

Kajian Pembangunan *Flyover* di Jalur Hauling Simpang *Hummer* KM 73 Area *South* Tutupan terhadap Produksi Batubara pada Alat Angkut *Trailer* di PT Adaro Indonesia, Tabalong, Kalimantan Selatan

Ara Ramdian Dini Ahadiat *, Zaenal, Noor Fauzi Isniarno

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

*rahadiatara10@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, noor.fauzi.isniarno@gmail.com

Abstract. Mining is the process of extracting natural resources, with coal being one of the primary export commodities. In mining operations, infrastructure such as hauling roads is crucial to support the movement of heavy equipment, especially in areas with extreme conditions. One critical point is the Hummer Intersection, which is traversed by haul trucks such as HDDTs and Trailers. This intersection often experiences congestion, leading to increased standby time and cycle time, ultimately reducing productivity. On March 3, 2025, data recorded the use of New Volvo FH16 550HP-Double SST 74 Quadaxle trucks operating 24 hours a day in two shifts. The total travel time was 613.90 minutes per day, consisting of 231.20 minutes when loaded and 209.10 minutes when returning empty. Standby time at the Hummer Intersection reached 169.30 minutes per day, with a total of 200 trips. The actual production achieved was 767,060.1 tons per month. The main issue lies in the high standby time at the intersection. The proposed solution is the construction of a flyover to separate traffic flows, eliminate waiting time, and improve operational efficiency. After the flyover was built, travel time decreased to 342.65 minutes, helping to streamline the coal hauling process.

Keywords: *Travel time, Design Flyover.*

Abstrak. Pertambangan adalah proses pengambilan sumber daya alam, salah satunya batubara sebagai komoditas ekspor utama. Dalam operasional tambang, infrastruktur seperti hauling road sangat penting untuk mendukung pergerakan alat berat, terutama di area dengan kondisi ekstrem. Salah satu titik krusial adalah Simpang Hummer yang dilalui alat angkut seperti HDDT dan Trailer. Titik ini sering mengalami kemacetan, menyebabkan peningkatan waktu tunggu (standby) dan cycle time, yang berdampak pada penurunan produktivitas. Data tanggal 3 Maret 2025 mencatat penggunaan alat angkut New Volvo FH16 550HP-Double SST 74 Quadaxle, dengan operasional 24 jam dalam dua shift. Travel time tercatat 613,90 menit per hari, terdiri dari 231,20 menit saat berangkat muatan dan 209,10 menit saat kembali kosong. Waktu standby di Simpang Hummer mencapai 169,30 menit per hari dengan total ritase 200. Produksi aktual tercatat sebesar 767.060,1 ton/bulan. Permasalahan utama adalah tingginya waktu tunggu di simpang tersebut. Solusi yang diusulkan adalah pembangunan flyover untuk memisahkan arus lalu lintas, menghilangkan waktu tunggu, dan meningkatkan kelancaran operasional. Setelah pembangunan flyover, travel time menurun menjadi 342,65 menit, yang membantu memperlancar proses pengangkutan batubara.

Kata Kunci: *Travel Time, Desain Flyover.*

A. Pendahuluan

Pertambangan merupakan aktivitas pengambilan sumber daya alam yang berasal dari dalam bumi untuk memenuhi kebutuhan manusia (Nasution, 2017). Di Indonesia, salah satu metode penambangan yang paling banyak digunakan adalah penambangan terbuka, yaitu proses pengambilan bahan galian secara langsung dari permukaan tanah (KESDM, 2019). Proses tambang terbuka dilakukan dengan tahapan yang berurutan mulai dari pengupasan lapisan tanah penutup, penggalian material, pemuatan ke alat angkut, hingga pengangkutan ke lokasi penyimpanan atau pengolahan lebih lanjut (Sari, 2020). Saat ini, batubara adalah salah satu sumber daya alam yang paling banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan komoditas ekspor utama Indonesia (Badan Geologi, 2021). Keberhasilan sistem penambangan terbuka sangat bergantung pada efisiensi dan koordinasi yang baik antar setiap tahap operasi, termasuk mekanisme pengangkutan material yang tepat dan terintegrasi (Putra, 2018).

