

Evaluasi fuel ratio peralatan mekanis dalam kegiatan pembongkaran overburden PT Borneo Alam Semesta

Fuel ratio evaluation of mechanical equipment in overburden removal activities at PT Borneo Alam Semesta

Muhammad Suyudi¹, Agus Triantoro^{2*}, Adip Mustofa³

^{1,2}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

³Program Studi Rekayasa Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: ¹muhammadsuyudi98@gmail.com, ²agus@ulm.ac.id, ³adip@ulm.ac.id

ABSTRAK

PT Borneo Alam Semesta menggunakan metode penambangan tambang terbuka yang didukung dengan peralatan mekanis *backhoe* untuk pembongkaran dan *dump truck* untuk pengangkutan material *overburden*. Salah satu penentu keberhasilan metode penambangan adalah seberapa besar produktivitas alat mekanis yang digunakan. Besarnya produktivitas juga harus diimbangi dengan penggunaan bahan bakar yang efektif. Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengevaluasi pencapaian target *fuel ratio*, serta memberi rekomendasi untuk mengoptimalkan nilai *fuel ratio* alat gali muat dan alat angkut. Metode yang digunakan adalah mengevaluasi hasil produktivitas dan penggunaan bahan bakar yang dipengaruhi oleh kondisi lapangan, kondisi alat yang digunakan, *cycle time*, *grade resistance* dan *rolling resistance*, sehingga diperoleh nilai *fuel ratio*. Setelah melakukan evaluasi hasil pencapaian target *fuel ratio* alat gali muat Hitachi ZX450 yaitu sebesar 92%. Sedangkan pencapaian target *fuel ratio* alat angkut Volvo FM370 yaitu 87%. Perbaikan *fuel ratio* alat gali muat dilakukan dengan menurunkan *front* kerja yang dapat menurunkan *cycle time*, pengawasan terhadap operator untuk meningkatkan efisiensi yang akan membuat produktivitas meningkat dan membuat *fuel ratio* menjadi kecil. Perbaikan *fuel ratio* alat angkut dilakukan dengan menambah kecepatan rata-rata alat angkut pada *hauling* bermuatan maupun tidak bermuatan sehingga *cycle time* menjadi turun dan dapat meningkatkan produktivitas dan membuat *fuel ratio* kecil.

Kata-kata kunci: *backhoe*, *dump truck*, produktivitas

ABSTRACT

PT Borneo Alam Semesta uses open-pit mining methods with equipment such as backhoes for digging and dump trucks for moving overburden material. The productivity of the equipment is crucial for successful mining, and it needs to be balanced with efficient fuel usage. Researchers plan to study and evaluate the fuel ratio of loading and hauling equipment, considering factors such as field conditions, equipment conditions, cycle time, grade resistance, and rolling resistance. After evaluating the achievement of the target fuel ratio for the Hitachi loading equipment at 92% and the Volvo hauling equipment at 87%, improvements were made. For the loading equipment, changes included reducing the working load at the front to decrease cycle time and implementing operator supervision. For the hauling equipment, the improvements involved increasing the average speed when loaded or empty to lower cycle time and increase productivity, which resulted in a lower fuel ratio.

Keywords: *backhoe*, *dump truck*, productivity

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batubara, PT Borneo Alam Semesta menggunakan metode penambangan tambang terbuka yang didukung dengan peralatan mekanis *backhoe* untuk pembongkaran material *overburden* dan *dump truck* untuk pengangkutan material *overburden*. [1] Salah satu penentu keberhasilan metode penambangan tambang terbuka adalah seberapa besar produktivitas peralatan mekanis yang dapat dimanfaatkan seefektif dan seefisien mungkin agar hasil yang diperoleh maksimal sesuai dengan target perusahaan.

Alat mekanis yang bekerja pada kegiatan penambangan PT Borneo Alam Semesta ini menggunakan solar sebagai bahan bakar. Besarnya produktivitas juga harus diimbangi dengan penggunaan bahan bakar yang efektif, karena penggunaan bahan bakar tersebut sangat berpengaruh pada biaya penambangan. [2] [3] Oleh sebab itu bahan bakar harus digunakan seefisien mungkin, agar

biaya yang dikeluarkan perusahaan dapat dihemat dan target produksi dapat tercapai.

[4] [5] Kondisi alat dan kondisi di lapangan seperti kondisi jalan angkut tambang dapat mempengaruhi kinerja kegiatan produksi. Beberapa kondisi jalan angkut seperti kemiringan jalan, permukaan jalan yang lembek dan becek. [6] [7] [8] Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja alat angkut yang dapat menurunkan produktivitasnya seperti *break down*, ganti ban dan penggunaan bahan bakar yang tinggi.

