

ANALISIS PENGARUH FUEL CONSUMPTION DAN PRODUCTIVITY TERHADAP *FUEL RATIO* PADA UNIT *DUMP TRUCK* HD785 DI AKTIVITAS PERTAMBANGAN PT. ABC

Arynando Supono¹, Agus Mansur*²

^{1,2} Program Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Email: agusmansur@uii.ac.id

Abstrak, Konsumsi bahan bakar merupakan salah satu komponen biaya dalam operasional *dump truck* HD785 pada industri pertambangan batubara, khususnya di PT ABC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara *fuel consumption* dan *productivity* terhadap *fuel ratio* menggunakan pendekatan analisis regresi linier berganda. Data sekunder diperoleh dari sistem basis data perusahaan, dengan parameter operasional yang mencakup rata-rata *fuel consumption* sebesar 74,39 l/h, *productivity* sebesar 239,69 bcm/km.h, dan *fuel ratio* sebesar 0,31. Ketiga nilai tersebut menunjukkan performa yang berada dalam target yang telah ditetapkan manajemen, yakni *fuel consumption* maksimum 76 l/h, *productivity* minimum 231 bcm/km.h, dan *fuel ratio* maksimum 0,31. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa model yang dibangun valid secara statistik dan memenuhi seluruh uji asumsi klasik, termasuk bebas dari multikolinearitas, autokorelasi, heteroskedastisitas, serta memiliki distribusi residual yang normal. Uji F menunjukkan bahwa secara simultan variabel *fuel consumption* dan *productivity* berpengaruh signifikan terhadap *fuel ratio* (nilai signifikansi $0,001 < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa variabel bebas *fuel consumption* dan *productivity* secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat *fuel ratio*. Uji t menunjukkan pengaruh signifikan secara parsial, dengan nilai signifikansi masing-masing 0,004 untuk *fuel consumption* dan 0,001 untuk *productivity*. Artinya, setiap variabel bebas secara individu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *fuel ratio*. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,988 mengindikasikan bahwa 98,8% variasi *fuel ratio* dapat dijelaskan oleh kedua variabel bebas tersebut, sementara sisanya sebesar 1,2% dijelaskan oleh faktor lain diluar model dalam penelitian ini. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan *productivity* berkontribusi terhadap efisiensi bahan bakar, sedangkan peningkatan *fuel consumption* cenderung menaikkan *fuel ratio*. Temuan ini memberikan dasar yang kuat bagi pengambilan keputusan manajerial untuk melakukan optimalisasi operasional, khususnya dalam pengendalian faktor-faktor yang memengaruhi konsumsi bahan bakar seperti pengaturan durasi aktif dari *economy mode on*, *inclination*, *payload* yang dibawa, dan *travel speed* ketika unit beroperasi.

Kata kunci: *Fuel ratio*, *fuel consumption*, *productivity*, *dump truck* HD785.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam penyediaan sumber daya alam, baik logam (seperti emas, tembaga, dan timah), mineral industri (seperti granit, andesit, dan pasir), maupun mineral energi (seperti batubara, minyak, dan gas bumi) yang digunakan sebagai bahan baku utama berbagai industri hilir (Kementerian ESDM, 2018). Aktivitas industri pertambangan mencakup berbagai tahap, meliputi penyelidikan awal, eksplorasi, analisis kelayakan, pembangunan fasilitas, penambangan, pengolahan pemurnian hasil tambang, distribusi penjualan, hingga kegiatan rehabilitasi pasca tambang. Seluruh kegiatan dilaksanakan sesuai izin usaha pertambangan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009. Adapun yang dimaksud pertambangan dalam penelitian ini adalah pertambangan batubara.

Metode pengoperasian, medan yang dilalui, jumlah beban yang diangkut dan hambatan lalu lintas ketika beroperasi adalah merupakan contoh faktor-faktor yang dapat menimbulkan laju kecepatan unit yang rendah, antrian panjang dan bahkan dapat menyebabkan kemacetan. Sehingga hal tersebut akan memengaruhi jumlah pemakaian konsumsi bahan bakar dari unit itu sendiri. Ketika laju kendaraan berada dibawah titik optimalnya, terdapat hubungan terbalik antara kecepatan dan konsumsi bahan bakar, semakin rendah kecepatan, semakin tinggi konsumsi bahan bakar dan sebaliknya. Tinggi rendahnya konsumsi bahan bakar tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi mesin, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti gaya dorong, kondisi jalan angkut, kecepatan, jarak, dan tenaga yang dibutuhkan. Faktor dominan dalam gaya gerak kendaraan meliputi hambatan gulir dan

hambatan kemiringan. Dimana, kondisi jalan angkut ditentukan oleh tingkat kemiringan dan kualitas permukaan jalannya (Wincono, R. R., horman, J. R. 2019).

Penelitian oleh (Nurkhamim *et al.*, 2023) dengan judul Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut UD QUESTER CWE 370 dalam Kegiatan Pengangkutan Biji Nikel. Mengkaji tentang hubungan kemiringan jalan, percepatan, RPM, *brake* horsepower dan berat muatan pada alat angkut UD Quester CWE370 terhadap konsumsi bahan bakar, dengan melakukan perlakuan perbaikan geometri jalan alat angkut pada aspek kemiringan jalan. Setelah dilakukan perbaikan pada geometri kemiringan jalan didapatkan bahwa konsumsi bahan bakar menurun dan produktivitas meningkat, dengan jumlah konsumsi bahan bakar sebelumnya 13,63 liter/jam menjadi 12,45 liter/jam.

