

Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Penambangan Batubara PT Pacific Global Utama di Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan

Vallen Aurelio G^{*}, Zaenal, Indra Karna Wijaksana

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*vallen.aureliog@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, indrakwijaksana@gmail.com

Abstract. PT Pacific Global Utama is a company engaged in the coal mining industry. Coal mining activities use digging-loading and hauling equipment using the Komatsu PC400 Lc Excavator and the Volvo A40F Articulated Dumptruck. There is a company Fuel Ratio target of 0.4 liters/BCM, which was not achieved as a result of the road geometry not conforming to standards. Efforts to reduce the Fuel Ratio are by studying the geometry of the haul road and making efforts to improve the haul road in order to increase the efficiency of fuel use for the transportation equipment. The purpose of this study is to optimize the mine road geometry which affects fuel consumption. The theory used in this study is based on AASHTO, and Minister of Energy and Mineral Resources Decree 1827K No. 30 of 2018. Production calculations are obtained by taking direct coal mining activities, while road geometry is measured using a roll meter, compass, and GPS, and validated using a map. Contours made using drones. The production of the digging equipment was 225.68 BCM/hour while the means of transportation were 225.43 BCM/hour, with the fuel consumption of the digging and loading equipment being 39.41 liters/hour/tool and the transportation equipment being 23.69 liters/hour/equipment. This study also examines the Fuel Ratio (FR) and Fuel Cost (FC) of transportation equipment before and after the road improvement recommendations, the actual FR is 0.52 liters/BCM with an actual FC of RP 2,029,885.51/shift/tool. Recapitulation of road repairs can increase the production of transportation equipment to 298.54 BCM/hour. There are changes in FR and FC in the road repair recommendations where FR becomes 0.397 liters/BCM and FC becomes RP 1,532,814.74/shift/equipment

Keywords: *Road Geometry, Fuel, Fuel Cost.*

Abstrak. PT Pacific Global Utama adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara. Kegiatan penambangan batubara menggunakan alat gali-muat dan angkut memakai Excavator Komatsu PC400 Lc dan Articulated Dumptruck Volvo A40F. Terdapat target Fuel Ratio perusahaan sebesar 0,4 liter/BCM, yang tidak tercapai akibat dari geometri jalan yang tidak sesuai dengan standar. Usaha untuk menurunkan Fuel Ratio tersebut dengan cara mengkaji geometri jalan angkut dan melakukan upaya perbaikan jalan angkut guna meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar alat angkut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengoptimalkan geometri jalan tambang yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Teori yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada AASHTO, dan Kepmen ESDM 1827K No.30 tahun 2018. Perhitungan produksi didapatkan dengan pengambilan langsung kegiatan penambangan batubara, sedangkan untuk geometri jalan diukur menggunakan alat bantu roll meter, kompas, dan GPS, serta divalidasi menggunakan peta kontur yang dibuat dengan menggunakan drone. Produksi alat gali-muat sebesar 225,68 BCM/jam sedangkan alat angkut 225,43 BCM/jam, dengan konsumsi bahan bakar alat gali-muat 39,41 liter/jam/alat dan alat angkut 23,69 liter/jam/alat. Penelitian ini juga mengkaji Fuel Ratio (FR) dan Fuel Cost (FC) alat angkut sebelum dan setelah rekomendasi perbaikan jalan, FR aktual sebesar 0,52 liter/BCM dengan FC aktual sebesar RP 2.029.885,51/shift/alat. Rekapitulasi perbaikan jalan dapat meningkatkan produksi alat angkut menjadi 298,54 BCM/jam. Terdapat perubahan FR dan FC pada rekomendasi perbaikan jalan dimana FR menjadi 0,397 liter/BCM dan FC menjadi RP 1.532.814,74/shift/alat.

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Bahan Bakar, Fuel Cost.*

A. Pendahuluan

PT Pacific Global Utama adalah salah satu perusahaan yang berjalan di bidang pertambangan bahan galian batubara yang berlokasi di Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini adalah batubara sub-bituminus dengan kalori sekitar 4600-5000 kcal/kg GAR. Salah satu hal yang perlu diperhatikan pada kegiatan penambangan di perusahaan ini yaitu konsumsi bahan bakar, untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar pada kegiatan penambangan, maka dilakukan penelitian geometri jalan yang berupa lebar jalan, kemiringan jalan, cross slope, superelevasi, dan lain sebagainya.

