# Upaya perbaikan jalan untuk peningkatan produktivitas alat angkut pada kegiatan pengangkutan *overburden*

# The impact of road improvement on overburden haulage equipment productivity

Abdulsadam Waruwu[1], Rinova Firman Cahyani[2], Rahma Norfaeda[3], Kartini[4*]
[1-4]Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Sipil dan Kebumian, Politeknik Negeri Banjarmasin
e-mail : [1]abdulsadamwaruwu@gmail.com, [2]rinovafc@poliban.ac.id, [3]rahmanorfaeda@poliban.ac.id, ***[4]kartini0213@gmail.com**

**ABSTRAK**

Kondisi jalan angkut yang kurang baik menjadi salah satu kendala utama dalam meningkatkan produktivitas alat angkut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui upaya-upaya perbaikan jalan agar dapat meningkatkan waktu siklus dan efisiensi kerja alat angkut DT Hino 500 sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat angkut. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan. Data yang diambil meliputi waktu siklus alat angkut dan waktu hambatan dalam satu shift. Jalan angkut yang digunakan memiliki sistem dua arah dengan permukaan yang relatif bergelombang (undulating). Beberapa bagian jalan tidak dapat dijadikan dua jalur karena adanya simpang perempatan, sehingga alat angkut harus menunggu. Upaya perbaikan jalan angkut dilakukan dengan cara membentuk desain jalan yang benar sesuai Good Mining Practices, termasuk pengaturan grade jalan (maksimal 12%), pembentukan crown jalan, dan lain-lain. Selain itu, dilakukan pula pembongkaran dan penimbunan material, penggantian material, serta pemadatan material menggunakan alat berat seperti bulldozer dan compactor. Untuk menjaga kondisi jalan tetap optimal, dilakukan scarping jalan secara rutin. Hasilnya, cycle time berkurang dari 27,93 menit menjadi 23,25 menit dan efisiensi meningkat dari 64% menjadi 81%. Sehingga produktivitas alat angkut DT Hino 500 meningkat dari 14,23 BCM/jam menjadi 21,72 BCM/jam setelah perbaikan.

**Kata kunci:** *cycle time*, efisiensi kerja, perbaikan jalan

***ABSTRACT***

*Substandard haul road conditions pose a major obstacle to improving haulage equipment productivity.. This study aims to investigate various road improvement measures to reduce cycle time and increase the work efficiency of DT Hino 500 haulers, thereby improving overall productivity. Data was collected through field observation. The collected data included cycle time and downtime per shift. The haul road employed a two-way system with a relatively undulating surface. Some sections of the road could not be converted into a two-way system due to intersections, causing haulers to queue. Road improvement efforts involved developing a proper road design in accordance with Good Mining Practices (GMP), including grade control (maximum 12%), crown formation, and other design elements. Additionally, the study involved ripping and filling material, replacing material, and compacting fill material using heavy equipment such as bulldozers and compactors. Regular road scarification was conducted to maintain optimal road conditions. The results showed a reduction in cycle time from 27.93 minutes to 23.25 minutes and an increase in efficiency from 64% to 81%. Consequently, the productivity of the DT Hino 500 hauler increased from 14.23 BCM/hour to 21.72 BCM/hour after the improvements, representing a 52% increase*

***Keywords:*** *cycle time, road improvement, work efficiency*

## PENDAHULUAN

Pengangkutan *overburden* (lapisan tanah penutup) dalam kegiatan penambangan batubara merupakan tahapan penting yang harus dilakukan sebelum batubara dapat diekstraksi. Proses ini melibatkan penggunaan alat angkut seperti *dump truck* untuk memindahkan *overburden* dari lokasi penambangan ke tempat pembuangan (disposal). Efisiensi dan produktivitas alat angkut dalam kegiatan ini memiliki dampak signifikan terhadap keseluruhan operasi penambangan [1].

Produktivitas alat angkut dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi jalan yang dilalui. Jalan yang buruk, seperti jalan yang rusak, berlubang, atau tidak rata (*undulating*), dapat menghambat pergerakan alat angkut [2]. Akibatnya, waktu tempuh menjadi lebih lama, konsumsi bahan bakar meningkat, dan kerusakan alat angkut lebih sering terjadi. Hal ini tentu berdampak pada penurunan produktivitas dan peningkatan biaya operasional.

