

Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Pada Kegiatan Ore Getting di PT. Bhakti Karya Mandiri Jobsite KM. 17, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau – Kalimantan Barat

Jefri Julianda Putra^{1*}, Mulya Gusman^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*jefrijulianda95@gmail.com

**mulyagusman@ft.unp.ac.id

Abstract. Based on data from bauxite production in April 2019 at PT. Bhakti Karya Mandiri, bauxite production did not reach the target. the production target is 25000 bcm. but the production achieved was only 16,916 bcm. This is caused by wasted work time and disruption time which causes operating time and productivity to be low. To determine the potential for improving the production process and the effectiveness of using equipment, an analysis using the overall shipping effectiveness (OEE) method needs to be done. After analysis and improvement methods were carried out, the production of Kobelco SK 330 exceeded the planned target which was previously 16,916 bcm to 25,629 m³. But the OEE value is still <61% not yet achieved the world class OEE> 85%, it can be concluded that the use of equipment is not optimal. Better to make improvements to reduce wasted working hours

Keywords: Bauxite Mining, Overall Shipping Effectiveness (OEE) Method, Production, Excavator, and Dump Truck

1 Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi bauksit yang relatif besar terutama di Pulau Bintan dan Kalimantan Barat. Namun cadangan bauksit di Pulau Bintan khususnya di daerah Kijang hanya tersisa beberapa juta ton lagi karena sudah ditambang sejak tahun 1935. Sebaliknya cadangan bauksit yang terdapat di Kalimantan Barat umumnya belum dieksploitasi secara optimal dan diperkirakan berjumlah besar^[1]. Kalimantan Barat memiliki sumber daya bauksit yang cukup besar, bahkan terbesar di Indonesia mencapai 3.268.533.344 ton, cadangan sebesar 1.129.154.090 ton tersebar secara luas di Kabupaten Pontianak, Bengkayang, Sanggau, Mempawah, Landak, Ketapang, Sekadau, Kubu Raya, dan Kayong utara^[2].

PT. Bhakti Karya Mandiri adalah perusahaan bergerak dibidang jasa alat berat yang berkantor pusat di kota Pontianak, Kalimantan barat. PT.Bhakti Karya Mandiri umumnya banyak bekerja dibagian proyek pemerintah seperti pembuatan gudang, pembuatan irigasi untuk desa, serta perkebunan seperti sawit yang ada di Kalimantan Barat. Namun perusahaan mulai masuk ke

bidang pertambangan pada tahun 2017 dan mulai aktif beroperasi pada tahun 2018 dengan keluarnya Izin Usaha Jasa Pertambangan (IUJP) untuk perusahaan PT. Dinamika Sejahtera Mandiri yang memiliki tambang bauksit seluas 11.178 Hadi Desa Teraju, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.

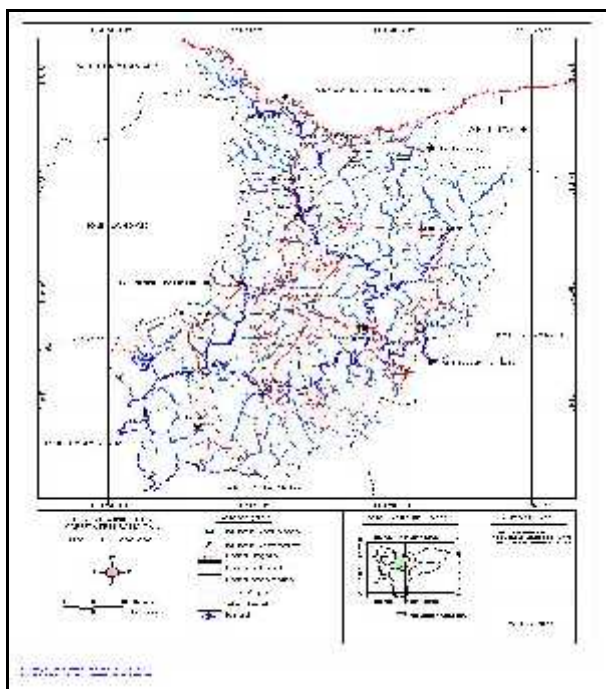
Bauksit adalah bahan heterogen, yang mempunyai mineral dengan susunan terutama dari oksida aluminium, yaitu berupa mineral buhmit ($Al_2O_3.H_2O$) dan mineral gibsit ($Al_2O_3.H_2O$). Menurut Sukandarrumidi (2009), bauksit merupakan kelompok mineral aluminium hidroksida seperti gibsit- $Al_2O_3.H_2O$; boehmit- $Al_2O_3.3H_2O$; diaspor $Al_2O_3.H_2O$.^[3]