Geometri jalan aktual pada perusahaan ini, terdapat beberapa segmen yang belum sesuai dengan teori American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dan Kepmen ESDM 1827K. No. 30 tahun 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, seperti rekomendasi grade jalan kurang dari 12%, cross slope rekomendasi sebesar 40 mm/m, superelevasi rekomendasi sebesar 6%, dan sebagainya. Hal tersebut dapat menyebabkan penggunaan bahan bakar yang tidak efisien yang mengakibatkan tidak tercapainya target Fuel Ratio sebesar 0,4 liter/BCM.

Penelitian ini dilakukan di perusahaan tersebut untuk mengkaji pengaruh geometri jalan angkut terhadap konsumsi bahan bakar untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar agar lebih efisien, mengurangi biaya bahan bakar, dan mencapai target Fuel Ratio yang dikehendaki.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, oleh karena itu perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: “Bagaimana keadaan geometri jalan aktual pada kegiatan pengangkutan? Berapa jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk alat gali-muat dan alat angkut? Berapa rata-rata konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan pada setiap segmen jalan aktual dan rekomendasi? Berapa nilai rasio bahan bakar dan biaya bahan bakar aktual dan rekomendasi?”. Tujuan yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui keadaan geometri jalan aktual pada kegiatan penambangan batubara.
2. Mengetahui konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh alat gali-muat dan alat angkut.
3. Mengetahui rata-rata konsumsi bahan bakar pada setiap segmen jalan aktual dan perbaikan.
4. Mengetahui rasio bahan bakar dan biaya bahan bakar aktual dan perbaikan.

B. Metodologi Penelitian

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini yakni teknik komparatif untuk membandingkan data hasil pengolahan secara aktual dan teoritis. Teknik pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu observasi, wawancara, pengambilan data langsung, dan percobaan langsung. Data yang dimiliki diantaranya adalah data primer dan sekunder,

1. Data Primer
Data primer merupakan data yang diambil secara langsung di lapangan dan belum di publikasi, yang meliputi waktu edar alat muat dan angkut, waktu hambatan, kapasitas bucket aktual, kemiringan jalan, lebar jalan, superelevasi, dan lain sebagainya.
2. Data Sekunder
Data sekunder adalah data yang telah di publish. Data sekunder meliputi peta-peta dasar seperti peta administrasi, topografi, morfologi, dan geologi regional, kemudian curah hujan Badan Pusat Statistika (BPS) dan spesifikasi alat gali-muat dan angkut.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Produktivitas Alat

Perhitungan efisiensi kerja ditunjukkan untuk dua (2) jenis alat mekanis, diantaranya alat gali-muat dan alat angkut. Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi kerja alat gali-muat dan angkut.

1. Parameter Efisiensi Kerja Excavator Komatsu PC 400 Lc
MA (Mechanical Availability)

$$MA = \frac{W_e}{W_e + R} \times 100 \% = \frac{6,00}{6,00 + 0,08} \times 100 \% = 98,67 \%$$

PA (Physical Availability)

$$PA = \frac{We + S}{We + R + S} \times 100 \% = \frac{6,00 + 2,37}{6,00 + 0,08 + 2,37} \times 100 \% = 99,04 \%$$

UA (Use of Availability)

$$UA = \frac{We}{We + S} \times 100 \% = \frac{6,00}{6,00 + 2,37} \times 100 \% = 71,69 \%$$

EU (Effective Utilization)

$$EU = \frac{We}{We + R + S} \times 100 \% = \frac{6,00}{6,00 + 0,08 + 2,37} \times 100 \% = 71,00\%$$

2. Parameter Efisiensi Kerja Articulated Dump truck A40F

MA (Mechanical Availability)

$$MA = \frac{We}{We + R} \times 100 \% = \frac{6,62}{6,62 + 0,06} \times 100 \% = 99,09 \%$$

PA (Physical Availability)

$$PA = \frac{We + S}{We + R + S} \times 100 \% = \frac{6,62 + 1,77}{6,62 + 0,06 + 1,77} \times 100 \% = 99,28 \%$$

UA (Use of Availability)

$$UA = \frac{We}{We + S} \times 100 \% = \frac{6,62}{6,62 + 1,77} \times 100 \% = 78,85$$

EU (Effective Utilization)

$$EU = \frac{We}{We + R + S} \times 100 \% = \frac{6,62}{6,62 + 0,06 + 1,77} \times 100 \% = 78,29 \%$$

