

ANALISIS PERAWATAN ALAT CETAK BETON DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) (STUDI KASUS PT. RZR)

Rifki Zainur Rozikin¹, Ir. Margianto², Basjir Oesman^{3*}

¹Universitas Islam Malang

Email: 22001052021@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang

email: margianto@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

email: m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Dalam lingkup manufaktur, barang adalah sebuah output pokok dari tahapan pembuatan, dan supaya tahapan pembuatan bisa senantiasa beroperasi, diperlukan aktivitas perawatan pada alat-alat serta perangkat-perangkat produksi. Maintenance ini bertujuan untuk meminimalisir dan mengatasi kerusakan pada mesin. PT RZR bergerak dalam perusahaan manufaktur yang memproduksi macam-macam beton. Proses pembuatan beton di PT. RZR dilakukan dengan menggunakan metode cetakan. Permasalahan yang terjadi di PT. RZR yaitu belum ada preventive maintenance dan perbaikan hanya mengandalkan corrective maintenance. Penulis menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai acuan untuk penjadwalan maintenance pada alat cetak dan FMEA digunakan untuk menentukan hasil konsekuensi dari kegagalan sistem. Hasil analisa metode OEE didapatkan hasil kinerja alat cetak tidak selaras dengan tolok ukur OEE, mengacu pada output kalkulasi yang sudah dikerjakan, penilaian angka OEE 66%, dan setelah di analisa menggunakan metode FMEA didapatkan angka hasil kali pada SOD, kemudian berikutnya adalah menghitung angka RPN awal beserta nilai 144 visual dalam berkarat, Bibir cetakan aus dengan nilai RPN 112, Motor spinning tidak bisa menyala dengan nilai RPN 108.

Kata Kunci: Maintenance; alat cetak; OEE; FMEA; RPN

ABSTRACT

In the industrial world, a product is a major result of the production process. In order for the production process to continue to run, maintenance activities are needed for production equipment and machines. Maintenance aims to minimize and overcome damage to the engine. PT RZR is engaged in a manufacturing company that produces various types of concrete. The process of making concrete at PT. RZR is carried out using the mold method. The problems that occurred at PT. RZR is that there is no preventive maintenance and repair only relies on corrective maintenance. The author uses the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method as a reference for scheduling maintenance on printing equipment and FMEA is used to determine the consequences of system failure. The results of the analysis of the OEE method showed that the performance of the printing equipment was not in accordance with OEE standards. Based on the results of the calculations that have been carried out, the OEE value has been calculated to be 66%. and after being analyzed using the FMEA method, the multiplication value from SOD is obtained, then the next is to determine the RPN value. The first RPN with a value of 144 visual in rust, the lip mold is worn with a value of RPN 112, the spinning motor cannot turn on with a value of RPN 108.

Keywords : ; Maintenance; printing tools; OEE; FMEA; RPN;

PENDAHULUAN

Dalam lingkup usaha, barang adalah sebuah output pokok dari tahapan pengolahan yang meliputi masukan, pelaksanaan, dan hasil akhir; supaya tahapan pengolahan bisa tetap beroperasi, diperlukan aktivitas perawatan terhadap peranti dan alat-alat pengolahan.

Maintenance biasanya dilakukan dipabrik yang memiliki mesin besar dengan kegiatan perawatan guna memulihkan kegunaan perangkat maupun mekanisme ke kondisi normal [Dhamayanti et al 2016].

Maintenance ini bertujuan untuk meminimalisasi dan mengatasi kerusakan pada mesin (Basjir & Suhartini, 2019). *Maintenance* sering dilaksanakan oleh korporasi yang aktif dalam sektor produksi untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada alat produksi dan juga mengurangi kerusakan besar (*overhaul*).