Oleh karena itu, upaya perbaikan jalan menjadi sangat penting dalam meningkatkan produktivitas alat angkut pada kegiatan pengangkutan *overburden* tambang batubara [3]. Dengan jalan yang baik, alat angkut dapat bergerak lebih cepat dan efisien, sehingga meningkatkan jumlah *overburden* yang dapat diangkut dalam satuan waktu tertentu. Selain itu, kondisi jalan yang baik juga dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan kerusakan alat angkut [4].

Menurut peneliti terdahulu terdapat upaya-upaya untuk meningkatkan produktivitas alat angkut yaitu dengan memperbaiki geometri jalan angkut agar sesuai standar AASHTO [5] dan Kepmen ESDM No.1827 tahun 2018 [4], melakukan pelebaran jalan, penimbunan dan pemotongan pada beberapa segmen jalan, serta mengurangi *grade* jalan [2], [3], [1]. Selain perbaikan geometri jalan angkut terdapat juga upaya lain yaitu dengan memperbaiki struktur lapis material jalan berdasarkan pengujian CBR lapangan sehingga dapat diketahui tebal perlapisan material untuk jalan [6]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi upaya perbaikan jalan dalam meningkatkan produktivitas alat angkut pada kegiatan pengangkutan *overburden* tambang batubara. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang berguna bagi perusahaan tambang dalam mengelola dan memelihara jalan tambang agar produktivitas alat angkut dapat dioptimalkan.

## METODOLOGI

Adapun metode pengumpulan data diambil secara langsung observasi lapangan seperti data *cycle time* alat angkut dan waktu hambatan dalam satu *shift.* Data *cycle time* dan waktu hambatan diamati sebelum dan sesudah perbaikan jalan angkut. Selanjutnya dilakukan pengolahan data efisiensi kerja dan perhitungan produktivitas alat angkut. Adapun perbaikan jalan yang dilakukan adalah merapikan jalan yang berlobang menggunakan alat *support ripper* dan *dozer*, menurunkan *grade* jalan, dan menimbun material baru untuk perkerasan jalan.

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada PT Bhumi Rantau Energi yang terletak di Desa Bungur Kecamatan Bungur, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan dengan luas daerah IUP seluas 2.096 Ha. Kesampaian daerah (lihat gambar-1) untuk mencapai lokasi perusahaan dari ibu kota provinsi (Banjarmasin) dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat melalui jalan lintas provinsi yang berjarak 108 Km sebelah timur laut kota Banjarmasin dan dapat ditempuh dari Banjarmasin lewat jalan darat sepanjang 102 Km sampai Rantau (Ibu kota Tapin) selama ± 3 jam dengan kondisi jalan beraspal. Kemudian dilanjutkan menuju area tambang yang menggunakan jalan lokal berjarak sekitar ± 6 kilometer dengan waktu tempuh sekitar ± 20 menit menggunakan bus perusahaan.

### Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini adalah terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

1 Data primer
   a. *Cycle time* alat angkut sebelum dan sesudah perbaikan jalan.
   b. Waktu hambatan dalam 1 *Shift* sebelum dan sesudah perbaikan jalan.
2 Data sekunder
   a. Efisiensi Kerja sebelum dan sesudah perbaikan jalan
   b. Kapasitas *Vessel*

### Pengolahan Data dan Analisa Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data yang didapatkan selama kegiatan penelitian, sehingga didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Proses dalam teknik pengolahan data sangat bergantung pada data primer dan data sekunder.

a. Pengolahan data
   Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan menggunakan teori-teori yang telah didapatkan kemudian disajikan dalam bentuk tabel, diagram, grafik dan perhitungan penyelesaian.
b. Analisa data
   Untuk pemecahan masalah dilakukan dengan berdasarkan pada data yang diperoleh dilapangan yang didasari sumber-sumber yang berhubungan dengan masalah yang ada di lapangan.
c. Hasil dan Kesimpulan
   Data yang telah diolah dan dianalisis akan menghasilkan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian di lapangan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian yang dilakukan.

**Gambar-1.** Lokasi penelitian

## HASIL DAN DISKUSI

Penelitian difokuskan pada pengamatan alat angkut dan faktor jalan angkut dapat mempengaruhi angka produktivitas. Alat angkut yang diamati berjenis *dump truck dump truck Hino 500* yang terdapat pada *fleet* yang diamati (lihat gambar-2).

