

Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Overburden di PT Putra Maga Nanditama Bengkulu Utara

(Analysis of Fuel Consumption of Loading and Transport Equipment in Overburden Stripping at PT Putra Maga Nanditama North Bengkulu)

Muhammad Izhar Alamsyah^{1*}, Franto¹, Delita Ega Andini¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung

*Korespondensi Email : muhammadizharalamsyah@gmail.com

Abstrak

Penelitian dilakukan di PT Putra Maga Nanditama *site* Gunung Selan, PT Putra Maga Nanditama merupakan perusahaan yang bergerak di penambangan batubara. Latar belakang penelitian yakni produksi *overburden* tidak mencapai target dari perusahaan dan berlebihnya konsumsi bahan bakar alat muat dan angkut *overburden* dari target *fuel* perusahaan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pengumpulan data berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa *cycle time* alat dan efisiensi kerja, konsumsi bahan bakar aktual serta geometri jalan dan jarak tempuh ke disposal. Data sekunder berupa peta kesampaian daerah, spesifikasi alat, data curah hujan, data jam kerja alat, peta *drone* Bulan Agustus 2023 dan kontur. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar seperti geometri jalan, kondisi jalan dan jarak tempuh ke pembuangan *overburden* masih belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Produktivitas Excavator DX800LC sebesar 279,59 BCM/jam, ADT Doosan DA45 sebesar 60,47 BCM/jam dan ADT Volvo A40G sebesar 59,37 BCM/jam. Untuk konsumsi *fuel* Excavator Doosan DX800LC sebesar 48,21 liter/jam, ADT Doosan DA45 26,62 dan ADT Volvo A40G sebesar 23,72 liter/jam. Perbandingan bahan bakar aktual untuk kedua *hauler* yakni ADT Volvo A40G lebih efisien dibandingkan ADT Doosan DA45 baik dari segi konsumsi bahan bakar maupun *cost fuel*.

Kata kunci : Produktivitas, Konsumsi Bahan Bakar, Rasio Bahan Bakar, Geometri Jalan

Abstract

The research was conducted at PT Putra Maga Nanditama site Gunung Selan, PT Putra Maga Nanditama is a company engaged in coal mining. The background to the research is that overburden production did not reach the company's target and fuel consumption for overburden loading and transport equipment exceeded the company's fuel target. The research method used is a quantitative method. Data collection consists of primary and secondary data. Primary data includes tool cycle time and work efficiency, actual fuel consumption as well as road geometry and distance to disposal. Secondary data in the form of regional performance maps, equipment specifications, rainfall data, equipment working hours data, drone maps for August 2023 and contours. Based on the results of research in the field, factors that influence fuel consumption such as road geometry, road conditions and distance to overburden disposal are still not in accordance with established standards. The productivity of the DX800LC Excavator is 279.59 BCM/hour, the Doosan DA45 ADT is 60.47 BCM/hour and the Volvo A40G ADT is 59.37 BCM/hour. For Doosan DX800LC Excavator fuel consumption is 48.21 liters/hour, ADT Doosan DA45 is 26.62 and ADT Volvo A40G is 23.72 liters/hour. The actual fuel comparison for the two haulers is that the ADT Volvo A40G is more efficient than the ADT Doosan DA45 both in terms of fuel consumption and fuel costs.

Keywords: *Productivity, Fuel Consumption, Fuel Ratio, Road Geometry*

1. Pendahuluan

PT Putra Maga Nanditama merupakan salah satu perusahaan swasta pertambangan di Indonesia yang berlokasi di Desa Gunung Selan, Kecamatan Arga Makmur, Kabupaten Bengkulu Utara yang bergerak dalam bidang pertambangan batubara. PT Putra Maga

Nanditama didirikan pada tahun 2021. Sedangkan Izin Usaha Pertambangan (IUP) didapatkan pada tahun 2022. PT Putra Maga Nanditama memiliki konsesi lahan tambang batubara seluas 2000 Ha yang berlokasi di Desa