Salah satu faktor penting yang menentukan kelancaran proses produksi adalah infrastruktur jalan tambang (hauling road) yang digunakan untuk mengangkut batubara dari ROM penambangan menuju stockpile atau disposal area. Jalan tambang harus dipelihara sesuai dengan standar teknis yang berlaku agar mampu mendukung beban berat, lalu lintas alat angkut besar, serta kondisi cuaca yang ekstrem. Kinerja sistem hauling sangat memengaruhi produktivitas keseluruhan dalam pengangkutan. Efisiensi sistem ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi jalan tambang, kapasitas alat angkut, jarak tempuh, dan waktu siklus. Oleh karena itu, pemeliharaan jalan angkut terutama hauling harus sesuai dengan standar teknis agar lalu lintas alat berat aman, efisien, dan berkelanjutan dalam berbagai kondisi.

Salah satu titik krusial dalam sistem transportasi tambang adalah Simpang Hummer, yaitu persimpangan antara jalan hauling alat berat dan jalur HDDT (High Density Dump Truck). Pada lokasi ini, sering terjadi permasalahan gangguan lalu lintas alat berat, penurunan kecepatan hauling, hingga peningkatan waktu tempuh (*travel time*). Permasalahan di Simpang Hummer menyebabkan peningkatan *travel time* alat angkut dari ROM ke stockpile, sehingga menghambat kelancaran proses pengangkutan batubara. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan perbaikan kondisi jalan dan desain Simpang Hummer agar mendukung kelancaran alat angkut dan meningkatkan efisiensi transportasi tambang secara keseluruhan.

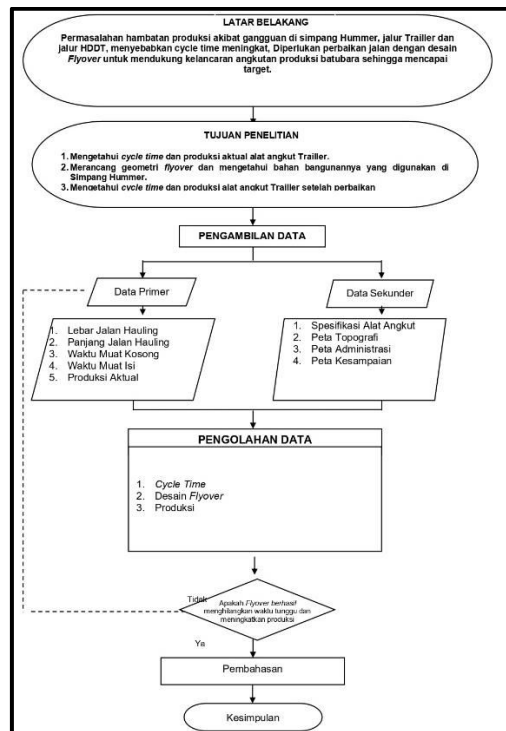
Mengacu pada latar belakang tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini yaitu: Peningkatan (*travel time*) di simpang Hummer, Terjadinya antrian atau keterlambatan pada Simpang Hummer yang mengganggu ritase pengangkutan batubara. Dalam penelitian ini permasalahan yang diidentifikasi dibatasi oleh beberapa aspek yaitu: Penelitian hanya dilakukan di area **Simpang Hummer**, Fokus penelitian hanya pada pengaruh Simpang Hummer terhadap produksi batubara alat angkut, Data produksi alat angkut diperoleh melalui **pengamatan langsung**. **Pada masalah penelitian** terdapat beberapa rumusan masalah yaitu: Berapa *travel time* dan produksi aktual pada alat angkut Trailler, Bagaimana geometri *flyover* yang digunakan di Simpang Hummer agar berpengaruh terhadap kelancaran produksi batubara pada alat angkut. Berapa *travel time* dan produksi alat angkut Trailler setelah perbaikan. Meninjau dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini, Mengetahui *travel time* dan produksi aktual alat angkut Trailler, Merancang geometri *flyover* yang digunakan di Simpang Hummer agar berpengaruh terhadap kelancaran produksi batubara pada alat angkut, Mengetahui *travel time* dan produksi alat angkut Trailler setelah perbaikan.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk mengukur variabel-variabel yang terkait dengan kondisi jalan di area tambang, seperti lebar jalan. Adapun beberapa teknik yang digunakan diantaranya:

1. Teknik Pengambilan data dilakukan pada tahap observasi, wawancara, pengukuran pengukuran secara langsung di lapangan. Pengambilan data terdapat dua teknik yaitu secara data primer dan data sekunder. Data primer ialah data yang diambil secara langsung atau tidak langsung tetapi belum dipublikasikan seperti, melakukan pengukuran lapangan panjang jalan, lebar jalan, waktu tunggu, waktu muat kosong, dan waktu muat isi. Data Sekunder ialah data yang sudah di publikasikan seperti spesifikasi alat muat dan angkut.