PT. Bakti Karya merupakan perusahaan yang baru memulai masuk di bidang pertambangan sehingga banyaknya manajemen yang kurang baik dalam operasi. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengalaman para karyawan PT. Bhakti Karya Mandiri untuk bidang pertambangan yang dimiliki PT. Bhakti Karya Mandiri. Akibat hal tersebut perencanaan untuk kegiatan penambangan terutama pada kegiatan *ore getting* seperti *setting* alat muat dan alat angkut yang tidak optimal dan banyak pula waktu

yang terbangun dalam kegiatan operasi dengan bukti banyaknya waktu *standby* yang terjadi, seperti lambatnya para pekerja menuju lapangan, terlalu cepatnya para pekerja istirahat, lambat memulai kerja kembali, serta terlalu cepatnya pekerja selesai bekerja. Hal ini terjadi terus menerus yang menyebabkan target produksi yang sebesar 25.000 bcm tidak tercapai.

2 Lokasi Penelitian

Secara administratif daerah penyelidikan terletak di Desa Teraju, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Letak geografis Kabupaten Sanggau terletak pada koordinat 1°00" LU - 0°06' LS dan 109°08' BT-111°03' BB. Gambar 1 berikut merupakan peta administrasi Kabupaten Sanggau.



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Sanggau^[4]

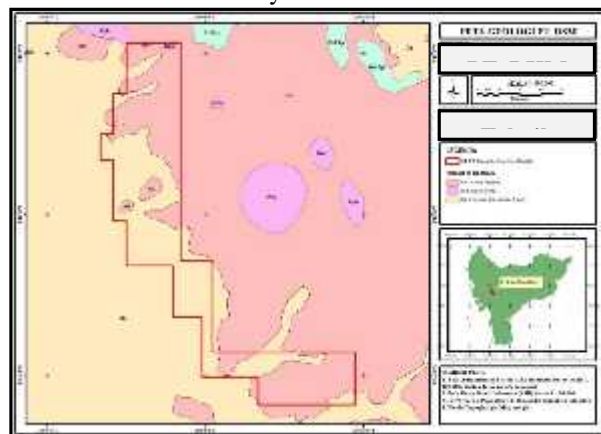
Secara administratif daerah penyelidikan terletak di Desa Teraju, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Letak geografis Kabupaten Sanggau terletak pada koordinat 1°00" LU - 0°06' LS dan 109°08' BT-111°03' BB. Gambar 1 berikut merupakan peta administrasi Kabupaten Sanggau.

Daerah penelitian berada di wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Dinamika Sejahtera Mandiri yang secara administratif terletak di Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat yang luasnya adalah 11.178 Ha. Secara administratif Kecamatan Toba memiliki batas-batas wilayah Kabupaten Sanggau adalah sebagai berikut :

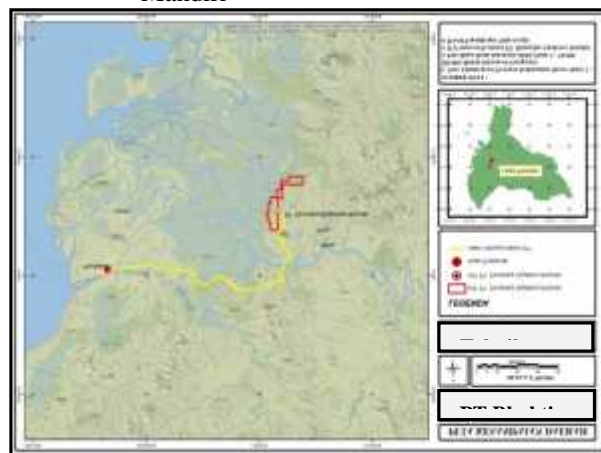
- Sebelah Utara dengan Malaysia Timur (Sarawak)
- Sebelah Selatan dengan Kabupaten Ketapang
- Sebelah Timur dengan Kabupaten Sekadau
- Sebelah Barat dengan Kabupaten Landak dan Kabupaten Kubu Raya

Secara administratif lokasi penelitian masuk ke dalam wilayah Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Alternatif pencapaian lokasi dapat diuraikan sebagai berikut :

- Dari Pontianak menuju Kecamatan Tayan Hilir melalui Jalan *Trans* Kalimantan dengan menggunakan kendaraan roda 4 (empat) sejauh kurang lebih 52,8 km dibutuhkan waktu selama 1 jam 15 menit.
- Dari Kecamatan Tayan Hilir menuju lokasi tambang sejauh 89,3 km ke arah Timur selama 1 jam 38 menit melalui Jembatan Tayan.



