

ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) UNTUK MENINGKATKAN WAKTU PRODUKSI ALAT GALI-MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA CV IRPAU HERO

Susi Sihotang^a, Delita Ega Andini, dan Irvani

1) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} email korespondensi: susysihotang12@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu perusahaan yang bergerak pada penambangan pasir kuarsa adalah CV Irpau Hero dengan target produksi sebesar 18.400 ton/bulan. Penelitian ini dilakukan karena tidak tercapainya target produksi pasir kuarsa sebesar 4.828 ton atau 26,24% pada bulan Mei. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan analisis dengan tujuan mendeteksi faktor penyebab kehilangan waktu produksi dan meningkatkan produksi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pengambilan data selama 40 hari. Data yang diambil adalah 40 data waktu kerja efektif, 45 data waktu edar dump truck dan backhoe serta waktu hambatan. Pengolahan data dilakukan dengan perhitungan produktivitas menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mengukur performa alat mekanis. Secara aktual *match factor* yang diperoleh dump truck (DT) dan backhoe adalah 0,73 yang menyebabkan waktu tunggu dump truck. Hasil rasio OEE aktual yang diperoleh backhoe sebesar 40,30% dan pada DT 01 32,30%, DT 02 29,46%, DT 03 18,18% dan DT 04 22,87%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan yang dimiliki backhoe dan dump truck masih rendah, karena standar OEE kelas dunia adalah 85%. Faktor yang menyebabkan rendahnya waktu kerja dan nilai OEE adalah *idle time*, *breakdown*, waktu hambatan kerja alat dan kurangnya ketersediaan alat. Untuk meningkatkan target produksi maka dilakukan perbaikan dengan meminimalisir waktu *breakdown*, pengurangan *idle time* menjadi 775 menit, perbaikan waktu tunggu sebesar 56 menit dan penambahan 2 unit dump truck sehingga *match factor* meningkat menjadi 1 serta nilai OEE backhoe meningkat menjadi 96,30%, DT 01 95,67%, DT 02 94,69%, DT 03 95,66% dan DT 04 95,70%.

Kata kunci: OEE, pasir kuarsa, produksi

PENDAHULUAN

CV Irpau Hero merupakan perusahaan berbentuk badan hukum yang bergerak dibidang penambangan dan pengolahan pasir kuarsa. CV Irpau Hero memiliki target produksi sebesar 220.800 ton/tahun. Pada bulan Mei 4.828 ton. Persentase ketercapaian produksi pasir kuarsa sebesar 73,76% dan persentase tidak tercapai sebesar 26,24%. Faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target pasir kuarsa adalah kurangnya ketersediaan alat mekanis, waktu kerja yang tidak maksimal, *idle time* dan *breakdown* sehingga permasalahan tersebut menjadi dasar pertimbangan penulis untuk melakukan analisis terhadap produktivitas alat gali-muat dan alat angkut serta menganalisis performa alat yang digunakan dengan menggunakan metode OEE.

Optimalisasi kerja alat dibutuhkan untuk meningkatkan produksi. Langkah yang dapat dilakukan agar tercapainya target produksi adalah mengoptimalkan efisiensi kerja alat yang berhubungan dengan kondisi mekanis alat (Sundari, 2012).

Produktivitas adalah hasil dari proses produksi dalam satuan waktu tertentu. Perhitungan produksi alat terdapat dua macam kemampuan alat yaitu secara teoritis dan secara nyata (Partanto, 2000).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas dari alat gali-muat dan alat angkut antara lain: Sifat fisik material, waktu edar alat mekanis, waktu

target produksi pasir kuarsa sebesar 18.400 ton/bulan, namun pada saat di lapangan target tersebut tidak tercapai. Pasir kuarsa yang diperoleh di lapangan sebesar 13.572 ton dengan ketidaktercapaian sebesar kerja efektif, efisiensi kerja, kondisi peralatan dan *match factor* (Indonesianto, 2012).

Waktu edar (*cycle time*) adalah jumlah waktu yang diperlukan alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi (Prodjosumarto, 1995).

Waktu kerja efektif merupakan waktu kerja sesungguhnya yang digunakan untuk melakukan operasi penambangan, karena pada nyatanya tidak semua waktu kerja yang telah disediakan oleh perusahaan benar-benar digunakan secara optimal oleh para operator dan alatnya untuk beroperasi (Nurwaskito, 2016).

