

Pengendalian Waktu Efektif *Bulldozer* CAT D8R Rental Untuk Meminimalisasi Biaya Operasional Di PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan Bandar Lampung.

Ronaldo Davinci^{1*}, Dedi Yulhendra^{1**}

¹ Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

*rdavinci@bukitasam.co.id

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. The D8R CAT Bulldozer is one type of mechanical device used for port operations through a rental system between PT Bukit Asam Tbk Tarahan Port Unit and PT Lematang. The high hours of the Bulldozer road will certainly have an impact on operational costs as well as the cost of the rental unit itself and the consumption of fuel oil. It is hoped that using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method in this case can be a solution to detect the main causes of the high hours of bulldozers. Determine the magnitude of each factor of the six major losses that affect the effectiveness of Bulldozer Performance, and analysis of the factors that are the top priority as a basis for improvement.

Keywords: Effective Time, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losess, SPSS, and Bulldozer CAT D8R

1. Pendahuluan

Dalam dunia pertambangan, alat berat barangkali sudah bukan hal yang asing lagi untuk didengar dan dilihat. Alat-alat ini digunakan untuk menunjang proses pertambangan mulai dari pembukaan tambang, pembuatan jalan, penggalan, mendorong serta pengangkutan bahan tambang menuju ke proses berikutnya. Jenis alat berat ini pun bermacam-macam disesuaikan dengan aplikasinya, seperti untuk pengangkutan, penggalan dan sebagainya. Salah satu jenis alat berat yang banyak digunakan dalam kegiatan ini adalah *Bulldozer*.

Keuntungan menggunakan alat berat dibanding dengan alat manual yaitu dapat menyelesaikan pekerjaan lebih cepat. Sehingga tidak perlu memakan waktu lama untuk bisa menyelesaikannya. Selain waktu kerja yang bisa dioptimalkan, biaya operasional juga bisa diatur kembali. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya atau target yang

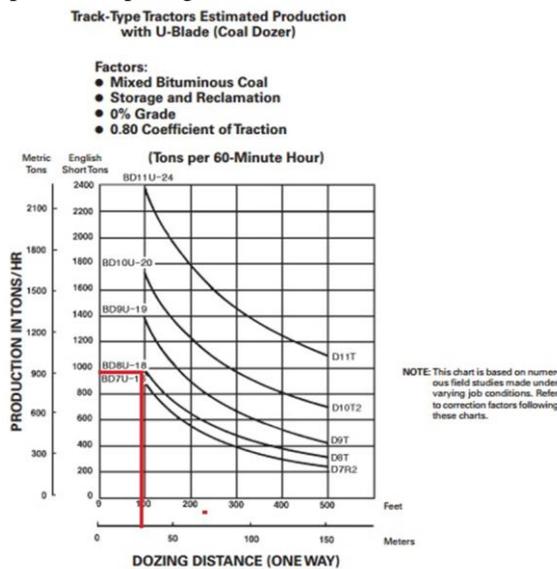
telah ditentukan atau kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya^[1].

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak dibidang pertambangan batubara. PT Bukit Asam Tbk berkantor pusat di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan yang memiliki lima unit satuan kerja. Unit Pelabuhan Tarahan adalah salah satu unit satuan kerja terbesar yang berlokasi di Jalan Raya Bakauheni KM.15, Tarahan Bandar Lampung, dimana berdasarkan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) tahun 2017 PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan mengemban target sebesar 17.992.000 Ton atau 77,62% dari target penjualan PT Bukit Asam Tbk di luar target penjualan anak perusahaan sebesar 23.180.000 Ton.

Bulldozer CAT D8R merupakan salah satu jenis alat mekanis yang digunakan untuk operasional pelabuhan melalui sistem sewa antara PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan dengan kontraktor alat berat PT Lematang yang berperan penting dalam mencapai target penjualan tersebut.

Prinsip ekonomi sangat penting dalam penerapan bisnis, pengorbanan yang seminim mungkin untuk mendapatkan suatu keuntungan yang semaksimal mungkin, diikuti oleh keefektifan serta keefesienan yang tinggi harus menjadi perhatian oleh pelaku bisnis [2].

Di lokasi Penelitian realisasi jam jalan rata-rata satu unit *Bulldozer* mencapai 403 jam/bulan angka ini melebihi jam jalan maksimum kontrak yang hanya 350 jam/bulan per unit, tingginya jam jalan ini tidak diimbangi dengan peningkatan produktivitas. Produktivitas rata-rata hanya 674 ton/jam angka ini masih di bawah kemampuan *Bulldozer* sesungguhnya dimana seharusnya untuk penanganan batubara area stockpile produktivitas bisa mencapai 950 ton/jam[3]. Dapat dilihat pada gambar.1



Gambar 1. Produktivitas *Bulldozer* CAT D8R berdasarkan *Handbook Caterpillar 46th Edition*.

Banyak pekerjaan non produktif dilakukan *Bulldozer* seperti merapikan *stockpile* batubara, perawatan jalan yang mustinya tidak harus dilakukan, standar operasional prosedur (SOP) pendorongan belum ada khususnya di area *Stockpile-4*, peralatan komunikasi yang tidak bisa digunakan sampai akhir *shift*, sistem pelaporan belum terdistribusi secara rutin kepada pelaksana maupun pengawas operasi sehingga pelaksana maupun pengawas operasi tidak mempunyai panduan dalam penempatan dan penggunaan *Bulldozer* di lapangan dan *Bulldozer stand by* dalam kondisi mesin *idle* tanpa sepengetahuan pengawas operasi.

Tingginya jam jalan *Bulldozer* tentunya akan berdampak kepada biaya operasional juga ikut naik yaitu dari segi biaya sewa/rental unit itu sendiri maupun konsumsi bahan bakar minyaknya (BBM), banyak cara yang bisa diupayakan untuk meningkatkan kinerja sampai batas maksimal ataupun bisa melebihi batas maksimal kemampuan *Bulldozer* untuk itu perlu dicarikan solusi strategisnya.