Gunung Selan, Kecamatan Arga Makmur, Kabupaten Bengkulu Utara. (PT Putra Maga Nanditama, 2021). Menurut data dari perusahaan tahun 2023, produksi *overburden* di PT Putra Maga Nanditama sebesar 455.604 BCM dari target sebesar 600.000 BCM. Rendahnya target tersebut diduga karena produktivitas pengupasan *overburden* di lapangan tidak maksimal sedangkan konsumsi bahan bakar berlebih sebesar 26,62 liter/jam untuk alat angkut. Standar konsumsi bahan bakar *hauler* ADT yang ditetapkan di perusahaan untuk unit *hauler* sebesar 23 liter/jam. Ada beberapa faktor yang menyebabkan konsumsi bahan bakar alat muat dan angkut menjadi lebih tinggi seperti geometri jalan, kondisi *front* kerja dan jarak tempuh pengangkutan lapisan penutup ke tempat pembuangan. Oleh karena itu perlu dilakukannya kajian lebih lanjut mengenai konsumsi bahan bakar alat muat dan angkut pada pengupasan *overburden* terhadap rencana peningkatan target pengupasan *overburden* agar konsumsi bahan bakar sesuai dengan standar perusahaan.

Sistem penambangan yang banyak ditemukan dalam penambangan batubara adalah sistem tambang terbuka. Hal ini dikarenakan sebagian besar cadangan batubara terdapat pada dataran rendah atau pada topografi yang landai dengan kemiringan lapisan batubara yang kecil yaitu $<30^\circ$ (Luthfia, 2021).

Tanah penutup (*overburden*) merupakan material yang terdapat di sifat dan permukaan yang dapat dikatakan lepas. *Overburden* terdiri dari tiga jenis material yaitu material top soil, common soil dan rock (Tenriajeng, 2003). Berdasarkan kondisi volumenya, tanah dapat diubah-ubah. Dikenal tiga macam volume tanah yaitu volume asli (*bank*), volume lepas (*loose*) dan volume padat (*compacted*) (Tenriajeng, 2003).

Proses pengangkutan dapat berjalan dengan lancar jika jarak antara *front* kerja dengan tempat pembuangan sesuai dengan jumlah alat angkut, selain itu juga dapat meningkatkan produktivitas alat angkut sehingga konsumsi bahan bakar tidak terbuang secara sia-sia (Tenriajeng, 2003).

Geometri jalan merupakan faktor utama yang berkaitan langsung dengan produktivitas dari alat angkut, apabila geometri jalan tidak sesuai dengan standar dan kondisi jalan yang kurang baik, maka akan berpengaruh pada *cycle time* yang lebih lama, sehingga menurunkan

produktivitas dan meningkatkan penggunaan bahan bakar (Anaperta, 2016).

Menurut AASHTO (1990), Kemiringan jalan angkut dapat berupa jalan menanjak atau jalan menurun, yang disebabkan perbedaan ketinggian pada jalur jalan. Kemiringan jalan dinyatakan dalam persen. Kemiringan 1% merupakan kemiringan permukaan yang menanjak atau menurun secara vertikal dalam jarak horizontal 100 m. Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman pada jalan menurun maupun dalam mengatasi tanjakan.

Menurut Setiawan (2021) untuk mengetahui hasil produktivitas alat gali muat dan angkut, dapat dilihat dari hasil produksi aktual dan perbandingan produksi nyata dengan produksi teoritis. Produksi aktual merupakan perencanaan pencapaian suatu produk yang telah ditargetkan perusahaan. Sedangkan hasil perbandingan produksi nyata dengan teoritis menggambarkan keadaan suatu perusahaan telah mencapai perencanaan produksi yang telah direncanakan sebelumnya.

Menurut Fuhaid (2011), menyatakan bahwa yang perlu diperhatikan, bahan bakar adalah zat yang dapat dibakar dengan cepat bersama udara dan akan menghasilkan daya dorong yang akan menggerakkan.