Berdasarkan pemaparan diatas maka penulis mengadakan pengamatan dan penelitian mengenai konsumsi *fuel* dan produktivitas alat mekanis. Judul yang diambil dalam pengamatan ini adalah "Evaluasi *Fuel Ratio* Peralatan Mekanis dalam Kegiatan Pembongkaran *Overburden* PT Borneo Alam Semesta Desa Ida Manggala, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan".

METODOLOGI

Kegiatan penelitian direncanakan terdiri dari 5 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis data dan tahap penyusunan laporan akhir.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan tugas akhir, studi literatur daerah penelitian dan studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian. Sasaran utama studi pendahuluan ini adalah gambaran umum daerah penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data ini dimana data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer) dan literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (data sekunder). Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu:

- a. Data Primer
 - 1) *Cycle time* alat gali muat dan alat angkut
 - 2) *Grade resistance* Jalan
 - 3) *Rolling resistance* Jalan
- b. Data Sekunder
 - 1) Spesifikasi alat
 - 2) Kondisi geologi
 - 3) *Swell factor*
 - 4) *Bucket fill factor*
 - 5) Peta lokasi tambang
 - 6) Peta jalan angkut
 - 7) Perencanaan *fuel ratio*
 - 8) Total penggunaan *fuel actual*

3. Tahap Pengolahan Data

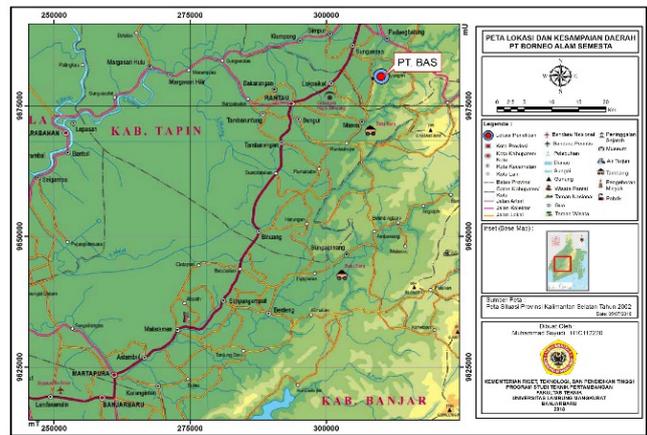
Tahap pengolahan data ini yaitu pengolahan data setelah pengumpulan data. Data yang telah diperoleh kemudian dikelompokkan sesuai dengan kegunaannya untuk lebih memudahkan dalam penganalisaan, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau perhitungan penyelesaian.

- a. Data mengenai kondisi tempat kerja, kondisi jalan angkut, kondisi kerja operator, digunakan untuk melakukan penilaian terhadap kondisi kerja alat gali muat dan alat angkut yang beroperasi.
- b. Data mengenai waktu edar, teknis alat, spesifikasi alat dan sifat material yang kemudian diolah secara sistematis untuk mengetahui produktivitas dari masing-masing alat secara aktual.

4. Evaluasi

Hasil pengolahan data digunakan untuk evaluasi *fuel ratio* secara aktual. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui *fuel burn* dan *productivity* alat gali muat dan alat angkut berdasarkan *cycle time*, kondisi medan kerja, kondisi alat sehingga dapat diketahui secara aktual.

Secara administratif WIUP BMB berada di Desa Ida Manggala, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan. Untuk menuju lokasi dari Banjarbaru menuju Desa Ida Manggala (Kabupaten Hulu Sungai Selatan) dapat ditempuh dengan jarak sejauh 84 km melalui jalan provinsi dengan kondisi jalan beraspal baik, kemudian dari Desa Ida Manggala menuju WIUP sejauh ± 5 km melalui jalan desa dengan kondisi jalan berbatu. Berikut peta kesampaian daerah lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar-1.



Gambar-1. Peta Kesampaian Daerah

[9] Bahan bakar merupakan bahan penggerak mesin yang sangat berpengaruh untuk menunjang kinerja peralatan mekanis, penggunaan bahan bakar haruslah sesuai dengan yang ditargetkan oleh perusahaan. Seiring dengan meningkatnya permintaan bahan bakar khususnya minyak, maka perlu dilakukan pengkajian terhadap penggunaan bahan bakar agar dapat mengantisipasi tingginya angka *fuel ratio* dalam aktivitas penambangan.