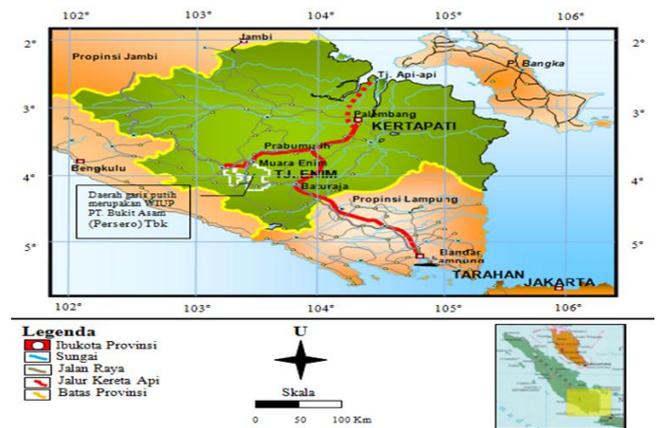
2. Kajian Pustaka

Unit Pelabuhan Tarahan merupakan pelabuhan/dermaga khusus batubara terbesar yang dimiliki PT Bukit Asam Tbk dengan luas area 50,5 Ha. Pelabuhan ini terletak ± 15 km dari Kota Bandar Lampung dan ± 6 km di sebelah selatan Pelabuhan Panjang, tepatnya di Jalan Soekarno-Hatta KM 15, Desa Batu Serampok, Kelurahan Srengsem, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Kode Pos 35242. Secara astronomis, PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan terletak pada posisi 105°20'22" BT - 105°20'46" BT dan 05°30'20" LS - 05°31'00" LS.

Untuk bisa sampai di lokasi penelitian, dimulai dengan perjalanan udara dari kota Padang menuju kota Bandar Lampung dengan waktu tempuh selama 3 jam 10 menit. Dari kota Bandar Lampung, perjalanan menuju lokasi penelitian di Tarahan dapat di tempuh dengan rute perjalanan menggunakan kendaraan roda dua dan roda roda dua dan roda empat dengan jarak dapat dilihat pada Tabel 1 dan lokasi pada Gambar 2:

Tabel 1. Jarak dan Waktu Tempuh Menuju Lokasi Penelitian

Rute	Jarak	Waktu	Kecepatan	Transportasi
Padang-Bandar Lampung	1.102,3 km	3 jam 10 menit	600 km/jam	Udara
Bandar Lampung- Panjang	13,5 km	23 menit	60-80 km/jam	Darat
Panjang-PTBA Unit Pelabuhan Tarahan	6,1 km	9 menit	60-80 km/jam	Darat



Gambar 2. Peta Lokasi PT Bukit Asam Tbk.

2.1. Efektivitas Alat Mekanis

Beberapa hal yang menunjukkan keadaan alat mekanis dan efesiensi dan penggunaannya [4] antara lain:

2.1.1 Ketersediaan Mekanis (Mechanical Availability)

Yaitu persentase alat yang dipengaruhi oleh faktor mekanis seperti ban kempes dan kebocoran oli hidrolik.

$$MA = \frac{W}{(W + R)} \times 100\% \quad (1)$$

2.1.2. *Kedaaan Fisik Alat (Physical Availability)*

Yaitu persentase ketersediaan alat yang siap digunakan untuk melakukan operasi.

$$PA = (W + S) / (W + R + S) \times 100\% \tag{2}$$

2.1.3 *Penggunaan Ketersediaan (Use of Availability)*

Yaitu jam kerja efektif dari unit yang benar-benar melakukan produksi.

$$UA = W / (W + S) \times 100\% \tag{3}$$

2.1.4 *Efisiensi Kerja (Effective Utilization)*

Yaitu persentase waktu yang digunakan oleh suatu alat untuk beroperasi dalam suatu kegiatan kerja atau produksi.

$$EU = W / (W + R + S) \times 100\% \tag{4}$$

Keterangan:

R = Waktu *repair* yaitu waktu perbaikan pada saat jam operasi berlangsung.

S = Waktu *stanby* yaitu alat yang tidak dipakai pada hal alat tidak rusak sedangkan tambang sedang beroperasi.

W = Waktu kerja yaitu waktu yang tersedia di perusahaan, waktu alat yang digunakan alat untuk berproduksi sampai akhir operasi.

2.2. **Perhitungan Produksi Bulldozer**

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *Bulldozer* adalah sebagai berikut^[5]:

$$Q = (q \times 60 \times E) / CT \tag{5}$$

Keterangan :

Q = Produksi per jam (m³/jam)

Q = Produksi per siklus (m³)

E = Efisiensi kerja

CT = Waktu siklus (menit)

Produksi per siklus

$$q = L \times H^2 \times a \tag{6}$$

L = Lebar *Blade* (m)

H = Tinggi *Blade* (m)

A = Faktor *Blade*

Perhitungan waktu edar (*cycle time*) menggunakan rumus:

$$CT = D/F + D/R + Z \tag{7}$$

Keterangan :

CT = *Cycle Time* (menit)

D = Jarak Angkut (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = kecepatan mundur (m/menit)

Z = Waktu pergantian persneling

2.3. **Perhitungan Biaya**

2.3.1 **Biaya Sewa/Rental**

$$\text{Biaya Sewa/Rental} = HM \times \text{Harga Sewa Perjam} \tag{8}$$

2.3.2 **Biaya Bahan Bakar Minyak (BBM).**

$$\text{Biaya Bahan bakar Minyak (BBM)} = \text{Volume BBM} \times \text{Harga BBM/liter}^{[6]} \tag{9}$$

2.4 **Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan ukuran menyeluruh mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas maupun efisiensi mesin/peralatan.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan metode *Total Productive Maintenance*. OEE berguna untuk menjaga mesin atau peralatan tetap dalam kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses* pada mesin atau peralatan *The Six Big Losses* merupakan penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal^[7], yaitu:

- *Availability*, yang terdiri dari *Breakdowns* dan *Setup or Adjustments*
- *Performance*, yang terdiri dari *Small Stops* dan *Slow Running*
- *Quality*, yang terdiri dari *Startup Defects* dan *Production Defect*

Availability rate mengukur efektivitas *maintenance* peralatan produksi dalam kondisi produksi sedang berlangsung, *performance rate* mengukur seberapa efektif peralatan produksi yang digunakan, dan *quality rate* mengukur efektivitas proses manufaktur untuk mengeliminasi *scrap*, *rework*, dan *yield loss*^[8]. Ketiga unsur tersebut merupakan rasio OEE yang didefinisikan sebagaimana terlihat dalam Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Peralatan Produksi	Six Big Loss	Perhitungan OEE
Loading Time Operating Time	1 Breakdown Loss 2 Setup & Adjustment Loss	$\text{Availability} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Downtime Losses}} \times 100\%$
Net Operating Time	3 Chokotel Loss 4 Cycle Time Loss	$\text{Performance rate} = \frac{\text{Teoretical cycle time} \times \text{Process amount}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$
Valuable Operating Time	5 Defect Loss 6 Startup Loss	$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Process amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processes amount}} \times 100\%$
OEE = Availability x Performance Rate x Quality Rate		

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah dipraktikkan secara luas di seluruh dunia adalah sbb:

- Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak ada *downtime*.

- Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan goal jangka panjang.
- Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *improvement*.
- Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu).

Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM, yaitu OEE = 85%, Tabel 3 menunjukkan skor yang perlu dicapai untuk masing-masing faktor OEE^[9].

Tabel 3. *World Class OEE*

OEE Factor	World Class
Availability	90.0%
Performance	95.0%
Quality	99.9%
Overall OEE	85.0%

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal itu dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data-data berupa angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui^[10].

3.2 Proses Pengambilan Data

3.2.1 Pengambilan Data

Pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap kondisi lapangan diperlukan sebagai informasi untuk pengambilan data yang diperlukan untuk penelitian.

3.2.2 Data Primer

Data yang diperoleh dari pengamatan dilapangan dengan mencatat secara sistematis Data *Cycle Time Bulldozer*.

3.2.1 Data Sekunder

Data yang diperoleh dari laporan dan dokumen perusahaan seperti Peta Lokasi, Curah Hujan, Realisasi Jam jalan *Bulldozer* dan Kerusakan alat, data Produksi, konsumsi BBM dan harga BBM, harga sewa *Bulldozer*, dan produktivitas *Bulldozer*.

3.3 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh diolah dengan menggunakan perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, diagram, atau perhitungan penyelesaian

3.3.1 Evaluasi dan Analisis Data

Pemecahan masalah dilakukan berdasarkan pada analisa data yang diperoleh dilapangan yang didasari oleh literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah tersebut

3.3.2 Hasil dan Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh dari hasil pembahasan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian., sedangkan saran disampaikan berdasarkan beberapa kekurangan yang ada dalam kegiatan penelitian, hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran atau ide sebagai pedoman untuk penelitian selanjutnya.

4. Pembahasan dan Hasil

4.1 Jadwal Kerja

Tabel 4. Rencana Jadwal Kerja PT Bukit Asam Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan

Hari	Shift	Jam Kerja (WIB)	Kegiatan	Jumlah Jam Kerja (Jam)	Total Jam Kerja Per-Shift
Senin-Minggu	1. Malam	23.00-06.00	Jam Kerja	7	7
		06.00-07.00	Change Shift	1	
	2. Pagi	07.00-14.00	Jam Kerja	7	7
		14.00-15.00	Change Shift	1	
	3. Sore	15.00-18.00	Jam Kerja	7	7
		18.00-19.00	Change Shift	1	
Total Jam Kerja Tersedia (Jam)					21

4.2 Perhitungan Produktivitas *Bulldozer CAT D8R LMT - 13, LMT - 14, LMT - 15, LMT - 17, LMT - 18, LMT - 19, LMT - 20, LMT - 21, CIP - 26*

Produktivitas *Bulldozer CAT D8R* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q \text{ (Lm}^3\text{/jam)} = \text{Maximum Production} \times \text{Correction Factors} \tag{10}$$

$$Q \text{ (Lm}^3\text{/jam)} = \text{Maximum Production/Hour} \times \text{Material Factor} \times \text{Grade Correction} \times \text{Dozing Type} \times \text{Operator Type} \times \text{Job Efficiency} \times \text{Weight Correction} \tag{11}$$

Diketahui :

$$L = 4,25 \text{ m} \quad \text{Operator Type} = 0,81$$

$$H = 1,74 \text{ m} \quad \text{Dozing Correction} = 1,2$$

$$\text{Material Factor} = 1,2 \quad a = 1,2 \quad E = 0,81$$

$$\text{Grade Correction} = 0,8 \quad \text{Weigh Correction} = 0,87$$

$$\text{Maximum Production/Cycle } q = L \times H^2 \times a$$

$$q = 15,441 \text{ m}^3$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Produktivitas *Bulldozer* CAT D8R

Kode	Cycle Time (Menit)	Produktivitas (m ³ /Jam)	Produktivitas Ton/Jam
LMT-13	1,02	553,016	744,360
LMT-14	1,079	522,777	703,658
LMT-15	1,019	553,559	745,090
LMT-17	1,123	502,294	676,088
LMT-18	1,104	510,939	687,724
LMT-19	1,124	501,847	675,487
LMT-20	1,161	485,854	653,959
LMT-21	1,117	504,992	679,720
CIP 26	1,051	536,704	722,404

4.5 Perhitungan OEE (Overall Equipment Effectiveness) *Bulldozer* CAT D8R Bulan Januari 2017 – Juli 2017

4.5.1 Perhitungan Availability

Tabel 6. Hasil Perhitungan Availability *Bulldozer* CAT D8R Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Operation Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Availability (%)
Januari	3937	5859	67,196
Februari	3789	5292	71,599
Maret	4479	5859	76,446
April	3799	5670	67,002
Mei	3770	5859	64,345
Juni	3342	5670	58,942
Juli	3839	5859	65,523
Rata-Rata	3850,714	5724	67,273

4.5.2 Perhitungan Performance Efficiency

Tabel 7. Hasil Perhitungan Performance Efficiency *Bulldozer* CAT D8R Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Processed Amount (Ton)	Ideal Cycle (Ton/Jam)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Januari	2753964,877	0,001052632	3937,000	73,632
Februari	2508175,656	0,001052632	3789,000	69,680
Maret	2998274,039	0,001052632	4479,000	70,464
April	2865654,889	0,001052632	3799,000	79,402
Mei	3004338,333	0,001052632	3770,000	83,885
Juni	2886800,515	0,001052632	3342,000	90,926
Juli	3142418,942	0,001052632	3839,000	86,163
Rata-Rata	2879946,750	0,001052632	3850,714	79,165

