

ANALISIS PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE PADA MESIN CNC LASER CUTTING FIBER DENGAN METODE OEE DAN FMEA DI CV. XYZ

*Muhammad Roziq Husen, Norman Iskandar², Sulardjaka²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: husenroziqm1@gmail.com

Abstrak

Industri manufaktur dalam mencapai target produksi membuat mesin harus dalam kondisi yang optimal dan memiliki efektifitas produksi yang baik seperti halnya di CV. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan bus dan karoseri. Untuk menghindari *breakdown* atau *downtime* yang berlebih pada mesin yang ada di bagian *preparation* yaitu pada mesin CNC *laser cutting fiber* yang sudah memiliki usia pakai yang lama memiliki tingkat penurunan kecepatan produksi dan efisiensi mesin CNC *laser cutting* dengan metode penerapan TPM dapat menghasilkan *zero defect zero accident* dan *zero breakdown* dengan menentukan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator dalam menentukan efektifnya kinerja mesin. CNC *laser cutting fiber* memiliki nilai presentase 75,63% yang berarti masih di bawah yang ditentukan oleh JPIM sebesar 85% yang diakibatkan tingginya *time losses* sebanyak 6797 menit 113,28 jam dalam 5 bulan terakhir dan disebabkan oleh 2 *losses* yang paling tinggi yaitu *reduce speed losses* dan *idling and minor stoppages losses* karena terjadinya *breakdown* mesin yang tidak dapat diperkirakan dan kurangnya suku cadang yang tersedia dengan kerusakan pada stabilizer dengan nilai RPN 120 yang disebabkan karena terjadi arus listrik yang tidak stabil, dan selang angin dengan RPN 160 karena sering mengalami kebocoran dan menyebabkan tekanan yang dihasilkan tidak maksimal.

Kata kunci: *cnc laser cutting fiber; fishbone diagram; fmea; oee; tpm*

Abstract

The manufacturing industry in achieving production targets makes machines must be in optimal conditions and have good production effectiveness as is the case in CV. XYZ is a company engaged in the manufacture of buses and body builders. To avoid excessive breakdown or downtime on the machine in the preparation section, namely on CNC laser cutting fiber machines that already have a long service life, have a decreased rate of production speed and efficiency of CNC laser cutting machines with the TPM application method can produce zero defects, zero accidents, and zero breakdowns by determining the value of Overall Equipment Effectiveness (OEE) as an indicator in determining the effectiveness of machine performance. CNC laser cutting fiber has a percentage value of 75,63% which means it is still below the one determined by JPIM of 85% which is due to high time losses of 6797 minutes 113,28 hours in the last 5 months and caused by the 2 highest losses, namely reduce speed losses and idling and minor stoppages losses due to unpredictable machine breakdown and lack of available spare parts with damage to the stabilizer with a value of RPN 120 which is caused by an unstable electric current, and a wind hose with RPN 160 because it often leaks and causes the pressure produced is not optimal.

Keywords: *cnc laser cutting fiber; fishbone diagram; fmea; oee; tpm*

1. Pendahuluan

Perusahaan manufaktur yang semakin berkembang untuk mencapai efektifitas produksi membutuhkan kinerja mesin yang optimal, sehingga kebijakan perawatan *preventif* menjadi hal utama untuk menciptakan kegiatan yang kritis dengan melibatkan semua elemen dalam lingkungan perusahaan untuk tercapainya *zero defect, zero accident* dan berkurangnya *losses* yang merupakan penerapan *Total Productive Maintenance*. Pendekatan TPM yang dapat diidentifikasi dengan menganalisis faktor-faktor penyebab rendahnya nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai parameter keberhasilannya karena TPM yang identik dengan industri manufaktur, kemudian di perbaharui dengan menggunakan FMEA melalui Focus Group Discussions (FGD) dengan para ahli, sehingga di ketahui rendahnya nilai OEE pada mesin [1].

Berdasarkan data produksi dan observasi pada mesin perlunya meningkatkan efektifitas dan produktifitas mesin yang di sebabkan karena menurunnya performa mesin dan terjadinya breakdown. Terjadinya kerusakan yang tidak menentu maka di gunakan metode FMEA yaitu identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai masing-masing mode kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) [2].

Sehingga secara aktif dan produktif dalam menentukan strategi perawatan yang berkelanjutan untuk meningkatkan *performance*, *availability*, dan *quality* pada mesin CNC laser cutting fiber di CV. xyz yang secara efektif dan efisien mengurangi tingginya downtime pada mesin. Maintenance atau sistem perawatan adalah desain dari semua tindakan yang diperlukan untuk menjaga peralatan dalam kondisi baik atau mempertahankan kualitasnya sehingga dapat terus beroperasi sebagaimana diharapkan, sehingga penting dalam sistem manufaktur untuk melakukan perawatan pada mesin yang dimiliki [1]. Karakteristik dari perawatan ini yaitu memungkinkan perawatan di ajukan atau di tunda sesuai dengan keadaan mesin atau peralatan yang digunakan [3].

Dua pilar metodologi TPM, pemeliharaan otonom dan pemeliharaan terencana, didirikan pada tahun 1990 [4]. Dengan kata lain, 5S dianggap sebagai landasan implementasi TPM [5], itulah sebabnya beberapa refrensi menganggapnya sebagai pilar terpisah lainnya. OEE menjadi salah satu tujuan untuk menilai atau mengukur performa dalam sistem perawatan dengan tiga rasio utama yaitu *Availability*, *Performance*, *Quality* atau *quality product* [6].

Mesin laser *fiber* merupakan mesin yang memiliki produktivitas tinggi dalam mencapai target produksi di CV. XYZ sehingga topik terkait pengoptimalan pemotongan laser untuk pemotongan lembaran logam dan penting nya menentukan metode perawatan pada mesin CNC Laser Fiber. Beberapa cara untuk menentukan waktu perawatan efektif dengan MTTR memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk diagnosis, kedatangan ahli pemeliharaan, kedatangan komponen atau komponen pengganti, dan perbaikan aktual itu sendiri [7]. Dalam rangka meningkatkan *efektivitas*, penting untuk mengidentifikasi penyebab menurunnya *efektivitas* dan faktor-faktor dominan dari *six big losses*. Penggunaan diagram Pareto dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor tersebut dan menentukan faktor mana yang memberikan kontribusi terbesar terhadap menurunnya *efektivitas* [8].

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian merupakan penjelasan tahap – tahap yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk memberikan gambaran secara singkat mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut langkah – langkah penelitian dari awal hingga akhir:

2.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan di PT XYZ, Semarang, bagian lantai produksi dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh PT XYZ. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan proses wawancara. Selain melakukan wawancara, studi pendahuluan juga dilakukan dengan observasi (pengamatan) secara langsung untuk lebih mengetahui secara nyata bagaimana proses produksi berjalan dan permasalahan yang sedang terjadi di dalamnya.

2.2 Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi pendahuluan, ditemukan permasalahan mesin printing belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *downtime*, penurunan kecepatan produksi mesin, dan adanya produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Namun, untuk mengetahui nilai *efektivitas* mesin printing secara pasti, maka dilakukan pengukuran OEE mesin printing dan pengukuran *six big losses*. Untuk mengetahui penyebab *six big losses* tersebut, maka dilakukan analisa penyebab dengan menggunakan Diagram Pareto dan Fishbone Diagram.

2.3 Studi Literatur

Dalam penelitian ini, dilakukan studi literatur terkait *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *six big losses (downtime losses, speed losses, dan defect/quality losses)*, dan Fishbone Diagram.

2.4 Pengumpulan Data dan Variable Penelitian

2.4.1 Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama atau data mentah yang kemudian diolah untuk tujuan-tujuan tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian. Contoh dari sumber data primer dalam penelitian dapat diperoleh dari pengamatan di lapangan (observasi) dan wawancara dengan responden secara langsung dengan tim dan pihak terkait yang memiliki informasi kunci (key information) yaitu operator mesin CNC laser TRUMPF, teknisi atau *maintenance* mesin, dan beberapa karyawan yang bersangkutan seperti kepala bagian dan *supervisor section preparation*.

2.4.2 Data sekunder

Berupa data yang berkaitan laporan yang sudah di oleh sehingga lebih informatif saat di gunakan untuk melengkapi data obyek penelitian yaitu meliputi laporan maintenance, laporan jumlah *downtime*, data produksi bulanan, *manual book* mesin CNC laser cutting fiber.

2.4.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan dan pengembangan atas data – data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Berikut tahapan pengolahan data yang dilakukan :

a. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Tahapan ini bertujuan untuk menghitung nilai efektivitas mesin CNC Laser Cutting Fiber dan menghitung persentase kerugian (*six big losses*) dari mesin. Tahapannya adalah sebagai berikut [9]:

1) Ketersediaan (*Availability*)

$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ % \quad (1)$$

2) Performance

$$Performance = \frac{processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operating\ time} \times 100\% \quad (2)$$

3) Kualitas produksi (*Rate of Quality*)

$$Rate\ of\ Quality = \frac{Procesed\ Amount - Defect\ Amount}{Procesed\ Amount} \times 100\% \quad (3)$$

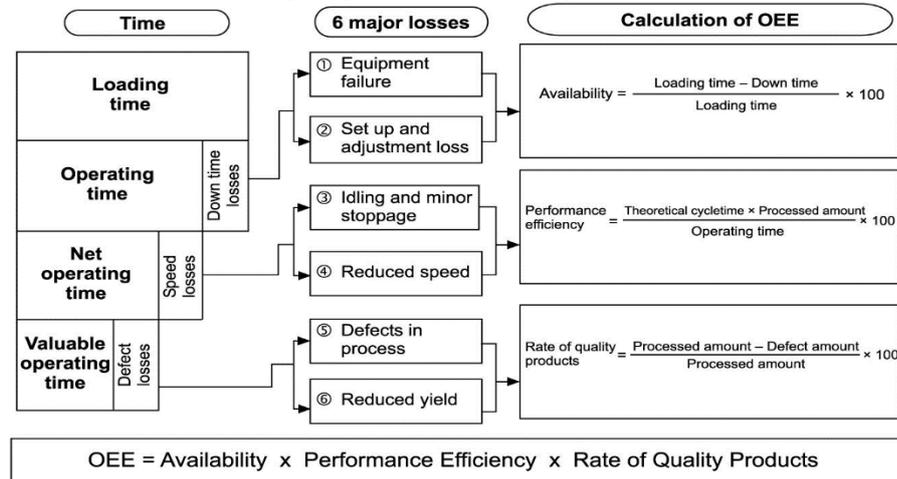
Setelah diperoleh nilai *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*, dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*. *Overall Equipment Effectiveness* adalah pengukuran dalam TPM yang digunakan untuk menghitung nilai efektivitas sebuah mesin atau line produksi secara aktual, Untuk menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* menggunakan persamaan (4) sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance\ Rate \times Rate\ of\ Quality \quad (4)$$

Tahapan berikutnya dilakukan pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang dilanjutkan dengan perhitungan *six big losses*. Dari perhitungan *six big losses* akan diketahui penyebab kehilangan terbesar sehingga dapat disusun usulan perbaikan untuk meningkatkan efektifitas dari mesin CNC Laser Fiber dengan menggunakan diagram sebab akibat. Kemudian dilakukan analisis *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan penyebab utama kerusakan dan kegagalan pada mesin sebagai usulan perbaikan.

2.4.4 Analisis dan Rekomendasi

Tahap analisis *total productive maintenance* pada mesin CNC Laser Cutting menggunakan metode OEE dan mengidentifikasi *six big losses* yaitu *equipment failure, setup and adjustments, idling and minor stops, reduced speed, process defects, and reduced yield* skema seperti pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Unsur perhitungan OEE [10].

2.4.5 Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan dari hasil analisis data dan kesimpulan dari penelitian yang di lakukan selanjutnya di tambahkan saran untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengukuran nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan total pengukuran terhadap performance yang berhubungan dengan availability dari proses produktivitas dan kualitas.

3.1.1 Hasil perhitungan nilai *availability*

Hasil data penghitungan *availability* mesin CNC Laser Cutting pada bulan Januari sampai Mei 2022 yang di hitung dengan menggunakan persamaan (1) di tampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Availability* pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber.

Bulan	Jam kerja (Menit)	Loading time (Menit)	Operation time (Menit)	Downtime (Menit)	Availability rate
Januari	8820	8740	7960	780	91,1%
Februari	7980	7900	7310	590	92,5%
Maret	8820	8740	8030	710	91,9%
April	7560	7450	6670	780	89,5%
Mei	6300	6220	5785	435	93,0%
Total	39480	39050	35755	3295	91,6%

Pada Tabel 1 di ketahui bahwa total *loading time* lebih besar dari *operating time* dengan *loading time* 39050 menit sama dengan 650,8 jam dan *operating time* 3295 menit atau 54,91 jam. Sehingga diketahui bahwa total presentase *availability* pada mesin CNC laser cutting sebesar 91,6% sehingga diartikan bahwa presentase *availability* pada mesin CNC sudah baik karena termasuk dalam kategori world class OEE dengan presentase 90%.

3.1.2 Hasil perhitungan nilai *performance*

Hasil data penghitungan *performance* mesin CNC Laser Cutting bulan Januari sampai Mei 2022 dapat di hitung dengan menggunakan persamaan (2) di tampilkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *performance* pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber.

Bulan	Operation time (Menit)	Ideal Cycle Time (Menit)	Processed Amount	Performance rate (%)
Januari	7960	1,54	4350	76,88%
Februari	7310	1,13	5478	84,37%
Maret	8030	1,20	5640	84,44%
April	6670	1,17	4780	83,90%
Mei	5785	0,91	5346	84,15%
Total	35755	1,18	25594	82,75%

Pada Tabel 2 dapat di ketahui nilai persentase *performance* pada bulan Januari sampai dengan Mei 2022 mesin CNC laser Cutting di pengaruhi oleh jumlah produksi dengan ketebalan dan jenis material produksi yang bervariasi dengan nilai *performance* total yaitu 82,75% dengan jumlah produksi sebanyak 25594 potongan plat.

3.1.3 Hasil perhitungan nilai *Rate of Quality*

Hasil data penghitungan *rate of quality* mesin CNC Laser Cutting bulan Januari sampai Mei 2022 dapat di hitung dengan menggunakan persamaan perhitungan (3) dan ditampilkan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *rate of quality* pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber.

Bulan	Procesed Amount	Defect Amount	Rate of Quality (%)
Januari	4350	10	91,1%
Februari	5478	9	92,5%
Maret	5640	3	91,9%
April	4780	16	89,5%
Mei	5346	8	93,0%
Total	25594	46	91,6%

Pada Tabel 3 dapat di ketahui jumlah produksi pada bulan Januari sampai Mei 2022 mencapai 25594 produk dengan jumlah cacat sebanyak 46 komponen dari jumlah produksi total (*procesed amount*) yaitu 25594 dengan jenis cacat yang dapat di toleransi tanpa harus melakukan pekerjaan ulang atau rework dari komponen yang telah di buat.

Nilai kumulatif hasil perhitungan nilai OEE ditampilkan pada Tabel 4 dengan total presentase nilai OEE sebesar 75,63% yang masih di bawah dari standar JIPM dengan presentase 85% sebagai berikut.

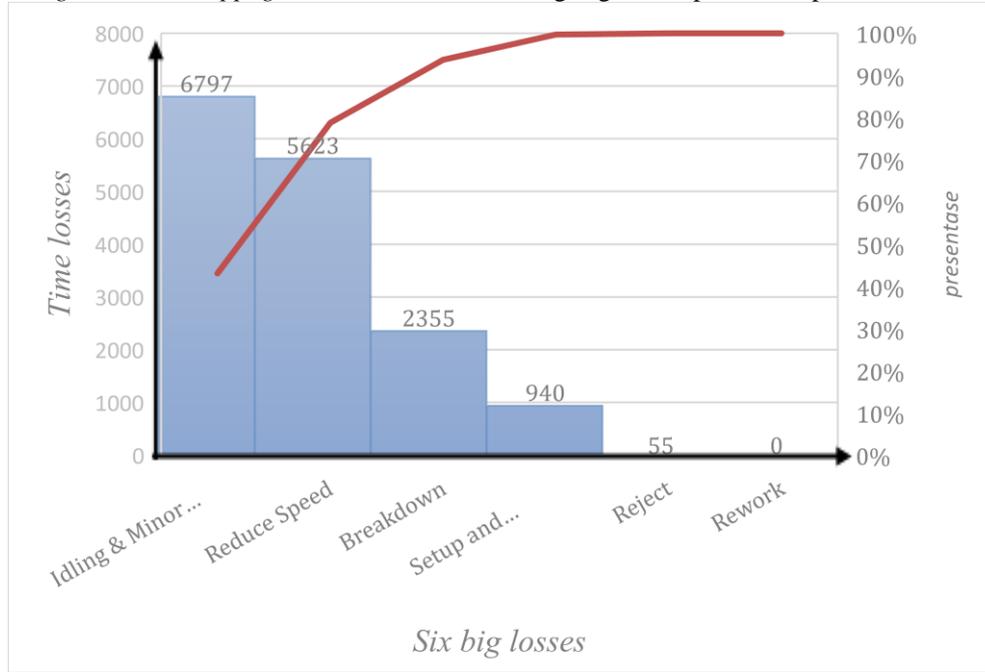
Tabel 4. Hasil Perhitungan nilai OEE pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber.

Bulan	Avability (%)	Performance (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
Januari	91.08%	76.88%	99.77%	69.86%
Februari	92.53%	84.37%	99.84%	77.94%

Maret	91.88%	84.44%	99.95%	77.54%
April	89.53%	83.90%	99.67%	74.86%
Mei	93.01%	84.15%	99.85%	78.15%
Total	91.56%	82.75%	99.82%	75.63%

3.2. Hasil analisis *six big losses* pada mesin CNC Laser Fiber

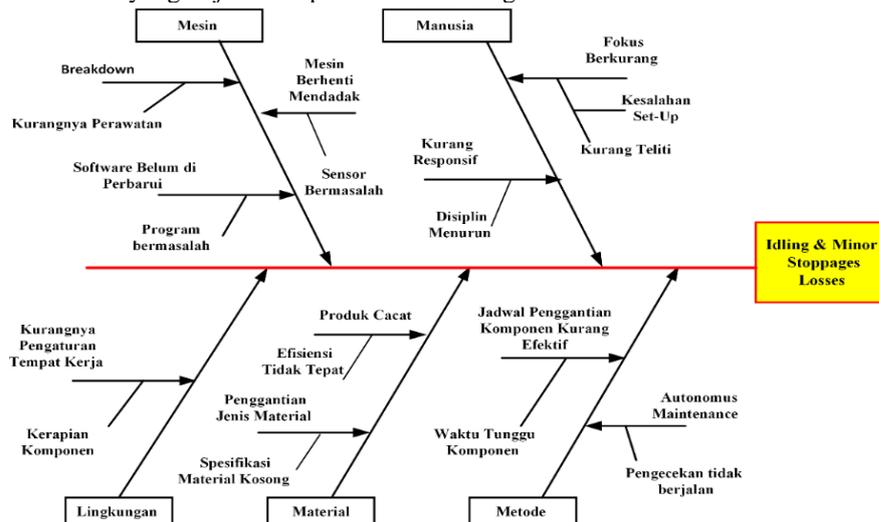
Setelah data perhitungan *six big losses* di ketahui data dalam berbentuk diagram pareto dengan persentase *losses* terbesar yaitu *idling and minor stoppages* sebesar 6797 menit dengan grafik dapat di lihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram pareto data *six big losses*

3.3. Hasil diagram Fishbone pada mesin CNC Laser Fiber

Pada Gambar 3 dapat di lihat bahwa ada beberapa analisis penyebab permasalahan pada *idling and minor stoppages*, berdasarkan diagram fishbone tersebut maka diketahui beberapa jenis *losses* yang kemudian dapat menentukan rencana penyelesaian masalah yang di jelaskan pada Tabel 4 sebagai berikut.



Gambar 3. Analisis *idling & minor stoppages losses* dengan diagram fishbone

3.4. Hasil nilai *Mean Time Between Failures* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Perhitungan nilai *Mean Time Between Failures* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada mesin CNC laser cutting bulan Januari sampai Mei 2022 dalam menentukan nilai *mean time between failures* dan *mean time to repair*.

Tabel 4. Hasil nilai MTBF dan MTTR pada Mesin CNC Laser Cutting Fiber.

Month	Loading Time (Menit)	Total Downtime (Menit)	Operation Time (Menit)	Total Kerusakan	MTTR (Menit)	MTBF (Menit)
Januari	8740	780	7960	3	360	4010
Februari	7900	590	7310	2	590	7310
Maret	8740	710	8030	3	355	4015
April	7450	780	6670	5	390	3335
Mei	6220	435	5785	2	157	2952
Total	39050	3295	35755	15	220	2384

Data dari Tabel 4 dapat di ketahui untuk MTBF atau rata rata waktu antar kerusakan dari bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2022 yaitu 2384 menit sama dengan 39.7 jam dalam periode 5 bulan. Sehingga dapat di artikan dalam 1 kali kerusakan akan terjadi setelah beroperasi selama 39.7 jam, sedangkan waktu yang di gunakan oleh operator perbaikan untuk memperbaiki 1 kerusakan MTTR adalah 220 menit atau 3.6 jam.

4. Kesimpulan

- Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin CNC *laser cutting fiber* memiliki presentase total dalam 5 bulan terakhir dari bulan januari sampai bulan Mei 2022 yaitu 75,63% yang berarti masih di bawah dari standar yang di tentukan oleh JPIM yaitu 85%.
- Faktor utama yang menyebabkan tinggi nya *time losses* yang di analisis dengan diagram pareto sebanyak 6797 menit 113,28 jam dalam 5 bulan yang di sebabkan oleh *breakdown* mesin dan downtime mesin yang tinggi.
- Berdasarkan analisis diagram fishbone dalam menganalisis *idling and minor stoppages losses* hal yang membuat tinggi nya *downtime* dan lamanya *breakdown* yaitu suku cadang yang tidak langsung tersedia seperti pada hasil analisis dengan menggunakan FMEA.
- Berdasarkan nilai MTTR dan MTBF yang dapat di simpulkan yaitu kerusakan dan *breakdown* mesin semakin tinggi sehingga harus melakukan rencana perawatan mengalami *breakdown*.

5. Daftar Pustaka

- Saxena MM. Total productive maintenance (TPM); as a vital function in manufacturing systems. *Journal of Applied Research in Technology & Engineering* 2022; 3: 19–27.
- Prasetya RY, Suhermanto S, Muryanto M. Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri* 2021; 20: 133.
- Wang X, Li L, Xie M. An unpunctual preventive maintenance policy under two-dimensional warranty. *Eur J Oper Res* 2020; 282: 304–318.
- Hassan A Ben. *Assessment of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in Industrial Environment*. 2022.
- Singh NB, Sivakumar A. Experimental Evidence on Enhancing Equipment Effectiveness with the Implementation of TPM Principles in the Bus Body Building Industry. *Tierarztl Prax* 2020; 40: 2429–2442.
- Elman Swara S, Novareza O, Yuangra Gita S. *EVALUASI EFEKTIVITAS LINI PRODUKSI BETON PRA-CETAK MENGGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*. 2021.
- Cecchini A, Maria G, Masselli P, et al. *Evaluation and Optimization of CES Performances: Application of the Pareto Principle to KPIs*. 2021.
- Sibarani AA, Muhammad K, Yanti A. Analisis Total Productive Maintenance Mesin Wrapping Line 4 Menggunakan Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses di PT XY, Cirebon - Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)* 2020; 7: 82.
- Baety R, Budiasih E, Tatas F, et al. Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) Dalam Bottleneck Auto-Part Machining Line Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Application of Total Productive Maintenance (Tpm) in Bottleneck Auto-Part Machining Line Using Overall Eq. 2019; 6: 6496–6505.
- Kwaso MJ. *Evaluating the Impact of TPM(Total Productive Maintenance) Elements on a Manufacturing Process A Minor Dissertation Submitted in Partial Fulfilment of the Degree of MAGISTER INGENERIAE / MAGISTER PHILOSOPHIAE in ENGINEERING MANAGEMENT at the FACULTY OF ENGINEERING AND THE BUILT ENVIRONMENT of the UNIVERSITY of JOHANNESBURG*. 2017.