Keterkaitan berat kendaraan dengan konsumsi bahan bakar merupakan isu penting dalam menerapkan tingkat efisiensi sumber daya energi pada aspek transportasi. Melalui metode analisis regresi linier dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor penting dalam efisiensi energi bahan bakar kendaraan adalah berat kendaraan termasuk muatan yang diangkut (Wicaksana, I. N., Fawas, O. Sari, A. P. 2025).

Penelitian oleh Attari, M. Y. N., et al., 2021 dengan tema “Efisiensi konsumsi bahan bakar dalam industri pertambangan menggunakan pendekatan PLS *Structural Equation Modeling* (PLS-SEM)”. Menyatakan bahwa tingginya jumlah konsumsi bahan bakar pada *dump truck* adalah *dump truck* yang memiliki jumlah beban kerja terberat. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa armada pengangkut dengan beban yang berat dapat memberikan dampak besar terhadap konsumsi bahan bakar. Sehingga setiap upaya perbaikan operasional pada *dump truck* dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap pengurangan jumlah konsumsi bahan bakar di tambang terbuka.

Kebutuhan jumlah konsumsi *specific fuel consumption* (SFC) batubara pada perusahaan PT. Kalonika Bara Kusuma dimasa depan, dapat diestimasi melalui metode analisis regresi linier berganda, didasarkan pada jumlah penggunaan BBM dan jumlah dari hasil listrik yang diproduksi. Dimana variabel bebas

penggunaan BBM dan *output* produksi listrik, memengaruhi variabel terikat *specific fuel consumption* (Nunka, A. S. 2024).

Upaya mengamankan jumlah bahan bakar yang perlu distok dalam memenuhi kebutuhan masyarakat perlu dilakukan, agar roda perekonomian tetap berjalan dengan baik. Kebutuhan stok bahan bakar yang diperlukan dapat dihitung melalui analisis regresi, yaitu regresi linier berganda. Dengan variabel bebas stok masuk dan stok keluar, valid terbukti memengaruhi variabel terikat stok keluar (Abdurasyid., Indrianto, Susanti, M. N. I. 2021).

Variabel bebas berupa kendaraan listrik terbukti berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat yaitu subsidi BBM, dengan kontribusi sebesar 93%. Faktanya kendaraan listrik tidak menggunakan BBM, sehingga keberadaannya dapat mengurangi beban subsidi di APBN. Total alokasi subsidi BBM dari tahun 2000 hingga 2021 mencapai Rp1.896,96 triliun. Pada tahun 2021 saja, anggaran subsidi BBM mencapai Rp140,143 triliun, yang dinilai sebagai bentuk pengeluaran konsumtif negara (Fitrah, H., Marliyah., Ahmadi, N. 2024).

Keunikan dari penelitian ini terletak pada integrasi langsung antara parameter operasional yang bersifat teknis (*fuel consumption* dan *productivity*) dengan indikator efisiensi (*fuel ratio*) dalam satu model statistik yang komprehensif. Berbeda dengan studi-studi sebelumnya yang umumnya hanya memfokuskan pada aspek konsumsi bahan bakar secara terpisah atau hanya pada produktivitas, penelitian ini menyatukan keduanya untuk mengidentifikasi hubungan simultan dan parsial terhadap efisiensi bahan bakar. Selain itu, pendekatan berbasis data aktual dari sistem informasi internal perusahaan dapat memberikan validitas praktis yang sangat tinggi, sehingga hasil penelitian ini dapat langsung dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan teknis dan kebijakan operasional. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat teoritis saja, tetapi juga aplikatif dalam implementasi menjawab tantangan nyata lapangan sehubungan dengan peningkatan efisiensi penggunaan bahan bakar dan peningkatan kinerja *dump truck*.

METODE

Rasio Bahan Bakar (*fuel ratio*)

Fuel ratio diperoleh dari hasil pengolahan data yang membandingkan jumlah pemakaian bahan bakar per jam dengan produktivitas dalam satuan BCM per jam (Ramadhani, A. D., Mustofa, A., Melati, S. 2022). *Fuel ratio* adalah jumlah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dalam liter/jam dengan produktivitas yang dihasilkan dalam bcm/jam. Indikator *fuel ratio* digunakan untuk menyatakan jumlah bahan bakar yang telah dikonsumsi atau digunakan pada unit ketika beroperasi, berbanding dengan jumlah produktivitas yang dihasilkan oleh unit tersebut. Sehingga dapat digunakan sebagai kontrol biaya operasional dari aktivitas pertambangan. *Fuel ratio* sangat memengaruhi kinerja keuangan perusahaan tambang, yang menjadi indikator apakah perusahaan akan profit yang tinggi atau rendah, mengingat *fuel ratio* merupakan salah satu komponen biaya operasional (Yunita., Harsiga, E., 2023).

$$\text{Fuel Ratio (FR)} = \frac{\text{Jumlah konsumsi bahan bakar}}{\text{Produktivitas}}$$

(Yunita., Harsiga, E., 2023)

Dump truck merupakan alat mekanis utama yang digunakan sebagai sarana pengangkutan material dalam kegiatan penambangan, khususnya pada sistem tambang terbuka. Untuk menjalankan operasi *dump truck* memerlukan bahan bakar. Tingkat konsumsi bahan bakar pada alat angkut ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi kemiringan jalan, hambatan akibat kemiringan, hambatan gulir, waktu siklus kerja, daya cengkram roda, jarak tempuh, dan daya mesin. Apabila kondisi jalan angkut tidak mendukung, maka performa alat angkut menjadi tidak maksimal, yang berdampak pada penurunan produktivitas dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, dilakukan kajian terhadap penggunaan bahan bakar *dump truck*, termasuk biaya operasional per jam, produktivitas alat, rasio konsumsi bahan bakar, serta biaya angkut per ton material. Beberapa faktor yang memengaruhi konsumsi bahan bakar pada alat mekanis antara lain adalah kondisi alat, perlakuan operator terhadap alat, serta kondisi aktual di lapangan. Faktor-faktor seperti lebar jalan yang tidak memadai, kemiringan jalan, dan jarak angkut tambang dapat memengaruhi kinerja produksi.

Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap kinerja alat angkut, yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas akibat terjadinya *breakdown*, penggantian ban, serta peningkatan penggunaan bahan bakar (Rifa'i, I., 2021).

Regresi Linier Berganda

Metode regresi linier dipilih karena mampu memodelkan hubungan antara dua variabel yang saling terkait serta menyediakan kerangka analisis berbasis *time series* untuk keperluan prediksi (Purwiantono, F, E., Aditya, A. 2024). Dikutip dari buku yang dikarang oleh Kartiningrum, E. D., dkk. 2022. Menyatakan bahwa analisis regresi linier berganda adalah suatu metode analitik dalam melihat hubungan antara faktor pengaruh (variabel bebas atau independen) dengan faktor yang dipengaruhi (variabel terikat atau dependen) yang berbentuk garis lurus. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel bebas yang akan dilihat pengaruh terhadap variabel terikat, melalui metode analisis regresi linier berganda dalam pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS.

Variabel

Dalam penelitian ini ditetapkan faktor sebagai karakteristik dalam menentukan hubungan antar elemen sehingga diperoleh hipotesis yang tepat. Faktor-faktor yang dimaksud terdapat dua variabel, yaitu:

Variabel terikat (*dependent*)

Dalam penelitian ini, variabel terikat (Y) adalah *fuel ratio*, yaitu rasio antara jumlah bahan bakar yang dikonsumsi terhadap produktivitas yang dicapai. Dengan kata lain, *fuel ratio* merepresentasikan jumlah liter bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu satuan volume material (bcm). Variabel ini dipengaruhi oleh variabel bebas dan digunakan untuk menilai efisiensi konsumsi bahan bakar dalam kegiatan operasional *dump truck*.

Variabel bebas (*independent*)

Variabel bebas merupakan variabel yang memengaruhi perubahan pada nilai variabel terikat. Variabel ini berfungsi sebagai faktor penentu yang digunakan untuk menjelaskan variasi yang terjadi pada variabel terikat dalam suatu model penelitian, terdiri dari:

Fuel Consumption

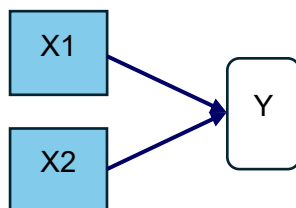
Variabel pertama yang memengaruhi *fuel ratio*, adalah *fuel consumption* (X1). Dimana *fuel consumption* adalah ukuran seberapa banyak jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan suatu alat, kendaraan atau mesin untuk beroperasi.

Productivity

Variabel kedua yang memengaruhi *fuel ratio* adalah *productivity* (X2). Dalam konteks penelitian ini, *productivity* didefinisikan sebagai total material yang berhasil diangkut atau dipindahkan oleh alat dalam proses penambangan dalam satuan waktu tertentu. Dengan kata lain, *productivity* mencerminkan kemampuan alat untuk mencapai target produksi dalam jangka waktu tertentu. Adapun jenis material yang dimaksud dalam penelitian ini adalah *waste*, yaitu lapisan tanah yang menutupi material inti.

Estimasi Model

Estimasi model analisis regresi linier berganda dijelaskan seperti pada gambar dibawah.



Gambar 1. Regresi linier berganda
(Hajarisman, N., Herlina, M. 2022)

Keterkaitan antara variabel dependen (terikat) Y dengan dua atau lebih variabel independen X dinyatakan dalam suatu persamaan atau model regresi (Hajarisman, N., Herlina, M. 2022). Berikut persamaan yang dimaksud:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Keterangan:

Y : variabel terikat (dependen)
X1, .. Xn : variabel bebas (independen)
 β_0 : konstanta
 $\beta_1, \beta_1, \beta_n$: koefisien regresi
 ε : kesalahan (error)

Koefisien regresi mengukur perubahan Y setiap X berubah salam satu unit.

Uji Asumsi Klasik

Analisis regresi linier berganda (*Multiple Linear Regression* atau MLR) digunakan untuk memperkirakan konsumsi bahan bakar selama operasi penerbangan. Untuk menilai kekokohan model, dilakukan serangkaian uji statistik, termasuk uji normalitas, linearitas, multikolinearitas, analisis korelasi, deteksi *outlier*, serta pengukuran *skewness* dan *kurtosis*. Uji-uji tersebut bertujuan untuk memastikan validitas dan reliabilitas model regresi yang dibangun (Sertdemir, E, M., Odabaş, H, K., Altinok, A. 2025). Pengujian asumsi klasik merupakan langkah analisis yang digunakan untuk mengevaluasi apakah dalam suatu model regresi linear *Ordinary Least Square* antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X) terdapat masalah-masalah asumsi-asumsi dasar/klasik yang mendasari model tersebut. (Iba, Z., Wardhana, A. 2024). Uji asumsi klasik terdiri dari:

Uji multikolinieritas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linier antar variabel bebas dalam model regresi. Adanya korelasi tinggi pada variabel bebas menimbulkan distorsi dalam interpretasi model. Salah satu cara mendeteksi *multikolinearitas* dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) pada setiap variabel bebas. Jika nilai VIF kurang dari 10, maka model dapat dikatakan terbebas dari masalah *multikolinearitas*.

