

Pengaruh Geometri Jalan Angkut terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Pengangkutan *Overburden* pada Penambangan Batubara PT Pancaran Surya Abadi di Muara Badak, Kutai Kartanegara

Abdurahman Al Farisi, Zaenal, Sriyanti*

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

abdur.alfarisi2411@gmail.com, zaenal@unisba.ac.id, sriyanti.tambang@yahoo.com

Abstract. PT Pancaran Surya Abadi is a company engaged in coal mining located in Muara Badak District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province. There are several road geometries that are not in accordance with the standards in the overburden transportation activities from the pit to the disposal, thus affecting the relatively large fuel consumption and costs. This study aims to determine the actual fuel consumption, fuel ratio, and fuel cost of the conveyance and the improvement of the road geometry. In this study, road geometry improvements were made in accordance with Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 and the American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO) to reduce fuel consumption and costs. Based on the actual research results, the average productivity of the Zoomlion Zt 115 A conveyance is 107.69 BCM / hour / tool with an average fuel consumption of 39.47 liters / hour and a Fuel Ratio of 0.37 liters / BCM and Fuel Cost of Rp 206,248,892 / month. While the average productivity of HDI Dt 95 conveyance is 114.41 BCM / hour / tool with an average fuel consumption of 36.72 liters / hour and Fuel Ratio of 0.32 liters / BCM and Fuel Cost of Rp 191,847,097 / month. After improving road geometry and circulation time, there is an increase in productivity and a decrease in Fuel Ratio and Fuel Cost. The average productivity of the Zoomlion Zt 115 A conveyance increased to 164.71 BCM / hour / tool with a decrease in fuel consumption to 27.66 liters / hour and a Fuel Ratio of 0.17 liters / BCM and Fuel Cost to Rp 144,526,177 / month. While increasing the productivity of HDI Dt 95 conveyance to 168.74 BCM / hour / tool with a decrease in fuel consumption to 26.15 liters / hour and Fuel Ratio 0.15 liters / BCM and Fuel Cost to Rp 136,634,987 / month.

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

Abstrak. PT Pancaran Surya Abadi adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan batubara yang berlokasi di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Terdapat beberapa geometri jalan yang tidak sesuai dengan standar pada kegiatan pengangkutan *overburden* dari pit menuju disposal, sehingga mempengaruhi konsumsi dan biaya bahan bakar yang relatif besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, fuel ratio, dan fuel cost alat angkut secara aktual dan perbaikan. Pada penelitian ini dilakukan perbaikan geometri jalan sesuai dengan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 dan American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO) agar konsumsi dan biaya bahan bakar berkurang. Berdasarkan hasil penelitian aktual, didapatkan produktivitas rata-rata alat angkut Zoomlion Zt 115 A sebesar 107,69 BCM/jam/alat dengan rata-rata konsumsi bahan bakar 39,47 liter/jam serta Fuel Ratio sebesar 0,37 liter/BCM dan Fuel Cost sebesar Rp 206.248.892 /bulan. Sedangkan produktivitas rata-rata alat angkut HDI Dt 95 sebesar 114,41 BCM/jam/alat dengan rata-rata konsumsi bahan bakar 36,72 liter/jam serta Fuel Ratio sebesar 0,32 liter/BCM dan Fuel Cost sebesar Rp 191.847.097 /bulan. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan adanya peningkatan produktivitas serta penurunan Fuel Ratio dan Fuel Cost. Peningkatan produktivitas rata-rata alat angkut Zoomlion Zt 115 A menjadi 164,71 BCM/jam/alat dengan penurunan konsumsi bahan bakar menjadi 27,66 liter/jam serta Fuel Ratio 0,17 liter/BCM dan Fuel Cost menjadi Rp 144.526.177 /bulan. Sedangkan peningkatan produktivitas alat angkut HDI Dt 95 menjadi 168,74 BCM/jam/alat dengan penurunan konsumsi bahan bakar menjadi 26,15 liter/jam serta Fuel Ratio 0,15 liter/BCM dan Fuel Cost menjadi Rp 136.634.987 /bulan.

