerja *ripper* dengan kecepatan seismik [3].

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pengambilan sampel di tambang batupasir Jl Ring Road, Kelurahan Bukit Pinang, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, atau secara Geografis letak dan kedudukan lokasi ini berada pada  $0^{\circ} 26' 52,8''$  LS dan  $117^{\circ} 8' 9,6''$  BT.



**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampel

Metode penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data primer yang diperoleh dari lapangan dan data sekunder. Data primer berupa sampel batuan segar yang diambil langsung pada lokasi kemudian nantinya akan di preparasi sesuai ukuran di laboratorium. Data sekunder berupa grafik dari *komatsu* dan *Cattepillar*. Sampel yang telah diperoleh kemudian dipreparasi sesuai dimensi standar pengujian kuat tekan uniaksial, setelah memperoleh hasil data pengujian kuat tekan selanjutnya mengkonversi data tersebut menggunakan persamaan *karpuz* untuk merubah nilai kekuatan batuan menjadi nilai kecepatan gelombang seismik. Data grafik digunakan setelah mendapatkan nilai kecepatan gelombang seismik yang akan ditaruh sesuai dengan jenis sampel yang diamati.

## HASIL DAN ANALISIS

### 1. Kuat Tekan Uniaksial

Pengujian Kuat tekan uniaksial ini diperuntukkan untuk mencari nilai puncak kekuatan batuan, adapun untuk dimensi dari sampel batupasir yang diuji, untuk dimater sampel sebesar 4 cm dan panjang sampel sebesar 8 cm sehingga memiliki luas penampangnya sebesar 12,57 cm.

**Tabel 1 Hasil Pengujian kuat tekan sampel batupasir**

kode Sampe l	Kuat tekan mortar (KN)	Kuat tekan mortar (KN) ( $\times 1.25$ )	Kuat Tekan ( $\sigma_{ca}$ ) (Mpa)	Kuat Tekan terkoreksi SNI ( $\sigma_{ca}$ ) (Mpa)
SS1	5	6,25	4,97	5,52
SS2	7	8,75	6,96	7,73
SS3	5	6,25	4,97	5,52
SS4	5	6,25	4,97	5,52
SS5	6	7,5	5,97	6,63
SS6	6	7,5	5,97	6,63

### 2. Kecepatan Gelombang Seismik

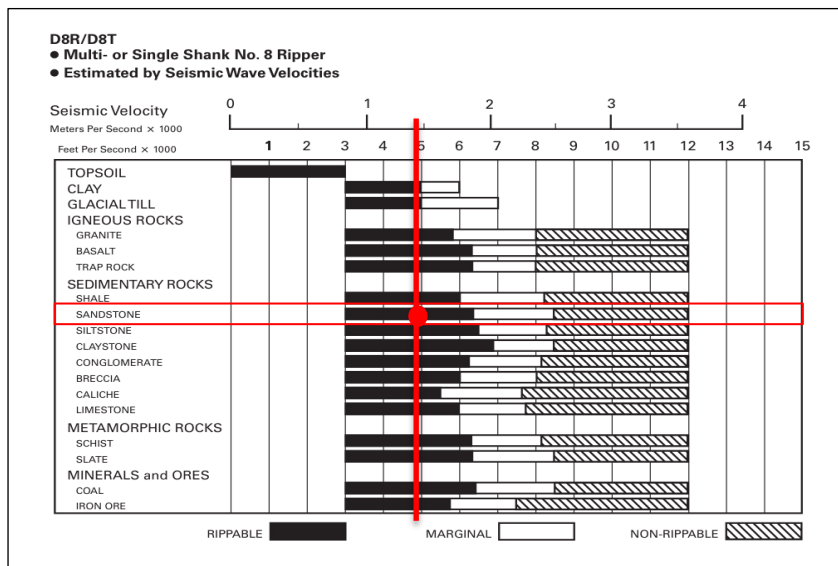
Kecepatan gelombang seismik merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis kemampuan batuan, dalam penelitian ini, nilai kecepatan gelombang seismik didapatkan dengan mengkonversi nilai UCS menjadi nilai kecepatan gelombang seismik menggunakan persamaan *Karpuz*

