



Studi Fuel Ratio sebagai Indikator Efisiensi Energi pada Dump Truck CAT 789C di Operasi Penambangan Overburden

Haris Rizqullah¹, Yusep Sukrawan²

¹ Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

² Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

Email Responden : harisrizqullah@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada analisis efisiensi energi dan produktivitas unit angkut CAT 789C di PT B, Kalimantan Timur, sebagai respons terhadap tantangan konsumsi bahan bakar yang tinggi yang berdampak pada biaya perusahaan dan emisi karbon¹. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui lima tahapan utama: persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, dan penyusunan laporan akhir. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan untuk mengukur cycle time dan jumlah muatan, sedangkan data sekunder meliputi spesifikasi alat, catatan konsumsi bahan bakar, dan kondisi jalan. Data tersebut diolah untuk menentukan rata-rata konsumsi bahan bakar (fuel burn), produktivitas alat, dan perhitungan fuel ratio sebagai indikator efisiensi energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unit CAT 789C mencatat rata-rata konsumsi bahan bakar sebesar 135,6 L/jam dan produktivitas sebesar 221,9 BCM/jam, dengan fuel ratio 0,615 L/BCM. Penelitian ini mengidentifikasi grade jalan angkut dan parameter operasional sebagai faktor signifikan yang memengaruhi efisiensi bahan bakar dan produktivitas. Disimpulkan bahwa optimalisasi kondisi jalan, peningkatan manajemen operasional, dan pemeliharaan alat secara rutin sangat penting untuk meningkatkan efisiensi energi dan mendukung praktik pertambangan berkelanjutan.

Kata kunci: efisiensi energi, produktivitas alat angkut, fuel ratio, pengangkutan overburden, CAT 789C

I. PENDAHULUAN

Salah satu aspek kritis dalam kegiatan tambang adalah pengangkutan *overburden*. Pada kegiatan pengangkutan *overburden* digunakan gabungan dari unit alat gali *excavator* dan alat angkut *heavy dump truk* (HD), salah satu unit alat angkut yang beroperasi adalah HD CAT 789C. Dengan menggunakan *engine* tipe CAT 3516B EUI 69.000 CC (69 L) V16, *bore* 170 mm x *stroke* 190 mm menghasilkan *gross power* 1417 kW (1900 HP), dengan kapasitas muatan nominal 195 Ton atau 87 BCM (Caterpillar, 2024). Efisiensi pada penggunaan alat berat jenis CAT 789C menjadi tantangan bagi sebuah perusahaan untuk meminimalisir penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) agar mencapai produktivitas alat yang maksimal. Namun konsumsi BBM yang tinggi pada unit CAT 789C ini sering menjadi faktor yang dapat mempengaruhi biaya operasional. Efisiensi energi pada unit alat berat juga berpengaruh kepada pengurangan emisi karbon yang dihasilkan dari proses penambangan, pertambangan merupakan salah satu industri yang menyumbang emisi gas rumah kaca CO₂ tertinggi di Indonesia (Rahmatula et al., 2024)

Faktor yang berpengaruh terhadap penggunaan BBM salah satunya berupa kondisi jalan angkut atau *grade*. Kondisi

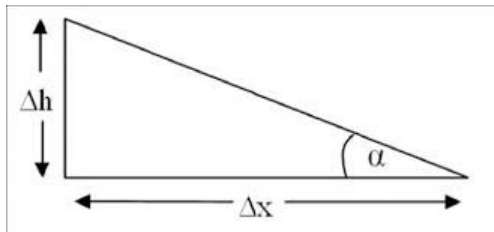
jalan dalam proses pemindahan *overburden* berpengaruh terhadap daya alat angkut sehingga berdampak pada konsumsi BBM (Mushawir et al., 2022). Konsumsi BBM cenderung akan meningkat seiring bertambahnya nilai elevasi jalan, ini disebabkan karna saat melewati elevasi jalan yang lebih tinggi *engine* akan bekerja pada putaran yang lebih tinggi agar mencapai tenaga yang lebih besar (Mushawir et al., 2022).

