

Analisis Sifat Mekanik Batuan Terhadap Kemampuan Bulldozer Dan Kemampuan Excavator Untuk Mencapai Target Produksi Overburden PT Berau Coal

Analysis Of Mechanical Properties Of Rocks On The Capability Of Bulldozers And The Ability Of Backhoe Excavators To Achieve Overburden Production Targets At PT Berau Coal East Kalimantan

Rosihan Pebrianto^{1*}, Edwin Harsiga², Marwan Asof¹, Muhammad Dimas Thabrani¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung

* Korespondensi E-mail: rosihanpebrianto@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Penelitian dilaksanakan pada Pit Q, PT Berau Coal dengan tujuan untuk mengetahui parameter produktivitas *bulldozer ripping*, produktivitas *excavator*, dan faktor yang mempengaruhi kegiatan *ripping* pada batuan *sandstone*. Hasil penelitian menunjukkan material pada pit q berupa *sandstone* yang memiliki nilai ucs 6,26 Mpa dan *seismic velocity* 1751,63 m/s sehingga digunakan metode *cross ripping* agar material dibongkar lebih kecil. Berdasarkan produktivitas *ripper* didapatkan hubungan kedalaman penetrasi *shank ripper* terhadap kecepatan *bulldozer*, produktivitas excavator semakin kecil jika spasi yang digunakan oleh *ripper* meningkat, sehingga ukuran material yang dihasilkan akan semakin besar dan waktu *digging time excavator* akan meningkat. Pengaruh kegiatan *ripper* adalah kedalaman penetrasi yang mempengaruhi kecepatan *bulldozer*, penggunaan spasi *ripping* mempengaruhi kinerja *digging time* dari alat *excavator*. Faktor yang mempengaruhi kinerja *ripper* adalah *trapped material*, keausan tip *ripper*, dan skill operator.

Kata kunci: *Overburden, Produktivitas, Bulldozer ripper, Excavator Backhoe, Sandstone*

Abstract

The research was conducted at Pit Q, PT Berau Coal with the aim of determining the productivity parameters of bulldozer ripping, excavator productivity, and factors affecting ripping activities on sandstone. The results showed that the material in pit q was sandstone which had a ucs value of 6.26 Mpa and a seismic velocity of 1751.63 m/s so the crossripping method was used so that the material was dismantled smaller. Based on ripper productivity, the relationship between the depth of penetration of the shank ripper and the speed of the bulldozer is obtained, productivity of the excavator is smaller if the space used by the ripper increases, so that the size of the material produced will be larger and the digging time of the excavator will increase. The influence of ripper activities is the depth of penetration that affects the speed of the bulldozer, the use of ripping space affects the digging time performance of the excavator too. Factors of the performance of the ripper are trapped material, ripper tip wear, and operator skills.

Keywords: *Overburden, Productivity, Bulldozer ripper, Excavator Backhoe, Sandstone.*

1. Pendahuluan

Proses pembeaian batuan merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan pada aktivitas pertambangan. Kegiatan ini bertujuan untuk melepas ataupun membongkar batuan dari batuan induknya agar mempermudah dan mempercepat proses pemuatan. Kegiatan pembeaian batuan dimulai dari tahap penggalian langsung (*free digging*), penggaruan (*ripping*) dan pemboran-peledakan (*drilling-blasting*).

Menurut (Puspita M, 2015), parameter yang umum digunakan adalah nilai hasil uji kuat tekan uniaksial atau *uniaxial compressive strength (UCS)*. Untuk *free digging* dapat dilakukan bila batuan memiliki nilai UCS kurang dari 1,7 Mpa. Kegiatan *ripping* dilakukan ketika nilai UCS

Batuan diantara 1,7 MPa dan 20 MPa. Dan akan dilakukan pengeboran-peledakan jika nilai UCS lebih dari 20 MPa. Material yang telah di *ripping* juga untuk memudahkan alat gali-muat (*loader*) untuk melakukan pemuatan.