PT RZR merupakan sebuah korporasi bagian dari BUMN yang beroperasi di bidang perusahaan manufaktur yang memproduksi macam-macam beton, seperti: Tiang Pancang (TP), Tiang Listrik (TL), Bantalan Jalur Rel (BJR). Sebelum menjadi barang jadi beton dilakukan proses produksi yang panjang. Pada dasarnya, tahapan pembuatan meliputi beragam tahap seperti seleksi material utama, penggabungan serta/atau penyisipan material utama, dan pemrosesan material dasar yang membentuk sebuah hasil (Kadim, 2017)

Alur pengerjaan beton di PT. RZR dilakukan dengan menggunakan metode cetakan yaitu menuangkan campuran semen, pasir dan batu kedalam cetakan, setelah selesai dituangkan kemudian cetakan yang berisi adonan beton dipadatkan dengan menggunakan mesin *spinning* yang digunakan untuk meratakan dan memadatkan beton.

Failure Mode Effect Analysis merupakan alat yang secara terstruktur digunakan untuk menentukan hasil atau konsekuensi dari kegagalan sistem dan menghindari atau menghilangkan kemungkinan kegagalan berikutnya (Pibisono et al., 2021)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) Merupakan pendekatan guna penilaian performa alat penghasil dengan mempertimbangkan tiga proporsi utama, yaitu Ketersediaan (durasi operasional alat), Performa (kuantitas hasil produksi), dan Mutu (hasil berkualitas) (Tammya & Herwanto, 2021).

Permasalahan yang terjadi di PT. RZR yaitu belum ada *preventive maintenance* dan perbaikan hanya mengandalkan *corrective maintenance* yaitu dengan cara operator melaporkan permasalahan kerusakan alat cetak kepada mekanik perbaikan selanjutnya mekanik memeriksa apakah sesuai dengan laporan dan apakah ada penambahan kerusakan yang lain.

Penulis menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai acuan untuk melakukan penjadwalan *maintenance* pada alat cetak. Penjadwalan ini bisa mengurangi resiko kerusakan berat, mengurangi biaya personal, dan menambah efisiensi waktu.

Berdasarkan latar belakang tersebut kami melakukan penelitian tentang analisis perawatan alat cetak beton menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).

METODE

Metode pada penelitian tersebut memakai pendekatan library research, yang mencari beragam referensi didapatkan dari literatur, tulisan, arsip, publikasi ilmiah, serta referensi tambahan yang dimanfaatkan dari studi sebelumnya dan kajian lapangan (field research) dalam bentuk pengamatan, yang adalah metode pengumpulan informasi melalui metode melihat secara langsung maupun secara tidak langsung terhadap sasaran yang dikaji ini menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Untuk melihat efektivitas dan evaluasi sistem perawatan pada alat cetak beton yang digunakan di PT. RZR.

Perawatan (*Maintenance*)

Mengacu pada (Kurniawan, 2013) Pemeliharaan adalah kegiatan pengelolaan, penggantian, pengubahan, penyucian, penyesuaian, dan penyucian terhadap barang yang dimiliki.

Fungsi pemeliharaan menurut (Agus, 2002) Merupakan demi memperpanjang masa ekonomi mesin dan alat manufaktur yang tersedia, serta untuk menjamin bahwa mesin dan alat manufaktur terus dalam keadaan optimal dan siap untuk mengawali tahapan pembuatan.

Tujuan pemeliharaan adalah untuk memastikan kapasitas produksi memenuhi permintaan sesuai perencanaan produksi Serta aktivitas pembuatan yang tidak terhambat mampu menyokong menurunnya penggunaan dan deviasi di luar batasan serta memelihara kapital atau pengeluaran yang ditanamkan pada usaha dalam periode tertentu sesuai dengan kebijakan penanaman modal perusahaan (Jasasila, 2017).

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) Merupakan indikator yang memusatkan perhatian terhadap sejauh mana efisiensi sebuah proses dijalankan. Penilaian OEE tersebut sangat efisien dimanfaatkan pada industri produksi (Sabaya et al., 2023).

