

ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR DUMP TRUCK HINO 500 FG 235 TI PADA KEGIATAN PENAMBANGAN BATU GAMPING DI CV GRAHA ASRI SELARAS MANULAI II KECAMATAN ALAK KOTA KUPANG

ANALYSIS OF FUEL CONSUMPTION OF HINO 500 FG 235 TI DUMP TRUCK IN LIMESTONE MINING ACTIVITIES AT CV GRAHA ASRI SELARAS MANULAI II, ALAK DISTRICT, KUPANG CITY

Peregrina Melani Pasi, Yusuf Rumbino dan Matilda Metboki

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
e-mail: peregrinamelani2@gmail.com, yusufrumbino@staf.undana.ac.id dan matilda.metboki@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di area tambang batu gamping milik CV Graha Asri Selaras dengan tujuan untuk menganalisis produktivitas alat angkut, konsumsi bahan bakar, dan rasio efisiensi bahan bakar pada kegiatan pengangkutan batu gamping. Jarak total jalan angkut adalah 407 meter yang terdiri dari empat segmen jalan dengan tingkat kemiringan berbeda. Alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Hino 500 FG 235 TI dengan waktu edar rata-rata 14,26 menit per ritase. Penelitian ini memfokuskan pada pengaruh nilai *load factor*, kecepatan putaran mesin (RPM), tahanan gulir (*rolling resistance*), dan tahanan tanjakan (*grade resistance*) terhadap konsumsi bahan bakar per jam. Nilai konsumsi bahan bakar saat bermuatan tercatat sebesar 3,574 liter/jam dengan *load factor* 0,63 dan rentang RPM 1200–2100. Sedangkan saat kosong, konsumsi bahan bakar adalah 2,836 liter/jam dengan *load factor* 0,50 dan RPM 1100–1500. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas alat angkut per jam mencapai 35,87 m³/jam dan konsumsi bahan bakar total mencapai 6,41 liter per jam. Rasio bahan bakar terhadap produktivitas adalah 0,1787 liter/m³. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa efisiensi pengangkutan dipengaruhi secara signifikan oleh kondisi jalan, beban muatan, dan pengaturan RPM selama kegiatan pengangkutan.

Kata kunci: Produktivitas, Konsumsi Bahan Bakar, Load Factor, Rolling Resistance, Dump Truck

Abstract

This research was conducted in the limestone mining area owned by CV Graha Asri Selaras with the aim of analyzing the productivity of conveyance, fuel consumption, and fuel efficiency ratio in limestone transportation activities. The total distance of the haul road is 407 meters consisting of four road segments with different slope levels. The conveyance used is a Hino 500 FG 235 TI dump truck with an average circulation time of 14.26 minutes per ritase. This study focuses on the effect of load factor, engine speed (RPM), rolling resistance, and grade resistance on hourly fuel consumption. The fuel consumption value when loaded was recorded at 3.574 liters/hour with a load factor of 0.63 and an RPM range of 1200-2100. While when empty, the fuel consumption was 2.836 liters/hour with a load factor of 0.50 and RPM of 1100-1500. The analysis showed that the productivity of the conveyance per hour reached 35.87 m³/hour and the total fuel consumption reached 6.41 liters per hour. The ratio of fuel to productivity was 0.1787 liters/m³. Based on these results, it can be concluded that hauling efficiency is significantly affected by road conditions, load, and RPM settings during hauling activities.

Keywords: Productivity, Fuel Consumption, Load Factor, Rolling Resistance, Dump Truck

1. PENDAHULUAN

CV Graha Asri Selaras merupakan perusahaan tambang batu gamping yang terletak di Kelurahan Manulai II, Kecamatan Alak, Kota Kupang. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang menggunakan sistem penambangan terbuka, dimana dalam pengoperasiannya menggunakan peralatan mekanis untuk pemuatan dan pengangkutan. Untuk kegiatan pengangkutan di