Perawatan atau *maintenance* alat membuat komponen mesin lebih tahan lama, meningkatkan kinerjanya, dan memperpanjang umur alat. Perawatan ini juga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan menguntungkan bagi perusahaan (Harsiga, 2017).

Perhitungan konsumsi bahan bakar solar pada suatu alat sangat penting dilakukan. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Fuel Consumption} = V_f \times 3600 / t \times 1000 \dots (1)$$

Keterangan:

Fuel Consumption = Konsumsi Bahan Bakar (L/h)

V_f = Volume Konsumsi Bahan Bakar (L)

t = Waktu Konsumsi (s)

Fuel ratio (rasio bahan bakar) berfungsi untuk menampilkan data dari banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam satuan waktu dengan banyaknya muatan yang diangkut. Hal ini perlu dihitung karena semakin tinggi suatu nilai fuel ratio berarti semakin besar juga biaya yang perlu dikeluarkan untuk alat angkut tersebut, baik dari segi perawatan ataupun bahan bakar yang digunakan. Akan tetapi pada penelitian ini hanya

mempertimbangkan dari segi muatan yang dibawa tidak mencakup dalam biaya yang dikeluarkan (Akbar, 2022).

Perusahaan mengalami kerugian karena rasio bahan bakar rencana lebih kecil dari rasio bahan bakar sebenarnya. Mechanical availability (breakdown) dan physical availability (rain, slippery, dan wait other unit/idletime) adalah dua faktor yang mempengaruhi hilangnya peluang jam kerja terhadap produksi (Yunita, 2023).

Faktor-faktor seperti kondisi jalan angkut yang tidak bagus, ketersediaan alat, kurangnya perawatan alat, dan kemajuan jarak ke tempat pembuangan dapat menyebabkan penurunan produktivitas serta peningkatan konsumsi bahan bakar. (Harsiga, 2021)

Fuel ratio sendiri dapat diolah menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FR = \frac{\text{Fuel Consumption}}{\text{Total Production}} \dots\dots (2)$$

Keterangan:

FR = Rasio Bahan Bakar (liter/BCM)

Fuel Consumption = Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)

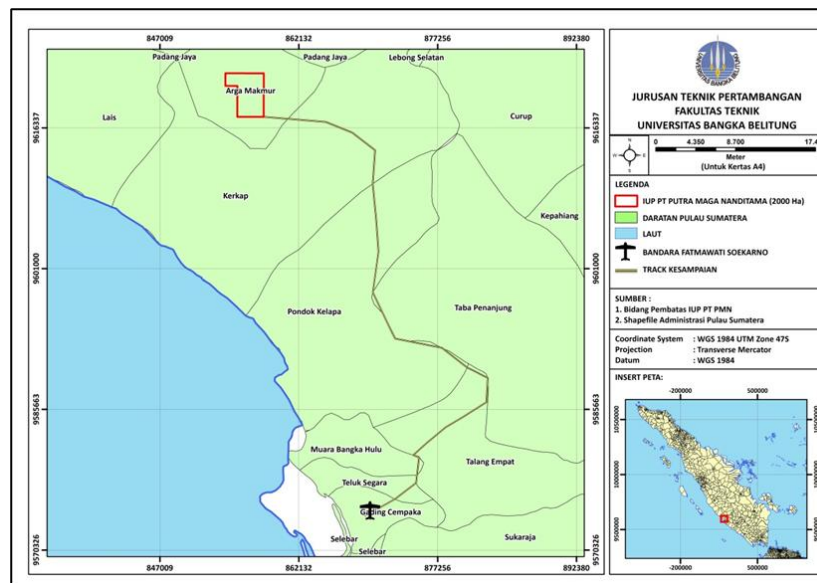
Total Production = Jumlah Produksi (BCM/jam)

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di PT Putra Maga Nanditama yang berlokasi di Kecamatan Arga Makmur, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu.

