

Evaluasi Kemampuan Alat Gali Muat *Excavator SANY SY500H* Untuk Mencapai Target Produksi Pengupasan *Overburden* 184.571 BCM/Bulan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* Di Pit A PT. Mandiangin Batubara Kab.Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan

Muhammad Luthfi^{1*}, Mulya Gusman¹

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*mohluthfi2908@gmail.com

Abstract. *PT Mandiangin Batubara targets overburden stripping production in June 2022 of 184,571 bcm in the highwall bottom area of pit A, while for the realization of the ability of the SANY SY500H Excavator, the resulting production is only 121,347 bcm / month. The non-achievement is also due to the low effective working time which is only 367.76 hours / month and 358.74 hours / month from the available time of 641 hours / month. Efforts that can be made to analyze based on the problem are in the form of analysis using the overall equipment effectiveness method and determining losses based on the six big losses of equipment. Then proceed with grouping the root cause of the problem of non-achievement of production, namely with the Fishbone diagram. From the results of the analysis based on the six big losses, it was obtained that the highest losses occurred in Equipment Failure Losses of 42.62% and 44.03% respectively. After repairing the loss time, the total production of Overburden stripping was 221,925 bcm which means that the results of these improvements can exceed the production target by increasing the OEE value of the digging and loading equipment by 48% and 54% respectively.*

Keywords: *Production, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Diagram Fishbone, and Loss Time.*

1. Pendahuluan

Pertambangan batubara merupakan salah satu jenis usaha pertambangan yang ada di Indonesia. Batubara merupakan sumberdaya yang banyak digunakan oleh masyarakat dunia sebagai bahan utama dalam pembangkit listrik serta bahan pokok dalam infrastruktur jalan. Seiring dengan perkembangan zaman hingga pada saat sekarang ini, membuat permintaan akan produk pertambangan meningkat sehingga perusahaan pertambangan perlu konsisten dalam memproduksi bahan tambang dengan meningkatkan mekanisasi, baik dalam kegiatan eksploitasi bahan galian maupun pemindahan lapisan tanah penutup (*overburden*).

PT. Mandiangin Batubara (Thrivani Group) adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang kontraktor

pertambangan batubara di Indonesia dan mempunyai kontrak penambangan batubara di *site project* PT. Tempirai Energy Resource. Lokasi penambangan berada di *site* Tempirai Project, Suka Damai, Kab. Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. PT. Mandiangin Batubara menerapkan metode penambangan tambang terbuka *strip mine* yang diterapkan untuk menambang endapan-endapan sedimenter berupa tambang batubara. Metode penambangan konvensional yang dilakukan perusahaan dengan menggunakan *backhoe loader* sebagai alat gali muat dan *dump truck* sebagai alat angkut.

Pada bulan Juni 2022 kegiatan produksi pengupasan *overburden* yang dilakukan oleh perusahaan PT. Mandiangin Batubara mengalami penurunan hasil produksi atau ketidaktercapaian produksi pada alat gali muat *excavator SANY SY500H* dengan index produktivitas sebesar 65,74% atau 121.347 BCM/bulan

dari target produksi pengupasan *overburden* yang telah direncanakan sebesar 184.571,4 BCM/bulan. Waktu kerja efektif juga menjadi faktor yang penyebab ketidaktercapaian produksi pengupasan *overburden*. Kurangnya waktu kerja efektif alat gali muat *Excavator SANY SY500H (E5-04)* yang hanya sebesar 367,76 jam/bulan dan *Excavator SANY SY500H (E5-05)* yaitu 358,74 jam/bulan, dari waktu kerja tersedia perusahaan selama bulan Juni 2022 sebesar 641 Jam/Bulan.

Dari permasalahan ini diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat melakukan peningkatan kinerja peralatan dengan optimal. Salah satu metode pengukuran kinerja dan efektifitas peralatan yang tepat dalam menganalisis permasalahan ini yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan alat pengukuran performa dari kegiatan produksi yang dapat mengukur *losses* yang terjadi dan dapat mengidentifikasi perbaikan kemampuan alat [1][2].

Pendekatan metode OEE pada industri pertambangan mempertimbangkan faktor ketersediaan, pemanfaatan, kecepatan, dan kapasitas *bucket* sebagai komponen utama OEE untuk mengavaluasi kinerja peralatan BELT [3]. Implementasi model OEE yang dirancang pada penelitian ini dilakukan secara *real time* untuk mengevaluasi kinerja peralatan BELT. Diharapkan untuk *output* berupa produksi yang diperoleh, dapat menunjukkan nilai kemampuan peralatan bekerja maksimal hingga mendapatkan hasil produksi mencapai target.

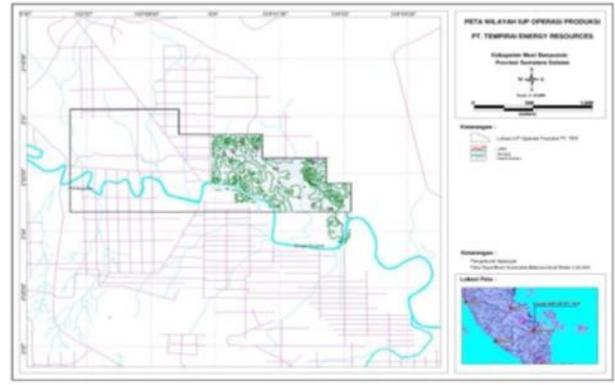
Upaya yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan persoalan waktu kerja efektif ini dapat dilakukan dengan mengetahui dan mengelompokkan waktu hambatan yang terjadi dengan analisis menggunakan diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat [4]. Dari berbagai kategori hambatan yang terjadi antara lain hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari[5]. Dengan mengetahui besaran nilai persentase hambatan yang dapat dihindari dari diagram *fishbone*, dapat dilakukan pengoptimalan dari waktu *standby* dan diharapkan untuk penyelesaian dari pengoptimalan waktu *standby* ini dapat meningkatkan waktu kerja efektif dan meningkatkan dari faktor pemanfaatan untuk meningkatkan nilai OEE yang menghasilkan output produksi mencapai target produksi.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah menganalisis produktivitas aktual alat gali muat, menganalisis nilai OEE dan *Six Big Losses*, menganalisis faktor penghambat waktu kerja dan menganalisis total produksi yang dapat dicapai dengan menggunakan metode OEE berdasarkan hasil waktu kerja efektif yang telah dioptimalkan agar dapat mencapai target produksi pengupasan *overburden* pada bulan Juni 2022 dan dapat sebagai patokan produksi pada jangka waktu tertentu.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lokasi Dan Kesampaian Daerah

