

Evaluasi Optimalisasi Alat Gali Muat dengan Metoda *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Bulan Maret 2018 di Pit 1 Utara Bangko Barat PT.Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan

Yugo Agustino^{1*}, and Mulya Gusman^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*agustinoyugo85@gmail.com

**gusmanmulya_tambang@yahoo.co.id

Abstract. Based on coal production data in North Pit 1, West Banko Mine PT. Bukit Asam, Tbk in March-May 2018, coal production does not reach the target. This is due to the low productivity of the excavator. To find out the improvement potential of a production process and the effectiveness of using an equipment, it is necessary to do an analysis using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. OEE is known as one of the applications of total productive maintenance programs that have the ability to clearly identify the root of the problem and its causal factors so as to make the improvement effort more focused. After the root cause of the problem is known, it is used multiple linear regression statistical analysis and simple linear regression to determine the relationship and the maximum limits of the obstacles so that production can be achieved. After analysis and improvement with these methods obtained the production of backhoe komatsu PC 400LC, volvo EC 480DL, volvo EC 330BLC exceeded the planned target. However, the OEE value of each excavator still <85% has not reached world-class OEE value > 85%, it can be concluded that the condition of the equipment is not good. It is better to do repairs to standby time and tool breakdown.

Keywords: Production, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Linear Regression Statistical Analysis, Back Hoe, Standby Time

1. Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang sangat potensial dalam pemanfaatannya. Batubara banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan produksi mulai dari industry kecil sampai industry berskala besar dan sebagian besar batubara di Indonesia telah diekspor ke hampir seluruh dunia antara lain ke negara-negara Asia dan Eropa, sehingga menimbulkan banyak perusahaan-perusahaan tambang batubara di Indonesia baik dari kalangan BUMN, BUMD, swasta, maupun swasta asing. Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi cadangan batubara yaitu Sumatera Selatan dan salah satunya adalah daerah Tanjung Enim yang salah satu penambangannya di kelola oleh PT. Bukit Asam, Tbk.

PT Bukit Asam, Tbk. merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri batubara di Sumatera Selatan yang memiliki tiga buah lokasi penambangan utama, yaitu Air Laya (AL), Banko

Barat (BB), dan Muara Tiga Besar (MTB). Sebagian besar batubara dimanfaatkan sebagai bahan baku utama pada instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Hal ini sesuai dengan visi PT Bukit Asam Tbk. yaitu menjadi perusahaan energi kelas dunia melalui penyediaan sumber energi yaitu batubara.

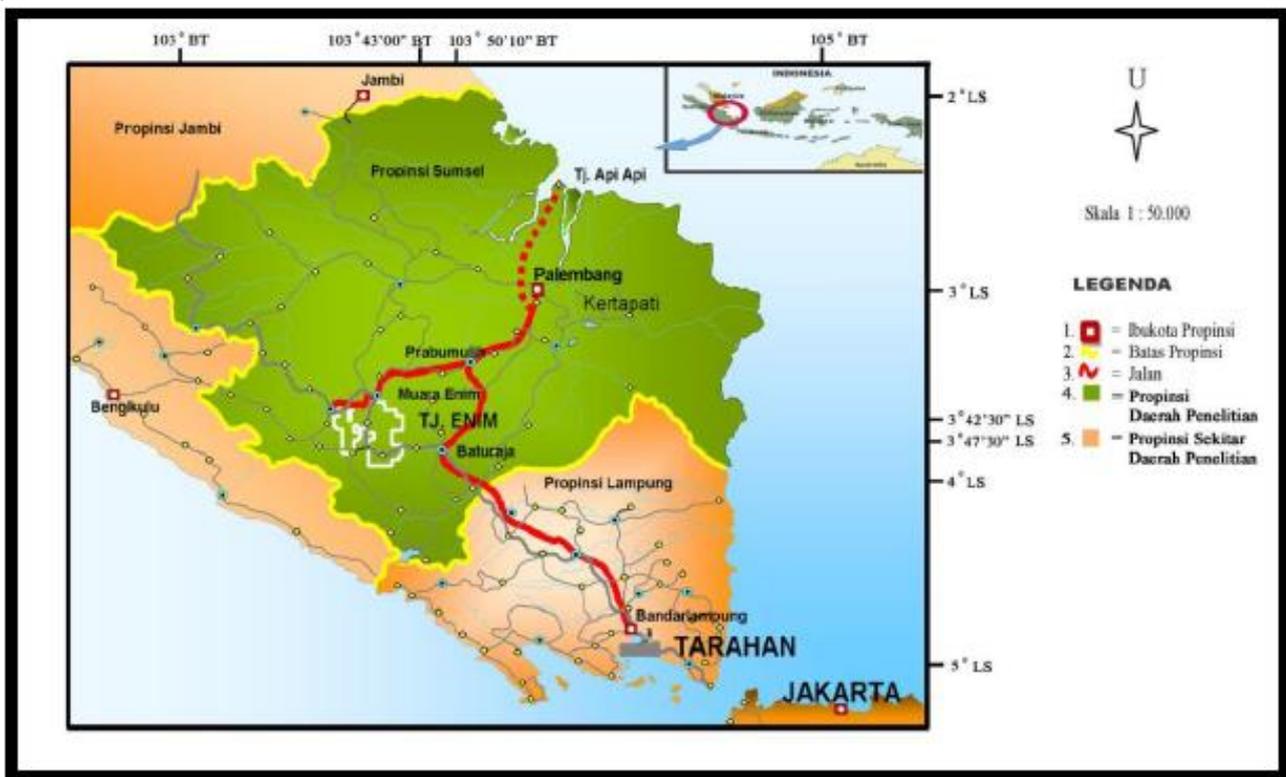
Proses produksi batubara PT.Bukit Asam tepatnya pada *pit* 1 Utara Bangko Barat menggunakan alat gali muat Excavator Komatsu PC 400LC, Volvo EC480DL, dan Volvo EC330LC. Pengangkutan dilakukan oleh alat angkut *Dump Truck* HINO 500 FM260JD dari *front* penambangan pit 1 utara menuju *dump hooper* 3 bangko barat dengan jarak \pm 4000 meter.