Konsumsi BBM dapat ditinjau dari *fuel rasio* untuk membantu perusahaan tersebut mengalami keuntungan atau kerugian dilihat dari BBM yang digunakan. *Fuel rasio* adalah perbandingan dari total penggunaan BBM dengan total produksi (Harsiga & Rahayu, 2021). Dalam penelitian ini, dilakukan analisis berkaitan dengan *fuel rasio* unit HD CAT 789C yang beroperasi di area penambangan sebagai alat angkut *overburden*, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai efisiensi energi berupa nilai konsumsi BBM terhadap produktivitas yang berpengaruh terhadap nilai *fuel rasio*.

Overburden (OB) atau lapisan material penutup dalam tambang batu bara adalah semua material yang berada di permukaan atas batu bara yang tidak terdapat unsur mineral berharga yang tersusun dari material *top soil*, *common soil*, dan *rocks* (Mushawir et al., 2022)

Kemiringan Jalan (Grade) merupakan sudut atau curamnya jalan angkut, yang berpengaruh terhadap performa alat angkut. Sudut diukur dalam persentase, 1% *grade* menggambarkan jalan menanjak 1 meter secara vertikal pada jarak horizontal 100 meter (Adreansyah & Taman Tono, 2023). Kemiringan jalan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Grade (\%)} = \Delta h / \Delta x \times 100\%$$



Gambar 1. Kemiringan jalan angkut (Putra & Kasim, 2019)

Dimana :

- Δh = Beda ketinggian antar dua titik yang diukur (Meter)
- Δx = Jarak datar antar dua titik yang diukur (Meter)

Konsumsi BBM (Fuel Burn) merupakan jumlah BBM yang terpakai saat siklus pembakaran. Konsumsi BBM per Jam dihitung dari total BBM digunakan dibagi jam operasi (Pratama & Anaperta, 2020).

$$\text{Fuel Burn (FB)} = \frac{\text{Total FC (L)}}{\text{Operating hours (Jam)}}$$

Fuel ratio merupakan perbandingan antara penggunaan BBM (*Fuel*) yang terpakai dengan produksi yang dihasilkan. Nilai rasio BBM didapat meliputi konsumsi BBM (Liter/Jam) dan produktivitas unit (bcm/Jam) (Ramadhani et al., 2022). Berikut cara penghitungan *fuel ratio*.

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fuel burn} \left(\frac{\text{L}}{\text{Jam}} \right)}{\text{Productivity} \left(\frac{\text{bcm}}{\text{Jam}} \right)}$$

Produktifitas merupakan kemampuan suatu alat untuk mengolah atau memindahkan volume material tertentu dalam satu satuan waktu (Suryawan, 2021). Produktifitas unit dapat dihitung apabila tersedia data mengenai *cycle time*, *fill factor*, *swell factor*, kapasitas *bucket*, dan efisiensi kerja (Shiddiqi & Kasim, 2018).

$$\text{PtyA} = n \times \left(\frac{60}{\text{CtA}} \right) \times \text{Cb} \times \text{Ff} \times \text{Sf} \times$$

Keterangan :

- PtyA : Produktivitas alat angkut
- n : jumlah pengisian *bucket* dalam satu alat angkut
- Cta : cycle time alat angkut (menit)
- Ff : faktor pengisian atau fill factor (%)
- Sf : swell factor
- E : efisiensi kerja (%)

II. METODOLOGI

Metode Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Kegiatan penelitian ini dirancang dalam lima tahapan, yaitu persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, dan penyusunan laporan akhir.

A. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, dilakukan penyusunan usulan tugas akhir, studi literatur mengenai daerah penelitian, serta kajian pustaka yang relevan dengan penelitian. Studi pendahuluan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai daerah penelitian.

B. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan memperoleh data melalui observasi langsung di lapangan (data primer) serta kajian literatur yang relevan dengan permasalahan penelitian (data sekunder). Metode pengambilan data disesuaikan dengan jenis data yang diinginkan, yaitu :

1. Data Primer. Meliputi Waktu Edar (*cycle time*) dari alat angkut, dan jumlah muatan alat angkut
2. Data Sekunder. Meliputi spesifikasi alat angkut, konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*), waktu kerja alat angkut, dan target produksi.

C. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh kemudian dikelompokkan berdasarkan kegunaannya untuk mempermudah proses analisis. Selanjutnya, data tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan guna mendukung interpretasi hasil penelitian.

D. Analisis Data

Hasil dari pengolahan data tersebut digunakan untuk melakukan analisis terhadap *fuel ratio* secara aktual. Data ini juga dapat digunakan untuk menganalisis konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) serta produktivitas dari alat angkut berdasarkan jam kerja yang sebenarnya.

III. HASIL DAN ANALISA

Kegiatan pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung di lapangan serta mempelajari berbagai literatur yang relevan dengan penelitian ini. Proses pengambilan data tersebut dilaksanakan pada bulan April. Alat angkut yang dianalisa adalah jenis CAT 789C.

Fuel Burn

Dari pengolahan data konsumsi BBM dibagi jam kerja alat per shift, diperoleh rata-rata *fuel burn* 135,6 L/jam

Table 1. Fuel Burn

Unit	Fuel Consumption (L)	Jam Kerja	Fuel Burn (L/Jam)
789-1	1128,84	8,1	139,36296
789-2	999,64	7,6	131,53158
789-3	1016,1	7,8	130,26923
789-4	1006,54	7,7	130,71948
789-5	1029,4	7,9	130,3038
789-6	988,5	7,5	131,8

789-7	1105,48	8,1	136,47901
789-8	1151,2	8,2	140,39024
789-9	1022,3	7,5	136,30667
789-10	1131,5	7,6	148,88158

Cycle Time dan Produktivitas Alat Angkut

Dari data *cycle time* yang dihitung, maka produktivitas dari alat angkut yang digunakan dengan nilai efisiensi kerja. Didapatkan angka produktivitas rata-rata dari alat angkut sebesar 221,9 BCM/Jam

Table 2. Produktivitas Alat

Unit	Jumlah Pemuatan	Cycle Time (menit)					Jarak (KM)	Load Speed	Empty speed	Produktivitas (BCM/Jam)
		Loading	Load Travel	Dumping	Empty Travel	Total				
789-1	5	4.18	10.03	0.81	10.38	25.40	2.35	14.08	13.61	212.23
789-2	5	4.06	10.06	0.86	10.75	25.73	2.40	14.34	13.41	207.00
789-3	5	4.31	10.19	0.85	10.38	25.73	2.51	14.77	14.50	197.3
789-4	5	4.83	8.37	0.85	8.87	22.92	2.38	17.03	16.08	220.62
789-5	5	4.71	7.61	0.84	8.30	21.46	2.40	18.89	17.31	248.01
789-6	5	4.15	7.91	1.06	6.50	19.63	2.16	16.34	19.89	245.75
789-7	5	5.21	7.78	1.04	7.63	21.67	1.91	14.74	15.03	213.40
789-8	5	5.02	7.90	1.03	8.49	22.43	2.17	16.51	15.37	227.36
789-9	5	4.95	10.45	0.79	10.00	26.19	2.38	13.68	14.29	201.72
789-10	5	4.40	8.32	0.92	8.10	21.73	2.43	17.53	18.01	245.57

Fuel Ratio

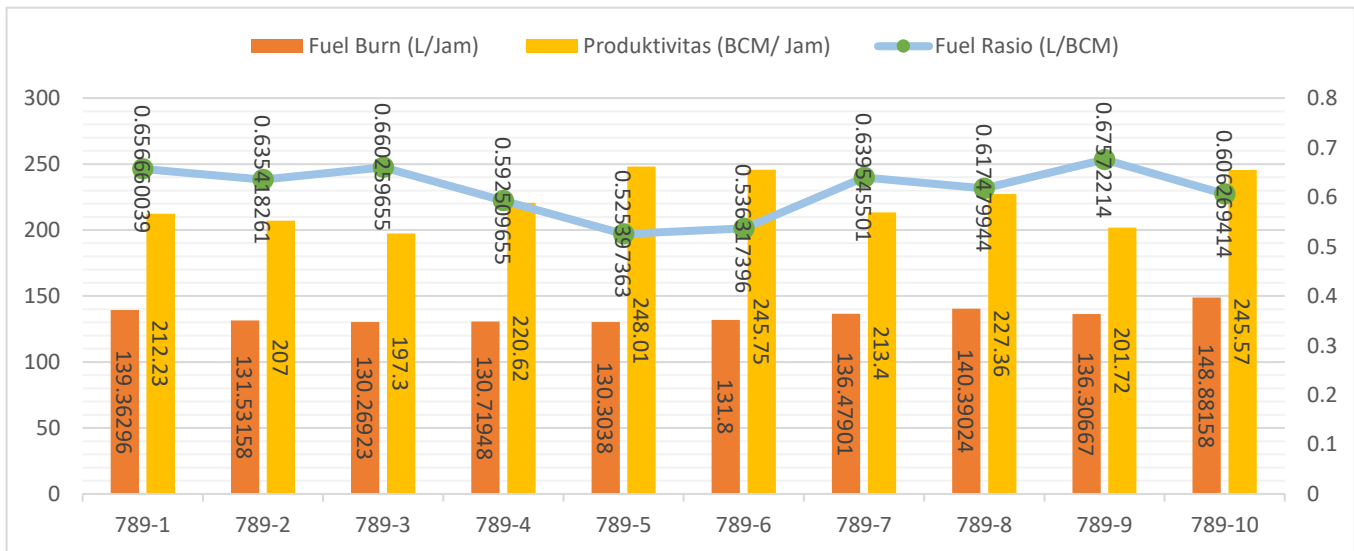
Fuel ratio diperoleh dari hasil pengolahan data dengan membandingkan jumlah konsumsi bahan bakar per jam terhadap produktivitas alat (BCM/jam). Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata *fuel ratio* unit adalah 0,615 L/BCM

Table 3. Fuel Rasio Alat

Unit	Fuel Burn (L/Jam)	Produktivitas (BCM/Jam)	Fuel Rasio (L/BCM)
789-1	139,363	212,23	0,656660039
789-2	131,5316	207	0,635418261
789-3	130,2692	197,3	0,660259655
789-4	130,7195	220,62	0,592509655
789-5	130,3038	248,01	0,525397363

789-6	131,8	245,75	0,536317396
789-7	136,479	213,4	0,639545501
789-8	140,3902	227,36	0,617479944
789-9	136,3067	201,72	0,67572214
789-10	148,8816	245,57	0,606269414

Nilai *fuel ratio* dapat diperbaiki dengan cara meningkatkan produktivitas alat angkut seperti *loading time*, *load travel time*, *dumping time*, dan *empty travel time*, ini semua memiliki keterkaitan terhadap kurangnya keterampilan operator dalam mengoperasikan unit alat angkut, kondisi alat angkut yang optimal, keadaan permukaan jalan angkut yang tidak merata. Produktivitas alat angkut CAT 789C ditargetkan mencapai 240 BCM/Jam, tetapi pada aktualnya hanya mencapai angka rata-rata 221,9 BCM/Jam.



Bagan 1. Pengaruh produktivitas terhadap fuel rasio

Berdasarkan Bagan 1, dapat diamati bahwa peningkatan produktivitas berbanding terbalik dengan nilai *fuel ratio* pada alat angkut. Penurunan *fuel ratio* tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah konsumsi bahan bakar yang relatif stabil meskipun produktivitas meningkat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keterampilan operator berada pada tingkat yang baik serta waktu *idle* alat angkut relatif rendah..

