

KOMPARASI METODE PENGGARUAN DAN PELEDAKAN PADA PROSES PEMBERAIAN OVERBURDEN DI PIT E BANKO TENGAH, KABUPATEN MUARA ENIM, SUMATERA SELATAN

(COMPARISON OF RIPPING AND BLASTING METHODS FOR OVERBURDEN REMOVAL AT PIT E, CENTRAL BANKO, MUARA ENIM REGENCY, SOUTH SUMATERA)

Rizqika Nurul 'Aini^{1*}, Haeruddin²

^{1,2} Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

* Korespondensi E-mail: rizqikaaini@gmail.com

Abstrak

Pemberaian *overburden* merupakan tahapan penting dalam kegiatan penambangan batubara karena secara langsung berpengaruh terhadap efektivitas penggalian dan pencapaian target produksi. Salah satu perusahaan di Pit E Banko Tengah, Sumatera Selatan, menggunakan dua metode pemberaian yaitu penggaruan dan peledakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produktivitas kedua metode tersebut, mengevaluasi efisiensi alat gali-muat, serta menganalisis biaya operasional yang diperlukan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan data yang dibutuhkan yaitu dimensi pemberaian, waktu edar alat, spesifikasi alat, kebutuhan bahan peledak, dan rincian biaya operasional. Analisis dilakukan dengan menghitung produktivitas pemberaian dan alat gali-muat serta menghitung biaya satuan operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas penggaruan sebesar 487.225 BCM/bulan, sedangkan peledakan mencapai 782.271 BCM/bulan. Produktivitas excavator untuk material hasil garu (Komatsu PC1250SP) sebesar 439 BCM/jam dan untuk hasil ledak sebesar 536 BCM/jam. Biaya satuan penggaruan sebesar Rp4.720/BCM, sedangkan peledakan sebesar Rp2.524/BCM. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode peledakan lebih efisien dan ekonomis dalam kegiatan pemberaian *overburden* di Pit E Banko Tengah. Namun, metode penggaruan tetap relevan sebagai alternatif saat peledakan tidak memungkinkan dilakukan.

Kata kunci: Biaya operasional, *overburden*, penggaruan, peledakan, produktivitas

Abstract

Overburden removal is a critical stage in coal mining operations, as it directly affects excavation efficiency and the achievement of production targets. One of the mining companies operating in Pit E Banko Tengah, South Sumatera, employs two fragmentation methods: ripping and blasting. This research aims to compare the productivity of both methods, evaluate the efficiency of excavation and loading equipment, and analyze the associated operational costs. A descriptive quantitative method was used, with required data including fragmentation dimensions, equipment cycle times, equipment specifications, explosive requirements, and detailed operational costs. The analysis involved calculating the productivity of fragmentation and excavation equipment, as well as determining unit operational costs. The results showed that the productivity of ripping reached 487,225 BCM per month, while blasting achieved 782,271 BCM per month. The excavator productivity for ripped material (Komatsu PC1250SP) was 439 BCM/hour, and for blasted material (Liebher R-9100), it was 536 BCM/hour. The unit cost of ripping was IDR 4,720/BCM, while blasting was IDR 2,524/BCM. Based on these findings, it can be concluded that blasting is more efficient and economical for overburden fragmentation activities in Pit E Banko Tengah. However, the ripping method remains a relevant alternative when blasting cannot be conducted.

Keywords: Operational cost, *overburden*, ripping, blasting, productivity

1. Pendahuluan

Batubara masih menjadi salah satu sumber energi fosil utama yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan industri dan pembangkit listrik, terutama di kawasan Asia. Indonesia sebagai negara dengan cadangan batubara yang

melimpah, berperan penting dalam memasok kebutuhan energi global. Salah satu perusahaan pertambangan batubara di Pit E Banko Tengah, Sumatera Selatan, menargetkan produksi sebesar ±2 juta ton pada tahun 2024. Dan diproyeksikan akan meningkat di tahun-tahun berikutnya. Hal ini dikarenakan melihat

permintaan batubara yang cukup banyak dan sumber daya cadangan batubara di Sumatera Selatan yang masih sebesar 43,8 miliar ton (Kementerian ESDM, 2021).

