



ANALISA PENERAPAN TPM (*TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*) DAN OEE (*OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*) PADA MESIN AUTO CUTTING DI PT XYZ

Andyka Gumelar Ramadhani¹, Dea Zahra Azizah², Febri Nugraha³, Muchammad Fauzi⁴

^{1,2,3,4}Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

*Email : andyka.gumelar@widyatama.ac.id, dea.zahra@widyatama.ac.id,
nugraha.febri@widyatama.ac.id, muchammad.fauzi@widyatama.ac.id

ABSTRACT

The research was conducted at PT XYZ company with two cutting machines as the object of research. In this study, the OEE value is influenced by unplanned factors and planned factors with an observation range starting from July 2021 to December 2021. The percentage value of the first cutting machine availability rate in December is 94.85% while the second cutting machine is 87 in August, 49%. Analysis of the performance rate of the first engine was in July with a percentage of 99.20% while the second engine was at a value of 98.45% in October. Then, for the highest quality rate value, the first machine was 99.96% in August while the second machine was in July at 99.89%. From the three analyzes, it can be concluded that the first engine has only one month of below-standard performance, while the second engine has several months of below-standard performance in accordance with the OEE value obtained on each engine.

Keywords: Availability rate, Performance rate, Quality rate, OEE.

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di perusahaan PT XYZ dengan objek penelitian dua mesin cutting. Pada penelitian, nilai OEE dipengaruhi oleh *unplanned factor* dan *planned factor* dengan rentang pengamatan dimulai dari Juli 2021 sampai Desember 2021. Persentase nilai *availability rate* mesin cutting pertama berada pada bulan Desember sebesar 94,85% sedangkan mesin cutting kedua berada pada bulan Agustus sebesar 87,49%. Analisa *performance rate* mesin pertama berada pada bulan Juli dengan persentase sebesar 99,20% sedangkan mesin kedua berada pada nilai 98,45% di bulan Oktober. Lalu untuk nilai *quality rate* terbesar pada mesin pertama sebesar 99,96% di bulan Agustus sedangkan mesin kedua berada pada bulan Juli sebesar 99,89%. Dari ketiga analisis tersebut dapat disimpulkan mesin pertama hanya satu bulan saja performanya di bawah standar sedangkan mesin dua terdapat beberapa bulan performanya di bawah standar sesuai dengan nilai OEE yang didapat pada masing – masing mesin.

Kata kunci: *availability rate, performance rate, quality rate, OEE.*

PENDAHULUAN

Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan konsumen, perusahaan bersaing untuk menghasilkan produk yang terbaik. Keberhasilan suatu produk ditentukan oleh beberapa hal yaitu sumber daya manusia, bahan baku, dan mesin. Produksi akan berjalan dengan baik apabila seluruh sumber daya tersebut dapat dipenuhi. Salah satu sumber daya yang perlu diperhatikan yaitu mesin. Mesin dapat bekerja secara optimal apabila kondisi mesin selalu dirawat. *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan bentuk perawatan untuk membantu perusahaan agar mesin dapat bekerja semaksimal mungkin untuk memenuhi target produksi.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tekstil dengan salah satu produk alas kaki salah satu brand ternama. Terdapat beberapa lini proses produksi yang menggunakan mesin sebagai proses kerjanya. Diantara proses yang menggunakan mesin adalah proses cutting, sewing, outsole production, insole production, stock fitting, assembly, dan pendinginan. Penelitian ini bertujuan mengamati dua mesin cutting yang terdapat pada perusahaan PT XYZ dengan mengamati nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Pengukuran produktivitas pada kinerja mesin *Auto Cutting* dengan menggunakan dies di PT XYZ menggunakan alat ukur OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

STUDI KEPUSTAKAAN

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikut sertakan semua elemen dari perusahaan, yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (critical mass) dalam lingkungan industry guna mencapai zero defect dan zero accident (Kurniawan, 2013).

