

ANALISIS PERAWATAN PADA ALAT BERAT WHEEL LOADER KOMATSU WA380 DI PT. SBX DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Ryant Prasetyo¹, Margianto^{2*}, Mochammad Basjir^{3*}

¹Universitas Islam Malang
email: 22001052027@unisma.ac.id

^{2*}Universitas Islam Malang
email: margianto@unisma.ac.id

^{3*}Universitas Islam Malang
email: m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Dalam dunia industri saat ini sangat penting menggunakan alat berat khususnya alat berat wheel loader untuk kebutuhan memindahkan material dengan jumlah banyak, agar mesin dapat digunakan secara optimal maka sangat penting untuk dilakukan perawatan yang rutin dan sesuai dengan SOP yang ada. Terjadinya permasalahan pada perusahaan seperti breakdown pada alat atau mesin yang menyebabkan penurunan nilai indeks produktivitas dan nilai efektivitas dikarenakan perawatan yang kurang baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mempelajari berbagai macam sumber seperti dari buku, artikel, dokumen, jurnal, dan sumber referensi lainnya dan melakukan observasi, wawancara secara langsung kepada pihak terkait, penelitian ini menggunakan tools Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) guna untuk dilakukan evaluasi terkait kinerja sistem perawatan pada alat atau mesin yang diteliti. Didapatkan penurunan nilai produktivitas dan efektivitas pada alat berat Wheel Loader komatsu WA380 setelah dilakukan perhitungan dengan nilai OEE sebesar 59,14% (Improve) yang berarti diperlukannya peningkatan agar mencapai nilai indikator OEE (kelas dunia) yaitu diatas 80% atau bahkan 100% untuk (sempurna), adapun hasil identifikasi FMEA ditemukan beberapa komponen kritis yang memerlukan perawatan intensif yang mempunyai nilai RPN paling tinggi diantara komponen lain yaitu komponen seal boom lift dan tilt dengan nilai RPN sebesar 216, seal yang kehilangan elastisitas akibat alat atau mesin panas atau overheat, dilakukan penggantian sparepart sebelum usia pakai berakhir atau tidak menunggu mesin rusak terlebih dahulu untuk pergantian sparepart.

Kata Kunci: Wheel Loader; Overall Equipment Effectiveness; Failure Mode and Effect Analysis

ABSTRACT

In today's industrial world, it is very important to use heavy equipment, especially wheel loaders, for the need to move large quantities of materials. To ensure that the machine can be used optimally, it is crucial to perform regular maintenance in accordance with the existing SOPs. The occurrence of problems in the company, such as breakdowns in equipment or machinery, which cause a decrease in productivity index and effectiveness value due to poor maintenance. The method used in this research involves studying various sources such as books, articles, documents, journals, and other reference materials, as well as conducting observations and direct interviews with relevant parties. This research employs the Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tools to evaluate the performance of the maintenance system on the equipment or machinery being studied. A decrease in productivity and effectiveness was observed in the Komatsu WA380 Wheel Loader after calculations showed an OEE value of 59,14% (improve), indicating the need for improvement to reach the world-class OEE indicator value of above 80% or even 100% for perfection. Additionally, FMEA identification revealed several critical components requiring intensive maintenance, with the highest RPN value among other components being the boom lift and tilt seal, which have an RPN value of 216. The seal loses elasticity due to the machine overheating, so spare parts are replaced before their lifespan ends or before the machine breaks down.

Keywords: Wheel Loader; Overall Equipment Effectiveness; Failure Mode and Effect Analysis

PENDAHULUAN

Alat berat sangat penting dalam industri modern seperti saat ini dalam proyek skala besar karena dapat mempersingkat waktu untuk memindahkan material dengan jumlah yang banyak yang tidak dapat dilakukan oleh seorang. Alat berat terbagi dalam dua kategori: fungsional dan operasional. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemeliharaan alat berat termasuk standar prosedur operasional standar (SOP) yaitu, kapasitas angkut, jenis proyek atau pekerjaan, dan kondisi lapangan. (Noor, 2020).