Uji autokorelasi

Uji ini bertujuan untuk memastikan tidak terdapat hubungan antara error (gangguan) pada saat ini (t) dengan error pada waktu sebelumnya (t-1) dalam model regresi linier. Untuk menguji keberadaan autokorelasi, digunakan nilai *durbin-watson* (DW) dengan interpretasi sebagai berikut:

- Angka D - W dibawah -2 ada autokorelasi positif.
- Angka D - W diantara -2 sampai +2, berarti tidak ada autokorelasi.
- Angka D - W diatas +2, berarti ada autorelasi negatif

Uji heterokedastisitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah varians dari residual bersifat konstan antar observasi atau tidak. Ketika varians residual tidak seragam disebut

heteroskedastisitas, yang bisa memengaruhi keakuratan prediksi model. Model dikatakan baik apabila tidak menunjukkan gejala heteroskedastisitas. Jika nilai signifikansi pada hasil uji korelasi lebih kecil dari 0,05 (5%), maka disimpulkan adanya heteroskedastisitas dalam model.

Uji normalitas

Uji ini berfungsi untuk memastikan bahwa distribusi residual dari model regresi mengikuti distribusi normal. Keberadaan distribusi normal pada residual penting agar hasil uji statistik, seperti uji t dan F, valid terutama pada jumlah sampel yang kecil. Salah satu metode yang umum digunakan adalah uji *kolmogorov-smirnov* (K-S). Residual dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansinya lebih dari 0,05.

Uji kelayakan model

Pengujian ini dilakukan untuk menilai apakah model regresi yang dikembangkan dapat digunakan secara menyeluruh untuk menjelaskan hubungan antara variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y). Tujuan utama dari uji ini adalah untuk mengetahui sejauh mana keseluruhan variabel independen secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen (Iba, Z., Wardhana, A. 2024).

Uji simultan (uji F)

Uji F digunakan untuk menguji apakah seluruh variabel bebas secara bersama-sama berpengaruh terhadap variabel terikat pada tingkat signifikansi 5%. Hipotesis yang digunakan:

- $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ (semua koefisien regresi sama dengan nol), tidak ada pengaruh X terhadap Y.
- H_1 : Minimal satu $\beta_i \neq 0$ (ada pengaruh minimal satu X terhadap Y).

Menentukan daerah kritis H_0 diterima jika :

- $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima, tidak ada pengaruh secara simultan.
- $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, terdapat pengaruh simultan antar variabel X dan Y.

Uji parsial (uji t)

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tiap variabel bebas

terhadap variabel terikat secara terpisah. Signifikansi ditetapkan pada tingkat 5% ($\alpha = 0,05$). Rumus hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat pengaruh signifikan variabel X terhadap Y ($\beta_i = 0$).
- H_1 : Terdapat pengaruh signifikan variabel X terhadap Y ($\beta_i \neq 0$).

Kriteria pengambilan keputusan menerima H_0 atau menerima H_1 :

- H_0 diterima jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$.
- H_0 ditolak (H_1 diterima) jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$.

Koefisien determinasi (R^2)

Nilai *R-squared* (R^2) digunakan untuk mengukur tingkat kemampuan model dalam menjelaskan variasi dari variabel dependen. Nilai R^2 berada pada rentang 0 hingga 1. Nilai yang mendekati nol menunjukkan bahwa model hanya menjelaskan sebagian kecil variasi dari Y. Sebaliknya, nilai mendekati satu berarti variabel independen mampu menjelaskan hampir seluruh variasi yang terjadi pada variabel terikat.

Interpretasi model

Proses ini menjelaskan makna dan implikasi dari hasil analisis model, terutama mengenai:

- a. Hubungan antar variabel.
Menjelaskan variabel independen X memengaruhi variabel dependen Y. Apakah hubungan itu positif, negatif, atau tidak signifikan.
- b. Makna koefisien regresi
Menafsirkan nilai koefisien regresi sebagai perubahan pada Y untuk setiap satu unit perubahan pada X, dengan asumsi variabel lainnya konstan. Contoh: Jika koefisien $X_1 = 0,1$ maka tiap kenaikan 1 unit pada X_1 akan meningkatkan Y sebesar 0,1 unit.
- c. Signifikansi statistik
Menginterpretasi nilai signifikansi (*p-value*) untuk menentukan apakah hubungan antar variabel terjadi secara signifikan atau hanya kebetulan sampel.
- d. Kekuatan model
Menggunakan R^2 koefisien determinasi untuk menilai proporsi variasi pada Y dapat dijelaskan oleh variabel X.
- e. Validitas dan kelayakan model
Menilai apakah model layak digunakan dan apakah asumsi-asumsi klasik terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fuel Ratio

Tahap awal dalam perhitungan fuel ratio dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap variabel bebas *fuel consumption* dan *productivity*. Data diperoleh dari kinerja 27 *dump truck* yang diuji melalui medan operasi dengan skenario pengujian meliputi, durasi aktivasi *economy mode*, kemiringan jalan (*inclination*), kecepatan (*travel speed*), dan muatan yang dibawa (*payload*). Tingkat kemiringan jalan, beban, kecepatan, tidak hanya memengaruhi kecepatan dan waktu tempuh unit, tetapi juga berdampak langsung pada konsumsi bahan bakar (Mushawir., Hasan, H., Magdalena, H. 2022). Data hasil kinerja unit berdasarkan skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Data pencapaian kinerja unit