Penghitungan itu dimaksudkan agar memahami efisiensi dan performa sebuah alat atau proses manufaktur. Bisa diketahui bahwa terdapat tiga unsur utama yang mempengaruhi efisiensi alat, yaitu tingkat ketersediaan alat, tingkat kinerja, serta tingkat kualitas hasil alat. Efektivitas keseluruhan alat mempunyai angka paling sedikit 85%, berdasarkan perbandingan sebagai berikut:

- *Availability* : 90%
- *Performance*
- *Efficiency* : 95%
- *Quality Rate* : 99%
- *Overall Equipment Effectiveness* : 85%

Menurut (Suseno & Prasetya Aji, 2022) Sebelum melakukan perhitungan OEE, kita pertama-tama mencari nilai harus menghitung terlebih dahulu nilai dari

availability, performance dan quality. Secara matematis dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$OEE = A \times P \times Q$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

A : waktu ketersediaan mesin , mengacu pada penggunaan mesin memproduksi

P : Performa mesin mengacu pada kecepatan mesin menghasilkan produk

Q : Jumlah kualitas produk yg dihasilkan antara yang baik dan yang cacat

Availability yaitu rasio yang menunjukkan seberapa efektif ketersediaan waktu produksi untuk kegiatan proses operasi pada mesin dan peralatan. Standar nilai perhitungan *Availability* harus melebihi 90%.

$$Availability = \frac{Loading\ time - Down\ time}{Down\ time} \times 100\%$$

Keterangan:

Availability = waktu mesin yang tersedia.

Loading time = total waktu yang tersedia untuk rencana produksi harian berdasarkan data yang akan digunakan.

Downtime = waktu yang ideal untuk menyelesaikan proses produksi, tetapi jika peralatan mengalami kerusakan, mesin tidak akan dapat melanjutkan proses produksi.

Kinerja adalah sebuah perbandingan yang mengindikasikan sejauh mana sebuah alat atau perangkat mampu memproduksi produk. Patokan angka untuk penghitungan efisiensi kinerja wajib melebihi 95%. Ada elemen yang krusial diperlukan ketika menghitung sebuah efisiensi kinerja.

Performance efficiency

$$= \frac{Processed\ amount \times Ideal\ Cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\%$$

Keterangan:

Ideal cycle time = (waktu siklus ideal).

Processed amount = (Jumlah produk yang diproses).

Operation time = (waktu operasi mesin).

Tingkat Kualitas barang adalah perbandingan barang yang memenuhi ketentuan kualitas yang telah ditetapkan terhadap kuantitas barang yang dikerjakan.

Patokan angka untuk penghitungan Tingkat Kualitas barang wajib melebihi 99 persen.

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\%$$

Keterangan:

Processed amount = jumlah diproduksi.

Defect amount = jumlah produk yang cacat.

Langkah selanjutnya adalah menemukan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) setelah mengetahui ketiga perhitungan faktor di atas dengan rumus:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\%$$

Menghitung nilai atau nilai efektivitas dan efisiensi mempertimbangkan kualitas, ketersediaan, dan performance.

FMEA

Metode FMEA dimaksudkan agar menilai rancangan struktur dengan memperhitungkan beberapa jenis kerusakan yang terdapat dari bagian-bagian dan mengevaluasi dampak dari mode kegagalan tersebut terhadap keandalan sistem (Smith & Hinchcliffe, 2003).

Sasaran FMEA adalah untuk menggolongkan keberadaan kecelakaan menurut angka *Risk Priority Number* (RPN) agar bisa dijalankan perbaikan (Rahman & Perdana, 2019).

Dampak kegagalan dan nilai *Risk Priority Number* RPN ditentukan oleh tiga faktor: tingkat keseriusan (*severity*), keseringan kejadian (*occurrence*), dan deteksi kegagalan (*detection*). Ketiga faktor ini menunjukkan tingkat resiko yang mendorong perbaikan. Parameter skala dinilai dengan peringkat dari 1 hingga 10 (D.H. Stamatis, 2003). Nilai RPN kemudian Dimanfaatkan untuk menetapkan langkah perawatan yang sesuai dengan angka *Risk Priority Number*, *Risk Priority Number* ditetapkan dengan rumus berikut ini:

$$RPN = severity \times occurrence \times detection$$

Severity yaitu tingkat keparahan atau efek yang disebabkan oleh kegagalan mesin secara keseluruhan dikenal sebagai *severity*.

Penentuan Kriteria *severity* tersusun atas angka 1 hingga 10.

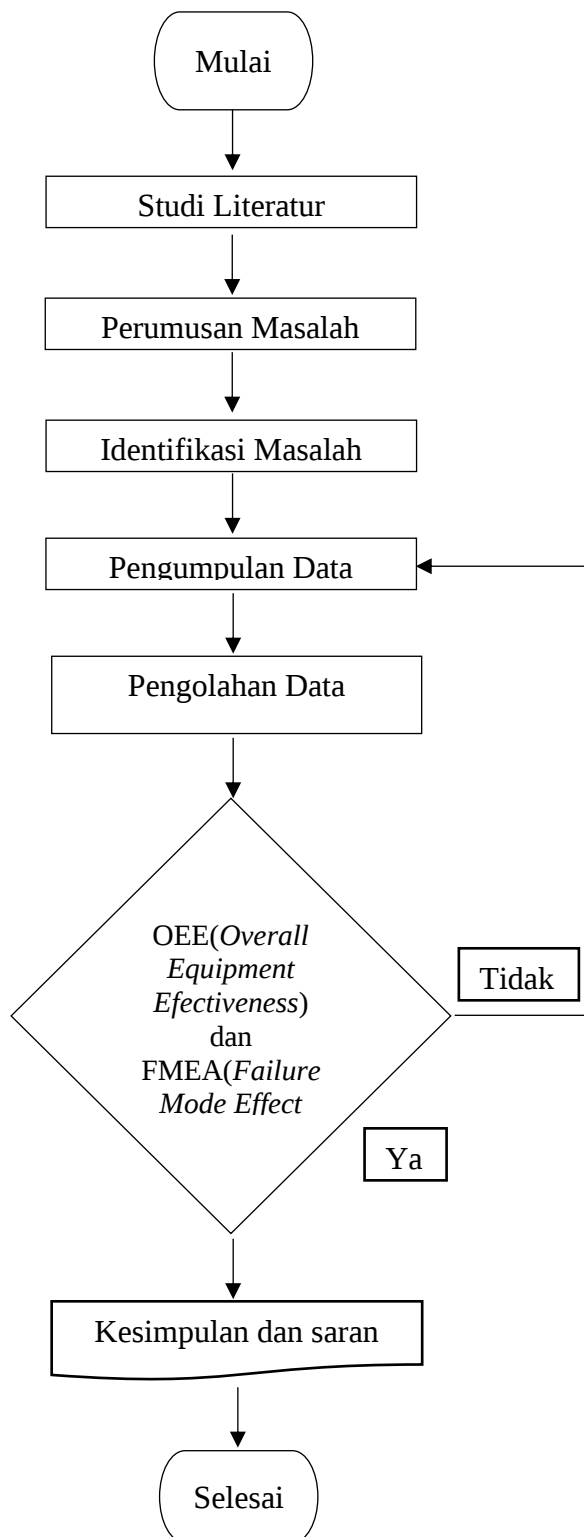
Occurrence adalah level frekuensi terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurrence* terkait dengan perkiraan kuantitas kegagalan total yang terjadi akibat suatu faktor spesifik di mesin.

Detection Disalurkan kepada mekanisme pengawasan kini yang mampu menemukan faktor atau bentuk keterbatasan.

Penilaian antara *severity*, *occurrence* dan *detection*, dari *Availability*, *performance* dan *quality*, dilakukan dengan pertimbangan pendapat orang yang berpengalaman dalam proses tersebut (Susanto et al., 2021).