Kegiatan eksplorasi PT. Tempirai Energy Resources didasarkan pada Surat Keputusan Bupati Musi Banyuasin Nomor 1440 Tahun 2012 tentang Pemberian Izin Usaha Pertambangan (IUP) eksplorasi bahan galian batubara kepada PT. Tempirai Energy Resources (KW 116 Pemb 12) dengan luas 5.000 hektar di Kecamatan Tungkal Jaya Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis lokasi penambangan terletak antara 020 20' 49" – 020 24' 49,87" Lintang Selatan atau 1030 56' 36,47" – 1040 4' 15" Bujur Timur.



Gambar 1. Peta IUP Daerah Penelitian

Akses menuju lokasi penambangan ke-site TER PT. Mandiangian Batubara dapat ditempuh dari kota Padang menggunakan kendaraan roda empat selama 15 jam perjalanan dengan jarak tempuh ± 613 kilometer dan dilanjutkan dengan perjalanan menyusuri sungai lilin dengan menggunakan speedboat selama 30 menit dengan jarak tempuh ± 15 kilometer.



Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah Penelitian

2.2. Geologi Daerah Penelitian

2.2.1. Fisiografi

Secara fisiografis Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan Tersier berarah barat laut - tenggara, yang dibatasi Sesar Semangko dan Bukit Barisan di sebelah barat daya, Paparan Sunda di sebelah timur laut, Tinggian Lampung di sebelah tenggara yang

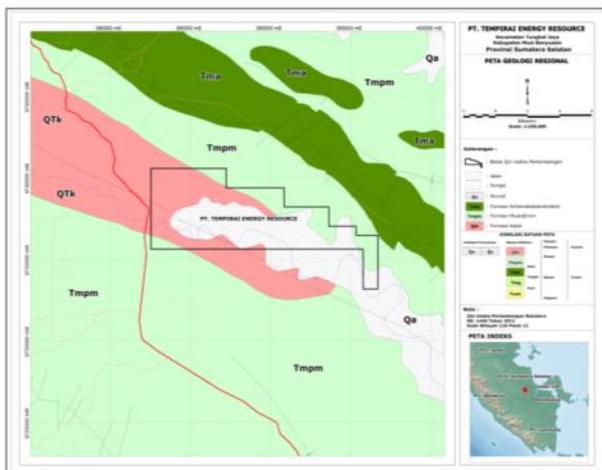
memisahkan cekungan tersebut dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah barat laut yang memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatra Tengah.

2.2.2. Geologi Regional

Secara regional daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Sumatra Selatan yang disebut sebagai sub cekungan Jambi, seperti yang dijelaskan pada Peta Geologi Lembar Palembang dan Lahat yang disusun oleh S. Gafoer, dkk., dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Geologi regional daerah penelitian dirincikan sebagai berikut:

- Berdasarkan geologi regional, daerah eksplorasi termasuk ke dalam formasi Muara Enim Bagian Atas yang memiliki umur antara miosen akhir hingga pliosen dan formasi kasai yang memiliki umur pliosen hingga plitosen dengan daerah pengendapan paralik hingga ke darat.
- Urutan susunan batuan di daerah eksplorasi terdiri atas batu lanau, batu lempung dan batupasir, dengan warna abu-abu cerah hingga ke warna abu-abu gelap, struktur material lunak hingga agak keras, sebagian berupa batu lempung karbonan, dengan warna abu-abu kecoklatan hingga coklat kehitaman, lunak, sering terdapat sebagai pengotor dalam lapisan batubara, dengan ketebalan di bawah 10 cm; batupasir berwarna abu-abu terang, pada bagian atas terdapat batupasir kuarsa tufaan, putih kotor mudah lepas sampai agak kompak dan batulanau tufaan, putih kotor.
- Terdapatnya bahan galian berupa batu pasir loss yang memiliki ukuran sangat tebal seperti di titik bor SD-51, ukuran butir halus sampai kasar.

Sumberdaya alam yang terdapat di daerah penyelidikan adalah batubara. Peta geologi regional PT. Tempirai Energy Resources dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian

Dokumen stratigrafi lokal daerah eksplorasi sebagaimana tercermin dari hasil pemboran adalah sebagai berikut :

- Pada bagian atas umumnya tersusun oleh batulanau tufaan bersisipan batulempung dan batupasir tufaan, di beberapa tempat didominasi oleh batulanau dan batulempung terutama di bagian selatan sampai tengah daerah eksplorasi pada daerah dengan morfologi dataran.
- Pada bagian tengah umumnya tersusun oleh batulanau, batulanau berselang-seling batupasir dan batulempung, setempat tersusun oleh batupasir bersisipan batulanau.
- Pada bagian bawah umumnya tersusun oleh batulanau dan batupasir. Batupasir ini pada umumnya mudah lepas dengan besar butir sedang sampai halus, terkonsentrasi terutama di bagian tengah daerah penelitian yaitu pada daerah transisi antara kemiringan lapisan batuan landai dan curam.