Kata Kunci: *Geometri Jalan, Bahan Bakar, Fuel Ratio, dan Fuel Ratio.*

A. Pendahuluan

PT Pancaran Surya Abadi perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara yang berlokasi di Kecamatan Muara badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dengan sistem tambang terbuka (surface mining). Dalam kegiatan operasional penambangan terdapat komponen penting yaitu bahan bakar solar yang dibutuhkan oleh alat mekanis.

Pembuatan geometri jalan tambang yang sesuai terutama pada kemiringan jalan harus sesuai dengan Kepmen No. 1827/K/MEM/2018. Kondisi jalan angkut aktual yang diperoleh dari pengamatan di lokasi penambangan terdapat segmen jalan dan lebar jalan yang tidak sesuai dengan standar, sehingga menyebabkan tidak optimalnya alat angkut saat beroperasi dan konsumsi bahan bakar alat angkut yang meningkat.

Penggunaan bahan bakar solar yang tidak efektif dan efisien yang dipengaruhi oleh geometri jalan dan kondisi jalan akan berpengaruh terhadap biaya operasional. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan bakar agar dapat mengurangi biaya operasional kegiatan penambangan khususnya pada biaya bahan bakar.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana kondisi geometri jalan aktual?”, “Berapa konsumsi bahan bakar alat angkut aktual dan setelah perbaikan?”, “Berapa nilai dari fuel ratio dan fuel cost aktual dan setelah perbaikan?”, adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geometri jalan aktual?
2. Berapa konsumsi bahan bakar alat angkut aktual dan setelah perbaikan?
3. Berapa nilai dari fuel ratio dan fuel cost aktual dan setelah perbaikan?

B. Metode

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan, diantaranya:

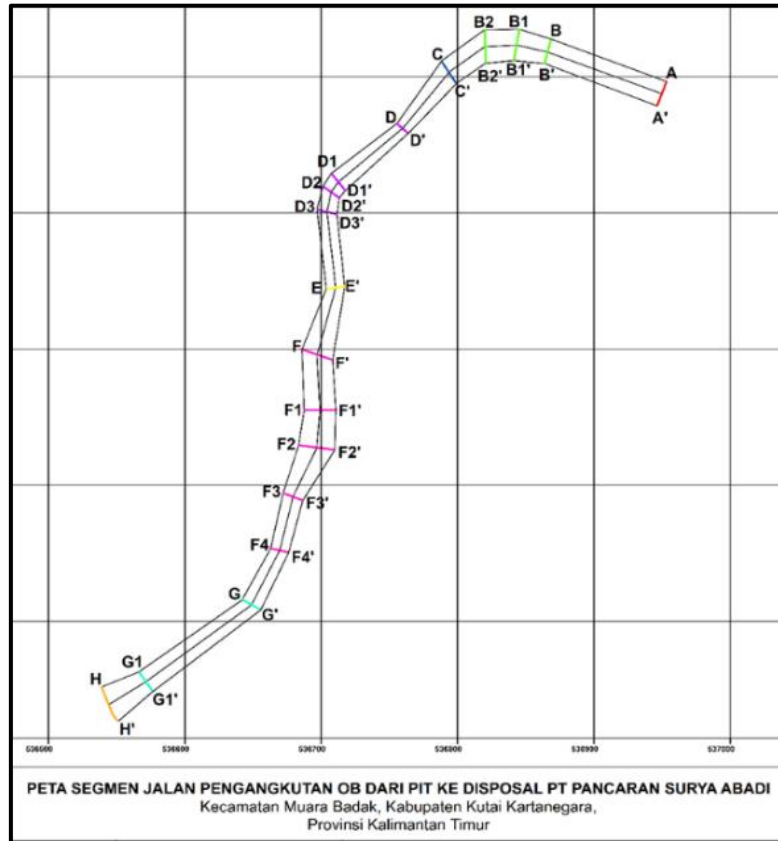
1. Teknik Pengambilan Data
Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, yaitu:
 - a. Data Primer meliputi waktu kerja, waktu hambatan, waktu edar alat gali-muat dan angkut, geometri jalan, dan lain-lain.
 - b. Data Sekunder meliputi kondisi iklim/cuaca, spesifikasi alat mekanis, peta administrasi, peta topografi, harga bahan bakar, *Swell Factor*, *Fill Factor*, Lembar Geologi Samarinda, dan standar geometri jalan menurut Kepmen No. 1827/K/MEM/2018 dan *American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO)*.
2. Teknik Pengolahan Data
Pengolahan data menggunakan rumus-rumus Pemindahan Tanah Mekanis dan (AASHTO) untuk mengetahui geometri jalan yang sesuai dengan standar menggunakan bantuan perangkat lunak.
3. Teknik Analisis Data
Teknik analisis data dengan menggunakan metode komparatif antara geometri jalan aktual dengan setelah perbaikan sesuai dengan standar Kepmen No. 1827/K/MEM/2018 dan AASHTO. Kemudian perbandingan antara konsumsi bahan bakar aktual dengan setelah perbaikan geometri jalan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengambilan data dilakukan pada jalan pengangkutan overburden dari pit B1 Blok A1-1 menuju disposal dengan jarak 735,73 meter. Pengangkutan overburden dilakukan dengan menggunakan dua jenis alat angkut yaitu dumptruck Zoomlion Zt 115 A dan dumptruck HDI Dt 95.

