

Evaluasi Kemampuan Alat Gali Muat untuk Pencapaian Target Produksi *Limestone* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* pada Bukit Karang Putih PT. Semen Padang

Fachri Diwanda^{1*}, Tri Gamela Saldy¹

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*fachridiwanda466@gmail.com

Abstract. Observation data for limestone production in the PNPB block of PT. Semen Padang did not reach the target in August 2022 due the low effective working time of the excavator, which was 278.7 hours/month for the Hitachi EX 2500 and 296 hours/month for the Caterpillar 6030 Excavators out of 558 hours/month available working time. Analysis of the productivity of working hours of tools needs to be done to overcome these problems,, one of which is the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method to measure tool performance and fishbone diagrams to identify obstacles during production. The results showed that the actual productivity was 601,527 tons/month. Fishbone diagram analysis shows that there are inhibiting factors that cause high loss time, including method, equipment, environment, and human factors. After improving the standby delay time value of the Hitachi EX 2500 (EH 06) Excavator and Caterpillar 6030 (EC 03) excavator, the total loss time was reduced to 28.8 hours/month and 29.2 hours/month, respectively. increased tool uptime. Thus, the OEE value increased to 40% and 43%. Thus, overall limestone production increased by 1,317,693 tons/month, which means the target has been reached. The increase in the OEE value is still low when compared to world class standard OEE values, at 85% and still needed improvement.

Keywords : *overall equipment effectiveness, production, fishbone diagrams, loss time.*

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang adalah merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri pertambangan batu kapur (*limestone*) dengan hasil olahan berupa semen, terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, kurang lebih 15 km di sebelah timur Kota Padang dengan ketinggian 350 mdpl. Metode penambangan yang dilakukan oleh PT. Semen Padang menggunakan metode tambang terbuka dengan sistem *quarry*, yaitu membuat “*bench*” (jenjang) sehingga terbentuk lokasi penambangan sesuai dengan kebutuhan. PT. Semen Padang berusaha memenuhi target produksinya yang telah direncanakan dalam satu bulan untuk memenuhi permintaan domestik dan ekspor *limestone*. Proses produksi *limestone* dilakukan pada blok PNPB dengan target produksi sebesar 860.176 ton/bulan pada bulan Agustus 2022, realisasi produksi dengan alat gali muat *Excavator Hitachi EX 2500* dan *Excavator Caterpillar 6030* hanya sebesar 601.527 ton/bulan. Data observasi tersebut menyimpulkan bahwa target produksi tidak tercapai.

Tidak tercapainya target produksi *limestone* terjadi karena waktu kerja efektif alat gali muat yang digunakan relatif rendah, yaitu sebesar 278,7 jam/bulan untuk *Excavator Hitachi EX 2500* dan 296 jam/bulan untuk *Excavator Caterpillar 6030*, dari 558 jam/bulan waktu kerja tersedia. Adanya hambatan dapat mengakibatkan angka *loss time* alat yang tinggi, sehingga akan menurunkan produktivitasnya. *Loss time* tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor hambatan, seperti peralatan, lingkungan, manusia dan metode yang digunakan. Namun, dari beberapa faktor yang telah disebutkan terdapat *loss time* yang bisa diperbaiki (dihindari) seperti metode, peralatan dan manusia. Sedangkan faktor lingkungan merupakan proses alam yang tidak bisa diperbaiki waktu terjadinya. Peningkatan target produksi batu kapur secara optimal dapat dilakukan dengan memaksimalkan jam kerja efektif alat gali muat. Analisis produktivitas batu kapur secara optimal dapat dilakukan dengan memaksimalkan jam kerja efektif alat gali muat. Analisis produktivitas dan evaluasi pada jam kerja alat perlu dilakukan untuk mencari penyebab dan tindakan terhadap permasalahan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang mengukur performa mesin atau alat yang

digunakan, mengidentifikasi potensi *improvement* dan mengetahui macam-macam *losses*.

Berdasarkan data perusahaan, diperoleh nilai OEE aktual rata-rata kedua alat gali muat sebesar 28%. Nilai OEE diperoleh melalui tiga perkalian faktor, diantaranya *availability*, *performance*, dan *quality rates*. Standar kelas dunia untuk nilai OEE adalah sebesar 85% dengan nilai *availability rate* 90%, *performance rate* 90%, dan *quality rate* 99,9% (Nakajima, 1988).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis mengangkat topik “Evaluasi Kemampuan Alat Gali Muat untuk Pencapaian Target Produksi *Limestone* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Bukit Karang Putih PT. Semen Padang”.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

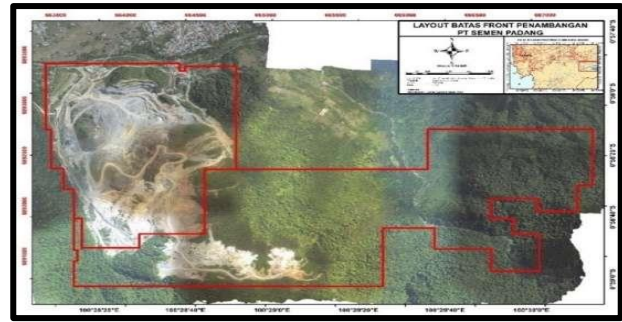
- Mendapatkan produktivitas aktual alat gali-muat *Excavator Hitachi EX 2500* dan *Excavator Caterpillar 6030*.
- Menganalisis faktor hambatan yang menyebabkan waktu kerja efektif menjadi berkurang dengan menggunakan metode diagram *fishbone*.
- Mengevaluasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) alat gali muat *Excavator Hitachi EX 2500* dan *Excavator Caterpillar 6030* sebelum dioptimalisasi.
- Mengevaluasi produktivitas alat gali muat *Excavator Hitachi EX 2500* dan *Excavator Caterpillar 6030* yang sudah dioptimalkan dengan menerapkan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) agar tercapai target produksi *limestone*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lokasi dan Kesempaan Daerah