4.5.3 Perhitungan Rate of Quality Product

Tabel 8. Hasil Perhitungan Rate of Quality Product *Bulldozer* CAT D8R Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Processed Amount (Ton)	Scrap (Ton)	Rate Of Quality Product (%)
Januari	2753964,877	0	100
Februari	2508175,656	0	100
Maret	2998274,039	0	100
April	2865654,889	0	100
Mei	3004338,333	0	100
Juni	2886800,515	0	100
Juli	3142418,942	0	100
Rata-Rata	2879946,75	0	100

4.5.4 Hasil Perhitungan OEE Periode Bulan Januari - Juli 2017

Tabel 9. Hasil Perhitungan OEE Periode Bulan Januari - Juli 2017

Tahun	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate Of Quality Product (%)	Overall Equipment Effectiveness (%)
2017	Januari	67,196	73,632	100	49,478
	Februari	71,599	69,68	100	49,890
	Maret	76,446	70,464	100	53,867
	April	67,002	79,402	100	53,201
	Mei	64,345	83,885	100	53,976
	Juni	58,942	90,926	100	53,594
	Juli	65,523	86,163	100	56,457
Rata-Rata					52,923

4.6 Perhitungan OEE (Overall Equipment Effectiveness) *Bulldozer* CAT D8R Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

4.6.1 Perhitungan Availability

Tabel 10. Hasil Perhitungan Availability *Bulldozer* CAT D8R Bulan Agustus 2017 hingga bulan Mei 2018

Bulan	Operation Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Availability (%)
Agustus	211,889	651	32,548
September	260,111	630	41,287
Oktober	350,667	651	53,866
November	297,778	630	47,266
Desember	356,778	651	54,805
Januari	352,778	651	54,190
Februari	289,667	588	49,263
Maret	355,667	651	54,634
April	287,000	630	45,556
Mei	340,889	651	52,364
Rata-Rata	310,322	638,4	48,578

4.6.2 Perhitungan Performance Efficiency

Tabel 11. Hasil Perhitungan *Performance Efficiency* CAT D8R Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Processed Amount (Ton)	Ideal Cycle (Jam/Ton)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Agustus	2726909,957	0,001052632	1907,000	150,521
September	2366228,127	0,001052632	2341,000	106,398
Oktober	3113819,534	0,001052632	3156,000	103,856
November	2913808,975	0,001052632	2680,000	114,447
Desember	3237198,348	0,001052632	3211,000	106,122
Januari	3184474,930	0,001052632	3175,000	105,577
Februari	2887945,507	0,001052632	2607,000	116,607
Maret	3035050,703	0,001052632	3201,000	99,806
April	2604361,209	0,001052632	2583,000	106,134
Mei	3037648,419	0,001052632	3068,000	104,222
Rata-Rata	2910744,571	0,001052632	2792,900	111,369

4.6.3 Perhitungan Rate of Quality Product

Tabel 12. Hasil Perhitungan *Rate of Quality Product* CAT D8R Bulan Agustus 2017 hingga bulan Mei 2018

Bulan	Processed Amount (Ton)	Scrap (Ton)	Rate of Quality Product (%)
Agustus	2726909,957	0	100
September	2366228,127	0	100
Oktober	3113819,534	0	100
November	2913808,975	0	100
Desember	3237198,348	0	100
Januari	3184474,930	0	100
Februari	2887945,507	0	100
Maret	3035050,703	0	100
April	2604361,209	0	100
Mei	3037648,419	0	100
Rata-Rata	2910744,571	0	100

4.6.4 Hasil Perhitungan OEE Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Tabel 13. Hasil Perhitungan OEE Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Tahun	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate Of Quality Product (%)	Overall Equipment Effectiveness (%)
2017	Agustus	32,548	150,521	100	48,992
	September	41,287	106,398	100	43,929
	Oktober	53,866	103,856	100	55,943
	November	47,266	114,447	100	54,095
	Desember	54,805	106,122	100	58,160
2018	Januari	54,19	105,577	100	57,212
	Februari	49,263	116,607	100	57,444
	Maret	54,634	99,806	100	54,528
	April	45,556	106,134	100	48,350
	Mei	52,364	104,222	100	54,575
Rata-Rata					53,323

4.7 Perhitungan Six Big Losses

4.7.1 Downtime Losses

Downtime adalah kurangnya waktu produksi yang terjadi akibat gangguan dari internal maupun eksternal baik berupa mesin rusak maupun memanaskan mesin dikategorikan sebagai *six big losses equipment failures (breakdown losses)* dan waktu *setup and adjustment losses* merupakan dari *six big losses* yang dapat menurunkan produksi bagi perusahaan ^[11].

- *Equipment Failures (Breakdown Losses)*

Besarnya presentase efektivitas alat yang hilang akibat faktor *breakdown losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (12)$$

Dengan perhitungan *breakdown losses* diatas maka diperoleh hasil perhitungan *breakdown losses Bulldozer CAT D8R* bsebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Perhitungan *Breakdown Losses* Periode Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)
Januari	24	651	3,687
Februari	238	588	40,476
Maret	259	651	39,785
April	63	630	10,000
Mei	0	651	0,000
Juni	308	630	48,889
Juli	14	651	2,151
Rata-Rata	906	4452	20,350

Tabel 15. Hasil Perhitungan *Breakdown Losses* Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses (%)
Agustus	28	651	4,301
September	0	630	0,000
Oktober	203	651	31,183
November	237	630	37,619
Desember	322	651	49,462
Januari	329	651	50,538
Februari	399	588	67,857
Maret	315	651	34,423
April	287	630	38,726
Mei	77	651	44,258
Rata-Rata	2197	6384	34,414

- *Setup and Ajustment Losses*

Setup and Ajustment Losses merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan *warm up* mesin mulai dari mesin itu berhenti sampai beroperasi dengan normal. Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *Setup and Ajustment Losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Setup \& Ajustment Losses} = \frac{\text{Setup Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (13)$$

Dengan menggunakan rumus *setup and adjustment losses* diatas maka diperoleh hasil perhitungan *setup and adjustment losses* untuk periode bulan Januari 2017 – Juli 2017 sebagai berikut :

Tabel 16. Hasil Perhitungan *Setup and Adjustment Losses* Periode Bulan Januari – Juli 2017

Bulan	Loading Time (Jam)	Warm Up (Jam)	Setup and Adjustment Losses (%)
Januari	5859	118	2,021
Februari	5292	114	2,154
Maret	5859	135	2,300
April	5670	114	2,015
Mei	5859	113	1,936
Juni	5670	101	1,772
Juli	5859	116	1,971
Rata-Rata	5724	115,857	2,024

Tabel 17. Hasil Perhitungan *Setup and Adjustment Losses* Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Loading Time (Jam)	Warm Up (Jam)	Setup and Adjustment Losses (%)
Agustus	5859	57	0,979
September	5670	70	1,242
Oktober	5859	95	1,620
November	5670	81	1,421
Desember	5859	97	1,648
Januari	5859	96	1,630
Februari	5292	78	1,482
Maret	5859	91	1,549
April	5670	79	1,401
Mei	5859	96	1,631
Rata-Rata	5745,6	84	1,460

4.7.2 Speed Loss

Speed Loss terjadi jika suatu mesin beroperasi tidak sesuai dengan kecepatan spesifikasi maksimumnya. Hal ini diakibatkan karena terjadi suatu keausan akibat mesin terlalu panas. Faktor yang mempengaruhi *speed loss* adalah *idling and minor stoppages*.

- *Idling and Minor Stoppages Losses*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang yang diakibatkan oleh *idling and minor stoppages losses* maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Idling \& Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Non Productive}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (14)$$

Dengan menggunakan rumus diatas maka diperoleh hasil perhitungan *idling and minor stoppages losses* dari *Bulldozer CAT D8R* sebagai berikut :

Tabel 18. Hasil Perhitungan *Idling and Minor Stoppages Losses* Periode Bulan Januari – Juli 2017

Bulan	Loading Time (Jam)	Perawatan Alat (Jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
Januari	5859	15,7	0,269
Februari	5292	15,2	0,286
Maret	5859	17,9	0,306
April	5670	15,2	0,268
Mei	5859	15,1	0,257
Juni	5670	13,4	0,236
Juli	5859	15,4	0,262
Rata-Rata	5.724	15,4	0,269

Tabel 19. Hasil Perhitungan *Idling and Minor Stoppages Losses* Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Loading Time (Jam)	Perawatan Alat (Jam)	Idling and Minor Stoppages Losses (%)
Agustus	5859	7,6	0,130
September	5670	9,4	0,165
Oktober	5859	12,6	0,215
November	5670	10,7	0,189
Desember	5859	12,8	0,219
Januari	5859	12,7	0,217
Februari	5292	10,4	0,197
Maret	5859	12,8	0,219
April	5670	10,3	0,182
Mei	5859	12,3	0,209
Rata-Rata	5745,6	11,17	0,194

- *Reduced Speed Losses*

Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang akibat oleh *reduced speed losses* maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$RSL = \frac{OT - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Processed Amount})}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (15)$$

Keterangan : OT= *Operation Time*

RS= *Reduced Speed Losses*

Dengan menggunakan rumus diatas, maka diperoleh hasil perhitungan *reduced speed losses* pada *Bulldozer CAT D8R* sebagai berikut :

Tabel 20. Hasil Perhitungan *Reduced Speed Losses* Periode Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Ideal Cycle (Jam / Ton)	Operation Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed Losses (%)
Januari	2753964,877	0,001052632	3937	5859	17,718
Februari	2508175,656	0,001052632	3789	5292	21,709
Maret	2998274,039	0,001052632	4479	5859	22,579
April	2865654,889	0,001052632	3799	5670	13,801
Mei	3004338,333	0,001052632	3770	5859	10,369
Juni	2886800,515	0,001052632	3342	5670	5,349
Juli	3142418,942	0,001052632	3839	5859	9,066
Rata-Rata	2879946,75	0,001052632	3850,714	5724	14,312

Tabel 21. Hasil Perhitungan *Reduced Speed Losses* Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Jumlah Produksi (Ton)	Ideal Cycle (Jam/Ton)	Operation Time (Jam)	Loading Time (Jam)	Reduced Speed Losses (%)
Agustus	2726909,957	0,001052632	1907	5859	-16,444
September	2366228,127	0,001052632	2341	5670	-2,641
Oktober	3113819,534	0,001052632	3156	5859	-2,077
November	2913808,975	0,001052632	2680	5670	-6,828
Desember	3237198,348	0,001052632	3211	5859	-3,355
Januari	3184474,930	0,001052632	3175	5859	-3,022
Februari	2887945,507	0,001052632	2607	5292	-8,181
Maret	3035050,703	0,001052632	3201	5859	0,106
April	2604361,209	0,001052632	2583	5670	-2,794
Mei	3037648,419	0,001052632	3068	5859	-2,211
Rata-Rata	2910744,571	0,001052632	2792,9	5745,6	-4,745

4.7.3. Defect Loss

- *Rework Loss*

Merupakan hasil produksi yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan dan masih dapat dikerjakan ulang. Untuk mengetahui persentase faktor efektivitas penggunaan alat dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Rework Losses = \frac{Ideal Cycle Time \times Rework}{Loading Time} \times 100 \% \quad (16)$$

Dengan menggunakan rumus tersebut, maka diperoleh hasil *rework losses* dari *Bulldozer* CAT D8R sebagai berikut :

Tabel 22. Hasil Perhitungan *Rework Losses* periode Bulan Januari 2017 – Juli 2017

Bulan	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework (Ton)	Rework Losses (%)
Januari	5859	0,001052632	0	0
Februari	5292	0,001052632	0	0
Maret	5859	0,001052632	0	0
April	5670	0,001052632	0	0
Mei	5859	0,001052632	0	0
Juni	5670	0,001052632	0	0
Juli	5859	0,001052632	0	0
Rata-Rata	5724	0,001052632	0	0

Tabel 23. Hasil Perhitungan *Rework Losses* periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Rework (Ton)	Rework Losses (%)
Agustus	5859	0,001052632	0	0
September	5670	0,001052632	0	0
Oktober	5859	0,001052632	0	0
November	5670	0,001052632	0	0
Desember	5859	0,001052632	0	0
Januari	5859	0,001052632	0	0
Februari	5292	0,001052632	0	0
Maret	5859	0,001052632	0	0
April	5670	0,001052632	0	0
Mei	5859	0,001052632	0	0
Rata-Rata	5745,6	0,001052632	0	0