[10] *Fuel ratio* adalah perbandingan antara penggunaan bahan bakar (*fuel*) yang digunakan untuk kegiatan penambangan dengan produksi lapisan batuan penutup yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *fuel ratio* adalah *fuel burn* (liter/jam) dan produktivitas alat (bcm/jam) [2]. Berikut ini merupakan rumus *fuel ratio* (liter/bcm)

$$Fuel\ Ratio = \frac{Fuel\ Burn\ (\frac{ltr}{jam})}{Produktivitas\ (\frac{bcm}{jam})} \tag{1}$$

HASIL DAN DISKUSI

Pengumpulan Data

Setelah melakukan penelitian, data yang didapat adalah *cycle time*, *delay time*, *fuel consumption*, amblesan, jarak dan beda tinggi.

Tabel-1. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No. | Nama Alat | Rata-Rata CT(S) | Total CT (S) |
|-----|---------------|-----------------|--------------|
| 1. | Hitachi ZX450 | 30,22 | 2268,75 |
| 2. | Volvo FM370 | 653,06 | 2882,69 |

Tabel-2. *Delay Time* Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No | Nama Alat | Total <i>Delay Time</i> (S) |
|----|---------------|-----------------------------|
| 1. | Hitachi ZX450 | 1303,04 |
| 2. | Volvo FM370 | 1104,94 |

Tabel-3. *Fuel Consumption* Alat gali Muat dan Alat Angkut

| No | Nama Alat | <i>Effective Work Hours</i> (Jam) | <i>Fuel</i> (Liter) |
|----|---------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 | Hitachi ZX450 | 7,90 | 323 |
| 2 | Volvo FM370 | 12,58 | 144,92 |

Tabel-4. Data Amblesan Jalan Angkut

| Segmen | Amblesan (cm) | |
|--------|---------------|---------|
| | (LP-DP) | (DP-LP) |
| A-B | 8 | 6 |
| B-C | 6,5 | 6 |
| C-D | 9 | 5,5 |
| D-E | 8,5 | 5 |
| E-F | 2,5 | 10 |
| F-G | 5,5 | 2 |
| G-H | 4 | 2 |
| H-I | 5 | 3 |
| I-J | 5,5 | 3,2 |
| J-K | 2,3 | 0 |
| K-L | 5 | 3 |
| L-M | 4,3 | 4 |
| M-N | 7 | 13 |

Tabel-5. Data Beda Tinggi dan Jarak

| Segmen | Beda Tinggi (m) | | Jarak (m) |
|--------|-----------------|-------|-----------|
| | LP-DP | DP-LP | |
| A-B | 5,93 | -5,92 | 70,37 |
| B-C | 4,39 | -4,38 | 35,02 |
| C-D | 3,22 | -3,22 | 35,30 |
| D-E | 2,75 | -2,74 | 30,34 |
| E-F | -1,57 | 1,56 | 38,51 |
| F-G | -1,79 | 1,78 | 76,95 |
| G-H | 0,16 | -0,16 | 47,98 |
| H-I | 2,60 | -2,59 | 62,57 |
| I-J | 1,41 | -1,41 | 52,72 |
| J-K | 1,09 | -1,08 | 38,43 |
| K-L | 4,00 | -4,00 | 66,88 |
| L-M | 5,00 | -5,00 | 38,60 |
| M-N | 8,00 | -8,00 | 63,22 |

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung *fuel burn*, efisiensi, produktivitas, *grade resistance*, *rolling resistance*, *fuel ratio*.

Tabel-6. *Fuel Burn* Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No | Nama Alat | <i>Fuel Burn</i> (liter/jam) |
|----|---------------|------------------------------|
| 1 | Hitachi ZX450 | 41,44 |
| 2 | Volvo FM370 | 11,71 |

Tabel-7. Efisiensi Alat gali Muat dan Alat Angkut

| No. | Nama Alat | Total CT (S) | Total DT (S) | Efisiensi Kerja |
|-----|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| 1 | Hitachi ZX450 | 2268,75 | 446,75 | 0,84 |
| 2 | Volvo FM370 | 2882,69 | 585,17 | 0,83 |

Tabel-8. Produktivitas Rata-Rata Alat Gali Muat dan Alat Angkut

| No. | Nama Alat | Produktivitas BCM/Jam |
|-----|---------------|-----------------------|
| 1 | Hitachi ZX450 | 150,62 |
| 2 | Volvo FM370 | 35,33 |

Tabel-9. *Grade Resistance* Tiap Segmen

| Segmen | <i>Grade (%)</i> | | <i>Grade Resistance (lb)</i> | |
|--------|------------------|--------|------------------------------|-----------|
| | LP-DP | DP-LP | LP-DP | DP-LP |
| A-B | 8,42 | -8,42 | 9967,27 | -6736,96 |
| B-C | 12,52 | -12,52 | 14820,26 | -10017,13 |
| C-D | 9,12 | -9,12 | 10799,86 | -7299,72 |
| D-E | 9,05 | -9,05 | 10708,51 | -7237,97 |
| E-F | -4,07 | 4,07 | -4822,27 | 3259,41 |
| F-G | -2,32 | 2,32 | -2747,10 | 1856,79 |
| G-H | 0,34 | -0,34 | 397,16 | -268,45 |
| H-I | 4,15 | -4,15 | 4908,78 | -3317,88 |
| I-J | 2,68 | -2,68 | 3167,77 | -2141,12 |
| J-K | 2,83 | -2,83 | 3353,97 | -2266,98 |
| K-L | 5,98 | -5,98 | 7078,90 | -4784,69 |
| L-M | 12,95 | -12,95 | 15331,51 | -10362,69 |
| M-N | 12,65 | -12,65 | 14977,45 | -10123,38 |