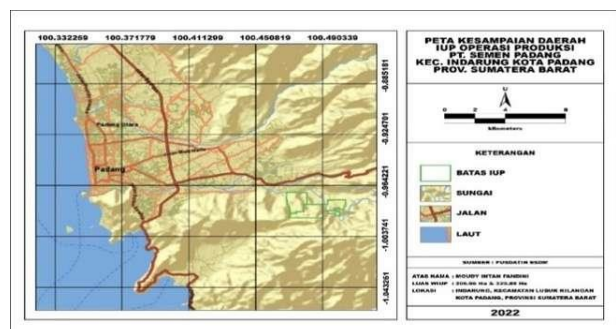
Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih daerah Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, kurang lebih 15 km di sebelah timur Kota Padang dengan ketinggian 350 mdpl. Secara geografis terletak pada 1°04'30" LS sampai 1°06'30" LS dan 100°15'30" BT sampai 100°10'30" BT. Arah barat berbatasan dengan Kota Padang, ke arah timur dengan Kabupaten Solok, dan ke arah Utara dengan Kabupaten Pesisir Selatan, serta dilalui oleh jalan utama yang menghubungkan Kota Padang dan Kota Solok.

Karang putih merupakan perkampungan kecil yang terletak ±2 km di sebelah selatan indarung, antara 0°56'51.56" LS sampai 0°57'50.56" LS dan 100°26'51.76" BT sampai 100°26'56.56" BT. Lokasi penambangan batu kapur dihubungkan dengan jalan beton dan dapat dicapai menggunakan kendaraan umum atau naik kendaraan milik perusahaan. Tambang bahan baku batu kapur berjarak 1600 meter dari pabrik.



Gambar 1. Lokasi IUP PT. Semen Padang

Lokasi penelitian dapat dicapai dari Kota Padang lewat jalan darat beraspal dengan kendaraan roda dua dan roda empat sampai di lokasi kantor operasi tambang. Akses ke lokasi penelitian berupa jalan operasi penambangan yang merupakan jalan semen.



Gambar 2. Kesempaan Lokasi IUP PT.Semen Padang

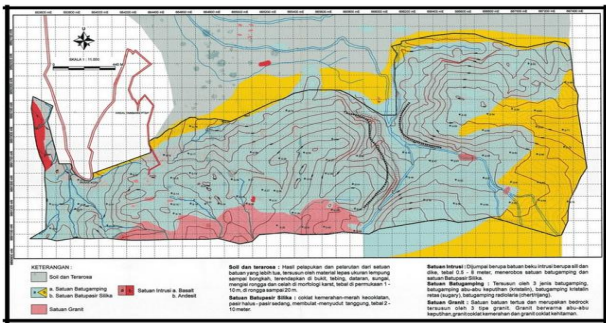
2.2. Keadaan Geologi Daerah Penelitian

2.2.1 Keadaan Geologi dan Morfologi

Keadaan di sekitar penambangan PT. Semen Padang adalah daerah perbukitan yang dilingkupi banyak pepohonan dan semak, sebagian kecil digunakan oleh masyarakat setempat sebagai lahan pertanian dengan ketinggiannya berkisar antara 225-720 m di atas permukaan laut. Bukit yang sangat terjal dengan sudut lereng alami mencapai 45° menjadi geologi khususnya.

Bukit Karang Putih ini umumnya mengandung batu kapur (gamping) dengan terobosan batuan beku berupa basalt, andesit dan granit. Lapisan batu kapur terletak di atas batuan endapan vulkanik yang memiliki ketebalan berkisar 100-350 m. Bagian selatan penambangan ditemukan batuan baku basalt yang juga diperkirakan juga terjadi ekstrusi *basalt* (proses pembentukan dari *basalt* menjadi batu kapur). Ekstrusi ini menyebabkan penghamburan batu kapur menjadi karst dengan kristal-kristal yang besar. Dinding batu bukit Karang putih menunjukkan gejala perapuhan melalui kekar yang terdapat di daerah tersebut, dibuktikan dengan adanya rongga. Departemen Tambang PT Semen Padang menyatakan arah *Strike* dan *Dip* bidang perlapisan terdapat di bukit ini dengan N 25°/74° E, yang merupakan suatu front antiklin dengan poros perlapisan berarah sekitar Timur Laut hingga Barat Daya. Lapisan tanah

penutup dapat dijumpai pada lokasi penambangan, terdiri dari batu kapur kategori lapuk dan basalt.



Gambar 3. Peta Geologi Permukaan Bukit Karang Putih

2.2.2 Stratigrafi

Stratigrafi daerah Bukit Karang Putih berdasarkan litologi berurutan dari tua ke muda yaitu batuan kersikan anggota formasi kuantan dengan batuan gamping kristalin, berumur permokarbon, secara tidak selaras berada di atas satuan batuan kersikan dan satuan batu gamping yang terendapkan bersama satuan konglomerat anggota formasi Tuhur, berumur trias tengah akhir dengan ditutupi oleh *silica stone* pada bagian atasnya.

Bukit Karang Putih berumur kala miosen tengah dan intrusi batuan beku, sedangkan sebelah Selatan daerah Bukit Karang Putih berumur kala miosen akhir. Satuan batuan yang paling muda adalah batuan vulkanik berumur tersier atau kuartar dan secara tidak selaras menutupi satuan batuan lain yang sebelumnya. Pengendapan yang terjadi secara anorganik, apabila batuan gamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana tertentu dalam air laut, air tawar, *magnesium*, lempung dan pasir yang merupakan unsur pengotor pada saat proses pengendapan.