**Gambar-2.** Alat angkut

### Kondisi jalan angkut atau *rute* jalan angkut

Berdasarkan pengamatan didapatkan kondisi jalan angkut dari *front loading* menuju *disposal* ada beberapa segmen Jalan angkut yang memakai sistem 2 arah dengan kondisi jalan yang relatif memiliki permukaan yang *undulating* atau bergelombang. Ada beberapa bagian jalan yang tidak memungkinkan untuk dijadikan 2 (dua) jalur koneksi dari jalan angkut terdapat beberapa simpang perempatan sehingga salah satu dari alat angkut tersebut ada yang menunggu, sehingga dapat menghambat proses pengangkutan (lihat gambar-3).

### Kondisi Sebelum Perbaikan Jalan Angkut

1. *Cycle Time* Sebelum Perbaikan Jalan Angkut

Waktu siklus atau *cycle time* yang dimaksud adalah faktor utama yang dapat mempengaruhi produktivitas, semakin kecil waktu siklus yang dihasilkan maka semakin banyak jumlah *ritase* yang didapatkan. Hasil pengamatan Cycle time alat angkut sebelum perbaikan jalan ditampilkan pada Tabel-1.

*Cycle time* rata-rata yang didapat tergolong besar yaitu 27,93 menit dalam satu *shift* (lihat Tabel-1). Adapun beberapa faktor penyebab yang penulis amati di lapangan sebagai berikut:

a. Ada beberapa bagian jalan yang tidak memungkinkan untuk dijadikan 2 (dua) jalur.
b. Terdapat jalan yang *undulating* dan jalan yang berlubang sehingga mempengaruhi *cycle time* dan kecepatan pada alat angkut tersebut.

2. Perhitungan Efisiensi Kerja sebelum Perbaikan Jalan Angkut

Efisiensi kerja adalah angka yang cukup berpengaruh dalam produktivitas seperti *manpower*, mesin, keadaan cuaca dan kondisi kerja secara keseluruhan akan menentukan efisiensi kerja di PT Bhumi Rantau Energi.

Adapun waktu kerja tersedia dalam satu shift adalah 11 jam atau 660 menit. Sedangkan waktu hambatan diambil dari Tabel-2 yaitu sebesar 234 menit. Sehingga diperoleh efisiensi kerja sebelum perbaikan jalan adalah 64%.

**Tabel-1.** *Cycle Time* Sebelum Perbaikan Jalan Angkut (dalam menit)

| Keterangan | Spot in front | Loading | Travel load | Spot in disposal | Dumping | Travel empty | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maksimum | 1,41 | 2,18 | 11,14 | 1,38 | 0,92 | 13,76 | 30,79 |
| Minimum | 1,13 | 2,12 | 9,85 | 0,61 | 1,29 | 10,82 | 25,82 |
| Average | 1,2 | 2,48 | 10,73 | 0,92 | 1,15 | 11,48 | 27,93 |
| Total | 21,81 | 47,29 | 203,91 | 17,66 | 21,94 | 218,23 | 530,84 |

**Gambar 3.** Rute jalan Angkut

**Tabel-2.** Waktu Hambatan Alat Angkut DT 500 Sebelum Perbaikan

| No. | Jenis hambatan | Keterangan | Waktu hambatan |
|---|---|---|---|
| A | Start operation | P5M & P2H oleh operator | 17 menit |
| B | Prepare front | Digger makan material keras (prepare loading) | 7 menit |
| C | Pindah loading point | Perpindahan alat gali muat | 5 menit |
| D | Isi fuel | Waktu tunggu isi bahan bakar DT | 4 menit |
| E | Restime | Waktu istirahat, sholat, dan makan siang | 60 menit |
| F | Repair front | Perbaikan front loading oleh alat support | 17 menit |
| G | Repair front | Perbaikan front loading oleh alat support | 11 menit |
| H | Sholat ashar | Ibadah sholat ashar | 15 menit |
| I | Delay time DT | Waktu tunggu alat angkut di front loading | 18 menit |
| | | Waktu tunggu alat angkut di jalan hauling saat travel load dan travel empty | 23 menit |
| | | Waktu tunggu alat angkut di disposal | 10 menit |
| J | Manpower | BAK, telpon, minum | 20 menit |
| | | Keterlambatan operator awal shift | 12 menit |
| | | Unit DT sudah berhenti beroperasi sebelum pergantian shift | 15 menit |
| Total | | | 234 menit |

Berdasarkan perhitungan tersebut efisiensi kerja alat angkut masih belum efektif karena masih banyak hambatan-hambatan di lapangan seperti pada material yang hasil *ripping* masih belum maksimal sehingga mempengaruhi *cycle time* pada saat loading, pada saat *travel load* terdapat juga *delay time* dikarenakan jalan masih belum rata */undulating*, dan lain sebagainya.

3. Perhitungan produktivitas alat angkut sebelum perbaikan jalan angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut DT Hino 500 menggunakan data yang didapat selama penelitian. Berikut ini adalah perhitungan produktivitas alat angkut *dump truck* Hino 500 di lokasi *low wall* Cendana Selatan PT Bhumi Rantau Energi. Berdasarkan hasil rata-rata *cycle time* alat angkut DT Hino 500 dengan jarak 3700 meter dari *front loading* ke *disposal.*

Kapasitas vessel alat angkut adalah 26 ton dengan densitas material 2,1 ton/$m^3$ dan Faktor isian 84%. Berdasarkan hasil perhitungan, produktivitas alat angkut DT 500 sebelum perbaikan jalan adalah 14,23 BCM/jam. Angka produktivitas ini belum optimal.

**Upaya Perbaikan Jalan Alat Angkut**

Upaya perbaikan jalan alat angkut pada lokasi *low wall* Cendana Selatan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut.

a. Pembentukan desain jalan yang benar sesuai *Good Mining Practices* seperti *grade jalan* maksimum 12 %, pembentukan *crown* jalan, dan lain-lain [2]
b. Scrap material jalan dengan alat grader dan penimbunan material dengan alat *bulldozer*
c. Penggantian material pada jalan angkut
d. Melakukan kegiatan kompaksi material timbunan oleh *compactor*

Selain upaya perbaikan jalan juga perlu adanya tambahan dalam sesi P5M mengenai jam operasional kerja untuk dan meningkatkan efisiensi kerja (tidak ada keterlambatan dan unit parkir sesuai jam *operasional* yang ditetapkan).

Proses perbaikan jalan angkut ini dilakukan dengan beberapa tahap. Pada tahap pertama dilakukan persiapan alat-alat yang akan digunakan untuk perbaikan jalan angkut seperti *grader* dan *dozer* sebagai alat *scrap* material jalan dan meratakan jalan, serta alat *compactor* sebagai alat kompaksi material perbaikan jalan. Pada tahap kedua berupa kegiatan pembongkaran konstruksi jalan angkut yang mengalami kerusakan dengan terlebih dahulu melakukan kegiatan *scrap* terhadap jalan angkut yang berlubang (lihat gambar-4).

Setelah *scrap* material jalan kemudian diganti dengan material timbunan dan ditebarkan pada jalan angkut. Kemudian dikompaksi menggunakan alat *compactor* sebanyak minimal 8 kali *passing* bolak-balik yang bertujuan untuk memadatkan material timbunan tersebut sehingga mencapai daya dukung yang optimal (lihat gambar-5). Sambil menunggu proses kompaksi pada lokasi timbunan pertama selesai, alat *dozer* dan *grader* melakukan perbaikan material lagi pada titik berikutnya. Begitu seterusnya sampai semua lubang pada jalan angkut selesai diperbaiki.

**Gambar-4.** *Scrap* Jalan Angkut

**Gambar-5**. Kompaksi Jalan Agkut

**Tabel-3**. Waktu Edar Atau *Cycle Time* Alat Angkut (dalam menit)

| Keterangan | Spot in front | Loading | Travel load | Spot in disposal | Dumping | Travel empty | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maksimum | 1,1 | 2,49 | 13,11 | 0,68 | 1,16 | 10,13 | 27,57 |
| Minimum | 0,91 | 1,45 | 7,36 | 1,38 | 0,83 | 7,44 | 19,37 |
| Average | 1,03 | 2,19 | 8,86 | 0,99 | 0,99 | 9,22 | 23,25 |
| Total | 25,91 | 59,17 | 24,2 | 26,81 | 26,86 | 249,03 | 627,9 |

**Setelah Perbaikan Jalan Angkut**

1. *Cycle Time* Dt Hino 500 Setelah Perbaikan jalan angkut

*Cycle Time* rata-rata alat angkut setelah perbaikan adalah 23,25 menit yang ditunjukkan oleh Tabel 3. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat pengurangan *cycle time* alat angkut DT 500 dari 27,93 menit menjadi sebesar 23,25 menit.

2. Efisiensi Kerja DT Hino 500 Setelah Perbaikan Jalan Angkut

Efisiensi kerja dapat ditentukan dari waktu hambatan (Tabel 4), waktu tersedia, dan waktu efektif. Dengan menggunakan persamaan (1), jumlah waktu kerja tersedia 660 menit dalam satu shift, dan jumlah waktu hambatan 123 menit, maka diperoleh nilai efisiensi kerja setelah perbaikan jalan adalah 81%. Perubahan yang sudah diteliti terdapat *improvement* dari 64% menjadi 81%.

3. Perhitungan Produktivitas Setelah Perbaikan Jalan Angkut

Perhitungan produktivitas menggunakan persamaan (2) diperoleh hasil setelah perbaikan jalan angkut adalah meningkat menjadi 21,72 BCM/Jam. Angka perhitungan produktivitas alat angkut DT 500 di lokasi *low wall* Selatan sebelum perbaikan yaitu 14,23 bcm/jam. Peningkatan CT, Efisiensi kerja, dan produktivitas dapat dilihat pada **Tabel- 5**.

Perhitungan persentase peningkatan adalah dengan membandingkan selisih sebelum dan sesudah perbaikan terhadap hasil nilai yang sudah mengalami perbaikan kemudian dikalikan dengan 100%. Berdasarkan Tabel-5 dapat diketahui persentase peningkatan Cycle time adalah 16%, peningkatan efisiensi kerja 26%, dan produktivitas alat angkut 52%.

**Diskusi**

Hasil pengamatan terhadap jalan angkut adalah terdapat kondisi jalan yang undulating dan berlubang, kemiringan jalan (grade) yang masih besar sehingga menyebabkan waktu siklus (cycle time) cukup besar. Kejadian waktu hambatan waktu di jalan hauling yang cukup lama juga menurunkan nilai efisiensi kerja. Oleh sebab itu dilakukan analisis dan perhitungan sehingga diperoleh upaya-upaya yang perlu dilakukan untuk mempercepat cycle time dan meningkatkan efisiensi kerja. Upaya tersebut yaitu dengan mengoptimalkan alat *support* seperti *grade*r [8], *dozer*, dan *compactor* dalam melakukan pelebaran dan perataan serta pemadatan jalan agar mudah dilalui oleh alat angkut sehingga dapat mengurangi *time travel* alat angkut.

**Tabel-4**. Waktu Hambatan Alat Angkut Setelah Perbaikan

| No. | Jenis hambatan | Keterangan | Waktu hambatan |
|---|---|---|---|
| A | Start operation | P5M & P2H oleh operator | 15 menit |
| B | Prepare front | Digger makan material keras (prepare loading) | 5 menit |
| C | Pindah loading point | Perpindahan alat gali muat | 5 menit |
| D | Isi fuel | Waktu tunggu isi bahan bakar DT | 6 menit |
| E | Restime | Waktu istirahat, sholat, dan makan siang | 60 menit |
| F | Repair front | Perbaikan front loading oleh alat support | 5 menit |
| G | Sholat ashar | Ibadah sholat ashar | 10 menit |
| I | Delay time DT | Waktu tunggu alat angkut di front loading | 4 menit |
| | | Waktu tunggu alat angkut di jalan hauling saat travel load dan travel empty | 9 menit |
| | | Waktu tunggu alat angkut di disposal | 4 menit |
| | Total | | 123 menit |

**Tabel- 5.** Kondisi sebelum dan sesudah perbaikan jalan angkut

| No. | Kondisi jalan angkut | Cycle time (menit) | Efisiensi kerja | Produktivitas (BCM/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sebelum perbaikan | 27,93 | 64% | 14,23 |
| 2 | Sesudah perbaikan | 23,25 | 81% | 21,71 |
| Peningkatan | | 16% | 26% | 52% |