Geometri Jalan

Pengambilan data geometri jalan pada daerah penelitian dari *pit* menuju *disposal* menggunakan *total station* yang terbagi ke dalam 18 segmen. Hasil dari pengukuran geometri jalan tersebut dibandingkan dengan perhitungan standar dari rumus AASHTO. Dari data yang telah didapatkan tersebut, maka dibuat sketsa jalan pengangkutan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa Segmen jalan Pengangkutan *Overburden*

Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan di lokasi penelitian memiliki jalan angkut dua jalur atau arah, dengan besaran lebar jalan minimumnya ditentukan berdasarkan alat angkut terbesar yang digunakan yaitu Zoomlion Zt 115 A. Lebar jalan angkut dibagi menjadi dua yaitu lebar jalan kondisi lurus dan lebar jalan kondisi tikungan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan rekomendasi lebar jalan kondisi lurus sebesar 12,60 m dan lebar jalan kondisi tikungan sebesar 14,48 m.

$$L_{\min} = (n \times W_t) + [(n + 1)(0,5 \times W_t)] \quad \dots(1)$$

Lebar Jalan Kondisi Lurus Dua Jalur:

$$L_{\min} = (2 \times 3,6) + [(2+1)(0,5 \times 3,6)] = 12,60 \text{ m}$$

$$W_{\min} = n (U+Fa+Fb+Z)+C \quad \dots(2)$$

$$C = Z = 0,5 (U+Fa+Fb) \quad \dots(3)$$

Lebar Jalan Kondisi Tikungan Dua Jalur:

$$W_{\min} = 2 [2,23 \text{ m} + 1,22 \text{ m} + 0,69 \text{ m} + (0,5 (2,23 \text{ m} + 1,22 \text{ m} + 0,69 \text{ m}))] + (0,5 (2,23 \text{ m} + 1,22 \text{ m} + 0,69 \text{ m}))$$

$$W_{\min} = 14,48 \text{ meter}$$

Tabel 1. Lebar Jalan Kondisi Lurus

Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
A	-	A'		19,18	0	12,60
C	-	C'		19,74	0	12,60
E	-	E'		13,94	0	12,60
F	-	F'		23,74	0	12,60
F1	-	F1'		23,36	0	12,60
F2	-	F2'	12,60	26,77	0	12,60
F3	-	F3'		15,47	0	12,60
F4	-	F4'		13,50	0	12,60
G	-	G'		15,59	0	12,60
G	-	G'		17,70	0	12,60
H	-	H'		27,88	0	12,60