Dalam kegiatan penambangan batubara, proses pemberaian *overburden* menjadi tahapan penting yang menentukan kelancaran akses terhadap lapisan batubara. Terdapat dua metode utama yang biasa digunakan dalam pemberaian *overburden*, yaitu penggaruan menggunakan *bulldozer* dan peledakan. Metode penggaruan dinilai lebih ramah lingkungan dan hemat biaya pada kondisi tertentu, sedangkan metode peledakan seringkali memberikan hasil yang lebih tinggi dalam produktivitas dan efisiensi waktu.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perbandingan efektivitas metode pemberaian. Toha (2022) menyimpulkan bahwa kombinasi penggaruan dan peledakan dapat meningkatkan produktivitas, terutama dengan memperhatikan aspek keselamatan di area dekat permukiman. Yeni dkk. (2019) menemukan bahwa meskipun penggaruan lebih ekonomis, waktu penggalian lebih lama dibandingkan hasil peledakan. Toding dkk. (2021) menyoroti penurunan produktivitas gali-muat akibat kondisi *overburden* basah pasca peledakan. Namun, belum banyak penelitian yang secara komprehensif membandingkan produktivitas, efisiensi alat gali-muat, serta biaya operasional dari dua metode ini dalam konteks lapangan aktual di Pit E Banko Tengah.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan produktivitas metode penggaruan dan peledakan dalam pemberaian *overburden*, menganalisis efisiensi alat gali-muat berdasarkan produktivitas pemuatan material hasil kedua metode, serta mengevaluasi perbandingan biaya operasional dari metode penggaruan dan peledakan

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di area tambang batubara Pit E, Banko Tengah yang berada di wilayah Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPE), Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geologis lokasi ini berada dalam wilayah tepi barat Cekungan Sumatera Selatan dan dikelilingi oleh berbagai satuan morfologi, seperti Bukit Barisan, Pegunungan Dua Belas, serta Paparan Sunda (Gambar1). *Overburden* pada lokasi ini berjenis batuan lanau (*siltstone*) dengan ketebalan sekitar 90-99 meter.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif-deskriptif dengan membandingkan dua metode pemberaian

overburden, yaitu penggaruan menggunakan *bulldozer* Komatsu D375 dan peledakan menggunakan bahan peledak ANFO. Objek penelitian mencakup produktivitas metode pemberaian *overburden*, produktivitas alat gali-muat dalam memuat material hasil masing-masing metode, dan biaya operasional dari kedua metode.

Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer mencakup:

- Pengukuran dimensi garuan (panjang, spasi, kedalaman).
- Waktu edar *bulldozer* saat menggaru.
- Waktu edar *excavator* Komatsu PC1250SP digunakan untuk penggaruan dan *excavator* Liebherr R-9100 digunakan untuk peledakan.

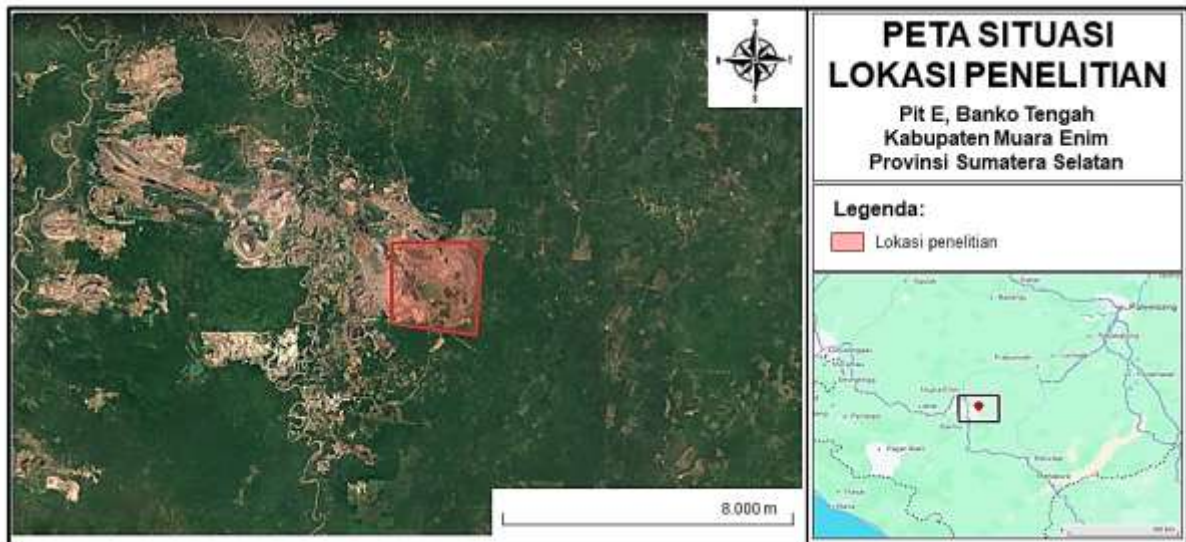
Sementara itu, data sekunder meliputi:

- Geometri peledakan.
- Spesifikasi teknis alat berat.
- Biaya operasional penggaruan dengan *bulldozer* dan peledakan.

Komponen biaya operasional penggaruan dengan *bulldozer* meliputi bahan bakar, oli mesin, oli transmisi, oli *final drive*, oli hidrolis, *grease*, *filter*, gaji operator, dan biaya *repair*. Sedangkan untuk biaya operasional peledakan meliputi biaya jasa peledakan, bahan peledak, dan operasional alat bor. Biaya operasional peledakan tidak termasuk biaya perizinan peledakan.

Rancangan kegiatan dimulai dengan observasi lapangan untuk memahami konteks operasi tambang secara menyeluruh, dilanjutkan dengan studi pustaka tentang pemberaian *overburden*. Setelah data dikumpulkan, dilakukan pengolahan data. Pengolahan ini berupa perhitungan produktivitas penggaruan dan peledakan, produktivitas alat gali-muat dengan pendekatan teknis, serta biaya operasional masing-masing metode dihitung dengan menjumlahkan seluruh komponen biaya, kemudian dibandingkan terhadap volume produksi untuk memperoleh satuan biaya (Rp/BCM).

Teknik analisis yang digunakan bersifat deskriptif komparatif untuk membandingkan kinerja dari kedua metode pemberaian berdasarkan data aktual lapangan. Karena keterbatasan data uji laboratorium kekerasan batuan, analisis dilakukan sepenuhnya dengan pendekatan observasi dan pengukuran operasional langsung di lapangan. Modifikasi metode dilakukan pada tahap pengolahan data dengan menyesuaikan kondisi aktual di lapangan seperti waktu siklus aktual, tingkat efisiensi alat, dan fragmentasi material yang dihasilkan.



Gambar 1. Peta situasi lokasi penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pemilihan metode pemberaian material *overburden* dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu metode penggaruan dan peledakan. Analisis ini difokuskan pada perbandingan hasil produksi,

produktivitas alat gali-muat, dan biaya operasional dari kedua metode pemberaian *overburden* tersebut. Pembagian lokasi penelitian berdasarkan metode pemberaian *overburden* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi peledakan dan penggaruan di Pit E Banko Tengah

a. Produktivitas Penggaruan

Pemberaian material *overburden* dengan metode penggaruan menggunakan dua unit *bulldozer* Komatsu D375, masing-masing berkode DZ 50-004 dan DZ 50-009. Menurut Ilhami (2024), proses penggaruan dimulai dengan penurunan *shank ripper* ke permukaan tanah, dilanjutkan dengan pergerakan maju untuk menggemburkan material. Setelah mencapai akhir lintasan, *bulldozer* berhenti sejenak untuk mengganti gigi

(*persneling*) dan mengangkat kembali *ripper* sebelum mundur menuju lintasan berikutnya. Siklus ini diulang secara sistematis hingga seluruh area target selesai digaru. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja disebut waktu edar penggaruan, yang dihitung berdasarkan jarak penggaruan, kecepatan maju dan mundur, serta waktu tetap/waktu pergantian gigi (*persneling*). Waktu tetap diasumsikan sama untuk kedua unit, yakni 5 detik. Hasil produksi dari

bulldozer dapat dihitung berdasarkan kedalaman penetrasi, lebar spasi, dan panjang jarak penggaruan, efisiensi kerja alat serta waktu

edarnya (Fauzi, 2021). Parameter untuk mengukur hasil produksi dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter produktivitas *bulldozer* Komatsu D375

Kode <i>Bulldozer</i>	Lokasi	Penetrasi (m)	Spasi (m)	Jarak (m)	Efisiensi Kerja (%)	Waktu Edar (s)	Produksi (BCM/jam)
DZ 50-004	1	1,30	1,20	28,1	51	55,15	723,08
	2	1,00	1,00	30,0		36,81	741,31
	3	1,10	1,15	30,0		46,54	741,80
	4	1,35	1,20	30,0		73,16	604,27
DZ 50-009	5	1,25	1,10	30,0	49	61,04	591,84
	6	1,20	1,10	30,0		54,38	637,74
	7	1,00	1,20	26,0		43,27	631,53
	8	1,10	1,00	28,6		47,64	578,36
	9	1,20	1,00	26,2		42,94	641,21

Keterangan: m (meter); kg (kilogram); BCM (*Bank Cubic Meter*)