Terdapat 9 pilar yang untuk penerapan TPM (Mendez, 2017) yaitu:

1. 5S: Implementasi manajerial perawatan terhadap stasiun kerja yang bersifat menyeluruh dan sistematis. 5S sendiri merupakan istilah yang berasal dari Jepang, yang isinya antara lain Seiri, Seiton, Seiketsu, dan Shitsuke.
2. Education and Training: Menjelaskan pengetahuan yang diperlukan, bagaimana cara mengajarnya, dan bagaimana pengetahuan tersebut di serap dan dipahami. Hal tersebut penting karena kompetensi dari operator di konfirmasikan.
3. Targeted Maintenance: Akan ada masalah diluar dugaan dengan peralatan atau proses yang harus dihilangkan dan sulit untuk diidentifikasi dari masa lalu.
4. Planned Maintenance: Perawatan yang terencana untuk mencari penyebab mendasar dari masalah dan mengidentifikasi serta mengimplentasikan akar penyebab masalah.
5. Autonomous Maintenance: Kewajiban setiap pekerja untuk melakukan inspeksi rutin, pelumasan, penggantian komponen, deteksi dini dari ketidak normalan peralatan dengan tujuan untuk melindungi peralatan sendiri.
6. Quality Maintenance: Setelah menemukan penyebab masalah, selanjutnya tim akan menyelidiki apakah modifikasi dapat di implementasikan untuk meningkatkan hasil, atau dapat mencari proses manufaktur yang berbeda yang mungkin tidak menunjukkan batasan yang sama.
7. Safety, Health, and Environment: Pentingnya melatih operator dalam melaksanakan tugas dan harus memahami penilaian risiko sampai beberapa konsep keselamatan lainnya secara rinci.

8. Applied to Administration: Mengatasi masalah seperti kurangnya suku cadang, suku cadang tidak tepat, bahan berkualitas rendah, suku cadang yang dikirim tidak sesuai dengan spesifikasi dan masalah lainnya.
9. Maintenance Prevention: kelompok TPM yang dipilih untuk memusatkan pengetahuannya tentang standar kinerja dalam hal pemeliharaan melibatkan seluruh organisasi.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal. Penggunaan OEE sebagai indikator kinerja memerlukan periode waktu tertentu, contohnya shift, harian, mingguan, bulanan, atau tahunan. Perhitungan OEE dapat digunakan pada berbagai tingkatan dalam sebuah lingkungan perusahaan. Pada lingkungan perusahaan khususnya pabrik produksi sangat efektif menggunakan pengukuran OEE.

Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan tersebut dan faktor penyebabnya sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus merupakan faktor utama metode OEE ini yang diaplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia. OEE adalah besarnya efektifitas yang dimiliki oleh peralatan suatu mesin. Menurut Ansori dan Mustajib (2013), OEE dihitung dengan memperoleh availabilitas dari suatu mesin, efisiensi kinerja dari suatu proses, dan rate dari mutu produk, dengan rumusan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Yield \dots (1)$$

a. Tingkat ketersediaan (*Availability*)

Availability merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dan peralatan. *Availability* dipengaruhi 2 komponen yaitu *equipment failure* dan *set up and adjustment losses*.

$$Availability = \frac{TotalTime - PlannedDT - UnplannedDT}{TotalTime - PlannedDT} \dots (2)$$

b. Kinerja Fasilitas (*Performance*)

Kinerja Fasilitas (*Performance*) adalah kemampuan suatu fasilitas atau peralatan dalam melaksanakan pekerjaannya (untuk kerja), yaitu kemampuan untuk menghasilkan barang. *Performance* berhubungan dengan *speed loss*. Contoh : penghentian kecil (*minor stoppage*), *idle time*, dan pengurangan kecepatan.

$$Performance = \frac{Output \times Waktu Siklus}{Total Time - PlannedDT - Unplanned DT} \dots (3)$$

c. *Quality rate*

Quality rate menunjukkan produk yang dapat diterima per total produk yang dihasilkan. Setelah mendapat hasil dari *quality yield* tersebut, maka kualitas produk

tersebut dapat diukur apakah kualitasnya bagus atau tidak, maka dapat diartikan kualitas yang ideal adalah $\geq 99\%$. Rumus matematisnya adalah:

$$Quality = \frac{Output - Defect}{Output} \dots (4)$$

Standard pengukuran nilai OEE menurut Borris (2006) yaitu:

OEE Factor	World Class
Availability	90%
Performance	95%
Quality	99%
OEE	85%

Tabel 1 OEE World Class

METODE PENELITIAN

Identifikasi Masalah

Masalah yang dihadapi perusahaan adalah untuk menentukan nilai OEE dari dua mesin cutting yang berbeda sehingga dapat diketahui kelayakan mesin tersebut.