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap suatu pelaksanaan pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu tersedia yang dinyatakan dalam persen (%) (Partanto, 2000).

Keserasian adalah pengaturan pola kegiatan kerja dan penyesuaian kemampuan alat yang berlainan jenis tetapi bekerja sama dalam suatu sistem sehingga terdapat keselarasan antara kedua jenis alat tersebut

dalam suatu sistem sehingga terdapat keselarasan antara kedua jenis alat tersebut (Yuliandy, 2012)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metric) untuk menjaga peralatan pada kondisi terbaik dengan mengurangi *six big losses* peralatan. Parameter yang digunakan pada metode OEE adalah *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality*. *Availability ratio* menunjukkan kondisi waktu tersedianya alat untuk digunakan menjalankan proses produksi dari total waktu yang direncanakan (Elevli et al, 2010).

Menurut Choudhary (2015), *Performance ratio* menunjukkan performa penggunaan alat produksi, *cycle time* produksi alat dan manajemennya. *Quality ratio* dalam industri pertambangan didefinisikan sebagai kemampuan memproduksi suatu alat (*payload*) dari kemampuan total produksi yang bisa dilakukan oleh alat (*Total payload*).

Rekomendasi peningkatan *availability ratio* yang diberikan dapat menjadi peluang untuk mengurangi waktu produksi yang tak termanfaatkan. Peluang peningkatan *availability ratio* dapat dilakukan dengan mengevaluasi waktu *maintenance* harian, waktu *breakdown* dan *idle time* sehingga waktu operasi untuk alat gali-muat dan alat angkut dapat berjalan dengan optimal (Assauri, 2008).

Ketersediaan suku cadang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan *maintenance* dan operasional perusahaan agar berjalan dengan baik dan lancar sehingga meminimasi *downtime* menunggu datangnya suku cadang yang dibutuhkan. Poisson process merupakan salah satu metode untuk menghitung kebutuhan *spare part* dalam satu periode. Dalam menghitung kebutuhan komponen menggunakan poisson process, komponen diklasifikasikan menjadi komponen *repairable* dan *non repairable* karena dalam perhitungannya menggunakan rumus yang berbeda (Fukuda, 2008).

Estimasi *losses* akibat *idle time* pada operator dapat ditekan dengan memberikan fasilitas dan pengawasan yang lebih memadai serta diberikan waktu toleransi kepada operator. Metode yang digunakan untuk

merekomendasikan waktu perbaikan agar dapat meningkatkan waktu produksi adalah *metode trial and error* (Safitri, 2012).

METODE PENELITIAN

Metode analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan kuantitatif. Metode ini berguna untuk mengolah data yang disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Dengan dilakukan perbandingan, akan diketahui apakah penggunaan alat tersebut sudah optimal dan perlunya dilakukan usaha perbaikan kinerja untuk menciptakan kondisi ideal penggunaan alat mekanis di front penambangan CV Irpau Hero dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Berikut penjelasan detail dalam melakukan pengolahan data:

1. Perhitungan efisiensi alat dan ketersediaan alat yang meliputi: Perhitungan waktu *cycle time* tiap alat, perhitungan efisiensi kerja alat dan ketersediaan alat.
2. Perhitungan produksi dan produktivitas alat.
3. Melakukan perhitungan *match factor* terhadap alat kerja.
4. Menghitung kemampuan performa alat gali-muat dan angkut dengan metode OEE. Perhitungan menggunakan metode OEE meliputi: Perhitungan kehilangan waktu kerja alat, menghitung nilai parameter OEE, Menghitung kebutuhan *spare part* atau suku cadang dalam satu periode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Aktual Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Perusahaan CV Irpau Hero memiliki waktu kerja 1 shift dan 7 hari dalam seminggu serta memiliki jam kerja efektif sebesar 8 jam per hari, memiliki 1 jam waktu untuk istirahat. Berikut ini pembagian waktu kerja efektif di tambang CV Irpau Hero. Adapun rekapitulasi hambatan kerja pada Backhoe dan Dump Truck (DT) pada Bulan Mei 2021 sebagai berikut:

Tabel 1. Faktor-faktor hambatan yang mempengaruhi

Hambatan	Backhoe	DT 01	DT02	DT03	DT04
Hambatan yang dapat dihindari (Whd)					
Terlambat mulai kerja	13,42	22,35	11,15	15,5	22,87
Berhenti bekerja lebih awal (menit)	4,55	2,4	6,5	3,32	3,87
Terlalu lama istirahat	4,82	4,8	7	4,5	3,65
Pulang terlalu cepat	32,7	38	31	38,95	36,57
Waktu keperluan operator (waktu tidak produktif)	12,6	4,6	3,7	4,7	4,15
Total waktu hambatan yang dapat di hindari	68,12	72,15	59,35	66,24	73,11
Hambatan yang tidak dapat dihindari (Whtd)					
Pemanasan Alat	10	10	10	10	10
Pengisian BBM	13,23	6,44	6,44	6,44	6,44
Pemeriksaan harian	15	15	15	15	15
Hujan	155	155	155	155	155
Total waktu hambatan yang tidak dapat di hindari	193,23	186,44	186,44	186,44	186,44
Total menit	261,35	258,59	246,19	253,8	259,22

Hambatan per hari untuk alat gali muat sebesar 261,35 menit dan 4 alat angkut sebesar 258,59 menit, 246,19 menit, 253,8 menit dan 259,22 menit. Waktu kerja efektif alat gali muat dan alat angkut per hari pada

bulan Mei dan Juni adalah 540 menit/hari sehingga diperoleh waktu kerja efektif alat gali muat sebesar 4,38 jam/hari dan waktu kerja efektif alat Dump Truck (DT). DT01 sebesar 4,41 jam/hari DT 02 sebesar 4,53

jam/hari, DT 03 sebesar 4,46 jam/hari dan DT 04 sebesar 4,49 jam/hari. Hasil perhitungan aktual efisiensi alat gali-muat *backhoe* mendapatkan persentase sebesar 54,75%. Nilai efisiensi kerja DT 01 sebesar 55,12%. Pada DT 02 di peroleh persentase sebesar 56,62%. Nilai efisiensi kerja DT 03 adalah 55,75%, sedangkan pada DT 04 diperoleh efisiensi kerja sebesar 56,12%.

Waktu edar rata-rata *backhoe* sebesar 31,49 detik (0,008 jam). Waktu edar DT 01 adalah 17,68 menit, DT 02 sebesar 17,65 menit, DT 03 sebesar 17,25 menit dan DT 04 sebesar 16,55 menit. Produksi alat gali muat pada bulan Mei dan Juni 2021 adalah sebesar 4376,96 m³/minggu sedangkan target produksi yang ingin dicapai adalah 7 rit/hari untuk 1 buah dump truck dan 28 rit untuk 4 dump truck atau 5096 m³/minggu. Hasil produksi yang diperoleh pada DT 01 sebesar 3452,8 m³. Produksi DT 02 sebesar 3247,6 m³. Produksi yang diperoleh oleh DT 03 sebesar 2736 m³ dan pada DT 04 produksi sebesar 3160,08 m³. Produksi pasir kuarsa yang ditargetkan sebesar 18.400 m³/bulan sedangkan produksi yang dihasilkan oleh dump truck sebesar 12596,48 m³/bulan. Nilai standar MA sebesar 85%, PA 90%, UA 75% dan EU sebesar 65%.

Produktivitas yang dilakukan pada alat gali dan alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan parameter *Mechanical Availability* (MA), *Physical Availability* (PA), *Utilization Of Availability* (UA) dan *Efektive Utilization* (EU). Hasil produktivitas di lapangan sebagai berikut: MA pada *backhoe* sebesar 98%, PA 98,47%, UA 76,73%, EU 75,55%. Nilai PA yang diperoleh oleh *backhoe* adalah 98,47%. Nilai standar PA alat mekanis adalah 90%. Nilai UA yang diperoleh di lapangan sebesar 76,73% dan nilai standar UA sebesar 75%. Nilai EU yang didapatkan di lapangan sebesar 75,55% dan standar EU yang ditetapkan adalah 65%. Nilai PA yang diperoleh sebesar 95,59%, 96%, 94,86% dan 96,11%. Nilai UA yang diperoleh oleh dump truck sebesar 73,63%, 69,78%, 65,22%, dan 67,42%. Hasil nilai EU yang diperoleh di lapangan untuk dump truck sebesar 70,41%, 67%, 61,87% dan 64,08%. Hasil perhitungan *match factor* yang diperoleh sebesar 0,73. Hal ini menunjukkan bahwa $MF < 1$ hal ini menjelaskan bahwa alat gali yang digunakan belum bekerja 100% sedangkan alat angkut yang digunakan bekerja 100%. sehingga diperlukan penambahan 2 alat angkut agar hubungan antara alat gali-muat dan alat angkut dapat bekerja secara optimal.