- *Yield/Scrap Losses*

Untuk mengetahui presentase faktor *yield/scrap losses* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan alat dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Yield/Scrap Losses = \frac{Ideal Cycle Time \times Scrap}{Loading Time} \times 100 \% \quad (17)$$

Dengan menggunakan rumus tersebut, maka diperoleh hasil *scrap losses* dari *Bulldozer* CAT D8R sebagai berikut :

Tabel 24. Hasil Perhitungan *Scrap Losses* Periode Bulan Januari 2017 – Juli 2018

Bulan	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Scrap Losses (%)
Januari	5859	0,001052632	0	0
Februari	5292	0,001052632	0	0
Maret	5859	0,001052632	0	0
April	5670	0,001052632	0	0
Mei	5859	0,001052632	0	0
Juni	5670	0,001052632	0	0
Juli	5859	0,001052632	0	0
Rata-Rata	5724	0,001052632	0	0

Tabel 25. Hasil Perhitungan *Scrap Losses* Periode Bulan Agustus 2017 – Mei 2018

Bulan	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/Ton)	Scrap (Ton)	Scrap Losses (%)
Agustus	5859	0,001052632	0	0
September	5670	0,001052632	0	0
Oktober	5859	0,001052632	0	0
November	5670	0,001052632	0	0
Desember	5859	0,001052632	0	0
Januari	5859	0,001052632	0	0
Februari	5292	0,001052632	0	0
Maret	5859	0,001052632	0	0
April	5670	0,001052632	0	0
Mei	5859	0,001052632	0	0
Rata-Rata	5745,6	0,001052632	0	0

4.8 Analisis Perhitungan Six Big Losses Terhadap Nilai OEE

Analisis perhitungan *six big losses* bertujuan untuk mengetahui dari ke enam faktor *six big losses* yang memberikan kontribusi terbesar dalam menurunkan produktivitas alat. Persentase yang memberikan kontribusi mulai dari tinggi ke rendah ^[13] dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 26. Hasil Presentase Faktor *Six Big Losses* Bulldozer CAT D8R Periode Januari – Juli 2017

No	<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses (%)</i>	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1.	<i>Breakdowns Losses</i>	20,35	55,054	55,054
2.	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	2,024	5,476	60,529
3.	<i>Idling and Minor Stoppages Losses</i>	0,269	0,728	61,257
4.	<i>Reduced Speed Losses</i>	14,321	38,743	100
5.	<i>Rework Losses</i>	0	0	100
6.	<i>Scrap Losses</i>	0	0	100
	Jumlah	36,964	100	

Tabel 27. Hasil Presentase Faktor *Six Big Losses* Bulldozer CAT D8R Periode Agustus 2017 – Mei 2018

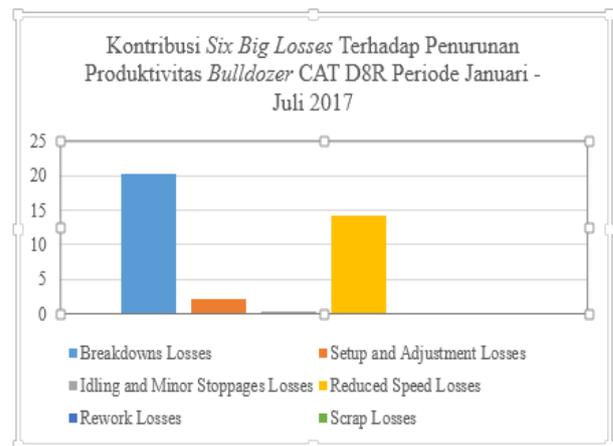
No	<i>Six Big Losses</i>	<i>Time Losses (%)</i>	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1.	<i>Breakdowns Losses</i>	34,414	109,868	109,868
2.	<i>Setup and Adjustment Losses</i>	1,46	4,661	114,529
3.	<i>Idling and Minor Stoppages Losses</i>	0,194	0,619	115,149
4.	<i>Reduced Speed Losses</i>	-4,745	-15,149	100
5.	<i>Rework Losses</i>	0	0	100
6.	<i>Scrap Losses</i>	0	0	100
	Jumlah	31,323	100	

Berdasarkan perhitungan *six big losses* yang telah dilakukan dan telah dirangkum dalam bentuk Tabel 26. diatas maka yang memberikan kontribusi terbesar adalah *breakdown losses* sebesar 55,054% dari total kerugian waktu (*time losses*) dan *reduced speed losses* sebesar 38,742% dari total kerugian waktu (*time losses*) selama periode bulan Januari hingga Juli 2017.

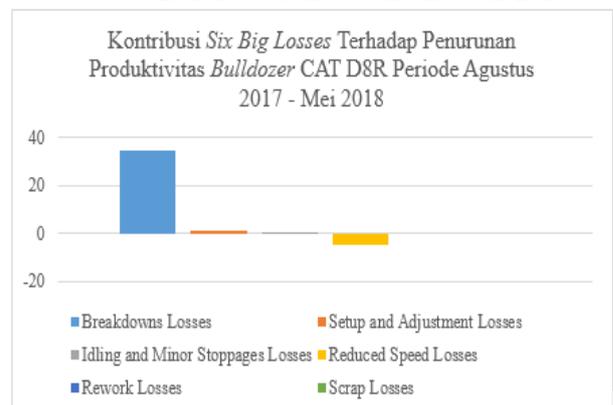
Berdasarkan perhitungan *six big losses* yang telah dilakukan dan telah dirangkum dalam bentuk Tabel 27. diatas maka yang memberikan kontribusi terbesar adalah *breakdown losses* sebesar 109,868% dari total kerugian waktu (*time losses*). *Reduced speed losses* pada periode ini bernilai negatif yaitu sebesar -15,149% selama periode Agustus 2017 hingga Mei 2018 dikarenakan nilai *Operation Time* yang kecil, kemudian menghasilkan jumlah produksi yang besar yang berarti bernilai positif dan tidak menjadi penyebab *six big losses*.

Dari kedua periode tersebut, nilai *six big losses* pada periode Januari 2017 – Juli 2017 lebih besar dibanding

pada periode Agustus 2017 – Mei 2018. Nilai untuk *six big losses* periode Januari 2017 – Juli 2017 sebesar 36,964 dan nilai *six big losses* pada periode Agustus 2017 – Mei 2018 sebesar 31,323. Pada kedua periode ini, penyebab utamanya yaitu *Breakdown Losses*. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini :



Gambar 3. Grafik Kontribusi *Six Big Losses* Terhadap Penurunan Produktivitas Bulldozer CAT D8R Pada Periode Januari – Juli 2017



Gambar 4. Grafik Kontribusi *Six Big Losses* Terhadap Penurunan Produktivitas Bulldozer CAT D8R Pada Periode Agustus 2017 – Mei 2018

Langkah berikutnya adalah mencari *losses* yang memiliki pengaruh terbesar dan signifikan terhadap nilai OEE dengan melakukan analisa korelasi berganda menggunakan alat bantu program SPSS^[14]. Adapun variabelnya adalah sebagai berikut : 6 variabel bebas = *six big losses* (X1,X2,X3,X4,X5,X6) dan 1 variabel tidak bebas yaitu OEE (Y) dimana :

- X1 = *Breakdowns Losses*
- X2 = *Setup and Adjustment Losses*
- X3 = *Idling and Minor Stoppages Losses*
- X4 = *Reduced Speed Losses*
- X5 = *Rework Losses*
- X6 = *Scrap Losses*

Berikut korelasi berganda menggunakan alat bantu program SPSS dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 28. Hasil Korelasi Berganda Antara Xi dengan Y Pada Periode Januari 2017 – Juli 2017

Pearson Correlation	OEE
X1	-0,175
X2	-0,234
X3	-0,235
X4	-0,572
X5	-
X6	-

Dari tabel diatas terlihat bahwa variabel yang paling tinggi korelasinya adalah X4 (*reduced speed losses*) dengan nilai korelasi R = - 0,572. Meskipun *Breakdown Losses* adalah yang paling besar namun yang menjadi prioritas untuk dicari penyebab dan strategi yang harus dilakukan adalah *Reduced Speed Looses* karena yang paling besar korelasinya terhadap OEE.

Tabel 29. Hasil Korelasi Berganda Antara Xi dengan Y Pada Periode Agustus 2017 – Mei 2018

Pearson Correlation	OEE
X1	- 0,820
X2	-0,754
X3	-0,762
X4	-0,174
X5	-
X6	-

Dari tabel diatas terlihat bahwa variabel yang paling tinggi korelasinya adalah X1 (*breakdowns loses*) dengan nilai korelasi R = - 0, 820. Nilai *Breakdown Losses* selama periode Agustus 2017 hingga Mei 2018 menjadi nilai yang terbesar pada faktor *six big losses* yang juga menjadi prioritas dalam menentukan penyebab terjadinya *Breakdown Losses* dan menentukan strategi yang tepat untuk meningkatkan nilai OEE.

Sehingga, dapat diartikan untuk periode Januari hingga Juli 2017 nilai *reduced speed losses* yang tinggi mengarah pada rendahnya nilai OEE, nilai kedua yang menentukan arah hubungan antara X dan Y adalah *idling and minor stoppages losses*, *idling and minor stoppages losses* yang besar juga mengarah pada nilai OEE yang rendah. Maka kedua faktor *six big losses* yang menjadi prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya dan dilakukan analisis untuk menentukan strategi yang tepat dalam pengendalian *Bulldozer CAT D8R*.

Periode Agustus 2017 hingga Mei 2018, faktor *six big losses* yang pertama yang mengarah pada rendahnya nilai OEE adalah *breakdowns losses* dan yang kedua adalah *idling and minor stoppages losses*. Sehingga, prioritas permasalahan yang akan dibahas selanjutnya dan dilakukan analisis untuk menentukan strategi yang tepat dalam pengendalian *Bulldozer CAT D8R* adalah *breakdowns losses* dan *idling and minor stoppages losses*.

4.9 Analisis Biaya Sewa dan Pemakaian BBM *Bulldozer CAT D8R*

Untuk biaya sewa dan pemakaian BBM dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 30. Hasil Perhitungan Biaya Pemakaian BBM

Tahun	Bulan	Total Pemakaian Solar (liter)	Biaya	
2017	Januari	137198	Rp 1.170.696.411	
	Februari	127588	Rp 1.088.695.270	
	Maret	154668	Rp 1.319.766.122	
	April	130285	Rp 1.111.708.493	
	Mei	129968	Rp 1.109.003.565	
	Juni	115468	Rp 985.276.558	
	Juli	125220	Rp 1.068.489.370	
	Rata-Rata			Rp 1.121.947.970
	Agustus	80884	Rp 690.174.846	
	September	95289	Rp 813.091.228	
	Oktober	126449	Rp 1.078.976.300	
	November	104766	Rp 893.957.493	
Desember	123510	Rp 1.053.898.116		
2018	Januari	111721	Rp 953.303.792	
	Februari	100963	Rp 861.506.886	
	Maret	120063	Rp 1.024.485.220	
	April	99438	Rp 848.494.218	
	Mei	102873	Rp 877.804.719	
	Rata-Rata			Rp 909.569.282

Tabel 31. Hasil Perhitungan Biaya Sewa *Bulldozer CAT D8R*

Kode Alat	Unit/Jam (Rp)	Jam Jalan Alat Januari – Juli 2017 (Jam)	Biaya
LMT - 13	413.500	3150	Rp 1.302.525.000
LMT - 14		2653	Rp 1.097.015.500
LMT - 15		3062	Rp 1.266.137.000
LMT - 17	520.500	2924	Rp 1.521.942.000
LMT - 18		3051	Rp 1.588.045.500
LMT - 19	551.000	3236	Rp 1.783.036.000
LMT - 20		2977	Rp 1.640.327.000
LMT - 21		3162	Rp 1.742.262.000
CIP - 26		2740	Rp 1.509.740.000
Biaya Rata-Rata/Bulan			Rp 1.921.575.714
Kode Alat	Unit/Jam (Rp)	Jam Jalan Alat Agustus 2017 - Mei 2018 (Jam)	Biaya
LMT - 13	413.500	3074	Rp 1.271.099.000
LMT - 14		3123	Rp 1.291.360.500
LMT - 15		3183	Rp 1.316.170.500
LMT - 17	520.500	2769	Rp 1.441.264.500
LMT - 18		2703	Rp 1.406.911.500
LMT - 19	551.000	3627	Rp 1.998.477.000
LMT - 20		3428	Rp 1.888.828.000
LMT - 21		3081	Rp 1.697.631.000
CIP - 26		2941	Rp 1.620.491.000
Biaya Rata-Rata/Bulan			Rp 1.393.223.300

Pemakaian BBM terbesar pada periode Januari – Juli 2017 terjadi pada bulan Maret dengan total pemakaian sebesar 154.668 liter dan pemakaian BBM terkecilnya berada dibulan Juni dengan total pemakaian BBM sebesar 115.468 liter. Sedangkan pada periode Agustus 2017 – Mei 2018, pemakaian BBM terbesar ada pada

bulan Oktober dengan total pemakaian 126.449 liter dan pemakaian BBM terendah ada pada bulan Agustus dengan total pemakaian 80884 liter. Pada hasil perhitungan biaya pemakaian BBM untuk periode Januari 2017 hingga Juli 2017, rata-rata biaya perbulan adalah Rp 1.121.947.970. Sedangkan rata-rata biaya pemakaian BBM perbulan pada periode Agustus 2017 hingga Mei 2018 adalah Rp 909.569.282. Hal ini memperlihatkan bahwa biaya pemakaian BBM setelah adanya pengendalian mengalami penurunan biaya untuk rata-rata perbulannya yaitu sebesar Rp528.352.414.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan faktor *six big losses* dan analisis menggunakan SPSS metode Pearson *Correlation* untuk periode Januari 2017 – Juli 2017, yang menjadi penyebab jam jalan Bulldozer tinggi tetapi tidak diiringi dengan peningkatan produktivitas adalah *Reduced Speed Losses* dan *Idling and Minor Stoppages Losses*. Pada periode Agustus 2017 – Mei 2018 faktor yang hubungannya sangat besar dengan nilai OEE adalah *Breakdowns Losses dan Idling and Minor Stoppages Losses*.
2. Hasil perhitungan OEE (*Availability, Performance Efficiency, dan Rate of Quality Product*) menunjukkan pada periode Januari 2017 – Juli 2017 menghasilkan nilai OEE sebesar 53,923 % dan periode Agustus 2017 – Mei 2018 menghasilkan nilai OEE sebesar 53,323 %.
3. Pada hasil perhitungan biaya pemakaian BBM untuk periode Januari 2017 hingga Juli 2017, rata-rata biaya perbulan adalah Rp1.121.947.970. Sedangkan rata-rata biaya pemakaian BBM perbulan pada periode Agustus 2017 hingga Mei 2018 adalah Rp 909.569.282. Hal ini memperlihatkan bahwa biaya pemakaian BBM setelah adanya pengendalian mengalami penurunan biaya untuk rata-rata perbulannya yaitu sebesar Rp528.352.414. Strategi yang dapat digunakan untuk menghilangkan nilai *six big losses* yang sangat mempengaruhi nilai OEE berdasarkan analisis menggunakan SPSS guna meminimalisir biaya operasional *Bulldozer* adalah sebagai berikut kerusakan pada rantai (*based*) stock ROM.

5.2 Saran

1. Melakukan perhitungan OEE dan *six big losses* secara rutin yang nantinya akan dianalisis menggunakan alat bantu SPSS agar penanganan masalah alat sesuai dengan keadaan alat itu sendiri.
2. Melihat umur mesin yang sudah tua menyebabkan mesin sering mengalami kerusakan sehingga penggunaan alat tidak produktif, maka untuk peneliti selanjutnya atau pihak perusahaan dapat melakukan penelitian lanjutan untuk perbandingan perhitungan

pengadaan alat milik perusahaan sendiri dengan harga sewa alat dari perusahaan lain.

3. Pada lapisan batubara *seam* HC sebaiknya proses penambangan dilakukan pada shift 1 untuk mencegah kontaminasi bisa terjadi karena ketebalan *seam* yang tipis.

Daftar Pustaka

- [1] Rochmanhadi. *Kapasitas dan Produksi alat-Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum(1982).
- [2] Bitar. *Pengertian, Tujuan, Ciri Dan Jenis Prinsip Ekonomi Beserta Contohnya Terlengkap*. www.gurupendidikan.co.id (2016).
- [3] Caterpillar. *Performance Handbook Edition 46*. Illinois: Caterpillar Inc.
- [4] P. Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung (1995).
- [5] Rochmanhadi. *Kapasitas dan Produksi alat-Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum(1982).
- [6] Anonim. *Specification and Application Handbook Edition 30*. Komatsu Ltd. Japan (2009).
- [7] E. Kusnadi. *Tentang OEE (Overall Equipment Effectiveness)*. <https://erikusnadi.wordpress.com> (2011).
- [8] B. Robby. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi*. Jurnal : Teknik Industri.Vol.7, NO. 2.Hlm. 91—100 (2005).
- [9] Sosantri, B. J., Yulhendra, D., & Prabowo, H. *Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PIT 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Bina Tambang, 3(2), 702-721 (2018).
- [10] F. Hendra. *Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Alat Berat Pemeliharaan Jalan Rel PT Kereta API*. Jurnal : PT KAI.Vol.10, No.1(2009).
- [11] Kontjojo. *Metodologi Penelitian*. Diktat : Hlm 11 (2009)
- [12] I. H. Patmoko. *Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Perbaikan Kinerja Excavator Komatsu PC 800-7 Di Tambang Nikel PT X*. Skripsi: Universitas Indonesia (2011).
- [13] Saiful. *Pengukuran Kinerja Mesin Defektor I Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness*. Jurnal: Teknik Industri Universitas Hasanudin. Vol.2 No 2. Hlm. 5—11(2014).
- [14] D. Triwardani. *Analisis OEE dalam Meminimalisir Six Big Losses pada Mesin Produksi Dual Filters DD07” dilaksanakannya penelitian ini bertujuan mengukur efektifitas mesin Dual Filters DDO7*.

Jurnal: Teknik Industri Universitas Brawijaya.
Hlm. 379—390 (2013).