Diagram Alir Penelitian

Langkah penelitian ini seperti pada gambar 3



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Dalam pengambilan informasi dalam kajian penilaian angka Efektivitas Keseluruhan Peralatan (OEE) dikerjakan dengan dua metode, yaitu dengan perekapan data utama melalui pengamatan langsung di lokasi selama 3 bulan periode praktik kerja di lokasi. Pengambilan informasi langsung di lokasi dilakukan dengan menginterogasi pengguna dan teknisi pemeliharaan mesin pencetak yang digunakan sebagai referensi penghitungan Ketersediaan x Kualitas x Kinerja. Seluruh mesin pencetak yang diamati beroperasi terus-menerus, yaitu durasi waktu kerja mesin dan daya dari mesin pencetak tersebut sama, yaitu 480 menit dalam 1 pergantian atau 960 menit 2 pergantian. Akan tetapi, peneliti berkonsentrasi pada mesin pencetak yang ada di jalur V. Berikut adalah data kerusakan/waktu henti yang diperoleh sepanjang rentang waktu Januari – Juni 2023.

Availability adalah rasio yang menunjukkan seberapa efektif ketersediaan Durasi pembuatan guna aktivitas tahapan pengoperasian dalam alat serta perlengkapan, dengan patokan angka penghitungan *Availability* wajib melampaui batas yang ditentukan 90%. Dan untuk mencari nilai *Availability* nya dengan menggunakan rumus:

$$Availability = \frac{Loading\ time - Down\ time}{Down\ time} \times 100\%$$

Bulan	Operating time (menit)	Planned time (menit)	Availability Ratio (%)
Januari	22710	23040	99%
Februari	21820	22080	99%
Maret	16090	16320	99%
April	14250	14400	99%
Mei	15200	15360	99%
Juni	19890	20160	99%
Rata-rata	18327	18560	99%

Sumber : Data Diolah Penulis (2024)

Kinerja merupakan sebuah perbandingan yang mengindikasikan tingkat efisiensi alat atau perangkat dalam memproduksi produk fisik atau hasil, dengan tolok ukur angka kalkulasi Efisiensi Kinerja yang wajib melampaui 95% maka dihitung dengan menggunakan rumus matematis nya :

$$= \frac{\text{Perfomance} \times \text{Processed amount} \times \text{Ideal Cycle time}}{\text{Opertaion time}} \times 100\%$$

Bulan	Output (Unit)	Cyle Time (Detik)	Operation Time (Menit)	Performance (%)
Januari	1791	21600	22710	71%
Februari	1751	20700	21820	72%
Maret	1303	15300	16090	73%
April	1147	13500	14250	72%
Mei	1256	14400	15200	74%
Juni	1666	18900	19890	75%
Rata-rata	1486	17400	18327	73%

Sumber : Data Diolah Penulis (2024)

Tingkat Mutu Barang merupakan perbandingan barang yang selaras dengan kriteria mutu yang sudah ditentukan dibandingkan dengan total barang yang diolah, di mana patokan angka penghitungan Tingkat Mutu Barang wajib lebih besar dari 99%.

Dan untuk mencari nilai *Rate of quality product* nya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Bulan	Output (Unit)	Defect	Rate of Quality
Januari	1791	281	84%
Februari	1751	143	92%
Maret	1303	70	93%
April	1147	80	93%
Mei	1256	66	95%
Juni	1666	105	94%
Rata-rata	1486	124	92%

Sumber : Data Diolah Penulis (2024)

Guna memperoleh angka *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dibutuhkan pengalihan di antara Rasio Ketersediaan x Rasio Kinerja x Rasio Kualitas sehingga bakal dihasilkan angka OEE.

Periode	OEE Factor				Action
	A	P	Q	OEE	
Januari	99%	71%	84%	59%	Improve
Februari	99%	72%	92%	66%	Improve
Maret	99%	73%	93%	67%	Improve
April	99%	72%	93%	66%	Improve
Mei	99%	74%	95%	70%	Improve
Juni	99%	75%	94%	70%	Improve
Rata-Rata				66%	Improve

Sumber : Data Diolah Penulis (2024)

Nilai nilai dari data yang di dapatkan yakni sesuai dengan data *real* dilapangan pada bulan Januari yakni :

$$\text{Avaibility} = 99\%$$

$$\text{Performance} = 71\%$$

$$\text{Quality} = 84\%$$

$$\text{OEE Periode Januari} = \text{Avaibility} \times$$

$$\text{Performance} \times \text{Quality}$$

$$= 99\% \times 71\% \times 84\%$$

$$\text{OEE} = 59\%$$

Jadi nilai OEE yang di dapatkan pada periode Januari yakni 59 %. Jadi pada periode Januari – Juni didapatkan hasil OEE rata-rata yaitu 66% maka dengan hasil tersebut perlu ada nya *improve*. Dimana nilai OEE 66% ini menjadi nilai yang tidak diinginkan perusahaan, dengan nilai OEE 66% ini perusahaan harus melakukan evaluasi dan *improve* pada beberapa ruang. Untuk meningkatkan nilai oee ini perlu ada nya identifikasi menggunakan metode atau *tools* yakni *Failure Mode effect and Analysis* (FMEA) dimana FMEA adalah sebuah metodologi analisa risiko yang digunakan pada proses manufaktur untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi suatu

kegagalan pada produk dan juga pada proses lainnya dalam mencapainya suatu tujuan.

FMEA merupakan alat Dengan maksud dimaksudkan guna menilai rancangan mekanisme melalui penilaian bermacam-macam pola kerusakan yang tersusun atas bagian-bagian mengevaluasi dampak dari mode kegagalan tersebut terhadap keandalan sistem (Smith & Hinchcliffe, 2003). Maksud FMEA ialah guna mengelompokkan keberadaan ketidaksuksesan sesuai dengan angka Risk Priority Number (RPN) agar bisa dilaksanakan pembenahan (Rahman & Perdana, 2019). Dampak kegagalan Serta angka Risk Priority Number (RPN) ditetapkan berdasarkan 3 elemen yaitu level keparahan (severity), frekuensi insiden (occurance), dan identifikasi kerusakan (detection), yang mengindikasikan risiko menuju upaya pemulihan. Rentang indikator dikalkulasi menggunakan penilaian antara 1 sampai 10. Selanjutnya, angka RPN yang diperoleh dimanfaatkan untuk memutuskan perawatan yang selaras dengan nilai RPN. Risk Priority Number ditentukan dengan formula berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

No.	Component	S	O	D	RPN
1	Visual dalam berkarat	6	5	6	144
2	Bibir cetakan sering aus	8	2	7	112
3	Motor <i>spining</i> tidak bisa nyala	9	2	6	108
4	Baut pengancing sudah tidak layak pakai	5	4	5	100
5	Sirip cetakan retak	8	2	6	96
6	Pen cetakan rusak	6	3	5	90
7	<i>Roll</i> aus dan tidak rata	7	2	6	84
8	Baut sambung sudah tidak layak pakai	5	3	5	75

Sumber : Data Diolah Penulis (2024)

Pada tabel FMEA diatas didapatkan *ranking* dari perbaikan mesin yang harus diprioritaskan saat perbaikan. Perbaikan nilai RPN Visual dalam berkarat harus menjadi prioritas utama

KESIMPULAN

Mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan Penelitian ini dilakukan di PT.RZR. dianalisa memakai pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) maka didapatkan kesimpulan, yaitu :