Klasifikasi batu gamping dapat ditentukan dengan keberadaan pengotornya. Jika pengotor *magnesium*, maka batu gamping diklasifikasikan batu *dolomitan*. Namun, jika pengotornya lempung, maka diklasifikasikan batu gamping lempungan. Jika pengotornya pasir, maka diklasifikasikan batu gamping pasir. Batu gamping yang mengalami *metamorfosa* akan berubah penampakannya, sehingga akan berubah menjadi marmor. Penghabluran batu gamping dengan membentuk *hablur kalsit* dipengaruhi oleh air tanah. Stratigrafi daerah Bukit Karang Putih PT. Semen Padang terdapat dalam gambar 4.

| Unit Batuan | Tebal Rata-Rata (m) | Simbol Batuan | Pemerian | Sumber Bahan |
|---------------------------------|---------------------|---------------|---|--|
| Endapan Resen | 0,8-3,0 | [Symbol] | Material Timbunan/Urugan | |
| | 0,4-2,5 | [Symbol] | Lempung Residu/Foil | Alumina Al ₂ O ₃ |
| Endapan Vulkanik | 13,6 | [Symbol] | Tufa | Silika (SiO ₂) |
| | 68,9 | [Symbol] | Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan) | |
| Batuan Metasedimen dan Metamorf | ≈360 | [Symbol] | Batugamping Marmor | Kapur Cao.Mgo |
| | >500 | [Symbol] | Batulempung Tufaan (Batuan Kersikan) | Silika (SiO ₂) |

Gambar 4. Stratigrafi Bukit Karang Putih

2.2.3

Litologi

Dari hasil pemetaan geologi dapat diketahui satuan batuan dari tua ke muda yang menyusun daerah Bukit Karang Putih.

- a. Batu lempung terkarsikan

Secara umum batu ini disebut juga dengan batuan *silica* berwarna coklat kemerahan, butir batuan berukuran halus, keras, dan sebagian mengalami rekristalisasi yang tersebar pada bagian Timur laut-Tenggara daerah penyelidikan, di tebing-tebing, serta sepanjang lembah selatan. Berdasarkan struktur batu lempung tufaan telah mengalami perlipatan kuat.
- b. Batu gamping-marmor

Batuan ini memiliki hubungan dengan batu lempung kersikan, berwarna abu-abu kehitaman sampai terang, kristalin dan massif. Penyebaran batuan ini mendominasi dan telah mengalami perlipatan kuat dengan arah umum Barat Laut-Tenggara.
- c. Batuan vulkanik/tufa

Tersusun dari tufa, pasir tufa, dan rombakan batu lempung tufaan yang telah mengalami pelapukan, serta menjadi batuan termuda yang ada di bukit Karang Putih. Batuan ini sebagian tersebar berupa residual tanah dan ditemui pada lembah daerah penyelidikan. Batuan ini berada di atas kelompok batuan pra-tercier yang diendapkan secara tidak selaras.
- d. Batuan terobosan (*intrusi*)

Batuan ini dijumpai di daerah Karang Putih berupa batuan beku yang tersusun dari *basaltis-andesitis*, berwarna abu-abu kehitaman dengan tekstur *afanitik-fanirik*, memiliki butir batu sangat halus hingga sedang, serta mengandung mineral *feldspar* dan *piroksen*. Secara umum litologi penyusun satuan batuan di lokasi tambang didominasi oleh batuan rijang (*chert*), sekisan (*filit*), batu sabak dan konglomerat hanya tersingkap pada alur sungai Batang Idas arah ke hulu. Dalam perencanaan penambangan batu gamping yang berada di bawah tufa, kedudukan batuan memiliki potensi dan prospek untuk dilakukan penambangan sebagai bahan baku semen

2.3. Iklim dan Curah Hujan

Wilayah Iklim di daerah PT. Semen Padang adalah iklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan kisaran temperatur 27oC – 35oC. Cuaca dapat mempengaruhi efektivitas kerja pada penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka. Secara umum, curah hujan di Kota Padang relatif rendah untuk wilayah sekitaran pantai, namun di wilayah dataran tinggi termasuk dalam kategori sedang sampai tinggi.

2.4. Pемindahan Tanah Mekanis

Sebelum pekerjaan pemindahan tanah, perlu dilakukan *land clearing*. Setelah pekerjaan *land clearing* tersebut selesai, maka proses selanjutnya adalah pengupasan *top soil* (lapisan atas) atau *stripping*, penggalian (*excavating*), *hauling*, dan *dumping* (Prodjosumarto, 1996). Pemindahan tanah atau batuan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual (menggunakan alat sederhana seperti cangkul, sekop, gerobak, dan lain-lain) dan menggunakan alat besar/mekaanis.

2.5. Alat Gali Muat

Salah satu alat gali muat yang digunakan dalam kegiatan penambangan adalah *Excavator*, dimana umumnya memanfaatkan tenaga hidrolik (*hydraulic excavator*). Umumnya *hydraulic excavator* menggunakan tenaga *diesel engine* dan *full hydraulic system*. Alat ini memiliki beberapa kelebihan yang bisa mendistribusikan muatan ke seluruh bagian *vessel* dengan merata, artinya lebih mudah pengaturan muatannya sehingga jalan *Dump truck* dapat seimbang.

2.6. Faktor yang Mempengaruhi Produksi

Produksi alat muat dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi suatu alat :

- Posisi pemuatan material
- Faktor material
- Faktor pengembangan material (*swell factor*)
- Faktor Pengisian bucket (bucket fill factor)

2.7. Waktu Edar Alat (Cycle time)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan alat berat untuk menyelesaikan suatu proses gerakan mulai dari gerakan awal (menggali, memuat, mengangkat, membuang, manuver, kembali). Waktu edar alat gali-muat terdiri dari waktu penggalian material, waktu isi, waktu menumpahkan *swing* muatan, waktu *swing* kosong. Untuk mengetahui waktu edar alat gali muat dapat menggunakan persamaan (1) berikut [16]:

$$Ctm = T1+T2+T3+T4 \quad (1)$$

Keterangan:

| | |
|-----|-------------------------------------|
| Ctm | = Waktu edar alat muat (detik) |
| T1 | = Waktu gali (detik) |
| T2 | = Waktu <i>swing</i> isi (detik) |
| T3 | = Waktu tumpah (detik) |
| T4 | = Waktu <i>swing</i> kosong (detik) |

Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan (Prodjosumarto, 1996).