2. Teknik pengolahan data dilakukan dengan menghitung panjang jalan, lebar jalan dan menghitung data-data lainya seperti *travel time*, produksi batubara dengan rumus PTM. Setelah melakukan pengolahan data maka dibuat buat desain *flyover* di area Simpang Hummer untuk kelancaran alat angkut guna mencapai target produksi batubara.
3. Teknik analisis data dilakukan setelah pengolahan data selesai. Dalam penelitian ini, analisis menggunakan metode komparatif membandingkan data aktual dengan rumus-rumus PTM untuk menilai kesesuaian jalan dengan kebutuhan operasional. Simulasi efisiensi perbaikan menganalisis dampak perbaikan jalan *flyover* terhadap penurunan *travel time*



Gambar 1. Metodologi Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kondisi Jalan Hauling

Kondisi jarak jalan Hauling atau jalan angkut batubara ± 75 km dari ROM (*Run of Mine*) ke *stocpile* atau pelabuhan khusus batubara Kelanis di Kabupaten Balangan dan Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan, serta Kabupaten Barito Timur dan Kabupaten Barito Selatan Provinsi Kalimantan Tengah. Jalan Hauling terbagi menjadi dua yaitu jalan Hauling *road South Pit* ditandai dengan panah yang warna merah.



Gambar 2. Kondisi Hauling

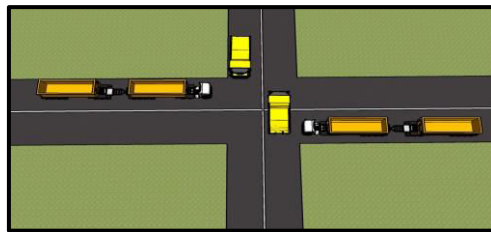
Kondisi jalan Hauling yang diambil menjadi penelitian berada di *South Pit* yang memiliki beberapa simpangan, salah satunya yaitu Simpang Hummer. Simpang Hummer ialah salah satu jalan yang menghubungkan antara jalur HDDT (*High Density Dump Truck*) dan alat angkut *double Traller*.



Gambar 3. Kondisi Simpang Hummer

Permasalahan Lapangan

Permasalahan yang di ambil berada di Simpang Hummer antara jalur *Double Trailer* dari arah ROM menuju *stockpile* atau dari *stockpile* menuju ROM dan HDDT (*High Density Dump Truck*) dari arah PIT, di karenakan adanya persimpangan sehingga terdapat antrian, maka pengambilan permasalahan berada di Simpang Hummer. Permasalahan di Simpang Hummer menimbulkan potensi gangguan terhadap kelancaran operasi hauling. HDDT yang berukuran besar dan memerlukan prioritas jalur dan ruang gerak yang luas dan keberadaan trailer dari jalur lain sering menyebabkan antrian di persimpangan, Dampak yang disebabkan dari kondisi ini antara lain meningkatnya waktu tunggu (*standby time*), bertambahnya *cycle time*.



Gambar 4. Ilustrasi Permasalahan Simpang Hummer Tampak Atas

Perlu diketahui bahwa ROM atau Run of Mine merupakan tumpukan material batubara yang menjadi tempat penyimpanan sementara dari area penambangan sebelum dipindahkan ke stocpile, sedangkan stocpile nya sendiri yaitu tempat penyimpanan akhir sebelum proses pengangkutan menggunakan tongkang.

Traffic Count

Traffic Count yang diambil di Simpang Hummer merupakan pencatatan jumlah alat angkut Trailler maupun HDDT yang melintas di area tersebut. Sistem pengambilan datanya dilakukan dalam 10 menit sekali, dimana setiap unit alat angkut Trailler dan HDDT yang lewat akan langsung di catat. Jenis kendaraan lain tidak termasuk ke dalam pencatatan ini, karena fokus utamanya hanya pada alat angkut yang mempengaruhi arus lalu lintas di Simpang Hummer.