Perhitungan Performa Alat Gali Muat Dan Angkut Menggunakan Metode Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

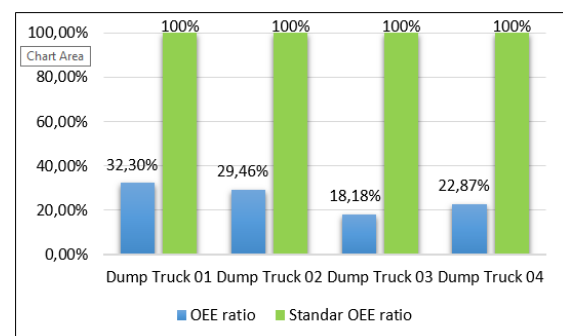
Nilai *availability backhoe* yang didapatkan di lapangan sebesar 75,86%. *Performance ratio* yang dihasilkan oleh *backhoe* sebesar 74,82%. Komponen *losses* pada *performance ratio* meliputi waktu tunggu *truck* sebesar 112 menit, waktu manuver tidak produktif sebesar 1271,20 menit, waktu berhenti karena hujan sebesar 155 menit, waktu perbaikan jalan sebesar 220 menit dan waktu pengisian BBM sebesar 365 menit. *Quality ratio* pada *backhoe* sebesar 70% dan nilai OEE sebesar 40,30%.

Pada DT 01 diperoleh pengukuran *availability ratio* sebesar 66,31%, DT 02 sebesar 67,94%. Pada DT 03 diperoleh nilai *availability ratio* sebesar 54,87% dan DT 04 sebesar 60,40%. *Performance ratio* yang dihasilkan

oleh DT 01 sebesar 74,94% dan DT 02 sebesar 75,41%. Pada DT 03 sebesar 69,74% dan pada DT 04 diperoleh *performance ratio* sebesar 72,14%. *Quality ratio* pada DT 01 sebesar 65%, DT 02 sebesar 57,5%, DT 03 sebesar 47,5% dan DT 04 sebesar 52,2%. Pada DT 01 memiliki nilai OEE sebesar 32,30%, DT 02 sebesar 29,46%, DT 03 sebesar 18,18% dan pada DT 04 sebesar 22,87%.

Tabel 2. Komponen aktual rasio OEE alat gali muat

<i>Planned production time</i>	12800
(menit)	(menit)
<i>Total downtime</i> (menit)	3090 menit
<i>Operating time</i> (menit)	9710 menit
<i>Availability</i> (%)	75,86%
<i>Performance loss</i> (menit)	2445,2 menit
<i>Net operating time</i> (menit)	7264,8 menit
<i>Performance</i> (%)	74,82%
<i>Quality</i> (%)	71%
<i>OEE</i> (%)	40,30%



Gambar 1. Perbandingan rasio OEE standar dan aktual alat angkut

Komponen Losses yang Berpengaruh Terhadap Nilai OEE Aktual Alat Gali-Muat dan Alat Angkut.

Komponen *losses* yang diamati di lapangan dilakukan pada 4 dump truck sehingga menghasilkan nilai *losses* yang berbeda-beda setiap dump truck dan memiliki nilai OEE yang berbeda.