2.8. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja membandingkan waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, yang mempengaruhi kemampuan produksi suatu alat. Fakta yang terjadi di lapangan, nilai efisiensi yang kecil disebabkan bukan karena faktor tingkah laku pekerja yang berubah-ubah, tetapi terjadinya keterlambatan dan hambatan-hambatan yang selalu terjadi, misalnya: menunggu alat, pemeliharaan dan pelumasan mesin. [25]

2.9. Produktivitas Alat Gali Muat

Produksi alat ini dipengaruhi oleh kapasitas *bucket*, *fill factor*, waktu edar dan efisiensi kerja alat. Untuk mengetahui kemampuan produksi alat gali muat dapat menggunakan persamaan (2) berikut [16]:

$$Q = \frac{KB \times FF \times Fk \times 3600}{CT} \quad (2)$$

Keterangan:

| | |
|----|---|
| Q | = Produksi alat muat (LCM/jam) |
| KB | = Kapasitas <i>Bucket</i> (m ³) |
| FF | = <i>Fill Factor</i> (%) |
| Fk | = Efisiensi kerja |
| CT | = Waktu siklus alat muat (detik) |

2.10. Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah metode pengukuran alat dengan penerapan *Total Productive Maintenance* yang menekankan pada peningkatan kehandalan, penghilangan pemborosan dan peningkatan performa alat. OEE merupakan alat pengukur performa keseluruhan alat dan mengevaluasi sehingga peralatan dapat bekerja seperti seharusnya.

Penyebab peralatan produksi tidak lancar beroperasi disebabkan adanya waktu hilang. *Six Big Losses* merupakan waktu hilang dalam OEE, diantaranya: *Downtime Loss* (*breakdown losses, set up or adjustment losses*), *Speed Loss* (*stoppages losses, speed losses*) dan *Defect Loss* (*quality defects, reduce yield*) [20]

Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan *Availability*, *Performance*, dan *Quality rate*. Oleh karenanya, OEE pada peralatan alat gali muat dan angkut dikonfigurasi dan didefinisikan sebagai produk dari *Availability factor* (ketersediaan), *Utilization factor* (Pemanfaatan), *Speed factor* (Kecepatan) dan *Bucket factor* [20].

Faktor yang akan dihitung pada komponen OEE pada alat gali muat :

a. Availability Factor (A).

Ketersediaan dikaitkan dengan pengoperasian peralatan atau sistem, dapat ditentukan menggunakan persamaan (3) ini [20] :

$$A = \frac{AT}{TT} \tag{3}$$

Keterangan:

A = Availability Factor

AT = Available Time (Jumlah waktu kerja rencana dalam satuan jam)

TT = Total Calender Time (Jumlah waktu tersedia menurut kalender dalam satuan jam)

b. Utilization Factor (U)

Faktor Pemanfaatan menunjukkan penggunaan produktif dari jam tersedia, dapat ditentukan menggunakan persamaan (4) ini [20] :

$$U = \frac{UT}{AT} \tag{4}$$

Keterangan:

U = Utilization Factor

UT = Utilization Time (Waktu yang digunakan untuk operasional dalam satuan jam)

AT = Available Time (Jumlah waktu kerja rencana dalam satuan jam)

c. Speed Factor (S)

Faktor kecepatan adalah perbandingan waktu edar direncanakan dengan waktu edar aktual, dapat ditentukan menggunakan persamaan (5) ini [20] :

$$S = \frac{ctp}{cta} \tag{5}$$

Keterangan :

S = Speed Factor,

Ctp = Planned Cycle time (s),

Cta = Actual Cycle time (s)

d. Bucket Fill Factor (B)

Yaitu menandakan kegunaan produktif kapasitas bucket, kuantitas bucket yang dimuat secara aktual dibandingkan dengan output aktual, dapat ditentukan menggunakan persamaan (6) ini [20]:

$$B = \frac{Oac}{Opc} \tag{6}$$

Keterangan:

B = Bucket Fill Factor

Oac = Kapasitas aktual bucket alat muat (m³)

Opc = Kapasitas teoritis bucket alat muat (m³)

e. OEE of BELT Equipment

Nilai OEE pada peralatan penggalian dapat dihitung dengan mengalikan peralatan penggalian dapat dihitung dengan mengalikan nilai availability factor, utilization factor, speed factor dan bucket fill factor, dapat dihitung menggunakan persamaan (7) ini [20] :

$$OEE = A \times U \times S \times B \tag{7}$$

Keterangan:

OEE = Overall Equipment Effectiveness

A = Availability Factor

U = Utilization Factor

S = Speed Factor

B = Bucket Fill Factor

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat dihitung menggunakan persamaan (8) ini [20] :

$$O = Opc \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE \tag{8}$$

Keterangan:

O = Output Produksi (m³)

Opc = Kapasitas teoritis bucket alat muat (m³)

CTp = Waktu siklus yang direncanakan (s)

TT = Total Calender Time

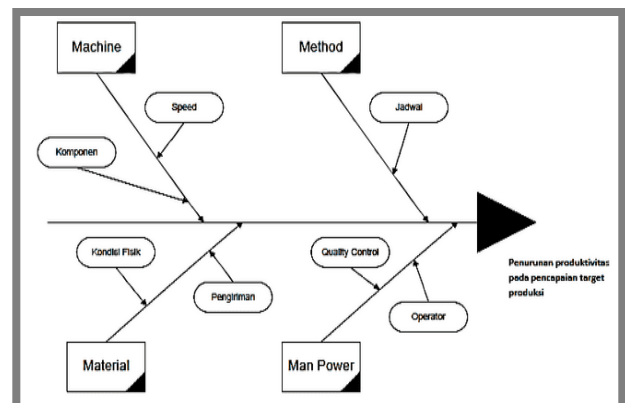
OEE = Overall Equipment Effectiveness

Maka akan didapatkan O atau output produksi dalam jangka waktu tertentu (m³).