Berdasarkan (Muchjidin, 2006) metode tambang terbuka merupakan metode yang paling banyak digunakan di Indonesia pada prinsipnya ada dua cara penambangan terbuka, yaitu penambangan pengupasan dan penambangan sumur terbuka. Menurut (Notosiswoyo, 2005) semua keputusan teknis penambangan sangat bergantung pada jumlah cadangan dan perhitungan nilai ekonomis bahan galian tersebut, PT Berau Coal merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara di

Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Salah satu area pertambangannya adalah site Binungan *Mine Operation 1* (BMO 1). Area ini memiliki kegiatan penambangan aktif di tujuh blok, salah satunya yaitu blok prapatan. Kegiatan penggaruan (*ripping*) pada area tersebut dilakukan oleh unit *bulldozer ripper* Caterpillar D10T-2 dengan target pengupasan *overburden* pada bulan September 321.765 BCM/Bulan dan aktualnya pengupasan *overburden* tersebut tidak tercapai yaitu hanya mampu di *ripping* sebesar 229.121 BCM/Bulan.

Tidak tercapainya *ripping* di area tersebut dikarenakan adanya faktor-faktor hambatan yang terjadi di lapangan seperti belum dapat dilakukan kegiatan *blasting* dikarenakan masih dekat dengan lingkungan pemukiman masyarakat. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya target pengupasan *overburden* tersebut. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh sifat mekanik batuan terhadap kemampuan *bulldozer* dan kemampuan *excavator backhoe* untuk mencapai target produksi *overburden*.

Berdasarkan studi oleh (Wiwin dkk, 2019) dilakukan studi terkait perbandingan metode *ripping* sebagai alat bantu *excavator pc 2000*, berdasarkan hasil percobaan dilakukan analisa produktivitas *bulldozer* dan *excavator* berdasarkan metode yang berbeda, untuk produktivitas *bulldozer* metode *straight ripping* sebesar 1.601,21 BCM/jam atau 850.369,17 BCM/bulan sedangkan untuk metode *cross ripping* sebesar 1.311,07 BCM/jam atau 696.284,65 BCM/bulan. Produktivitas pada metode *straight ripping* lebih cepat 10,08 detik untuk waktu edar dan metode *cross ripping* lebih lama 17,52 untuk waktu *ripping* sehingga produktivitas pada metode *straight ripping* lebih besar. Sedangkan untuk produktivitas *excavator* dengan material hasil beraian menggunakan metode *straight* adalah 439.665,27 BCM/bulan dengan waktu edar 29,20 detik sedangkan dengan material hasil beraian menggunakan metode *cross* yaitu 454.007 BCM/bulan dengan waktu edar 28,04 detik. Produktivitas *excavator* dengan metode garu *cross ripping* lebih besar karena hasil material yang digaru lebih kecil dikarenakan menggunakan dua kali penggaruan yang menyebabkan *excavator* lebih mudah untuk melakukan pemuatan.

Pembatasan masalah pada penelitian ini hanya terfokus pada material *sandstone* dan alat yang digunakan adalah *bulldozer ripper* caterpillar D10T2 dan *excavator* caterpillar 395. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kecepatan gelombang seismik pada material *sandstone* yang berada di pit q dan mengetahui metode

ripping yang digunakan. Menganalisis produktivitas dari *bulldozer* caterpillar D10T2 dan pengaruhnya terhadap produktivitas *excavator* caterpillar 395, serta faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *ripping overburden* pada pit q, PT Berau Coal.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 September 2022-25 Desember 2022 di PT Berau Coal pada site Binungan *Mine Operation 1*, blok prapatan. Saat ini luas area konsesi Berau Coal Mencapai 118,400 Ha. Lokasi penelitian ini dapat dijangkau dengan transportasi udara menuju berau, yang kemudian dilanjutkan perjalanan darat sejauh 30 km dengan waktu tempuh 1 jam.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode berupa teori dan data-data (primer dan sekunder) untuk menyelesaikan permasalahan. Terdapat tahapan-tahapan penyelesaian permasalahan diantaranya tahap persiapan, studi pendahuluan, pengamatan lapangan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data.