Berdasarkan Tabel 1, lokasi pengambilan data tersebar sebanyak 9 titik pada lokasi penggaruan dan penggaruan-peledakan. Waktu edar DZ 50-004 sedikit lebih tinggi dibandingkan DZ 50-009 karena DZ 50-004 memiliki penetrasi yang sedikit lebih dalam dan spasi yang lebih lebar dibandingkan DZ 50-009. Semakin dalam penetrasinya, maka semakin tinggi volume material yang digaru. Namun tetap harus melihat lebar spasi penggaruan untuk hasil fragmentasi yang maksimal, karena semakin lebar spasi penggaruan maka semakin buruk hasil fragmentasi batuan yang dihasilkannya (Rifqi dkk, 2024). Penetrasi yang terlalu dalam menyebabkan lebih lamanya waktu edar yang dibutuhkan karena operator mempertimbangkan keamanan *shank ripper bulldozer*, terutama

apabila menggaru pada material yang keras. Sementara itu, efisiensi kerja DZ 50-004 lebih tinggi daripada DZ 50-009, dengan selisih 2%. Hal ini dikarenakan waktu kerja efektif DZ 50-004 lebih tinggi daripada DZ 50-009, yaitu masing-masing sebesar 376 jam dan 362 jam dengan jumlah waktu kerja keseluruhan dua unit ini sama, yaitu 744 jam.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diperhitungkan produktivitas dua *bulldozer* Komatsu D375 selama 1 bulan (744 jam). Perhitungan ini dari perkalian antara hasil produktivitas alat per jam dengan waktu kerja efektif alat tersebut. Maka dari itu, produktivitas dua *bulldozer* Komatsu D375 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Produktivitas *bulldozer* Komatsu D375

Kode <i>Bulldozer</i>	Produksi per jam (BCM/jam)	Waktu kerja efektif (jam)	Produksi per bulan (BCM/bulan)
DZ 50-004	702,61	376	264.182,88
DZ 50-009	616,14	362	223.041,89
Jumlah	1.318,75	738	487.224,77

Dari Tabel 2, hasil produktivitas DZ 50-004 lebih tinggi dibandingkan DZ 50-009. Hal ini dikarenakan efisiensi kerja, kedalaman penetrasi, lebar spasi, dan panjang jarak DZ 50-009 lebih rendah dibandingkan DZ 50-004, walaupun waktu edar DZ 50-009 lebih cepat. Efisiensi kerja *bulldozer* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa alat lebih efektif dalam bekerja namun juga harus mengusahakan kecepatan waktu edar karena waktu operasi merupakan faktor penting dalam meningkatkan produktivitas. Hasil produksi per bulan dari DZ 50-004 menghasilkan 264.182,88 BCM/jam, sedangkan DZ 50-009 menghasilkan 223.041,89 BCM/jam. Akumulasi dari hasil penggaruan 2 alat *bulldozer* Komatsu D375 selama 1 bulan sebesar 487.224,77 BCM.

b. Produktivitas Peledakan

Kegiatan peledakan dilakukan sebanyak 25 kali dalam satu bulan. Pemboran menggunakan alat Sandvik D245S tipe *rotary-perkusif* jenis *clawbit* berdiameter 200 mm (7,875 *inchi*). Selama 25 kali peledakan, dilakukan 1.635 pemboran dengan rata-rata 65 lubang per hari, dan kedalaman lubang bervariasi antara 4,4 hingga 7,8 meter, tergantung kondisi lapangan dan desain. Pola pemboran yang diterapkan adalah *staggered pattern* dengan burden 7 meter dan spacing 10 meter, sedangkan pola peledakan yang digunakan adalah *corner cut* dan beruntun untuk meminimalkan dampak lingkungan seperti getaran, suara, serta *fly rock*, sekaligus mengarahkan fragmentasi batuan agar

memudahkan proses pemuatan (Hidayatullah dkk, 2019). Bahan peledak utama berupa ANFO terdiri dari 52.500 kg amonium nitrat dan 3.815 liter *fuel oil* dengan rasio campuran 17:1. Sistem delay yang digunakan adalah elektrik detonator

dengan berbagai tingkat *delay*, totalnya mencapai 3.299 detonator. Tabel 3 menunjukkan jumlah dan rata-rata geometri peledakan selama 25 kali peledakan.