CV Graha Asri Selaras menggunakan *dump truck* tipe Hino 500 FG 235 TI berkapasitas 12-20 ton. *Dump truck* merupakan salah satu alat mekanis yang menjadi alat angkut utama pada kegiatan penambangan khususnya pada tambang terbuka. Dalam penggunaannya, *dump truck* membutuhkan berbagai kebutuhan operasional, salah satunya adalah kebutuhan bahan bakar minyak (solar). Secara umum kebutuhan

operasional *dump truck* meliputi konsumsi solar, konsumsi pelumas mesin, konsumsi pelumas transmisi, konsumsi pelumas hidrolik, konsumsi gemuk (*grease*), biaya perbaikan dan perawatan dan biaya operator. Banyak faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya konsumsi bahan bakar alat angkut, antaranya kemiringan jalan (*grade*), tahanan kemiringan (*grade resistance*), tahanan gulir (*rolling resistance*), waktu edar, rimpull dan RPM, jarak angkut dan daya. Adanya kondisi jalan angkut yang belum sesuai dengan kondisi standar geometri jalan menyebabkan *load factor* pada mesin tinggi maka tingkat konsumsi dan rasio bahan bakar alat angkut semakin tinggi serta menurunnya produksi alat angkut. Pada penelitian ini dilakukan analisis konsumsi dan rasio bahan bakar *dump truck* yang dihabiskan dalam satu kali produksi dengan tujuan untuk mengetahui produktivitas alat angkut, menganalisis konsumsi dan rasio bahan bakar alat angkut.

1.1 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap suatu pelaksanaan pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu tersedia yang dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan alat mekanis, faktor manusia, mesin, cuaca dan kondisi kerja secara keseluruhan akan menentukan besarnya efisiensi kerja. Untuk menghitung efisiensi kerja dapat menggunakan persamaan (Peurifoy, 1979):

$$Ek = We/WT \times 100\%$$

Keterangan:

Ek = Efisiensi kerja

We = Waktu kerja efektif (menit)

Wt = Waktu kerja tersedia (menit)

1.2 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut *dump truck* pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu penumpahan, dan waktu kembali tanpa muatan. Rumus untuk menghitung waktu edar alat angkut (Burt, 2018) :

$$Cta = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6$$

Keterangan:

Cta = Waktu edar alat angkut (s)

Ta₁ = Waktu mengambil posisi siap dimuati (s)

Ta₂ = Waktu diisi muatan (s)

Ta₃ = Waktu mengangkut muatan (s)

Ta₄ = Waktu mengambil posisi penumpahan (s)

Ta₅ = Waktu muatan ditumpahkan (s)

Ta₆ = Waktu kembali tanpa muatan (s)

1.3 Kemampuan Produksi Alat Angkut

Produktivitas alat angkut merupakan kemampuan suatu alat angkut dalam melakukan suatu pekerjaan dalam hal ini untuk memindahkan sejumlah material dalam waktu tertentu. Produktivitas alat angkut dapat dinyatakan dalam m³/satuan waktu atau ton/satuan waktu. Misalnya m³/jam, m³/hari, m³/bulan, ton/jam, ton/hari, dan lain-lain. Semakin besar hasil produksi berarti produktivitas dari alat tersebut juga semakin baik. Produktivitas alat angkut adalah tingkat keberhasilan *dump truck* sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan dan sesuai dengan spesifikasi alat angkut yang digunakan. Produktivitas dari alat angkut *dump truck* dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Qa = (60 \text{ menit/jam}) / (Cta, \text{menit}) \times n \times kb \times Ff \times Ek$$

Keterangan:

Qa = Produktivitas Alat Angkut (m³/jam)

Cta = Waktu edar alat angkut (detik)

n = Jumlah pengisian *bucket*

Kb = Kapasitas *bucket* (m³)

Ff = *Fill Factor* (Faktor Pengisian)

Ek = Efisiensi Kerja (%)

1.4 Tahanan yang Mempengaruhi Gerak Kendaraan

1.4.1 Tahanan Gulir (*Rolling Resistance*)

Nilai dari suatu tahanan gulir dipengaruhi oleh berat, semakin besar berat yang diterima oleh ban akan menyebabkan semakin besar nilai dari tahanan gulir, hal ini berhubungan dengan gaya tarik yang diperlukan untuk mendorong kendaraan. Secara praktik tahanan gulir dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RR = Wr \times Crr$$

Dimana Wr merupakan berat kendaraan (kg) dan Crr merupakan koefisien tahanan gulir.