2.11. Diagram Fishbone

Diagram fishbone atau diagram tulang ikan merupakan suatu alat yang dapat membantu identifikasi, memilah dan menampilkan berbagai penyebab dari suatu masalah, sehingga disebut sebagai diagram cause and effect (sebab-akibat). Prinsipnya adalah menggambarkan hubungan masalah dengan semua faktor penyebabnya. Diagram ini ditemukan oleh Kaoru Ishikawa sehingga disebut juga dengan diagram ishikawa [19]. Diagram fishbone dapat membantu penggunaannya untuk menemukan akar penyebab dari terjadinya suatu masalah, khususnya dalam bidang industri manufaktur yang prosesnya banyak dikenal dengan ragam variabel penyebab timbulnya masalah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tindakan dan langkah perbaikan yang lebih mudah, serta efektif.

Diagram fishbone dapat digambarkan dengan bentuk dasar berupa cause yang tertulis di tulang ikan sebelah kiri dan effect pada kepala ikan, begitupun sebaliknya. Diagram fishbone dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 5. Contoh diagram fishbone

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, dimana menggunakan data-data berupa angka yang diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk mempresentasikan hasil. Analisis data menggunakan metode analisis data statistik dan persentasi. Penelitian kuantitatif merupakan proses pengolahan data berupa angka sebagai alat analisis keterangan, mengenai suatu fenomena [15]

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. Semen Padang yang termasuk dalam blok Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP), Kecamatan Indarung, Kota Padang, mulai dari tanggal 15 Agustus 2022 s/d 15 September 2022.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, teknik pengambilan data yang dilakukan ada 2 yaitu :

- Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan berbagai referensi kepustakaan dan parameter acuan dalam penelitian ini, berupa buku, jurnal, dan mempelajari laporan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
- Observasi Lapangan
Kegiatan ini dilakukan untuk mengamati lokasi studi kasus secara langsung, sehingga dapat mempermudah pengambilan dan analisis data.

3.5. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka data tersebut akan dikelompokkan dan akan dilakukan pengolahan data. Maka pengolahan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pengolahan data hasil observasi untuk mendapatkan produktivitas aktual alat gali muat.
- Mengevaluasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada alat gali-muat sebelum dioptimalisasi.
- Menganalisis faktor hambatan yang menyebabkan waktu kerja efektif menjadi berkurang dengan menggunakan metode diagram *fishbone*.
- Mengevaluasi produktivitas pada alat gali muat setelah dioptimalkan menggunakan metode OEE untuk mencapai target produksi *limestone*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Produktivitas Alat Gali Muat

4.1.1. Menghitung Efisiensi Kerja

Keberhasilan pencapaian produksi *limestone* sangat dipengaruhi oleh efisiensi dari suatu alat mekanis yang bekerja. Efisiensi kerja alat itu didapatkan dari waktu kerja alat dibandingkan dengan total waktu keseluruhan (waktu kerja, perbaikan dan *standby*). Setelah dilakukan perhitungan efisiensi kerja pada alat gali muat *Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)* dan *Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)* didapatkan keduanya memiliki efisiensi kerja dalam kategori buruk dengan nilai pada masing masing alat gali muat sebesar 49% dan 53%.

Tabel 1. Jam Kerja Alat Gali Muat

| Unit | Waktu Tersedia (Jam) | Waktu Kerja (Jam) | Waktu Perbaikan (Jam) | Waktu Standby (Jam) |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| <i>Excavator Hitachi EX 2500</i> | 558 | 278,7 | 97,8 | 181,5 |
| <i>Excavator Caterpillar 6030</i> | 558 | 296 | 94,7 | 167,3 |

4.1.2 Produktivitas Alat Gali Muat

Hasil perhitungan produksi *limestone* dengan *Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)* dan *Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)* bulan Agustus 2022 seperti tertera pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

| No | Unit | Waktu Kerja Efektif (jam) | Efisiensi Kerja | Produksi Per Jam (ton) | Produksi Per Bulan (ton) |
|--|---|---------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|
| 1 | <i>Excavator Hitachi EX 2500(EH 06)</i> | 278,7 | 0,49 | 955 | 266.159 |
| 2 | <i>Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)</i> | 296 | 0,53 | 1.133 | 335.368 |
| Total Produksi bulan Agustus 2022 | | | | | 601.527 |
| Target Produksi Per Bulan | | | | | 860.176 |
| Ketercapaian Target Produksi | | | | | 69 % |

4.1.3 Evaluasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam produktivitas alat gali muat sebelum optimalisasi.

Data perhitungan produksi dengan metode OEE dari alat gali muat *Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)* dan *Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)* pada bulan Agustus 2022, dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Data Untuk Perhitungan nilai OEE pada *Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)*

| Unit | TT | AT | UT | Ctp | Cta | Opc | Oac |
|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| EH 06 | 744 | 558 | 278,7 | 30 | 34,36 | 15 | 12 |

Tabel 4. Data Untuk Perhitungan nilai OEE pada Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)

| Unit | TT | AT | UT | Ctp | Cta | Opc | Oac |
|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| EH 06 | 744 | 558 | 278,7 | 30 | 34,36 | 15 | 12 |