Tabel 3. Geometri peledakan

Geometri Peledakan	B (m)	S (m)	D (inch)	H (m)	AN (kg)	FO (liter)	PF (kg/BCM)	n	V (BCM)
Jumlah	175	250	197	174	52.500	3.819	1,764	1.635	782.271
Rata-Rata	7	10	7,875	6,95	2.100	153	0,071	65	31.291

Keterangan: B (burden), S (spasi), D (diameter lubang); H (kedalaman lubang); AN (Ammonium Nitrat); FO (*Fuel Oil*); PF (*Powder Factor*), n (jumlah lubang), V (volume peledakan)

Berdasarkan Tabel 3, produksi pemberaian *overburden* dengan menggunakan metode peledakan selama 1 bulan penelitian atau sama dengan 744 jam kerja sebesar 782.271 BCM dengan rata-rata sekali peledakan sebesar 31.291 BCM.

c. Produktivitas alat gali muat

Alat gali muat (*excavator*) yang digunakan untuk memuat material hasil penggaruan adalah *excavator* Komatsu PC1250SP, sedangkan untuk

material hasil peledakan adalah *excavator* Liebherr R-9100. Pola pemuatan yang digunakan adalah *top loading*, karena lebih efisien dibandingkan *bottom loading* (Bahar dkk, 2024). Produktivitas *excavator* berdasarkan perhitungan nilai kapasitas muat *bucket*, factor pengisian, efisiensi kerja, dan waktu edar (Soemardikatmodjo, 2003). Parameter produktivitas *excavator* ditunjukkan pada Tabel 4.

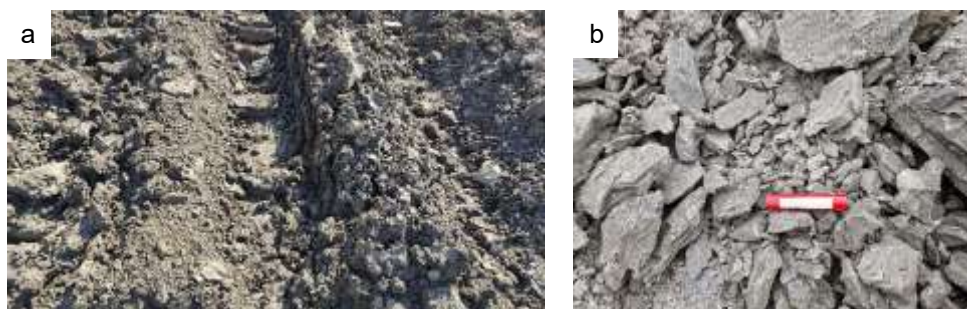
Tabel 4. Parameter produktivitas alat gali muat

Metode Pemberaian <i>Overburden</i>	<i>Excavator</i>	q_1 Kapasitas muat <i>bucket</i> (m^3)	K Faktor pengisian (%)	E Efisiensi kerja (%)	Cm Waktu edar (s)
Penggaruan	Komatsu PC1250SP	6,7	90	54	26,08
Peledakan	Liebherr R-9100	7	88	56	23,26

Keterangan: m^3 (*meter cubic*); s (*second/detik*)

Berdasarkan Tabel 4, *excavator* Liebherr R-9100 memiliki kapasitas *bucket* sedikit lebih besar ($7 m^3$) dibanding Komatsu PC1250SP ($6,7 m^3$), namun faktor pengisian PC1250SP lebih tinggi (90%) karena kondisi material hasil penggaruan

yang lebih terberai secara halus (Gambar 3). Sebaliknya, material hasil peledakan masih mengandung bongkahan sehingga faktor pengisian Liebherr R-9100 sedikit lebih rendah (88%).



Gambar 3. a) Fragmentasi material hasil penggaruan; b) material hasil peledakan

Meskipun demikian, efisiensi kerja Liebherr R-9100 lebih tinggi sebesar 2% karena jam kerja efektifnya lebih tinggi, yaitu sebesar 418 jam dibandingkan PC1250SP yang hanya 400 jam dengan waktu kerja keseluruhan sama, yaitu 744 jam (1 bulan). Waktu siklus pemuatan material

hasil peledakan lebih singkat dibandingkan hasil penggaruan, dengan nilai waktu edar masing-masing sebesar 23,3 detik dan 26,08 detik. Akan tetapi waktu menggali material penggaruan lebih cepat karena sudut gali lebih baik. Sebaliknya, waktu ayun isi dan buang pada penggaruan lebih

lama karena pola pemuatan *excavator* kurang optimal terhadap alat angkut.