Penambangan batubara Pit 1 Utara Bangko Barat memiliki target produksi batubara sebesar 299.000 ton/bulan yang pada realisasinya belum tercapai. Untuk mengetahui produksi batubara dan keserasian alat gali muat excavator dan alat angkut *dump truck* yang optimal, maka dilakukan analisis produktivitas alat gali muat.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan alat pengukuran performa proses produksi yang dapat mengukur bermacam macam *losses* produksi dan mengidentifikasi potensi *improvement*. OEE adalah sebuah metode yang telah diterima oleh universal untuk mengukur *level* sebuah perusahaan dan potensi *improvement* dari sebuah proses produksi. Nakajima mengatakan bahwa standar kelas dunia untuk nilai OEE adalah sebesar 85% dengan standar nilai *availability* 90%, nilai *performance rate* 95%, dan nilai *quality rate* 99,9%. Penelitian ini menjelaskan penggunaan metode OEE untuk mengoptimalkan peralatan tambang dalam mencapai target produksi batubara. Maka dari itu penulis mengangkat judul “**Optimalisasi Alat Gali Muat dengan Metoda Overall Ekiupment Effectiveness (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Bulan Maret di pit 1 Utara Bangko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan**” dengan harapan dapat menjadi pertimbangan perusahaan.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada lokasi PT Bukit Asam, Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim (UPTE) yang berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim dan sebagian terdapat di Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Berdasarkan koordinat terletak pada posisi 3°42'30" LS – 4°47'30" LS dan 103°43'00" BT– 103°50'10" BT. Tambang Bukit Asam merupakan daerah perbukitan, puncak tertinggi terletak pada puncak Bukit Asam 282 m dan tempat terendah berada sepanjang Sungai Enim dengan ketinggian rata-rata 5 m di atas permukaan laut. Iklim tropis dengan suhu rata – rata 21° -30° C dengan kelembaban sekitar 57 % - 85% merupakan ciri khas lain dari daerah ini. PT Bukit Asam, Tbk memiliki Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) yang terletak pada posisi 103°13'00" BT – 103°36'10" BT dan 3°49'30" LS – 4°11'30" LS atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 - 367.000 dalam sistem koordinat internasional



Gambar 1. Lokasi PT.Bukit Asam,Tbk Tahun 2018.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 Maret 2018 – 20 Mei 2018. Lokasi penelitian ini terletak di Tanjung Enim Sumatera Selatan.

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.

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang diperoleh langsung pihak yang diperlukan datanya, data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari pihak yang diperlukan datanya. Data primer yang diambil adalah data produksi batubara periode Maret 2018 dan produktivitas alat mekanis yang digunakan. Sedangkan data sekunder yang akan diambil adalah peta kesampaian daerah PTBA, peta geologi, dan curah hujan pada lokasi penelitian^[1]

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian^[2].

Selanjutnya orientasi lapangan dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan untuk mengamati langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian.

Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa waktu edar alat gali muat, jumlah alat yang digunakan pada lapangan, pengukuran jarak kerja dari lapangan ke dump hooper 3, waktu kerja alat aktual dan hambatan-hambatan yang menyebabkan alat tidak bekerja. Data sekunder berupa peta topografi, spesifikasi alat gali muat dan alat angkut, data target dan pencapaian produksi batubara.

3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data adalah memperkirakan atau dengan menentukan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari beberapa kejadian terhadap beberapa kejadian lainnya, serta memperkirakan atau meramalkan kejadian lainnya. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga didapatkan kesimpulan.

3.3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah studi literatur dan penelitian langsung di lapangan selesai dilaksanakan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Dilakukan dengan cara: Melakukan pengamatan, mencari faktor penyebab masalah, tindakan perbaikan, dan evaluasi hasil^[2].

3.3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data sesuai dengan teori pada literatur yang ada. Setelah mendapatkan data primer dan data sekunder, dilakukan pengolahan data dengan menggabungkan kedua data tersebut. Selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada.

3.3.3 Analisis Hasil Pengolahan Data

Analisis data dilakukan dengan menganalisis dan membahas sesuai dengan pengolahan data yang sudah dilakukan mengacu pada literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah. Analisis data yang dilakukan mengenai *cycle time* alat gali muat komatsu PC400LC, volvo EC 480DL, volvo EC 330BLC pada kondisi aktual, menentukan jam hambatan dan rusak pada alat gali muat, menghitung produktivitas masing-masing dari alat, melakukan pengurangan jam hambatan dengan menggunakan regresi linear sederhana, dan menghitung

produksi alat menggunakan metode *overall equipment effectiveness* agar mencapai target 299.000.

3.3.4 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti serta pemberian saran mengenai perbaikan kinerja alat gali muat agar lebih optimal dan mencapai target produksi batubara yang telah ditargetkan pada Pit 1 Utara Bangko Barat menuju ke dump hooper 3.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Realisasi Rencana Penambangan

Pada realisasi rencana kerja penambangan, jumlah *fleet* batubara yang bekerja sepanjang bulan maret 2018 sebanyak 3 *fleet*. Alat angkut yang digunakan untuk aktivitas pengangkutan batubara sebanyak 18 unit *dump truck* Hino 500 seperti pada Tabel.

Tabel 1. Jumlah Alat Penambangan

Fleet	ALAT	JUMLAH	
		Alat Gali Muat	Alat Angkut
		(Unit)	(Unit)
1	Excavator PC400LC	1	
	Dump Truck HINO 500		6
2	Excavator EC480DL	1	
	Dump Truck HINO 500		6
3	Excavator EC330DLC	1	
	Dump Truck HINO 500		6
Jumlah Unit Alat Gali Muat Excavator		3	
Jumlah Unit Alat Angkut Dump Truck			18

Penambangan pit 1 Utara sepanjang bulan Maret 2018 berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa yang digunakan tidak sesuai dengan rencana kerja.

4.2 Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar atau *cycle time* untuk alat gali muat didapatkan hasil pengamatan langsung di lapangan kemudian dilakukan pengolahan dan *cycle time*.



Gambar 2. Alat Gali Muat Volvo EC 480DL
Cycle time rata-rata tiap alat gali muat dan hasil pengolahan dapat dilihat pada Tabel .

Tabel 2. Cyle Time Alat Gali Muat

JENIS	UNIT	Waktu Edar Rata-Rata
		(detik)
Excavator	PC400LC	23.39
	EC480DL	25.03
	EC330BLC	20.05

Waktu edar alat gali muat merupakan waktu penggalian, waktu swing saat bucket berisi, waktu penumpahan batubara, dan waktu swing kembali saat bucket kosong^[3,4].