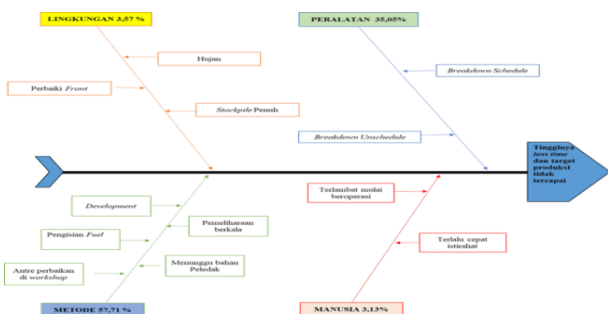
Hasil perhitungan komponen, nilai dan produksi berdasarkan OEE pada Excavator Hitachi EX 2500 dan Excavator Caterpillar 6030 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai OEE Excavator Hitachi EX 2500 dan Excavator Caterpillar 6030

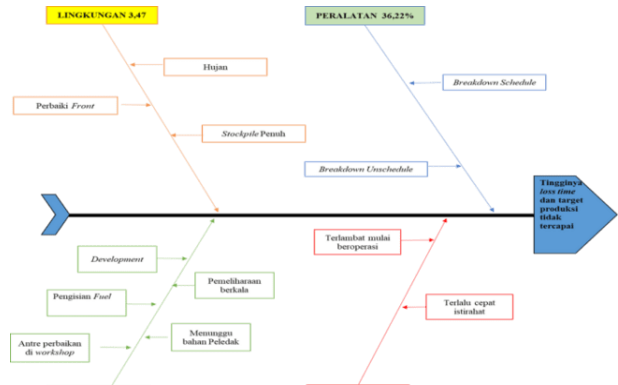
| No | Unit | A | U | S | B | OEE | O (ton) | O Aktual (ton) |
|--------------|------------------------------------|------|------|------|-----|------|---------|----------------|
| 1 | Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) | 0,75 | 0,49 | 0,87 | 0,8 | 0,25 | 518.940 | 254.280 |
| 2 | Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) | 0,75 | 0,53 | 0,95 | 0,8 | 0,30 | 622.728 | 330.045 |
| Total | | | | | | | | 584.325 |

4.1.4 Analisis Faktor Hambatan dengan Diagram Fishbone

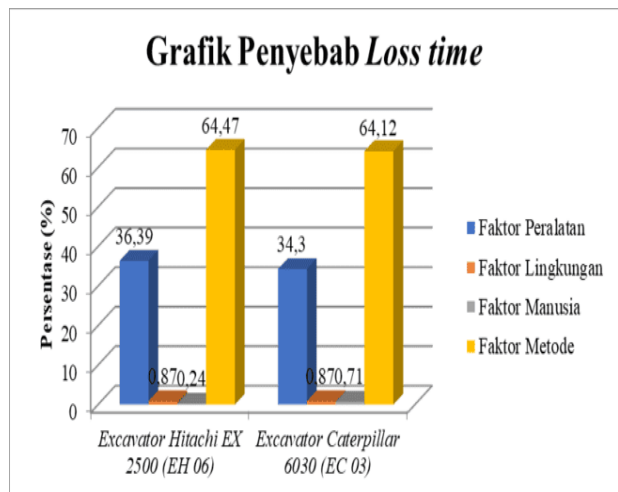
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai OEE alat gali muat tidak memenuhi standar kelas dunia sebesar 85%, karena rendahnya nilai Utilization Factor (U) dan nilai Speed Factor (S). Penyebabnya adalah adanya hambatan berakibat pada tingginya loss time. Akar penyebab rendahnya nilai OEE dari alat gali muat dapat diketahui dengan diagram Fishbone, hasilnya menyatakan bahwa terjadi loss time pada Excavator Hitachi EX 2500 dan Excavator Caterpillar 6030 akibat hambatan dalam kategori delay dan idle time. Adapun analisa penyebab masalah dapat dilihat pada diagram fishbone pada gambar 6,7 dan 8.



Gambar 6. Diagram Fishbone Loss time Excavator Hitachi EX 2500



Gambar 7 . Diagram Fishbone Loss time Excavator Caterpillar 6030



Gambar 8. Grafik Penyebab Loss time Alat Gali Muat

Pengoptimalan pada alat gali muat menggunakan metode OEE dilakukan agar target produksi limestone tercapai, yaitu dengan meminimalisir loss time pada kategori delay time atau waktu hilang dalam jam operasi yang sebenarnya dapat dikendalikan. Delay time tersebut dapat diperbaiki, seperti pada penerapan teknik 5W+1H. Setelah dilakukan upaya dalam meminimalisir loss time pada alat gali muat. Selanjutnya dilakukan perbaikan terhadap loss time tersebut dengan mengurangi delay time dari nilai terkecil dan ketentuan perusahaan. Berikut data loss time Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) sebelum dan setelah perbaikan nilai delay time terdapat dalam tabel 6. Setelah dilakukan upaya meminimalisir losstime pada alat gali muat, selanjutnya dilakukan perbaikan terhadap losstime dengan mengurangi delay time dari nilai terkecil dan ketentuan perusahaan. Berikut data losstime Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) sebelum dan setelah perbaikan nilai delay time terdapat dalam tabel 6.

Tabel 6. Data Losstime Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)

| No | Loss time | Sebelum Perbaikan (jam) Delay Time | Setelah Perbaikan (jam) |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Terlambat Mulai Beroperasi | 5,6 | 0 |
| 2 | Terlalu Cepat Istirahat | 3,1 | 0 |
| 3 | Pengisian Fuel | 1,7 | 0 |
| 4 | Pemeliharaan Berkala | 140 | 28 |
| 5 | Menunggu Bahan Peledak | 2,8 | 0,8 |
| 6 | Antre Perbaikan di Workshop | 17,8 | 0 |
| 7 | Development | 0 | 0 |
| Idle Time | | | |
| 1 | Kabut | 2,5 | 2,5 |
| 2 | Stockpile Penuh | 6 | 6 |
| 3 | Perbaiki Front | 1,5 | 1,5 |
| 4 | Breakdown Schedule | 70,7 | 70,7 |
| 5 | Breakdown Unschedule | 27 | 27 |
| Total Delay Time | | 171 | 28,8 |
| Total Idle Time | | 107,7 | 107,7 |

Berikut data *loss time* Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) sebelum dan setelah perbaikan nilai *delay time* terdapat dalam tabel 7.