Berdasarkan parameter produktivitas Tabel 4, dilakukan perhitungan produktivitas alat gali muat (*excavator*). Perhitungan produktivitas *excavator* Komatsu PC1250SP untuk memuat material *overburden* hasil penggaruan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q_1 \times K \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{6,7 \times 0,9 \times 3600 \times 0,54}{26,08} \\ &= 447 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

Sementara itu, perhitungan *excavator* Liebherr R-9100 dalam memuat material *overburden* hasil peledakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q_1 \times K \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{7 \times 0,88 \times 3600 \times 0,56}{23,26} \\ &= 535 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan produktivitas *excavator* Komatsu PC1250SP yang memuat *overburden* hasil penggaruan sebesar 447 BCM/jam dan *excavator* Liebherr R-9100 yang memuat *overburden* hasil peledakan sebesar 535 BCM/jam. Secara keseluruhan, produktivitas *excavator* Liebherr R-9100 lebih tinggi dibandingkan Komatsu PC1250SP karena lebih unggul dalam segi kapasitas muat *bucket*, efisiensi kerja, dan waktu edar, walaupun hasil fragmentasi peledakan kurang maksimal sehingga nilai faktor pengisian lebih kecil.

d. Biaya Operasional Penggaruan dan Peledakan

Pemberaian *overburden* dengan metode penggaruan dilakukan dengan 2 alat *bulldozer* Komatsu D375, yaitu dengan alat dengan kode DZ 50-004 dan DZ 50-009. Biaya operasional pemberaian *overburden* metode penggaruan menggunakan *bulldozer* meliputi bahan bakar, oli mesin, oli transmisi, oli *final drive*, oli hidrolis, *grease*, *filter*, gaji operator, dan biaya *repair*. Biaya operasional alat DZ 50-004 dan DZ 50-009 per jam diuraikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya operasional *bulldozer* Komatsu D375 untuk penggaruan (per jam)

No.	Komponen	Sub Total (Rp)	
		DZ 50-004	DZ 50-009
1	Bahan bakar	1.369.133	989.204
2	Oli mesin	15.400	11.550
3	Oli transmisi	16.720	12.540
4	Oli <i>final drive</i>	3.837	4.307
5	Oli hidrolis	5.302	4.097
6	<i>Grease</i>	9.688	8.400
7	<i>Filter</i>	25.473	20.160
8	Gaji operator	64.600	64.600
9	Biaya <i>repair</i>	250.000	250.000
	Total	1.760.153	1.364.858

Jumlah biaya operasional DZ 50-004 sebesar Rp1.760.153 per jam. Adapun volume *overburden* yang dihasilkan DZ 50-004 sebesar 702,61 BCM per jam. Maka dari itu, perhitungan biaya satuan pekerjaan dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{BSP} &= \frac{B}{P} \\ &= \frac{\text{Rp } 1.760.153}{702,61 \text{ BCM}} \\ &= \text{Rp } 2.505 / \text{BCM} \end{aligned}$$

BSP pemberaian *overburden* dengan penggaruan menggunakan DZ 50-004 sebesar

Rp2.505 per BCM. Sedangkan alat DZ 50-009 dalam melakukan penggaruan membutuhkan biaya sebesar Rp1.364.858 per jam dengan volume *overburden* yang dihasilkan sebesar 616,14 BCM per jam, sehingga perhitungan biaya satuan pekerjaan dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{BSP} &= \frac{B}{P} \\ &= \frac{\text{Rp } 1.364.858}{616,14 \text{ BCM}} \\ &= \text{Rp } 2.215 / \text{BCM} \end{aligned}$$

BSP pemberaian *overburden* dengan

penggaruan menggunakan DZ 50-009 sebesar Rp2.215 per BCM. Maka dari itu, akumulasi biaya satuan pekerjaan 2 alat *bulldozer* Komatsu D375 yang digunakan untuk penggaruan *overburden* adalah Rp4.720 per BCM.

Sementara itu, biaya operasional peledakan meliputi biaya jasa peledakan, biaya bahan peledak, dan biaya operasional alat bor untuk 1 bulan penelitian ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Biaya operasional peledakan (per bulan)

Komponen	Biaya (Rp)
Biaya jasa peledakan	542.238.966
Biaya bahan peledak	1.171.323.578
Biaya operasional alat bor	260.761.964
Total	1.974.324.509

Pada Tabel 6 ditunjukkan rincian biaya peledakan selama 1 bulan penelitian. Peledakan dilakukan sebanyak 25 kali dalam 1 bulan dengan total volume *overburden* yang diledakkan adalah 782.271 BCM per bulan. Biaya jasa peledakan sebesar Rp542.238.966 per bulan dikarenakan biaya jasa peledakan tergantung seberapa banyak volume yang diledakkan. Biaya bahan peledak sebesar Rp1.171.323.578 per bulan. Rincian biaya kebutuhan bahan peledak meliputi ammonium nitrat, *fuel oil*, *dayagel*, dan detonator elektrik. Adapun detonator elektrik yang digunakan adalah detonator elektrik 6000ms, 3000ms, 500ms, 109ms, dan 42ms. Sementara itu, biaya operasional alat bor selama satu bulan tercatat sebesar Rp260.761.964. Rincian biaya operasional alat bor meliputi bahan bakar, bahan pelumas, *main components*, *service parts*, *other parts*, *cost drilling tools*, gaji operator, dan *maintenance*. Secara keseluruhan, didapatkan

total biaya operasional peledakan untuk pemberaian *overburden* sebesar Rp1.974.324.509 per bulan. Adapun hasil dari volume *overburden* yang didapatkan dengan menggunakan metode peledakan adalah 782.271 BCM per bulan. Maka dari itu, perhitungan biaya satuan pekerjaan dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{BSP} &= \frac{B}{P} \\ &= \frac{\text{Rp } 1.974.324.509}{782.271 \text{ BCM}} \\ &= \text{Rp } 2.524 / \text{BCM} \end{aligned}$$

BSP pemberaian *overburden* dengan menggunakan metode peledakan sebesar Rp2.524 per BCM.

Berdasarkan biaya satuan pekerjaan metode penggaruan dan peledakan, biaya yang dibutuhkan untuk metode peledakan lebih murah walaupun produktivitas yang dihasilkan lebih besar. Hal ini disebabkan oleh efisiensi kerja yang lebih baik dan volume material yang lebih besar dengan waktu yang lebih cepat yang dihasilkan dari metode peledakan. Maka dari itu, metode peledakan dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan penggaruan.

e. Perbandingan Penggaruan dan Peledakan

Rekapitulasi perbandingan penggaruan dan peledakan dari segi produktivitas setiap metode, produktivitas alat gali muat dalam memuat material hasil garu maupun ledak, serta biaya operasional dari setiap metode ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi perbandingan penggaruan dan peledakan

Metode Pemberaian <i>Overburden</i>	Produktivitas Pemberaian <i>Overburden</i> (BCM/bulan)	Produktivitas Alat Gali Muat (BCM/jam)	Biaya Operasional (per BCM)
Penggaruan	487.225	447	Rp4.720
Peledakan	782.271	535	Rp2.524
Selisih	295.046	95	Rp2.196

Berdasarkan hasil rekapitulasi Tabel 7, metode peledakan menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan metode penggaruan. Hal ini berarti metode peledakan dalam memberaikan material *overburden* lebih efisien, karena dapat memecah material keras dalam volume besar dan waktu yang lebih singkat. Namun demikian, keterbatasan tersedianya area untuk peledakan kerap menjadi hambatan operasional, sehingga metode penggaruan dapat digunakan sebagai alternatif. Penelitian ini selaras dengan temuan Toha (2022) yang menyatakan bahwa kombinasi antara

metode peledakan dan penggaruan mampu meningkatkan produktivitas, meskipun latar belakang penerapan berbeda karena penelitian tersebut mengkaji kombinasi pada area tambang dekat pemukiman penduduk. Sedangkan dalam penelitian ini kombinasi dilakukan karena kendala ketersediaan area peledakan. Dengan demikian, strategi kombinasi kedua metode dapat menjadi solusi adaptif untuk mengoptimalkan pemberaian *overburden* di Pit E Banko Tengah.

Perbandingan produktivitas alat gali-muat menunjukkan bahwa *excavator* Liebherr R-9100 yang memuat material hasil peledakan memiliki

produktivitas lebih tinggi dibandingkan Komatsu PC1250SP yang memuat material hasil penggaruan. Produktivitas yang lebih tinggi ini didukung oleh kapasitas bucket yang lebih besar, waktu edar yang lebih cepat, dan efisiensi kerja yang lebih baik pada Liebherr R-9100. Meskipun material hasil penggaruan memiliki fragmentasi yang lebih halus, sehingga faktor pengisian *bucket excavator* Komatsu PC1250SP lebih optimal. Hasil ini relevan dengan temuan Yeni dkk. (2019) yang menyatakan bahwa penggalian material hasil penggaruan membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan hasil peledakan. Meskipun berbeda dari sisi biaya operasional, di mana penelitian tersebut menyebut metode penggaruan lebih hemat biaya dibandingkan peledakan.