Alat yang digunakan selama penelitian ini adalah buku catatan, alat tulis, *stopwatch*, Laptop, Alat Pelindung Diri (APD), *Handphone* dan meteran.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pengambilan data dilakukan langsung di *site* Gunung Selan. Data yang diambil adalah data primer dan sekunder. Data primer yang diambil yakni *cycle time* alat muat dan angkut *overburden*, efisiensi kerja (EK), data konsumsi bahan bakar alat muat dan angkut, data geometri jalan (lebar jalan dan kemiringan) serta jarak tempuh ke disposal. Data sekunder yang diambil dari data perusahaan seperti peta kesampaian daerah, spesifikasi alat, waktu kerja tersedia, data curah hujan, peta drone Bulan Agustus 2023 dan kontur. Pengolahan data diawali dengan menganalisis faktor-faktor penyebab konsumsi bahan bakar alat muat dan angkut *overburden* seperti geometri jalan dan jarak tempuh ke disposal, dan disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan menurut ESDM. selanjutnya dilakukan pengolahan data *cycle time* dan efisiensi kerja untuk mengetahui produktivitas alat, dilanjutkan dengan pengolahan data konsumsi bahan bakar dan beberapa data dari perusahaan. Selanjutnya diolah menggunakan *Microsoft Excel* lalu dilakukan perbandingan konsumsi bahan bakar dari segi penggunaan maupun *cost* bahan bakar. Sehingga dapat diketahui mana alat angkut yang penggunaannya lebih irit dan konsumsi bahan bakarnya lebih efisien.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang didapatkan di lapangan, diperoleh hasil seperti faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dan konsumsi bahan bakar alat muat angkut, konsumsi bahan bakar alat muat angkut dan *cost* bahan bakar.

1. Faktor - faktor yang mempengaruhi produktivitas dan konsumsi bahan bakar

Ada beberapa faktor-faktor yang menjadi penyebab produktivitas dan konsumsi bahan bakar seperti geometri jalan, kondisi *front* kerja dan jarak *dumping* ke disposal.

Data geometri jalan yang didapatkan adalah lebar jalan dan *grade* jalan. Jalan yang dilalui *hauler* ada 3 jalan untuk melakukan *dumping* material *overburden* yakni jalan *front* atas, *front* bawah dan *in pit dump*. Berdasarkan perhitungan, didapatkan standar lebar jalan lurus 11,9105 meter, lebar tikungan 14,383 meter dan *grade* jalan standar 12% sesuai peraturan dari ESDM.

Tabel 1. Lebar dan *Grade* 3 Jalan Angkut

Jalan Angkut	<i>Front Atas</i>	<i>Front Bawah</i>	<i>In pit dump</i>
Lebar Lurus	Sesuai	B' dan C'	B' dan F''
Lebar Tikungan	B, D dan G	G	E''
<i>Grade</i> jalan	Sesuai	B'- E''	Sesuai

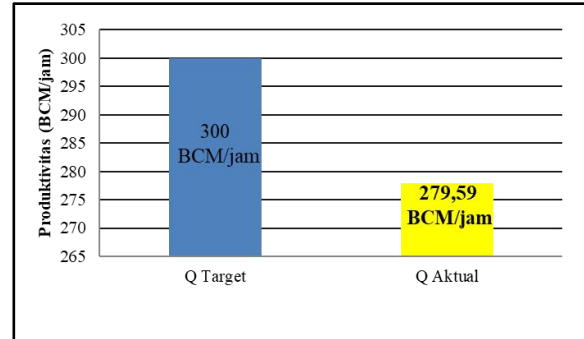
Kondisi *front* kerja di area *loading* mempunyai luas area yang cukup kecil sehingga membutuhkan waktu untuk melakukan manuver dan di area *dumping* memiliki tekstur lembek sehingga menyulitkan alat angkut melakukan pembuangan sehingga membutuhkan tenaga yang besar dari ADT untuk melakukan pembuangan.