4.3 Faktor Pengembangan Material

Material batubara PT.Bukit Asam Tbk memiliki nilai densitas dalam keadaan insitu sebesar 1,3 ton/m³ dan dalam keadaan loose sebesar 1,26 ton/m³. Dengan menggunakan data densitas batubara keadaan loose dan bank, maka nilai swell faktor dari batubara dapat dihitung sebagai berikut^[5].

$$SF = \frac{1,26 \text{ ton/m}^3}{1,3 \text{ ton/m}^3} \times 100\% = 0,97 \quad (1)$$

Maka nilai *swell faktor* pada batubara pada lokasi pengamatan adalah sebesar 0.97.

4.4 Faktor Pengisian Bucket (BFF)

Material Batubara Yang dimuat oleh alat gali muat *excavator* merupakan material batubara hasil kegiatan ripping oleh dozer sehingga mudah untuk dimuat. Nilai *bucket fill factor* didapatkan dengan data penimbangan material batubara pada *dump truck* Hino 500 dan data pengamatan jumlah pengisian *bucket* dapat dilihat pada Tabel^[6,7].

Tabel 3. Nilai *Bucket Fill Factor*

NO	Alat Gali Muat	<i>Bucket Fill Factor</i>
1	PC 400 LC	1.1
2	EC 480 DL	1
3	EC 330 BLC	1

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai *Bucket Fill Factor* untuk tiap alat gali muat adalah 1-1,1 yaitu termasuk jenis *easy loading* atau mudah untuk dimuat.

4.5 Efisiensi Kerja Alat Gali Muat

4.5.1 Mechanical Availability (MA)

Mechanical availability adalah kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang digunakan.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (2)$$

4.5.2 Physical Availability (PA)

Physical availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan berapa jam (waktu) suatu alat digunakan selama alat dijadwalkan untuk beroperasi (*schedule hours*). *Scheduled hours* meliputi *working hours*, *repair hours* dan *standby hours*.

$$PA = \frac{W+S}{T} \times 100\% \quad (3)$$

4.5.3 Use of Availability (UA)

Use of availability merupakan persentase waktu yang digunakan alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (kondisi *available*).

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (4)$$

4.5.4 Efficiency Utilization (EU)

Mengetahui ketersediaan alat dari keseluruhan jam kerja alat setelah dibagi dengan penjumlahan jam kerja, jam rusak, dan jam standby alat.

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \quad (5)$$

Data jam kerja *Excavator* PC 400LC, EC 480DL, dan EC 330BLC bulan Maret 2018 dapat dilihat pada Tabel^[8].

Tabel 4. Waktu Jam Kerja Alat

Jenis	Unit	Waktu Tersedia	Waktu Efektif Kerja		Efisiensi Kerja Alat (%)
		(jam/bulan)	(jam/bulan)	(jam/hari)	
Excavator	PC400LC	651	134,6	7,5	21
	EC480DL	651	246,2	7,9	38
	EC330BLC	651	190	6,1	29

Dari data jam kerja *excavator* pada tabel di atas maka diperoleh hasil perhitungan MA,UA,PA,dan EU.

4.5.5 Perhitungan MA,UA,PA,EU Masing-Masing Alat

Tabel 5. Perhitungan MA,UA,PA,dan EU

NAMA ALAT	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Exca PC 400 LC	35%	61%	34%	21%
Exca EC 480 DL	100%	100%	38%	38%
Exca EC 330 BLC	96%	99%	30%	29%

4.6 Perhitungan Produktivitas Aktual Excavator

Excavator masih berfungsi sebagai alat gali sekaligus memuatkan tanah dan batubara ke dalam *dump truck* yang akan diangkut ke lokasi penimbunan.

Rumus dari produktivitas *Excavator* adalah sebagai berikut^[9].

$$Q = \frac{q1 \times k \times 3600 \times E}{Cm} \quad (6)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas Per Jam Excavator (m³/jam)

q1 = Kapasitas *Bucket* maksimal (m³)

k = Faktor *Pengisian Bucket*

E = *Efisiensi Kerja*

Cm = *Cycle Time* (detik)

4.6.1 Perhitungan Produktivitas EC 480DL

Perhitungan Produktivitas EC 480DL Aktual

$$q1 = 3,1 \text{ m}^3$$

$$k = 1$$

$$E = 0,38$$

$$Cm = 25,03 \text{ (detik)}$$

$$DB = 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = \frac{3,1 \text{ m}^3 \times 1 \times 3600 \times 0,38}{25,03 \text{ detik}} \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 167,30 \text{ m}^3 \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 210,79 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari Aktual} &= 210,79 \text{ ton/jam} \times \\ &\text{Waktu Efektif 1 hari} \\ &= 210,79 \text{ ton/jam} \times \\ &7,9 \text{ jam/hari} \\ &= 1665,267 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 bulan Aktual} &= 210,79 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times \\ &\text{Waktu Efektif 1 bulan} \\ &= 210,79 \text{ ton/jam} \times \\ &246,2 \text{ jam/bulan} \\ &= 51.885,16 \text{ ton/bul} \end{aligned}$$

4.6.2 Perhitungan Produktivitas PC 400LC

Perhitungan Produktivitas PC 400LC Aktual

$$q1 = 3 \text{ m}^3$$

$$k = 1,1$$

$$E = 0,21$$

$$Cm = 23,39 \text{ (detik)}$$

$$DB = 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = \frac{3 \text{ m}^3 \times 1,1 \times 3600 \times 0,21}{23,39 \text{ detik}} \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 98,13 \text{ m}^3 \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 123,64 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari Aktual} &= 123,64 \text{ ton/jam} \times \\ &\text{Waktu Efektif 1 hari} \\ &= 123,64 \text{ ton/jam} \times \\ &7,5 \text{ jam/hari} \\ &= 927,352 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi 1 bulan hari Aktual} &= 123,64 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times \\ &\text{Waktu Efektif 1 bulan} \end{aligned}$$

$$= 123,64 \text{ on/jam} \times$$

$$134,6 \text{ jam/bulan}$$

$$= 16.692,35 \text{ ton/bulan}$$

4.6.3 Perhitungan Produktivitas EC 330BLC

Perhitungan Produktivitas EC 330BLC Aktual

$$q1 = 1,8 \text{ m}^3$$

$$k = 1$$

$$E = 0,29$$

$$Cm = 20,06 \text{ (detik)}$$

$$DB = 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = \frac{1,8 \text{ m}^3 \times 1 \times 3600 \times 0,29}{20,06 \text{ detik}} \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 94,03 \text{ m}^3 \times 1,26 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 118,479 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per hari Aktual} = 118,479 \text{ ton/jam} \times$$