Tabel 1. *Traffic Count*

TRAILLER								
No	Waktu	Kosong			Bermuatan			Jumlah Unit
		Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤ 30 detik	Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤ 30 detik	
1	07:00:00 - 07:10:00	3	7:04:00	1	4	7:04:00	1	7
2	07:10:00 - 07:20:00	2			3			5
3	07:20:00 - 07:30:00	2			2			4
4	07:30:00 - 07:40:00	2			3			5

TRAILLER								
No	Waktu	Kosong			Bermuatan			Jumlah Unit
		Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤30 detik	Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤30 detik	
5	07:40:00 - 07:50:00	3	7:53:00	1	3	7:53:00	1	6
6	07:50:00 - 08:00:00	2			3			5
7	08:10:00 - 08:20:00	2			3			5
8	08:20:00 - 08:30:00	3			2			5
9	08:30:00 - 08:40:00	2			4			6
10	08:40:00 - 08:50:00	2			2			4
11	08:50:00 - 09:00:00	2			2			4
12	09:10:00 - 09:20:00	2			3			5
13	09:20:00 - 09:30:00	2			3			5
14	09:30:00 - 09:40:00	3	7:44:00	1	2	7:44:00	1	5
15	09:40:00 - 09:50:00	3	9:56:00	1	2	9:56:00	1	5
16	09:50:00 - 10:00:00	1			0			1
17	10:10:00 - 10:20:00	1			1			2
18	10:20:00 - 10:30:00	2			1			3
19	10:30:00 - 10:40:00	2			1			3
20	10:40:00 - 10:50:00	1			1			2
21	10:50:00 - 11:00:00	2			0			2
22	11:10:00 - 11:20:00	3	11:16:00	1	2			5
23	11:20:00 - 11:30:00	1			1			2
24	11:30:00 - 11:40:00	1			2			3
25	11:40:00 - 11:50:00	3	11:44:00	1	1			4
26	11:50:00 - 12:00:00	3	11:55:00	1	2			5
27	12:10:00 - 13:00:00				ISTIRAHAT			
28	13:20:00 - 13:30:00	3	13:25:00	1	4	13:25:00	1	7
29	13:30:00 - 13:40:00	2			2			4
30	13:40:00 - 13:50:00	3			2			5
31	13:50:00 - 14:00:00	3	13:57:00	1	3	13:57:00	1	6
32	14:10:00 - 14:20:00	2			3			5
33	14:20:00 - 14:30:00	3	14:23:00	1	4	14:23:00	1	7
34	14:30:00 - 14:40:00	3			2			5
35	14:40:00 - 14:50:00	2			3			5
36	14:50:00 - 15:00:00	4	14:56:00	1	3	14:56:00	1	7

TRAILLER

No	Waktu	Kosong			Bermuatan			Jumlah Unit
		Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤30 detik	Jumlah	Waktu	Kendaraan Lewat ≤30 detik	
37	15:10:00 - 15:20:00	3			2			5
38	15:20:00 - 15:30:00	2			3			5
39	15:30:00 - 15:40:00	1			2			3
40	15:40:00 - 15:50:00	2			2			4
41	15:50:00 - 16:00:00	2			2			4
42	16:00:00 - 16:10:00	2			2			4
43	16:10:00 - 16:20:00	2			2			4
44	16:20:00 - 16:30:00	2			2			4
45	16:30:00 - 16:40:00	2			2			4
46	16:40:00 - 16:50:00	2			2			4
Jumlah		100		11	100		8	200

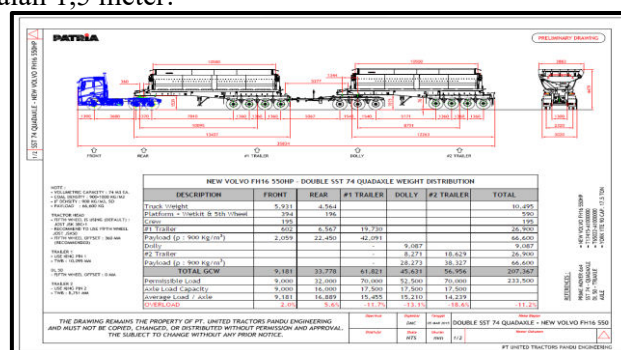
Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Pengambilan Jalur Trailer

Dikarenakan ada permasalahan di Simpang Hummer, maka difokuskan di area Simpang Hummer, khususnya di Jalur Hauling. Hal ini didasarkan pada permasalahan waktu tunggu alat angkut Trailler yang berdampak pada keterlambatan alat angkut. Alat angkut Trailler menjadi prioritas utama dalam analisis permasalahan. Diperlukan solusi untuk menghilangkan waktu tunggu. Dengan begitu arus alat angkut Trailler akan beropersional dengan lancar tanpa ada waktu tunggu.

Spesifikasi Alat Angkut Trailler

Dikarenakan pengambilan data dan fokus penelitian hanya dilakukan pada jalur alat angkut jenis Trailer, maka karakteristik fisik unit angkut menjadi penting untuk dianalisis secara spesifik. Alat angkut trailer yang digunakan memiliki total panjang keseluruhan 35,8 meter, dengan masing-masing trailer (baik trailer 1 maupun trailer 2) memiliki panjang 10,5 meter. Jarak antara trailer 1 ke trailer 2 melalui dolly adalah 5,3 meter. Jarak antar ban dalam satu axle adalah 1,360 meter, sementara jarak dari ban 1 ke ban 2 pada bagian truk kepala mencapai 3,6 meter. Untuk jarak antar ban dari ban ke-7 menuju ban ke-8 (kemungkinan di area dolly) adalah 5,06 meter. Tinggi dari permukaan tanah ke bagian bawah trailer adalah 1,5 meter.



Gambar 5. Spesifikasi Alat Angkut Trailler

Lebar Jalan Trailler

Setelah melakukan pengukuran di area penelitian, maka akan mengetahui lebar jalannya. Lebar jalan Trailler di simpang Hummer dengan 2 jalur antara dari arah ROM ke *stocpile* atau dari *stocpile* ke

arah ROM . 1 jalur lebarnya 3,8 meter maka di masukan ke dalam rumus sebagai berikut:

- a. Lebar jalan angkut 1 jalur = 3,8 meter
- b. Jumlah jalur = 2
- = 3,8 meter x 3,5
- = 13,3 meter

Maka hasil lebar jalan angkut yang berada di Simpang Hummer di 13,3 meter.

Produksi Aktual

Produksi batubara aktual diperoleh dari setiap unit trailer yang melintas di jembatan timbang. Setiap unit trailer akan ditimbang, sehingga dapat diketahui jumlah produksi batubara dalam satuan ton per unit. Data ini kemudian direkap untuk mengetahui total produksi harian.

Waktu Produktif

Waktu produktif pada alat angkut (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex) pada saat pengangkutan Batubara dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Waktu produktif Rata-Rata dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex)
 - a. Waktu Tersedia = 24 Jam dari (07.00-18.00) – (19.00-06.00)
 - b. Waktu Standby = 2 jam dari waktu istirahat
 - c. Waktu Repair = 0 menit di
 - Wp = Waktu Tersedia - Waktu Standby – waktu repair
 - = 24 Jam – 2 Jam – 0 menit
 - = 22 Jam

Waktu Efektif

Waktu efektif pada alat angkut (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex) pada saat pengangkutan Batubara dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Waktu efektif dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex)
 - a. Diketahui : Wp (waktu produktif) = 22 Jam
 - Wh (waktu hambatan) = 1,62 Jam
 - We = Wp – Wh
 - = 22 Jam - 1,62 Jam
 - = 20,38 Jam

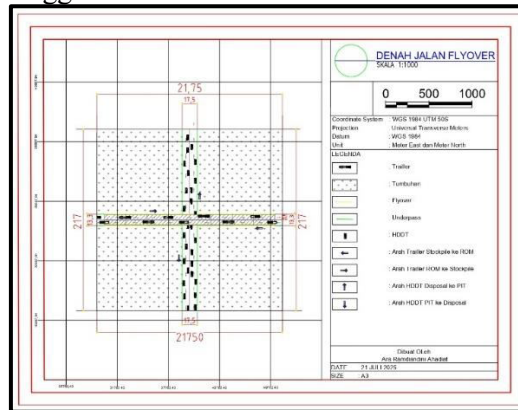
Produksi Aktual

Produksi batubara diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, pencatatan perhitungan berdasarkan jumlah ritase serta payload rata-rata alat angkut selama periode penelitian. Perhitungan produksi dapat dihitung sebagai berikut:

