

Analisa Ekonomi Penggalian Overburden dengan Menggunakan Metode Penggaruan Dibandingkan dengan Metode Peledakan pada Penambangan Batubara PT Madhani Talatah Nusantara Site Gendang Timburu Kotabaru Kalimantan Selatan

Fitri Desri Yeni^{1*}, and Dedi Yulhendra^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

*fitri.desriyeni@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. Madhani Talatah Nusantara Company Site 037C Gendang Timburu is a contractor in the mining concession PKP2B Kalimantan Energi Lestari Company were located in Gendang Timburu village, Durian River District, Kotabaru, South Kalimantan Province. The implementation of mining activities requires for good planning, with the aim of providing a large profit for the company. Mining equipments productivity are the main thing that plays a role in supporting the company's production. Mining activities are carried out by blasting and *ripping* processes to achieve production targets. Among the excavation methods have differences in productivity and economy. So based on the background above, the research is conducted with the aim of seeing the technical costs differences in the of using both of the method. From the results of the study, it was found that in the *ripping* activitis using of D9R *bulldozer* type heavy equipment, the cost of using Liebherr R-9250 hydraulic excavator was obtained with a large operating cost in the rock grading activity of Rp. 7.299,90/bcm with total profits after revenue reduction namely Rp. 22.437,10/bcm. Whereas by using the blasting method with the type MD6290 and using a loading device, namely the hydraulic excavator R-9250, the operational costs of Rp 7.508,68/bcm with a profit of Rp. 21.113,32/bcm..

Keywords: Produktifitas, Ripping, Blasting, Ekonomi, Coal.

1. Pendahuluan

PT. Madhani Talatah Nusantara Site 037C Gendang Timburu merupakan Kontraktor di wilayah konsesi PKP2B PT Kalimantan Energi Lestari yang terletak di desa Gendang Timburu, Kec Sungai Durian kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. Dalam kegiatan penambangan PT Madhani Talatah Nusantara dengan pengoperasian peralatan mekanis seperti excavator untuk pemuatan dan dump *Truck* sebagai alat angkut. PT. Madhani Talatah Nusantara sebagai kontraktor pertambangan berkewajiban untuk pemenuhan kebutuhan Batubara 2018 rata-rata sebesar 156.666 Ton Perbulan dengan Pengupasan Overburden sebesar 2.140.169 Bcm Perbulan.

Pada area penambangan PT. Madhani Talatah Nusantara, metode pengupasan tanah penutup yaitu metode penggaruan dan metode peledakan^[1]. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-

masing baik dari segi produktivitas yang dihasilkan maupun biaya yang dikeluarkan. Dari kelebihan dan kekurangan, baik produktivitas antara metode penggaruan dengan metode peledakan Perlu dikaji agar penerapan metode penggaruan dan metode peledakan menjadi efektif.

Kegiatan peledakan merupakan metoda yang banyak dilakukan di industri pertambangan untuk memberaikan material yang keras^[2]. Kegiatan peledakan ini bertujuan untuk menghancurkan batuan agar lebih mudah dan mempermudah proses penggalian yang akan dilakukan oleh alat gali muat^[3]. Namun, berbagai macam permasalahan yang di timbulkan dari kegiatan Peledakan justru terkadang kegiatan tersebut tidak bisa terlaksana, salah satu kendala dari kegiatan peledakan tersebut adalah susah nya pengurusan izin kegiatan Peledakan tersebut.

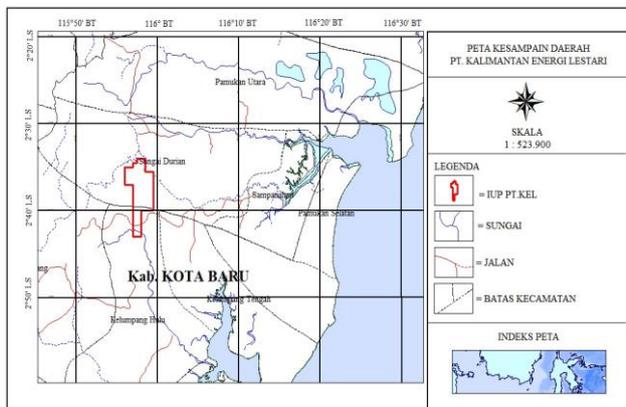
Untuk mencapai efisiensi dan efektifitas dalam kegiatan penambangan baik dari segi teknis maupun ekonomis maka sebaiknya dilakukan kajian terlebih

dahulu untuk mengetahui metode pembongkaran yang paling baik. Dari segi teknis yang akan dikaji atau dibandingkan adalah waktu penggalian dari alat muat yang menggali batuan hasil dari penggaruan maupun Peledakanserta tercapai atau tidaknya target produksi yang diinginkan. Alasan digunakannya waktu penggalian sebagai parameter karena waktu penggalian sangat berpengaruh terhadap produktivitas dari alat gali-muat tersebut dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap ketercapaian target produksi. Sedangkan dari segi ekonomis yang akan dikaji adalah biaya produksi/bcm batuan yang digali dari hasil penggaruan dan Peledakan.

Dengan penjelasan di atas, maka penulis mengajukan judul penelitian mengenai “**Analisa Ekonomi Penggalian Overburden dengan Menggunakan Metode Penggaruan Dibandingkan dengan Metode Peledakan pada Penambangan Batubara PT Madhani Talatah Nusantara Site Gendang Timburu Kotabaru Kalimantan Selatan**”.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penambangan batubara oleh PT. Kalimantan Energi Lestari terletak di Desa Gendang Timburu, Kecamatan Sungai Durian, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Dari Kota Provinsi Kalimantan Selatan (Kota Banjarmasin) menuju wilayah tambang, melalui jalan aspal dengan kualitas yang baik (status jalan adalah jalan negara dengan melewati beberapa daerah yaitu : Pleihari – Jorong – Kintap – Satui – Pagatan – Batu Licin – Serongga – Manggalau Hulu – Gendang Timburu, dengan lebar jalan (termasuk bahu jalan) kurang lebih 10 – 12 meter dengan perlapisan permukaan jalan adalah cukup baik. Secara astronomis lokasi penambanga dapat dilihat pada Gambar 1 dan titik Koordinat bisa dilihat pada tabel 1 di bawah ini:



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

3. Kajian Teori

Untuk pengupasan overburden dengan material yang tidak sanggup langsung digali oleh alat gali-muat maka harus dilakukan terlebih dahulu kegiatan memberaikan batuan baik itu dengan cara penggaruan ataupun dengan Peledakan.