Tabel 2. Lebar Jalan Kondisi Tikungan

Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Belokan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
B	-	B'		18,53	0	14,48
B1	-	B1'		23,47	0	14,48
B2	-	B2'		24,39	0	14,48
D	-	D'	14,48	11,13	3,35	14,48
D1	-	D1'		16,36	0	14,48
D2	-	D2'		14,58	0	14,48
D3	-	D3'		14,89	0	14,48

Kemiringan Jalan (Grade)

Kemiringan jalan pada area pengangkutan *overburden* memiliki kemiringan yang berbeda-beda untuk setiap segmennya. Pada lokasi penelitian kemiringan jalan memiliki ukuran dari -9,11-23,41%. Berdasarkan Kepmen No. 1827/K/MEM/2018 kemiringan jalan standar sebesar 12%. Perhitungan kemiringan jalan didapatkan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut.

$$Grade (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad \dots(4)$$

Kemiringan Jalan Segmen A – B:

$$Grade (\%) = \frac{20,22}{86,37} \times 100\% = 23,41\%$$

Tabel 3. Kemiringan Jalan

Segmen			Jarak Datar (m)	Elevasi (mdpl)		Beda Tinggi Topografi (m)	Jarak Miring (m)	Grade Aktual (%)
				Awal	Akhir			
A	-	B	86,37	67,406	47,19	20,22	88,71	23,41%
B	-	B1	23,03	47,19	44,72	2,47	23,16	10,71%
B1	-	B2	23,67	44,72	42,52	2,21	23,78	9,33%
B2	-	C	31,31	42,52	39,38	3,14	31,47	10,02%
C	-	D	53,76	39,38	39,18	0,20	53,76	0,38%
D	-	D1	62,11	39,18	41,23	-2,05	62,14	-3,38%
D1	-	D2	8,80	41,23	41,02	0,21	8,80	2,35%
D2	-	D3	14,83	41,02	42,23	-1,21	14,88	-8,15%
D3	-	E	55,97	42,23	47,33	-5,10	56,20	-9,11%
E	-	F	51,54	47,33	50,85	-3,52	51,66	-6,83%
F	-	F1	39,89	50,85	54,14	-3,30	40,03	-8,26%
F1	-	F2	28,08	54,14	56,18	-2,04	28,15	-7,26%
F2	-	F3	38,94	56,18	59,49	-3,31	39,08	-8,50%
F3	-	F4	41,13	59,49	61,77	-2,28	41,19	-5,53%
F4	-	G	45,15	61,77	64,69	-2,92	45,24	-6,47%
G	-	G1	95,77	64,69	69,84	-5,15	95,91	-5,38%
G1	-	H	31,58	69,84	70,26	-0,42	31,58	-1,32%

Rimpull

Berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian, material jalan pengangkutan berasal dari material *front* penambangan itu sendiri yang berupa *clay* dan *topsoil*. Dengan kondisi material tersebut maka untuk nilai coefficient of traction untuk ban karet masuk kategori “wet, clay loam” dengan nilai 40-50%. Nilai rolling resistance termasuk kategori “firm but flexible surface, well maintained” dengan nilai 65 lb/ton.

Produktivitas dan Produksi

Produktivitas alat merupakan hasil perhitungan dari masing-masing rangkaian yang digunakan. Adapun produktivitas alat angkut dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_{ia} = \frac{Ea \times 60 \times (Hmt \times np \times FFm) \times SF}{Ca} \quad \dots(5)$$

Produktivitas alat angkut Zoomlion Zt 115 A:

$$P_{ia} = \frac{84,97\% \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,95}$$

$$= 107,69 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produktivitas alat angkut HDI Dt 95:

$$P_{ia} = \frac{87,21\% \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,86}$$

$$= 114,41 \text{ BCM/jam/alat}$$

Tabel 4. Perbandingan Produktivitas Sebelum dan Setelah Perbaikan

	Zoomlion Zt 115 A		HDI Dt 95	
	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Berangkat Isi (menit)	3,59	1,75	3,64	1,78
Manuver Isi (menit)	0,48	0,48	0,42	0,42
Pengosongan (menit)	0,50	0,50	0,51	0,51
Kembali Kosong (menit)	2,51	1,68	2,41	1,71
Manuver Kosong (menit)	0,39	0,39	0,41	0,41
Pengisian (menit)	1,49	1,49	1,48	1,48
CT (menit)	8,95	6,27	8,88	6,31
Kapasitas Bucket (LCM)	3,60	3,60	3,60	3,60
Swell Factor (%)	81,00%	81,00%	81,00%	81,00%
Fill Factor (%)	95,00%	95,00%	95,00%	95,00%
Efisiensi Kerja (%)	84,97%	91,78%	87,21%	92,50%
Produktivitas (BCM/Jam/Alat)	107,69	164,71	114,41	168,74
Produksi (BCM/Jam)	323,06	494,13	228,81	337,48

Konsumsi Bahan Bakar

Dari hasil pengamatan langsung di lapangan bahan bakar dari alat angkut yang didapatkan untuk total konsumsi bahan bakar *dumptruck* Zoomlion Zt 115 A dan HDI Dt 95 selama (liter/shift) dibagi banyaknya jumlah jam kerja dari alat yang digunakan (jam/shift), sehingga didapatkan konsumsi bahan bakar dalam satuan (liter/jam).

Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Zoomlion Zt 115 A

$$FC_A = \frac{TFC}{W_p} \quad \dots(6)$$

$$FC_A = \frac{8.161,00 \text{ Liter/Bulan}}{206,75 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_A = 39,47 \text{ Liter/Jam}$$

Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut HDI Dt 95

$$FC_A = \frac{TFC}{W_p}$$

$$FC_A = \frac{7.685,00 \text{ Liter/Bulan}}{209,30 \text{ Jam/Bulan}}$$

$$FC_A = 36,72 \text{ Liter/Jam}$$

Tabel 5. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Sebelum dan Setelah Perbaikan

<i>Unit Type</i>	<i>Cycle Time Aktual (menit)</i>	<i>Cycle Time Perbaikan (menit)</i>	Konsumsi Bahan Bakar Aktual (liter/jam)	Konsumsi Bahan Bakar Perbaikan (liter/jam)
Zoomlion Zt 115 A	8,95	6,27	39,47	27,66
HDI Dt 95	8,86	6,31	36,72	26,15

Fuel Ratio Aktual dan Perbaikan

Perbandingan konsumsi bahan bakar dalam proses pengangkutan *overburden* untuk mendapatkan satuan BCM dikenal sebagai *fuel ratio*. Perhitungan *fuel ratio* dapat dilakukan dengan menggunakan konsumsi bahan bakar alat angkut (liter/jam) dan data produktivitas alat angkut (BCM/jam). Perhitungan *fuel ratio* dapat dilakukan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut.

$$FR = \frac{FC}{P} \quad \dots(7)$$

Fuel Ratio Alat Angkut Zoomlion Zt 115 A

$$\begin{aligned} FR &= \frac{39,47 \text{ Liter/Jam}}{107,69 \text{ BCM/Jam}} \\ &= 0,37 \text{ Liter/BCM} \end{aligned}$$

Fuel Ratio Alat Angkut HDI Dt 95

$$\begin{aligned} FR &= \frac{36,72 \text{ Liter/Jam}}{114,41 \text{ BCM/Jam}} \\ &= 0,32 \text{ Liter/BCM} \end{aligned}$$

Tabel 6. Perbandingan *Fuel Ratio* Sebelum dan Setelah Perbaikan

	Zoomlion Zt 115 A		HDI Dt 95	
	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Produksi (BCM/Jam)	107,69	164,71	114,41	168,74
Konsumsi Bahan Bakar (Liter/jam)	39,47	27,66	36,72	26,15
Fuel Ratio (Liter/BCM)	0,37	0,17	0,32	0,15

Fuel Cost Aktual dan Perbaikan

Fuel cost merupakan biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan dalam proses pengangkutan *overburden*. Berikut merupakan perhitungan *fuel cost* untuk alat angkut.