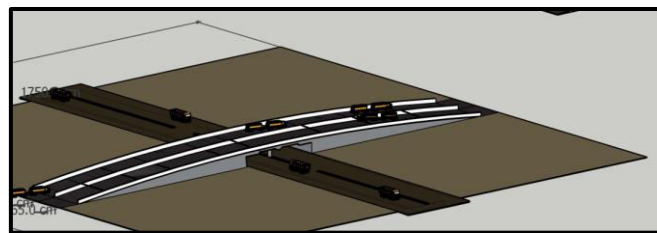
1. Produksi Batubara dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex) pada periode 3 Maret 2025
 - a. Kapasitas Rata-Rata = 136,3 Ton/Unit
 - b. Banyaknya Ritase = 200 Ritase/Hari
 - c. Jumlah Alat Angkut = 100 Unit
 - d. Produksi = 136,3 Ton/Unit x 200 Ritase/Hari
 - = 27,260 Ton/Hari
2. Produksi Batubara dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadaxlex) pada periode 4 Maret 2025
 - a. Kapasitas rata-rata = 134,4 Ton/Unit
 - b. Banyaknya Ritase = 200 Ritase/Hari
 - c. Jumlah Alat = 100 Unit
 - d. Produksi = 134,4 Ton/Unit x 200 Ritase/Hari
 - = 26,880 Ton/Hari

Sketsa Flyover Tampak Atas

Sketsa flyover tampak atas menunjukkan dua jalur utama untuk pergerakan alat angkut batubara. Panah merah menunjukkan arah dari ROM ke stockpile, sedangkan oranye sebaliknya. Jalur khusus trailer selebar 13,3 meter terdiri dari dua lajur masing-masing 3,8 meter, dibangun sepanjang 217 meter untuk mendukung pergerakan dua arah yang aman dan efisien. Panah hitam menunjukkan arah HDDT dari PIT ke disposal, sedangkan hijau sebaliknya. Jalur HDDT selebar 17,5 meter melayani pembuangan material hasil kupasan dengan jarak tempuh sekitar 1,5 km, dirancang menampung lalu lintas alat berat berfrekuensi tinggi.



Gambar 9. Sketsa Flyover Tampak Atas



Gambar 10. Sketsa Flyover Tampak Samping

Produksi Perbaikan

Setelah mengetahui produksi aktual maka diadakan perbaikan dengan jumlah penambahan 10 unit. Perhitungan produksi dapat dihitung sebagai berikut:

1. Produksi Batubara dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadalex) pada periode 3 Maret 2025
 - a. Kapasitas Rata-Rata = 136,3 Ton/Unit
 - b. Banyaknya Ritase = 218 Ritase/Hari
 - c. Jumlah Alat Angkut = 100 Unit
 - d. Produktivitas = 136,3 Ton/Unit x 218 Ritase = 29.713,4 Ton/ Hari
2. Produksi Batubara dari (New Volvo Fh 16 550hp-Double Sst 74 Quadalex) pada periode 4 Maret 2025
 - a. Kapasitas rata-rata = 134,4 Ton/Unit
 - b. Banyaknya Ritase = 218 Ritase
 - c. Jumlah Alat = 109 Unit
 - d. Produktivitas = 134,4 Ton/Unit x 218 Ritase = 29.299,2 Ton/Hari.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat disimpulkan bahwa: (1) Berdasarkan data aktual di Simpang Hummer, pada tanggal 3 memiliki *travel time* 613,90 menit,

Namun, waktu *standby* harian tercatat, yaitu 169,30 menit atau selama 2 jam 49 menit, sehingga menyebabkan kehilangan waktu produktif. Hal ini berdampak langsung pada pencapaian produksi aktual yang hanya mencapai 767.060,1 Ton/Bulan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebelum dilakukan perbaikan, efisiensi sistem pengangkutan masih rendah akibat hambatan operasional di Simpang Hummer. (2)Desain *flyover* di Simpang Hummer bertujuan untuk memisahkan permasalahan antara HDDT dan Trailer. Setelah *flyover* dibangun maka waktu tunggu tidak ada, dengan begitu proses pengangkutan pun bisa berjalan. (3)Setelah dilakukan perbaikan dengan pembangunan *flyover* di Simpang Hummer, terjadi penurunan pada operasional alat angkut memiliki *travel time* 342,65 menit, dan waktu *standby* menurun drastis menjadi 0 menit. Hal ini menunjukkan bahwa gangguan lalu lintas telah berhasil diatasi.

Ucapan Terimakasih

Dengan ini penyusun mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada orang-orang yang sudah membantu dan mendukung saya, yaitu sebagai berikut.