Sifat mekanik batuan di antaranya adalah kuat tekan uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength*) dan kekerasan batuan. Kuat tekan uniaksial batuan merupakan ukuran kemampuan batuan untuk menahan beban atau gaya yang bekerja pada arah uniaksial. Klasifikasi kuat tekan *uniaksial* batuan utuh dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Klasifikasi Umum Jenis Massa Batuan Berdasarkan UCS

Metode	UCS (MPa)	Alat
<i>Free digging</i>	1-10	<i>Shovel, Loader, BWE</i>
<i>Penggaruan</i>	10-25	<i>Ripper</i>
<i>Rock Cutting</i>	10-50	<i>Rock cutter</i>
<i>Peledakan</i>	>25	<i>Pengeboran dan peledakan</i>

Dari Tabel 1 dapat diterangkan bahwa batuan yang memerlukan proses Penggaruan dan Peledakan dalam pemberaian adalah batuan dengan UCS > 10 MPa. Kekerasan dapat dipakai dalam menyatakan besarnya tegangan yang diperlukan untuk menyebabkan kerusakan pada batuan.

3.1. Penggaruan

3.1.1. Pengertian Bulldozer

Bulldozer adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai untuk pekerjaan yang memiliki traksi yang tinggi. Mesin penggerak utama *bulldozer* adalah traktor dan dibagian depan *bulldozer* dilengkapi dengan blade dan *ripper* di bagian belakang. Alat ini digunakan pada pekerjaan serbaguna seperti menggali, mendorong, menggosur, meratakan, menarik beban, menimbun, dan lain-lain.

3.1.2. Macam-Macam Ripper

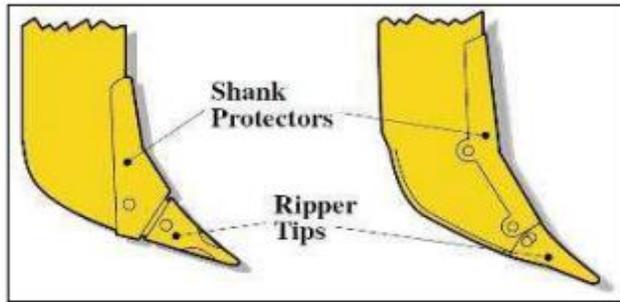
Macam-macam jenis *ripper* dibedakan menurut keadaannya yaitu, *Ripper* yang berupa alat tersendiri, *Ripper* yang ditarik oleh kendali (*controlled*), *Ripper* yang dipasangkan dengan *bulldozer*, yang berfungsi sebagai *tractor*.

Berdasarkan cara gerak naik dan turunnya ada tiga tipe *ripper*, yaitu: Tipe *hinge* (engsel) merupakan *tooth angle* berubah-ubah sesuai kedalaman penancangan. Tipe *parallelogram* pada tipe ini *tooth anglenya* tetap sewaktu naik atau turun pada saat menancarkan *tooth*. Tipe ini didasarkan pada jumlah giginya. Tipe *adjustable parallelogram*: merupakan kombinasi antara tipe *hinge* dan tipe *parallelogram*, sehingga mempunyai gerakan menancap sesuai dengan yang dikehendaki oleh karakteristik dari batuan yang akan di *Penggaruan*.

Mudah atau tidaknya shank *ripper* melakukan penetrasi ke permukaan suatu material, bergantung pada sudut penetrasinya yaitu sudut yang dibuat antara permukaan material dengan shank *ripper* searah majunya gerakan *bulldozer*.

Gigi-gigi *ripper* dapat diganti apabila sudah aus, tetapi penggantinya jangan sampai dilakukan setelah kausan mencapai inti gigi, karena akan sia-sia. Bila hal ini

terjadi maka *ripper* harus diganti seluruhnya. Bagian-bagian *shank ripper* (gigi *ripper*) dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Bagian-bagian *Shank Ripper*

3.1.3. Mekanisme Ripping pada Bulldozer

Ripping dilakukan menggunakan *bulldozer* yang dilengkapi dengan *ripper*. *Ripping* bertujuan untuk menghancurkan material (batubara) yang keras sebelum dilakukan penggusuran. Kekuatan *ripper* tergantung pada kemampuan bahan pembuatnya untuk masuk kedalam lapisan material (batubara) dan kekuatan mesin *bulldozer* yang menarik *ripper* tersebut. *Ripper* pada *bulldozer* bersifat adjustable (dapat dinaik-turunkan) dengan menggunakan hydraulic control. *Ripper* dengan sifat adjustable dapat memudahkan pengaturan kedalaman penetrasi *ripper* sesuai dengan yang dikehendaki dan keadaan material yang akan digaru. beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk memperoleh hasil panggaruan (*ripping*) yang baik, yaitu:

- 1) Kedalaman penetrasi *ripper* mempengaruhi produktivitas *ripping*. Jika keadaan lapangan memungkinkan, gigi *ripper* harus ditancapkan sedalam mungkin dengan memakai seluruh kekuatan yang dimiliki *bulldozer*.
- 2) Saat menggali dan merobek bagian yang keras, jalur *ripping* harus lurus dan pada saat akan melakukan belokan, gigi *ripper* harus diangkat terlebih dahulu agar *ripper* tidak terpuntir, patah atau terjadi kerusakan pada kerangka.
- 3) Jika terkait pada benda yang keras, sehingga *bulldozer* penariknya terhenti, maka diangkat dahulu kemudian diperiksa apakah yang menyebabkan ketidaklancaran tersebut.
- 4) Kuku *ripper* (*pick*) dan *shank protector* yang telah aus dan tumpul harus diganti atau dipertajam, karena dapat menurunkan produktivitas *ripping*.