1. Performa mesin cetak tidak cocok dengan acuan OEE. Mengacu pada data kalkulasi yang telah dilakukan, angka *Overall Equipment Effectiveness* mencapai 66%. Kondisi tersebut diakibatkan penurunan kinerja pada mesin cetak ini karena banyaknya masalah pada komponen internal, khususnya tampilan internal yang mudah teroksidasi akibat lokasi penyimpanan di area tanpa pelindung. Hal ini perlu diperhatikan secara mendalam untuk memperbaiki performa cetakan, supaya jika masalah ini diatasi, dapat mengidentifikasi masalah tambahan yang berdampak terhadap mesin cetak tersebut.
2. Setelah di analisa menggunakan metode FMEA Didapatkan angka hasil kali berdasarkan SOD, berikutnya adalah menghitung angka RPN. Didapatkan RPN awal dengan angka 144 visual dalam yang berkarat karena penempatan ditempat terbuka dan sering terkena hujan dan panas maka rencana perbaikanya Yang dimaksud perangkat pencetak diletakkan pada lokasi yang terlindung dari air hujan serta panas sinar matahari langsung, kedua bibir cetakan sering aus dengan nilai RPN 112, ketiga motor *spinning* tidak bisa menyala

dengan nilai RPN 108, keempat baut pengancing yang tidak layak dengan nilai RPN 100, kelima pen cetakan rusak dengan nilai RPN 96, keenam sirip cetakan retak dengan nilai RPN 90, ketujuh roll yang sering aus dengan nilai RPN 84, dan yang kedelapan yaitu baut sambung dengan nilai RPN 75.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A. (2002). *Manajemen Produksi: Perencanaan Sistem Produksi* (Edisi 4). BPFE Yogyakarta.
- Basjir, M., & Suhartini. (2019). Analisa Risiko Prioritas Perbaikan Kegagalan Proses Penjernihan Air Dengan Metode Fuzzy FMEA Kebutuhan manusia produksinya . Kegagalan adalah suatu kejadian dimana terjadi kondisi. *Tecnoscienza*, 03(02), 196–210
- D.H. Stamatis. (2003). *Failure Mode And Effect Analysis: FMEA from theory to execution* (Edition 2). ASQ Quality Press.
- Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). Usulan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Komori Ls440 Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) Dan *Risk Based Maintenance* (RBM) Di Pt Abc. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*(JRSI),3(02),31.
<https://doi.org/10.25124/jrsi.v3i02.29>
- Jasasila. (2017). Peningkatan Mutu Pemeliharaan Mesin Pengaruhnya Terhadap Proses Produksi Pada Pt. Aneka Bumi Pratama. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(3), 96–102.
- Kadim, A. (2017). Penerapan manajemen produksi dan operasi di industri manufaktur. Jakarta: Mitra Wacana Media, 280.
- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri: Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance & Reliability Centered Maintenance (RCM)* (Edisi Pert). Graha Ilmu Yogyakarta.
- Pibisono, A., Suprpto, S., & Ahya, R. (2021). Analisis Kegagalan Maintenance Unit Produksi Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Di Pt. Saptaindra Sejati. *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri (JAPTI)*, 1(2), 1.
<https://doi.org/10.32585/japti.v1i2.1257>
- Rahman, A., & Perdana, S. (2019). Analisis Produktivitas Mesin Percetakan *Perfect Binding* Dengan Metode OEE Dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(1), 34–42.
<https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v7i1.5034>
- Sabaya, Z., Lasalewo, T., & Junus, S. (2023). Efektivitas Alat Angkut *Fixed Crane* Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Di Pt. Pelindo (Persero) Region Iv Gorontalo. *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 2(2), 64–73.
<https://doi.org/10.56190/jvst.v2i2.36>
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2003). *Rcm-Gateway To World Class Maintenance*. Butterworth-Heinemann.
- Susanto, M. D., Andesta, D., & Jufriyanto, D. M. (2021). Analisis Efektivitas Mesin *Injection Moulding* Menggunakan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus Di Pt. Cahaya Bintang Plastindo). 2(3).
- Suseno, O., & Prasetya Aji, A. (2022). Analisis Produktivitas Mesin Pembuatan Assp Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Pada Pt Merapi Medika Solusindo. In *Jci Jurnal Cakrawala Ilmiah* (Vol. 1, Issue 6).
<http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Tammya, E., & Herwanto, D. (2021). Analisis Efektivitas Mesin *Debarker* Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Di PT . XYZ Kuningan , Jawa Barat. 19(1), 20–27.