Tabel-10. *Rolling Resistance* Tiap Segmen

| Segmen | Maksimal Amblesan (cm) | | <i>Rolling Resistance (lb)</i> | |
|--------|------------------------|-------|--------------------------------|---------|
| | LP-DP | DP-LP | LP-DP | DP-LP |
| A-B | 8 | 6 | 8048,43 | 4480,00 |
| B-C | 6,5 | 6 | 6983,20 | 4480,00 |
| C-D | 9 | 5,5 | 8758,59 | 4240,00 |
| D-E | 8,5 | 5 | 8403,51 | 4000,00 |
| E-F | 2,5 | 10 | 4142,57 | 6400,00 |
| F-G | 5,5 | 2 | 6273,04 | 2560,00 |
| G-H | 4 | 2 | 5207,81 | 2560,00 |
| H-I | 5 | 3 | 5917,96 | 3040,00 |
| I-J | 5,5 | 3,2 | 6273,04 | 3136,00 |
| J-K | 2,3 | 0 | 4000,54 | 1600,00 |
| K-L | 5 | 3 | 5917,96 | 3040,00 |
| L-M | 4,3 | 4 | 5420,85 | 3520,00 |
| M-N | 7 | 13 | 7338,27 | 7840,00 |

Tabel-11. *Fuel Ratio* Alat Gali Muat dan Alat Angkut

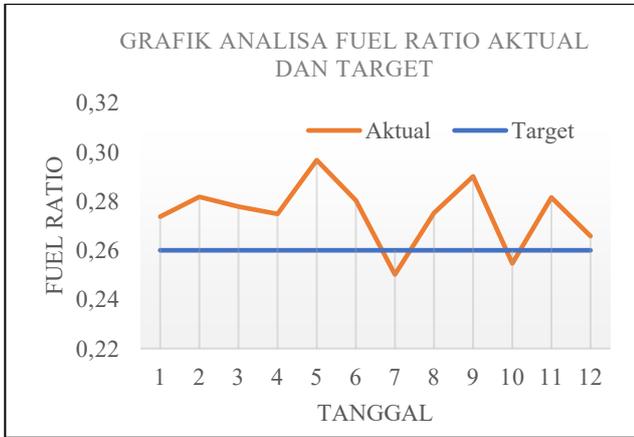
| No. | Nama Alat | <i>Fuel Burn</i> (liter/Jam) | <i>Productivity</i> (BCM/Jam) | <i>Fuel Ratio</i> liter/BCM |
|-----|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Hitachi ZX450 | 41,44 | 150,62 | 0,28 |
| 2 | Volvo FM370 | 11,71 | 35,33 | 0,33 |

Evaluasi *Fuel Ratio*

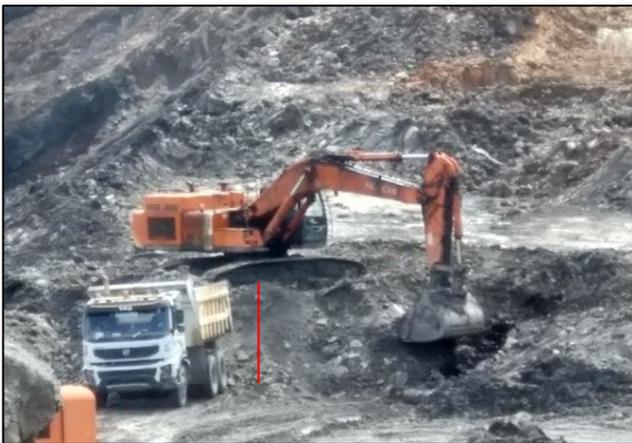
Evaluasi *fuel ratio* dilakukan 2 minggu dengan target rata-rata *fuel ratio* alat gali muat sebesar 0,26 liter/BCM dan alat angkut sebesar 0,29 liter/BCM.