Material yang dapat digaru dengan *ripper* berdasarkan dari sifat fisiknya adalah^[4]:

- 1) Material memiliki bidang lemah berupa patahan, joint atau kekar. Semakin banyak bidang lemah yang terdapat pada material penggaruan akan semakin mudah.
- 2) Material hasil pelapukan atau material yang lapuk (*weathered material*). Material yang lapuk memiliki kekuatan yang lemah, sehingga akan lebih mudah untuk dibongkar.

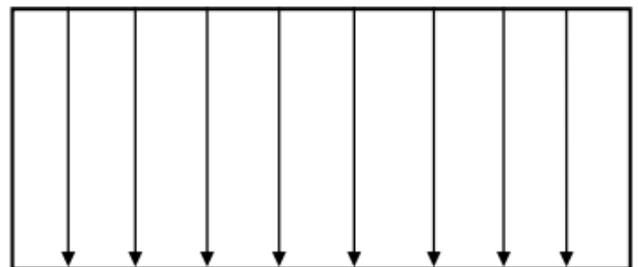
- 3) Material *brittle* dan memiliki struktur yang kristalin. *Brittle* dapat diartikan rapuh, jadi sifat *brittle* material akan memudahkan pembongkaran.
- 4) Material memiliki bidang perlapisan atau berstruktur stratifikasi. Bidang perlapisan material merupakan bidang lemah dari material tersebut, sehingga dapat memudahkan dalam pembongkaran material tersebut.
- 5) Material terbentuk dari kumpulan butiran-butiran yang besar. Material dengan butiran yang besar biasanya akan menyebabkan banyak celah yang tidak terisi diantara butiran tersebut. Celah ini dapat mempermudah pembongkaran material tersebut.
- 6) Material memiliki kuat tekan rendah (*low compressive stress*). Saat pembongkaran material, *ripper* akan ditancapkan kedalam lapisan material dan akan menekan material tersebut sampai terbongkar dari perlapisannya. Maka dengan kuat tekan rendah, material akan mudah untuk dibongkar.

3.1.4. Metode Garu (*Ripping*)

Metode Garu yang biasanya digunakan pada pembongkaran material adalah metode Garu berdampingan dan metode Garu silang siur. Kedua metode ini bertujuan agar hasil Garu dapat sesuai dengan yang diinginkan dan dapat mempermudah alat muat melakukan pemuatan material relatif angkat.

Metode Garu Berdampingan

Metode ini paling sering digunakan pada penggalian lapisan material yang relatif mudah terbongkar. Metode ini relatif lebih cepat dibandingkan dengan metode silang siur, sehingga dapat menghemat waktu kerja *ripper*. Metode garu dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini ^[5]:



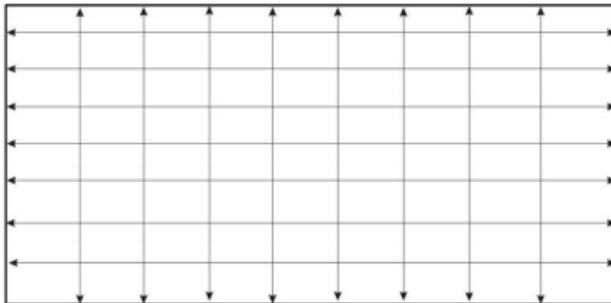
Gambar 3. Metode Garu Berdampingan

Metode ini dilakukan dengan cara menggaru dengan *ripper* secara berdampingan atau sejajar ke satu arah. Setelah *ripper* melakukan satu kali garu dan kembali ke posisi semula, selanjutnya *ripper* akan maju kembali menggaru dengan spasi tertentu dari hasil Garu sebelumnya (jarak antar *line garu*). Selanjutnya *ripper* akan terus bergerak ke samping hingga seluruh area Garu terbongkar.

Metode Cross Ripping

Metode ini digunakan pada penggaruan material yang relatif keras dan sukar untuk dibongkar. Metode ini

dilakukan dengan cara yang relatif sama dengan Garu berdampingan, akan tetapi setelah garu berdampingan dilakukan garu penyilangan dengan arah tegak lurus arah garu sebelumnya. Tujuan dari metode garu ini adalah untuk menghasilkan hasil *garu* dengan ukuran yang relatif kecil. Ukuran hasil *garu* biasanya ditentukan dengan melihat kemampuan dari alat muat ataupun syarat ukuran untuk *feed crusher*. Garu silang siur memerlukan waktu yang lebih banyak dibandingkan garu berdampingan untuk membongkar suatu lapisan material dengan luas yang sama. Metode *Cross Ripping* dapat dilihat pada Gambar 4 Berikut ini:

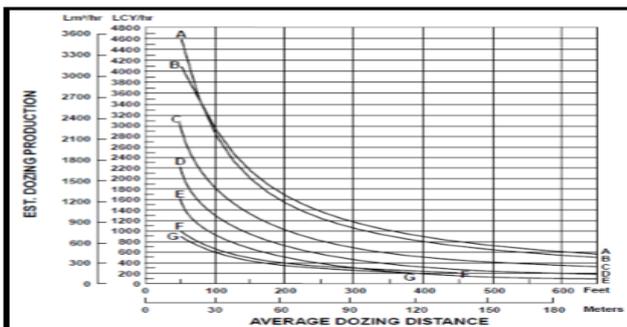


Gambar 4. Metode *Cross Ripping*

3.1.5. Produktivitas Bulldozer

Salah satu cara yang diperkenalkan untuk mengestimasi produktivitas dozing adalah dengan menggunakan kurva produksi. *Caterpillar* memberikan kurva produksi untuk mengestimasi volume material yang dapat didorong oleh *Caterpillar Bulldozer*. Karena pada lokasi penelitian, *bulldozer* yang digunakan adalah tipe D9R maka untuk mengestimasi produktivitasnya digunakan kurva D. Jumlah produksi yang ada pada kurva tersebut merupakan nilai maksimum yang didasarkan pada kondisi ideal, yaitu efisiensi kerja 100% atau 60 menit/jam.