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa produktivitas alat angkut CAT 789C saat pengangkutan overburden mendapatkan rata rata 221,9 BCM/Jam dengan rata rata *fuel burn* sebesar 135,6 L/Jam. Nilai *fuel rasio* didapatkan sebesar 0,615 L/BCM mengindikasikan tingkat efisiensi penggunaan bahan bakar yang masih dapat ditingkatkan melalui upaya optimasi pengelolaan operasional dan pemeliharaan unit. Faktor lain seperti *cycle time*, *grade* jalan, dan efisiensi alat angkut. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan dan pemantauan parameter operasional secara berkelanjutan guna meningkatkan efisiensi bahan bakar serta menekan biaya operasional dalam kegiatan penambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adreansyah, F., & Taman Tono, E. (2023). Evaluasi Kemiringan Jalan Tambang Terhadap Cycle Time Alat Angkut Pada Dump Truck Hino FG 235 JJ Tambang Batu Granit Di PT Aditya Buana Inter Kabupaten Bangka: *Grade Evaluation Of The Mine Road Towards Cycle Time Of Hino FG 235 JJ Dump Truck On The Granite Mine At PT Aditya Buana Inter Bangka Regency*. (2023). *MINERAL*, 8(1), 14-20. <https://doi.org/10.33019/mineral.v8i1.4094>
- [2] Caterpillar. (2024). *CAT Equipment 789C*. <https://h-cpc.cat.com/cmms/v2?&f=product&it=product&cid=406&lid=en&sc=US&gid=715&pid=18090266&nc=1>
- [3] Harsiga, E., & Rahayu, A. P. (2021). a 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. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v12i02.134>
- [4] Mushawir, M., Hasan, H., & Magdalena, H. (2022). Optimasi Konsumsi Fuel Dump Truck Terhadap Pengaruh Grade Jalan Pada Aktivitas Penambangan Pada PT. Pampersada Nusantara Kecamatan Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur. *Mine Journal*, 7(2), 8–13. <https://doi.org/10.33019/mineral.v7i2.3338>
- [5] Pratama, A. W., & Anaperta, Y. M. (2020). Analisis Hubungan Total Resistance dan Kemiringan Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Hino 500 FM 260 JD pada Kegiatan Penambangan Bauksit di PT. Bhakti Karya Mandiri Site Teraju, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan. *Bina Tambang*, 5(5), 89–100. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/110275>
- [6] Putra, R. N., & Kasim, T. (2019). Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Produksi Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Batubara 20000 ton/bulan di Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya (AICJ). *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 77–88.
- [7] Rahmatula, R. R., Haq, S. R., Inmarlinianto, Suharyadi, H., Ardian, A., & Soekamto, U. (2024). ANALISIS FLEET MANAGEMENT SYSTEM UNTUK OPTIMALISASI KONSUMSI ENERGI DAN EMISI GAS RUMAH

- KACA PADA KEGIATAN PENGUPASAN OVERBURDEN DI PIT 3 BANKO TENGAH PT BUKIT ASAM Tbk, SUMATERA SELATAN. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 10(1), 52–66.
- [8] Ramadhani, A. D., Mustofa, A., & Melati, S. (2022). Optimalisasi fuel ratio alat gali muat dan alat angkut PT Borneo Alam Semesta. *Jurnal Himasapta*, 7(3), 157. <https://doi.org/10.20527/jhs.v7i3.7504>
- [9] Shiddiqi, M. F., & Kasim, T. (2018). *Evaluasi Kinerja dan Biaya Pengangkutan Batubara Menggunakan Dump Truck dan Belt Conveyor pada Penambangan Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam*, Tbk. 3(4).
- [10] Suryawan, K. A. (2021). *MANAJEMEN ALAT BERAT*. Deepublish. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=7SJYEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Produktifitas+merupakan+kemampuan+suatu+alat+untuk+mengolah+atau+mendahkan+volume+material+tertentu+dalam+satu+satuan+waktu&ots=b1VPXhim28&sig=CckUGvXXaysw953mUVIx3416BaA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false