2. Produktivitas dan Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Angkut *Overburden*

Perhitungan produktivitas alat muat dan angkut *overburden* diawali dengan pengambilan data *cycle time* alat. Alat yang digunakan yakni Excavator Doosan DX800LC, Articulated Dump Truck Doosan DA45 dan Articulated Dump Truck Volvo A40G. Didapatkan waktu edar alat dan dapat dilakukan perhitungan efisiensi kerja alat.

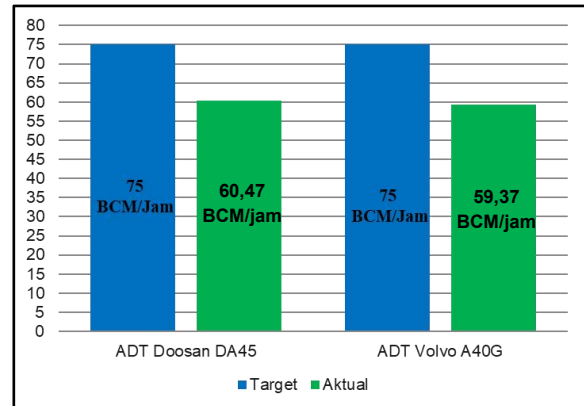
Cycle time excavator yang didapatkan sebesar 29,57 detik, ADT Doosan DA45 sebesar 10,24 menit dan ADT Volvo A40G sebesar 10,43 menit. Untuk efisiensi kerja diperoleh dari perhitungan antara waktu kerja efektif dan waktu

kerja tersedia dari perusahaan. Didapatkan efisiensi kerja alat Excavator sebesar 71% dan ADT sebesar 79%. Setelah didapatkan waktu edar alat dan efisiensi kerja, perhitungan produktivitas dapat dilakukan dengan tambahan data sekunder lain seperti *Fill Factor* (FF), *Swell Factor*, dan Kapasitas *Bucket* Alat Muat. Target produktivitas yang ditetapkan dari perusahaan sebesar 300 BCM/jam untuk alat muat. Adapun perhitungan produktivitas yang didapatkan:



Gambar 2. Produktivitas Excavator

Produktivitas yang dihasilkan Excavator Doosan DX800LC adalah 279,59 BCM/Jam. Hasil tersebut berada dibawah standar yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 300 BCM/jam.



Gambar 3. Produktivitas *Hauler*

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan produktivitas dari excavator sebesar 279,59 BCM/jam dari target 300 BCM/jam, Produktivitas ADT Doosan sebesar 60,47 BCM/jam dan ADT Volvo sebesar 59,37 BCM/jam dari target 75 BCM/jam untuk alat angkut.

Data konsumsi bahan bakar yang diperoleh di lapangan terdapat di monitor ADT yang digunakan dan beberapa data sekunder *fuel* dari *fuel station* PT Putra Maga Nanditama.

Tabel 5. Konsumsi *Fuel* Alat

Unit	Konsumsi (Liter/jam)	Standar (Liter/jam)
Excavator Doosan DX800LC	48,21	43
ADT Doosan DA45	26,62	23
ADT Volvo A40G	23,72	23

Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan, standar konsumsi bahan bakar untuk alat muat Excavator Doosan DX800LC sebesar 43 liter/jam dan alat angkut Articulated Dump Truck sebesar 23 liter/jam.

Konsumsi bahan bakar aktual yang didapatkan alat muat Excavator Doosan DX800LC sebesar 48,21 liter/jam. Konsumsi bahan bakar aktual alat angkut ADT Doosan DA45 sebesar 26,62 liter/jam dan ADT Volvo A40G sebesar 23,72.

Hal ini membuktikan bahwa konsumsi bahan bakar alat muat Excavator Doosan DX800LC dan ADT Doosan DA45 melebihi standar konsumsi yang telah ditetapkan. Dan ADT Volvo A40G sesuai standar karena masih dalam standar perusahaan.

3. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Alat Muat dan Angkut *Overburden*

Setelah didapatkan konsumsi *fuel* per jam dari alat *overburden* yang digunakan dilanjutkan dengan membandingkan konsumsi *fuel*.

Tabel 6. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar *Hauler*

Unit	Jarak (km)	Konsumsi Aktual (liter)	Jam Kerja (jam)	Konsumsi per jam (liter)	<i>Fuel Ratio</i> (liter/BCM)
Doosan	75,7	274,2	10,3	26,62	0,44
Volvo	87,9	249,1	10,5	23,72	0,399

Konsumsi bahan bakar aktual ADT Doosan sebesar 274,2 liter dalam 10,3 jam kerja. Jarak yang ditempuh ADT Doosan sejauh 75,7 km dengan konsumsi bahan bakar sebesar 26,62 liter/jam. *Fuel ratio* (FR) yang dihasilkan sebesar 0,44 liter/BCM. Sedangkan Konsumsi bahan

bakar aktual ADT Volvo sebesar 249,1 liter dalam 10,5 jam kerja. Jarak yang ditempuh ADT Doosan sejauh 87,9 km dengan konsumsi bahan bakar sebesar 23,72 liter/jam. *Fuel ratio* (FR) yang dihasilkan sebesar 0,399 liter/BCM

Tabel 7. Biaya Konsumsi *Fuel*

Unit	Konsumsi <i>fuel</i>	Harga per liter	Biaya konsumsi <i>fuel</i> (Rupiah)		
			Jam	Hari	Bulan
D	26,72	10.744	286.005,28	6.292.116,16	188.763.484,8
V	23,62	10.744	254.847,68	5.606.648,96	168.199.468,8

Biaya konsumsi *fuel* dari ADT Doosan DA45 dan ADT Volvo A40G berada di kisaran harga Rp 10.744. Dengan konsumsi *fuel* ADT Doosan DA45 yang lebih besar dibandingkan ADT Volvo A40G. Dari perhitungan estimasi biaya bahan bakar, didapatkan biaya bahan bakar per bulan untuk ADT Doosan DA45 sebesar Rp 188.763.484,8. Sedangkan ADT Volvo A40G

sebesar Rp 168.199.468,8. Biaya konsumsi bahan bakar dari ADT Doosan DA45 lebih besar dibandingkan ADT Volvo A40G. *Cost* bahan bakar sangat berpengaruh bagi pertambangan. Maka dari itu, perusahaan akan menyesuaikan alat yang akan digunakan dengan kondisi lapangan dan kondisi keuangan di perusahaan agar penggunaan dana nya lebih maksimal.

Tabel 8. Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Unit	Biaya (Rupiah)			
	Harga Alat	Fuel/Tahun	Fuel/5 Tahun	Total Fuel + Alat
	1	2	3	4 =1+3
D	6.100.000.000	2.296.622.398,40	11.483.111.992	17.583.111.992
V	6.380.000.000	2.046.426.870,40	10.232.134.352	16.612.134.352

Dari perhitungan *cost* yang dilakukan untuk ADT Doosan DA45, didapatkan hasil *cost* dari bahan bakar dan harga alat sebesar Rp 17.583.111.992, Sedangkan *cost* ADT Volvo sebesar Rp 16.612.134.352. Hal ini membuktikan bahwa baik dari segi konsumsi maupun *cost* bahan bakar, ADT Volvo lebih efisien dibandingkan ADT Doosan.