Model Pemecahan Masalah

Model yang digunakan dalam pemecahan masalah adalah dengan menentukan nilai availability rate, performance rate, dan quality rate sehingga nantinya akan didapat nilai OEE.

Pengumpulan Data

- Observasi Langsung
Observasi langsung adalah melakukan pengamatan secara langsung pada proses produksi, kondisi dan lingkungan kerja.
- Wawancara
Wawancara secara mendalam dengan bagian produksi, bagian perawatan, pengendalian mutu, dan *total productive maintenance*.
- Studi Literatur
Studi literatur dilakukan dengan mencari data-data dan membaca literatur yang ada pada perusahaan yang berkaitan dengan proses produksi dan *Total Productive Maintenance*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

TPM (*Total Productive Maintenance*)

Pada penelitian ini TPM diamati pada area mesin dengan untuk meningkatkan produktivitas kerja melalui delapan pilar TPM dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Fokus dalam aktifitas perbaikan mesin (*Focussed improvement*)

Fokus pada perbaikan mesin sudah diterapkan di area mesin cutting PT XYZ oleh tim yang berwenang seperti Departemen TPM dan Mekanik. Selain dari departemen tersebut tidak memiliki wewenang untuk melakukan perbaikan di

mesin *cutting*. Perbaikan ini dilakukan pada mesin seperti pergantian *conveyor*, memperbaiki *ducting* pada mesin dan lainnya.

2. Pemeliharaan mandiri (*Autonomous maintenance*)

Pemeliharaan mandiri sudah diterapkan di area mesin *cutting* PT XYZ dengan cara mengecek kondisi mesin setiap pagi sebelum memulai kegiatan produksi, apabila ada kendala maka Departemen Produksi akan segera menghubungi Departemen TPM dan Mekanik.

3. Pemeliharaan terencana (*Planned maintenance*)

Penerapan perbaikan secara terencana sudah dijalankan oleh mesin *auto cutting* dan departemen yang berkaitan di PT XYZ. Mesin *cutting* dengan jumlah 2 mesin ini dilakukan perbaikan pada saat hari libur kerja (Sabtu) oleh Departemen TPM agar tidak mengganggu jalannya proses produksi.

4. Pendidikan dan pelatihan (*Education and training*)

Pendidikan dan pelatihan terhadap user pada mesin sudah dilakukan oleh Departemen TPM untuk menghindari *downtime* agar tidak perlu menunggu tim TPM yang sedang bertugas. Pelatihan yang sudah diberikan seperti cara mengkalibrasi mesin apabila akan ada pergantian komponen.

5. Manajemen mesin dan produk baru (*Early equipment and product management*)

Manajemen mesin dan produk baru sudah diterapkan di PT XYZ, ketika perusahaan akan membuat produk baru akan dilakukan trial pada setiap lini proses. Selain itu, untuk di mesin *cutting* sendiri dilakukan DOE (*Design of Experiment*) untuk menentukan parameter settingan pada mesin *cutting*.

6. Pemeliharaan kualitas (*Quality management*)

Pemeliharaan kualitas terhadap komponen yang dihasilkan oleh mesin sudah dilakukan di PT XYZ dengan cara melakukan pengecekan terhadap hasil output dengan menggunakan metode sampling.