Mesin dan alat adalah komponen penting dalam dunia industri dalam memproduksi suatu produk atau barang. Karena mesin merupakan aset fisik yang diperlukan perusahaan agar tetap beroperasi secara produktif, mesin memerlukan perawatan agar memastikan sistem berjalan lancar dan sesuai rencana. Maka dari itu, perawatan pada mesin atau alat sangat penting adanya. (abidin, 2019).

PT. SBX adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi beton, dengan bahan material seperti pasir, koral, dan semen. Oleh karena itu, alat berat sangat penting dalam proses produksi, terutama alat berat *wheel loader* yang memindahkan bahan material dengan cepat dan efisien.

Dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perawatan mesin alat berat *wheel loader*. FMEA adalah sebuah metode yang digunakan sebagai alat acuan untuk menentukan prioritas perbaikan untuk mengurangi kemungkinan kegagalan dan mengurangi kemungkinan kegagalan). Dengan adanya masalah yang terjadi pada perusahaan, seperti masalah *breakdown* pada mesin *wheel loader*, yang mengakibatkan penurunan indeks produktivitas dan nilai efektivitas, yang akan digunakan untuk mengidentifikasi penyebab mesin tidak efisien (Tafana, 2023).

METODE

Penelitian menggunakan metode penelitian *library research*, yang mencakup berbagai macam sumber seperti dari buku, artikel, dokumen, jurnal, dan sumber referensi lainnya. Selain itu, menggunakan *field research* atau penelitian lapangan, yaitu dengan melakukan observasi untuk mengumpulkan data dengan melihat objek yang diteliti secara langsung ataupun tidak. Dalam penelitian ini, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) telah digunakan. Untuk mengevaluasi kinerja sistem perawatan pada *Wheel Loader* Komatsu WA380

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Metode menyeluruh untuk mengukur nilai efisiensi peralatan dan mesin guna untuk mencapai target produksi yang sesuai dengan rencana. (Suwardiyanto et al., 2020) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat ukur yang memerlukan waktu tertentu untuk menghitung nilai efisiensi *availability*, *performance*, dan *quality*. Standar Produksi Kelas Dunia untuk OEE setelah suatu perusahaan beroperasi. Perusahaan manufaktur biasanya menggunakan pengukuran OEE sebagai berikut:

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

Metode ini memungkinkan untuk dapat mengevaluasi kinerja sistem pemeliharaan dengan mengevaluasi efisiensi produksi, ketersediaan mesin atau sistem, dan kualitas produksi mesin atau sistem perusahaan. Nilai OEE diantaranya *Avaibility*, *Performance*, dan *Quality* dapat dihitung secara matematis.

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

$$OEE = \text{Avaibility} \times \text{Perfomance} \times \text{Quality}$$

Keterangan:

- A = waktu ketersediaan mesin.
- P = Performa mesin
- Q = Jumlah kualitas produk

Avaibility

Avaibility adalah rasio yang menunjukkan seberapa efektif ketersediaan waktu produksi untuk kegiatan proses operasi pada mesin atau peralatan. Standar nilai untuk menghitung *avaibility* harus melebihi 90 %. Untuk mendapatkan hasil dari *avaibility* dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Avaibility = \frac{\text{operating time}}{\text{pannned time}} \times 100\%$$

Keterangan:

Avaibility = waktu ketersediaan mesin
Loading time = total waktu rencana produksi harian.
Downtime = waktu peralatan mengalami kerusakan.

Performance

Performance adalah suatu rasio yang menunjukkan kemampuan suatu mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk atau barang. Standar nilai untuk menghitung efisiensi kinerja harus melebihi 95%. Untuk menghitung efisiensi kinerja dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$Perfomance\ ratio = \frac{\text{Jumlah Output Mesin} \times \text{Ideal Cycle time}}{\text{Opertaion time}}$$

Keterangan:

Ideal cycle time = waktu siklus ideal.
Processed amount = Jumlah produk.
Operation time = waktu operasi alat.

Quality

Tingkat rasio produk yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses. Standar nilai untuk menghitung tingkat kualitas produk harus melebihi 99 %. Dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus seperti berikut:

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

Keterangan:

Processed amount = jumlah produksi.
Defect amount = jumlah produk cacat

Setelah ketiga perhitungan faktor di atas telah diketahui, langkah berikutnya adalah menemukan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menggunakan rumus berikut:

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

Menghitung nilai efektivitas dan efisiensi mempertimbangkan ketersediaan (*avaibility*), performa (*performance*), dan kualitas (*quality*). Selain menghitung nilai efisiensi untuk mengetahui kerugian pada produksi, diperlukan analisis mode enam kerugian besar (*six big losses*) yaitu aspek OEE. Pada titik ini, dapat diketahui sumber masalah yang ada pada mesin, sehingga dapat dilakukan perbaikan lebih lanjut.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem dengan mempertimbangkan berbagai macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem, yang bertujuan untuk mengelompokkan kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sehingga dapat dilakukan perbaikan, guna untuk menganalisa kegagalan dan efek pada alat atau mesin yang diteliti. (Hinchcliffe, 2003)

Faktor-faktor yang menentukan dampak kegagalan dan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yaitu tingkat keseriusan (*severity*), kejadian (*occurance*), dan deteksi kegagalan (*detection*). Faktor-faktor tersebut menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan. Nilai RPN untuk parameter dihitung dengan menilai dari 1 hingga 10. Nilai RPN yang telah dihasilkan dari perhitungan kemudian digunakan untuk menentukan tindakan pemeliharaan yang sesuai dengan tingkatan nilai RPN nya. Nilai risiko prioritas ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut. (Rahman & Perdana, 2019).

$$RPN = S \times O \times D$$

Keterangan:

S = *Seferity* (tingkat keseriusan)

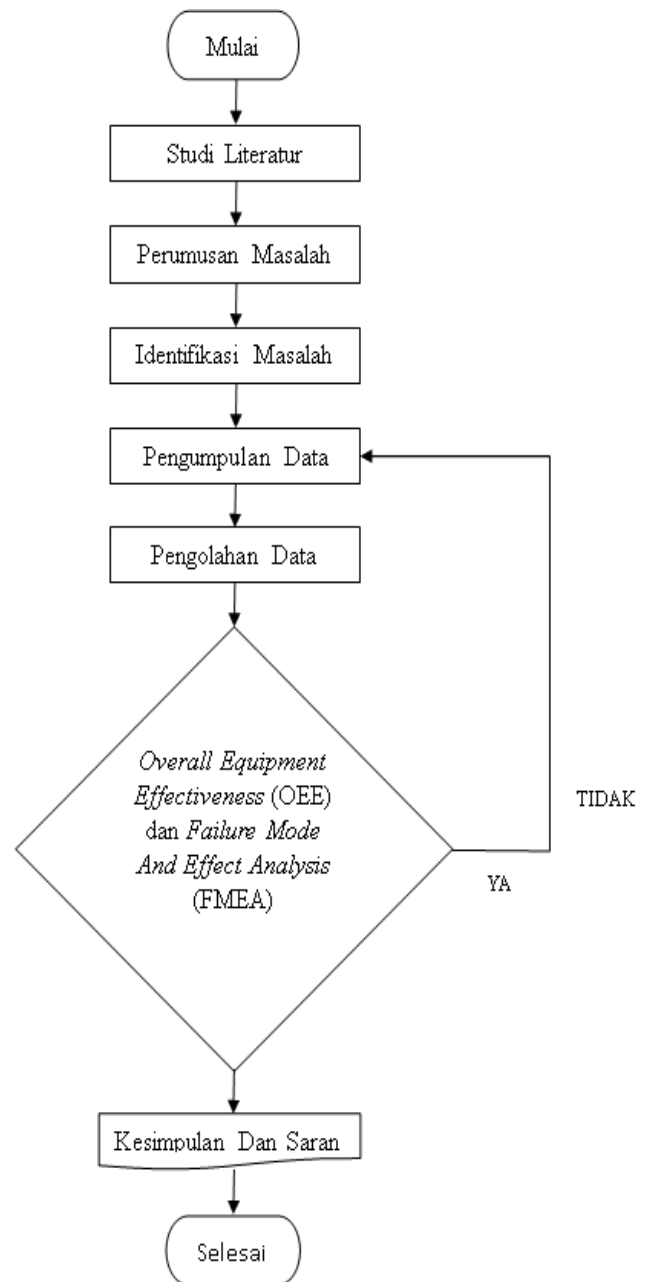
O = *Occurent* (tingkat kejadian).

D = *Detection* (tingkat deteksi).

Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) digunakan untuk menemukan dan menganalisis risiko yang terkait dengan masalah potensial yang telah ditemukan selama proses FMEA, sebelum dilakukan perhitungan RPN harus memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan yaitu S, O, dan D atau *severity*, *occurent*, dan *detection*. Nilai FMEA dapat dihitung dengan RPN untuk menentukan langkah perbaikan mana yang harus dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan pada produk yang sedang dianalisis.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pengumpulan data pada pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan pengumpulan data primer yaitu observasi secara langsung dilapangan selama 1 bulan, melakukan wawancara kepada operator, koordinator, dan juga mekanik terkait dan kemudian mencocokkan data dengan melihat prosesnya. Dengan menghitung lama produksi 1 buah beton yang dihasilkan

permenitnya yang dijadikan detik, yang dijadikan acuan perhitungan *avaibility*, *performance*, dan *quality*. Waktu mesin bekerja dan kapasitas dari mesin tersebut sama yaitu 420 menit dalam 1 shift atau 840 menit 2 shift. Namun dalam penelitian ini fokus pada mesin *wheel loader* WA380 yang diteliti.

Pengolahan Data

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Untuk mendapatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) maka diperlukan rumus matematis dengan perkalian *Avaibility ratio* x *Performance ratio* x *Quality ratio* maka akan didapatkan nilai OEE, sebelum itu dilakukan perhitungan tiga faktor OEE yaitu *avaibility*, *performance*, dan *quality* yang dimana ada beberapa waktu yang diperlukan untuk perhitungan terhadap tiga faktor tersebut dan barulah ketiga faktor OEE itu didapatkan nilai rata-ratanya seperti tertera pada tabel 1, 2, dan 3 dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Avaibility = \frac{\text{operating time}}{\text{planned time}} \times 100\%$$

Keterangan:

Avaibility = waktu ketersediaan tersedia

Loading time = total waktu rencana produksi harian.

Downtime = waktu peralatan mengalami kerusakan.

Tabel 1. Avaibility Ratio

Bulan	Operating time (menit)	Planned time (menit)	Avaibility Ratio (%)
Januari	18480	17935	96,86%
Februari	18480	17990	97,27%
Maret	14840	17100	95,59%
April	13440	13210	98,12%
Mei	20160	19620	97,25%
Juni	15120	15120	100%
Rata-rata	16735	16829	97,51%

Sumber: Hasil Pengolahan data

$$Performance\ ratio = \frac{\text{Jumlah Output Mesin} \times \text{Ideal Cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

Keterangan:

Ideal cycle time = waktu siklus ideal.

Processed amount = Jumlah produk.

Operation time = waktu operasi alat.

Tabel 2. Performance Ratio

Bulan	Output Unit (unit)	Operating time (menit)	Planned time (menit)	Pervormance Ratio (%)
Januari	1008	18480	22000	55,2%
Februari	1128	18480	22000	62,18%
Maret	970	14840	22000	56,10%
April	929	13440	16000	69,68%
Mei	1661	20160	24000	85,30%
Juni	1281	15120	18000	84,75%
Rata-rata	6977	16735	20666	68,86%

Sumber: Hasil Pengolahan data

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

Keterangan:

Processed amount = jumlah produksi.

Defect amount = jumlah produk cacat

Tabel 3. Quality Ratio

Bulan	Output Unit (unit)	Defect amount (unit)	Quality Ratio (%)
Januari	1008	179	80,68%
Februari	1128	150	86,35%
Maret	970	70	93,66%
April	929	76	92,30%
Mei	1661	135	82,85%
Juni	1281	114	91,24%
Rata-rata	6977	742	87,84%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

$$OEE = A \times P \times Q \times 100\%$$

Keterangan:

Avaibility = waktu ketersediaan mesin.

Performance = performa mesin.

Quality = jumlah kualitas produk,

Tabel 4. OEE Factor

Periode	OEE Factor			Overall OEE (%)
	Avaibility (%)	Performance (%)	Quality (%)	
Januari	96,86%	55,2%	80,68%	43,14%
Februari	97,27%	62,18%	86,35%	52,22%
Maret	95,59%	56,10%	93,66%	50,22%
April	98,12%	69,68%	92,30%	63,27%
Mei	97,25%	85,30%	82,85%	68,72%
Juni	100%	84,75%	91,24%	77,32%

Sumber: Hasil Pengolahan data

Data nilai rata-rata faktor yang telah di dapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya

yakni sesuai dengan data *real* dilapangan pada bulan januari dengan hasil:

Avaibility = 96,86%

Performance = 55,2%

Quality = 81,60%

OEE Periode Januari =

$Avaibility \times Performance \times Quality =$

$96,86\% \times 55,2\% \times 81,68\%$

OEE = 43,14%

Tabel 5. OEE Factor per periode

Periode	OEE Factor				Action
	A	P	Q	OEE	
Januari	96,86%	55,2%	80,68%	43,14%	Improve
Februari	97,27%	62,18%	86,35%	52,22%	Improve
Maret	95,59%	56,10%	93,66%	50,22%	Improve
April	98,12%	69,68%	92,30%	63,27%	Improve
Mei	97,25%	85,30%	82,85%	68,72%	Improve
Juni	100%	84,75%	91,24%	77,32%	Improve
Rata-Rata				59,14%	Improve

Sumber: Hasil Pengolahan data

Pada bulan januari didapatkan nilai OEE sebesar 43,14%, agar mendapatkkan nilai rata-rata dilakukan perhitungan penjumlahan OEE kemudan dibagi dengan jumlah data yang digunakan selama 6 bulan. Maka didapatkan rata-rata nilai OEE sebesar 59,14% dengan keterangan *improve* atau diperlukan adanya peningkatan dengan *benchmark* atau nilai yang dikeluarkan *Japan institute of plant maintenance* (JIPM).

Tabel 6. Indikator Benchmark World Class

NILAI	KETERANGAN
OEE 40%	IMPROVE
OEE 60%	IMPROVE
OEE 85%	KELAS DUNIA
OEE 100%	SEMPURNA

Sumber: (Siregar., 2023)

Dimana nilai OEE 59,14% ini menjadi nilai yang tidak diinginkan perusahaan, dengan nilai OEE 59,14% ini perusahaan harus melakukan evaluasi dan *improve* atau peningkatan pada beberapa ruang. Untuk meningkatkan nilai OEE ini perlu adanya 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 tercapainya suatu tujuan.

Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

Proses identifikasi suatu kegagalan dari komponen-komponen yang menyebabkan kegagalan fungsi sistem dengan menggunakan metode *failure mode effect and analysis*. Metode ini dilakukan dengan wawancara secara *face to face* kepada pihak yang berwenang pada alat atau mesin seperti koordinator alat atau operator untuk mendapatkan nilai *severity*, *occurent*, dan *detection* nya, kemudian pada tahap selanjutnya dilakuakn kualifikasi lima komponen krtis dengan nilai RPN tertinggi yang nantinya lima komponen tersebut akan dilakukan penjadwalan perawatan ulang. Setelah dilakukan identifikasi FMEA dengan perhitungna RPN maka, diketahui lima komponen yang memiliki mode kegagalan dengan resiko tertinggi dapat dilihat pada tabel 7 dengan perhitungan RPN menggunakan rumus:

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

Tabel 7. Ranking FMEA

No.	Komponen	(S)	(O)	(D)	RPN
1	Seal boom lift dan tilt	9	3	8	216
2	Seal crank case	9	2	10	180
3	Cakram rem	9	2	9	162
4	Power steering	9	2	9	162
5	Bearing spider joint	8	2	10	160
6	Spider joint	8	2	10	160
7	Packing cylinder Head	9	2	8	144
8	Water sparator	8	2	9	144
9	Dinamo stater	7	2	10	140
10	Hose/ selang hidrolik	6	2	6	72

Sumber: Hasil Pengolahan data

KESIMPULAN

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Hasil perhitungan yang telah didapatkan tidak sesuai dengan harapan. Tabel faktor

OEE menunjukkan nilai rata-rata 59,14% dengan keterangan yang (*Improve*). Ini berarti bahwa nilai efisiensi pada mesin *wheel loader* WA380 harus ditingkatkan untuk mencapai nilai indikator OEE rata-rata (kelas dunia) atau bahkan sempurna pada mesin atau alat selama proses produksi agar perusahaan dapat mencapai targetnya.

FMEA (*Failure Mode Effect and Analysis*)

Identifikasi FMEA pada komponen kritis *wheel loader* Komatsu WA380 dari tabel ranking FMEA menunjukkan bahwa dua komponen, *seal boom lift* dan *tilt* dan *seal crank case* memerlukan perawatan yang lebih intensif. Hal ini karena pemakaian yang terus menerus maka terjadi panas berlebihan yang mengakibatkan beberapa komponen mengalami kebocoran akibat *overheat* pada mesin.

melakukan penggantian sparepart sebelum usia pakai berakhir atau tidak menunggu mesin rusak terlebih dahulu, agar tidak terjadi kerusakan selama proses produksi berlangsung hingga waktu perawatan berikutnya, maka kerusakan yang parah pada alat atau mesin tidak akan terjadi.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, M. R. (2021). PERENCANAAN PENJADWALAN PERAWATAN MESIN WHEEL LOADER DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED . *E - ISSN : 2746-0835*, 119-130.
- Hinchcliffe, A. S. (2003). *RCM Gateway to world class maintenance*. United States of America.
- noor. (2020). PERANCANGAN PREVENTIVE MAINTENANCE ALAT . *JURNAL JIEOM* Vol. 03, No. 02, NOVEMBER 2020 ISSN: 2620-8184, 5.
- Rahman, A. (2019). ANALISIS PRODUKTIVITAS MESIN PERCETAKAN PERFECT BINDING DENGAN METODE OEE DAN FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 34 – 42.

Siregar, A. (2023). ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN PRODUKSI DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI (PT “X,Y”). *Repository.Unisma*, 1 - 99.

Suwardiyanto, P. (2020). Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan Six Big Losses pada Mesin Spot. *Journal of Industrial and Engineering Sistem (JIES)*, Vol. 1 No. 1, Hal 11 - 20.

Tafana, T. (2023). Analisis Total Productive Maintenance Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Injection 2500T New di PT. XYZ. *jurnal serambi engineering* p-ISSN : 2528-3561 e-ISSN : 2541-1934 Volume VIII, No.1, Januari 2023 Hal 4353 - 4366, 4353 - 4366.