Tabel 3. Komponen-komponen losses pada gali-muat

Komponen OEE	Jenis Item	Lama waktu (menit)
<i>Availability Losses</i>	<i>Waktu Maintenance tak terjadwal (breakdown)</i>	366
	<i>Idle Time</i>	2724
	<i>Waktu Tunggu Truck</i>	112
<i>Performance Losses</i>	<i>Waktu Manuver Tak Produktif</i>	1271,20
	<i>Berhenti Karena Hujan</i>	155
	<i>Berhenti Karena Perbaikan Jalan</i>	220
	<i>Waktu Isi BBM</i>	365
	<i>Overload</i>	0

Waktu maintenance tak terjadwal (breakdown) pada *backhoe* sebesar 366 menit. *Idle time* yang sebesar 2724 menit. Waktu tunggu dump truck yang terjadi di lapangan sebesar 112 menit, Waktu manuver tak

produktif sebesar 1271,20. *Quality losses* yang diperoleh di lapangan sebesar 71%.

Tabel 4. Komponen-komponen losses pada alat angkut

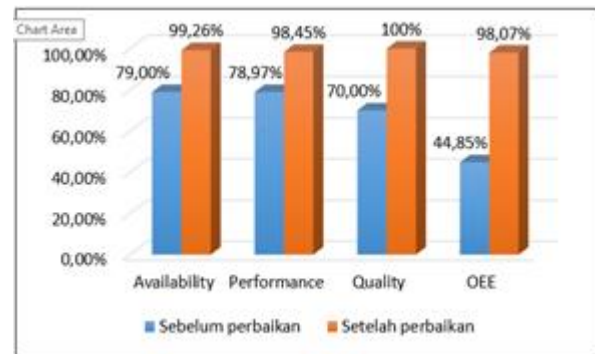
Komponen OEE	Jenis Item	Lama waktu (menit)
<i>Availability Losses</i>	Waktu <i>Maintenance</i> tak terjadwal (<i>breakdown</i>)	366
	<i>Idle Time</i>	2724
	Waktu Tunggu Truck	112
<i>Performance Losses</i>	Waktu Manuver Tak Produktif	1271,20
	Berhenti Karena Hujan	155
	Berhenti Karena Perbaikan Jalan	220
	Waktu Isi BBM	365
<i>Quality Losses</i>	<i>Overload</i>	0

Pada DT 01 diperoleh waktu *maintenance* tak terjadwal (*breakdown*) sebesar 1185 menit, DT 02 sebesar 1128 menit, DT 03 sebesar 1577 dan untuk DT 04 sebesar 1135 menit. Pada DT 01 *idle time* terjadi sebesar 2877 menit, DT 02 sebesar 2357 menit, DT 03 sebesar 2679 menit dan DT 04 diperoleh *idle time* sebesar 2845 menit. Pada DT 01 diperoleh waktu antri *loading* sebesar 728 menit, DT 02 sebesar 644 menit, DT 03 sebesar 532 dan pada DT 04 sebesar 588 menit. Waktu tunggu backhoe pada DT 01 sebesar 733,46 menit, DT 02 sebesar 648,83 menit, DT 03 535,99 menit dan pada DT 04 diperoleh waktu tunggu sebesar 592,41 menit.

Peluang Peningkatan Performa Alat Gali-Muat dan Angkut Menurut OEE.

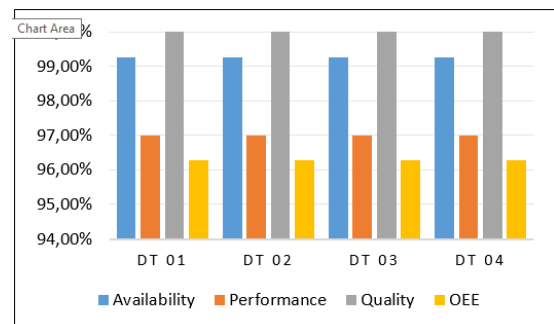
Losses akibat *breakdown* dapat dikurangi sebanyak 366 menit menjadi 33 menit. Waktu *breakdown* akibat menunggu suku cadang dapat ditekan hingga 91% dengan menyediakan *spare part* sebanyak 15 buah untuk meningkatkan waktu produksi alat gali-muat. Penentuan rekomendasi *maintenance* dilakukan sebesar 1 jam sebelum memulai aktivitas penambangan dan *maintenance* ini dilakukan sebanyak 12 kali dalam 1 bulan. *Periodic maintenance* 8 jam/bulan untuk meningkatkan kinerja pada alat. *Idle time* mengganggu yang diperoleh untuk backhoe sebesar 2724 menit dapat dikurangi menjadi 775 menit. Estimasi *losses* akibat *idle time* menjadi 775 menit. *Availability time* sebesar 98,04%. Total *performance losses* setelah perbaikan adalah 437 menit sehingga rasio *performance* menjadi 98,15%, *quality* sebesar 100% dan OEE 96,30%.