Tabel.7 Data Losstime Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)

| No | Loss time | Sebelum Perbaikan (jam) Delay Time | Setelah Perbaikan (jam) |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Terlambat Mulai Beroperasi | 5,5 | 0,0 |
| 2 | Terlalu Cepat Istirahat | 2,3 | 0,0 |
| 3 | Pengisian Fuel | 1,7 | 0,0 |
| 4 | Pemeliharaan Berkala | 135 | 27 |
| 5 | Menunggu Bahan Peledak | 2,8 | 2,2 |
| 6 | Antre Perbaikan di Workshop | 3,3 | 0,0 |
| 7 | Development | 7,1 | 0,0 |
| Idle Time | | | |
| 1 | Kabut | 2,5 | 2,5 |
| 2 | Stockpile Penuh | 6,0 | 6,0 |
| 3 | Perbaiki Front | 0,6 | 0,6 |
| 4 | Breakdown Schedule | 64,2 | 64,2 |
| 5 | Breakdown Unschedule | 30,5 | 30,5 |
| Total Delay Time | | 157,7 | 29,2 |
| Total Idle Time | | 103,8 | 103,8 |

Setelah dilakukan perbaikan *loss time* dengan penerapan teknik 5W+1H untuk mengurangi *standby delay time*, pada alat gali muat Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) dan alat gali muat Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) maka total *loss time* masing masing alat berkurang menjadi 28,8 jam/bulan dari 171 jam/bulan dan 29,2/bulan jam dari 157,7 jam/bulan, sehingga terjadi peningkatan jam operasi pada alat gali muat Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) sebesar 421,4 jam/bulan dari 278,7 jam/bulan dan alat gali muat Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) meningkat sebesar 425 jam/bulan dari 296 jam/bulan.

4.1.5. Produksi Limestone dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Setelah dilakukan Perbaikan Loss time

Data parameter perhitungan produksi menggunakan metode OEE dari alat gali muat Excavator Hitachi EX

2500 dan Excavator Caterpillar 6030 pada bulan Agustus 2022 setelah perbaikan *loss time*, dapat dilihat pada tabel ini.

Tabel 8. Nilai Parameter Untuk Perhitungan Nilai OEE Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)

| Unit | TT | AT | UT | CTP | Cta | Opc | Oac |
|---------------------------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| Excavator Hitachi EX 2500 | 744 | 558 | 421,4 | 30 | 34,36 | 15 | 12 |

Tabel 9. Nilai Parameter Untuk Perhitungan Nilai OEE Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)

| Unit | TT | AT | UT | CTP | Cta | Opc | Oac |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| Excavator Caterpillar 6030 | 744 | 558 | 425 | 30 | 31,32 | 15 | 12 |

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai OEE Excavator Hitachi EX 2500 dan Excavator Caterpillar 6030

| No | Unit | A | U | S | B | OE E | O (ton) | O Aktual(ton) |
|--------------|----------------------------|------|------|------|-----|------|---------|------------------|
| 1 | Excavator Hitachi EX 2500 | 0,75 | 0,75 | 0,87 | 0,8 | 0,40 | 830.304 | 639.334 |
| 2 | Excavator Caterpillar 6030 | 0,75 | 0,76 | 0,95 | 0,8 | 0,43 | 892.577 | 678.359 |
| Total | | | | | | | | 1.317.693 |

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah tertera sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1 Produktivitas aktual Excavator Hitachi EX 2500 (EH 6) dan Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) memiliki nilai produksi sebesar 601.527 ton/bulan atau hanya 69% dari target produksi yang telah direncanakan, yaitu sebesar 860.176 ton/bulan.
- 2 Perhitungan dengan metode OEE menunjukkan nilai yang rendah pada Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) sebesar 25% dan Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) sebesar 30%. Total hasil produksinya sebesar 584.325 ton/bulan dari target produksi limestone.
- 3 Analisis diagram fishbone menunjukkan hasil akar penyebab hambatan yang mengakibatkan tingginya *loss time* pada kedua alat gali muat di bulan Agustus 2022, diantaranya faktor metode, peralatan, lingkungan dan manusia. Selanjutnya dilakukan perbaikan dengan teknik 5W+1H untuk mengurangi *standby delay time*, sehingga terjadi peningkatan jam operasi pada alat gali muat Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06) sebesar 421,4 jam/bulan dari 278,7 jam/bulan dan alat gali muat Excavator Caterpillar 6030 (EC 03) meningkat sebesar 425 jam/bulan dari 296 jam/bulan.
- 4 Perhitungan produksi dengan metode OEE setelah pengurangan nilai *delay time* yang sesuai dengan waktu *loss time* optimal dalam satu bulan, diperoleh

total produksi limestone sebesar 1.317.693 ton/bulan yang berarti telah mencapai target, dimana nilai OEE *Excavator Hitachi EX 2500 (EH 06)* sebesar 40% dan *Excavator Caterpillar 6030 (EC 03)* sebesar 43% yang berarti terjadi peningkatan. Namun, nilai tersebut masih berada dibawah standar nilai OEE kelas dunia sebesar 85% dan masih diperlukan *improvement*.

5.2. Saran

- 1 Diperlukan pengawasan kembali terhadap perawatan dan perbaikan alat mekanis yang digunakan untuk menghindari faktor penyebab tingginya *loss time* untuk mencapai produktivitas yang optimal.
- 2 Perlunya penyesuaian antara rencana dengan aktualisasi produksi.
- 3 Perlunya kesadaran akan kedisiplinan seluruh karyawan untuk lebih bertanggung jawab dan berperan aktif dalam bekerja.
- 4 Diperlukan manajemen perusahaan yang lebih baik dan fokus kerja alat gali muat pada satu jenis pekerjaan saja, serta didukung dengan peningkatan sumber daya manusia sebagai operator untuk meningkatkan efisiensi kerja.
- 5 Penulis menyarankan perlu dilakukan lagi pengembangan perbaikan *loss time* dengan metode penyelesaian yang baru.

REFERENSI

- [1] Abdi Ramandha, dkk. 2020. Pelaksanaan Total Productive Maintenance Terhadap Kinerja Bucket Wheel Excavator Melalui Cause Effect Diagram (Studi Kasus pada PT Bukit Asam, Tbk). *Bina Darma Conference on Engineering Science*. 340-354.
- [2] 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.
- [3] Anonim, *Data Laporan dan Arsip* PT SEMEN PADANG
- [4] Daman, A., & Dewi Nusraningrum. (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.
- [5] Darman, H. & Sidi, F. H. (2000). *An Outline of the Geology of Indonesia*. Jakarta: Publikasi Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- [6] Geological Society of America (1983) *Geological Society of America Bulletin Vol. 94* (8)
- [7] Handayani, J., & Saldy, T. G. (2022). Studi Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Match Factor Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Eagle 3 PT. Bumi Karya Makmur, Job Site PT. IPC, Bantuas, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. *Bina Tambang*, 7(3), 1-13.
- [8] Hastary, S., Yusuf, A. A., & Awaludin, R. (2021). Optimalisasi Proses Produksi Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Jurnal Bina Bangsa Ekonomika (JBBE)*, 14(1).
- [9] Husean, S., & Anaperta, Y. M. (2019). Optimalisasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengangkutan Overburden Di Pit Barat PT. Artamulia Tata Pratama Site Tanjung Belit, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 154-164.
- [10] Iranda, E., & Saldy, T. G. (2021). Evaluasi Kinerja Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi 25.000 Ton/Bulan Pada Penambangan Batu Kapur PT. Bakapindo Di Jorong Durian, Kenagarian Kamang, Kecamatan Kamang Magek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 6(5), 257-266.
- [11] Jide Muili, A. (2013). Optimization of the Overall Equipment Efficiency (OEE) of Loaders and Rigid Frame Trucks in NAMDEB Southern Coastal Mine
- [12] Kasiram, M. 2010. *Metodologi Penelitian: Kualitatif–kuantitatif*.
- [13] Komatsu. (2009). *Specification and Application Handbook*, 30th Edition, Komatsu Ltd. Japan.
- [14] Kuntjojo. 2009. *Metode penelitian*. Kendiri: tidak diterbitkan
- [15] Kurniansyah, F., & Saldy, T. G. (2022). analisis ketercapaian produktivitas Bauxite Ore Getting terhadap produktivitas Bauxite Processing Plant PT. Jaga Usaha Sandai (PT. JUS) site sandai, Kecamatan Sandai, Kab Ketapang, Kalimantan Barat. *Bina Tambang*, 7(2), 82-90.
- [16] Markah, R., Kopa, R., Saldy, T. G., & Anarta, R. (2022). Evaluasi Geometri Jalan Angkut Komatsu HD785-7 Dari PNBK 4 Ke Crusher 6 Tambang Batu Kapur PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 7(3), 77-86.
- [17] M Javed Alam, dkk. 2018. Comparative Performance Study of Mine Trucks by Overall Equipment Effectiveness (OEE). *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 5(11). 448-453.
- [18] 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.
- [19] Murnawan Heri, & Mustofa (2014). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktifitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan X. 5(2), 111-116.
- [20] Nadia, Fitri dan Dedi Yulhendra. 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 Sarolangun, Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*, 5(2), 147-158.
- [21] Nakajima S., 1998 *Introduction to TPM – total productive maintenance*. Productivity Press, Cambridge
- [22] Novrisal, D., & Yosan, R. B. Peningkatan Kegiatan Pemeliharaan Mesin Air Conditioning Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Studi Kasus Pada Mesin Pendingin Ruangan Gedung Grand Studio Metro Tv.
- [23] Nuryono, A. (2018). Analisis Efektifitas Kinerja Excavator Pada Aktifitas OB Removal Penambangan Batubara menggunakan Metode OEE: (Studi Kasus: PT. RML Embalut – Kalimantan Timur). *Journal Industrial Manufacturing*, 3(2), 79.
- [23] Ott, H.I. 1987. The Kutei Basin – A Unique Structure History. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 16th Annual Convention (hal. 97 – 101)
- [24] Prodjosumarto, Partanto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan ITB.
- [25] Putri, Nadia Anggraini dan Mulya Gusman. 2018. Optimalisasi Produksi Shovel Komatsu 3000E-6 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengupasan Lapisan Overburden di Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Teknik Pertambangan*. 3(3), 1300-1309.
- [26] Saldy, T. G. (2020). Peningkatan Produktivitas Alat Muat (EX-1770) untuk Percepatan Pengalihan Sungai Tungkal PT XYZ Site AAA dengan Pendekatan Quality Control Circle. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(01), 71-76.
- [27] Stripping Fleet, Namibia. *Earth Sciences*, 2(6), 158.
- [28] Sulistiyowati, W., & Astuti, C. C. (2017). *Buku Ajar Statistika Dasar*. Umsida Press, 1-236.
- [29] Waqas, M., Tariq, S. M., Shahzad, M., Ali, Z., & Saqib, S. (2015). Performance Measurement Of Surface Mining Equipment By Using Overall Equipment Effectiveness. *Pakistan Journal of Science*, 67(2).
- [30] Yanto, Indonesianto. 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Teknik Pertambangan,UPN Veteran:Yogyakarta
- [31] Zulfikri. (2016). Pengaruh Mata Kuliah Statistik Terhadap Kemampuan Analisa Data Kuantitatif Mahasiswa Prodi S-1 Ilmu Perpustakaan Angkatan 2011-2012 Fakultas Adab dan Humaniora UIN Ar-Ranir. *Libria*, 8(1), 112.