Evaluasi *Fuel Ratio* Alat Gali Muat

Evaluasi selama 2 minggu didapat nilai rata-rata *fuel ratio* aktual berada diatas target yaitu sebesar 0,28 liter/BCM. Tingginya nilai *fuel ratio* di pengaruhi oleh produktivitas yang di capai oleh alat gali muat yaitu sebesar 150,62 bcm/jam. Faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat cenderung pada besarnya waktu *digging time*. Hasil pengamatan pada kondisi *front* kerja *bottom* ±3meter nilai *digging time* diatas rata-rata sehingga membuat *cycle time* alat gali muat cenderung tinggi pada kondisi tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar-3.



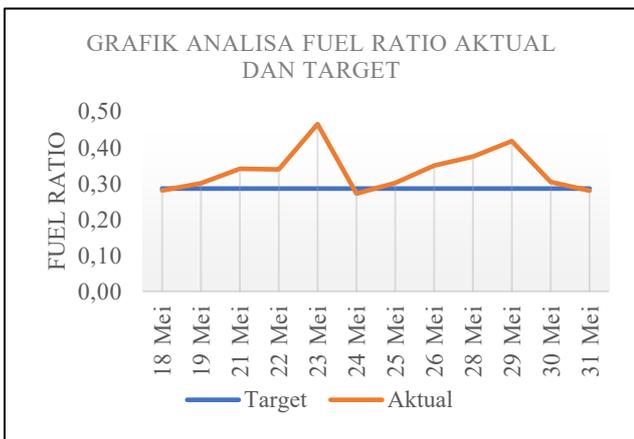
Gambar- 2. Grafik Analisa *Fuel Ratio* Aktual dan Target Alat Gali Muat



Gambar- 3. *Front Kerja*

Evaluasi *Fuel Ratio* Alat Angkut

Secara keseluruhan nilai rata-rata *fuel ratio* aktual berada di atas nilai target *fuel ratio* rata-rata sebesar 0,33 liter/BCM.



Gambar- 4. Grafik Analisa *Fuel Ratio* Aktual dan Target Alat Angkut

Tidak tercapainya *fuel ratio* dipengaruhi oleh besarnya *cycle time* yang dapat mempengaruhi produktivitas dan *fuel burn*. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kondisi jalan dan jarak yang ditempuh oleh alat. Kondisi jalan yang tidak ideal dan jarak yang terlalu jauh dapat mengakibatkan waktu angkut semakin panjang dan semakin panjang waktu angkut akan membutuhkan *fuel burn* yang banyak.

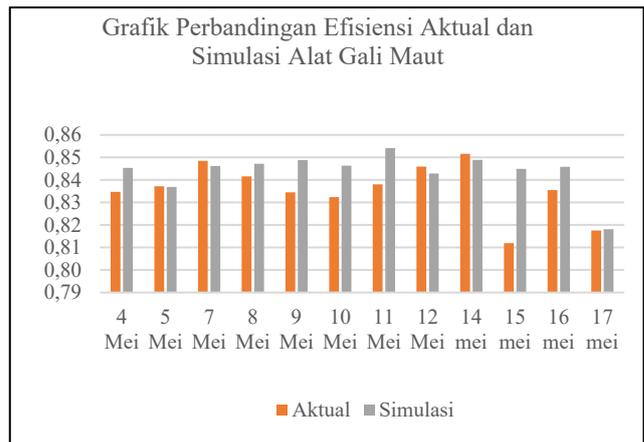
Rekomendasi pada Alat Gali Muat

Cycle time merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya produktivitas alat gali muat, tingginya nilai *cycle time* pada pengamatan dilapangan cenderung dipengaruhi oleh tingginya *digging time* pada *front kerja* ±3 meter. Oleh dari itu perlu direkomendasikan untuk menurunkan *front kerja* menjadi ±2 meter. Simulasi dilakukan dengan cara memotong waktu *digging time* diatas rata-rata menjadi rata-rata sehingga *digging time* turun.

Tabel-12. Simulasi Penurunan Waktu *Cycle Time* Alat Gali Muat

| Material <i>Overburden</i> | Waktu (S) | |
|----------------------------|-----------|----------|
| Siklus Kegiatan | Aktual | Simulasi |
| <i>Digging Time</i> | 13,2 | 11,4 |
| <i>Swing Time Loading</i> | 6,5 | 6,5 |
| <i>Dumping Time</i> | 4,0 | 4,0 |
| <i>Swing Time Empty</i> | 6,5 | 6,5 |
| <i>Cycle Time</i> | 30,2 | 28,4 |