7. Manajemen kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja (*Safety environment*)

Penerapan K3 di area mesin *cutting* PT XYZ sudah diterapkan oleh Departemen HSE (*Health, Safety & Environmental*) dengan cara menggunakan sarung tangan untuk menghindari luka ketika mengganti *cutting dies*.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Pada penelitian ini dilakukan pada mesin *cutting* dengan menggunakan *cutting dies* dan periode pengambilan data dimulai dari Juli 2021 - Desember 2021. Berdasarkan penelitian didapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai dari OEE yaitu *downtime* dan *defect* (cacat produk). Berikut merupakan jenis-jenis *downtime* dan *defect* pada mesin *Auto Cutting*:

Type Downtime	Jenis Downtime
<i>Unplanned</i> (Tidak direncanakan)	Fasilitas (Mati lampu, lainnya) <i>Software</i> <i>Conveyor</i> Cutting dies rusak Ganti matras conveyor Pergantian <i>cutting dies</i>

	Pergantian material <i>Startup</i> dan <i>shutdown</i> Menunggu material Menyesuaikan material Menunggu operator Menunggu <i>nesting</i> Over TPM Lainnya
<i>Planned</i> (Direncanakan)	Istirahat <i>Trial / Experiment</i> <i>Briefing</i> Perbaikan direncanakan <i>Training</i> Tidak ada jadwal produksi

Tabel 2 Jenis *Downtime* Mesin Cutting

Type Defect	Penjelasan
<i>Center</i>	Komponen tidak dicutting tepat sesuai dengan bentuk tengah
<i>Over Cut</i>	Komponen di <i>cutting</i> lebih dari batas <i>nesting</i>
<i>Incomplete Cut</i>	Komponen tidak terpotong dengan sempurna
<i>Double Cut</i>	Komponen di <i>cutting</i> lebih dari satu kali
<i>Not Cut</i>	Komponen tidak terpotong
<i>Raw Matrials</i>	<i>Defect</i> pada material sebelum dipotong
<i>Others</i>	Lain-lain

Tabel 3 Jenis *Defect* Mesin Cutting

a. Analisa *Availability Rate*

Availability rate atau ketersediaan waktu dalam pemanfaatan suatu peralatan atau mesin. Faktor yang mempengaruhi nilai *availability rate* yaitu waktu kerja dan *downtime*. Waktu kerja mesin cutting di PT XYZ yaitu selama 5 hari kerja perminggu atau 540 menit perhari. Berikut merupakan data *downtime* untuk mesin cutting:

Downtime (Menit)	Total Downtime			
	Mesin 1		Mesin 2	
	Unplanned	Planned	Unplanned	Planned
Juli	1607,95	6617,67	1069,87	3746,67
Agustus	2427,17	6138,33	1334,08	4995,30
September	2322,48	4085,00	2201,35	5536,67
Oktober	1263,93	4477,00	1348,78	4268,33
November	1028,35	5198,58	1141,92	3061,67

Desember	1070,46	6222,50	2494,68	4760,55
----------	---------	---------	---------	---------

Tabel 4 Downtime Mesin Cutting

Berdasarkan data diatas maka didapat nilai *availability* mesin *cutting* yaitu :

Bulan	Mesin 1			Availability Rate 1	Mesin 2			Availability Rate 2
	Waktu Tersedia	Downtime			Waktu Tersedia	Downtime		
		Unplanned	Planned			Unplanned	Planned	
Juli	19980,00	1607,95	6617,67	87,97%	10800,00	1069,87	3746,67	84,83%
Agustus	24300,00	2427,17	6138,33	86,64%	15660,00	1334,08	4995,30	87,49%
September	21600,00	2322,48	4085,00	86,74%	21600,00	2201,35	5536,67	86,30%
Oktober	15660,00	1263,93	4477,00	88,70%	13500,00	1348,78	4268,33	85,39%
November	21060,00	1028,35	5198,58	93,52%	10260,00	1141,92	3061,67	84,14%
Desember	27000,00	1070,46	6222,50	94,85%	18360,00	2494,68	4760,55	81,66%

Tabel 5 Availability Rate Mesin Cutting

Data *downtime* di PT XYZ dibagi menjadi 2 yaitu *planned downtime* dan *unplanned downtime*. Perbedaan dari *downtime* tersebut untuk *planned downtime* yaitu *downtime* yang sudah di atur dan dipastikan mesin tersebut berhenti seperti waktu istirahat, mesin *start-up*, dan *briefing*. Sedangkan untuk *unplanned downtime* yaitu *downtime* yang terjadi tanpa rencana seperti *change over* pergantian material dan kerusakan mesin.

b. Analisa Performance Rate

Performance rate atau kemampuan suatu mesin dalam menyelesaikan pekerjaan untuk menghasilkan suatu komponen. Faktor yang mempengaruhi nilai *performance rate* yaitu waktu kerja, *downtime*, *output*, dan waktu siklus. Berikut merupakan data *output* dan waktu siklus untuk mesin *cutting*:

Bulan	Mesin 1				Performance Rate
	Output	Waktu Siklus (detik)	Run time (menit)	Waktu Operasi (menit)	
Juli	351194	1,99	11660,58	11754,38	99,20%
Agustus	474523	1,58	12513,56	15734,50	79,53%
September	495102	1,75	14400,46	15192,52	94,79%
Oktober	278993	1,97	9142,43	9919,07	92,17%

Novem ber	557155	1,58	14692,63	14833,07	99,05%
Desember	594443	1,93	19103,03	19707,04	96,94%

Tabel 6 Performance Rate Mesin 1 Cutting

Bulan	Mesin 2				Performan ce Rate
	Output	Waktu Siklus (detik)	Run time (menit)	Waktu Operasi (menit)	
Juli	135754	2,32	5247,79	5983,47	87,70%
Agustus	251077	2,00	8374,47	9330,62	89,75%
Septem ber	304149	2,68	13593,13	13861,98	98,06%
Oktober	158862	2,93	7760,92	7882,88	98,45%
Novem ber	128441	2,24	4795,13	6056,42	79,17%
Desember	230693	2,77	10640,15	11104,77	95,82%

Tabel 7 Performance Rate Mesin 2 Cutting

Berdasarkan data *performance rate* diatas dapat disimpulkan bahwa kinerja mesin 1 pada Bulan Agustus 2021 dan mesin 2 pada Bulan November terdapat penurunan. Setelah dilakukan pengecekan hal itu disebabkan tingginya waktu *downtime* pada mesin 1 sehingga mesin tidak dapat bekerja dengan kapasitas maksimal. Sedangkan untuk mesin 2 terjadi penurunan order, sehingga mesin *off* tidak digunakan.

c. Analisa *Quality Rate*

Quality rate merupakan kemampuan suatu mesin untuk menyelesaikan produk tanpa cacat. Faktor yang mempengaruhi nilai *qualityrate* yaitu *output* dan data cacat produk. Berikut merupakan data *cacat produk* untuk mesin *cutting*:

Defect (pairs)	Total Defect	
	Mesin 1	Mesin 2
Juli	229,00	143,00
Agustus	174,00	494,00
Septemb er	328,00	368,00
Oktober	298,00	140,00
Novemb er	665,00	168,00
Desembe r	535,00	369,00

Tabel 8 Defect Mesin 1 Cutting

Berdasarkan data diatas maka didapat nilai *quality rate* mesin cutting yaitu :

Bulan	Mesin 1		Quality Rate
	Output	Reject	
Juli	351194	229,00	99,93%
Agustus	474523	174	99,96%
September	495102	328	99,93%
Oktober	278993	298	99,89%
November	557155	665	99,88%
Desember	594443	535	99,91%

Tabel 9 Defect Mesin 2 Cutting

Bulan	Mesin 1		Quality Rate
	Output	Reject	
Juli	135754	143,00	99,89%
Agustus	251077	494	99,80%
September	304149	368	99,88%
Oktober	158862	140	99,91%
November	128441	168	99,87%
Desember	230693	369	99,84%

Tabel 10 Quality Rate Mesin Cutting

Dilihat dari data *quality rate* diatas dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai *quality rate* untuk mesin cutting ini diatas 99% yang mana sudah memenuhi standar *world class*. Hal ini dikarenakan rutinnnya pengecekan oleh Departemen QC terhadap hasil output dari mesin *cutting*.

d. Analisa nilai OEE

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan alat ukur untuk kemampuan suatu mesin untuk menyelesaikan produk tanpa cacat. Faktor yang mempengaruhi nilai *qualityrate* yaitu *output* dan data cacat produk. Berikut merupakan data *cacat produk* untuk mesin *cutting*:

Bulan	Mesin 1
-------	---------

	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	<i>OEE</i>
Juli	87,97%	99,20%	99,93%	87,21%
Agustus	86,64%	79,53%	99,96%	68,88%
September	86,74%	94,79%	99,93%	82,16%
Oktober	88,70%	92,17%	99,89%	81,67%
November	93,52%	99,05%	99,88%	92,52%
Desember	94,85%	96,94%	99,91%	91,86%

Tabel 11 OEE Mesin 1 Cutting

Bulan	Mesin 2			
	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	<i>OEE</i>
Juli	84,83%	87,70%	99,89%	74,32%
Agustus	87,49%	89,75%	99,80%	78,37%
September	86,30%	98,06%	99,88%	84,52%
Oktober	85,39%	98,45%	99,91%	83,99%
November	84,14%	79,17%	99,87%	66,53%
Desember	81,66%	95,82%	99,84%	78,11%

Tabel 12 OEE Mesin 2 Cutting

KESIMPULAN

Berdasarkan data pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa OEE mesin cutting masih berada dibawah standar world class yaitu 85%. Sedangkan pada PT XYZ standar OEE hanya 80% dengan perbedaan yang terletak pada standar *performance rate* yaitu 90% dengan detail nilai faktor OEE yang ditinjau adalah *availability*, *performance*, dan *quality* dengan masing – masing nilai *world class* nya adalah 90%, 90%, dan 99%

OEE pada mesin 1 sudah berada diatas standar kecuali pada Bulan Agustus 2021, hal ini disebabkan karena rendahnya nilai *availability rate* yang disebabkan oleh tingginya waktu *downtime* dan rendahnya nilai *performance rate* yang disebabkan oleh perbandingan yang signifikan antara waktu operasi yang ditetapkan dan waktu runtime mesin. OEE pada mesin 2 terdapat beberapa bulan yang nilainya dibawah standar, hal ini disebabkan oleh tingginya waktu *downtime* dan terjadi penurunan order sehingga mesin off.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori N, Mustajib MI. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Mendez, J. D. 2017. *Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line*. Columbia: Springer.
- Kurniawan, Fajar. 2013. *Manajemen Perawatan Industri : Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance dan Realibility Centered Maintenance (RCM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rajput, H. S., & Jayaswal, P. A International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)., Vol.2, nonissue.6, Nov-Dec. (2012) pp-4383-4386
- Alvira, D., Helianty, Y., & Prasetyo, H. "Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses." *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* 3(3), 2338-5081 (2015)
- Trisnal, P., Sugiharto., & Nurul, L. H. "Analisis Implementasi Lean Manufacturing dengan Lean Assesment dan Roor Cause Analysis Pada PT XYZ." *Jurnal Teknik Industri FT USU*, 3(3), (2013), 8-14.
- H. Hasrul, M. J. Shofa, & H. Winarno "Analisa Kinerja Mesin Roughing Stand dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 3, no. 2, p. 55, 2017.
- M. M. Zulfatri, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, "Pengukuran efektivitas mesin dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) dan overall resource effectiveness (ORE) pada mesin PL1250 di PT XZY," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 7, no. 2, pp. 123–131, Sep. 2020.
- P. Gupta and S. Vardhan, "Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988, 2016.
- H. Murnawan and Mustofa, "Pernecanaan produktivitas kerja dari hasil evaluasi produktivitas dengan metode fishbone di perusahaan percetakan kemasan PT. X," *HEURISTIC*, vol. 11, no. 1, pp. 27–46, 2014.
- M. Darsin, "Aplikasi overall equipment effectiveness (OEE) dalam upaya mengatasi tingginya downtime pada stasiun ketel di PG X Jawa Timur," *MULTITEK INDONESIA*, vol. 13, no. 2, pp. 95–103, Jan. 2020.
- M. J. Syaputra, U. Utomo, and E. Rimawan, "Analisa kinerja mesin kemas primer, dengan metode overall equipment effectiveness (OEE) dalam industri farmasi (Studi kasus PT. MAP)," *Journal Industrial Servicess*, vol. 5, no. 2, Apr. 2020.