Fuel Cost Alat Angkut Zoomlion Zt 115 A

$$F_{cost} = FR_{bb} \times H_{bb} \quad \dots(8)$$

$$\begin{aligned} &= 0,37 \text{ liter/BCM} \times \text{Rp.20.900/liter} \\ &= \text{Rp 7.661 /BCM} \\ &= \text{Rp 7.661 /BCM} \times 107,69 \text{ BCM/jam/alat} \\ &= \text{Rp 824.995 /Jam} \times 10 \text{ Jam} \\ &= \text{Rp 8.249.955 /Shift} \\ &= \text{Rp 8.249.955} \times 25 \text{ Hari} \\ &= \text{Rp 206.248.891} \end{aligned}$$

Fuel Cost Alat Angkut HDI Dt 95

$$F_{cost} = FR_{bb} \times H_{bb} \quad \dots(9)$$

$$\begin{aligned} &= 0,32 \text{ liter/BCM} \times \text{Rp.20.900/liter} \\ &= \text{Rp 6.707 /BCM} \\ &= \text{Rp 6.707 /BCM} \times 114,41 \text{ BCM/jam/alat} \\ &= \text{Rp 767.388 /Jam} \times 10 \text{ Jam} \\ &= \text{Rp 7.673.883 /Shift} \\ &= \text{Rp 7.673.883} \times 25 \text{ Hari} \\ &= \text{Rp 191.847.097} \end{aligned}$$

Tabel 7. Perbandingan *Fuel Cost* Sebelum dan Setelah Perbaikan

	Zoomlion Zt 115 A		HDI Dt 95	
	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Produksi (BCM/Jam)	107,69	164,71	114,41	168,74
Fuel Ratio (Liter/BCM)	0,37	0,17	0,32	0,15
Fuel Cost per Jam	Rp 824.995,57	Rp 578.104,71	Rp 767.388,39	Rp 546.539,95
Fuel Cost per Bulan	Rp206.248.891,56	Rp144.526.177,11	Rp191.847.097,09	Rp136.634.987,40

D. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi geometri jalan angkut aktual dari *pit* menuju *disposal* untuk lebar jalan kondisi lurus memiliki ukuran 13,50 – 27,88 meter, untuk lebar jalan kondisi tikungan memiliki ukuran 11,13 – 24,39 meter. Pada kemiringan jalan memiliki ukuran -9,11 – 23,41%. Selain itu, terdapat segmen jalan yang tidak sesuai dengan standar, seperti pada segmen D – D' yang memiliki lebar jalan 11,13 meter dan segmen A – B yang memiliki kemiringan jalan sebesar 23,41%.
2. Kebutuhan bahan bakar yang digunakan untuk aktivitas pengangkutan *overburden* untuk alat angkut Zoomlion Zt 115 A sebesar 39,47 liter/jam dan untuk alat angkut HDI Dt 95 sebesar 36,72 liter/jam. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan, konsumsi bahan bakar mengalami penurunan untuk alat angkut Zoomlion Zt 115 A menjadi 27,66 liter/jam dan alat angkut HDI Dt 95 menjadi 26,15 liter/jam.
3. *Fuel ratio* aktual alat angkut Zoomlion Zt 115 A sebesar 0,37 liter/BCM dan alat angkut HDI Dt 95 sebesar 0,32 liter/BCM. Setelah dilakukan perbaikan geometri jalan mengalami penurunan *fuel ratio* menjadi 0,17 liter/BCM untuk alat angkut Zoomlion Zt 115 A dan 0,15 liter/BCM untuk alat angkut HDI Dt 95. Kemudian, untuk *fuel cost* rata-rata aktual alat angkut Zoomlion Zt 115 A sebesar Rp 206.248.892 /bulan dan alat angkut HDI Dt 95 sebesar Rp 191.847.097 /bulan, setelah dilakukan perbaikan didapatkan *fuel cost* rata-rata alat angkut Zoomlion Zt 115 A sebesar Rp 144.526.177 /bulan dan alat angkut HDI Dt 95 sebesar Rp 136.634.987 /bulan.

Ucapan Terimakasih

1. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
2. Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Si., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
3. Bapak Ir. Zaenal, M.T. selaku Koordinator Skripsi dan Pembimbing Skripsi yang telah memberikan arahan serta dukungan.
4. Ibu Sriyanti, S.T., M.T. selaku Co-Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan.
5. Bapak Ir. Yuliadi, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Wali yang telah membimbing, mengarahkan, dan mendukung dalam perkuliahan sampai dengan penelitian ini.
6. Bapak Dr. Himawan Nuryahya, S.Kom., M.M. selaku *owner* PT Pancaran Surya Abadi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
7. Bapak Nurul Qadri Baharuddin, S.T. selaku Kepala Teknik Tambang.
8. Seluruh staf administrasi Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
9. Seluruh jajaran staf PT Pancaran Surya Abadi yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Sa Putra, A., L. D. J Usup, H., & Noveriady. (2023). Analisis Kemajuan Tambang Terhadap Perancangan Mine Plan pada Aktivitas Overburden Removal. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 157–166. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i2.3077>
- Tampubolon, A. (2023). Optimasi Biaya Produksi Overburden dan Kaksa Menggunakan Program Linear dan Bunching Effect. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 27–34. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.1752>

- Tendi Fernando, Zaenal, & Sriyanti. (2023). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 71–76. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2144>
- Amiruddin. F. M., dkk, 2020, “Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut dan Alat Gali-Muat Pada Pit 2 PT Pro Sarana Cipta”, *Jurnal HIMASAPTA*, Vol 5, No. 2, Agustus 2020 (41 – 46).
- Anonim, 1993, “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”. America, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim, 2018, “Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827/K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik”. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Anonim, 2009, “Specifications & Application Handbook Edition 30”, Komatsu, Japan.
- Anonim, 2023, “Handbook Zoomlion Zt 115 A Mining Dump Truck”, Zoomlion Heavy Industry Science & Technology CO., LTD., China.
- Anonim, 2023, “Handbook HDI Dt 95 Wide Body Dump Truck”, Hyundai Infracore, China.
- Anonim, 2021, “Mid-Size Excavator Doosan Dx 530 Lca-7M”, PT Kobexindo Tractors Tbk, Jakarta, Indonesia.
- Aurelio. G. V., Zaenal, Wijaksana. Indra. K, 2023, “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”, *Bandung Conference Series : Mining Engineering*. Vol. 3. No.1 (2023) : 186 – 193.
- Fernando. Tendi, Zaenal, Sriyanti, 2023, “Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara”, *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, Vol. 3, No. 1, Juli 2023 (71 – 76).
- Hustrulid W., Kuchta M., Martin R., 2013, “Open Pit Mine Planning & Design”, Salt Lake City: CRC Press.
- Laksana. Vidy Bayu., Iswandar, 2022, “Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Andesit”, *Jurnal Riset Teknik Pertambangan (JRTP)*. e-ISSN 2798-6357. P-ISSN 2808-3105. Vol 2, No 2 (147-156).
- Partanto. Prodjosumarto, 1996, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Partanto. Prodjosumarto, 1993, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sağlam. B., Bettemir. O. H., 2018, “Estimation of Duration of Earthwork with Backhoe Excavator by Monte Carlo Simulation”, Department of Civil Engineering Inonu University, Turkey.
- Suwandhi. A, 2004, “Perencanaan Jalan Tambang”, Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung.
- Tannat. Dwayne. D., Regensburg. Bruce., 2001, “Guidelines for Mine Haul Road Design”, School of Mining and Petroleum Engineering Departement of Civil and Enviromental University of Alberta.

Tenriajeng. A. T., 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Gunadarma, Jakarta.

Durianto D. Strategi Menaklukkan Pasar Melalui Riset Ekuitas dan Perilaku Merek. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama; 2001.

A. Shimp T. Periklanan Promosi: Aspek Tambahan Komunikasi Pemasaran Terpadu. 5th ed. Jakarta: Erlangga; 2000.