Karena estimasi produksi *bulldozer* yang ada pada kurva adalah produksi maksimum, maka dibutuhkan faktor koreksi agar estimasi tersebut mendekati keadaan aslinya (Tabel 2). Kurva Estimasi Produksi *Dozing* untuk *universal Blade* Bisa di lihat pada gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Kurva Estimasi Produksi Dozing untuk *Universal Blade*

Tabel 2. Faktor Koreksi Berdasarkan Kondisi Kerja

Job Condition	Track Type
Operator:	
Excellent	0.1
Average	0.75
Poor	0.6
Material:	
Loose Stockpile	1.2
Hard To cut: Frozen - With tilt Cylinder	0.8
Hard To cut: Frozen - Without tilt Cylinder	0.7
Hard To drift (Dry, Non Cohesive material) or Very Sticky Material	0.8
Rock, Ripped or Blasted	0.6-0.8
Slot Dozing	1.2
Side By Side dozing	1.15-1.25
Visibility : Dust, Rain, Snow, Fog or Darkness	0.8
Job Efficiency:	
40 Min/Hr	0.67
50 Min/Hr	0.83
Type of Bulldozer (Use in Estimated dozing Production Curve)	
Grade (See the following Graph)	

3.1.6. Menghitung Produktivitas Penggaruan

Untuk menghitung produksi kerja alat garu ada 4 tahapan perhitungan yang harus diperhitungkan. Keempat tahapan itu yaitu^[6]:

Menghitung Volume Penggaruan Aktual

Untuk memperoleh volume Penggaruan ada 3 faktor yang harus dipertimbangkan, yaitu: lebar garuan, penetrasi dan panjang garuan.

Menghitung Waktu Siklus

Langkah kedua adalah menghitung waktu siklus. Waktu siklus *ripper* memang berbeda dengan alat-alat berat lainnya. Waktu siklus *ripper* dan dihitung dengan cara:

$$Ct = \text{waktu Penggaruan} + \text{waktu tetap} \quad (1)$$

Menghitung Produksi Kerja Kasar

Menghitung produksi kerja kasar adalah menghitung perkiraan volume material asli (BCM) yang dapat di Penggaruan dalam satu jam kerja.

Menghitung Produksi Kerja Aktual

Produksi kerja aktual adalah produksi kerja yang dihitung berdasarkan perhitungan teoritis dengan mempertimbangkan seluruh faktor yang mempengaruhi produksi kerja tersebut. Perhitungan produksi *Garu* oleh *bulldozer* dapat dilakukan dengan menggunakan formula berikut:

$$TP = LK \times P \times J \times 60 \times \frac{60}{(F + R + Z)} \quad (2)$$

Keterangan:

- TP = taksiran produksi *Garu* (m³/jam)
- LK = lebar kerja (meter)
- P = kedalaman penetrasi (meter)
- FK = factor koreksi
- J = jarak *Garu* (meter)

F = kecepatan maju (meter/menit)
 R = kecepatan mundur (meter/menit)
 Z = waktu tetap (menit)

3.1.6. Biaya Penggaruan

Untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan pada kegiatan Penggaruan, terdiri dari dua komponen biaya yaitu: *Owning Cost* (biaya kepemilikan) dari alat yang digunakan dan *Operating Cost* (biaya operasi) dari alat yang digunakan.

3.2. Peledakan

Peledakan merupakan proses pembeaian batuan dalam volume yang besar dengan menggunakan bahan peledak agar massa batuan mudah digali dan diangkut [7].

3.2.1. Geometri Peledakan

Geometri peledakan menjadi parameter yang sangat penting untuk menentukan tingkat fragmentasi yang didapat. Apabila tingkat fragmentasi masih belum sesuai dengan hasil yang diharapkan, maka dapat diperbaiki dengan mengubah geometri peledakan hingga diperoleh tingkat fragmentasi sesuai harapan[8].

Bagian-bagian dari geometri peledakan antara lain yaitu :

Burden

Burden merupakan jarak tegak lurus terpendek antara lubang tembak yang diisi bahan peledak dengan bidang bebas atau ke arah mana batuan hasil peledakan akan terlempar.

Spasi

Spacing adalah jarak antara lubang ledak yang satu dengan lubang ledak yang lainnya dalam satu baris. Harga *spacing* sangat tergantung dari harga *burden*.

Stemming (T)

Stemming adalah lubang ledak bagian atas yang tidak diisi dengan bahan peledakan, tetapi biasanya diisi oleh abu hasil pemboran atau material yang berukuran kerikil dan dipindahkan di atas bahan peledak[9].

Subdrilling (J)

Subdrilling adalah kelebihan kedalaman yang terdapat di bawah batas *floor* jenjang.

Kedalaman Lubang Ledak (H)

Kedalaman lubang ledak merupakan kedalaman lubang ledak yang akan diledakkan yang merupakan perjumlahan antara tinggi jenjang dengan *subdrilling*.

3.2.2. Analisa Hasil Peledakan

Fragmentasi

Fragmentasi batuan hasil peledakan merupakan salah satu parameter kesuksesan suatu peledakan, dimana fragmentasi ini akan mempengaruhi tahapan-tahapan selanjutnya, seperti digging, hauling, dan crushing^[10]. Fragmentasi hasil peledakan dapat dilihat pada gambar 7, di bawah ini:



Gambar 7. Fragmentasi Peledakan

Back Break

Back Break yang terjadi di sekitar lubang ledak akan merubah material padat di belakang lubang ledak menjadi retakan. Hal ini disebabkan karena tingginya temperatur dan tekanan gas-gas hasil reaksi peledakan serta tingginya tekanan detonasi. Ukuran daerah ini tergantung pada jenis bahan peledak dan material yang diledakkan.

Flying Rock

Flying rock merupakan terlemparnya batuan akibat operasi peledakan yang disebabkan oleh distribusinya energi peledakan yang kurang baik. Bila lemparan batuan dominan kearah vertikal berarti kolom *stemming* terlalu dangkal, sedangkan apabila perlemparan batuan dominan ke arah horizontal (jauh) berarti *burden* terlalu kecil.

Misfire

Misfire adalah keadaan dimana bahan peledak yang dipasang di dalam lubang ledak tidak meledak. Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan peledak itu sendiri, detonator atau kawat penghantar. Untuk menghindari terjadinya *misfire* perlu dilakukan perawatan perlengkapan peledakan selain ketelitian regu peledak dalam menjalankan tugasnya.

Getaran Tanah

Getaran tanah (*ground vibration*) merupakan gelombang yang bergerak di dalam tanah akibat dari adanya sumber energi, sumber energi tersebut dapat berasal dari alam, seperti gempa bumi atau adanya aktivitas peledakan^[11].

3.3. Owning Cost and Operating Cost

3.3.1. Owning Cost (Biaya Kepemilikan)

Owning cost atau biaya kepemilikan adalah biaya yang harus dikeluarkan pemilik alat berat tersebut walaupun alat tidak beroperasi tetapi biaya ini tetap harus dibayarkan.

3.3.2. Depreciation Cost (Biaya Depresiasi)

Operating cost / biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan pada saat operasi penambangan dilakukan.

Depreciation Cost (Biaya Depresiasi) seperti biaya bahan bakar, Lubricant (*Oil and Grease*), *Filters*, and *Periodic Maintenance Labor*, Ban (*Tires*), Biaya Perbaikan (*Repair Cost*), *Special Items (teeth bucket, ripper point, dan shank pada grader)*, Gaji Operator (*Operator Salary*).

4. Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan, yaitu dilakukan dengan maksud mengaplikasikan atau menguji teori yang ada dan memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis.

Metode penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian dimana data yang dikumpulkan berupa angka (numbers) sebagai lambang dari peristiwa atau kejadian dan dianalisa. Selain itu, dalam penelitian ini teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan, wawancara (Interview), dan analisis dokumen

4.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang penulis lakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

4.2.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan kegiatan pencarian sumber-sumber ilmu yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian. Sumber tersebut didapat dengan melakukan pencarian dari buku-buku, jurnal, dan internet.

4.2.2. Penelitian di Lapangan

Dalam pelaksanaan penelitian di lapangan ini akan dilakukan beberapa tahap, yaitu: Orientasi Lapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan penambangan dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas dan Pengambilan data

4.2.3. Studi Pustaka

Yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan membaca buku-buku literatur yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas dan data-data serta arsip perusahaan sehingga dapat digunakan sebagai landasan dalam pemecahan masalah.

4.3. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan merata-ratakan nilai *digging time excavator* terhadap batuan hasil garu dan peledakan. Setelah didapat *digging rate* dari excavator yang menggali batuan hasil dari garu dan peledakan maka akan dilakukan perbandingan dan kajian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi sehingga akan didapatkan metode penggalan yang sesuai dengan kebutuhan ditinjau dari segi teknis, Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya produksi per bcm batuan baik untuk metode penggalan dengan penggaruan maupun peledakan. Setelah didapatkan biaya produksinya maka akan dilakukan perbandingan dan kajian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi sehingga akan didapatkan metode penggalan yang sesuai dengan kebutuhan ditinjau dari segi ekonomis.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1. Pengumpulan Data

5.1.1. Cycle time Bulldozer D9R

Pengambilan data *Cycle time* Alat garu Bulldozer D9R yang penulis lakukan adalah metode kuantitatif dengan cara observasi langsung di lapangan. Data *Cycle time Bulldozer D9R* dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. *Cycle time Bulldozer D9R*

No	Lebar garuan (m)	Panjang garuan (m)	Penetrasi (m)	Waktu maju (dik)	Waktu mundur (dik)	Waktu Tetap (dik)	Total Cycle Time	Produktivitas (bcm)
1	0,85	16,7	1,2	37	17	2	56,00	1.095
2	0,8	16,5	1,2	30	21	2	53,00	1.076
3	0,85	17,0	1,2	36	18	2	56,00	1.115
4	0,9	17,0	1,2	37	15	2	54,00	1.224
5	0,92	17,0	1,2	37	16	2	55,00	1.228
6	0,85	17,0	1,2	40	17	2	59,00	1.058
7	0,8	17,0	1,2	33	18	2	53,00	1.109
8	0,83	17,0	1,2	38	15	2	55,00	1.108
9	0,82	17,0	1,2	39	15	2	56,00	1.075
10	0,85	17,0	1,2	37	17	2	56,00	1.115
11	0,9	17,0	1,2	42	15	2	59,00	1.120
12	0,85	16,6	1,2	40	16	2	58,00	1.051
13	0,85	16,4	1,2	38	14	2	54,00	1.115
14	0,85	17,0	1,2	40	14	2	56,00	1.115
15	0,85	17,0	1,2	42	15	2	59,00	1.058
Rata-Rata	0,85	16,79	1,20	36,13	15,60	2,00	53,73	1.153

5.1.2. Cycle time Hydraulic Excavator R9250 Material Garu

Pengambilan data dilapangan yang penulis lakukan untuk kegiatan penggalian interburden adalah metode kuantitatif, dimana penggalian dilakukan menggunakan Alat Excavator jenis Liebherr R-9250 dengan material yang di muat adalah material hasil Penggaruan. Data Cycle time Hydraulic Excavator R9250 Material Garu dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Cycle time Hydraulic Excavator R9250 Material Garu

No	No Unit Truck	Digging time (detik)	Swing isi (detik)	Tumpah (detik)	Swing kosong (detik)	Total Cycle time (detik)
1	TR-3149	26	9	4	4	43
		25	13	4	8	50
		26	8	7	7	48
		29	8	5	8	50
2	TR-3146	29	8	4	6	47
		20	9	4	9	42
		23	9	5	9	46
3	TR-3148	22	8	4	7	41
		29	8	6	6	49
		30	6	4	5	45
		29	9	4	5	47
4	TR-3147	29	10	5	9	53
		26	9	4	5	44
		28	10	5	5	48
		29	8	4	6	47
5	TR-3187	24	9	5	7	45
		23	8	4	8	43
		27	9	4	7	47
		24	10	6	6	46
	Rata-Rata	27,13	9,26	4,47	6,76	47,63

Dari tabel diatas maka didapat rata-rata dari cycle time atau waktu edar dari Excavator dengan material Garu diangka 47,63 detik.

5.1.3. Cycle time Hydraulic Excavator R-9250 Material Peledakan

Pengambilan Data untuk Cycle time excavator pada material peledakan interburden A1 dilakukan dengan mengambil data yang sudah ada (data sekunder) di PT Madhani Talatah Nusantara karena pada saat penulis melakukan penelitian ini kegiatan peledakan masih tertunda karena izin peledakan yang belum keluar dari pemerintah. Data CycleTimeHydraulicExcavator R-9250 Material Peledakan dapat di lihat pada tabel 5 di bawah ini:

Tabel 5. Data Cycle time Excavator R-9250 Material Peledakan

No	No Unit Truck	Digging time (detik)	Swing isi (detik)	Tumpah (detik)	Swing kosong (detik)	Total Cycle time (detik)
1	TR-3097	20	8	4	4	36
		17	11	5	7	40
		16	7	6	6	35
		18	8	5	7	38
		17	8	4	6	35
2	TR-3098	16	8	4	10	38
		18	9	4	9	40
		18	8	4	8	38
		17	8	4	6	35
3	TR-3097	18	7	4	6	35
		17	8	4	5	34
		15	9	5	8	37
		16	9	5	5	35
4	TR-3100	18	9	5	5	37
		18	7	4	5	34
		20	8	4	7	39
		17	8	5	8	38
5	TR-3098	18	8	5	7	38
		16	9	5	8	38
		17	9	4	7	37
			Rata-Rata	17,63	8,94	4,44

Dari Tabel di atas makanya di dapatkan waktu edar dari material Peledakan lebih sedikit di dibandingkan dengan material Garu yaitu sebesar 37,79 Detik.

5.1.4. Geometri Peledakan Aktual

Data Geometri peledakan ini merupakan data sekunder yang didapat dari PT Madhani Talatah Nusantara karena karena pada saat penulis melakukan penelitian ini kegiatan peledakan sedang tidak ada di karena kan izin Pemilikan, Penguasaan, dan Penyimpanan Bahan Peledak (P3) belum keluar dari pemerintah.

Rata-rata geometri peledakan yang digunakan yaitu dengan *burden* = 7.5 m, *spacing* = 8.5 m, dan *sub-drill* = 0.5 m, namun untuk *total depth* berbeda-beda tergantung dengan topografi area peledakan, berikut geometri actual pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Geometri Peledakan Aktual

Tanggal	PANEL	SEAM	B (m)	S (m)	Depth Actual (m)	Actual Hole (hole)	Sub Drill (m)	Total Depth (m)	Total Volume (bcm)	PF Actual (kg/bcm)
01-Apr-18	5	A1	7,5	8,5	10,4	88	0,5	915,2	55.539,00	0,19
04-Apr-18	5	A1	7,5	8,5	10,4	43	0,5	447,2	27.138,38	0,23
06-Apr-18	4	A1	7,5	8,5	10,3	37	0,5	381,1	23.115,75	0,23
14-Apr-18	4	A1	7,5	8,5	10,1	38	0,5	382,7	23.188,42	0,21
17-Apr-18	5	A1	7,5	8,5	10	70	0,5	701,4	42.483,00	0,21
18-Apr-18	5	A1	7,5	8,5	10	43	0,5	429,2	25.990,88	0,2
22-Apr-18	4	A1	7,5	8,5	10,4	71	0,5	736,5	44.688,75	0,18
23-Apr-18	5	A1	7,5	8,5	10,5	116	0,5	1215,9	73.816,12	0,23
24-Apr-18	4	A1	7,5	8,5	9,6	27	0,5	259,3	15.669,75	0,16
04-Mei-18	4	A1	7,5	8,5	9,2	22	0,5	201,3	12.131,63	0,21
07-Mei-18	4	A1	7,5	8,5	10,2	88	0,5	894,2	54.200,25	0,22
09-Mei-18	4	A1	7,5	8,5	10	20	0,5	200,6	12.150,75	0,22
09-Mei-18	4	A1	7,5	8,5	10,1	65	0,5	658,9	39.933,00	0,22
10-Mei-18	4	A1	7,5	8,5	5,1	50	0,5	256,5	14.758,13	0,21
15-Mei-18	5	A1	7,5	8,5	10,3	44	0,5	453,2	27.489,00	0,24
16-Mei-18	5	A1	7,5	8,5	9,1	118	0,5	1079,2	65.037,75	0,2
17-Mei-18	5	A1	7,5	8,5	6,2	79	0,5	491,6	28.821,37	0,21
			7,50	8,50	9,52	59,94	0,50	570,82	34.479,53	0,21

5.2. Pembahasan

5.2.1 Produktifitas Bulldozer D9R untuk Melakukan garu

Untuk menentukan produktivitas Garuan adalah dengan mengestimasi volume Interburden Area lokasi penggaruan lalu menghitung waktu yang dibutuhkan

untuk melakukan penggaruan sehingga didapatkan estimasi produktivitas Penggaruan/jam.

Diketahui:

- Panjang Garuan : 16,79 Meter
- Lebar Garuan : 0,85 Meter
- Penetrasi : 1,2 Meter
- Waktu Maju : 36 Detik
- Waktu Mundur : 16 Detik
- Waktu Tetap : 2 Detik
- Total waktu : 54 M

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 Kali Ripping} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Penetrasi} \\ &= 16,79 \text{ m} \times 0,85 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \\ &= 17,13 \text{ Bcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TP} &= \text{LK} \times \text{P} \times \text{J} \times 60 \times 60/\text{ctm} \\ &= 16,79 \text{ m} \times 0,85 \text{ m} \times 1,2\text{m} \times 60 \text{ Menit} \times 60/\text{ctm} \text{ Menit} \\ &= 17,13 \text{ m} \times 60 \text{ Menit} \times 60/52 \text{ Menit} \\ &= 1.142 \text{ Bcm/Jam} \end{aligned}$$

5.2.2. Produktifitas Hydraulic Excavator R-9250 material garu

Berdasarkan pengamatan yang penulis lakukan untuk produktifitas excavator R-9250 untuk material Garuan di *Interburden A1* adalah

Diketahui:

- Digging time* = 1.953 Detik
- Swing isi* = 667 Detik
- Tumpah* = 322 Detik
- Swing kosong* = 487 Detik
- Total Cycle time* = 3.429 Detik
- Jumlah Data = 72 Data
- Jumlah *Ritasi Truck* = 18 Rit
- Jumlah *Bucket 1 Truck* = 4 *Bucket*
- Kapasitas *Truck* = 40 Bcm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \text{Jumlah Ritasi} \times \text{Kapasitas Truck} \\ &= 18 \times 40 \\ &= 720 \\ \text{Produktifity} &= 3.600/\text{ctm} \times \text{Produksi} \\ &= 3.600/3.249 \times 720 \\ &= 756 \text{ Bcm/Jam} \end{aligned}$$

5.2.3. Produktifitas Hydraulic Excavator R-9250 Material peledakan

Diketahui:

- Digging time* = 1.269 Detik
- Swing isi* = 644 Detik
- Tumpah* = 320 Detik
- Swing kosong* = 488 Detik
- Total Cycle time* = 2,721 Detik

- Jumlah Data = 72 Data
- Jumlah *Ritasi Truck* = 18 Rit
- Jumlah *Bucket 1 Truck* = 4 *Bucket*
- Kapasitas *Truck* = 40 Bcm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \text{Jumlah Ritasi} \times \text{Kapasitas Truck} \\ &= 18 \times 40 \\ &= 720 \\ \text{Produktivitas} &= 3.600/\text{ctm} \times \text{Produksi} \\ &= 3.600/2.721 \times 720 \\ &= 953 \text{ Bcm/Jam} \\ &= 720 \\ \text{Produktifity} &= 3.600/\text{ctm} \times \text{Produksi} \\ &= 3.600/3.249 \times 720 \\ &= 756 \text{ Bcm/Jam} \end{aligned}$$

5.2.4. Owing Cost dan Operating Cost

Besaran biaya yang harus dikeluarkan per-bcm dari metode pembongkaran menggunakan *Bulldozer D9R* dengan alat muat Lieber R-9250 dapat di lihat pada tabel 7 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Biaya Operasi dengan Metoda Garu

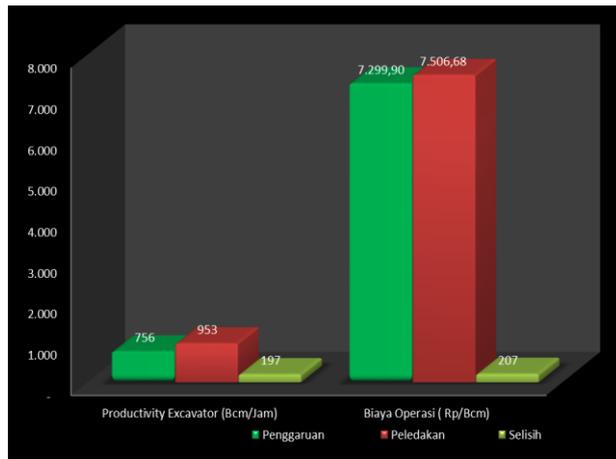
Unit	Biaya Unit/Jam	Produktifitas unit Perjam (Bcm/Jam)	Biaya Perjam (Rp/Bcm)	Total biaya Penerimaan batuan dengan Bulldozer (Rp/Bcm)
Bulldozer D9R	Rp 1.201.558,49	1.153,24	Rp 1.041,90	Rp 7.299,90
Excavator R-9250	Rp 4.730.454,10	755,91	Rp 6.258,00	

Sementara itu, Besaran biaya yang harus dikeluarkan jika menggunakan metode Peledakan dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8 . Biaya Menggunakan Peledakan

Unit	Biaya Unit/Jam	Produktifitas unit Perjam (Bcm/Jam)	Biaya Perjam (Rp/Bcm)	Total biaya Penerimaan batuan dengan Peledakan (Rp/Bcm)
Pemboran	Rp 2.218.988,63	4.185,76	Rp 530,13	Rp 7.506,68
Peledakan			Rp 2.010,67	
Excavator R-9250	Rp 4.730.454,10	952,59	Rp 4.965,88	

Perbandingan produktifitas dan biaya pembongkaran *overburden* menggunakan metode garu dan blasting, dilihat pada gambar 8 di bawah ini :



Gambar 8. Grafik Perbandingan Metode Garu dan Peledakan

Untuk pembongkaran *overburden* dengan metoda garutersebut sebesar Rp 30.737/bcm dan untuk kegiatan peledakan sebesar Rp 28.622/bcm

Keuntungan Menggunakan Metode penggaruan

Keuntungan jika pembongkaran *overburden* menggunakan metode Penggaruan Adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Pembayaran client} - (\text{Total Biaya Penggaruan} + \text{Biaya Loading}) \\ &= \text{Rp } 29.737 / \text{bcm} - \text{Rp } 7.299,90/\text{bcm} \\ &= \text{Rp } 22.437,10/\text{bcm} \end{aligned}$$

Keuntungan Menggunakan Metode Peledakan

Keuntungan jika pembongkaran *overburden* menggunakan metode peledakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Pembayaran client} - (\text{Total Biaya Pemboran dan Peledakan}) \\ &= \text{Rp } 28.622/\text{bcm} - \text{Rp } 7.508,68/ \text{bcm} \\ &= \text{Rp } 21.113,32/\text{bcm} \end{aligned}$$

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

1. Produktifitas Bulldozer D9R Untuk Penggaruan Material *Interburden* A1 di PT Madhani Talatah Nusantara sebesar 1.142 Bcm/Jam Produktifitas alat gali muat pada material hasil garu hydraulic excavator R-9250 sangat dipengaruhi oleh hasil dari Garu bulldozer, semakin banyak material yang bisa di garu maka produktifitas alat gali akan bertambah.
2. Waktu penggalian material Garu lebih banyak di bandingkan dengan Material peledakan karena material garu memiliki tebal hanya 1,2 meter berdasarkan penetrasi point ripper dari bulldozer yang hanya 1,2 Meter dengan kapasitas R-9250 bucket Excavator maka material garu tidak dapat dimuat secara optimal.

3. Biaya yang harus dikeluarkan menggunakan metode Garu sebesar Rp 7.299 Bcm, sedangkan menggunakan metode peledakan sebesar Rp 7.508,68/Bcm. Keuntungan yang di dapat perusahaan dengan Metode Garu ada 22,437.10/bcm, Sedangkan untuk metode peledakan keuntungan yang didapat sebesar Rp 21.113,32/bcm. Pembongkaran *overburden* pada PT Madhani Talatah Nusantara site PT KEL lebih baik menggunakan metode Peledakan. Walaupun biaya Perbcm untuk Metoda Garu lebih murah dibandingkan menggunakan metode Peledakan.

6.2. Saran

1. Untuk menggunakan metode garu ada baiknya alat berat yang digunakan untuk menggaru sesuai dengan kapasitas bucket yang ada. Sehingga ketika melakukan penggalian bucket akan terisi maksimal dan produktifitas alat muat-gali akan optimal.
2. Daerah garu harus memiliki area yang luas sehingga waktu tunggu untuk area ripping akan lebih kecil dan *Cycle time* alat gali-muat tidak lama.
3. Untuk menggunakan metode garu harus ada kajian lebih lanjut mengenai keausan point ripper yang masuk ke dalam owning cost karena point ripper digunakan terus menerus untuk menggaru.
4. Point ripper perlu diberi air untuk mempercepat pendinginan sehingga dozer dapat melakukan penggaruan kembali dan mengurangi waktu tunggu.

Daftar Pustaka

- [1] R.A.P. Situmorang, Mukiat, D. Purbasari. Evaluasi Tingkat Keausan Mata Garu Terhadap Produktivitas Penggaruan Bulldozer D9R dalam Proses Penggalian *Overburden* Tambang Batubara di PT. Muara Alam Sejahtera (Mas). JP Vol.1 No.5. (2017)
- [2] A.A Syafi'i, Riswan, U. Saismana, R.N. Hakim, Kartini. *Evaluasi Isian Bahan Peledak Menggunakan Analisis Distribusi Ukuran Fragmen Pada Peledakan Batuan Penutup di Tambang Terbuka Batubara*. Jurnal Himasapta, Vol. 1, No. 1 (2016).
- [3] R. L Handayani, Jamal Rauf Husain, Agus Ardianto Budiman. *Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan pada PT. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Geomine 3, 4. (2015).
- [4] Indonesianto, Y. "Pemindahan Tanah Mekanis". UPN "Veteran" Yogyakarta (2005)
- [5] Hasan, H. *Penggunaan Ripper dalam Membantu Excavator Backhoe Pada Pengupasan Overburden Tanpa Peledakan (Blasting) Pada Tambang Batubara Skala Kecil*. Jurnal Aplika, Vol.8, No.1 (2008)
- [6] D. Nabar. *Ekonomi Teknik*. Penerbit Universitas Sriwijaya : Palembang (1999)

- [7] Safarudin, Purwanto, Djameluddin. *Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting*. Jurnal JPE, Vol. 20, No. 2 (2016)
- [8] D. Listine, Nurhakim, M. U. Dwiatmoko, Excelsior T.P. *Studi Teknis Penentuan Geometri Peledakan dan Powder Factor (Pf) Pada Pembongkaran Bijih Besi di PT Putera Bara Mitra, Desa Mentawakan Mulya Kec. Mantewe, Kab. Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan*. Jurnal Geosapta Vol. 1 No.1 (2015)
- [9] E. Nopiadie, U. Saismana, R. N. Hakim, M. Aditya. *Kajian Teknis Geometri Peledakan Lapisan Batubara PT. Pamapersada Nusantara District PT.Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan*. Jurnal Geosapta Vol.4, No.2 (2018)
- [10] Waluyo, T. Toha, E. Wiwik. *analisis Pengaruh Struktur Joint Terhadap Fragmentasi Peledakan dan Produktivitas Alat Gali Muat PT Semen Padang (Persero), Tbk. Jp Vol.1 No.4 (2017)*
- [11] M. R. Noviansyah, T. Toha, Bochori. *Rancangan Sistem Waktu Tunda Peledakan Nonel Untuk Mengurangi Efek Getaran Tanah Terhadap Fasilitas Tambang*. JP Vol.1 No.3 (2017)