4. Kesimpulan

Diperoleh beberapa kesimpulan dari penelitian yakni faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dan konsumsi bahan bakar seperti geometri jalan (lebar jalan, lebar tikungan dan *grade* jalan), kondisi *front* kerja dan jarak tempuh ke tempat pembuangan *overburden* haruslah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dalam Kepmen ESDM No. 1827 K/MEM/2018. Ada beberapa segmen yang belum sesuai standar baik dari standar jalan maupun *grade* jalan. Target produksi per jam untuk alat muat dan angkut yang digunakan untuk mengupas *overburden* tidak tercapai dari target yang telah ditetapkan perusahaan. Produktivitas yang dihasilkan oleh alat muat Excavator Doosan DX800LC sebesar 279,59 BCM/jam dari target 300 BCM/jam, produktivitas alat angkut ADT Doosan DA45 dan ADT Volvo A40G sebesar 60,47 BCM/jam dan 59,37 BCM/jam sedangkan untuk konsumsi bahan bakar alat muat Excavator Doosan DX800LC sebesar 48,21 liter/jam, dan konsumsi untuk ADT Doosan DA45 dan Volvo A40G sebesar 26,62 liter/jam dan 23,72 liter/jam. Penggunaan alat ADT Volvo A40G lebih efisien dibandingkan ADT Doosan DA45 dari segi biaya maupun konsumsi bahan bakarnya. Perbandingan penggunaan antara 2 *hauler* yang mengangkut *overburden* yakni ADT Doosan DA45 dengan konsumsi bahan bakar sebesar 26,62 liter/jam dengan total biaya yang dikeluarkan untuk harga alat dan biaya fuel Rp 17.583.111.992 per 5 tahun dan ADT Volvo A40G sebesar 23,72 liter/jam dengan total biaya yang dikeluarkan untuk harga alat dan biaya fuel Rp 16.612.134.352.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada orang tua tercinta yang telah mendukung dalam segala aspek sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugasnya sebagai mahasiswa. Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak PT Putra Maga Nanditama yang telah mengizinkan serta membantu peneliti dalam pengambilan data di lapangan dan beberapa data sekunder perusahaan yang dibutuhkan. Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung yang menjadi wadah bagi peneliti untuk menyelesaikan studi.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1990). *Standart Spesification for Transportation Materials and Methods of Sampling and testing*. Washington DC.
- Anaperta, Y.M. (2016). Evaluasi Keserasian Match Factor Alat Muat dan angkut dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*. Vol 6. No. 1. hal: 73-85. April 2016.
- Fuhaid, N. (2011). Pengaruh Medan Magnet Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Kinerja Motor Bakar Bensin Jenis Daihatsu Hijet 1000. *Jurnal Proton*. Vol 3. No. 2. hal: 26-31.
- Harsiga, E., & Novianto, E. I. (2017). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Articulated Dump Truck CAT D400E ditinjau dari Pengaruh Perawatan, Umur Alat Angkut pada Pengangkutan *Overburden* di PT Baturona Adimulya, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 8(2), 10-18.
- Harsiga, E., & Rahayu, A. P. (2021). Analisa Fuel Ratio Plan Dan Actual Alat Angkut Articulated Dump Truck Volvo A35E Dan A40G Pada Pengangkutan *Overburden* Di PT LDA, Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 12(02), 47-54.
- Indonesianto (2013). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Program Studi Teknik

- Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Luthfia, A., dkk. (2021). Penggunaan Life Cycle Assessment dalam Penilai Resiko Dampak Lingkungan dan Pemilihan Alternatif Teknologi di Pertambangan Batubara Indonesia. *Proceedings. SATU BUMI*, Vol 2 No. 1. Yogyakarta: Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- PT. Putra Maga Nanditama (2022). *Peta Regional IUP OP PT Putra Maga Nanditama*. Bengkulu Utara: Geology and Exploration Department PT Putra Maga Nanditama.
- Rochmanhadi (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi (1992). *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Setiawan, . (2021). Kajian Produktivitas Alat Gali Muatdan angkut Pada Kegiatan Penambangan Batu Andesit di PT. Rangka Eka Pratama Kabupaten Dompu. *Tugas Akhir*. Nusa Tenggara Barat: Program Studi DIII Teknik Pertambangan. Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- Yunita, Y., & Harsiga, E. (2023). Analisis Fuel Ratio Pada Project Penambangan di Pit 1 PT Cahaya Riau Mandiri Jobsite PT Duta Alam Sumatera. *MINERAL*, 8(1), 39-46.