1.4.2 Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Besarnya nilai tahanan kemiringan dapat dihitung dengan rumus:

$$GR = Wk \times \text{Kemiringan Jalan (\%)}$$

Keterangan:

Wk : Berat kendaraan

GR : Tahanan kemiringan (lb)

1.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar

Adapun faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar secara langsung, sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih boros, diantaranya adalah:

1. Daya Alat

Horse Power (HP) ialah banyaknya usaha yang harus dilakukan per satuan waktu. Nilai *horsepower* yang digunakan mesin dapat berbeda-beda tergantung kondisi medan kerja dari alat mekanis yang digunakan. Untuk menghitung nilai

horse power atau tenaga pada mesin karena adanya kondisi medan yang berbeda-beda terutama *grade* jalan, dapat digunakan persamaan:

$$HP = (Tenaga\ tarik \times v) / (375 \times eff\ mesin)$$

Dimana 375 merupakan nilai konstanta untuk merubah satuan kg km/jam menjadi satuan tenaga kilowatt (kw).

Torque mesin adalah gaya (lbf) yang diperlukan untuk memutar engkol mesin dengan jarak 1 ft. *Torque* juga didapat digunakan untuk mengetahui besar HP mesin.

$$1\ HP = 550\ lb.ft/detik$$

$$= 33.000\ lb.ft/detik$$

2. Penggunaan Mesin (RPM)

Kecepatan putaran (revolusi) mesin tidak berhubungan langsung dengan kecepatan putaran (rotasi) roda. RPM mesin menunjukkan seberapa keras kerja mesin, semakin tinggi RPM mesin maka semakin keras kerja mesin (untuk tipe dan kapasitas yang sama). Semakin keras kerja mesin semakin banyak mesin membakar bahan bakar. Semakin tinggi RPM maka semakin tinggi juga percepatan yang dihasilkan oleh mesin dan menambah konsumsi bahan bakar. Keadaan mesin dimana melakukan percepatan secara tiba-tiba menambah tingkat konsumsi bahan bakar.

3. Load Factor

Load Factor adalah suatu faktor pengali untuk mengetahui *horse power* yang sesungguhnya. Rumus untuk mencari nilai dari *load factor* yaitu:

- Dengan pengamatan RPM:

$$Load\ factor = (RPM\ terpakai\ senyatanya) / (RPM\ tersedia\ dalam\ mesin\ pada\ HP\ maksimal)$$

- Dengan *hourmeter* (jam kerja mesin):

$$Load\ factor = (Hourmeter\ mesin\ (jam\ kerja\ mesin) / (Watch\ time\ (waktu\ sebenarnya))$$

- Dengan perhitungan rimpull:

$$Load\ factor = (Rimpull\ terpakai) / (Rimpull\ maksimum)$$

2.5 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan fungsi dari tenaga (*power*) yang dibutuhkan kendaraan untuk menggerakkan mesin. Dalam industri pertambangan, alat angkut dipakai untuk mengangkut material sepanjang puluhan hingga ratusan kilometer setiap tahun sehingga bahan bakar menjadi komponen utama yang berkontribusi besar pada biaya operasi penambangan.

$$\text{Konsumsi BBM} = \frac{\text{Berat bahan bakar terpakai}}{\text{Berat bahan bakar}}$$

Keterangan:

Berat bahan bakar terpakai/hp/jam = Berat bahan bakar yang masuk ke mesin selama 1 jam, lb/kW/jam

Brake HP = Daya mesin, HP

Load factor = Beban kerja alat

Berat bahan bakar per galon = Berat bahan bakar dalam 1 gal, lb/gallon

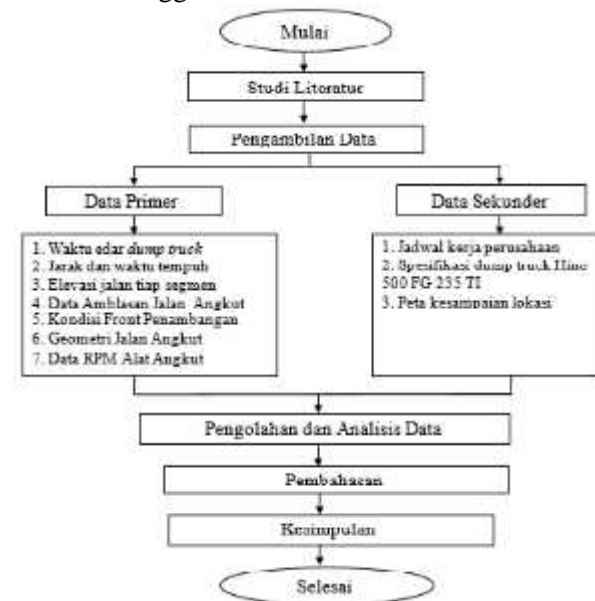
2.6 Fuel Ratio

Fuel ratio merupakan nilai rasio yang menunjukkan perbandingan antara penggunaan bahan bakar (liter/jam) dengan produksi yang dihasilkan (m³/jam). Konsumsi bahan bakar berlebih akan mengakibatkan bertambahnya rasio bahan bakar alat angkut terhadap produksi alat angkut pada satuan waktu. Kondisi alat angkut, kemiringan jalan angkut dan perkerasan jalan angkut harus diperhatikan untuk memperkecil pemakaian bahan bakar. Nilai *fuel ratio* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Fuel Ratio} = \frac{k \ a \ b \ b}{p}$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di CV Graha Asri Selaras Manulai II Kecamatan Alak Kota Kupang. Setelah proses pengumpulan data, dilakukan analisis menggunakan Microsoft Excel.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan pengangkutan yaitu *dump truck* Hino 500 FG 235 TI. Jarak pengangkutan dari *front* penambangan ke *stockpile* adalah 407 meter, yang dibagi menjadi 4 segmen jalan. Dimana segmen tersebut antar lain segmen A-B dengan jarak 150 meter dan beda elevasi 5 meter, segmen B-C dengan jarak 74 meter dan beda elevasi 10 meter, segmen

C-D dengan jarak 84 meter dan beda elevasi 4 meter, dan segmen D-E dengan jarak 99 meter dan beda elevasi 3 meter. Dari hasil pengamatan di lapangan, didapati beberapa kemiringan jalan, pada jalan angkut yang dimulai dari *front* penambangan menuju *stockpile* yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar alat angkut *dump truck* Hino 500 FG 235 TI.

Tabel 1. Kemiringan Jalan Angkut

No	Segmen Jalan	Jarak (m)	Beda Elevasi (m)	Grade(%)	
				Bermuatan	Kosongan
1	A-B	150	5	3,33	-3,33
2	B-C	74	10	13,51	-13,51
3	C-D	84	-4	-4,76	4,76
4	D-E	99	3	3,03	-3,03

Keterangan:

(-): Kondisi jalan menurun

(+): Kondisi jalan menaik

3.1 Kemampuan Produksi Alat

3.1.1 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat angkut mulai dari pemuatan sampai kembali ke *front* kerja. Lama waktu edar erat kaitannya dengan jumlah produksi yang dihasilkan setiap jamnya. Waktu edar yang lama menyebabkan menurunnya produktivitas. Berikut waktu edar rata-rata alat angkut dibawah ini:

Tabel 2. Rata-Rata Waktu Edar Selama 1 Bulan

	Ta1	Ta2	Ta3	Ta4	Ta5	Ta6	Cta
Rata-rata (menit)	0,57	5,99	3,14	0,52	1,61	2,42	14,26

3.1.2 Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan secara teoritis dihitung berdasarkan produksi *dump truck* yang mengangkut material dari *front* kerja ke *stockpile*. Berdasarkan analisis data produktivitas alat angkut selama satu bulan yaitu sebesar 8.536,35m³. Untuk mengetahui seberapa besar volume material yang diangkut dalam satu hari kerja, maka dilakukan perhitungan produktivitas harian dengan membagi total produktivitas bulanan terhadap jumlah hari kerja. Dengan demikian *dump truck* memiliki produktivitas rata-rata sebesar 304,87 m³/hari. Angka ini menggambarkan volume rata-rata material yang dapat dipindahkan alat angkut tersebut selama satu hari kerja penuh.

Dalam kegiatan operasional, waktu kerja perhari adalah selama 8 jam 30 menit atau 8,5 jam maka produktivitas *dump truck* Hino 500 FG 235 TI per jam adalah 35,87 m³/jam.

Tabel 3. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas Alat Angkut		
(m ³ /jam)	(m ³ /hari)	(m ³ /bulan)
35,87	304,87	8536,35

3.2 Rolling Resistance

Rolling resistance atau tahanan gulir merupakan suatu komponen gaya resistansi yang harus dilawan oleh kendaraan saat bergerak di atas permukaan jalan. Besarnya tahanan gulir dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan, jenis dan tekanan ban, serta beban kendaraan. Pada penelitian ini, perhitungan *rolling resistance* dilakukan terhadap kendaraan Hino 500 FG 235 TI dalam dua kondisi, yaitu saat bermuatan dan saat kosong. Kondisi jalan yang digunakan pada jalan angkut adalah jalan tanah putih yang telah dipadatkan, namun terdapat sedikit abu/debu lepas. Berdasarkan referensi dari Tenriajeng (2003), nilai koefisien tahanan gulir (*Crr*) untuk kondisi ini berkisar antara 3,5% - 5%. Dalam perhitungan ini digunakan nilai konservatif sebesar 4% atau 0,04 untuk mencerminkan kondisi jalan yang cukup baik namun belum optimal.

Tabel 4. *Rolling Resistance*

Kondisi	Berat		<i>Rolling Resistance</i>
	(kg)	(lb)	(lbf)
Bermuatan	16.000	35.237,52	1410,78
Kosong	7.525	16.589,80	663,82

Pada tabel dapat dilihat pada saat bermuatan nilai *rolling resistance* jauh lebih besar dibandingkan kondisi kosong. Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan saat bermuatan memerlukan energi lebih dari dua kali lipat hanya untuk melawan tahanan gulir saja, yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi bahan bakar.

3.3 Grade Resistance

Grade resistance merupakan salah satu komponen gaya resistansi yang harus dilawan oleh kendaraan saat bergerak di jalan dengan kemiringan tertentu. Besarnya tahanan kemiringan dipengaruhi oleh kemiringan jalan dan berat kendaraan. Dalam penelitian ini, perhitungan *grade resistance* dilakukan pada kondisi kendaraan bermuatan dan kosong, dengan kemiringan jalan masing-masing sebesar 3,33%, 13,51%, 4,76%, dan 3,03%.

Tabel 5. *Grade Resistance*

Kemiringan Jalan (%)	GJR Bermuatan (lbf)	GJR Kosongan (lbf)
3,53	1.171,62	552,41
13,51	4.762,34	2.240,06
4,76	1.679,04	790,61
3,03	1.068,80	502,67

Dari Tabel 5, terlihat bahwa semakin besar kemiringan jalan dan berat kendaraan, maka semakin besar pula nilai *grade resistance*-nya. Nilai *grade resistance* saat bermuatan jauh lebih besar dibandingkan saat kosong, karena total massa yang ditarik oleh mesin bertambah.

Nilai *grade resistance* tersebut memiliki hubungan langsung dan signifikan terhadap konsumsi bahan bakar. Hal ini dikarenakan ketika kendaraan melaju di jalan menanjak, mesin harus menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk mengatasi tahanan kemiringan. Akibatnya RPM kendaraan meningkat, durasi waktu tempuh lebih lama dan penggunaan bahan bakar pun meningkat.

Dapat dilihat pada segmen jalan dengan kemiringan 13,51%, nilai *grade resistance* mencapai 4.762 lbf saat bermuatan, dan 2.240,06 lbf saat kosong. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan segmen jalan landai seperti segmen jalan D-E dengan kemiringan 3,03%, yang hanya menghasilkan 1.068,80 lbf dan 502,67 lbf. Oleh karena itu segmen jalan B-C dengan kemiringan jalan 13,51% cenderung menunjukkan nilai konsumsi bahan bakar per ritase yang paling tinggi karena mesin bekerja lebih berat.

Hal ini sejalan dengan data yang menunjukkan bahwa pada segmen menanjak, dump truck beroperasi dengan RPM tinggi (2100 RPM), yang berarti bahan bakar disemprotkan lebih banyak ke ruang bakar untuk menghasilkan tenaga dorong yang cukup.

3.4 Load Factor

Pada penelitian ini peneliti melakukan perhitungan *load factor* berdasarkan RPM yang digunakan, yang dimana RPM (*rotation per minute*) adalah perputaran mesin dalam 1 menit, semakin tinggi RPM maka semakin cepat perputaran mesin dalam 1 menit. Dalam menentukan nilai *load factor* berdasarkan penggunaan RPM dengan cara membandingkan antara RPM yang terpakai senyatanya dalam 1 jam dibandingkan dengan RPM yang tersedia dalam mesin pada HP maksimal.

Tabel 6. Perhitungan Nilai *Load Factor*

No	Segmen Jalan	RPM Maksimal	RPM yang digunakan	
			Muatan	Kosongan
1	A-B	2500	1500	1200
2	B-C	2500	2100	1500
3	C-D	2500	1200	1100
4	D-E	2500	1500	1200
<i>Load Factor</i>			0,63	0,5

Penggunaan RPM yang tinggi meningkatkan *load factor* pada mesin yang menyebabkan bertambahnya konsumsi bahan bakar. Penggunaan RPM yang berlebihan merupakan suatu pemborosan konsumsi bahan bakar.

3.5 Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan perhitungan konsumsi bahan bakar pada unit *dump truck* Hino 500 FG 235 TI, diketahui bahwa konsumsi bahan bakar pada saat alat angkut bermuatan adalah 3,574 liter/jam dan pada saat alat angkut kembali kosong adalah 2,836 liter/jam, pada putaran mesin (RPM) yang berada pada kisaran 1100-2100 RPM.

Berdasarkan hasil, konsumsi bahan bakar saat bermuatan dan kosong didapatkan total konsumsi bahan bakar saat pengangkutan dari *front* kerja ke *stockpile* yaitu 6,41 liter/jam. Konsumsi bahan bakar sebesar 6,41 liter/jam menunjukkan bahwa pada rentang RPM yang digunakan, mesin bekerja dalam efisiensi yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan RPM merupakan salah satu indikator utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar, karena berhubungan langsung dengan kerja mesin dan beban yang ditanggungnya. Semakin tinggi RPM, maka semakin besar pula pembakaran bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan tenaga. Namun apabila RPM terlalu rendah saat beban kerja tinggi, hal ini justru dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar karena mesin bekerja lebih berat dan tidak optimal.

3.6 Rasio Bahan Bakar

Rasio bahan bakar adalah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan banyaknya produksi yang tercapai setiap jamnya. Semakin tinggi nilai rasio bahan bakar maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Berdasarkan perhitungan diketahui rasio bahan bakar yaitu sebesar 0,1787 liter/m³. Yang artinya untuk menghasilkan 1 m³ produksi, diperlukan sekitar 0,1787 liter bahan bakar.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Produksi yang dihasilkan alat angkut Hino 500 FG 235 TI adalah 35,87 m³/jam.
2. Konsumsi bahan bakar alat angkut Hino 500 FG 235 TI adalah 6,41 liter/jam.
3. Rasio bahan bakar alat angkut Hino 500 Fg 235 TI adalah 0,1787 liter/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. F., Aryanto, R., & Herdyanti, M. K. (2022). Analisis Pengaruh Grade Jalan Pada Proses Pengangkutan Overburden Terhadap Fuel Consumption Alat Angkut Dumptruck di PT.Bara Energi Lestari, Nagan Raya, Aceh Barat. *GEOSAPTA*, 8(2), 117-125.
- AUNINGSIH, S. W. (2022). Analisis Geometri Dan Kelayakan Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Nilai Atterberg Dan California Bearing Ratio (CBR) Di PT. Inti Bara Nusalima. Jambi: Universitas Jambi.
- Halawa, A. (2021). Analisa Geometri Jalan Angkut Guna Meningkatkan Cycletime Dan Produktivitas Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Dari Front Pengupasan Ke Disposal Area Pada KEGIATAN Penambangan Batubara. *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, 16(1): 90-103.
- Nurrochman, B. (2019). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Aat Angkut Komatsu HM 400-3R Pada Pengupasa Overburden Bulan Maret 2019 Tambang Batubara di Pit GS Jobsite LHI PT. Mitra Indah Lestari, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- Octaviani, B. P. (2020). Analisa Kewajaran Atas Penggunaan Bahan Bakar Pada Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Menggunakan Uji Dua-Ujung. *PROSIDING TPT XXIX PERHAPI*, 293-308.
- Saputra, R., & Yulhendra, D. (n.d.). Kajian Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Penggunaan Bahan Bakar Truck Pada Produksi Batubara Di Pit Barat Pt.Aic Jaya Kec.Talawi Sawahlunto Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 6(2): 245-254.
- Wincono, R. R., & Horman, J. R. (2019). Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Hino 500 Fg 235 JJ. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 2(2): 155-160.
- Tenriajeng, Andi, 2003. Pemindahan Tanah Mekanis.
- Prodjosumarto, Partanto. 1996. Pemindahan Tanah Mekanis. Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung.Bandung.
- Peurifoy, R.L. 1979. Construction Planning Equipment and Methods. McGraw-Hill: New York
- Burt, C. 2018. Model for Mining Equipment Selection, Curtin University of Technology, Perth, Australia.