**Tabel 2 Hasil konversi UCS menjadi *Seismic velocity***

No	Sampel	UCS (Mpa)	Seismic Velocity (m/s)	Rata-rata Seismic Velocity (m/s)
1	SS1	5,52	1399,91	1437,80
2	SS2	7,73	1510,01	
3	SS3	5,52	1399,91	
4	SS4	5,52	1399,91	
5	SS5	6,63	1458,53	
6	SS6	6,63	1458,53	

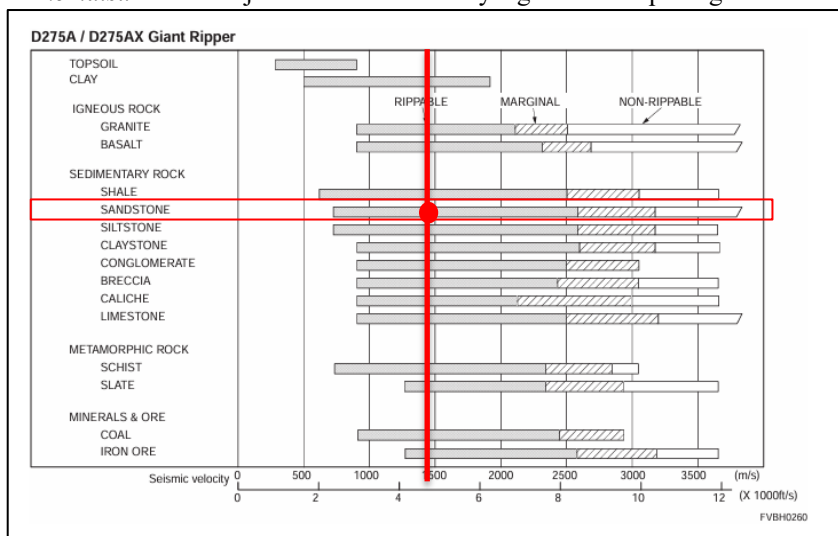
**3. Analisis Kemampugaruan**

Hasil konversi dari data pengujian kuat tekan uniaksial kedalam nilai kecepatan gelombang seismik menggunakan persamaan *karpuz* memperoleh nilai rata rata sebesar 1437,8 m/s.



**Gambar 2.** Grafik D8T/D8R *Cattepillar*

Gambar 1 memperlihatkan bahwa batuan bersifat *rippable* (dapat digaru) dengan menggunakan mesin Dozer D8T/D8R dari *Cattepillar*. Pada gambar 2 memperlihatkan bahwa batuan juga dapat digaru (*rippable*) menggunakan mesin dozer D275A/D275AX dari *komatsu*. Hasil dari kedua grafik mesin yang dikeluarkan oleh *cattepillar* dan *komatsu* itu menunjukkan bahwa batuan yang diamati dapat digaru



**Gambar 3.** Grafik D275A/D275AX *Komatsu*

**KESIMPULAN**

*Analisis Kemampugaruan Batuan Berdasarkan Metode Seismic Pada Penambangan Batupasir (Bayu Indra Dermawan)*

□

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, nilai kuat tekan yang dikonversi menjadi nilai kecepatan gelombang seismik, sebesar 1437,80 m/s, maka berdasarkan dari grafik yang diberikan oleh *Komatsu* dan *Catpilar* menunjukkan bahwa batuan pada lokasi tersebut sebaiknya menggunakan metode penggaruan dengan alat berupa Dozer dengan tipe D8T/D8R atau D275A/D275AX.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran serta masukan kepada penulis dalam penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Caterpillar. Caterpillar Performance Handbook, Peoria, Illinois, U.S.A. 2022
- [2] Fadilah NF, Shalaho DD, Hamzah H. Analisis Kemampugaruan Massa Batuan Berdasarkan Metode Grading Pada Tambang Batupasir Kecamatan Samarinda Seberang Samarinda Kalimantan Timur, *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*. 2016; Vol. 4, No. 1, Desember 2016: 15-22
- [3] Komatsu. Specifications & Application Handbook. Edition 32, Japan. 2019.
- [4] Kramadibrata S. *The Influence of Rock Mass And Intact Rock Properties On The Design Of Surface Mine With Particular Reference To The Excavability Of Rock*. Curtin Universiti: Australia. 1996.
- [5] Rai MA, Suseno K, Ridho KW. *Mekanika Batuan*, Institut Teknologi Bandung:Bandung. 2014