Gambar 2. Peta Geologi PT. Dinamika Sejahtera Mandiri^[4]



Gambar 3. Peta Kesampaian Daerah Lokasi IUP^[4]

2.1 Iklim dan Curah Hujan

Pada umumnya iklim di daerah Kabupaten Sanggau adalah beriklim tropis basah (subtropis) mengingat daerah ini dilalui oleh garis khatulistiwa. Sehubungan dengan itu, maka dikenal adanya dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Biasanya di antara kedua musim tersebut terdapat musim pancaroba yaitu terjadinya perubahan cuaca, suhu udara, tingkat kelembaban udara, panjang sinar matahari serta arus angin. Hal ini terjadi sebagai akibat di musim panas seringkali terjadi turun hujan, sementara pada musim hujan juga dijumpai teriknya matahari.

Tingkat curah hujan di Kabupaten Sanggau berdasarkan stasiun pengukur hujan, bahwa hari hujan di wilayah ini setiap tahun mengalami perubahan cuaca yang sulit untuk diprediksi. Terkadang bulan Juni sampai dengan

Agustus merupakan bulan-bulan kering karena curah hujan tergolong sangat rendah. Sebaliknya, pada bulan-bulan September sampai dengan bulan Februari dapat digolongkan ke dalam musim hujan.

2.2 Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Lokasi kegiatan penelitian yang bertempat di PT. Dinamika Sejahtera Mandiri sendiri berada di ketinggian antara 0 – 400 mdpl. Pada lokasi IUP di PT. Dinamika Sejahtera Mandiri sendiri memiliki kontur yang tergolong landai. Lokasi kontur dengan karakteristik rapat berada pada bagian timur, selatan, barat laut, utara dan juga timur laut.

2.3 Keadaan Stratigrafi Tambang PT. Bhakti Karya Mandiri

Lokasi penambangan dan pengelolaan hasil tambang bijih bauksit ditunjukkan pada Peta Geologi Lembar Pontianak terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung. Pada penampang stratigrafi secara regional diketahui urutan batuan dari yang paling muda sampai yang paling tua adalah sebagai berikut:

- Endapan *Alluvial* (Qa)
Endapan *Alluvial* (Qa), berumur Kuartar terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, dan sisa tumbuhan.
- Endapan Talus (Qs)
Endapan Talus (Qs), terdiri dari kerikil dan pasir.
- Batuan Terobosan Sintang (Toms)
Batuan Terobosan Sintang (Toms), berumur Tersier terdiri dari Andesit Porfir.
- Batupasir Sekayam (Tos)
Batupasir Sekayam (Tos), terdiri dari arenit litos kelabu kehijauan, setempat kerikilan, berselingan dengan batulumpur.
- Formasi Tebidah (Tot)
Formasi Tebidah (Tot), perselingan wake litos dan batulumpur.
- Batuan Gunungapi Kerabai (Kuk)
Batuan Gunungapi Kerabai (Kuk), berumur Mesozoikum terdiri dari lava Andesit, Dasit dan Basal, Breksi lava, piroklastik dan intrusi-intrusi kecil.
- Batupasir Kempari (Kuke)
Batupasir Kempari (Kuke), terdiri dari arenit kuarsa dan arenit litos, setempat kerikilan.
- Granit Sukadana (Kus)
Granit Sukadana (Kus), terdiri dari Monzogranit, Syenogranit, Monzonit Kuarsa, Syenit Kuarsa, Granit Feldspar Alkali, dan sedikit Granodiorit, Tonalit, Diorit Kuarsa. Batuan mengandung sejumlah Biotit dan Hornblende yang bervariasi, dan kadang-kadang Klinopiroksen dan Amfibol Alkali.
- Gabro Biwa (Kub)
Gabro Biwa (Kub), terdiri dari Gabro Hornblenda-Klinopiroksen kadang-kadang dengan Biotit, Hipersten dan Olivine: sedikit Diorite Hornblenda dengan atau tanpa Klinopiroksen. Beberapa Gabro menunjukkan tekstur berlapis.
- Granit Laur (Kll)
Granit Laur (Kll), terdiri dari Monzogranit Biotit-Hornblenda, sedikit Syenogranit Biotit dan Granodiorit Hornblenda-Biotit.

- Tonalit Sepak (Kls)
Tonalit Sepak (Kls), terdiri dari Granodiorit dan Tonalit Biotit-Hornblenda, Diorit Kuarsa, sedikit Diorit dan Monzogranit.
- Tonalit Sepauk, berfoliasi (Kls)
Tonalit Sepauk, berfoliasi (Kls), terdiri dari Tonalit Biotit-Hornblenda, Granodiorit, Diorit Kuarsa; umumnya berfoliasi.
- Batuan Malihan Pinoh (PzRp)
Batuan Malihan Pinoh (PzRp), berumur Paleozoikum terdiri dari Batusabak, batutanduk, filit, kuarsit, sekis, amfibolit, genes dan migmatit.

3 Kajian Teori

Metode penambangan secara umum terbagi menjadi dua macam antara lain tambang terbuka (*surface mining*) dan tambang dalam (*underground mining*). Tambang terbuka biasanya dilakukan dengan cara pengupasan *overburden* atau lapisan tanah penutup untuk mendapatkan material yang telah direncanakan sebagai target produksi. Pada *surface mining*, semua aktifitasnya berhubungan langsung dengan udara luar. Sedangkan *underground mining* dilakukan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar^[5].