$$\text{Waktu Efektif 1 hari}$$

$$= 118,479 \text{ ton/jam}$$

$$\times 6,1 \text{ jam/hari}$$

$$= 722,722 \text{ ton/hari}$$

$$\text{Produksi 1 Bulan Aktual} = 118,479 \text{ ton/jam} \times$$

$$\text{Waktu Efektif 1 bulan}$$

$$= 118,479 \text{ ton/jam} \times$$

$$190 \text{ jam/bulan}$$

$$= 22.511,04 \text{ ton/bulan}$$

Tabel 6. Produksi Alat Gali Muat

UNIT	Efisiensi kerja	Waktu Kerja Efektif	Produksi Per Jam	Produksi Per Hari	Produksi Per Bulan
	%	(jam/hari)	(ton/jam)	(ton/hari)	(ton/bulan)
PC 400LC	21%	7.4	123.36	927,352	16.692,35
EC 480DL	38%	7.9	210.89	1.665,267	51.855,16
EC 330BLC	29%	6.1	118.82	118,479	22.511,04
Total Produksi Alat Gali Muat				3.315,34	91.058,55
Target Produksi Bulan Maret 2018				9.646	299.000
Ketercapaian Target Produksi				30%	

Hasil Perhitungan Produksi alat gali muat aktual menunjukkan produksi alat gali muat pada bulan maret 2018 adalah sebesar 91.058,55 ton/bulan (30%) dari target sebesar 299.000 ton/bulan (Tabel 6).

Tabel.6 menunjukkan produksi batubara per jam dikalikan dengan waktu kerja efektif perhari akan menghasilkan jumlah tonase batubara. Tonase yang mampu diproduksi dalam 1 hari yaitu 3.315,34 ton untuk ketiga alat gali muat dan masih belum memenuhi target harian sebesar 9.646 ton.

Jumlah hari kerja pada bulan Maret 2018 adalah sebanyak 31 hari, sehingga produksi batu bara untuk 31 hari adalah sebesar 91.058,55 ton (Tabel 9). Rendahnya efisiensi kerja alat, waktu kerja efektif alat, dan hujan menjadi penyebab utama produksi tidak tercapai.

4.7 Analisis Alat Gali Muat Dengan Metode (OEE)

Berikut ini adalah hasil perhitungan produksi dengan menggunakan metode OEE alat gali muat *back hoe* Komatsu PC 400LC, Volvo EC 480DL, dan Volvo EC 330BL pada bulan Maret 2018.

Tabel 7. Nilai A,U,S,dan B

EXC	TT (Jam)	CTp (Detik)	Cta (Detik)	Opc (m3)	Oac (m3)
EC 480DL	744	22	25.03	3.1	3.1
PC 400LC	744	22	23.39	3.2	3.1
EC 330BL C	744	19	20.60	1.8	1.7

Tabel 8. Hasil Perhitungan OEE

EXC	A	U	S	B	OEE	O (m3) (aktual)	TON(aktual)
400L C	0.88	0.21	0.94	0.99	0.17	13.25 6,03	16.702 ,60
480D L	0.88	0.38	0.88	0.96	0.28	41.14 2,25	51.839 ,23
330B LC	0.88	0.29	0.95	0.97	0.24	17.86 5,91	22.511 ,04
TOTAL							91.052 ,87

Dari hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *Back Hoe* Komatsu PC 400LC, Volvo EC 480DL, dan Volvo EC 330BLC pada bulan Maret 2018 diperoleh nilai OEE berturut-turut 0.28, 0.17, dan 0.24 ini berarti ke efektifan penggunaan peralatan secara keseluruhan berturut-turut hanya 28%, 17%, dan 24% yang kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%^[10,11].

Maka didapatkan bahwasannya perhitungan menggunakan metode OEE dengan *handbook* komatsu produksi batubara masih belum mencapai targetnya yaitu 299.000 ton. Dari hasil perhitungan menggunakan metode dan tanpa metode didapatkan hasil 91.052,87 yang disebabkan oleh nilai *standby* dan curah hujan yang begitu tinggi sehingga produktivitas dari setiap alat tidak mencapai kinerja yang maksimal berdasarkan target yang telah ditentukan, maka penulis melakukan upaya pengoptimalan jam *standby* alat agar bisa mencapai target yang telah ditentukan.

Dengan itu penulis menggunakan analisis regresi linear sederhana untuk mengetahui batas maksimal nilai *standby* agar dapat mencapai target produksi yang telah ditentukan.

4.8 Perhitungan Waktu Optimal untuk Memenuhi Produksi Batubara dengan Menggunakan Analisis Regresi Linear Sederhana

4.8.1 Variabel Pada Back Hoe EC 480DL, PC 400LC, EC 330BLC

(1) Variabel Back Hoe Volvo EC 480DL

Data pada tabel 9 merupakan salah satu data *standby* alat gali muat, dan data produksi aktual *back hoe* Volvo EC 480DL yang dijadikan sebagai variable X dan Y.

Tabel 9. Data Variabel EC 480DL

X Standby	Y Produksi/hari
10.40	2.234,41
10.70	2.172,26
15.00	1.265,39
5.00	3.374,38
16.60	927,95
12.80	1.729,37
12.00	1.898,09
14.70	1.328,66
11.80	1.940,27
6.20	3.121,30
18.50	527,25
14.20	1.434,11
14.80	1.307,57
16.30	991,22
14.60	1.349,75
12.80	1.729,37
9.20	2.488,61
9.00	2.530,79
12.30	1.834,82
11.60	1.982,45
10.90	2.130,08
12.00	1.898,09
12.60	1.771,55
15.80	1.096,67
13.40	1.602,83
13.50	1.581,74
21.00	0.00
19.00	421,80
15.90	1.075,58
10.20	2.277,71
12.00	1.898,09

Dimana:

Jumlah data (n) = 31

Variabel data (m) = 1

(2) Variabel Back Hoe Komatsu PC 400LC

Data Pada tabel 10 merupakan data, *standby time*, dan data produksi aktual Komatsu PC 400LC yang dijadikan sebagai variable X dan Y.

Tabel 10. Data Variabel PC 400LC

X Standby	Y Produksi/hari
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00

X Standby	Y Produksi/hari
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00
21.00	0.00
16.00	618,24
16.50	555,09
14.30	826,47
17.70	407,07
10.50	1.295,22
11.50	1.171,86
10.00	1.356,89
10.80	1.258,21
8.40	1.554,26
12.50	1.048,51
17.20	468,75
15.50	678,45
17.50	431,74
15.20	715,45
15.40	690,78
14.60	789,47
9.30	1.443,24
10.50	1.295,22
264,40	16.604,91

Dimana:

Jumlah data (n) = 18,

Jumlah Variabel (m) = 1

(3) Variabel Back Hoe Volvo EC 330BLC

Data Pada tabel 11 merupakan data, *standby time*, dan data produksi aktual Volvo EC 330BLC yang dijadikan sebagai variable X dan Y,

Tabel 11. Data Variabel EC 330BLC

X Standby	Y Produksi/Hari
13.60	879,25
14.70	748,55
16.40	546,56
12.80	974,31
17.70	392,10
13.00	950,54
12.20	1.045,60
16.00	594,09
12.40	1.021,83
11.50	1.128,77
19.60	166,35

X Standby	Y Produksi/Hari
14.60	760,44
15.40	665,38
15.90	605,97
16.60	522,80
16.60	522,80
15.20	689,14
14.00	831,73
19.00	237,64
10.30	1.271,35
10.20	451,51
13.20	926,78
13.20	926,78
16.40	546,56
15.00	712,91
14.50	772,32
15.50	653,50
15.00	712,91
17.60	403,98
12.90	962,43
13.00	950,54
454,00	22.575,42

Dimana:

Jumlah data (n) = 31,

Jumlah variabel (m) = 1

4.8.2 Waktu Optimal Memenuhi Produksi Batubara di Pit 1 Utara.

Sampel data yang digunakan pada perhitungan untuk mendapatkan waktu optimal tersebut sebanyak 31 data untuk EC 330BLC dan EC 480LC dan 18 data PC 400LC berdasarkan jumlah hari pada bulan Maret.

(1) Input: Data pada regresi sederhana yang hanya perlu adalah data jam standby alat (X) dan produksi aktual (Y) yang digunakan untuk mendapatkan nilai *standby* maksimal terhadap alat untuk meningkatkan produktivitas dari alat.

(2) Proses:

Adapun proses yang akan dilakukan dengan cara menghitung nilai

a) *Standby Time* (X₁)

b) Produksi (Y)

c) X²

d) Y²

e) XY

Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus regresi sederhana dengan persamaan sebagai berikut:

Regresi Sederhana

$$Y = a + bx \quad (7)$$

Dimana:

Y = Variable Response atau Variabel Akibat (Dependent)

X = Variabel Predictor atau Variabel Faktor Penyebab (Independent)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi (kemiringan); besaran reponse yang di timbulkan oleh predictor

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (8)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (9)$$

Korelasi linear sederhana merupakan alat ukur mengenai hubungan yang diantara variabel terikat (Y) dengan variabel bebas (X). Dengan korelasi linear sederhana ini, keeratan atau kuat tidaknya hubungan (kuat, lemah, atau tidak ada hubungan sama sekali) antara variabel-variabel tersebut dapat diketahui.

Untuk korelasi linear sederhana yang melibatkan satu variabel (X), maka rumus koefisien penentunya (R) atau koefisien determinasi dituliskan sebagai berikut^[12].

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \times \sum y^2}} \quad (10)$$

(3) Output Dari jumlah nilai tersebut maka didapatkan nilai maksimal *standby* alat agar dapat mencapai target produksinya.

4.8.3 Perhitungan Waktu Optimal Back Hoe EC 480DL

Perhitungan waktu optimal *back hote* Volvo EC 480DL dapat dilihat pada uraian berikut:

Tabel 12. Regresi Linear Sederhana EC 480DL

NO	X Standby y	Y Produksi/ha ri	X ²	Y ²	XY
1	10.40	2.234,41	108.16	4.992.585,39	23237.86
2	10.70	2.172,26	114.49	4.718.703,25	23243.16
3	15.00	1.265,39	225.00	1.601.218,94	18980.89
4	5.00	3.374,38	25.00	11.386.445,7	16871.90
5	16.60	927,95	275.56	861.099,96	15404.05
6	12.80	1.729,37	163.84	2.990.721,15	22135.94
7	12.00	1.898,09	144.00	3.602.742,61	22777.07
8	14.70	1.328,66	216.09	1.765.343,88	19531.34
9	11.80	1.940,27	139.24	3.764.643,64	22895.17
10	6.20	3.121,30	38.44	9.742.527,67	19352.07
11	18.50	527,25	342.25	277.989,40	9754.07
12	14.20	1.434,11	201.64	2.056.676,77	20364.39
13	14.80	1.307,57	219.04	1.709.746,00	19352.07
14	16.30	991,22	265.69	982.525,73	16156.96
15	14.60	1.349,75	213.16	1.821.831,33	19706.38
16	12.80	1.729,37	163.84	2.990.721,15	22135.94
17	9.20	2.488,61	84.64	6.193.159,03	22895.17
18	9.00	2.530,79	81.00	6.404.875,75	22777.07
19	12.30	1.834,82	151.29	3.366.562,82	22568.28
20	11.60	1.982,45	134.56	3.930.102,93	22996.41
21	10.90	2.130,08	118.81	4.537.231,77	23217.85
22	12.00	1.898,09	144.00	3.602.742,61	22777.07
23	12.60	1.771,55	158.76	3.138.389,12	22321.53
24	15.80	1.096,67	249.64	1.202.693,34	17327.45
25	13.40	1.602,83	179.56	2.569.066,83	21477.93
26	13.50	1.581,74	182.25	2.501.904,59	21353.50

NO	X Standby y	Y Produksi/ha ri	X ²	Y ²	XY
27	21.00	0.00	441.00	0.00	0.00
28	19.00	421,80	361.00	177.913,22	8014.15
29	15.90	1.075,58	252.81	1.156.88,68	17101.78
30	10.20	2.277,71	104.04	5.187.949,36	23232.61
31	12.00	1.898,09	144.00	3.602.742,61	22777.07
Tota l	404.80	51.922,17	5.642,80	102.837.733,31	602.737,14

Dari data loss time yang terjadi pada saat kegiatan operasional produksi batubara di PT.Bukit Asam Tbk, pada tabel 12 dapat ditentukan waktu optimal dalam memenuhi produksi batubara dengan menggunakan persamaan regresi sederhana. Berdasarkan nilai parameter analisis regresi pada Tabel 12, selanjutnya dapat ditentukan:

(1) Koefisien b dan a

Untuk menghitung koefisien b dan a maka terlebih dahulu harus dihitung:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} = \frac{(51.922,17 \times 5.642,8) - (404,8 \times 602.737)}{(31 \times 5.642,8) - (404,8)^2} = 4.428,73$$

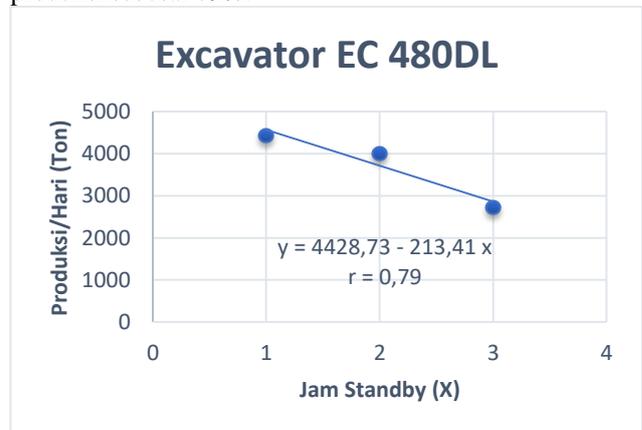
$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} = \frac{(31 \times 602.737) - (404,8 \times 51.992,17)}{(31 \times 5.642,8) - (404,8)^2} = -213,41$$

(2) Relasi Regrasi Sederhana

Dari perhitungan sebelumnya maka dapat ditentukan koefisien korelasi dan koefisien determinannya sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \times \sum y^2}} = \frac{602.737,14}{\sqrt{5.642,80 \times 102.837.737,31}} = 0,79$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa hasil regresi menunjukkan koefisien korelasi adalah sebesar 0,79. Hal ini berarti pengaruh *losstime* terhadap hasil produksi sebesar 79%.



Gambar 3. Gambar Grafik Linear EC 480DL

Dari grafik di atas bisa kita simpulkan bahwasannya nilai standby sangat berpengaruh terhadap nilai produksi, jika standby makin tinggi maka produksi yang akan di capai semakin rendah.

Sehingga, dari persamaan regresi linear sederhana didapatkan waktu optimal dari *losstime* untuk memenuhi target produksi batubara harian sebesar 3.484 ton adalah:

$$Y = 4.428,73 - 213,41 X$$

Maka,

$$3484 = 4.428,73 - 213,41 X$$

Dari persamaan tersebut dapat ditentukan batas maksimal dari *losstime* dalam memenuhi target produksi yang telah Pada penelitian ini *losstime* terbesar disebabkan oleh *standby time*, maka untuk perbaikan waktu kerja efektif *back hoe* Volvo EC 480DL adalah dengan pengurangan *standby time* yang disebabkan oleh faktor manusia. Untuk mendapatkan waktu *standby time* maksimal dalam mencapai produksi batubara harian 3.484 ton dengan data *standby time* aktual perhari.

Sedangkan *standby* maksimal bulan maret 2018 agar mencapai produksi batubara bulan Maret 2018 tercapai adalah $4,42 \times 31 \text{ hari} = 137,02 \text{ hrs/bulan}$.

Sedangkan, berdasarkan data aktual *standby time back hoe* Volvo EC 480DL bulan Maret 2018 adalah 404,8 hrs/bulan. Maka, perlu dilakukan perbaikan terhadap faktor yang bisa dilakukan agar produksi tercapai adalah

direncanakan dengan menentukan nilai maksimum padanilai *standby* :

$$3484 = 4.482 - 210,89 X$$

standby time (X) = 4,42 jam. Jadi, batas *standby time* (X) maksimum dari *losstime* dalam memenuhi produksi batubara adalah sebesar 4,42 jam.

perbaikan terhadap faktor yang disebabkan oleh *standby time* yang diperbolehkan hanya 4,42 jam/hari.

Manfaat dilakukannya analisis regresi linear sederhana pada perhitungan ini adalah untuk mengetahui total *standby time* maksimal dalam satu bulan agar produksi tercapai. Tidak bisa jika hanya berpatokan terhadap *standby time* maksimal dalam satu hari. Karena ada faktor-faktor *standby time* dalam beberapa hari yang tidak bisa dikurangi lagi. Jadi, yang jadi patokan adalah *standby time* maksimal dalam satu bulan. Untuk lebih jelas mengenai pengurangan *losstime* dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 13. Pengurangan Jam *Standby* EC 480DL

Kegiatan	Waktu (Menit/Hari)																															TOTAL					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(menit/bulan)	(jam/bulan)				
Hambatan yang dapat dihindari																																					
Terlambat Mulai kerja Karena Persiapan tidak sesuai jadwal	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	465	8	
Operator melakukan hal lain saat bekerja	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	990	16
Terlambat mulai kerja saat ganti shift	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	630	11
Terlambat bekerja setelah istirahat	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	465	8
Terlambat bekerja setelah shalat jumat		20															20																		100	2	
Dump Truck menunggu di jalan akibat jalur dipakai overburden	50	60	60	30	20	60	20	70	65	66	45	50	30	60	50	60	60	60	110	65	62	60	45	31	140	50	60	80	120	50	70	1859	31				
Berhenti bekerja sebelum waktunya	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1812	30	
Hambatan yang tidak dapat dihindari																																					
Slippery	60	0	95	88	120	0	60	80	60	60	140	190	130	140	181	66	70	60	70	181	40	46	142	214	106	240	120	300	0	0	0	0	3059	51			
Hujan	260	0	425	60	504	0	408	130	20	0	543	60	162	150	228	12	0	0	180	144	90	84	6	276	78	214	78	372	0	0	0	4484	75				
Stuck Dump Hooper																																			0	0	
Telat Mulai kerja karena safoety tolak	20				25							25				21						25													202	3	
Total Waktu Standby	500	190	690	288	779	170	598	410	275	236	838	435	432	460	590	268	240	230	495	500	302	321	323	631	434	639	1260	862	250	180	180	14006	233				
Rusak (menit)															0																						
Waktu Kerja Efektif (menit)	760	1.070	570	972	481	1.090	662	850	985	1.024	422	825	828	800	670	992	1.020	1.030	765	760	958	939	937	629	826	621	0	398	1.010	1.080	1.080	25.054	418				
Waktu Kerja Tersedia	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	1.260	39060	651		

4.8.4 Perhitungan Waktu Optimal Back Hoe PC 400LC

Perhitungan waktu optimal *back hote* Komatsu PC 400LC dapat dilihat pada uraian berikut:

Tabel 14. Regresi Linear Sederhana PC 400LC

NO	X Stand by	Y Produksi /Hari	X ²	Y ²	XY
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NO	X Stand by	Y Produksi /Hari	X ²	Y ²	XY
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	21.00	0.00	441.00	0.00	0.00
14	16.00	618.24	256.00	382.214.53	9.891,76

NO	X Stand by	Y Produksi /Hari	X ²	Y ²	XY
15	16.50	555.09	272.25	308.128.24	9.159,03
16	14.30	826.47	204.49	683.055.64	11.818,55
17	17.70	407.07	313.29	165.704.52	7.205,11
18	10.50	1295.22	110.25	1.677.587.0	13.599,78
19	11.50	1171.86	132.25	1.373.262.8	13.476,42
20	10.00	1356.89	100.00	1.841.161.3	13.568,94
21	10.80	1258.21	116.64	1.583.094.4	13.588,68
22	8.40	1554.26	70.56	2.415.725.3	13.055,79
23	12.50	1048.51	156.25	1.099.371.1	13.106,36
24	17.20	468.75	295.84	219.722.06	8.062,42
25	15.50	678.45	240.25	460.290.33	10.515,93
26	17.50	431.74	306.25	186.398.56	7.555,43
27	15.20	715.45	231.04	511.873.28	10.874,89
28	15.40	690.78	237.16	477.180.32	10.638,05
29	14.60	789.47	213.16	623.255.93	11.526,20
30	9.30	1443.24	86.49	2.082.946.8	13.422,15
31	10.50	1295.22	110.25	1.677.587.0	13.599,78
Tot al	264.4	16.604.9	3.893.4	17.768.559,	204.665,2

Dari data loss time yang terjadi pada saat kegiatan operasional produksi batubara di PT.Bukit Asam Tbk, pada tabel 14 dapat ditentukan waktu optimal dalam memenuhi produksi batubara dengan menggunakan persamaan regresi sederhana. Berdasarkan nilai parameter analisis regresi pada Tabel 13, selanjutnya dapat ditentukan:

(1) Koefisien b dan a

Untuk menghitung koefisien b dan a maka terlebih dahulu harus dihitung:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(16.604,91 \times 3.893) - (264,40 \times 204.665)}{(18 \times 3.893) - (264,40)^2}$$

$$= 63.187,04$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(18 \times 204.665) - (264,40 \times 16.604,91)}{(18 \times 3.893) - (264,40)^2}$$

$$= -4.238,5$$

Pada perhitungan di atas di dapatkan nilai a sebesar 63.187 dan b sebesar -4.238,5 dikarenakan banyaknya waktu rusak alat sehingga produksi 13 hari yang tidak bekerja di tumpukkan kepada kinerja 18 hari. Maka penulis membagi nilai di atas dengan jumlah hari yang tidak menghasilkan produksi (13) sehingga di dapatkan nilai a sebesar 4.860,54 dan b sebesar -326.

(2) Relasi Regrasi Sederhana

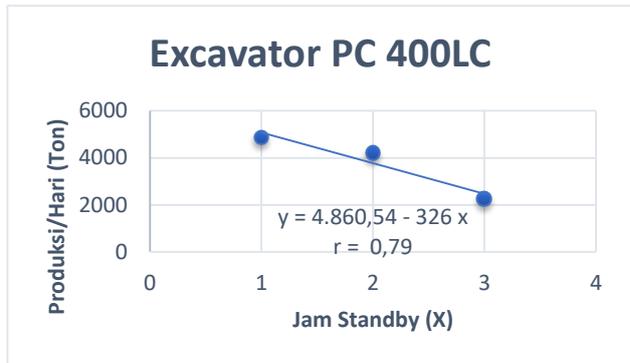
Dari perhitungan sebelumnya maka dapat ditentukan koefisien korelasi dan koefisien determinannya sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \times \sum y^2}}$$

$$r = \frac{204.665,2}{\sqrt{3.893 \times 17.768.559,61}}$$

$$r = 0,79$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa hasil regresi menunjukkan koefisien korelasi adalah sebesar 0,79. Hal ini berarti pengaruh *losstime* terhadap hasil produksi sebesar 79



Gambar 4. Grafik Linear PC 400LC

Dari grafik di atas bisa kita simpulkan bahwasannya nilai standby sangat berpengaruh terhadap nilai produksi, jika standby makin tinggi maka produksi yang akan di capai semakin rendah.

Sehingga, dari persamaan regresi linear sederhana didapatkan waktu optimal dari *losstime* untuk memenuhi target produksi batubara harian sebesar 3.484 ton adalah:

$$Y = 4.860,54 - 326 X$$

Maka,

$$3.484 = 4.860,54 - 326 X$$

Dari persamaan tersebut dapat ditentukan batas maksimal dari *losstime* dalam memenuhi target produksi yang telah direncanakan dengan menentukan nilai maksimum padanilai *standby* :

$$3.484 = 4.860,54 - 326 X$$

standby time (X) = 4,2 jam. Jadi, batas *standby time* (X) maksimum dari *losstime* dalam memenuhi produksi batubara adalah sebesar 4,2 jam.

Pada penelitian ini *losstime* terbesar disebabkan oleh *standby time*, maka untuk perbaikan waktu kerja efektif *back hoe* Komatsu PC 400LC adalah dengan pengurangan *standby time* yang disebabkan oleh faktor manusia. Untuk mendapatkan waktu *standby time* maksimal dalam mencapai produksi batubara harian 3.484 ton dengan data *standby time* aktual perhari.

Sedangkan *standby* maksimal bulan maret 2018 agar mencapai produksi batubara bulan Maret 2018 tercapai adalah $4,2 \times 31 \text{ hari} = 130,02 \text{ hrs/bulan}$.

Sedangkan, berdasarkan data aktual *standby time back hoe* Komatsu PC 400LC bulan Maret 2018 adalah 264,4 hrs/bulan. Maka, perlu dilakukan perbaikan terhadap faktor yang bisa dilakukan agar produksi tercapai adalah perbaikan terhadap faktor yang disebabkan oleh *standby time* yang diperbolehkan hanya 4,2 jam/hari.

Manfaat dilakukannya analisis regresi linear sederhana pada perhitungan ini adalah untuk mengetahui total *standby time* maksimal dalam satu bulan agar produksi tercapai. Tidak bisa jika hanya berpatokan terhadap *standby time* maksimal dalam satu hari. Karena ada faktor-faktor *standby time* dalam beberapa hari yang tidak bisa dikurangi lagi. Jadi, yang jadi patokan adalah *standby time* maksimal dalam satu bulan. Untuk lebih jelas mengenai pengurangan *losstime* dapat dilihat pada Tabel berikut:

4.9 Perhitungan Produksi Batubara dengan Menggunakan Metode OEE Setelah Perbaikan Standby Time

4.9.1 Pengertian OEE

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^[11,13].

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan metode *Total Productive Maintenance*. *Overall Equipment Effectiveness* 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 (Denso, 2006) yaitu: *Start up Loss, Set up or Adjustment Loss, Cycle time Losses, Speed Loss, Breakdown Loss, dan Defect Loss*^[14]. Berikut adalah faktor yang akan diitung pada komponen OEE:

4.9.2 Availability Factor (A)

Ketersediaan alat dengan suatu peralatan yang operasi dapat diitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (11)$$

Dimana:

AT = Available Time

TT = Total Calendar Time

4.9.3 Utilization Faktor (U)

Maksudnya adalah pemanfaatan menandakan penggunaan produktif jam tersedia dapat dihitung dengan persamaan:

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (12)$$

Dimana:

UT = Utilization Time

AT = Available Time

4.9.4 Speed Faktor (S)

Faktor kecepatan adalah *ratio* waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{CTp}{CTa} \quad (13)$$

Dimana:

CTp = Planned Cycle Time

CTa = Aktual Cycle Time

4.9.5 Bucket Fill Factor (B)

Yaitu menandakan kegunaan produktif kapasitas bucket, kuantitas bucket yang dimuat secara aktual dibandingkan dengan output aktual:

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (14)$$

4.9.6 OEE Of Equipment

$$OEE = A \times U \times S \times B$$

Dari persamaan diatas didapatkan

$$OEE = \frac{AA}{TT} \times \frac{UT}{AT} \times \frac{EOT}{UT} \times \frac{NOT}{EOT} = \frac{NOT}{TT}$$

4.9.7 Untuk Menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus^[11,14]:

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE \quad (15)$$

Maka diperoleh O yaitu *output* produksi dalam jangka waktu tertentu (m³).

Tabel 18. Perhitungan OEE Setelah Perbaikan Jam Standby

EXC	A	U	S	B	OEE	O (m3) (aktual)	TON(aktual)
PC 400 LC	0.88	0.40	0.94	0.99	0.32	48.794,1	61.480,653
EC 480 DL	0.88	0.64	0.88	0.96	0.47	118.541,2	149.361,951
EC 330 BLC	0.88	0.76	0.95	0.97	0.62	122.737,2	154.648,984
TOTAL							365.491,589

Dari hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *Back Hoe* Komatsu PC 400LC, Volvo EC 480DL, dan Volvo EC 330BLC pada bulan Maret 2018 diperoleh nilai OEE berturut-turut 0,33, 0,47, dan 0,76 ini berarti ke efektifan penggunaan peralatan secara keseluruhan berturut-turut hanya 33%, 47%, dan 76% yang kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%.

Setelah waktu standby dikurangi berdasarkan dengan perhitungan regresi linear sederhana banyak pengurangan terhadap waktu standby yang dapat dihindari sehingga produktivitas yang dihasilkan oleh alat gali muat menjadi meningkat dan menghasilkan produksi sebesar 365.491,589 ton/bulan dari target yang ditentukan 299.000.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan produktivitas setiap alat gali muat PC 400LC, EC 480DL, EC 330BLC didapatkan nilai produktivitas alat yaitu 98,13 m³, 167,30 m³, 94,03 m³ dimana masing-masing produktivitas alat di dapat melalui nilai *cycle time* alat.
2. Dari hasil perhitungan produksi alat gali *excavator* pada Bulan Maret 2018 secara aktual hasil Produksi

batubara *Excavator* bulan Maret 2018 adalah 91.058,55 ton/bulan dari target 299.000 ton/bulan.

3. Hasil Perhitungan produksi menggunakan metode OEE setelah dilakukannya perbaikan waktu kerja dengan mengurangi waktu *standby* masing-masing alat dan meningkatkan jam operasi maka diperoleh produksi sebagaiil Produksi *Excavator* bulan Maret 2018 adalah 365.491,58 ton/bulan dari target 299,000 ton/bulan.

5.2 Saran

1. Perlunya meminimalisir jam *standby* dan *breakdown*, untuk meningkatkan EU masing-masing alat dengan menggunakan analisis regresi berganda maupun sederhana.
2. Perlunya meminimalisir *standby time* yang disebabkan oleh manusia pada alat gali muat *back hoe* dengan cara meningkatkan kesadaran akan kedisiplinan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan.
3. Perlu dilakukan perbaikan seminimal mungkin pada beberapa peralatan tambang yang sering mengalami kerusakan.

Daftar Pustaka

- [1] Sugioyono, *Metodologi Penelitian Kuantitatif*, dan R & D. Jakarta:Alfabeta.(2017).
- [2] A. Muri Yusuf, *Metodologi Penelitian*. Padang: UNP Press.(2013).
- [3] Prodjosumarto, Partanto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.(1995).
- [4] Indonesianto, Y. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “V” Yogyakarta.(2012).
- [5] Sumarya, *Bahan Ajar Peraslatan Tambang dan Penanganan Material*.(2012).
- [6] Rahman, Saipul dkk. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Liebherr 9400 Dalam Kegiatan Pemindahan Overburden Di PT Rahman Abdijaya Job Site PT Adaro Indonesia* . Vol 2, No : 3.(2017).
- [7] Hambali dkk. *Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Pada PT Pama Persada Nusantara Distrik KCMB*. Vol 2, No : 1.(2017).
- [8] Anisari, Rezky. *Produktivitas Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet Di PT Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan* . Vol 16, No : 1.(2016).
- [9] Anonim. . “*Spesification & Aplication Handbook*”. Japan: Komatsu.(2009).
- [10] Nakajima, S. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press Inc. Portland, p. 21.(1988).
- [11] Ida Nursanti dkk. *Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Packing untuk Meningkatkan Nilai Availability Mesin*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol.13, No. 1, Juni 2014.(2014).
- [12] M. Iqbal, Hasan. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1*. Jakarta: Bumi Aksara.(1991).
- [13] Handoko Murjianto Tri. *Evaluasi Rencana Penerapan Total Productive Maintenance Untuk Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.Departemen Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Suarakarta.(2006).
- [14] Betrianis, Robby. *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai Dasar Usaha Perbauikan Proses Manufaktur pada Lini Produks*.Jurnal Teknik Industri.Vol.7, NO. 2, Desember 2005: 91-100.(2005).