Total *availability losses* setelah perbaikan adalah sebesar 775 menit. DT 01 dibutuhkan 10 buah *spare part*, DT 02 harus memiliki 15 *spare part*, DT 03 dibutuhkan 10 *spare part* dan DT 04 dibutuhkan 10 buah *spare part* sehingga dapat mencapai persentase sebesar 100%. *Availability* setelah perbaikan menjadi 98,09% untuk DT 01, DT 02 memiliki nilai *availability* sebesar 97,87%, DT 03 sebesar 98,08% dan DT 04 sebesar 98,12%.



Gambar 2. Perbandingan capaian nilai OEE alat gali muat sebelum dan setelah perbaikan

Peningkatan *performance* 97,54% untuk DT 01, DT sebesar 97,53% dan untuk DT 03 dan 04 sebesar 97,54% hal ini dikarenakan total *performance losses* berkurang sebesar 995 menit. *Quality ratio* mengalami peningkatan menjadi 100%. OEE mengalami kenaikan sebesar 95,67% untuk DT 01, OEE untuk DT 02 sebesar 94,69%, DT 03 sebesar 95,66% dan DT 04 sebesar 95,70%.



Gambar 3. Perbandingan capaian nilai OEE alat angkut sebelum dan setelah perbaikan.

KESIMPULAN

Produktivitas yang diperoleh *Backhoe* terdiri atas MA, PA, UA dan EU yang menjelaskan bahwa alat untuk beroperasi selama 40 hari cukup baik dan mencapai target standar. Pada alat angkut nilai MA, PA, sudah mencapai nilai standar yang menjelaskan bahwa ketersediaan waktu produksi atau kesiapan yang dimiliki oleh alat cukup baik tetapi nilai UA dan EU belum mencapai standar. OEE yang diperoleh pada backhoe sebesar 40.30%, OEE yang diperoleh oleh DT 01 32.30%, DT 02 29.46 %, DT 03 18.18% dan DT 04 22.87% hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan yang dimiliki oleh dump truck masih kurang baik. Faktor kehilangan yang mempengaruhi performa alat gali-muat dan angkut adalah *losses availability* yang mencakup *breakdown* dan *idle time*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus dan sebanyak-banyaknya kepada pihak CV. Irpau Hero yang telah mengijinkan peneliti melakukan penelitian di wilayah pertambangan perusahaan.

REFERENSI

Assauri, S. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

- Choudhary, R.P. 2015. Optimization of Load Haul Dump Mining System By OEE And Match Factor For Surface Mining. *International Journal of Applied Engineering and Technology*. Vol 5, No. 2.
- Elevli, S dan Elevli, B. 2010. Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE. *Journal of Acta Montanistica Slovaca*. Vol 15, No. 2.
- Fukuda, J. 2008. Spare Parts Stock Level Calculation, 1–8.
- Indonesianto, Y. 2012. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta.
- Nurwaskito, Am . 2016. *Optimalisasi Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut dalam Mencapai Target Produksi pada PT Semen Bosowa, Kabupaten Moro, Provinsi Sulawesi Selatan*. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia: Makassar.
- Partanto, 2000. *Tambang Terbuka*. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prodjosumarto, P. 1995. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Safitri, E. B. 2012. Implementasi Kontroler P-PI Kaskade Untuk Meningkatkan Keakuratan Mesin Bubut CNC. *Jurnal Teknik ITS*, Vol 10 Issue 1.
- Sundari, W. 2012. *Optimalisasi Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut Untuk Peningkatan Produksi Nikel Studi Kasus pada PT Timah Eksploimin Desa Baliara, Kecamatan Kabaena Barat, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Nusa Cendana: Kupang.
- Yuliandy, F. 2012. Kajian Teknis Produktifitas Alat Muat dan Alat Angkut Batubara Pada Penambangan Batubara Di PT. Bukit Asam. Site MTBU Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Skripsi*, Program Studi Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.