Kegiatan penambangan yang sedang dilakukan oleh PT. Bhakti Karya Mandiri menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode konvensional. Metode ini menggunakan *excavator* sebagai alat gali muat dan *dump truck* sebagai alat angkut.

3.1 Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu edar alat gali – muat terdiri dari waktu penggalian material yakni waktu yang diperlakukan *excavator* untuk memuat bahan galian, waktu *swing* isi yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk menggerakkan lengannya keatas bak *dump truck* dengan kondisi *bucket* sedang terisi bahan galian, waktu menumpahkan muatan yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk mencurahkan bahan galian kedalam bak *dump truck*, dan waktu *swing* kosong yakni waktu yang diperlukan *excavator* untuk menggerakkan lengannya kembali ke tumpukan bahan galian dengan kondisi *bucket* kosong. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat gali muat yaitu^[6]:

$$C_m = T_{ex} + T_{swl} + T_{du} + T_{swe} \quad (1)$$

Keterangan :

C_m = Cycle time gali-muat (detik)

T_{ex} = Waktu *excavating* (detik)

T_{swl} = Waktu *swing loaded* (detik)

T_{du} = Waktu *dumping* (detik)

T_{swe} = Waktu *swing empty* (detik)

Waktu edar sangat penting pengaruhnya terhadap produksi kerja alat karena waktu edar menjadi variabel dalam perhitungan jumlah *ritase* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat angkut yaitu^[6]:

$$C_{ta} = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \quad (2)$$

Keterangan :

Ta1 = Waktu mengatur posisi untuk diisi muatan (menit)
 Ta2 = Waktu diisi muatan (menit)
 Ta3 = Waktu mengangkut muatan (menit)
 Ta4 = Waktu *manuver* alat angkut
 Ta5 = Waktu menumpahkan muatan (menit)
 Ta6 = Waktu kembali kosong (menit)

3.2 Produktivitas Alat

3.2.1 Produktivitas Alat Gali Muat

Kemampuan produktivitas alat gali muat adalah besar produktivitas yang dicapai dalam kenyataan alat gali muat berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini. Untuk memperkirakan produktivitas alat gali muat, dapat digunakan rumus berikut ini^[6]:

$$q = q1 \times k \quad (3)$$

Keterangan:

q = Kapasitas produksi persiklus (m3, cu yd3)
 q1 = Kapasitas *bucket* (m3, cu yd3)
 k = *bucket fill Factor*

Setelah mengetahui kapasitas dari *bucket excavator*, dapat dihitung produktivitas tersebut yaitu dengan rumus berikut^[6]:

$$Q = q \times 3600 / C_m \times E \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Produksi perjam (m3/jam)
 q = Kapasitas produksi persiklus (m3, cu yd3)
 C_m = *Cycle time* (detik)
 E = Efisiensi kerja

3.2.2 Produktivitas Alat Angkut

Terkait dengan alat angkut dimana produktivitas sangat dipengaruhi oleh jarak, maka itu proses penganalisaan terhadap produktivitas alat angkut akan terfokuskan terhadap pengaruh jarak dari pengangkutan terhadap produktivitas alat angkutnya. Dalam perhitungan produktivitas alat angkut, perlu dihitung kapasitas *vessel dump truck* dengan persamaan^[6]:

$$C = n \times q1 \times k \quad (5)$$

Keterangan:

C = Produksi persiklus (m3, cu yd3)
 n = jumlah pengisian alat muat ke alat angkut
 q1 = Kapasitas *bucket* (m3, cu yd3)
 k = *bucket fill Factor*

Sedangkan untuk estimasi jumlah *dump truck* yang diperlukan (M) rumusnya adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{\text{waktu edar dump truck}}{\text{waktu loading}} = \frac{C_{mt}}{n \times C_m} \quad (6)$$

Keterangan:

M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan
 n = Jumlah *bucket* yang diperlukan untuk pengisian
 C_m = Waktu edar alat gali muat (menit)
 C_{mt} = Waktu edar *dump truck* (menit)

Analisis produktivitas *dump truck* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = C \times 60 / C_{mt} \times E_t \times M \quad (7)$$

Keterangan:

P = Produktivitas *dump truck* (m3/jam)
 C = Produksi persiklus (m3, cu yd3)
 C_{mt} = Waktu Siklus *dump truck*
 E_t = Efisiensi *dump truck*
 M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan

3.3 Ketersediaan Penggunaan Alat

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya antara lain^[7,8]:

3.3.1 Mechanical availability (MA)

Mechanical availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100 \% \quad (8)$$

Keterangan:

W = Jam kerja efektif alat
 R = Jam perbaikan alat
 S = Jam *standby* alat

3.3.2 Physical availability (PA)

Physical availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \quad (9)$$

3.3.3 Use Of availability (UA)

Angka *Use of availability* dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persamaannya adalah:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \quad (10)$$

3.3.4 Effective Utilization (EUT)

Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah:

$$Eut = \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \quad (11)$$

3.4 Metode Overall Equipment Effectiveness

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. *Six Big Losses* merupakan penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal yaitu: *breakdown losses, set up or adjustment losses, stoppages losses, speed losses, rework losses dan defect losses*^[10].

Adapun komponen OEE dan semua *losses* yang terkait dengan *time*, *speed* dan *bucket-capacity utilization* untuk peralatan yang digunakan dalam industri penggalian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Komponen OEE^[10]

Berikut adalah faktor yang akan di hitung pada komponen OEE^[8]:

a. *Availability Factor* (A)

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

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (12)$$

Dimana:

AT = *Available time*

TT = *Total calender time*

b. *Utilization Factor* (U)

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

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (13)$$

Dimana:

UT = *Utilization time*

AT = *Available time*

c. *speed Factor* (S)

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

$$S = \frac{CTp}{CTa} \quad (14)$$

Dimana:

CTp = *Planned cycle time*

CTa = *Aktual cycle time*

d. *Bucket Fill Factor* (B)

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

$$B = \frac{Oac}{Opc} \quad (15)$$

e. OEE Of BELT *Equipment*

Dari persamaan diatas didapatkan:

$$OEE = \frac{AA}{TT} \times \frac{UT}{AT} \times \frac{EOT}{UT} \times \frac{NOT}{EOT} = \frac{NOT}{TT} \quad (16)$$

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE \quad (17)$$

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

4 Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitan kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu^[8,9]. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau juga dapat dikuantitatifkan. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini juga termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*).

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan sebagian besar data yang dipakai adalah data sekunder yang didapatkan dari perusahaan.

4.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

4.2.2 Pengambilan Data

Pelaksanaan penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Pada penelitian ini didapatkan data primer berupa data *cycle time excavator* untuk pengupasan *overburden* dari *front area* menuju *disposal area*.

2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini yaitu data curah hujan, peta kesampaian daerah, peta geologi, target produksi, hasil produksi aktual bulan April tahun 2019, ketersediaan unit, jenis *excavator*, jenis *dump truck*, efisiensi kerja, kapasitas *bucket* dan *vessel*.

4.2.3 Pengolahan Data

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

4.2.4 Pembahasan

Hasil pengolahan data berupa produktivitas alat, produksi alat, waktu efektif baru setelah dilakukan analisis dan ketercapaian target produksi.

4.2.5 Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian dengan melakukan penyusunan laporan berdasarkan data-data yang telah diperoleh dari pengamatan, pengukuran, dan percobaan.

4.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data.

5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Data

5.1.1 Jadwal Kerja

Dari penelitian yang telah penulis lakukan di PT. Bhakti Karya Mandiri maka penulis mendapatkan data seperti tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Tabel jam kerja

No. Shift	Kegiatan	Senin – Sabtu		Minggu	
		Jam (WIB)	Waktu (Menit)	Jam (WIB)	Waktu (Menit)
I	Masuk Kerja	07:00	0	Ibadah	0
	Kerja Produktif	07:00 - 12:00	300	Ibadah	0
	Istirahat	12:00 - 13:00	60	Ibadah	0
	Kerja Produktif	13:00 - 17:00	240	13:00 - 17:00	240
	Stop kerja	17:00	0	17:00	0
	Jumlah		600		240

Dari tabel 1 dapat diperoleh jumlah jam kerja normal rata-rata per bulan (menit), adalah :

- Waktu total satu hari kerja senin-sabtu = 600 menit x 26 hari = 15.600 menit
- Waktu total untuk hari minggu = 240 menit x 4 hari dalam satu bulan = 960 menit
- Waktu istirahat = 60 menit x 26 hari = 1.560 menit
- Sehingga jam efektif kerja dalam sebulan adalah = 15.600 + 960 – 1.560 (waktu istirahat) = 15.000 menit = 250 jam/ bulan

5.1.2 Pengambilan Data Waktu Edar

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan alat berat untuk menyelesaikan suatu proses gerakan: mulai dari gerakan awal hingga akhir dan kembali kesemula atau awal

(menggali, memuat, mengangkut, membuang, manuver, kembali).

Pengambilan data yang dilakukan di Bhakti Karya Mandiri pada pit KM17 satu fleet ore getting, dimana alat yang dianalisis pada fleet tersebut adalah 1 unit excavator Kobelco SK330 dengan data waktu edar rata-rata yaitu 23,86 detik.

5.1.3 Alat Gali Muat Excavator Kobelco SK330

a. Data Jam Kerja

Berikut adalah data jam kerja Excavator Kobelco SK330 bulan April 2019.

Tabel 2. Data Jam Kerja

Excavator	Jam Tersedia (jam)	Jam Operasi (jam)	Jam repair/ breakdown (jam)	Jam standby (jam)
Kobelco SK330	250	153,17	0	96,60

Dari data jam kerja Excavator Kobelco SK330 bulan April 2019 maka dapat dihitung MA, UA, PA, dan EU dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1) Physically Availability

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\%$$

$$PA = \frac{153,17 + 96,60}{153,17 + 96,60 + 0} \times 100\% = 100\%$$

2) Use of Availability

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{153,17}{153,17 + 96,60} \times 100\% = 61,32\%$$

3) Mechanical Availability

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

$$MA = \frac{153,17}{153,17 + 0} \times 100\% = 100\%$$

4) Effective Utilization

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\%$$

$$EU = \frac{153,17}{153,17 + 96,60 + 0} \times 100\% = 61,32\%$$

Tabel 3. Nilai MA, UA, PA, dan EU Excavator Kobelco SK 330

Excavator	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Kobelco SK 330	100	100	60,32	60,32

5.2 Analisis dan Pembahasan

5.2.1 Perhitungan Produktivitas Excavator Kobelco SK-330

Produktivitas Excavator Kobelco SK 330 dapat dihitung berdasarkan spesifikasi alat^[11] dan dengan rumus dibawah ini.

Diketahui:

$$q_1 = 1,6 \text{ m}^3$$

$$k = 1$$

$$C_m = 23,86 \text{ detik}$$

$$E = 0,61$$

$$SF = 0,75$$

Maka, produktivitas alat gali – muat Kobelco SK330 adalah

$$Q = \frac{q \times k \times 3600 \times E}{C_m} \times SF$$

$$Q = \frac{1,6 \text{ m}^3 \times 1 \times 3600 \text{ detik} \times 0,61}{23,86 \text{ detik}} \times 0,75$$

$$Q = 110,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka, produktivitas dalam 1 bulan adalah

$$Q (\text{bulan}) = 110,44 \text{ m}^3/\text{jam} \times 153,17 \text{ jam}$$

$$Q (\text{bulan}) = 16.916,09 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

Jadi, produktivitas *Excavator* Kobelco SK 330 bulan April 2019 adalah 16.916,09 m³/bulan yang jauh dari target produktivitas sebesar 25.000 m³/bulan dengan persentase kurangnya target produksi adalah 29% dapat disimpulkan pada bulan April 2019 produktivitas *Excavator* Kobeco SK 330 tidak mencapai target.

5.2.2 Perhitungan Match Factor

Match Factor dari Kobelco SK330 dapat dihitung berdasarkan data dibawah ini.

$$nH = 15 \text{ unit}$$

$$n = 6$$

$$C_{tm} = 23,86 \text{ detik}$$

$$nM = 1$$

$$C_{th} = 1753,17 \text{ detik}$$

Maka *match factor*-nya adalah

$$MF = \frac{nH \times n \times C_{tm}}{nM \times C_{th}}$$

$$MF = \frac{15 \times 6 \times 23,86 \text{ detik}}{1 \times 1753,17 \text{ detik}}$$

$$MF = 1,2$$

MF > 1, berarti faktor kerja alat muat 100% dan faktor kerja alat angkut kurang dari 100% atau kemampuan alat muat lebih besar dari kemampuan alat angkut, akibatnya waktu tunggu alat angkut besar.

2.5.3 Perhitungan Produksi dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Berikut ini adalah data untuk perhitungan OEE alat gali-muat Kobelco SK330.

Tabel 4. Available time, Cycle time Rencana dan Aktual, serta Kapasitas bucket rencana dan aktual

Exca	TT (jam)	CTp (detik)	CTa (detik)	Opc (m ³)	Oac (m ³)
Kobelco SK 330	250	20	23,86	1,6	1,6

a. Perhitungan *Avaibility Factor*, *Utilization Factor*, *Speed Factor*, dan *Bucket Fill Factor*

1) *Avaibility Factor* (A)

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{250 \text{ jam}}{250 \text{ jam}}$$

$$A = 1$$

2) *Utilization Factor*

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{153,17 \text{ jam}}{250 \text{ jam}}$$

$$U = 0,61$$

3) *Speed Factor*

$$S = \frac{Ctp}{Cta}$$

$$S = \frac{20 \text{ detik}}{23,86 \text{ detik}}$$

$$S = 0,84$$

4) *Bucket Fill Factor*

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{1,6 \text{ m}^3}{1,6 \text{ m}^3}$$

$$B = 1$$

Exca	A	U	S	B
Kobelco SK 330	1	0,61	0,84	1

Tabel 5. Hasil perhitungan *Avaibility Factor*, *Utilization Factor*, *Speed Factor*, dan *Bucket Fill Factor*

b. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Dari hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* OEE *Excavator* Kobelco SK 330 bulan April 2019 diperoleh nilai OEE yaitu 0,51 ini berarti keefektifan penggunaan peralatan secara keseluruhan hanya 51% yang kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%.