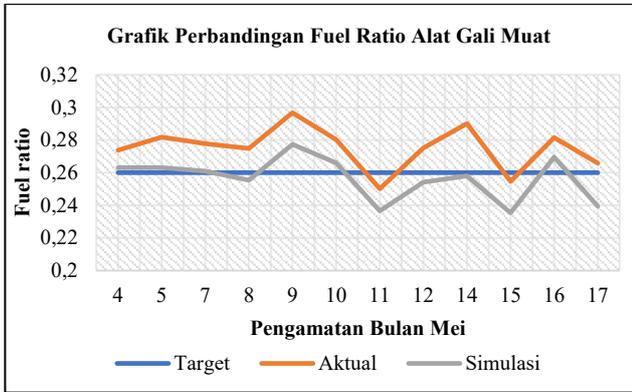
Berdasarkan hasil simulasi maka didapat *cycle time* alat gali muat dari 30,2 detik menjadi 28,4 detik. Dengan turunnya *cycle time* juga mengakibatkan efisiensi menjadi turun sehingga perlu juga dilakukan simulasi untuk menaikkan efisiensi. Simulasi untuk menaikkan efisiensi dilakukan dengan cara menurunkan *delay time* diatas rata-rata menjadi rata-rata. Nilai rata-rata dari *delay time* dianggap mampu dilakukan dengan lebih meningkatkan pengawasan terhadap operator.



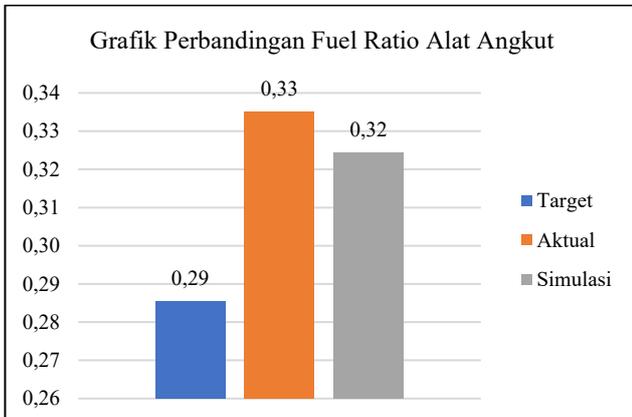
Gambar- 5. Grafik Perbandingan Efisiensi Aktual dan Simulasi Alat Gali Muat

Setelah dilakukan simulasi hasil rata-rata selama pengamatan didapat nilai *fuel ratio* alat gali muat telah mencapai target yang diinginkan yaitu 0,26 liter/bcm dari *fuel ratio* aktual sebesar 0,28 liter/bcm. Perbandingan antara *fuel ratio* target, aktual dan simulasi setiap pengamatan pada bulan mei dapat dilihat pada gambar-6.

Adapun penurunan *digging time* dan *delay time* akan mempengaruhi *cycle time dump truck* pada waktu *loading*, sehingga *cycle time* alat angkut juga turun yang membuat produktivitas meningkat, dengan meningkatnya produktivitas maka nilai *fuel ratio* turun. Perbandingan *fuel ratio* target, aktual dan simulasi dapat dilihat pada gambar-7.



Gambar- 6. Grafik Perbandingan Fuel Ratio Alat Gali Muat



Gambar- 7. Grafik Perbandingan Fuel Ratio Alat Angkut

Rekomendasi pada Alat Angkut

Simulasi yang dapat dilakukan untuk menurunkan waktu angkut adalah menambah kecepatan pada alat angkut. Untuk menambah kecepatan dapat dilakukan simulasi terdapat *grade* jalan yang tidak ideal, untuk mencari *grade* yang ideal maka *grade* yang lebih dari 8% akan di simulasi kan menjadi 8%.

Tabel-13. Simulasi Grade Jalan Angkut Volvo FM370

| Segmen | Grade (%) | | Grade Resistance (lb) | |
|--------|-----------|-------|-----------------------|----------|
| | LP-DP | DP-LP | LP-DP | DP-LP |
| A-B | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |
| B-C | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |
| C-D | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |
| D-E | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |
| E-F | -4,07 | 4,07 | -4822,27 | 3259,41 |
| F-G | -2,32 | 2,32 | -2747,10 | 1856,79 |
| G-H | 0,34 | -0,34 | 397,16 | -268,45 |
| H-I | 4,15 | -4,15 | 4908,78 | -3317,88 |
| I-J | 2,68 | -2,68 | 3167,77 | -2141,12 |
| J-K | 2,83 | -2,83 | 3353,97 | -2266,98 |
| K-L | 5,98 | -5,98 | 7078,90 | -4784,69 |
| L-M | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |
| M-N | 8,00 | -8,00 | 9468,74 | -6400,00 |

Setelah dilakukan simulasi terhadap *grade* dan diketahui *rimpull* maka selanjutnya adalah menghitung jumlah *rimpull* dari *grade* dan *rolling resistance*, dan setelah diketahui total *rimpull* maka akan dilanjutkan mencari kecepatan simulasi yang efektif sesuai dengan spesifikasi unit Volvo FM370.