2.2.3. Geomorfologi

Secara regional topografi dan geomorfologi daerah penyelidikan termasuk gelombang rendah sampai sedang. Pada bagian selatan daerah penyelidikan mempunyai morfologi dataran rendah yang berada di kanan dan kiri sungai Tungkal dan merupakan rawa dan endapan banjir. Pada Bagian utara daerah penyelidikan mempunyai morfologi dataran sedang yang membentuk perbukitan dengan arah hampir utara selatan. Hal ini di pengaruhi oleh aliran-aliran air pada sungai kecil yang mengarah ke selatan menuju sungai Tungkal yaitu sungai yang terbesar yang melewati daerah penyelidikan.

2.3. Alat Gali Muat (*Excavator Backhoe*)

Excavator backhoe merupakan jenis alat gali muat yang sering digunakan untuk penggali, pembangunan, perbaikan, dan berbagai fungsi lainnya. Alat gali muat *excavator* kebanyakan dioperasikan dengan menggunakan tenaga hidrolik yang sering disebut *Hydraulic Excavator*. Konfigurasi *Backhoe* digunakan untuk penggalian yang mengarah ke bawah dari permukaan tanah. Dengan kemampuan ini *backhoe* dapat melakukan penggalian paritan dan dasar pit. Dalam konfigurasi ini, *backhoe* memiliki ukuran *boom* lebih panjang, *cycle time* yang lebih pendek dikarenakan pergerakan *swing* lebih cepat, namun dengan ukuran kapasitas *bucket* kecil [6]. Gerakan *bucket* atau *dipper* dari *backhoe* pada saat menggali mengarah kearah badan (*body*) *backhoe* itu sendiri.

Kegiatan yang sering dilakukan oleh *excavator backhoe* [7] diantaranya adalah:

- Penggalian dilembar bukit, misalnya untuk menggali tanah liat, pasir, batu gamping, dan stripping overburden
- Memuat (*loading*) material kedalam alat angkut, contohnya *dump truck*, lori dan *belt conveyor*

- Menaruh tanah penutup ke daerah belakang yang sudah kosong (*dumping of top soil into spoil bank*) atau disebut "*backfill digging method*".

2.3.1. Waktu Edar Excavator Backhoe

Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat, kegiatan ini meliputi kegiatan menghitung waktu seperti waktu *digging*, *swing* isi, *dumping*, dan *swing* kosong. waktu edar alat gali muat (*excavator*) dirumuskan sebagai persamaan berikut [8][10]:

$$CT_{Ex} = T_{ex} + T_{sl} + T_d + T_{se} \quad (1)$$

Keterangan :

CT = Waktu edar alat gali muat (detik)

T_{ex} = waktu menggali material (detik)

T_{sl} = waktu *swing* isi (detik)

T_d = waktu menumpahkan material (detik)

T_{se} = waktu *swing* kosong (detik)

2.3.1. Produktivitas Excavator Backhoe

Kemampuan alat gali muat dalam sebuah perhitungan produktivitas alat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kapasitas *bucket*, *fill factor*, waktu edar, efisiensi kerja dan faktor pengembangan material. Untuk menentukan kemampuan produktivitas alat gali muat dapat menggunakan persamaan berikut [7][17]:

$$Q_{Ex} = \frac{KB \times FF \times 3600 \times FK \times SF}{CT} \quad (2)$$

Keterangan:

Q_{Ex} = Produktivitas *Excavator* (BCM/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m^3)

BFF = *Bucket Fill Factor*

FK = Faktor koreksi total

SF = *Swell Factor*

CT = *Cycle time* (detik)

2.4. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Ada beberapa faktor yang menjadi penghambat dalam kegiatan produksi peralatan tambang seperti berikut ini:

2.4.1. Pola Pemuatan

Mengenai pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap waktu edar dari alat mekanis agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan rencana target produksi. Pola pemuatan yang dilakukan bergantung pada kondisi lapangan, kegiatan loading, dan alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, peralatan berupa bucket alat gali muat terpenuhi dan siap didumping atau ditumpahkan pada alat angkut [6][7].

2.4.3. Faktor Material

Material dikelompokkan berdasarkan perbedaan kekerasan yang akan dilakukan kegiatan penggalian sebagai berikut [8][14]:

- Material dengan kekerasan sangat lunak yang sangat mudah digali
- Material dengan kekerasan lunak yang mudah dilakukan penggalian
- Material dengan kekerasan setengah keras yang sedikit mudah penggaliannya dilakukan.
- Material dengan kekerasan yang keras yang harus melakukan ripping dan langsung dengan peledakan.
- Material dengan kekerasan sangat keras dengan melakukan metode peledakan untuk kegiatan pembongkaran.

2.4.2. Ketersediaan Peralatan Mekanis

Menjelaskan bahwa ketersediaan alat mekanis juga sering disebut dengan *availability* suatu alat mekanis [7]. Beberapa jenis *availability* alat yang dapat menunjukkan 24 keadaan alat mekanis dan keefektifan penggunaannya antara lain:

a. Mechanical Availability

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaan sebagai berikut [8][10] :

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

MA = *Mechanical Availability*

W = *Working Hours*/jumlah jam kerja alat

R = *Repair Hours*/jumlah jam perbaikan

b. Physical Availability

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaan sebagai berikut [8][10] :

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

Keterangan:

PA = *Physical Availability*

W = *Working Hours*/jumlah jam kerja alat

R = *Repair Hours*/jumlah jam perbaikan

S = *Standby Hours*/jumlah jam standby alat

c. Use of Availability

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan. Persamaan sebagai berikut [8][10] :

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (5)$$

d. *Effective Utilization*

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaan sebagai berikut [8][10] :

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (6)$$

2.4.3. *Efisiensi Kerja*

Salah satu permasalahan yang sering mempengaruhi dari produktivitas dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis yaitu efisiensi kerja. Efisiensi kerja merupakan faktor pembanding terbaik antara pekerjaan yang dilakukan dan hasil yang diperoleh dengan target yang direncanakan baik dari segi kualitas maupun hasil, termasuk penggunaan waktu yang optimal dan kualitas pekerjaan yang maksimal [8]. Ada dua faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan nilai efisiensi kerja yaitu alat dan manusia selaku operator.

Hambatan merupakan segala macam yang bersifat menghalangi, menghambat, merintangangi individu sehingga menyebabkan hambatan bagi individu yang akan menjalani dan mencapai tujuan. Jenis hambatan terbagi atas dua macam yaitu [5]:

- a. Hambatan yang dapat dihindari
- b. Hambatan yang tidak dapat dihindari

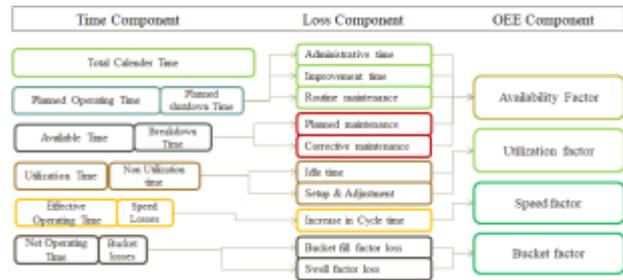
2.5. *Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Konsep OEE yaitu untuk mengukur kinerja mesin/peralatan yang mempertimbangkan berbagai sumber kerugian produksi [1]. Nakajima menyatakan OEE ini sebagai fungsi dari tingkat ketersediaan (*availability*), *performance efficiency* (PE), dan kualitas peralatan berdasarkan produksi yang dihasilkan (*rate of quality product*) [1].

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menggambarkan efisiensi peralatan dan merupakan perhitungan yang akurat untuk membuat penggunaan mesin/perangkat menjadi lebih efisien [11]. OEE ini dihasilkan dari tiga faktor utama yang saling berhubungan yaitu seperti pada komponen persamaan berikut :

$$OEE = Availability \times Performance Efficiency \times Rate of Quality Product \quad [12]$$

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menekankan pada penghilangan *six big losses* [13][15]. *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* [11][12]. Di tingkat individu, ukuran OEE dapat mengidentifikasi mesin yang mana kinerja tidak efektif dan membutuhkan perhatian khusus [12].



Gambar 4. Komponen-komponen OEE untuk peralatan BELT

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan beberapa faktor yang akan dihitung pada komponen OEE sebagai berikut [2] :

a. *Availability Factor (A)*

Ketersediaan dikaitkan dengan pengoperasian peralatan atau sistem. Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (7)$$

Keterangan:

A = *Availability Factor*

AT = *Available Time* (Jumlah waktu kerja rencana)

TT = *Total Calendar Time* (Jumlah waktu tersedia menurut kalender)

b. *Utilization Fator (U)*

Menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia secara efisien. Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (8)$$

Keterangan:

U = *Utilization Factor*

UT = *Utilization Time* (Waktu yang digunakan untuk operasional)

AT = *Available Time* (Jumlah waktu kerja rencana)

c. *Speed Factor (S)*

Faktor kecepatan adalah ratio waktu siklus yang direncanakan dengan waktu siklus aktual. Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$S = \frac{Ctp}{Cta} \quad (9)$$

Keterangan:

S = *Speed Factor*

Ctp = *Planned Cycle Time*

Cta = *Actual Cycle Time*

d. *Bucket Factor (B)*

Merupakan faktor yang menandakan kegunaan produktif kapasitas *bucket*, kuantitas *bucket* yang dimuat secara aktual. Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$B = \frac{Oac}{Opac} \quad (10)$$

Keterangan:

B = *Bucket Factor*

Oac = Kapasitas aktual *bucket* alat muat (m³)

Opc = Kapasitas teoritis *bucket* alat muat (m³)

e. OEE of BELT *Equipment*

Komponen perhitungan nilai OEE pada peralatan alat gali muat dalam kegiatan penggalian dapat dihitung dengan mengalikan nilai *availability factor*, *utilization factor*, *speed factor*, dan *bucket factor*. Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$OEE = A \times U \times S \times B \quad (11)$$

Keterangan:

OEE= *Overall Equipment Effectiveness*

A = *Availability Factor*

U = *Utilization Factor*

S = *Speed Factor*

B = *Bucket Factor*

Agar mendapatkan perhitungan produksi pada waktu tertentu, dapat menggunakan Persamaan sebagai berikut [2][15][16]:

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{Ctp} \times OEE \quad (12)$$

Keterangan:

O = Output Produksi (m³)

Opc = Kapasitas teoritis *bucket* alat muat (m³)

Ctp = *Planned Cycle Time* (detik)

TT = *Total Calender Time* (jam)

OEE = *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai O yang diperoleh menandakan suatu *output* produksi dalam jangka waktu tertentu (m³) [16][17].

2.6. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan beberapa literatur mengenai diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat menjelaskan bahwa diagram *fishbone* ialah alat yang membantu mengidentifikasi, mengurutkan, dan menunjukkan berbagai penyebab masalah [3]. Diagram ini menggambarkan hubungan antara suatu masalah dan semua faktor penyebab yang berkontribusi terhadap masalah tersebut. Beberapa manfaat dari menggunakan diagram *fishbone* sebagai berikut [16]:

- Membantu menentukan akar penyebab masalah dengan pendekatan yang terstruktur.
- Meningkatkan pengetahuan tentang proses yang dianalisis dengan membantu setiap orang untuk mempelajari lebih lanjut berbagai faktor kerja dan bagaimana faktor-faktor tersebut saling berhubungan.
- Menunjukkan penyebab yang mungkin dari variasi atau perbedaan yang terjadi dalam suatu proses.
- Mengenali area dimana data seharusnya dikumpulkan untuk pengkajian lebih lanjut.

Implementasi dari diagram *fishbone* dapat dilihat seperti pada Gambar 5 berikut ini:

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan sebuah jenis penelitian kuantitatif yang berpatokan kepada penelitian eksperimen atau bersifat menguji. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang didasarkan pada data yang sebenarnya, data penelitian berupa angka-angka yang akan diukur secara statistik sebagai alat uji dalam perhitungan, terkait dengan kesimpulan yang diperoleh dari permasalahan yang diteliti [9].

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Mandiangin Batubara (Thrivereni Group), Desa Suka Damai, Kecamatan Tungkal Jaya, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian dilaksanakan pada 01 Juni sampai 01 Juli 2022.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

3.3.1. Studi Literatur

Studi literatur ialah bagian dari kegiatan penelitian yang tujuannya untuk mengumpulkan, mempelajari dan membaca berbagai sumber kepustakaan seperti buku, penelitian sebelumnya, informasi yang dimiliki oleh perusahaan dan sumber lain yang berhubungan dengan topik yang berkaitan dengan perkembangan penelitian yang bersangkutan.

3.3.2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan ialah kegiatan yang berkaitan dengan pengamatan secara visual atau langsung yang dilakukan di lapangan untuk mengetahui topik yang sedang dibahas. Observasi langsung lapangan meliputi orientasi lapangan dengan pihak perusahaan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap situasi, kondisi dan operasional tempat penelitian, serta tahap awal penelitian, pendefinisian obyek penelitian dan pengumpulan data pokok.

3.4. Teknik Pengolahan dan Analisa Data

Tahapan pengolahan dan analisis data yang digunakan untuk mengembangkan penelitian ini ialah teknik matematis yaitu berkenaan dengan hasil data yang dihasilkan dari pengukuran di lapangan. Setelah didapatkan beberapa data yang sesuai dengan penelitian, selanjutnya pengolahan data yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

- Pengolahan data ketersediaan mekanis alat gali muat dari data jam kerja alat pada bulan Juni 2022 dan kemampuan alat berupa perhitungan produktivitas alat gali muat *excavator* SANY SY500H.

- b. Melakukan evaluasi perhitungan nilai OEE serta menghitung nilai produktivitas alat gali muat menggunakan metode OEE dan menganalisis kerugian kerja alat berupa *six big losses* pada alat gali muat *excavator* SANY SY500H.
- c. Menganalisis faktor yang menjadi penghambat produksi dan kurangnya jam kerja efektif dari alat gali muat *excavator* SANY SY500H dengan menggunakan diagram *fishbone* atau diagram sebab-akibat.
- d. Menganalisis perhitungan nilai OEE dan nilai produktivitas alat gali muat menggunakan metode OEE setelah dilakukan pengoptimalan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

4.1.1. Ketersediaan Peralatan Mekanis

Berikut merupakan data jam kerja alat gali muat *Excavator* SANY SY500H pada bulan Juni 2022 yang dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Jam Kerja Alat Gali Muat

Unit	Waktu Kerja	Waktu Standby	Waktu Repair	Waktu Tersedia
SANY SY500H (E5-04)	367,76	263,49	9,75	641
SANY SY500H (E5-05)	358,74	247,14	35,12	641

Hasil perhitungan nilai MA, PA, UA, dan EU dari alat gali muat *Excavator* SANY SY500H dirangkum kedalam sebuah Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 2. Ketersediaan Alat Gali Muat

Nama Alat	MA	PA	UA	EU
	%			
SANY SY500H (E5-04)	97,42	98,48	58,26	57,37
SANY SY500H (E5-05)	91,08	94,52	59,21	55,97

4.1.2. Waktu Edar Alat Gali Muat

Rata-rata dari waktu edar alat gali muat *Excavator* SANY SY500H pada bulan Juni 2022 dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 3. Rata-rata Waktu Edar Alat Gali Muat

Unit	T_{ex} (detik)	T_{SI} (detik)	T_D (detik)	T_{SK} (detik)	Cycle Time (detik)
SANY SY500H (E5-04)	8,51	5,36	4,45	5,71	24,04
SANY SY500H (E5-04)	7,72	4,82	3,26	4,27	20,07

4.2. Produktivitas Aktual Alat Gali Muat

Perhitungan produktivitas untuk alat gali muat *Excavator* SANY SY500H menggunakan parameter perhitungan seperti pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter Produktivitas *Excavator* SANY SY500H

Data	Simbol	E5-04	E5-05
kapasitas bucket	KB	2,3 m ³	2,3 m ³
Fill Factor	FF	1,0	1,0
Efisiensi Kerja Alat	FK	0,57	0,55
Swell Factor	SF	0,79	0,79
Cycle Time	Ctm	24,04 detik	20,07 detik

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas aktual pada alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) pada bulan Juni 2022 dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 5. Produktivitas Alat Gali Muat

Unit	Waktu Kerja Efektif (jam/bulan)	Efisiensi Kerja	Produksi per jam (BCM)	Produksi per bulan (BCM)
SANY SY500H (E5-04)	367,76	57%	155,10	57.039,58
SANY SY500H (E5-04)	358,74	55%	179,26	64.307,73
Total produksi aktual bulan Juni 2022				121.347,3
Target produksi bulan Juni 2022				184.571,4
Index Produktivitas				65,74%

Dari hasil perhitungan produksi alat gali muat menjelaskan bahwa produksi material *overburden* pada bulan Juni 2022 yaitu sebesar 121.347,3 BCM/bulan dengan index produktivitas yaitu 65,74% dari target produksi sebesar 184.571,4 BCM/bulan. Dapat disimpulkan bahwa produksi aktual pengupasan material *overburden* pada bulan Juni 2022 tidak tercapai.