1. Untuk keluarga tercinta, terutama Bapak Enang Hadiatna, Ibu Komalasari, kakak-kakakku Nurul Fauzi Ahadiat, Muhammad Dwiki Ahadiat, ipar, dan keponakan-keponakan tersayang, terima kasih atas doa, cinta, dan dukungan yang tiada henti. Skripsi ini adalah bukti perjuangan dan pengorbanan kalian. Untuk Alm. Mamah Enut dan Alm. Bapak Aip, terima kasih atas kasih sayang dan ketulusan. Kalian telah menjadi orang tua yang sangat berarti bagiku selamanya.
2. Untuk sahabat-sahabatku Tria Amelia, Nopayanti, Thutu Hyuna Fiana, Siti Nurlaeli Luthfi, Angga Aqila Syahputra, Asri Rahayu, Sri Asti, Prawira, Rezeky Fauzi Aziz, dan Rivky Arly S Pelu, terima kasih telah menjadi warna dalam perjalanan ini. Kebersamaan, canda tawa, dan dukungan kalian menjadi energi luar biasa dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta Angkatan 21, kita datang sebagai individu dan tumbuh sebagai keluarga.
3. Terima kasih untuk NPM 10070118084 atas dukungan, doa, dan kebersamaan yang menjadi sumber semangat di setiap langkah perjalanan ini. Kehadiranmu begitu berarti, selalu mendengarkan dan memberi dorongan di saat aku hampir menyerah. Semoga kebersamaan ini terus menjadi cahaya di setiap langkah ke depan.
4. Untuk Ara Ramdian dini Ahadiat, terima kasih telah berjuang meyakinkan dan menguatkan diri hingga tahap akhir skripsi ini. Berbahagialah dengan dirimu sendiri dan jangan sia-siakan usaha serta doa yang telah kamu panjatkan. Semoga Allah selalu meridhai dan menjaga setiap langkahmu. Aamiin.

Daftar Pustaka

- Alif Dhito Renaldhy, Sri Widayati, & M.Rahman Ardhiansyah. (2024). Desain Teknis Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang PT. Gunung Kulalet. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, 143–150. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5216>
- Embun Alicia Amoret, Yunus Ashari, & Dono Guntoro. (2024). Evaluasi K3 dengan Metode Analytic Hierarchy Process pada PT. Silva Andia Utama. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, 116–124. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5213>
- Kulalet Desa Baleendah, G., Baleendah, K., Bandung, K., Jawa Barat Givano Imanul Halim, P., & Widayati, S. (2024). Evaluasi Kinerja Alat Crushing Plant Batuan Andesit di PT. <https://journal.sbpublisher.com/index.php/minetech>
- Anonim,1990, “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, American Asociation of State Highway and Transportation Officials: Washington D.C.
- Anonim, 2021, “Laporan Statistik Batubara Indonesia”, Jakarta: ESDM.

Anonim, 2018, “Pedoman Penghitungan Volume Lalu Lintas”, Direktorat Jenderal Bina Marga.

Anonim, 2019, “Pedoman Penambangan Terbuka”, Jakarta: KESDM.

Azwari, Rudi, 2015, “Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubaramenuju Stockpile

Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia”, Prosiding Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung, ISSN 2460-6499.

Budiyanto, Wibowo, 2015, “Teknik Pengumpulan Data Lalu Lintas untuk Perencanaan Transportasi”, Jurnal Transportasi.

Hutabarat, 2020, “Pengaruh Efisiensi Alat Berat terhadap Produktivitas Tambang”, Jurnal Teknologi Mineral.

Kadir, 2008, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Palembang: Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik.

Kusrin, 2008, “Pemindahan tanah mekanis & Alat Berat”, Semarang: Semarang University Press.

Martin, & dkk, 2018, “Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea”, Jurnal Tekno, 16.

Nasution, 2017, “Teknologi dan Manajemen Pertambangan”, Jakarta: Penerbit PT Energi Nusantara.

Prodjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.

Putra, 2018, “Optimasi Sistem Pengangkutan Pada Pertambangan Terbuka”, Jurnal Teknik Pertambangan.

Rostiyanti, 1999, “Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi”, Jakarta: Rineka Cipta. Sari, 2020, “Teknik Pertambangan Terbuka”, Bandung: ITB Press.

Suwandhi, Awang, 2004, “Perencanaan Jalan Tambang”, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung.