



ANALISIS EFISIENSI KERJA DAN PRODUKTIVITAS PENGANGKUTAN BATUBARA SISTEM *SHOVEL – DUMP TRUCK*

M. T.Toha¹, R.Nofanda², R.Busyaf³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

E-mail:¹ ttoha@unsri.ac.id, ²rizqi_nofwanda97@yahoo.com, ³raihanbusyaf23@gmail.com

ABSTRAK

Metode penambangan batubara di *Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk* adalah *strip mining* dengan sistem *shovel – dump truck*. Salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas pengangkutan batubara sistem *shovel – dump truck* adalah efisiensi kerja. Jadwal waktu kerja penambangan dan pengangkutan batubara terdiri dari dua Giliran kerja yaitu Giliran kerja I Jam 06:00 -18:00 WIB dan Giliran kerja II Jam 18:00 – 06:00 WIB. Dalam operasional penambangan dan pengangkutan batubara ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi efisiensi kerja alat yaitu faktor disiplin kerja, faktor *maintenance and repair* alat, factor cuaca/ curah hujan, dan perawatan jalan pasca hujan. Jam kerja alat meliputi pemanasan alat, menuju ke front kerja, mengganggu persiapan front kerja, perawatan jalan angkut (*slippery*), penambangan dan pengangkutan serta penimbunan. Jam kerja alat terdiri dari dua kategori yaitu jam kerja tidak produktif dan jam kerja produktif. Estimasi efisiensi kerja suatu kegiatan peambangan dan pengangkutan batubara adalah ratio jam kerja produktif terhadap waktu tersedia. Hasil analisis variabel yang mempengaruhi efisiensi kerja pada sistem pengangkutan batubara didapat efisiensi kerja aktual meningkat sebesar 9,75 % yaitu dari 64,41% menjadi 71,37 %. Produksi sistem pengangkutan batubara meningkat sebesar 9,75 % yaitu dari 36,08 ton/ jam menjadi 39,98 ton/ jam dan *match factor* meningkat dari 0,79 menjadi 1,03 menunjukkan bahwa *excavator* dan *dump truck* dapat bekerja optimal.

Kata-kata kunci: efisiensi kerja, waktu kerja produktif, pengangkutan batubara, *shovel – dump truck*

ABSTRACT

Coal mining method in the West Banko Pit 2 PT Bukit Asam Tbk is strip mining with a shovel - dump truck system. One of the main factors that increases the productivity of shovel - dump truck coal transportation system is work efficiency. Schedule Hours for coal mining and transportation consists is two shifts per day, namely shift I at 06:00 -18: 00 WIB and shift II at 18:00 - 06:00 WIB. In coal mining and transportation operations there are several factors that will improve work efficiency such as disciplin factors, maintenance and repair factors, rainfall factors and post-rain road maintenance. Working hours include engine starting, travel time to front, waiting for front preparation , maintenance of haul roads (*slippery*), mining, transportation, and dumping. Working hours consist of two categories, namely unproductive working hours and productive working hours. The estimated work efficiency of a coal mining and transportation activity is the ratio of productive working hours to the shceduled time. The results of the analysis of variables that influence work efficiency in the coal transportation system turning work efficiency percentage increased by 9,75 % from 64,41 % to 71,37 %. The coal transportation system production increased by 9,75 %, from 36,08 tons / hour to 39,98 tons / hour and the match factor was increase from 0.79 to 1,03, indicating that excavators and dump truck could work optimal.

Keywords: work efficiency, productive work time, coal transportation, shovel - dump truck

PENDAHULUAN

Metode penambangan batubara PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan adalah *strip mining* dengan sistem *shovel- dump truck*. Penambangan batubara meliputi pengupasan *overburden*, penggalian dan pengangkutan batubara/ *overburden*, penimbunan *overburden* ke *disposal area*, dan batubara ke *stockpile* batubara, sistem penyaliran tambang, dan reklamasi tambang/ revegetasi.

Pada PT Bukit Asam Tbk saat ini dilakukan penambangan batubara pada beberapa *Pit* yaitu *Pit Town Site Base Camp*, *Pit Muara Tiga Besar*, dan *Pit Banko Barat*. *Pit Banko Barat* terbagi *Pit 1 Utara*, *Pit 3 Timur* dan *Pit 2*. Lokasi penelitian dilakukan pada *Pit 2* dengan target produksi batubara sebesar 280.000 ton/ bulan.

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi produksi penambangan batubara adalah sistem pengangkutan batubara. Sistem pengangkutan batubara yang diterapkan pada *Pit 2 Banko Barat* adalah sistem *shovel- dump truck*. Variabel yang mempengaruhi produktivitas sistem *shovel- dump truck* antara lain faktor bucket, efisiensi kerja, dan *cycle time* alat. Faktor yang mempengaruhi *cycle time excavator* antara lain kondisi material insitu (*strength*) dan untuk kondisi *loose* distribusi fragmentasi, sudut *swing*, keterampilan operator, *match factor*.

Faktor yang mempengaruhi *cycle time dump truck* antara lain jarak angkut, kemiringan jalan, tahanan gulir, geometri jalan (lebar dan grade jalan, radius tikungan), faktor kesepadanan alat (*match factor*).

Pada umumnya para peneliti dalam menentukan efisiensi kerja alat hanya menganalisis faktor kehilangan waktu yang diakibatkan oleh disiplin kerja, dan waktu perbaikan alat [1],[2],[3],[4],[5],[6],[7], dan tidak membahas masalah kehilangan waktu yang disebabkan oleh faktor perawatan (*maintenance*) alat, faktor curah hujan, serta faktor perawatan jalan pasca hujan. Dalam penelitian ini akan diteliti faktor faktor tersebut agar prediksi efisiensi kerja alat dapat lebih akurat.

Adapun faktor kehilangan waktu tersebut meliputi faktor disiplin kerja, *maintenance and repair* alat, cuaca/ curah hujan, dan perawatan jalan pasca hujan (*sliperry*). Tujuan dari analisis terhadap efisiensi kerja tersebut adalah untuk mengetahui apakah kondisi efisiensi kerja yang ada pada suatu tambang saat ini sudah optimal. Hal ini diperlukan untuk menunjang perencanaan kebutuhan alat dalam rangka peningkatan produksi atau mengoptimalkan sistem pembagian *fleet*.

Pada pengangkutan batubara sistem *shovel- dump truck* harus diperhatikan masalah faktor kesepadanan alat (*match factor*). Untuk mengoptimalkan penggunaan alat sistem *shovel - dump truck* pada setiap *fleet* harus

dilakukan analisis terhadap faktor kesepadanan alat [1],[2],[8]. Dengan diketahuinya *match factor*, maka dapat membantu dalam perencanaan pengaturan jumlah *fleet* dalam rangka mengoptimalkan penggunaan alat dalam satu *fleet*.

Efisiensi kerja dihitung dengan rumus:

$$EK = \frac{JK}{JT} \quad (1)$$

Dimana:

EK = Efisiensi Kerja

JK = Jam Kerja

JT = Jam Tersedia

JR = Jam *Maintenance and repair*

JB = Jam Bersiap

$$JT = JK + JR + JB \quad (2)$$

Jam kerja (JK) meliputi waktu produksi penggalian, pemuatan, dan pengangkutan termasuk memanaskan mesin, perjalanan alat dari *parking area* menuju ke *front*. Jam kerja terdiri dari dua kategori, yaitu jam kerja produktif dan jam kerja non produktif. Dalam perhitungan efisiensi kerja alat digunakan jam kerja produktif.

Jam *maintenance and repair* (JR) meliputi waktu dimana alat tak dapat dioperasikan yang diakibatkan dalam kondisi perawatan dan atau dalam kondisi perbaikan. Jam bersiap (JB) meliputi waktu dimana seyogianya alat siap untuk bekerja tapi tidak dapat dioperasikan karena alasan cuaca dan disiplin kerja (bekerja tidak sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan)

Estimasi produksi *excavator* dan *dump truck* [1],[3],[7],[9],[10] menggunakan persamaan 3 dan persamaan 4.

$$P_{\text{exct}} = \frac{Kb \times EK \times Fb \times SF \times 3.600}{Ct} \times \text{Densitas} \quad (3)$$

Keterangan:

P_{exct} = Produktivitas *excavator* (ton/jam)

Kb = Kapasitas *bucket* (m^3)

SF = *Swell factor* (%)

Fb = Faktor *bucket* (%)

EK = Efisiensi kerja (%)

Ct = *Cycle time* (detik)

Densitas = Densitas batubara (ton/m^3)

$$P_{\text{dt}} = \frac{nxKb \times EK \times Fb \times SF \times 60}{Ct} \times \text{Densitas} \quad (4)$$

Keterangan:

- Pdt = Produktivitas *dump truck* (ton/jam)
- n = Jumlah bucket untuk pengisian *vessel*
- Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
- SF = *Swell factor* (%)
- Fb = Faktor *bucket* (%)
- EK = Efisiensi kerja (%)
- Ct = *Cycle time* (menit)
- Densitas = Densitas batubara (ton/ m³)

Untuk menganalisis faktor kesepadan kerja antara *excavator* dan *dump truck* menggunakan persamaan (5).

$$MF = \frac{nDt \times f \times Ct_{Exc}}{nExc \times CtDt} \quad (5)$$

Keterangan:

- MF = *Match Factor*
- nDt = Jumlah *dump truck*
- nExc = Jumlah *excavator*
- CtDt = *Cycle time dump truck* (menit)
- CtExc = *Cycle time excavator* (menit)
- f = Frekuensi pengisian *vessel dump truck*

Match Factor < 1, menunjukkan bahwa *excavator* akan sering menunggu sedangkan *dump truck* bekerja penuh.

Match Factor = 1, berarti *excavator* dan *dump truck* tidak ada waktu tunggu atau kedua alat tersebut bekerja penuh.

Match Factor > 1, menunjukkan bahwa *excavator* bekerja penuh, sedangkan *dump truck* terdapat waktu tunggu.

METODE PENELITIAN

Analisis efisiensi kerja sistem pengangkutan batubara dilakukan pada *Pit 2* Banko Barat. Tahapan penelitian terdiri dari pengumpulan data sekunder dan data primer, pengolahan dan analisis data, serta kesimpulan dan rekomendasi.

Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder meliputi data spesifikasi alat yang digunakan, data jadwal jam kerja, data jadwal perawatan dan waktu perbaikan alat, data waktu *standby* alat serta data curah hujan. Data primer adalah pengamatan pelaksanaan kegiatan penambangan dan pengangkutan batubara meliputi faktor halangan yang terdiri dari disiplin kerja, *maintenance and repair*, curah hujan dan perawatan jalan pasca hujan, dan melakukan pengamatan *cycle time excavator* dan *dump truck*.

Setelah proses pengumpulan data maka selanjutnya adalah Pengolahan dan analisis data. Pengolahan data untuk menghitung rata rata *cycle time excavator* dan *dump truck* menggunakan metode statistic distribusi normal. Melakukan analisis terhadap efisiensi kerja kondisi actual terhadap kondisi perbaikan

Hasil analisis terhadap efisiensi kerja dan produksi sistem pengangkutan batubara serta faktor kesepadan alat akan disimpulkan dan diberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan produktivitas sistem pengangkutan batubara sistem *shovel- dump truck*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Mempengaruhi Efisiensi Kerja

Data yang dibutuhkan untuk mengamati dan menganalisis efisiensi kerja pada penambangan batubara Banko Barat *Pit 2* yaitu jadwal jam tersedia, jam kerja, jam *maintenance and repair* alat, dan jam *standby*. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja alat yaitu, disiplin kerja, *maintenance and repair* alat, cuaca/ curah hujan, serta perawatan jalan pasca hujan.

Jadwal Waktu Kerja

Jadwal waktu kerja pada penambangan batubara *Pit 2* Banko Barat terdiri dari 2 giliran yaitu giliran I Jam 06.00 – 18.00 WIB dan giliran II Jam 18.00 – 06.00 WIB (Tabel 1).

Tabel 1. Jadwal waktu kerja

Waktu Kerja	Aktivitas	Jumlah (Jam)
06.00-12.00	Jam kerja	6
12.00-13.00	Jam istirahat, Sholat dan makan	1
13.00-18.00	Jam kerja	5
18.00-00.00	Jam kerja	6
00.00-01.00	Jam istirahat, sholat dan makan	1
01.00-06.00	Jam kerja	5
Jumlah jam kerja/ hari		24
Jumlah hari kerja (hari/ tahun)		300
Jumlah jam kerja (jam/ tahun)		7200

Faktor Disiplin Kerja

Pada operasi penambangan batubara *pit 2* Banko Barat, jadwal kegiatan pada setiap giliran akan terjadi kehilangan waktu yang diakibatkan oleh disiplin kerja karyawan dan operator pada saat ganti giliran dan istirahat, sholat dan makan (Tabel 2).

Jumlah jam kerja/ hari : 24 x 60 menit = 1.440 menit
 Kehilangan waktu yang diizinkan = 240 menit/ hari atau 4 jam/hari.

Kehilangan waktu aktual = 340 menit/ hari atau 5,67 jam/hari.

Setelah diadakan perbaikan terhadap waktu tidak produktif maka jumlah jam kehilangan waktu menjadi 240 menit/ hari atau 4 jam/ hari.

Tabel 2. Kehilangan waktu akibat disiplin kerja

No	Variabel Kehilangan waktu	Dizinkan	Aktual	Perbaikan
		(menit)	(menit)	(menit)
1	Ganti giliran I	60	90	60
2	Istirahat, sholat, makan giliran I	60	80	60
3	Istirahat, sholat, makan giliran II	60	80	60
4	Ganti giliran II	60	90	60
Total		240	340	240

Faktor Maintenance and repair Alat

Diasumsikan 1 tahun = 300 hari kerja maka jumlah jam kerja pertahun sebesar 7.200 jam, dengan jadwal perawatan alat [9] maka didapat frekuensi pergantian minyak pelumas dan filter sebanyak 60 kali. Setiap kali penggantian minyak pelumas dan filter diasumsikan membutuhkan waktu 1 jam. Maka total waktu perawatan alat sebesar 60 jam/ tahun (Tabel 3). Berdasarkan analisis didapat rata rata jam perawatan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah waktu perawatan} = \frac{60 \text{ jam}}{300 \text{ hari}} = 0,20 \text{ jam / hari}$$

Tabel 3. Jadwal perawatan [9]

No	Perawatan (ganti minyak pelumas dan filter)	Interval	Frekuensi	Waktu
		(jam)		(jam/ tahun)
1	Mesin	250	2	29
2	Transmisi	500	15	15
3	Final Drive	1000	8	8
4	Hidrolik	1000	8	8
Jumlah			60	60

Dalam penelitian ini tidak diperhitungkan prediksi waktu untuk perbaikan alat. Pada prinsipnya dalam mengasumsikan prediksi waktu perbaikan alat dapat dilakukan dengan menganalisis data jam perbaikan alat pertahun dengan cara menjumlahkan waktu perbaikan semua unit *excavator* atau *dump truck* yang ada terhadap jumlah alat dari masing-masing alat untuk mengetahui waktu rata-rata kehilangan waktu dikarenakan perbaikan alat.

Faktor Curah Hujan

Prediksi kehilangan waktu akibat curah hujan dapat dilakukan dengan menganalisis data curah hujan meliputi jumlah hari hujan, dan frekuensi hujan. Pada

periode Januari sampai November 2018 jumlah jam hujan rata-rata sebesar 675 pertahun .

Untuk prediksi efisiensi kerja lebih optimal di tambang Banko Barat *Pit 2* disarankan untuk dilakukan penelitian jam/ periode, sehingga didapat kehilangan waktu yang disebabkan oleh curah hujan sebesar:

$$\frac{675 \text{ jam / tahun}}{334 \text{ hari / tahun}} = 2,02 \text{ jam / hari}$$

Faktor Perawatan Jalan Pasca Hujan (Sliperry)

Jumlah frekuensi hujan periode Januari sampai November 2018 sebanyak 431. Lamanya waktu *sliperry* pada prinsipnya ditentukan oleh jarak angkut, dalam penelitian ini diasumsikan waktu untuk perawatan jalan setiap kali pasca hujan sebesar 30 menit.

Jadi waktu *sliperry* :

$$\frac{431 \times 0,5 \text{ jam}}{334 \text{ hari}} = 0,65 \text{ jam / hari}$$

Total kehilangan waktu kondisi aktual :

Disiplin Kerja + *maintenance and repair* Alat + Curah Hujan + *Sliperry* = (5,67+0,20+ 2,02 + 0,65) jam = 8,54 jam/ hari
 Waktu kerja produktif = 24 jam – 8,54 jam = 15,46 jam
 Efisiensi kerja actual = (15,46/24) x 100% = 64,41 %

Total kehilangan waktu setelah perbaikan :

Disiplin Kerja + *maintenance and repair* Alat + Curah Hujan + *Sliperry* = (4 + 0,20 + 2,02 + 0,65) jam = 6,87 jam/ hari
 Waktu kerja produktif = 24 jam – 6,87 jam = 17,13 jam

Efisiensi kerja perbaikan = (17,13/24) x 100% = 71,37 %
 Berdasarkan analisis terhadap faktor kehilangan waktu yang mempengaruhi efisiensi kerja, maka ada beberapa peluang untuk memperbaiki efisiensi kerja di tambang batubara *Pit 2* Banko Barat. Untuk mengoptimalkan efesinsi kerja disarankan untuk meningkatkan disiplin kerja. Dengan asumsi perbaikan disiplin kerja, maka efisiensi kerja dapat ditingkatkan sebesar 9,75 %.

Pengangkutan batubara sistem shovel-dump truck Produksi dan kebutuhana alat

Pada penambangan batubara di *Pit 2* Banko Barat digunakan *Excavator* Kobelco SK 480 dengan kapasitas *bucket* 2,8 m³ dan *dump truck* Hino 500 dengan kapasitas *vessel* 27,5 m³. Jarak transportasi batubara dari lokasi penambangan ke *dump hopper* sejauh 4.500 m. Target produksi pengangkutan batubara sebesar 280.000 ton/ bulan (550 ton/ jam). Jumlah alat yang ada saat ini yaitu *excavator* sebanyak 2 unit dan *dump truck* sebanyak 12 unit. Variabel yang diperlukan untuk menghitung produksi pengangkutan batubara sistem *shovel – dump truck* pada tambang batubara *Pit 2* Banko Barat (Tabel 4).

Tabel 4. Variabel produksi alat

Kapasitas <i>Bucket Excavator</i> , m ³	2,80
Kapasitas <i>Dump Truck</i> Hino 500, m ³	27,50
<i>Fill Factor Bucket</i>	0,95
Jumlah Pengisian <i>Vessel</i>	8
Efisiensi Kerja Aktual	0,6441
Efisiensi Kerja Perbaikan	0,7137
<i>Cycle Time Excavator</i> , detik	18,79
<i>Cycle Time Dump Truck</i> , menit	16,86
<i>Swell Factor</i>	0,74
Densitas Batubara, ton/ m ³	1,25

Tabel 5. Produksi alat

Alat	Cycle Time (detik)	Produksi (ton/ jam)	
		Aktual	Perbaikan
Kobelco SK 480	18,79	242,90	269,15
Hino 500	1.011,80	36,08	39,98

Peningkatan produksi sistem pengangkutan batubara dari 36,08 ton/ jam menjadi 39,98 ton/ jam (9,75%).

Target pengangkutan batubara pada tambang *Pit 2* Banko Barat sebesar 280.000 ton/ bulan (550 ton/ jam). Untuk memenuhi target pengangkutan batubara tersebut dibutuhkan *excavator* dan *dump truck* seperti tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan alat

Jenis Alat	Kebutuhan Alat (unit)		Target Produksi (ton/ jam)
	Aktual	Perbaikan	
<i>Excavator Kobelco</i>	3	2	550 ton/ jam
<i>Dump Truck Hino</i>	16	14	

Dengan dilakukan peningkatan efisiensi kerja, maka kebutuhan *dump truck* yang digunakan untuk memenuhi target produksi berkurang.

Faktor Kesepadanan Alat (*Match Factor*)

Berdasarkan jumlah alat *excavator* dan *dump truck* yang dibutuhkan untuk memenuhi target pengangkutan batubara sebesar 550 ton/ jam (Tabel 6), dengan menggunakan persamaan 5 maka didapat *match factor* kondisi aktual dan kondisi perbaikan untuk pengangkutan batubara sistem *shovel- dump truck* pada *Pit 2* Banko Barat seperti tertera pada Tabel 7.

Tabel 7. *Match factor Pit 2* Banko Barat

Jenis Alat	Jumlah Alat (unit)		<i>Match Factor</i>	
	Aktual	Perbaikan	Aktual	Perbaikan
<i>Excavator Kobelco</i>	3	2	0,79	1,03
<i>Dump Truck Hino</i>	16	14		

Match factor sistem pengangkutan batubara di tambang *Pit 2* Banko Barat pada kondisi aktual sebesar 0,79 *match factor* < 1 menunjukkan bahwa *excavator* terdapat waktu tunggu dan *dump truck* beroperasi 100% [1],[2],[8]. Semakin kecil *match factor* maka semakin banyak waktu tunggu *excavator*. Pada kondisi setelah perbaikan efisiensi kerja didapat *match factor* sebesar 1,03 (mendekati 1) maka waktu tunggu bagi *Excavator Kobelco SK 480* terhadap *Dump Truck Hino* sepadan (*match*). Dengan peningkatan *match factor* dari 0,79 menjadi 1,03 dalam hal ini sebetulnya telah terjadi peluang peningkatan penambahan armada *dump truck* yang dapat dilayani oleh *excavator*. Angka *match factor* pedoman dalam menentukan kebutuhan *dump truck* yang dapat dilayani oleh *excavator* dalam satu *fleet*. Jumlah armada *excavator* dan *dump truck* yang dibutuhkan pada suatu sistem pengangkutan batubara sesuai dengan target produksi yang direncanakan, walaupun *match factor* < 1 atau *match factor* > 1. Apabila *match factor* < 1 maka pada saat ada rencana peningkatan produksi cukup menambah armada *dump truck* saja sesuai dengan *match factor* = 1.

KESIMPULAN

1. Pada tambang *Pit 2* Banko Barat ada peluang untuk dilakukan peningkatan efisiensi kerja sebesar 9,75% yaitu kondisi aktual sebesar 64,41% menjadi 71,37%. Faktor yang mengakibatkan penurunan efisiensi kerja adalah kehilangan waktu akibat, disiplin kerja, *maintenance and repair* alat, curah hujan, dan perawatan jalan angkut pasca hujan.
2. Produksi sistem pengangkutan batubara setelah dilakukan peningkatan efisiensi kerja meningkat sebesar 9,75 % yaitu dari 36,08 ton/ jam menjadi 39,98 ton/ jam.
3. Untuk memenuhi target pengangkutan batubara sebesar 550 ton/ jam pada kondisi aktual dibutuhkan 3 unit *excavator* dan 16 unit *dump truck*, sedangkan untuk kondisi perbaikan terjadi pengurangan 1 unit *excavator* dan 2 unit *dump truck*.
4. *Match factor* sistem *shovel - dump truck* kondisi aktual sebesar 0,79 menunjukkan bahwa *excavator* terdapat waktu tunggu. Apabila dilakukan perbaikan terhadap efisiensi maka *match factor* sebesar 1,03 (mendekati 1) menunjukkan bahwa *excavator* dan *dump truck* bekerja optimal.
5. Untuk prediksi efisiensi kerja lebih akurat disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan kehilangan waktu akibat perbaikan (*repair*) alat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Choudhary, R. P. (2015). Optimasi Sistem Penambangan Haul-Dump Load oleh OEE dan Match Factor untuk Tambang Terbuka. *Jurnal Internasional Teknik Terapan dan Teknologi*. 5(1): 96-102.



- [2] Ilahi, R. R., Ibrahim, E., Suwardi, F. S. (2014). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dumptruck) Pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 Di Pit 3 Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE. *Jurnal Ilmu Teknik*. Universitas Sriwijaya.
- [3] Indonesianto, Y. (2012). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [4] Pramana, D. P., Sudiyanto, A., Setyowati, I. (2015). Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. 1 (2): 61-68
- [5] Shiddiqi, M. F., Tamrin Kasim. (2018). Evaluasi Kinerja dan Biaya Pengangkutan Batubara Menggunakan Dump Truck dan Belt Conveyor pada Penambangan Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Bina Tambang*, Vol.3, No.4, Universitas Negeri Padang.
- [6] Syahputra, Yoan., Handayani. H.E., Suwardi F. R. (2016). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Backhoe Liebherr R 996 Pada Pengupasan Overburden Di Pit Jupiter PT Kaltim Prima Coal. *Jurnal Pertambangan*. Vol.1,No.1.
- [7] Toha. M.T., Pradatama. D., (2017). Analisis Produktivitas Excavator Sistem Dispatch Dan Perhitungan Pengamatan Langsung Di Pit Pinang South PT Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Pertambangan*, Vol.1,No.5.
- [8] Hadnaltias Alpeki, Hasjim M., Abro. M.A., (2018). Optimalisasi Match Factor Melalui Pengurangan Waktu Tunggu Terhadap Alat Angkut Pada Perencanaan Pengupasan Top Soil Tahun 2017 Di PT Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Pertambangan*, Vol.2,No.2.
- [9] Komatsu Ltd. (2009). *Spesification and Aplication Handbook, 30th Edition*. Japan: Komatsu.
- [10] Rochmanhadi. (1992). *Alat-Alat Berat dan Penggunaanya*. Jakarta: Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum.