

Penentuan Nilai Efektivitas Mesin *Small Press Line A* Melalui *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Mekar Armada Jaya

Tri Sigit Sulistio¹, M. Imron Rosyidi¹, Affan Rifa'i¹, Eko Muh Widodo^{1*}, Retno Rusdjijati¹

¹ Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang, Indonesia

*Corresponden author : emwidodo@ummgl.ac.id

<https://doi.org/benr.v3i2.10258>

Abstract

Small Press Machine Line A in the Stamping & Tools Division of PT. Mekar Armada Jaya produces car and body parts as effectively as possible to increase productivity. However, the performance of the machine and the maintenance system that is carried out is not comprehensive on aspects of the Small Press Machine and takes a long time, causing high machine downtime, this affects the smooth running of the production process. Therefore, measuring effectiveness uses Method the Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses and Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Research results for January 2021 – December 2022, namely the A1 Machine is 82%, the A2 Machine is 76% and the A3 Machine is 58%. The loss factor of the three machines is caused by Equipment Failure Loss (equipment damage loss). The results of the analysis using the FMEA method show that the failures that often occur in the three machines include the engine having an over stroke, the work method is due to the visual check method, and the engine has been repaired by an AIDA technician. So, it is suggested that in order to increase the effectiveness of the Small Press Line A machine, the Stamping & Tools Division should apply FMEA method to look for components or processes that have failed, whether humans, machines, work methods, or materials.

Keywords: *Small Press Line A; OEE; Six Big Losses; FMEA and Division Stamping&Tools (MAJ)*

Abstrak

Mesin *Small Press Line A* di bagian Divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya memproduksi komponen mobil maupun karoseri seefektif mungkin guna meningkatkan produktivitas. Namun, kinerja mesin dan sistem perawatan yang dilakukan belum menyeluruh terhadap aspek Mesin *Small Press* dan membutuhkan waktu lama sehingga menimbulkan *downtime* mesin tinggi sehingga mempengaruhi kelancaran proses produksi. Oleh karena itu, penelitian ini secara umum bertujuan menganalisis keefektifan Mesin *Small Press Line A* masih layak atau tidak. Pengukuran efektifitas menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Hasil Penelitian pada Bulan Januari 2021 – Desember 2022 yaitu Mesin A1 sebesar 82%, Mesin A2 sebesar 76%, dan Mesin A3 sebesar 58%. Faktor kerugian dari ketiga mesin disebabkan oleh *Equipment Failure Loss* (kerugian kerusakan peralatan). Hasil analisa dengan metode



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

FMEA menunjukkan bahwa kegagalan yang sering terjadi pada ketiga mesin tersebut antara lain mesin mengalami *over stroke*, metode kerja disebabkan metode cek dengan visual dan mesin mengalami perbaikan oleh teknisi AIDA. Jadi, disarankan bahwa untuk meningkatkan efektifitas mesin *Small Press Line A*, Divisi *Stamping & Tools* sebaiknya menerapkan metode FMEA guna mencari komponen atau proses yang mengalami kegagalan, apakah manusia, mesin, metode kerja atau material.

Kata Kunci: Mesin *Small Press Line A*; OEE; *Six Big Losses*; FMEA dan Divisi *Stamping&Tools* (MAJ)

1. Pendahuluan

Perawatan (*maintenance*) fasilitas proses produksi merupakan kegiatan penunjang kelancaran produksi (Jannah *et al.*, 2017). Manajemen perawatan merupakan pengelolaan pekerjaan perawatan dengan melalui suatu proses perencanaan, pengorganisasian, serta pengendalian operasi perawatan untuk memberikan performansi mengenai fasilitas industri (Susetyo, 2017). Masalah yang sering dialami fasilitas produksi yang menyebabkan produksi terganggu atau mesin berhenti dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu faktor manusia, mesin itu sendiri dan lingkungan kerja. Ketiga hal tersebut dapat saling berpengaruh antara satu dengan yang lainnya (Triwardani *et al.*, 2013).

PT. Mekar Armada Jaya Magelang (MAJ) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang karoseri. Divisi *Stamping and Tools* merupakan salah satu unit di PT. MAJ yang memproduksi komponen mobil atau karoseri. Divisi ini banyak menggunakan mesin dan peralatan produksi terutama di bagian *Line A Small Press* terdapat Mesin *Small Press A1* Chinefong MC 80 C, Mesin *Small Press A2* AIDA 1100 MC 110 G dan Mesin *Small Press A3* AIDA 1500 MC 150 D. Data perawatan Mesin *Small Press* di PT. MAJ ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Perawatan Mesin *Small Press*.

DATA PERAWATAN MESIN <i>SMALL PRESS LINE A</i>		
JANUARI 2021 - OKTOBER 2022		
MESIN	WAKTU (Jam)	WAKTU (Menit)
Mesin <i>Small Press A1</i>	22.16	1.330
Mesin <i>Small Press A2</i>	47.33	2.840
Mesin <i>Small Press A3</i>	278.16	16.690

Sumber: *Plant Service*

Sistem perawatan yang dilaksanakan di PT. MAJ menggunakan metode *preventive maintenance* dan *reactive maintenance* setiap minggu atau waktu tertentu. *Preventive maintenance* adalah suatu perawatan mesin atau alat yang bertujuan untuk mencegah terjadinya masalah berdasarkan waktu yang ditetapkan (Gusniar & Choerullah, 2022). *Corrective maintenance* merupakan suatu tindakan perbaikan terjadi karena permasalahan mesin produksi yang tidak dapat berjalan maka dilakukan perawatan (Cruz *et al.*, 2020). Namun perawatan *preventive* ternyata tidak dilakukan secara menyeluruh, terutama pada mesin *Small Press* karena kegiatan perawatan

tergolong lama. Hal ini menyebabkan tingginya *downtime* mesin yang dapat menyebabkan proses produksi berhenti. Selain itu, faktor-faktor yang mempengaruhi *downtime* mesin yang tinggi adalah kurangnya tenaga ahli karena harus mendatangkan mekanik dari luar perusahaan dan suku cadang yang terbatas karena harus membeli dari luar negeri yang membutuhkan waktu lama.

Masalah selanjutnya yang timbul akibat mesin produksi yang berhenti tiba-tiba mengakibatkan penurunan kecepatan mesin produksi, produk yang dihasilkan cacat, dan kerusakan mesin fasilitas produksi karena membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan *set up*. Akibat terakhir adalah pengalihan produksi ke mesin lain. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul analisis perhitungan OEE untuk menghitung nilai efektivitas mesin *Small Press Line A* di PT. Mekar Armada Jaya (MAJ). Pengukuran metode OEE ditentukan oleh tiga faktor utama, yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*. Pendekatan analisis *Six Big Losses* perlu dilakukan untuk mengetahui dan meminimalisir losses yang terjadi pada proses produksi sehingga hasilnya akan dijadikan dasar usulan perbaikan dengan pendekatan FMEA untuk mesin produksi perusahaan.

2. Metode

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menganalisis keefektifan mesin *Small Press Line A* apakah masih layak atau tidak sebagai mesin produksi di PT. Mekar Armada Jaya. Pengukuran efektivitas dilakukan menggunakan Metode OEE, Metode *Six Big Losses* dan Metode FMEA.

2.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan alat pengukuran dalam sebuah proses produksi dapat mengukur berbagai macam dalam penerapan program *Total Productive Maintenance* (TPM) seperti *losses* produksi dan mengidentifikasi *improvement* sehingga mampu menjaga peralatan dalam kondisi *ideal* (Van De Ginste *et al.*, 2022). OEE bertujuan mengukur performa dari suatu sistem perawatan dalam penerapan yang nantinya akan mendapatkan *output* hasil atau tindakan penerapan TPM yang telah dilakukan (Nakajima S, 1988). Pengukuran OEE terdiri dari 3 rasio memiliki pengaruh besar terhadap penilaian keefektifan yang dimiliki oleh mesin atau peralatan pada perusahaan. Ketiga faktor ini antara lain ketersediaan mesin atau peralatan (*availability*), Efisiensi produksi (*performance*) dan kualitas *output* mesin atau peralatan (*quality*) (Saifuddin *et al.*, 2021). Standar *World Class* nilai OEE menurut (1) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar *World Class* nilai OEE.

Deskripsi	Nilai
<i>Avaiblility</i>	> 90%
<i>Performance Efficiency</i>	> 95%
<i>Quality Rate</i>	> 99%
<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	> 85%

Sumber: (Nakajima S, 1988)

2.2. Six Big Losses

Pencapaian nilai OEE yang optimal untuk mengetahui kerugian dilakukan pengukuran *six big losses*, terdapat enam kerugian yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin atau peralatan (Nakajima S, 1988). Keenam kerugian tersebut terdiri dari, yaitu *equipment failure loss* adalah kerugian berhubungan dengan kegagalan, *set up and adjustment loss* adalah kerugian kemacetan terjadi ketika perubahan sistem kerja, *speed losses reduced speed loss* adalah kerugian berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, di bawah kecepatan operasi ideal, *idling and minor stoppage loss* adalah kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang. *defect losses, defect and rework loss* adalah kerugian waktu sehubungan dengan cacat dan pengerjaan ulang dan *start-up loss* adalah ketika memulai produksi, kerugian yang timbul dari mesin dimulai.

2.3. Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu kegiatan yang berurutan untuk mengidentifikasi serta mencegah kemungkinan kegagalan dengan cara mencari sumber masalah terjadinya suatu kegagalan maupun kecacatan produksi (Suhaeri, 2017). Metode ini berfungsi untuk teknik rekayasa yang digunakan dalam menetapkan, mengidentifikasi dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui dalam permasalahan *error* maupun sejenisnya, dari sebuah sistem, desain, proses dan jasa sebelum mencapai konsumen (Schneider & Stamatis, 1996). FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi resiko terlebih dahulu untuk mengambil tindakan pencegahan, diwujudkan ketika meningkatkan daya saing perusahaan (Anastasya & Yuamita, 2022).

Terdapat tiga jenis penilaian pada *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) yaitu *Severity* (tingkat keparahan efek), *occurance* (tingkat kemunculan kegagalan) dan *detection* (tingkat kemudahan pengendalian kegagalan) dan *Risk Priority Number* (RPN) (Ghasemi & Rahimi, 2023). Penilaian tersebut dilakukan untuk mengetahui dampak kegagalan sehingga memperoleh sebuah panduan penanganan atau tindakan dari masalah yang paling serius dalam proses yang dianalisis.

3. Hasil dan pembahasan

Perhitungan OEE Mesin *Small Press Line A* dilakukan pada bulan Januari 2021 hingga Desember 2022. Pengukuran *avaibility* menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan (Susetyo, 2017). Pengukuran *performance* menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan barang (Susetyo, 2017), *Quality ratio* adalah ratio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Setelah diperoleh *avaibility ratio*, *performance* dan *quality ratio*, dilakukan perhitungan nilai OEE. Pengukuran nilai OEE ditunjukkan sebagai berikut (Susetyo, 2017) ditunjukkan pada persamaan (1).

$$OEE = Availability (\%) \times Performance (\%) \times Quality (\%) \quad (1)$$

Rata-rata produksi selama Januari 2021 – Desember 2022 ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai presentase OEE pada mesin *Small Press Line A1* yaitu *avaibility* sebesar 85%, *performance* sebesar

97%, *quality* sebesar 100% sehingga dihasilkan nilai OEE sebesar 82% yang termasuk kategori sedang. Pada Mesin *Small Press Line A2* didapatkan *avaibility* sebesar 84%, *performance* sebesar 96%, *quality* sebesar 94% sehingga dihasilkan nilai OEE sebesar 76% yang termasuk kategori sedang. Kategori sedang menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan performa sistem agar performansi OEE meningkat sampai dapat dikategorikan standar *world class*. Sedangkan, pada Mesin *Small Press Line A3* didapatkan *avaibility* sebesar 64%, *performance* sebesar 70%, *quality* sebesar 76% sehingga dihasilkan nilai OEE sebesar 58% yang termasuk kategori rendah. Kategori rendah menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan performa sistem lebih lanjut. Nilai OEE rendah disebabkan oleh efisiensi produksi (*performance efficiency*) yang belum optimal dan juga terjadinya *breakdown* meliputi *breakdown material*, *breakdown maintenance* yang terjadi tiba-tiba terhadap mesin *small press*, *breakdown* terjadwal dan perawatan terjadwal. Data OEE Mesin *Small Press Line A* ditunjukkan pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Data OEE Mesin *Small Press Line A*.

Deskripsi	A1	A2	A3
<i>Avaibility</i>	85%	84%	68%
<i>Peformance</i>	97%	96%	70%
<i>Quality</i>	100%	94%	76%
OEE	82%	76%	58%
Kategori	Sedang	Sedang	Rendah

Rata-rata dari setiap *losses* yang terjadi dihitung untuk mengetahui faktor-faktor *losses* yang paling dominan penyebab terjadinya kerugian. [Tabel 4](#) menunjukkan hasil dari perhitungan rata-rata *losses* dari Mesin *Small Press Line A1*, Mesin *Small Press Line A2* dan Mesin *Small Press Line A3* pada bulan Januari 2021 – Desember 2022.

Tabel 4. Data Presentase *Losses* Mesin *Small Press Line A*.

Mesin	Jenis Losses	Rata-rata Losses (%)
A1		8.19%
A2	<i>Equipment Failure</i>	8.48%
A3		6.63%
A1		6.42%
A2	<i>Set up and Adjustment loss</i>	6.90%
A3		6.05%
A1		0.60%
A2	<i>Reduced speed loss</i>	4.70%
A3		0.67%
A1		0.25%
A2	<i>Idling and minor stoppage loss</i>	0.40%
A3		1.61%

Terusan **Tabel 4.**

Mesin	Jenis Losses	Rata-rata Losses (%)
A1	<i>Defect and rework loss</i>	0.41%
A2		4.71%
A3		0.74%
A1	<i>Start-up loss</i>	0.00%
A2		0.16%
A3		0.12%

Berdasarkan hasil perhitungan dan diagram pareto di atas, total kerugian (*losses*) yang terjadi pada Mesin *Small Press Line* A1 yaitu 16%, Mesin *Small Press Line* A2 yaitu 25% dan Mesin *Small Press Line* A3 yaitu 16%. Faktor kerugian paling dominan dari ketiga mesin tersebut merupakan *Equipment Failure Loss* yang terjadi akibat kerusakan peralatan maupun mesin turun dibawah tingkat normal. Dengan demikian, faktor utama permasalahan yang akan dianalisis lebih lanjut adalah *Equipment Failure Loss* pada mesin *Small Press Line* A1 yaitu 8,19%, Mesin *Small Press Line* A2 sebesar 8,48%, dan Mesin *Small Press Line* A3 yaitu 6,63%. Komponen *Equipment Failure* berpengaruh pada *Avaibility* yang merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu dalam kegiatan operasi mesin atau waktu meliputi *breakdown*.

Nilai efektifitas OEE tidak mencapai standar dari ketiga mesin *Small Press Line* A dan hasil perhitungan *Losses* pada data analisa *Six Big Losses* mendapatkan *Losses* terbesar yang menyebabkan belum optimalnya efektivitas Mesin *Small Press Line* A. Tahapan selanjutnya dilakukan dengan Analisis FMEA. Hasil analisis FMEA pada komponen atau proses terjadinya *Equipment Failure Loss* ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai RPN.

Jenis Kegagalan	Komponen (Proses)	Identifikasi Jenis Kegagalan yang Sering Terjadi (<i>Potential Failure Mode</i>)	S	O	D	RPN
<i>Equipment failure loss</i> mesin <i>Small Press Line</i> A1	Manusia	Melebihi jam waktu break.	4	3	5	60
	Mesin	<i>Over stroke</i>	5	7	5	175
	Metode Kerja	Pengecekan part kurang secara SME (<i>Start middle end</i>)	6	5	5	150
	Material	Tunggu Row Material	5	5	5	125

Terusan **Tabel 5.**

Jenis Kegagalan	Komponen (Proses)	Identifikasi Jenis Kegagalan yang Sering Terjadi (<i>Potential Failure Mode</i>)	S	O	D	RPN
<i>Equipment failure loss</i>	Manusia	Melebihi jam waktu break.	4	3	5	60
mesin	Mesin	<i>Over stroke</i>	5	7	5	175
<i>Small Press Line A1</i>	Metode Kerja	Pengecekan part kurang secara SME (<i>Start middle end</i>)	6	5	5	150
	Material	Tunggu Row Material	5	5	5	125
<i>Equipment failure loss</i>	Manusia	Konsistensi Manpower berkurang	6	5	4	120
mesin	Mesin	<i>Alarm fault detect</i>	6	6	4	144
<i>Small Press Line A2</i>	Metode kerja	Metode cek dengan visual	6	7	4	168
	Material	Material yang bervariasi.	4	6	4	96
<i>Equipment failure loss</i>	Manusia	Manpower melakukan setup deis dari meja ke mesin	6	5	5	150
mesin	Mesin	Perbaikan oleh teknisi AIDA	8	6	6	288
<i>Small Press Line A3</i>	Metode kerja	Metode penggunaan pasta	6	5	5	150
	Material	<i>Over Quality</i> material	6	7	4	168

Pada rekapitulasi nilai RPN, terdapat penjelasan nilai kegagalan dari ketiga Mesin *Small Press Line A* dengan mengetahui proses yaitu manusia, mesin, metode kerja dan material. Nilai *Potential Failure Mode* tertinggi dari Mesin *Small Press Line A1* yaitu *Over Stroke* pada proses mesin sebesar 175, Mesin *Small Press Line A2* yaitu metode cek dengan visual pada metode kerja sebesar 168, dan Mesin *Small Press Line A3* yaitu perawatan dari teknisi khusus AIDA pada proses mesin sebesar 288. Berdasarkan analisis permasalahan yang telah diidentifikasi menggunakan Analisis FMEA, dapat dirumuskan tindakan-tindakan perbaikan yang dilakukan oleh perusahaan yang berfokus pada faktor, meliputi manusia, mesin, metode kerja, dan material.

Dari faktor manusia disebabkan operator mesin yang belum menjalankan SOP atau WIS yang telah diterapkan, hal tersebut akan berpengaruh pada hasil kualitas produk. Perlu adanya pelatihan khususnya untuk operator sangat diperlukan pada proses produksi tentang *job* kerja dengan teliti dan tepat waktu agar tidak menghambat proses produksi. Peningkatan kepedulian operator saat pergantian antar waktu kerja, memberi tindakan tegas apabila kesalahan telah melebihi batas, serta membutuhkan motivasi lebih saat *briefing* pagi atau dievaluasi kerja oleh Divisi Produksi memberi hal-hal target dan tujuan perusahaan.

Pada faktor mesin perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi mesin secara berkala (*prefentive maintenance*) agar mesin produksi berjalan dengan efektif dan dapat meminimalisir *breakdown* maupun *downtime* mesin dalam menjaga mesin agar tetap optimal. Tindakan ini dapat dilakukan diawal operasi agar mengetahui kondisi mesin sebelum dilakukan prosedur produksi. Selain itu, pada Divisi *Stamping & Tools* perlu melakukan identifikasi seluruh mesin terkait data umur mesin dan kemudian melakukan tindakan perawatan pergantian part yang dibutuhkan yang berguna untuk menunjang performansi mesin. Pemeliharaan mandiri dengan rutin mengisi lembar *check* harian sebagai salah satu pendukung dalam penerapan *autonomous maintenance* operator sebagai sasaran utama dalam menjalankan proses produksi antara manusia, mesin dan tempat kerja dalam merawat mesin yang dioperasikan sendiri seperti pembersihan pelumasan, pendeteksian penyimpangan dan perbaikan, kecil. Tujuan dari kegiatan operator tersebut diharapkan operator mampu mengembangkan dalam mendeteksi sinyal yang mengakibatkan kerugian (*losses*).

Pada faktor metode kerja perlu adanya tindakan yang harus dilakukan oleh *Plant Service* maupun Divisi Produksi karena belum maksimalnya penerapan SOP ketika terjadi permasalahan di *line* produksi sehingga. Bimbingan dan arahan dari pihak divisi terkait mengenai metode kerja meliputi penanganan material, sistem operasi dan pengecekan rutin harian perlu dilakukan agar tidak terjadi pengulangan masalah. Evaluasi SOP perlu diadakan secara periodik untuk memantau metode kerja yang sedang berjalan.

Pada faktor material, operator belum sepenuhnya memahami kualitas dari *part* atau produk yang dihasilkan. Banyak faktor yang berakibat masalah kualitas produk baik dari segi standar material hingga produk jadi. Koordinasi penuh antar bagian material dan produksi atau forman diperlukan agar tidak terjadi lagi *over quality*. Selain itu juga diperlukan penjadwalan yang spesifik agar tidak terjadi pengembalian material di gudang dengan menghitung atau melakukan pengecekan kembali sebelum diantar ke bagian produksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengumpulan dan pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan pada Mesin *Small Press Line A* di Divisi *Stamping & Tools* PT. Mekar Armada Jaya dapat disimpulkan:

1. Nilai OEE bulan Januari 2021 sampai Desember 2022 pada Mesin *Small Press Line A1* menghasilkan nilai OEE sebesar 82% dengan kategori sedang. Mesin *Small Press Line A2* menghasilkan nilai OEE sebesar 76% dengan kategori sedang. Pada Mesin *Small Press Line A3* menghasilkan nilai OEE sebesar 58% dengan kategori rendah.
2. Faktor-faktor penyebab *Losses* berdasarkan hasil analisis *Six Big Losses* antara lain, dari *Equipment failure loss*, *Setup & Adjustment loss*, *Reduced Speed Loss*, *Idling & Minor Stoppage*, *Defect & Rework Loss* dan *Start-up Loss*. Yang memiliki presentase sebesar pada mesin *Small Press Line A1* CF / MC 80 C yaitu 8.45%, Mesin *Small Press Line A2* yaitu 8.88% dan Mesin *Small Press Line A3* yaitu 7.67% maka masuk dalam faktor *Losses* yaitu *Downtime Losses*. Diketahui faktor kerugian paling tinggi dan dominan dari ketiga mesin

tersebut yaitu *Equipment Failure Loss* dimana sering terjadi kerugian akibat kerusakan peralatan maupun mesin turun dibawah tingkat normal.

3. Nilai efektifitas OEE mesin *Small Press Line A* di Divisi *Stamping & Tools* diketahui tidak mencapai standar *world class* dari ketiga mesin *Small Press Line A*.

Referensi

- Anastasya, A., & Yuamita, F. (2022). Pengendalian kualitas pada produksi air minum dalam kemasan botol 330 ml menggunakan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 1(1), 15–21. <https://doi.org/10.55826/TMIT.V1I1.4>.
- Cruz, M. C. C. da, Permana, I. I., Arvianto, A., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Suminto, C., Amilia, F. R. C., Rochadi, M. T., Martono, Ekonomi, F., Sebelas, U., Surakarta, M., & Kreasindo, C. V. P. (2020). Analisis preventive dan corrective maintenance loading arm pada PT. Pertamina Tbbm Semarang. *Wahana TEKNIK SIPIL*, 19(8). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23056>.
- Ghasemi, F., & Rahimi, J. (2023). Failure mode and Effect Analysis of personal fall arrest system under the intuitionistic fuzzy environment. *Heliyon*, 9(6), e16606. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16606>.
- Gusniar, I. N., & Choerullah, A. I. (2022). Analisis perawatan mesin injection molding FCS-HN 200SV dengan metode TPM di PT. XYZ. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 4(2), 107–120. <http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITM/article/view/18412/9871>.
- Jannah, R. M., Supriyadi, S., & Nalhadi, A. (2017). Analisis efektifitas pada mesin centrifugal dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan/ SENASSET*. <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/senasset/article/view/444>.
- Nakajima S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. *Productivity Press, Cambridge*. https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml
- Saifuddin, J. A., Nugraha, I., & Winursito, Y. C. (2021). Production machine effectiveness analysis using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Root Cause Analysis. *Nusantara Science and Technology Proceedings, 2021*, 320–328. <https://www.nstproceeding.com/index.php-nuscience/article/view/526>.
- Schneider, H., & Stamatis, D. H. (1996). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. *Technometrics*, 38(1). <https://doi.org/10.2307/1268911>.
- Suhaeri, S. (2017). Analisa Pengendalian Kualitas Jumbo Roll Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) di PT. Indah Kiat Pulp & Papaer, TBK. <https://repository.unugha.ac.id/380/1/Analisa%20Pengendalian%20Kualitas-%20Produk%20Jumbo%20Roll.pdf>.
- Susetyo, A. E. (2017). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Menentukan Efektifitas Mesin Sonna Web. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 3(2).

<https://doi.org/10.30738/jst.v3i2.1622>.

Triwardani, D. H., Rahman, A., & Tantrika, C. F. M. (2013). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam meminimalisi Six Big Losses pada mesin produksi dual filters DD07. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 1(2). <http://jrmsi.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jrmsi/article/view/44>.

Van De Ginste, L., Aghezzaf, E. H., & Cottyn, J. (2022). The role of equipment flexibility in Overall Equipment Effectiveness (OEE)-driven process improvement. *Procedia CIRP*, 107(March), 289–294. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.047>.