4.3. Perhitungan Produksi Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Ada beberapa parameter data yang merupakan komponen perhitungan nilai OEE dari alat gali muat

excavator SANY SY500H (E5-04) & excavator SANY SY500H (E5-05) pada bulan Juni 2022 yang dapat dilihat seperti pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 6. Parameter Perhitungan Nilai OEE Excavator SANY SY500H

Unit	TT (Jam)	AT (Jam)	UT (Jam)	CTp (dtk)	Cta (dtk)	Opc (m ³)	Oac (m ³)
SANY SY500H (E5-04)	720	641	367,76	18,6	24,04	2,3	2,3
SANY SY500H (E5-05)	720	641	358,74	18,6	20,07	2,3	2,3

Berikut hasil perhitungan komponen nilai OEE dan perhitungan produksi berdasarkan OEE yang telah dirangkum pada alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-04) dan Excavator SANY SY500H (E5-05) yang dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai OEE dan Output Produksi Excavator SANY SY500H

Unit	A	U	S	B	OEE	O (m ³)	O (m ³) (Aktual)
SANY SY500H (E5-04)	0,89	0,57	0,77	1	0,39	125.001,29	71.250,73
SANY SY500H (E5-05)	0,89	0,55	0,92	1	0,45	144.232,3	79.327,76
Total							150.578,49

4.4. Analisis Perhitungan Six Big Losses

Selanjutnya dapat dilakukan analisis kerugian berupa 6 komponen Six Big Losses yang menjadi penyebab rendahnya kinerja dari peralatan alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-04). Berikut merupakan data dari excavator SANY SY500H (E5-04) untuk menganalisis six big losses dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 8. Data Excavator SANY SY500H (E5-04) & Excavator SANY SY500H (E5-05)

Waktu Tersedia (Menit)	Waktu Standby (Menit)	Waktu Setup (Menit)	Total Produksi (BCM)	Total Reject (BCM)	Ctp (Menit)	Cta (Menit)
38.460	16.394	585	57.039,58	35.246	0,31	0,40
38.460	16.936	2.107	64.307,7	27.978	0,31	0,33

Berikut hasil persentase dari pengukuran nilai six big losses Excavator SANY SY500H dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut :

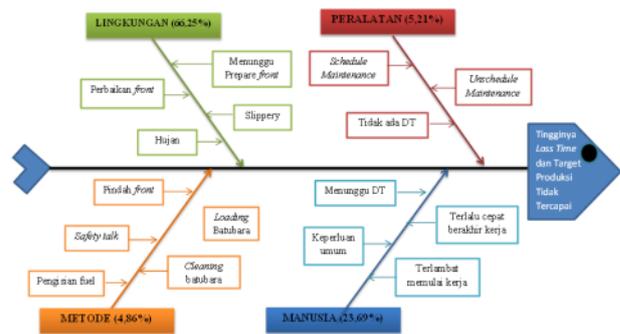
Tabel 9. Pengukuran nilai Six Big Losses Excavator SANY SY500H

No	Six Big Losses	Nilai E5-04 (%)	Nilai E5-05 (%)
1	Equipment Failure Losses	42,62	44,03
2	Setup and Adjustment Losses	1,52	5,48
3	Idle and Minor Stoppage Losses	28,40	22,55
4	Reduce Speed Losses	13,34	3,34
5	Defect Losses	28,40	22,55
6	Reduce Yield	0	0

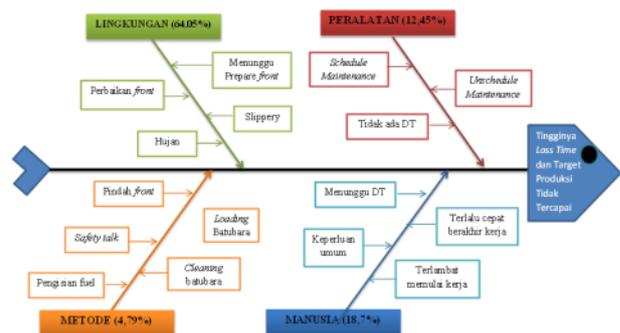
4.5. Analisis Faktor Hambatan dengan Diagram Fishbone

Setelah mendapatkan hasil perhitungan nilai dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) diperoleh nilai OEE dari alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-04) dan Excavator SANY SY500H (E5-05) kurang dari standar OEE kelas dunia yaitu 85%. Nilai OEE yang rendah tersebut dapat dianalisa dipengaruhi oleh rendahnya nilai Utilization Factor (U) dan rendahnya nilai Speed Factor (S).

Tingginya loss time yang terjadi pada aktivitas produksi pada alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-04) dan Excavator SANY SY500H (E5-05) disebabkan oleh hambatan yang dapat digolongkan menjadi delay time dan idle time. Adapun analisa penyebab masalah dapat dilihat pada diagram fishbone pada Gambar 6 & Gambar 7 sebagai berikut:

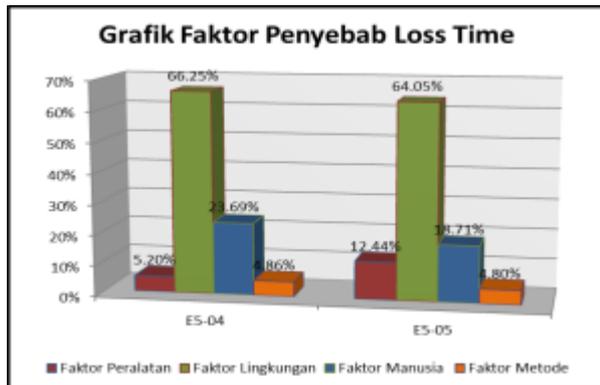


Gambar 5. Diagram Fishbone penyebab loss time excavator SANY SY500H (E5-04)



Gambar 6. Diagram Fishbone penyebab loss time excavator SANY SY500H (E5-05)

Dari total persentase jenis hambatan diatas yang disebabkan oleh faktor peralatan, faktor lingkungan, faktor manusia, dan faktor metode didapatkan grafik faktor penyebab *loss time* pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Faktor Penyebab Loss Time

Dari tingginya *loss time* dapat dilakukan optimalisasi *delay time*, yaitu waktu yang hilang selama kegiatan produksi pengupasan *overburden* yang dapat dikendalikan untuk mencapai target produksi pengupasan *overburden* yang direncanakan perusahaan. Optimalisasi *delay time* dapat dilihat pada Tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 10. Data Loss Time Excavator SANY SY500H (E5-04)

No	Loss Time	Sebelum perbaikan (jam)	Setelah perbaikan (jam)
Delay Time			
1	Loading Batubara	4,64	0
2	Pindah front	5,11	0
3	Keperluan umum	18,38	3
4	Menunggu DT	16,03	0
5	Terlambat memulai kerja	16,2	2,08
6	Terlalu cepat berakhir kerja	14,11	0
7	Tidak ada DT	4,47	0
8	Menunggu Prepare front	2,02	0
9	Pengisian fuel	3,1	0
10	Safety talk	0,44	0
Idle Time			
11	Hujan	69,71	69,71
12	Slippery	43,38	43,38
13	Schedule Maintenance	6,52	6,52
14	Unschedule Maintenance	3,23	3,23
15	Perbaikan front	65,9	65,9
Total Delay Time		84,5	5,08
Total Idle Time		188,74	188,74

Setelah dilakukan perbaikan terhadap nilai *delay time* pada alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-04) maka total *loss time* berkurang menjadi 5,08 jam/bulan dari 84,5 jam/bulan.

Tabel 11. Data Loss Time Excavator SANY SY500H (E5-05)

No	Loss Time	Sebelum perbaikan (jam)	Setelah perbaikan (jam)
Delay Time			
1	Loading Batubara	1	0
2	Pindah front	7,18	0
3	Keperluan umum	7,52	2,75
4	Menunggu DT	18,55	0
5	Terlambat memulai kerja	14,78	0
6	Terlalu cepat berakhir kerja	11,95	0
7	Menunggu cleaning batubara	0,32	0
8	Menunggu Prepare front	1,65	0
9	Pengisian fuel	4,87	0
10	Safety talk	0	0
Idle Time			
11	Hujan	70,19	70,19
12	Slippery	37,75	37,75
13	Schedule Maintenance	6,62	6,62
14	Unschedule Maintenance	28,5	28,5
15	Perbaikan front	71,21	71,21
Total Delay Time		67,82	2,75
Total Idle Time		214,27	214,27

Setelah dilakukan perbaikan terhadap nilai *delay time* pada alat gali muat Excavator SANY SY500H (E5-05) maka total *loss time* berkurang menjadi 2,75 jam/bulan dari 67,82 jam/bulan.

4.6.Perhitungan Produksi Pengupasan Overburden dengan Menggunakan Metode OEE Setelah Perbaikan Loss Time

Ada beberapa parameter data yang merupakan komponen perhitungan nilai OEE dari alat gali muat excavator SANY SY500H (E5-04) & excavator SANY SY500H (E5-05) yang telah diperbaiki, dapat dilihat seperti pada Tabel 13 sebagai berikut:

Tabel 12. Parameter Perhitungan Nilai OEE Excavator SANY SY500H (E5-04) & (E5-05)Setelah Perbaikan

Unit	TT	AT	UT	CTp	Cta	Opc	Oac
	(Jam)	(Jam)	(Jam)	(dtk)	(dtk)	(m ³)	(m ³)
SANY SY500H (E5-04)	720	641	447,18	18,6	24,04	2,3	2,3
SANY SY500H (E5-05)	720	641	423,81	18,6	20,07	2,3	2,3

Setelah mendapatkan hasil perhitungan nilai OEE dan nilai produksi berdasarkan nilai OEE yang telah dilakukan perbaikan *loss time*, berikut hasil perhitungan komponen nilai OEE dan perhitungan produksi berdasarkan OEE yang telah dirangkum pada alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) yang dapat dilihat pada Tabel 14 sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil Perhitungan Nilai OEE *Excavator* SANY SY500H (E5-04) & (E5-05) Setelah Perbaikan

Unit	A	U	S	B	OEE	O (m ³)	O (m ³) (Aktual)
SANY SY500H (E5-04)	0,89	0,70	0,77	1	0,48	153.847,7	107.693,42
SANY SY500H (E5-05)	0,89	0,66	0,92	1	0,54	173.078,7	107.693,42
Total							221.925,37

Hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *Excavator* SANY SY500H (E5-04) setelah dilakukan perbaikan dari nilai *loss time* diperoleh peningkatan nilai OEE sebesar 0,48 atau 48% dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) memperoleh peningkatan nilai OEE sebesar 0,54 atau 54% yang berarti bahwa nilai OEE meningkat karena dipengaruhi dengan melakukan perbaikan terhadap nilai *loss time*.

Berdasarkan hasil perhitungan produksi menggunakan metode OEE setelah dilakukan perbaikan terhadap *loss time* diperoleh produksi pengupasan material *overburden* dari alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) secara total sebesar 221.925,37 bcm yang berarti telah mencapai target bahkan melebihi target produksi pengupasan *overburden* pada bulan Juni 2022 yaitu 184.571,4 BCM/bulan.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas aktual alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) pada bulan Juni 2022 pada saat kegiatan

produksi pengupasan material *overburden* di area *highwall bottom* sebesar 121.347,3 bcm dari target produksi yang telah direncanakan yaitu 184.571,4 bcm.

2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* diperoleh nilai OEE alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) pada bulan Juni 2022 di *highwall bottom* yaitu secara berturut-turut sebesar 39% dan 45% dengan total produksi berdasarkan nilai OEE yaitu 150.578,49 bcm. Pada alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dengan perolehan persentase nilai *six big losses* tertinggi yaitu *Equipment Failure Losses* (42,62%). Pada alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-05) dengan perolehan persentase nilai *six big losses* tertinggi yaitu *Equipment Failure Losses* (44,03%).
3. Faktor yang menjadi penghambat yang menyebabkan tingginya *loss time* pada alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) dan *Excavator* SANY SY500H (E5-05) berdasarkan diagram *fishbone* yaitu faktor peralatan, faktor lingkungan, faktor manusia, dan faktor metode. Dengan perolehan persentase tertinggi yaitu pada faktor lingkungan sebesar 64,05% yang diakibatkan karena tingginya waktu *loss time* dari hujan. Lalu dilakukan perbaikan pada waktu *loss time* dengan memperoleh peningkatan dari waktu kerja efektif dari alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-04) sebesar 447,18 jam/bulan dan peningkatan dari waktu kerja efektif dari alat gali muat *Excavator* SANY SY500H (E5-05) sebesar 423,81 jam/bulan.
4. Hasil perhitungan produksi dengan mengimplementasikan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) setelah dilakukan upaya perbaikan dalam satu bulan didapatkan total produksi pengupasan material *overburden* sebesar 221.925,37 bcm yang menunjukkan bahwa dari perbaikan tersebut telah mencapai target bahkan melebihi target produksi pengupasan material *overburden* sebesar 184.571,4 bcm/bulan dengan peningkatan nilai OEE berdasarkan perbaikan dari *loss time* alat gali muat secara berurutan sebesar 48% dan 54%.

5.2. Saran

1. Untuk memperoleh produktivitas yang optimal berdasarkan target perlu dilakukan pengawasan secara berkala terhadap perawatan dan perbaikan peralatan mekanis yang digunakan untuk menghindari tingginya *loss time*.
2. Perlunya meningkatkan kedisiplinan operator yang bekerja dengan melakukan pengawasan dan ketegasan dari supervisor yang bekerja dilapangan.
3. Perlu adanya peningkatan efisiensi kerja dengan manajemen *fleet* yang lebih baik berdasarkan banyaknya jumlah unit dengan target yang akan dicapai.

4. Perlu dilakukannya penelitian mengenai analisis efisiensi operator yang mempengaruhi dari faktor speed peralatan yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM – total productive maintenance*. Produktivity Press, Cambridge.
- [2] Dipa, M., Lestari, F.D., Faisal, Muhammad, & Fauzi, Muhammad,. (2022), Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin *Washing Vial* Di PT. XYZ. *Jurnal Bayesian*, Universitas Widyatama, p-ISSN: 2775-7463, **Vol 2(1)**.
- [3] Murnawan Heri, & Mustofa (2014). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktifitas Dengan Metode *Fishbone* Di Perusahaan Percetakan Kemasan X. **5(2)**, 111–116.
- [4] Hamalik, Oemar. (1992). *Media Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alumni.
- [5] Istiqamah, D. A., & Gusman, M. (2020). Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. *Bina Tambang*, **5(1)**, 61-73.
- [6] Indonesianto, Yanto. (2014). *Pemindahan Tanah Mekanis*. UPN “Veteran” : Yogyakarta.
- [7] Prodjosumarto, P. (1996). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [8] Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfa Beta.
- [9] Agustino, Y., & Gusman, M. (2018). 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. *Bina Tambang*, **3(4)**, 1409-1422.
- [10] Alam, M, J., Mahanta, B, K., & Nawghade, N. (2018). *Comparative Performance Study of Mine Trucks by Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. *International Research Journal of Engineering and Technology*. ISSN: 2395-0056, **05(11)**, 448-453.
- [11] Daman, A., & Nusraningrum, D. (2020). Analysis of Overall Equipment Effectiveness (Oee) on Excavator Hitachi Ex2500-6. *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science*, **1(6)**, 847-855.
- [12] Marfinov, B. F. P. A., & Pratama, A. J. (2020). *Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis to Minimize Six Big Losses in Continuous Blanking Machine*. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*, **1(1)**, 25-32.
- [13] Mohammadi, Mousa, Rai, Piyush, & Gupta, Suprakash. (2017). *Performance Evaluation of Bucket Based Excavating, Loading and Transport (BELT) Equipment –An OEE Approach*. *Mining Engineering, Islamicacad University, Sci* **62 (1)**: 105-120.
- [14] Rochmanhadi. (1992). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta KMKO Sipil UNHAS.
- [15] Waqas, M., Tariq, S, M., Ali, Z., & Saqib, S. (2015). *Performance Measurement of Surface Mining Equipment by Using Overall Equipment Effectiveness*. *Pakistan Journal of Science*. **67(2)**.
- [16] Marfinov, B. F. P. A., & Pratama, A. J. (2020). *Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis to Minimize Six Big Losses in Continuous Blanking Machine*. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*, **1(1)**, 25-32.
- [17] Nadia, F., & Yulhendra, D. (2020). Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat Komatsu PC 400-18 dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Pengupasan Lapisan *Overburden* di PT. Surya Global Makmur Jobsite Pemusiran, Kabupaten Sarolangon, Provinsi Jambi. *Bina Tambang*, **5(2)**, 147-158.
- [18] Alifa, A., Gusman, M., & Prabowo, H. (2018). Optimasi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Terhadap Produksi Batubara Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Metode Teori Antrian Pada Pit Taman Periode Oktober 2016 Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam (PERSERO) Tbk. *Bina Tambang*, **3(2)**, 807-818.
- [19] Isgianda, F., Sumarya, S., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Bina Tambang*, **3(3)**, 1255-1261.