1. Tahap Persiapan

Tahap perencanaan merupakan tahapan awal yang meliputi pembuatan proposal, pengusulan metode, persiapan administrasi untuk mempersiapkan pelaksanaan tugas akhir

2. Tahap Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan studi literatur awal meliputi informasi terkait teori dasar dan gambaran lokasi daerah penelitian

3. Tahap Pengamatan Lapangan

Tahap pengamatan lapangan merupakan tahapan untuk mengamati kondisi aktual lapangan yang melatarbelakangi penelitian

4. Tahap Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan sekunder.

a. Data primer

- 1) Nilai UCS batuan *Sandstone*
- 2) Produktivitas *Bulldozer ripper* (*cycle time*, jarak *ripping*, spasi *ripping*, penetrasi *ripper*).
- 3) Produktivitas *Excavator* (*Cycle time*)

b. Data sekunder

- 1) Peta lokasi penelitian.
- 2) Data spesifikasi alat penunjang tambang.
- 3) Data target produksi *overburden*.
- 4) Data *lithology* pit q.
- 5) Data curah hujan PT Berau Coal.
- 6) Jadwal kerja harian PT Berau Coal.

5. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan terhadap data primer maupun data sekunder. Pengolahan data yang dilakukan diantaranya adalah: *Data cycle time ripping bulldozer-ripper* dengan metode *cross ripping dan straight ripping* dan data *cycle time excavator* masing-masing sebanyak (30 data). Kemudian hitung rata-rata *cycle time* dan

hitung produktivitas dari alat berat diolah menggunakan microsoft excel.

Berdasarkan handbook (Caterpillar, 2019). Perhitungan yang digunakan untuk menghitung produktivitas *bulldozer ripper* dengan *giant ripper* menggunakan Persamaan 1 berikut:

$$\text{Prod} = P \times S \times J \times 3600 \times sf \times \text{eff} / \text{CT} \quad (1)$$

Keterangan:

- CT = Jumlah total waktu edar (menit, detik)
- P = Penetrasi *ripping* (meter)
- J = Jarak kerja (meter)
- S = Spasi *ripping* (meter)
- Sf = *Swell Factor*
- Eff = Efisiensi kerja

Produktivitas Excavator

Menurut (Tenriajeng, 2003) produktivitas *excavator backhoe* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Prod} = \text{Kb} \times \text{ff} \times \text{sf} \times 3600 \times \text{eff} / \text{CT} \quad (2)$$

Keterangan:

- CT = Jumlah total waktu edar (menit, detik)
- Kb = Kapasitas Bucket
- ff = *Fill Factor*
- sf = *Swell Factor*
- Eff = Efisiensi kerja

Waktu edar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator*, waktu edar (*cycle time*) adalah waktu yang dibutuhkan alat untuk melakukan satu siklus kerja. Waktu edar dipengaruhi oleh total waktu gali, putar muatan, timbun, putar kosangan.

Menurut (Fredrick, 2016) Faktor hambatan yang dialami adalah keadaan situasi dilapangan, dimulai dari manajemen waktu yang kurang baik atau disiplin kerja yang kurang baik mengakibatkan banyaknya kemunduran jam kerja dan berkurangnya waktu kerja efektif dan kondisi alat yang telah tua dan sudah tidak maksimal operasinya.

3. Hasil dan Pembahasan

Material yang berada di lapangan merupakan batuan *sandstone*. Menurut (Reggy. A, 2021) Batuan *sandstone* terbentuk karena adanya sedimentasi yang terjadi ketika pasir terlepas dari *suspense* yang mengakibatkan batuan terseret hingga terakumulasi yang mengakibatkan pasir berubah menjadi batuan pasir yang berkompaksi dengan tekanan dan endapan serta disementasi oleh presipitasi mineral didalam pori-pori antar butiran.

Kondisi material yang ada dilapangan masih mampu untuk dilakukan *ripping*. Berdasarkan data laporan studi kelayakan tambang PT Berau

Coal, jenis material yang di *ripping* adalah *sandstone*. Nilai kuat tekan USC 6,26 Mpa dengan nilai kecepatan gelombang seismik adalah 1751,31 m/s.

| Diameter (mm) | Height (mm) | Weight (gr) | Area (mm ²) |
|---------------|-------------|-------------|-------------------------|
| 61.01 | 150.50 | 970.0 | 2923.4 |

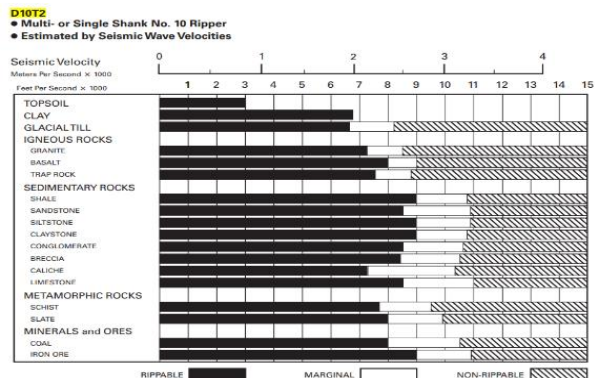
Load (Kn) : 18.29

σ_c (Mpa) : 6.26

Remark :

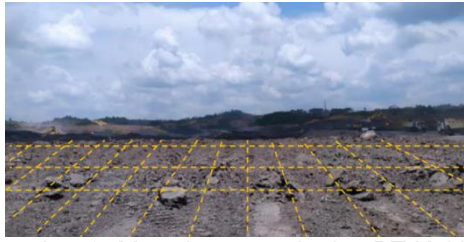
Gambar 1. Nilai uji kuat tekan batuan *sandstone* pada pit q

Berdasarkan klafifikasi kekerasan material menurut (Sahu, 2012) pengupasan tanah penutup/*overburden* dengan nilai kecepatan gelombang seismik 1751,31 m/s, batuan yang memiliki nilai UCS berkisar antara 3,0-10,0 MPa maka batuan tersebut termasuk kategori hard *ripping*, contohnya *sandstone*, *limestone*, *slate*, dan lain-lain dengan alat yang digunakan adalah *bulldozer* kelas D8R s/d D10T-2 yang dilengkapi dengan *giant ripper*. Berdasarkan spesifikasi alat yang digunakan yaitu *bulldozer* cat D10T-2, dalam handbook (Caterpillar, 2019) nilai *seismic velocity* batuan tersebut masih mampu untuk dilakukan *ripping*.



Gambar 2. Kemampugaruan alat berdasarkan nilai seismic velocity D10T-2

Berdasarkan kekerasan batuan *sandstone* yang termasuk kategori keras namun kemampuan alat *dozer* masih mampu untuk di *ripping*, oleh karena itu dibutuhkan metode penggaruan yang tepat untuk menghasilkan fragmentasi batuan yang baik guna menunjang *excavator* dalam melakukan pemuatan, sehingga didapat dengan nilai seismic velocity yang cukup tinggi digunakan metode *cross ripping* di lapangan agar dapat dihasilkan fragmentasi yang kecil.



Gambar 3. Metode *cross ripping* PT Kaltim Diamond Coal

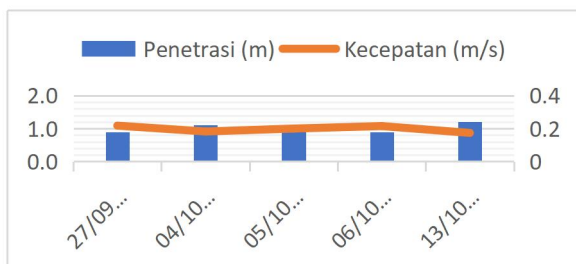
Produktivitas Bulldozer Ripping Overburden

Perhitungan produktivitas dan *cycle time bulldozer-ripper* berdasarkan (*Caterpillar Performance handbook*, 2019) terdiri dari jumlah waktu maju, waktu mundur. Waktu maju dan waktu mundur dihitung dengan menggunakan *stopwatch handphone*. Pada penelitian ini, *ripping overburden* dilakukan dengan metode *cross ripping* dengan alat *bulldozer ripper* jenis Caterpillar D10T-2.

Tabel 1. Perhitungan Produksi Bulldozer Ripper

| Penetrasi (m) | Spasi (m) | Jarak (m) | Cycle Time (Detik) | PTY Ripper (bcm/jam) |
|---------------|-----------|-----------|--------------------|----------------------|
| 0,9 | 1,53 | 27 | 124,3 | 565,29 |
| 1,1 | 1,52 | 35 | 192,57 | 574,34 |
| 1 | 1,48 | 38 | 190,45 | 558,12 |
| 0,9 | 1,49 | 29 | 135,12 | 543,97 |
| 1,2 | 1,51 | 34 | 196,27 | 593,25 |

Dari data yang diolah diatas terdapat perbedaan pada tiap kedalaman penetrasi, spasi *ripping*, dan jarak *ripping*. Hal tersebut akan mempengaruhi lama waktu edar yang dihasilkan sehingga didapatkan nilai produktivitas yang berbeda beda. Pengaruh dari *cycle time* dapat terlihat dari parameter kedalaman penetrasi yang menyebabkan waktu edar lebih lama. Pada (Gambar 4) perbandingan antara kedalaman penetrasi dan kecepatan didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik perbandingan antara penetrasi *ripping* dan kecepatan bulldozer

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara kedalaman penetrasi *shank ripper* terhadap kecepatan *bulldozer*, dari parameter produktivitas spasi dan jarak area yang di *ripping* tentu berpengaruh dalam peningkatan produktivitas *bulldozer ripping*, karena semakin panjang spasi dan jarak area yang di *ripping* produktivitas *bulldozer* akan semakin besar.

Hubungan kekerasan material akan berpengaruh pada kedalaman penetrasi, karena semakin dalam *shank ripper* menggali, maka akan mempengaruhi kecepatan *bulldozer* yang membuat *cycle time bulldozer* akan semakin lama.

Produktivitas Excavator

Penggalian dan pemuatan untuk *overburden* pada Pit Q KDC menggunakan *excavator* CAT 395. Sebelumnya material *overburden* telah dilakukan penggaruan (*ripping*) terlebih dahulu. Adapun pola pemuatan yang diterapkan di perusahaan dengan menggunakan *top loading*, dimana posisi alat gali muat (CAT 395) berada lebih tinggi dari pada alat angkut HD 773 (Gambar 5).



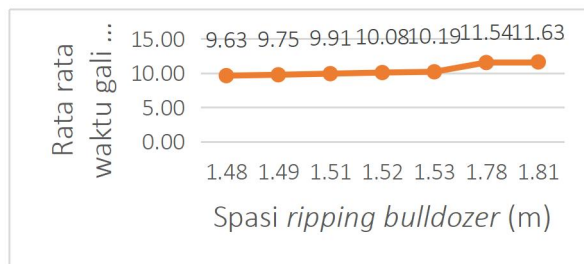
Gambar 5. Pola pemuatan *top loading*

Produktivitas *excavator* CAT 395 dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah waktu edar alat. Waktu edar alat akan mempengaruhi produktivitas yang dihasilkan, sedangkan waktu edar itu sendiri dipengaruhi oleh karakteristik material. Semakin lama waktu edar *excavator* CAT 395 maka semakin kecil produktivitas yang dihasilkan. Adapun material yang digali pada penelitian ini merupakan material *sandstone*. Sebelum digali material *sandstone* tersebut digaru menggunakan spasi rata rata 1,5 meter.

Tabel 2. Perhitungan Produksi Excavator

| Spasi ripper (m) | Digging Time (detik) | Cycle time (detik) | Produktivitas Excavator bcm/jam |
|------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1,53 | 10,19 | 26,25 | 534,69 |
| 1,52 | 10,08 | 25,93 | 506,10 |
| 1,48 | 9,63 | 23,97 | 563,81 |
| 1,49 | 9,75 | 24,34 | 572,30 |
| 1,51 | 9,91 | 26,15 | 503,13 |

Dari data diatas didapatkan hasil bahwa dengan besarnya *digging time* dari *excavator* akan mempengaruhi total *cycle time*. *Digging time* dipengaruhi oleh besarnya spasi yang digunakan, sehingga dapat menghasilkan ukuran material yang beragam. Semakin besar spasi yang digunakan oleh *bulldozer ripper*, maka ukuran material yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga waktu *digging time excavator* akan semakin meningkat (Gambar 6) Semakin singkat *digging time* maka persentase ketercapaian produksi aktual/shift dari alat gali-muat akan semakin tinggi.



Gambar 6. Hubungan antara spasi *ripping* (m) dan *digging time excavator* (s).

Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas *Ripping*

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses *ripping overburden* adalah sebagai berikut (Tenriajeng, 2003)

1. Spasi *Ripping*

Spasi antar *ripping* disesuaikan dengan kondisi material yang akan di *ripping*, semakin keras material yang akan di *ripping* maka spasi *ripping* yang digunakan harus kecil agar dapat memberai materi tersebut dan menghasilkan ukuran material yang berukuran kecil, namun produktivitas akan semakin kecil karena memerlukan waktu edar yang semakin lama.

2. Penetrasi *Ripping*

Kedalaman *penetrasi Ripper bulldozer* mempengaruhi proses *ripping overburden*, dimana semakin dalam *penetrasi ripper* tersebut, maka akan semakin besar volume *overburden* yang akan dibongkar.

3. Jarak *Ripping*

Jarak *ripping* ditentukan berdasarkan kondisi tempat kerja (luas daerah yang akan di *ripping*), Luas wilayah kerja dari alat *bulldozer-ripper* sangat mempengaruhi produktivitas dari alat tersebut dalam melakukan kegiatan penambangan. Semakin luas *working area* yang akan di *ripping* maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *ripping overburden*.

Adapun faktor yang mempengaruhi produktivitas *ripping* ketika di lapangan yaitu:

1. Kekerasan Material (ucs)

Material *ripping* yang semakin keras akan membuat tenaga unit *bulldozer* yang dikeluarkan akan semakin besar, sehingga mempengaruhi waktu kemampugaruan *bulldozer* untuk menggaru semakin lama.

2. *Trapped Material*

Material yang tertahan pada *tip ripper* dapat menyebabkan bertambahnya *cycle time* saat *ripping*.

3. Keausan Tip Ripper

Luas area *tip ripper* karena gaya penetrasi yang semakin besar akibat gaya gesek material berpengaruh dalam penggaruan material. Menurut (Pebrianto R,2014) Produktivitas penggaruan menurun dengan meningkatnya keausan ujung penggaruk dan tingkat keausan ujung penggaruk meningkat karena material batuan lebih keras.

4. Skill Operator

Kemampuan operator dalam mengoperasikan alat *bulldozer* berdasarkan keadaan fisik operator dan keadaan *front* yang ditangani untuk me-*ripping*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uji laboratorium material yang berada pada pit q merupakan material *sandstone* yang memiliki nilai ucs sebesar 6,26 Mpa dan nilai *seismic velocity* sebesar 1751,31 m/s. nilai produktivitas *bulldozer ripping caterpillar D10T-2* pada 27 september 2022 sebesar 565,29 bcm/jam, 04 oktober 2022 sebesar 574,34 bcm/jam, 05 oktober 2022 sebesar 558,12 bcm/jam, 06 oktober 2022 sebesar 543,97 bcm/jam, dan pada 13 oktober 2022 sebesar 593,25 bcm/jam. Untuk produktivitas *excavator caterpillar 395* didapatkan hasil pada 27 september 2022 sebesar 514,73 bcm/jam, 04 oktober 2022 sebesar 521,24 bcm/jam, 05 oktober 2022 sebesar 563,81 bcm/jam, 06 oktober 2022 sebesar 555,27 bcm/jam, dan pada 13 oktober 2022 sebesar 516,86 bcm/jam. Pada pengamatan di lapangan didapatkan hasil observasi terhadap faktor kemampugaruan, data ini didapat berdasarkan nilai ucs material yang telah diuji di laboratorium, kemudian faktor yang mempengaruhi kemampugaruan berdasarkan parameter produktivitas *bulldozer* berupa spasi yang digunakan, kedalaman penetrasi yang dihasilkan, jarak *ripping*, dan lama waktu edar alat. Kemudian dilakukan pengamatan lebih lanjut terkait faktor faktor yang mempengaruhi kinerja alat *ripping* di lapangan seperti *trapped material*, kekerasan material, keausan *tip ripper*, dan skill operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Caterpillar. 2019. Caterpillar Performance Handbook. 49th Edition. USA: Caterpillar Ltd.
- Fredrick, Gregorius. Dkk., 2016, Evaluasi Kemampuan Produksi *Ripping Dozer Ripper D375* Untuk Mencapai Target Produksi Batubara 180.000 Ton Bulan Oktober Di Tambang Air Laya Extention Timur Front Limoa Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Upte. *Jurnal Mineral*, Vol 1 No 1, Hal. 1-7.
- Muchjidin. 2006, Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara, Penerbit: Institut Teknologi Bandung.
- Notosiswoyo. 2005, Metode Perhitungan Cadangan, Penerbit : Institut Teknologi Bandung
- Pebrianto, R., 2014. *Evaluation of Factors Affecting Ripping Productivity in Open Pit Mining Excavation. The Electronic Journal of Geotechnical Engineering* Vol 19, 10447-10456.
- Puspita, M., 2015, Kajian Teknis dan Ekonomis Pemberaian *Interburden B2C* Secara *Ripping* Pada Tambang Banko Barat PIT-1 Timur PT Bukit Asam (Persero), TBK. *Jurnal Ilmu Teknik*, Vol 3 No 2.
- Reggy, A., & Saputry, C., 2021, *Analisa Reservoir Batupasir Menggunakan Metode Atribut Root Mean Square (Rms) Di Analisa Reservoir Batupasir Menggunakan Atribut Root Mean Square (Rms) Di Cekungan.*
- Sahu, R. K., 2012, *Application Of Ripper-Dozer Combination In Surface Mines Its Applicability And Performance Study.* Tesis, Mining Engineering: department Of Mining Engineering National Institute Of Technolgy Rourkela-769008.
- Tenriajeng, A. T., 2003, *Pemindahan Tanah Mekanis.* Jakarta: Gunadarma.
- Wiwin, Toha, M. T, Syarifuddin., 2019, *Ripping Overburden Dengan Bulldozer Ripper D 375 A-5* Sebagai Alat bantu *Excavator Pc 2000* Pada Penambangan Batubara Pit Tal Barat PT. Pamapersada Nusantara. *Jurnal Pertambangan Vol.3 No.2.*