Tabel-14. Perhitungan Kecepatan Simulasi Jalan Angkut Volvo FM370

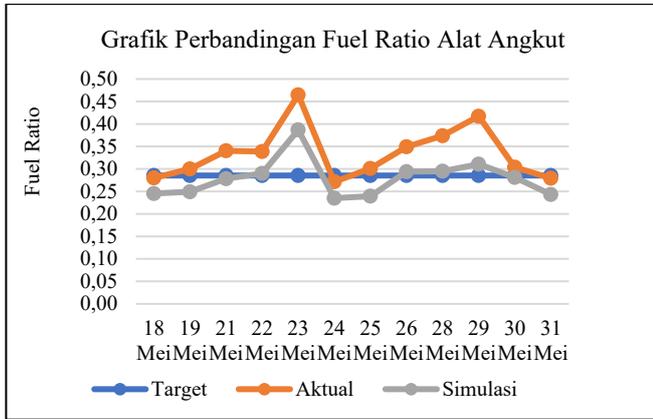
| Total Rimpull (lb) | | Diatasi oleh Gear | | | | Kecepatan (km/jam) | |
|---------------------|-------|-------------------|------------|-------|------------|--------------------|-------|
| | | Teori | Pada Jalan | Teori | Pada Jalan | | |
| LP-DP | DP-LP | LP-DP | | DP-LP | | LP-DP | DP-LP |
| 17517 | -1920 | 2 | 1 | 6 | 1 | 10 | 10 |
| 16452 | -1920 | 2 | 1 | 6 | 3 | 10 | 23 |
| 18227 | -2160 | 1 | 1 | 6 | 4 | 10 | 32 |
| 17872 | -2400 | 1 | 1 | 6 | 4 | 10 | 32 |
| -680 | 9659 | 9 | 3 | 3 | 3 | 23 | 23 |
| 3526 | 4417 | 7 | 4 | 5 | 4 | 32 | 32 |
| 5605 | 2292 | 4 | 4 | 6 | 5 | 32 | 41 |
| 10827 | -278 | 3 | 3 | 6 | 5 | 23 | 41 |
| 9441 | 995 | 3 | 3 | 6 | 5 | 23 | 41 |
| 7355 | -667 | 4 | 3 | 6 | 5 | 23 | 41 |
| 12997 | -1745 | 2 | 2 | 6 | 5 | 15 | 41 |
| 14890 | -2880 | 2 | 2 | 6 | 5 | 15 | 23 |
| 16807 | 1440 | 2 | 2 | 6 | 4 | 15 | 23 |
| Kecepatan Rata-Rata | | | | | | 18,54 | 31,00 |

Dari hasil simulasi kecepatan alat angkut rata-rata dari LP-DP sebesar 18,54 km/jam sedangkan dari DP-LP kecepatan rata-rata mencapai 31 km/jam. Dengan bertambahnya kecepatan maka akan mempersingkat waktu angkut sehingga nilai *cycle time* menjadi kecil dan akan menaikkan produktivitas dari alat angkut tersebut.

Tabel-15. Hasil Simulasi Waktu angkut

| No. | Tanggal | Jarak (km) | Waktu (S) | |
|-----------|---------|------------|-----------|--------|
| | | | LP-DP | DP-LP |
| 1 | 18 Mei | 0,9 | 174,77 | 104,52 |
| 2 | 19 Mei | 0,8 | 155,35 | 92,90 |
| 3 | 21 Mei | 1 | 194,19 | 116,13 |
| 4 | 22 Mei | 0,9 | 174,77 | 104,52 |
| 5 | 23 Mei | 0,9 | 174,77 | 104,52 |
| 6 | 24 Mei | 0,9 | 174,77 | 104,52 |
| 7 | 25 Mei | 0,9 | 174,77 | 104,52 |
| 8 | 26 Mei | 1,05 | 203,90 | 121,94 |
| 9 | 28 Mei | 1,1 | 213,61 | 127,74 |
| 10 | 29 Mei | 1 | 194,19 | 116,13 |
| 11 | 30 Mei | 0,8 | 155,35 | 92,90 |
| 12 | 31 Mei | 0,85 | 165,06 | 98,71 |
| Rata-Rata | | 0,93 | 179,63 | 107,42 |

Dengan naiknya produktivitas maka akan menurunkan *fuel ratio* pada alat angkut. Perbandingan *fuel ratio* setelah dilakukan simulasi dapat dilihat pada gambar-8. Dengan simulasi yang di perhitungkan, rata-rata *fuel ratio* telah mencapai target yaitu aktual sebesar 0,33 liter/BCM menjadi 0,28 liter/BCM yang artinya angka tersebut telah mencapai target *fuel ratio* yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 0,29 liter/BCM.