Swell factor adalah perbandingan density loose dengan density insitu. Faktor pengembangan. Perhitungan density loose dengan cara menimbang sampel batubara acak yang ditumpahkan kedalam suatu wadah sehingga akan diketahui volume wadah dan berat sampel. Kemudian density insitu dilakukan dengan mengetahui selisih volume air dan berat sampel yang dimasukkan ke dalam air tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Swell Factor} &= \frac{\text{Density Loose}}{\text{Density Insitu}} \times 100\% \\ &= \frac{0,9}{1,21} \times 100\% \\ &= 73,89 \% \end{aligned}$$

Fill factor atau faktor pengisian adalah perbandingan antara kapasitas nyata bucket excavator dengan kapasitas teoritis. Fill factor ini dihitung dengan cara menumpahkan batubara ke tanah yang datar kemudian dihitung volumenya dengan menggunakan grid. Berikut ini merupakan fill factor penelitian.

$$\begin{aligned} FF &= \frac{H_{ma}}{H_{mt}} \times 100\% \\ &= \frac{2,73}{2,8} \times 100\% \\ &= 97,49\% \end{aligned}$$

Produktivitas alat gali-muat dan angkut adalah hasil dari pengolahan data-data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Berikut ini adalah perhitungan produktivitas alat gali-muat dan angkut :

1. Produktivitas Excavator Komatsu PC 400 Lc

$$\begin{aligned} P_{m1} &= \frac{E_m \times 60 \times H_m \times FF_m \times SF}{C_m} \\ P_{m1} &= \frac{71,00\% \times 60 \times 2,8 \text{ LCM} \times 99,47\% \times 73,89\%}{0,3888458 \text{ menit}} \\ P_{m1} &= 225,68 \text{ BCM/jam/alat} \end{aligned}$$

Produksi :

a. BCM

$$\begin{aligned} P_m &= P_{m1} \times n_m \\ &= 225,68 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat} \\ &= 225,68 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

b. Tonase

$$\begin{aligned}
 P_m &= P_{m1} \times n_m \times \text{density insitu} \\
 &= 225,68 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat} \times 1,21 \text{ ton/BCM} \\
 &= 273,50 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

2. Produktivitas articulated dump truck Volvo A40F

$$P_{a1} = \frac{E_a \times 60 \times (n_p \times H_m \times FF_m) \times SF}{C_a}$$

$$P_{a1} = \frac{78,31\% \times 60 \times (8 \times 2,8 \text{ LCM} \times 99,47\%) \times 73,89\%}{17,1568 \text{ menit}}$$

$$P_{a1} = 45,09 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi :

a. BCM

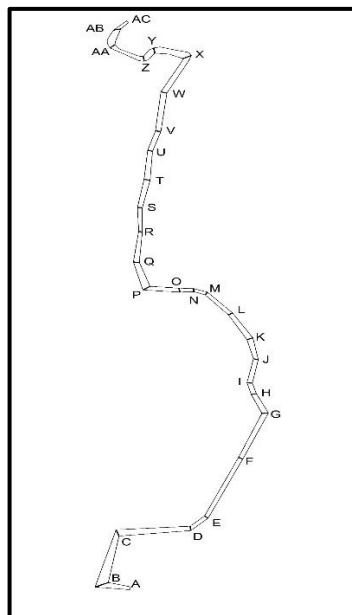
$$\begin{aligned}
 P_a &= P_{a1} \times n_a \\
 &= 45,09 \text{ BCM/jam/alat} \times 5 \text{ alat} \\
 &= 225,43 \text{ BCM/jam}
 \end{aligned}$$

b. Tonase

$$\begin{aligned}
 P_a &= P_{a1} \times n_a \times \text{density insitu} \\
 &= 45,09 \text{ BCM/jam/alat} \times 5 \text{ alat} \times 1,21 \text{ ton/BCM} \\
 &= 273,20 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Geometri Jalan Tambang

Pembagian segmen jalan tambang dari stockpile ke jalan tambang terdiri dari segmen A hingga segmen AC (29 Segmen). Pembagian segmen tersebut didasarkan pada perbedaan kemiringan dan tikungan jalan. Pembagian segmen dilakukan guna mengetahui data tiap segmen yang nantinya akan dihitung untuk rekomendasi kecepatan, waktu edar rekomendasi, dan konsumsi bahan bakar.