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

$$OEE = 1 \times 0,61 \times 0,84 \times 1$$

$$OEE = 0,51$$

a. Perhitungan produksi berdasarkan OEE

$$Q = Op_{pc} \times \frac{AT \times 3600}{ctp} \times OEE$$

$$Q = 1,6 \times \frac{153,17 \text{ jam} \times 3600}{23,86 \text{ detik}} \times 0,51$$

$$Q = 17.748,718 \text{ m}^3$$

Dari hasil perhitungan produktivitas dengan *Overall Equipment Effectiveness* diperoleh hasil produksi yaitu 17.748,718 m³ yang hasilnya tetap kurang dari target produksi bulanan yaitu 25.000 m³ sehingga untuk melakukan optimalisasinya dilakukan perbaikan jam kerja terhadap *delay time*.

2.5. 4 Perbaikan Match Factor

Perbaikan *Match Factor* dari Kobelco SK330 dapat dihitung berdasarkan data dibawah ini

1. Kebutuhan alat angkut untuk satu alat muat
MF = 1

n = 6

Ctm = 23,86 detik

nM = 1

Cth = 1753,17 detik

$$MF = \frac{nh \times n \times Ctm}{nM \times Ct}$$

$$1 = \frac{nh \times 6 \times 23,86 \text{ detik}}{1 \times 1753,17 \text{ detik}}$$

$$nh = \frac{1 \times 1 \times 1753,17 \text{ detik}}{6 \times 23,86 \text{ detik}}$$

nh = 12,24 = 1 unit excavator melayani 12 unit dt

$$MF = \frac{12 \times 6 \times 23,86 \text{ detik}}{1 \times 1753,17 \text{ detik}}$$

$$MF = 0,98 = 1$$

MF mendekati 1, berarti faktor kerja alat muat dan faktor kerja alat angkut hampir 100%. Sehingga alat bekerja optimal dengan jumlah 1 unit exvacator melayani 12 unit dt dengan jarak tempuh dt sejauh 6,9 km.

2.5.5 Perbaikan waktu jam kerja untuk memenuhi target produksi bauksit

Dalam jam kerja, sering terjadinya *losstime* yang mengakibatkan jam kerja terbuang sehingga target produksi tidak tercapai. Dalam *losstime*, terbagi 2 kelompok data yaitu *idle time* dan *delay time*. *Idle time* adalah waktu hambatan yang tidak dapat dihindari seperti karena faktor cuaca dan keadaan lapangan, sedangkan *delay time* adalah waktu hambatan yang terjadi karena faktor manusia seperti telat mulai bekerja,terlalu cepat istirahat, dan terlalu cepat berhenti bekerja sehingga waktu *delay time* dapat dilakukan perbaikan. Waktu dari *delay time* aktual dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 6. Waktu *delay time* aktual dalam satu bulan

Jumlah data	Telat awal shift	Terlalu cepat istirahat (menit)	Mulai kerja setelah istirahat(menit)	Stop kerja lebih awal (menit)	Total (menit)	Hours
30	0.00	470.00	780.40	961.00	2211.40	36.86

Dalam satu bulan, dilakukan perbaikan terhadap *delay time* dengan mengurangi jam terbuang berdasarkan standar toleransi paling kecil yang pernah terjadi pada setiap *delay time* yang pernah terjadi (Lampiran D). Maka, didapat jam perbaikan *delay time* yang dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 7. Waktu *delay time* dalam satu bulan setelah perbaikan

jumlah data	Terlambat awal shift	Terlalu cepat istirahat (menit)	Mulai kerja setelah istirahat(menit)	Stop kerja lebih awal (menit)	Total (menit)	Hours
30	0.00	150.00	300.00	156.00	606.00	10.10

Jadi setelah melakukan perbaikan, total *delay time* menjadi 10.10 jam yang sebelumnya 36.86 jam dalam 1 bulan. Dengan demikian dapat dihitung total *losstime* yang terjadi setelah perbaikan yaitu,

Losstime perbaikan

= total *idle time* (Lampiran D) + total *delay time* setelah perbaikan
= 59.96 jam + 10.10 jam = 70.06 jam

Jam operasi setelah perbaikan

= total jam kerja tersedia – *losstime* perbaikan
= 250 jam – 70.06 jam = 179.94 jam

2.5.6 Perhitungan Produksi dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effeciveness (OEE) setelah perbaikan jam kerja

Berikut ini adalah data untuk perhitungan OEE alat gali-muat Kobelco SK330.