Dari aspek biaya operasional, pada penelitian ini metode peledakan terbukti lebih ekonomis dibandingkan metode penggaruan. Hal ini disebabkan oleh ketidakseimbangan antara volume material yang dihasilkan dan biaya operasional pada metode penggaruan, yang dipengaruhi oleh tingginya waktu *standby* dan frekuensi *breakdown* alat. Meskipun demikian, metode penggaruan tetap unggul dalam hal kualitas fragmentasi material.

Secara keseluruhan, metode peledakan dinilai lebih efisien dan layak diterapkan untuk kegiatan pemberaian *overburden* di Pit E Banko Tengah. Namun, dalam kondisi tertentu, kombinasi kedua metode dapat menjadi strategi alternatif yang efektif guna menjaga kontinuitas produksi dan meningkatkan efisiensi operasional.

4. Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode peledakan lebih unggul dibandingkan penggaruan dalam kegiatan pemberaian *overburden* di Pit E Banko Tengah, baik dari segi produktivitas, efisiensi alat gali-muat, maupun biaya operasional. Metode peledakan menghasilkan produktivitas bulanan sebesar 782.271 BCM dan biaya satuan Rp 2.524/BCM, lebih efisien dibandingkan penggaruan yang hanya mencapai 487.225 BCM dengan biaya Rp 4.720/BCM. Selain itu, *excavator* Liebherr R-9100 yang digunakan pada metode peledakan menunjukkan produktivitas dan efisiensi kerja yang lebih tinggi dibandingkan Komatsu PC1250SP untuk metode penggaruan. Meskipun penggaruan memiliki kualitas fragmentasi material yang lebih baik, secara keseluruhan, peledakan dinilai sebagai metode yang lebih efektif dan ekonomis untuk kondisi di lokasi penelitian. Akan tetapi untuk hasil yang lebih maksimal dapat dilakukan kajian lebih lanjut oleh peneliti selanjutnya dengan menambahkan data data uji sifat fisik dan mekanik material

overburden dan perubahan geometri peledakan agar hasil fragmentasi yang dihasilkan lebih baik.

Daftar Pustaka

- Agnesty, I., Purwoko, B., & Meilasari, F. (2019). Kajian Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batuan Granit di PT Hansindo Mineral Persada. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 6(2), 59-68.
- Bahar, W., Nurfasiha, & Kumalasari, R. (2024). Analisis Pengaruh Pola Pemuatan Top Loading dan Bottom Loading Ore terhadap Produktivitas Penambangan pada PT. Bumi Karya Makmur (Site Job PT. Ceria Nugraha Indotama) Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. *Mining Science and Technology Journal*, 3(2), 112-117.
- Fauzi, H., N. (2021). Optimalisasi Spasi Ripping Bulldozer terhadap Fragmentasi Batubara Seam B2 di Tambang Banko Barat PT X Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(1), 1-7.
- Hidayatullah, R., Salmani. (2019). *Teknik Peledakan*. Banjarmasin: Poliban Press.
- Ilhami, T. B. U. M. (2024). *Optimalisasi Kinerja Ripping Bulldozer dengan Metode Simulasi Penentuan Alokasi di Pit 4 PT Cipta Kridatama*. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, RI. (2018). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI Nomor 1827K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*.
- Kusrin. (2008). *Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat*. Semarang: Universitas Semarang.
- Rifqi, A., Ariska, P., Insagi, R. C., Gobel, A. P. (2024). Analisa Produktivitas Alat Pemberaian Bulldozer Ripper Caterpillar D9R dan D10R untuk Mencapai Target Standar Produktivitas Material Overburden dan Batubara di Pit 4 PT Cipta Kridatama Site PT Dizamatra Powerindo Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan dan Lingkungan*, 5(1), 45-51.
- Soemardikatmodjo, I., (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

- Tenriajeng, A. T. (2003). *Seri Diktat Kuliah Pemindehan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma
- Toding, G., L., Budiarto, Putri, R. H. K. (2021). Analisa Perbandingan Produktifity Backhoe PC 2000 Unit 277 dan 278 terhadap Material Hasil Blasting dan Free Digging di PT Sims Jaya Kaltim. *PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN III)*, 3(1), 1-7.
- Toha, M., 2022. Technical Blasting and Ripping of Overburden to Reduce the Effect of Ground Vibration on Slope Stability and Residence around Coal Mine. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(3), 937.
- Yeni, F. D., Yulhendra, D., 2019. Analisa Ekonomi Penggalan Overburden dengan Menggunakan Metode Penggaruan Dibandingkan dengan Metode Peledakan pada Penambangan Batubara PT Madhani Talatah Nusantara Site Gendang Timburu Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), 165-174.