Gambar- 8. Grafik Perbandingan Fuel Ratio Alat Angkut

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian lapangan yang telah dilakukan di PT Borneo Alam Semesta, dapat disimpulkan bahwa:

- Fuel burn* rata-rata alat gali muat Hitachi ZX 450 yaitu 41,44 liter/Jam dengan produktivitas rata-rata 150,62 BCM/Jam. *Fuel burn* rata-rata alat angkut Volvo FM 370 yaitu 11,71 liter/Jam dengan produktivitas rata-rata 35,33 BCM/Jam.
- Fuel ratio* aktual untuk alat gali muat Hitachi ZX 450 yaitu 0,28 liter/BCM. Sedangkan *fuel ratio* aktual alat angkut Volvo FM 370 yaitu 0,33 Liter/BCM.
- Evaluasi hasil pencapaian target *fuel ratio* alat gali muat Hitachi ZX450 yaitu sebesar 92% dari nilai aktual 0,28 Liter/BCM dengan target 0,26 liter/BCM. Sedangkan pencapaian target *fuel ratio* alat angkut Volvo FM370 yaitu 87% dari nilai aktual 0,33 liter/BCM dengan target 0,29 liter/BCM.
- Rekomendasi
 - Perbaikan *fuel ratio* alat gali muat dilakukan dengan menurunkan *front* kerja yang dapat menurunkan *cycle time*. Peningkatan pengawasan terhadap operator juga dapat dilakukan untuk mengurangi *delay time* sehingga dapat meningkatkan efisiensi. Turunnya *cycle time* dan meningkatkan efisiensi akan membuat produktivitas meningkat dan membuat *fuel ratio* menjadi kecil dari 0,28 liter/BCM menjadi 0,26 liter/BCM.
 - Perbaikan *fuel ratio* alat angkut dilakukan dengan menambah kecepatan rata-rata alat angkut pada hauling bermuatan maupun tidak bermuatan sehingga *cycle time* menjadi turun dan dapat meningkatkan produktivitas dan membuat *fuel ratio* kecil dari 0,33 liter/BCM menjadi 0,28 liter/BCM.

Berdasarkan hasil penelitian saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- Penurunan *front* kerja dari ± 3meter menjadi ± 2meter akan sangat membantu alat gali muat saat *digging* dalam kondisi *bottom*.
- Peningkatan pengawasan terhadap operator untuk mengurangi *delay time*.

- Dalam merencanakan kemajuan tambang, perlu diperhatikan kemiringan jalan dan jarak angkut yang dilalui alat angkut, karena hal tersebut akan berpengaruh pada produktifitas alat angkut.

DAFTAR PUSTAKA

- Y. Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta, 2014.
- M. R. Rizki, R. N. Hakim, and K. S. Putri “Analisis Faktor yang Mempengaruhi efisiensi kerja pada produktifitas alat gali-muat overburden di PT Multi Tambangjaya Utama.” *Jurnal Himasapta*, vol 8, no 3, pp. 159-164, 2023.
- A. Suwandhi, *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung: Universitas Islam Bandung, p.2-5, 2004.
- V. V. Aksenov et al, "Evaluating the impact of excavator bucket capacity on the output of a haul truck in different variants of their positioning," in *Journal of Physics: Conference Series*, Veliky Novgorod, 2021.
- E. Harsiga and A. P. Rahayu “Analisa Fuel Rasio Plan dan Aktual Alat Angkut Articulated Dump Truk Volvo A35E dan A40G pada Pengangkutan Overburden di PT LDA, lahat, Sumatera Selatan.” *Jurnal Teknik Patra Akademika* , vol 12, no 3, pp 47-54, 2021.
- M. A. Seboru, "An investigation into factors causing delays in road construction projects in Kenya," *American Journal of Civil Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 51-63, 2015.
- J. L. V. Mariz and A. Soofastaei. *Advanced Analytics for Surface Mine Planning*. In: Soofastaei, A. (eds) *Advanced Analytics in Mining Engineering*. Springer, Cham, 2022.
- Blom, M., Pearce, A. R., & Stuckey, P. J. (2019). Short-term planning for open pit mines: a review. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 33(5), 318-339.
- R. Yovanda, *Evaluasi Biaya Fuel Pengupasan Overburden Di PIT 7C PT. Utama Wira Karya Jaya Perkasa Subkontraktor PT. Baturona Adimulya Musi Banyuasin Sumatera Selatan. Media STIE Prabumulih*, 7(2), 32-42, 2023.
- A. Armando, *Evaluasi Penggunaan Fuel Index dalam Proses Penambangan di Pit S5 Selatan PT Riau Baraharum. Indonesian Mining and Energy Journal*, 1(2). 2018.