No	Code Number	Fuel Consumption (l/h)	Productivity (bcm/h.km)	Fuel Ratio
1	DT566XX	77,42	265,4	0,29
2	DT566XX	73,92	265,9	0,28
3	DT406XX	76,58	261,1	0,29
4	DT372XX	77,28	250,0	0,31
5	DT436XX	78,54	236,6	0,33
6	DT479XX	78,54	231,4	0,34
7	DT349XX	79,78	237,56	0,34
8	DT320XX	78,72	204,03	0,39
9	DT320XX	76,02	211,42	0,36
10	DT481XX	73,20	252,15	0,29
11	DT496XX	71,60	216,31	0,33
12	DT528XX	72,62	252,10	0,29
13	DT529XX	74,72	229,37	0,33
14	DT391XX	76,88	274,51	0,28
15	DT503XX	76,08	226,90	0,34
16	DT394XX	76,36	233,09	0,33
17	DT394XX	75,90	242,68	0,31
18	DT459XX	76,08	232,07	0,33
19	DT403XX	71,08	237,88	0,30
20	DT487XX	71,36	232,42	0,31
21	DT418XX	72,10	265,45	0,27
22	DT409XX	72,00	226,49	0,32
23	DT459XX	71,68	223,71	0,32
24	DT458XX	71,58	226,72	0,32
25	DT458XX	69,00	243,82	0,28
26	DT435XX	67,68	242,54	0,28
27	DT487XX	71,82	250,03	0,29
Rata-rata		74,39	239,69	0,31

Nilai *fuel consumption* diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil kinerja dari 27 unit, kemudian dibagi dengan jumlah unit tersebut, prosedur yang sama diterapkan untuk memperoleh nilai *productivity*.

- Rata-rata *fuel consumption*

$$FC\bar{x} = \frac{FC1 + FC2 \dots + FC27}{\sum Unit}$$

$$FC\bar{x} = \frac{2,008.54}{27}$$

$$FC\bar{x} = 74,39$$

- Rata-rata *productivity*

$$P\bar{x} = \frac{P1 + P2 \dots + P27}{\sum P Unit}$$

$$P\bar{x} = \frac{6,471.67}{27}$$

$$P\bar{x} = 239,69$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh rata-rata:

- *Fuel consumption* 74,39 l/h
- *Productivity* 239,69 bcm/h.km

Nilai dari setiap variabel tersebut dituangkan pada persamaan penghitungan *fuel ratio* dibawah.

$$FC\bar{x} = \frac{Fuel Consumption}{Productivity}$$

(Mushawir., Hasan, H., Magdalena, H. 2022)

$$FC\bar{x} = \frac{74,39}{239,69}$$

Sehingga diperoleh nilai *fuel ratio* sebesar 0,31.

Analisis Regresi Linier Berganda

Dari data yang diperlihatkan pada tabel 1, penentuan variabel terikat dan variabel bebas sebagai model regresi diputuskan sebagai berikut:

- Variabel bebas, adalah
 - *Fuel consumption* (l/h)
 - *Productivity* (bcm/h.km)
- Variabel terikat *fuel ratio*

Melihat pengaruh variabel *fuel consumption* dan *productivity* terhadap variabel *fuel ratio* dapat dilakukan dengan model regresi sebagai berikut:

$$Fuel Ratio = \beta_0 + \beta_1 x fuel consumption + \beta_2 x productivity + \varepsilon$$

(Iba, Z., Wardhana, A. 2024)

Selanjutnya model tersebut akan dilakukan estimasi parameter koefisien regresi dan konstanta, yaitu pada nilai β_0 , β_1 , β_2 . Sehingga perbedaan antara nilai *fuel ratio* aktual dan nilai prediksi model menjadi sekecil mungkin dalam kuadratnya. Setelah angka pada setiap variabel diatas ditetapkan, maka dilakukan proses penghitungan untuk membuktikan pengaruh *fuel consumption* dan *productivity* terhadap *fuel ratio* melalui bantuan perangkat lunak SPSS.

Uji asumsi klasik Multikolinieritas

Variabel *fuel consumption* dan *productivity*, dimana nilai VIF untuk *fuel consumption* dan *productivity* masing-masing

sebesar 1,001 (dengan *tolerance* 0,999), jauh di bawah batas 10. Artinya tidak terjadi korelasi tinggi antar variabel bebas, multikolinearitas tidak terdeteksi.

Tabel 2. Data uji *multikolinieritas*

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	0.312	0.018		17.637	0.000		
	Fuel Consumption (X1)	0.004	0.000	0.499	21.910	0.000	0.999	1.001
	Productivity (X2)	-0.001	0.000	-0.847	-37.169	0.000	0.999	1.001

a. Dependent Variable: Fuel Ratio (Y)

Autokorelasi

Membandingkan angka *durbin-watson* dengan kriteria penerimaan atau penolakan terhadap angka dari tabel *durbin-watson* (dL dan dU). Dengan jumlah dua variabel bebas (k) dan jumlah sampel 27 (n). Besarnya angka dL dan dU ditetapkan pada tingkat signifikansi (*error*) sebesar α 0,05 (5%). Tabel *durbin-watson* menunjukkan nilai dL sebesar 1,2399 dan nilai dU sebesar 1,5562, sedangkan angka *durbin-watson* pada hasil uji sebesar 1,760. Maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis dari hasil uji keberadaan *autokorelasi* diantaranya adalah:

- Positif
Apabila $dw > dU$. Pembuktian dw (1,760) $> dU$ (1,5562). Artinya tidak ada *autokorelasi* positif ➔ Gagal Tolak.
- Negatif
Jika $(4-dw) < dL$. Pembuktian $(4-1,7600) < 1,2399 = 2,240 > 1,2399$, Artinya terdapat *autokorelasi* negatif ➔ Tolak.

Jika $(4 - dw) > dU$. Pembuktian $(4 - 1,7600) > 1,5562 = 2,2400 > 1,5562$.

Maka tidak terdapat *autokorelasi* negatif ➔ Gagal Tolak.

- Tidak dapat disimpulkan

Jika $dL < (4 - dw) < dU$. Pembuktian $1,2399 < (4 - 1,760) < 1,5562 = 1,2399 < 2,2400 > 1,5562$. Maka pengujian atau tidak dapat disimpulkan ➔ Gagal Tolak.

Kesimpulan dari hipotesis *autokorelasi*:

- H0: Tidak ada *autokorelasi* dalam residual regresi.
- H1: Ada *autokorelasi* dalam residual regresi.

Dari hasil uji *autokorelasi* pada kolom *durbin-watson* ditunjukkan angka sebesar 1,760 dapat ditarik kesimpulan bahwa H0 gagal tolak. Sedangkan H1 diterima atau dengan kata lain tidak ada *autokorelasi* positif dalam data.

Tabel 3. Data uji *autokorelasi*

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics				Durbin-Watson
						F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	0.994 ^a	0.988	0.987	0.00330	0.988	951.435	2	24	0.000	1.760

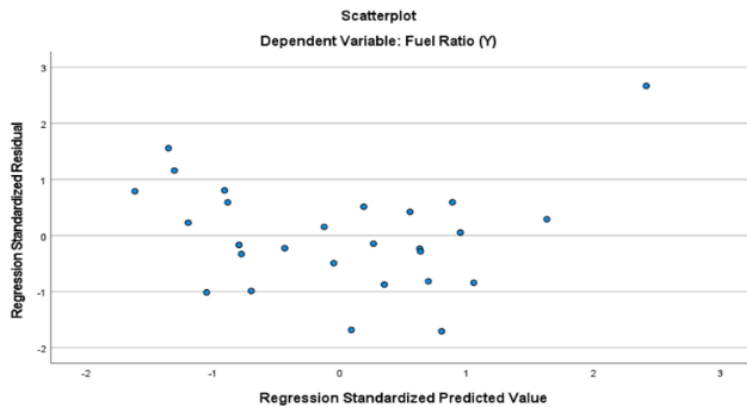
a. Predictors: (Constant), Productivity (X2), Fuel Consumption (X1)

b. Dependent Variable: Fuel Ratio (Y)

Heteroskedastisitas

Dari grafik dibawah didapatkan bahwa tidak ada titik-titik yang membentuk pola-pola tertentu secara terusun. Dimana titik pada

diagram *scatterplot* menyebar secara random, titik-titik berada diatas dan dibawah angka 0 dari sumbu y. Sehingga tidak terjadi masalah adanya heteroskedastisitas pada grafik tersebut.

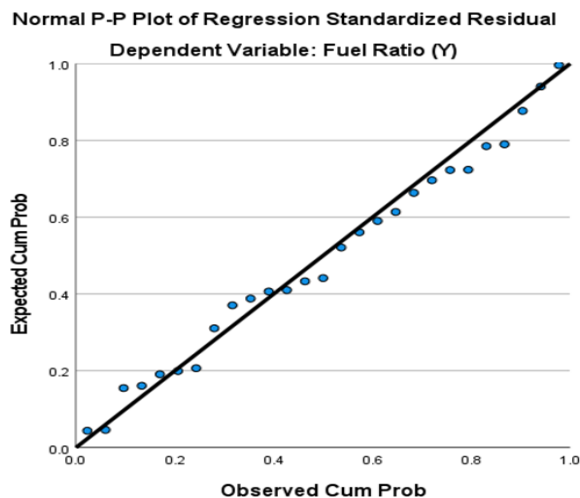


Gambar 2. Diagram *scatterplot* uji heteroskedastisitas

Normalitas

Untuk menilai apakah data residual mengikuti distribusi normal, dapat digunakan pendekatan visual melalui grafik *Normal P-P Plot*. Apabila titik-titik pada grafik menyebar secara konsisten mengikuti garis diagonal, maka dapat disimpulkan bahwa residual terdistribusi normal. Sebaliknya, penyimpangan yang signifikan dari garis

tersebut menunjukkan bahwa distribusi residual tidak normal. Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada *Normal P-P Plot* (Gambar 4.2), tampak bahwa sebaran titik-titik berada cukup dekat dengan garis diagonal. Hal ini mengindikasikan bahwa residual pada model regresi ini mengikuti pola distribusi normal.



Gambar 3. Diagram *normal P-P Plot* uji normalitas

Uji kelayakan model

Uji keandalan model (Uji F)

Nilai signifikansi F hitung (sig.) yang tercantum pada Tabel 4.4 menunjukkan angka 0,001, yang berada dibawah batas signifikansi sebesar 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model regresi linier yang dibangun memenuhi syarat kelayakan untuk menjelaskan pengaruh variabel *productivity*

dan *fuel consumption* terhadap variabel dependen, yaitu *fuel ratio*. Karena apabila nilai *prob.* F hitung pada kolom sig. lebih kecil dari tingkat kesalahan (α 0,05), maka dapat dikatakan bahwa model regresi yang diestimasi layak, sedangkan apabila nilai *prob.* F hitung lebih besar dari tingkat kesalahan 0,05 maka dapat dikatakan bahwa model regresi yang diestimasi tidak layak.

Tabel 4. Uji keandalan model (Uji F)

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	0.421	2	0.211	1199.697	<0.001 ^b
	Residual	0.023	132	0.000		
	Total	0.444	134			

a. Dependent Variable: Fuel Ratio

b. Predictors: (Constant), Productivity, Fuel Burn

Nilai signifikansi F hitung (sig.) yang tercantum pada Tabel 4.4 menunjukkan angka 0,001, yang berada dibawah batas signifikansi sebesar 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model regresi linier yang dibangun memenuhi syarat kelayakan untuk menjelaskan pengaruh variabel *productivity* dan *fuel consumption* terhadap variabel dependen, yaitu *fuel ratio*.

Uji koefisien regresi (Uji t)

Uji t dalam regresi linier berganda dilakukan untuk menilai apakah parameter

yang digunakan dalam membentuk model yakni konstanta (intersep) dan koefisien regresi (kemiringan garis) telah sesuai dan dapat secara akurat merepresentasikan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa parameter tersebut relevan dalam menjelaskan pengaruh variabel bebas terhadap variabel tergantung. Dalam konteks ini, perhatian utama uji t diarahkan pada koefisien regresi (*slope*), karena komponen ini menunjukkan besar kecilnya kontribusi masing-masing variabel bebas dalam model regresi.

Tabel 5. Uji koefisien regresi

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	0.312	0.018		17.637	0.000		
	Fuel Consumption (X1)	0.004	0.000	0.499	21.910	0.000	0.999	1.001
	Productivity (X2)	-0.001	0.000	-0.847	-37.169	0.000	0.999	1.001

a. Dependent Variable: Fuel Ratio (Y)

Jika nilai probabilitas dari uji t, terlihat pada kolom signifikansi pada Tabel 4.5 lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, maka variabel independen (t hitung) dianggap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen. Sebaliknya, apabila nilai *prob. t* hitung tersebut melebihi 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat. Berdasarkan hasil analisis, variabel *fuel consumption* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,004, yang lebih kecil dari ambang $\alpha = 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa *fuel consumption* secara statistik berpengaruh nyata terhadap *fuel ratio* pada tingkat kepercayaan 95%. Hal serupa juga

berlaku untuk variabel *productivity*, yang memiliki nilai signifikansi (VIF) sebesar 0,001. Karena nilai ini juga di bawah 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa *productivity* secara signifikan mempengaruhi *fuel ratio* pada taraf signifikansi 5%.

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi merupakan ukuran statistik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar variasi dari variabel dependen dapat dijelaskan oleh kombinasi variabel-variabel independen dalam suatu model regresi. Dalam konteks ini, koefisien determinasi dapat dinilai melalui nilai *R-Square* maupun *adjusted R-Square*.

Tabel 6. Uji koefisien determinasi

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson
1	0.994 ^a	0.988	0.987	0.00330	0.988	951.435	2	24	0.000	1.760

a. Predictors: (Constant), Productivity (X2), Fuel Consumption (X1)
b. Dependent Variable: Fuel Ratio (Y)

Berdasarkan hasil analisis, nilai *R-Square* sebesar 0,988 mengindikasikan bahwa sebesar 98,8% variasi yang terjadi pada variabel *fuel ratio* dapat dijelaskan oleh kontribusi dari dua variabel bebas, yaitu *fuel consumption* dan *productivity*. Dengan kata lain, kedua variabel ini memiliki kekuatan penjelas yang sangat tinggi terhadap perubahan *fuel ratio*. Sementara itu, sisa sebesar 1,2% merupakan bagian dari variasi yang mungkin dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model regresi ini, seperti kondisi teknis kendaraan, beban operasional, atau karakteristik pengemudi yang tidak dimasukkan dalam analisis. Hal ini menunjukkan bahwa model yang digunakan telah mampu menangkap hampir seluruh

pengaruh signifikan terhadap variabel terikat, meskipun masih ada ruang untuk pengembangan model dengan mempertimbangkan variabel lain yang relevan.

Interpretasi model

Uji asumsi klasik dilakukan untuk memastikan bahwa model regresi linier memenuhi syarat dasar, seperti normalitas dan tidak adanya *multikolinearitas*, agar hasil analisis tidak bias. Uji ini juga menilai kelayakan model dalam menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan terikat. Jika model tidak memenuhi syarat, maka kesimpulan yang dihasilkan tidak dapat diandalkan. Pemenuhan asumsi klasik menjadi acuan penting dalam membangun model regresi yang akurat.

Tabel 7. Uji kelayakan koefisien

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	0.312	0.018		17.637	0.000		
	Fuel Consumption (X1)	0.004	0.000	0.499	21.910	0.000	0.999	1.001
	Productivity (X2)	-0.001	0.000	-0.847	-37.169	0.000	0.999	1.001

a. Dependent Variable: Fuel Ratio (Y)

Koefisien regresi untuk variabel *fuel consumption* sebesar 0,004 dan variabel *productivity* sebesar 0,001. Koefisien regresi *fuel consumption* bernilai positif artinya pada saat *fuel consumption* turun, maka jumlah *fuel ratio* juga akan mengalami penurunan. Begitu pula pada saat *fuel consumption* naik, maka jumlah *fuel ratio* juga akan naik. Kenaikan *fuel consumption* sebesar 1 liter/jam, akan meningkatkan jumlah *fuel ratio* sebesar 0.004 bcm/liter dan sebaliknya penurunan *fuel consumption* sebesar 1 liter/jam, akan menurunkan jumlah *fuel ratio* sebesar 0,004 bcm/liter. Koefisien regresi *productivity* bernilai positif memiliki arti yang berbeda dengan koefisien regresi *fuel consumption*. Pada saat *productivity* turun, maka jumlah *fuel ratio* akan mengalami kenaikan. Begitu pula

pada saat *productivity* naik, maka jumlah *fuel ratio* akan turun. Kenaikan *productivity* 1 bcm/h.km akan meningkatkan jumlah *fuel ratio* sebesar 0,001 bcm/liter dan sebaliknya, penurunan *productivity* 1 bcm/h.km akan menaikkan jumlah *fuel ratio* sebesar 0,001 bcm/liter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap model *fuel ratio* pada *dump truck* HD785 di PT. ABC, diperoleh bahwa rata-rata *fuel consumption* sebesar 74,39 liter/jam dan *productivity* sebesar 239,69 bcm/km.jam telah memenuhi standar operasional perusahaan. Nilai *fuel ratio* rata-rata sebesar 0,31 bcm/liter juga masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 0,33 bcm/liter.

Analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa model *fuel ratio* telah memenuhi kelayakan statistik, dengan lolos uji asumsi klasik, tidak terdapat multikolinearitas, autokorelasi, maupun heteroskedastisitas, serta distribusi residual yang normal. Temuan ini menegaskan bahwa model valid dan dapat diandalkan untuk estimasi serta prediksi nilai *fuel ratio* di masa mendatang.

Hasil Uji F menunjukkan bahwa model regresi signifikan secara simultan ($p = 0,001 < 0,05$), yang berarti *fuel consumption* dan *productivity* secara bersama-sama berpengaruh nyata terhadap *fuel ratio*. Uji t juga menunjukkan pengaruh signifikan secara parsial, dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,004 untuk *fuel consumption* dan 0,001 untuk *productivity*, keduanya berada di bawah ambang 0,05

Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,988, artinya 98,8% variasi pada *fuel ratio* dapat dijelaskan oleh variasi dalam *fuel consumption* dan *productivity*. Sisanya sebesar 1,2% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model yang tidak tercakup dalam penelitian ini

Interpretasi koefisien regresi menunjukkan hubungan positif antara *fuel consumption* dan *fuel ratio*, serta antara *productivity* dan *fuel ratio*. Namun, dalam konteks efisiensi operasional, peningkatan *productivity* justru mencerminkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik. Temuan ini menegaskan bahwa optimalisasi parameter operasional berperan penting dalam meningkatkan performa dan efisiensi bahan bakar alat berat di sektor pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurasyid., Indrianto, Susanti, M. N. I. (2021). Prediksi Kuota Pemesanan Bahan Bakar Pada SPBU dengan Metode Regresi Linear Berganda. *Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknologi Informatika*. p-ISSN 1978-9262, e-ISSN 2655-5018.
- Attari, M. Y. N., Miandoab, T. F., Ejlali, B., Torkayesh, A. E. (2021). Fuel consumption in mining industry using partial least squares structural equation modeling approach. *International Journal of Energy Sector Management*. Emerald Publishing Limited 1750-6220. DOI 10.1108/IJESM-07-2020-0020.
- Fitrah, H., Marliyah., Ahmadi, N. (2024). Analisis Elektrifikasi Transportasi Untuk Penghematan Subsidi BBM. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, ISSN: 2477-6157; e-ISSN 2579-6534.
- Hajarisman, N., Herlina, M. (2022). Analisis Regresi dan Aplikasinya Menggunakan SPSS. Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Iba, Z., Wardhana, A. (2024). *Analisis Regresi dan Analisis Jalur Untuk Riset Bisnis Menggunakan SPSS 29.0 & Smart-PLS 4.0*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Kartiningrum, E. D. (2022). Aplikasi Regresi dan Korelasi Dalam Analisis Data Hasil Penelitian. Mojokerto: STIKes Majapahit Mojokerto.
- Kementerian ESDM. (2018). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomo 26 Tahun 2018. Jakarta.
- Mushawir., Hasan, H., Magdalena, H., (2022). Optimasi Konsumsi Fuel Dump Truck Terhadap Pengaruh Grade Jalan Pada Aktivitas Penambangan Pada PT Pamapersada Nusantara Kecamatan Sangatta Utara Kabupaten Kutai Timur. *Mine Journal MINERAL*.
- Nunka, A. S. (2024). Metode Regresi Linier Berganda Untuk Prediksi Pemakaian BBM PT. Kalonica Bara Kusuma. *Jupiter, Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*. e-ISSN: 3031-349X; p-ISSN: 3031-500X.
- Nurkhamim., Adha, H. R., Cahyadi, T. A., Kresno., Inmarlinianto. (2023). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut UD QUESTER CWE 370 dalam Kegiatan Pengangkutan Bijih Nikel. *Indonesian Mining Professionals Journal*.
- Purwiantono, F. E., Aditya, A. (2024). Model Prediksi Harga Bahan Bakar Minyak Terhadap USD Menggunakan Regresi Linier. *Journal of Information System Management (JOISM)*, e-ISSN: 2715-3088.
- Ramadhani, A. D., Mustofa, A., Melati, S. (2022). Optimalisasi Fuel Ratio Alat Gali Muat Dan Alat Angkut PT Borneo Alam Semesta. *Jurnal Himasapta*.
- Rifa'i, I., (2021). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Pada Penambangan Batu Andesit PT. Harmak Indonesia, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. DI Yogyakarta.

- Sertdemir, E, M., Odabaşı, H, K., Altınok, A. (2025). Assessment of Aircraft Fuel Efficiency in Domestic Flights using Multiple Regression Analysis. *Journal of Aviation*.
- Wicaksana, I. N., Fawas, O. Sari, A. P. (2025). Analisis Berat Kendaraan Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Menggunakan Metode Regresi Linier dan Koefisien Korelasi. *Prosiding Seminar Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran. ISSN: 2809-9834.
- 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*.
- Yunita., Harsiga, E. (2023). Analisis Fuel Ratio Pada Project Penambangan di Pit 1 PT Cahaya Riau Mandiri Jobsite PT Duta Alam Sumatera. *Mine Journal Mineral*.