Jalan yang sudah bagus juga mengurangi waktu tuggu atau hambatan selama di jalan pengangkutan sehingga dapat meningkatkan waktu kerja efektif. Selain perbaikan jalan angkut juga dilakukan perbaikan untuk efektivitas operator dalam bekerja secara optimal dengan mengurangi waktu terbuang pada saat akan memulai dan mengakhiri pekerjaan. Hal ini juga dapat meningkatkan efisiensi kerja. Untuk itu peran pengawas sangat penting dalam meningkatkan kinerja dan efektifitas operator [9]. Oleh sebab itu evaluasi jam kerja [10] dan waktu hambatan perlu dilakukan agar dapat diketahui faktor-faktor penghambat produktivitas di samping faktor kondisi jalan angkut.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat angkut *dump truck* hino 500 adalah sebagai berikut:

a. *Cycle time* alat angkut
b. Jenis Material
c. Skil Operator/Driver
d. Efisiensi kerja
e. Kondisi jalan angkut

2. Upaya Perbaikan Jalan Alat Angkut
   a. Pembentukan desain jalan yang benar (*grade jalan*,maximal 12 %, pembentukan *crown* jalan, dll ) sesuai GMP
   b. Persiapan alat-alat yang untuk perbaikan jalan angkut.
   c. Pembongkaran *(ripping)* dan penimbunan material dengan alat *bulldozer*
   d. Penggantian material pada jalan angkut
   e. Melakukan kegiatan kompaksi material timbunan oleh *compactor*
3. Data *cycle time* yang didapat sebelum ada perbaikan dari jalan angkut yaitu sebesar 27,93 menit. Sedangkan setelah ada perbaikan menjadi sebesar 23,25 menit. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *cycle time* setelah ada perbaikan lebih baik dari sebelumnya.
4. Efisiensi kerja alat angkut DT sebelum perbaikan 64% dan setelah perbaikan meningkat menjadi 81%.
5. Hasil perhitungan produktivitas alat angkut sebelum perbaikan yaitu 14,23 bcm/jam sedangkan setelah ada perbaikan meningkat menjadi 21,72 BCM/jam.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] T. Y. Lambung, *et al.*, "Evaluasi Jalan Tambang untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Angkut Pada Aktivitas Pemindahan Overburden," *J. Geosapta*, vol. 2, no. 2, 2016.

[2] N. Rochim, *et al.*, "Evaluasi Kondisi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri Untuk Meningkatkan Produktifitas Alat Angkut Pada PT Madhani Talatah Nusantara," *J. Himasapta*, vol. 6, no. 1, pp. 27–32, 2021.

[3] A. Yulianto, *et al.*, "Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut pada Pemindahan Overburden Pit 10 di PT Berkat Tambang Sejahtera, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan," *J. Himasapta*, vol. 6, no. 1, pp. 33–37, 2021.

[4] R. N. Fitriadi dan E. Moralista, "Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut," *J. Ris. Tek. Pertamb.*, pp. 41–48, 2024.

[5] A. Halawa, "Analisa Geometri Jalan Angkut Guna Meningkatkan Cycletime dan Produktivitas Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden dari Front Pengupasan ke Disposal Area pada Kegiatan Penambangan Batubara," *J. Sains Dan Teknol. ISTP*, vol. 16, no. 1, pp. 90–103, 2021.

[6] A. Mustofa, *et al.*, "Perbaikan Jalan Angkut Tambang: Pengaruh Perubahan Struktur Lapis Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut," *FT Univ. Lambung Mangkurat Banjarmasin*, 2016.

[7] Yanto Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan, UPN, 2014.

[8] D. Brahmansyah, "Analisa Kebutuhan Grader Untuk Perbaikan Jalan Angkut Pada Operasional Penambangan Di Pt Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur," *J. Eksakta Kebumian*, vol. 2, no. 1, pp. 61–67, 2021.

[9] A. Nuryono, *et al.*, "Peningkatan Produktivitas Alat Muat Sekelas Oht Cat 777 Di Pertambangan Batubara Dengan Pendekatan Quality Control Circle," *J. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, 2016.

[10] N. Oemiati, *et al.*, "Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)," *Bear. J. Penelit. Dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 3, pp. 194–207, 2020.