Tabel 8. Available time, Cycle time Rencana dan Aktual, serta Kapasitas bucket rencana dan aktual

Exca	TT (jam)	CTp (detik)	CTa (detik)	Opc (m ³)	Oac (m ³)
Kobelco SK 330	250	20	23,86	1,6	1,6

c. Perhitungan Availability Factor, Utilization Factor, Speed Factor, dan Bucket Fill Factor

1) Availability Factor (A)

$$A = \frac{AT}{TT}$$

$$A = \frac{250 \text{ jam}}{250 \text{ jam}}$$

$$A = 1$$

2) Utilization Factor

$$U = \frac{UT}{AT}$$

$$U = \frac{179,94 \text{ jam}}{250 \text{ jam}}$$

$$U = 0,71$$

3) Speed Factor

$$S = \frac{CTp}{CTa}$$

$$S = \frac{20 \text{ detik}}{23,86 \text{ detik}}$$

$$S = 0,84$$

4) Bucket Fill Factor

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

$$B = \frac{1,6 \text{ m}^3}{1,6 \text{ m}^3}$$

$$B = 1$$

Tabel 9. Hasil perhitungan Availability Factor, Utilization Factor, Speed Factor, dan Bucket Fill Factor setelah perbaikan

Exca	A	U	S	B
Kobelco SK 330	1	0,71	0,84	1

d. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

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

$$OEE = 1 \times 0,71 \times 0,84 \times 1$$

$$OEE = 0,59$$

Dari hasil perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness OEE Excavator Kobelco SK 330 bulan April 2019 diperoleh nilai OEE yaitu 0,59 ini berarti keefektifan penggunaan peralatan secara keseluruhan hanya 59% yang kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Namun hal ini masih bias ditingkatkan sehingga penggunaan alat mencapai standar OEE kelas dunia.

e. Perhitungan produksi berdasarkan OEE

$$O = Opc \times \frac{AT \times 3600}{CTp} \times OEE$$

$$O = 1,6 \times \frac{179,94 \text{ jam} \times 3600}{23,86 \text{ detik}} \times 0,59$$

$$O = 25.629 \text{ m}^3$$

Dari hasil perhitungan produktivitas dengan Overall Equipment Effectiveness setelah dilakukan perbaikan diperoleh hasil produksi yaitu 25.629 m³ yang hasilnya sudah melebihi target produksi yang sebelumnya sebesar 25.000 m³.

6 Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Produktivitas aktual alat gali muat Kobelco SK330 pada bulan April 2019 adalah 110,44 m³/jam yang diperoleh dengan cycle time alat.
2. Perhitungan produksi alat gali-muat Kobelco SK330 pada Bulan April 2019 secara aktual adalah 16.916,09 m³/bulan dari target 25.000 m³/bulan
3. Hitungan produksi menggunakan metode OEE setelah dilakukannya perbaikan waktu kerja dengan mengurangi waktu standby alat maka diperoleh produksi Excavator bulan April 2019 adalah 25.629 m³ dari target bulanan 25.000 m³

6.2 Saran

1. Perlunya mengurangi standby time unit excavator Kobelco SK330 untuk meningkatkan produksi ore getting.
2. Perlunya meminimalisir standby time yang disebabkan oleh manusia pada alat gali muat Kobelco SK330 dengan cara meningkatkan kesadaran akan kedisiplinan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan.

Daftar Pustaka

- [1] Amalia, D., dan Muchtar, A., 2011, Percobaan Pendahuluan Pembuatan Alumina Kualitas Metalurgi dari Bauksit Kalimantan Barat: Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, v.7, p. 183-191.
- [2] Anonim Pusat Data dan Informasi ESDM, 2007
- [3] Zulkifli, Arif, "Reklamasi dan Revegetasi Tambang atau Mine Reclamation And Revegetation." 2013.
- [4] Anonim. PT Bhakti Karya Mandiri.
- [5] Tenriajeng, A. T. (2003). Pemindahan Tanah Mekanis. *Jakarta: Penerbit Gunadarma.*
- [6] Tenriajeng, A. T. (2003). Pemindahan Tanah Mekanis. *Jakarta: Penerbit Gunadarma.*
- [7] Anonim. (2009). *Specification and Application Handbook Edition 30.* Jepang: Komatsu.
- [8] Indonesianto, Y. (2018). Pemindahan Tanah Mekanis. *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jogjakarta.*
- [9] Nakajima, S. (Ed.). (1989). *TPM development program: implementing total productive maintenance.* Productivity press.
- [10] Mohammadi, M., Rai, P., & Gupta, S. (2017). Performance evaluation of bucket based excavating, loading and transport (BELT) equipment—an OEE approach. *Archives of Mining Sciences*, 62(1), 105-120.
- [11] Anonim. 2007. Excavator. Swedia: Kobelco Construction Equipment