Gambar 1. Jalan Tambang

Lebar jalan tambang terdiri dari dua jenis, diantaranya adalah lebar jalan lurus dan lebar jalan tikungan, berikut ini hasil pengukuran dua lebar jalan lurus dan tikungan :

1. Lebar Jalan Lurus

Lebar jalan lurus dari stockpile menuju ke front kerja sangat bervariasi. Pengukuran lebar jalan angkut dilakukan agar terciptanya keadaan jalan yang aman, meningkatkan laju produksi dan mengurangi konsumsi bahan bakar alat angkut. Perhitungan lebar jalan angkut menggunakan persamaan berikut ini.

Lebar Jalan Dua Jalur :

$$\begin{aligned} L_{\min} &= (n \times w_t) + (n + 1) \times \left(\frac{w_t}{2}\right) \\ &= (2 \times 3,43 \text{ m}) + (2 + 1) \times \left(\frac{3,43 \text{ m}}{2}\right) \\ &= 12,02 \text{ meter} \end{aligned}$$

2. Lebar Jalan Tikungan

Lebar Jalan Tikungan pada dasarnya akan lebih lebar daripada lebar jalan lurus, hal ini karena pada saat tikungan, alat angkut akan memiliki perbedaan lebar pada bagian depan dan belakang. Lebar jalan angkut minimum menurut AASHTO didasarkan dari spesifikasi alat angkut (Volvo A40F) dengan menggunakan persamaan :

Lebar Jalan Dua Jalur :

$$\begin{aligned} C = Z &= \frac{U + Fa + Fb}{2} \\ C = Z &= \frac{1,84 + 1,35 + 1,61}{2} = 2,40 \text{ meter} \\ W_{\min} &= n (U + Z + Fa + Fb) + C \end{aligned}$$

$$W_{\min} = 2 (1,84 + 2,40 + 1,35 + 1,61) + 2,40 = 16,8 \text{ meter}$$

Berikut ini merupakan persamaan untuk mengetahui poros jalan dan cross slope :

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2} \times \text{lebar jalan angkut minimum} \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 12,02 \text{ m}\right) \\ &= 6,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan cross slope rekomendasi 40 mm/m maka cross slope ideal akan terjadi apabila beda tinggi :

$$\begin{aligned} BT &= L \times 40 \text{ mm/m (Cross slope rekomendasi)} \\ &= 6,01 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m} \\ &= 240,31 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan jari-jari tikungan apabila superelevasi-nya 6% :

$$\begin{aligned} R &= \frac{v^2}{127(e+f)} \\ R &= \frac{20^2}{127 (6\% + 0,18)} = 13,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Dalam menghitung rimpull aktual, kita perlu mengetahui berat kosong, berat muatan, berat total, RR, GR, AR terlebih dahulu. Berikut ini merupakan informasi umum yang diperlukan untuk menghitung rimpull yang nantinya akan didapatkan waktu rekomendasi

Tabel 1. Informasi untuk Perhitungan Rimpull

Stockpile – Loading Point	Nilai	Satuan
Berat Kosong	30.6	(ton)
	67.461.46	(lbs)
Berat Muatan	22.28	(ton)
	49.121.82	(lbs)
Berat Total	52.88	(ton)
	116.583.29	(lbs)
RR	65	(lbs/ton)
GR	20	(lbs/ton/%)
AR	20	(lbs/ton)

Konsumsi Bahan Bakar Aktual

Berikut ini merupakan perhitungan konsumsi bahan bakar alat gali-muat :

$$\begin{aligned} FC &= \frac{T_{fc}}{W_p} \\ FC &= \frac{9.892 \text{ liter}}{251 \text{ jam}} \end{aligned}$$

$$FC = 39,41 \text{ liter/Jam}$$

Berikut ini merupakan perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut :

$$FC = \frac{T_{fc}}{W_p}$$

$$FC = \frac{T_{fc}}{W_p}$$

$$FC = \frac{5.630 \text{ liter}}{237,67 \text{ jam}}$$

$$FC = 23,69 \text{ liter/jam}$$

Kebutuhan bahan bakar per ritase dihitung menggunakan data *Cycle Time* (CT) alat gali-muat dang angkut beserta *Fuel Consumption* (FC) alat gali-muat dan angkut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan bahan bakar per *ritase* selama alat gali-muat dan angkut tersebut bekerja.

1. Kebutuhan bahan bakar alat gali-muat (Komatsu PC400) per *ritase*

$$n_{rit} = \frac{60}{CT}$$

$$n_{rit} = \frac{60}{0,38846 \text{ menit/rit}}$$

$$n_{rit} = 154,46 \text{ ritase/jam}$$

$$BB_{rit} = \frac{FC}{n_{rit}}$$

$$BB_{rit} = \frac{39,41 \text{ liter/jam}}{154,46 \text{ ritase/jam}}$$

$$BB_{rit} = 0,26 \text{ liter/ritase}$$

2. Kebutuhan bahan bakar alat angkut (Volvo A40F) per *ritase*

$$n_{rit} = \frac{60}{CT}$$

$$n_{rit} = \frac{60}{17,16}$$

$$n_{rit} = 3,4965 \text{ ritase/jam}$$

$$BB_{rit} = \frac{FC}{n_{rit}}$$

$$BB_{rit} = \frac{23,69 \text{ liter/jam}}{3,4965 \text{ ritase/jam}}$$

$$BB_{rit} = 6,77 \text{ liter/ritase}$$

Berikut ini merupakan contoh kebutuhan bahan bakar segmen jalan A – B pada muatan kosong:

$$BB_s = \frac{CT_s}{Ca} \times BB_{rit}$$

$$BB_s = \frac{0,23 \text{ menit}}{17,16 \text{ menit/ritase}} \times 6,77 \text{ liter/ritase}$$

$$BB_s = 0,09 \text{ liter}$$

Fuel Ratio aktual adalah rasio perbandingan konsumsi bahan bakar yang diperlukan untuk gali-muat atau angkut untuk memperoleh satu (1) BCM batubara

$$FR = \frac{FC}{P}$$

$$FR = \frac{23,69 \text{ liter/jam}}{45,09 \text{ BCM/jam}}$$

$$FR = 0,52 \text{ liter/BCM}$$

Perhitungan Fuel Cost (FC) Aktual didapatkan dengan mengalikan fuel ratio dengan harga bahan bakar saat dilakukannya penelitian

$$FC_o = 0,5254 \text{ liter/BCM} \times \text{RP } 12.950 / \text{liter}$$

$$= \text{RP } 6.803,96 / \text{BCM} \times 298,34 \text{ BCM/Shift/alat}$$

$$= \text{RP } 2.029.885,51 / \text{Shift/alat} \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{RP } 60.896.565,33 / \text{bulan/alat}$$

Konsumsi Bahan Bakar Perbaikan

Kebutuhan bahan bakar alat angkut (Volvo A40F) per *ritase*

$$n_{rit} = \frac{60}{CT}$$

$$n_{rit} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{12,96 \text{ menit/ritase}}$$

$$n_{rit} = 4,63 \text{ ritase/jam}$$

$$B_{Brit} = \frac{FC}{n_{rit}}$$

$$B_{Brit} = \frac{23,69 \text{ liter/jam}}{4,63 \text{ ritase/jam}}$$

$$B_{Brit} = 5,11 \text{ liter/ritase}$$

$$FR = \frac{23,69 \text{ liter/Jam}}{59,71 \text{ BCM/Jam}}$$

$$FR = 0,397 \text{ liter/BCM}$$

$$F_{Co} = 0,397 \text{ liter/BCM} \times \text{RP } 12.950/\text{liter}$$

$$= \text{RP } 5.137,83/\text{BCM} \times 298,339 \text{ BCM/shift/alat}$$

$$= \text{RP } 1.532.814,74/\text{shift/alat} \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{RP } 45.984.442,08/\text{bulan/alat}$$

Rata-rata kebutuhan bahan bakar aktual per segmen pada berangkat kosong adalah 0,084 liter/segmen, sedangkan untuk rata-rata kebutuhan bahan bakar perbaikan per segmen pada berangkat kosong adalah 0,054 liter/segmen. Begitupula dengan berangkat isi, Rata-rata kebutuhan bahan bakar aktual per segmennya adalah 0,091 liter/segmen, sedangkan untuk rata-rata kebutuhan bahan bakar perbaikan per segmen adalah 0,062 liter/segmen. Fuel Ratio aktual sebesar 0,52 liter/BCM sedangkan fuel Ratio perbaikan sebesar 0,397 liter/BCM. Pengaruh geometri jalan terhadap rasio bahan bakar pada penelitian ini dapat mengefisiensikan sebesar 24,48% bahan bakar untuk kegiatan produksi penambangan batubara.

D. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian kali ini adalah :

1. Keadaan geometri jalan pada penelitian ini memiliki jarak 1.723,45 m dengan kondisi lebar jalan lurus berada pada rentang 6,05 m – 14,05 m, dan pada jalan tikungan diantara 7,92 m – 24,67 m, untuk kemiringan jalan berada pada rentang 0,75% hingga 14,01%.
2. Konsumsi bahan bakar alat gali-muat sebesar 39,41 liter/jam sedangkan alat angkut sebesar 23,69 liter/jam.
3. Rata-rata konsumsi bahan bakar berangkat kosong adalah 0,084 liter/segmen, sedangkan untuk rekomendasi perbaikan menjadi 0,054 liter/segmen. Untuk berangkat isi, konsumsi aktualnya sebesar 0,091 liter/segmen, sedangkan untuk rekomendasi perbaikan menjadi 0,062 liter/segmen
4. bahan bakar aktual sebesar 0,52 liter/BCM, sedangkan Fuel Cost aktual sebesar RP 2.029.885,51/shift/alat. Rasio bahan bakar perbaikan sebesar 0,397 liter/BCM, sedangkan Fuel Cost perbaikan sebesar RP 1.532.814,74/shift/alat.

Acknowledge

1. Allah SWT., Terimakasih atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan penyusun kesehatan jasmani dan rohani sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tuaku Tatang Iriawan dan Dewi Sekar Pangerteni dan kakakku Kevin Cesio Gemilang, Terimakasih telah memberikan dukungan materil dan moril serta selalu mendoakan penyusun dalam menyelesaikan penelitian ini hingga selesai. Terima kasih pula selalu mendorong penyusun agar menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
3. Dosen dan Staff Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat serta mendukung penelitian ini hingga selesai.
4. Teman-teman angkatan 2018 tercinta, Terimakasih telah memberikan dukungan baik materil dan moril kepada penyusun. Serta terima kasih kepada semua teman-teman seperjuangan semenjak botak hingga memiliki rambut yang layak sebagai tempat untuk bercerita, bersenang-senang, dan tempat untuk kembali.
5. Keluarga Laboratorium Eksplorasi, Terimakasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada Bapak Ir. Dono Guntoro, S.T., M.T. yang selalu memberi masukan, saran, dan dorongan untuk penyelesaian skripsi ini. Terima kasih kepada teman-teman asisten

laboratorium eksplorasi yang selalu memberikan saya tempat untuk mengembangkan diri yang lebih baik dan terima kasih pula untuk setiap dukungan, nasihat, masukkan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan

Daftar Pustaka

- [1] Amiruddin, M. Faisal, Uyu Saismama, dan Riswan, 2020. “Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut dan Alat Gali Muat Pada Pit 2 di PT Pro Sarana Cipta”, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- [2] Anonim, 1993, “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”, America, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- [3] Anonim, 2017, “Handbook Komatsu PC 400-8 PC 400LC-8”, Japan.
- [4] Anonim, 2018, Kepmen ESDM 1827 K/30/MEM, “Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik”.
- [5] Anonim, 2016, SNI 7167, “Pengaman Jalan Pertambangan”.
- [6] Anonim, 2004, “Volvo Brochure Articulated Hauler A35F A40F”, Eskilstuna, Swedia.
- [7] Burhanudin, Aang Faisal, 2020, “Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan Overburden pada Penambangan Batubara PT Pancaran Surya Abadi di Kecamatan Muara badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur”, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [8] Ginger, D., dan Fielding, K, 2005, “The Petroleum Systems and Future Potential of The South Sumatera Basin”, Indonesia : Proceedings of Indonesian 30th Petroleum Association (IPA) Annual Convention.
- [9] Himawan, M. Arief, Nurhakim, dan Annisa, 2018, “Analisis Optimalisasi Fuel Ratio Peralatan Mekanis Dalam Aktifitas Penggalian dan Pengangkutan Overburden PT Madhani Talatah Nusantara”, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- [10] Kadir, Effendi, 2008, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [11] Prodjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [12] Prodjosumarto, Partanto, 2000, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [13] Putra, Januardi dan Tamrin Kasim, 2018, “Optimasi Kesesuaian Alat Gali-Muat dengan Alat Angkut untuk Mengatur Fuel Ratio dalam Menghemat Pemakaian Fuel pada Pengupasan Overburden di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi”, Universitas Negeri Padang, Padang.
- [14] Sukiman, Silvia, 1999, “Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Nova, Bandung
- [15] Suwandhi, Awang, 2004, “Perencanaan Jalan Tambang”, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung.