

Research Article

Menganalisis Produktivitas Kerja Menggunakan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin *Moulding*

Muhammad Naufal Rafliadi¹, Bryan Bagus Ramadhan^{2*}, Aditya Danar³, Restu Ariya⁴, Yudi Prastyo⁵

Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Indonesia^{1,2,3,4,5}

Corresponding Author, Email: bryanbagus28@gmail.com

Abstrak

Untuk memproduksi plastik dibutuhkan mesin *injection* sebagai alat untuk proses produksi untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *injection moulding* dilakukan pengukuran menggunakan metode OEE. Metode OEE memiliki tiga faktor utama dalam OEE yaitu *Avaibility*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Product*. Jika nilai OEE belum memenuhi standart nilai kelas dunia, maka dilakukan perhitungan *Six Big Losses*, kemudian dilakukan menggunakan *fishbone diagram*. Tingkat Efektivitas mesin *injection moudling*, dilihat berdasarkan perhitungan OEE. Rata-rata nilai OEE mesin *injection moulding* sebesar 63, 27%, hasil tersebut belum memenuhi standart nilai OEE kelas dunia. Hasil dari *six big losses* dan analisis *fishbone diagram* menunjukan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi mesin tersebut adalah *Breakdown Losses* dan *Reduce Speed Losses*.

Kata Kunci: TPM, OEE, Mesin *Moulding*



This is an open access article under the CC BY License
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan aktifitas mesin pada proses produksi dalam industri pangan maupun manufaktur, lambat laun akan memicu penurunan kinerja mesin, jika hal tersebut tidak menjadi perhatian penting, penurunan kinerja mesin akan berdampak pada aktivitas proses produksi serta menurunkan tingkat kualitas produk yang dihasilkan.

Untuk mencegah kerusakan pada mesin diperlukan perawatan dan pemeliharaan mesin secara berkala pada saat aktivitas proses berlangsung. Dalam melakukan perawatan dan pemeliharaan pada mesin dibutuhkan metode/konsep

yang tepat dalam melakukan proses perawatan dan pemeliharaan pada mesin, salah satu metode yang dapat digunakan yaitu TPM (*Total Productive Maintenance*).

Total Productive Maintenance merupakan suatu program untuk mengembangkan proses pemeliharaan pada mesin di suatu manufaktur yang melibatkan seluruh sumber daya manusia. Dalam konsep TPM terdapat tools yang membantu pada proses pemeliharaan yaitu sering disebut dengan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)(Karmilawati et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah rangkaian yang tersusun dalam sebuah prosedur penelitian yang berisi tahapan dengan faktor availability mesin menyebabkan waktu setup menjadi lama dan waktu produksi berkurang. Faktor quality mesin yang menghasilkan sebagian produk yang reject oleh karena itu dilakukan pengukuran.

1. Studi Literature

Studi Literature dilakukan pada penelitian ini dengan menggumpulkan jurnal yang relevan yang berhubungan dengan teori TPM dan OEE.

2. Perhitungan Data

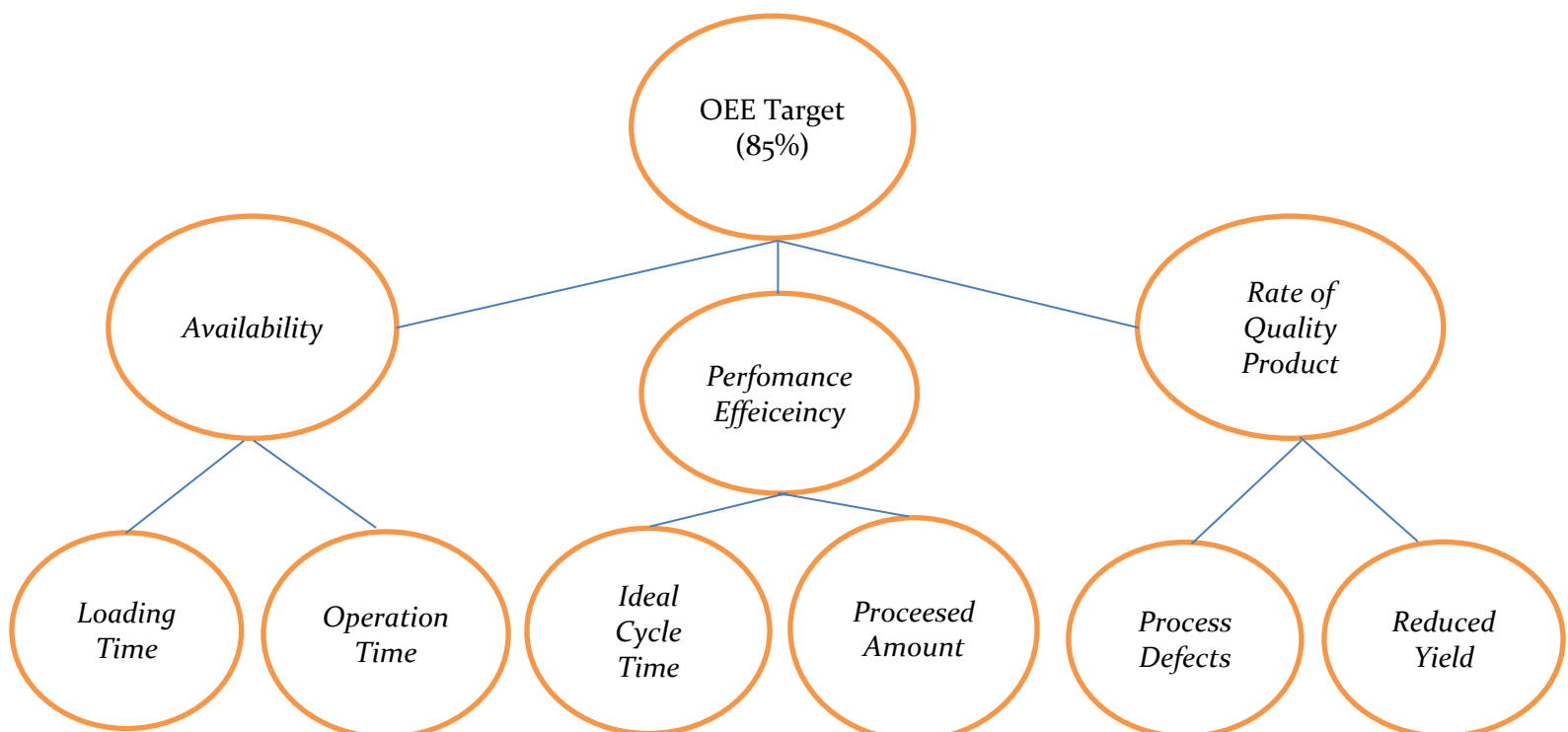
a. Performance Rate

Dalam perhitungan performance rate, melakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan waktu reduce speed, idling dan minor stoppages, yang nantinya di olah datanya untuk mengetahui berapa besar nilai performance rate pada mesin moulding.

3. OEE

Analisis hasil perhitungan OEE, yang mengacu pada kondisi ideal OEE yaitu sebagai berikut (Nakajima, 1988)

- Nilai Availability Rate > 90%
- Nilai Performance Efficiency > 95%
- Nilai Quality Product > 99%
- Nilai OEE > 85%.



Gambar 1 Kerangka Berpikir

HASIL DAN PENELITIAN

Perhitungan *Availability Rate*

Availability rate merupakan ukuran dari tingkat efektivitas *maintenance* peralatan/perengkapan produksi dalam kondisi produksi sedang berlangsung (Pomorski, 1997). Nilai *availability rate* di hitung berdasarkan persamaan (1) (Triwardani et al., 2013). Nilai *availability rate* mesin *Moulding PMS Line* selama bulan Januari - Oktober 2020 dapat dilihat dalam Tabel 1. sebagai berikut

Tabel 1. *Availability rate moulding pms line* bulan Januari-Oktober 2020

Bulan	<i>Operating Time</i>	<i>Loading Time</i>	<i>Availability</i>
Januari	10142	12420	81.66
Februari	10767	12930	83.27
Maret	12432	14525	85.59
April	10944	13035	83.96
Mei	8803	11290	77.97
Juni	5748	7355	78.15
Juli	7596	11245	67.55
Agustus	8268	11730	70.49
September	7893	11340	69.60
Oktober	9209	14040	65.54

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat *persentase Availability Rate* / tingkat efektivitas *maintenance* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2020 selama produksi sedang menunjukan bahwa nilai *Availability Rate* masih dibawah standard kondisi ideal OEE *Japan Institute of Plant Maintenance* untuk *availability* yaitu 90,00 %. sehingga secara keseluruhan harus dilakukan analisis penyebab rendahnya nilai *Availability Rate*.

Untuk menghitung hasil kinerja OEE pada mesin *moulding*, kita perlu data berikut:

1. Waktu Rencana: Total waktu yang direncanakan untuk operasi mesin.
2. Waktu Operasi: Waktu mesin beroperasi (tidak terhenti karena kerusakan, pemeliharaan, dll).
3. Jumlah Produk yang Diproduksi: Total produk yang dihasilkan selama waktu operasi.
4. Kecepatan Maksimum: Jumlah produk yang dapat diproduksi mesin dalam waktu
5. Jumlah Produk yang Baik: Produk yang memenuhi standar kualitas.

Untuk memastikan kualitas yang memenuhi standar pada mesin *molding*, beberapa aspek perlu diperhatikan, antara lain:

1. Material Baku: Gunakan material berkualitas sesuai dengan spesifikasi produk. Pastikan material dalam kondisi baik dan bersih, tanpa adanya kontaminasi yang

bisa memengaruhi hasil akhir.

2. Suhu dan Tekanan Proses: Suhu dan tekanan dalam proses molding harus dikontrol dengan tepat. Pengaturan yang sesuai memastikan material mencair dan mengalir dengan baik untuk mengisi cetakan secara merata.
3. Waktu Siklus: Setiap proses molding memiliki waktu siklus optimal. Pengaturan waktu yang benar membantu mencegah produk menjadi cacat, seperti terjadinya *warping* atau *flashing*.
4. Kebersihan Mesin dan Cetakan: Pastikan mesin dan cetakan selalu bersih untuk menghindari adanya partikel asing yang dapat menyebabkan cacat pada produk. Lakukan perawatan rutin pada mesin dan cetakan.
5. Pengecekan Kualitas Produk: Lakukan pemeriksaan pada produk hasil molding, seperti uji dimensi, uji kekuatan, dan pengamatan visual untuk mendeteksi cacat. Produk yang cacat harus disingkirkan atau diperbaiki.

Analisis Kerugian Pada Mesin Moulding

Analisis kerugian pada mesin *molding* diperlukan untuk mengidentifikasi sumber-sumber inefisiensi yang dapat menyebabkan kerugian, baik dari segi waktu, biaya, maupun kualitas produk. Beberapa jenis kerugian yang umumnya terjadi pada mesin *molding* adalah sebagai berikut:

1. Kerugian Waktu (*Downtime*)

Kerusakan Mesin: Jika mesin mengalami kerusakan, waktu produksi akan terhenti, dan biaya perbaikan serta waktu henti produksi bisa menjadi beban besar. Set-up dan Perubahan Produk: Set-up cetakan baru dan perubahan parameter membutuhkan waktu. Pengurangan waktu set-up dapat dilakukan dengan menerapkan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). Proses Pemeliharaan Mesin: Pemeliharaan yang tidak terjadwal atau tidak rutin bisa memperpanjang downtime. Perawatan prediktif dan preventif bisa mengurangi kerugian ini.

2. Kerugian Material

Produk Cacat (*Reject*): Cacat produk seperti deformasi, porositas, atau *warping* akan menghasilkan limbah. Kerugian ini bisa diminimalkan dengan pengontrolan parameter proses yang tepat, seperti suhu, tekanan, dan waktu siklus. Material yang Tidak Terpakai: Sisa material dari proses molding, seperti runner atau sprue, seringkali menjadi limbah jika tidak didaur ulang.

3. Kerugian Energi

Penggunaan Energi yang Tidak Efisien: Mesin *molding* yang tidak disetel dengan baik atau kurangnya perawatan bisa menyebabkan penggunaan energi yang berlebihan. Sistem pemanas dan pendingin yang optimal akan membantu mengurangi konsumsi energi.

Waktu Siklus yang Lama: Semakin lama waktu siklus, semakin besar energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan mesin dalam kondisi operasi. Pengaturan parameter yang tepat dapat memperpendek waktu siklus.

4. Kerugian Kualitas

Inconsistency dalam Kualitas Produk: Inkonsistensi dalam produksi dapat menghasilkan produk yang tidak memenuhi spesifikasi standar. Ini bisa disebabkan oleh variasi pada parameter atau ketidaktepatan mesin. Kualitas Produk yang Rendah: Produk dengan kualitas rendah harus diolah kembali atau bahkan

dibuang, yang menyebabkan biaya tambahan.

5. Kerugian Sumber Daya Manusia

Kurangnya Keahlian Operator: Operator yang tidak memahami pengoperasian atau pemeliharaan mesin *molding* dengan baik dapat menyebabkan kerusakan pada mesin atau produk cacat. Pelatihan rutin dan pengetahuan tentang perawatan mesin penting untuk mengurangi kerugian ini. Waktu Tunggu (*Idle*): Jika operator menunggu material atau instruksi, akan terjadi *idle time*, yang dapat menyebabkan kerugian produktivitas.

6. Kerugian pada Proses *Maintenance*

Perawatan yang Tidak Efektif: Jika pemeliharaan tidak dilakukan secara optimal, mesin *molding* bisa cepat rusak atau menimbulkan kerugian biaya yang tinggi. Penggunaan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat membantu mengurangi kerugian ini dengan melibatkan operator dalam perawatan rutin.

Enam Kerugian Utama (*Six Big Loses*) Dalam perusahaan ada beberapa kerugian dalam perusahaan yang terkait dengan peralatan, yang biasa disebut *Six Big Losses*. Adapun *Six Big Losses* adalah sebagai berikut yang digolongkan menjadi 3 macam:

1. *Downtime Losses*

a. *Breakdown losses / equipment failure*

Kerusakan mesin/peralatan yang tidak diinginkan yang menyebabkan kerugian pada perusahaan karena menimbulkan penurunan *output*, waktu yang sia-sia, atau *reject* dari barang produksi. Yang dapat digolongkan sebagai *equipment failure* yaitu kerugian akibat gangguan (*downtime*), menunggu faktor pendukung, tidak ada operator, pergantian *shift*, *set-up* dan *adjustment losses*. Kerugian *set-up* dan *adjustment* adalah kerugian yang ditimbulkan karena kegiatan *set-up* termasuk penyesuaian untuk mengganti suatu jenis produk berikutnya untuk proses produksi berikutnya. Yang termasuk di dalamnya adalah *set-up* material di mesin, *material shortages*, *operator shortages*, *major adjustment*, dan *warm-up time*.

2. *Speed losses*

a. *Idling and minor stoppages losses*.

Kerugian karena kejadian berhentinya mesin sejenak, kemacetan mesin, *idle time* mesin. Kerugian ini umumnya memakan waktu yang singkat serta tidak membutuhkan *personal maintenance*.

b. *Reduced speed losses*

Kerugian yang timbul karena kecepatan aktual proses berada di bawah kecepatan yang optimal dari mesin. Sehingga hal ini menyebabkan proses produksi tidak berjalan dengan optimal.

3. *Defect losses*

a. *Process defect*

Kerugian yang timbul karena adanya produk yang cacat. Kecacatan produk menimbulkan kerugian material, pengurangan jumlah produksi, peningkatan limbah produksi, dan penambahan waktu apabila dilakukan pengerjaan ulang pada produk yang cacat tersebut.

b. *Reduce yield losses / Start – up losses*

Kerugian waktu dan material yang timbul selama proses produksi karena faktor keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin,

ketidaktahuan operator pada proses produksi yang dia jalankan

Setelah dilakukan analisis dan identifikasi, berikut pada tabel 2 dapat dilihat total kerugian (*losses*) dan persentasenya yang dikenal dengan istilah *six big losses*. Setelah penyebab utama kerugian diidentifikasi dan dihilangkan, maka peningkatan kinerja yang signifikan akan terjadi

Table 2. *six big losses* pada mesin *Moulding* periode Juli 2019 hingga Juni 2020

<i>Six big losses</i>	<i>Total losses</i> (Jam)	Persentase (%)
<i>Breakdowns</i>	297,03	17,3
<i>Setup/Adjustment</i>	106,52	6,2
<i>Idling</i>	721,06	42,2
<i>Reduced Speed</i>	221,56	12,9
<i>Startup Defect</i>	62,05	3,7
<i>Rework</i>	302,26	17,7
Total	1710,48	100,0

Dari tabel 2 diperoleh pada mesin *Molding* kerugian (*losses*) yang dominan antara lain: *Idling* sebesar 42,2%, *Rework* sebesar 17,7% dan *Breakdowns* sebesar 17,3%. Selanjutnya ketiga *losses* yang dominan tersebut menjadi prioritas untuk dianalisis lebih lanjut. *Idling* merupakan *losses* yang paling dominan mempengaruhi performance mesin *Molding*, *losses* ini merupakan *speed losses* yang disebabkan oleh berhentinya mesin.

Sebelum penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM):

- 1) Masalah Produktivitas:
 - a. Produktivitas mesin *moulding* rendah, dengan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) hanya berkisar antara 45,49% hingga 74,35%. Nilai terendah terjadi pada Desember 2019, yaitu 45,49%.
- 2) Kerugian Dominan:
 - a. Analisis menunjukkan tiga kerugian utama yang memengaruhi kinerja mesin:
 - b. *Idling* (kerugian waktu) sebesar 42,2%.
 - c. *Rework* (produk cacat yang diperbaiki) sebesar 17,7%.
 - d. *Breakdown* (kerusakan mesin) sebesar 17,3%.
- 3) Availability Rate Rendah:
 - a. Selama Januari–Oktober 2020, nilai efektivitas pemeliharaan mesin (*Availability Rate*) berada di bawah standar ideal (90%), dengan rata-rata persentase sekitar 65,54% hingga 85,59%.
- 4) Kerugian Enam Besar (*Six Big Losses*):
 - a. Faktor utama inefisiensi produksi meliputi:
 - b. Kerugian waktu akibat kerusakan mesin dan penyesuaian set-up.
 - c. Kerugian kecepatan karena kecepatan aktual di bawah optimal.
 - d. Kerugian kualitas akibat produk cacat dan material tidak terpakai.
- 5) Kendala Operasional:

- a. Waktu setup lama dan waktu produksi berkurang.
 - b. Banyak produk reject akibat parameter mesin tidak optimal.
 - c. Variasi kualitas produk tinggi karena kurangnya standar proses yang konsisten.
- 6) Efisiensi Energi Rendah:
- a. Mesin menggunakan lebih banyak energi karena waktu siklus yang lama dan kurangnya perawatan prediktif.
 - b. Kesimpulan: Kondisi sebelum penerapan TPM menunjukkan bahwa kinerja mesin dan efektivitas produksi sangat dipengaruhi oleh berbagai kerugian (kerugian waktu, material, energi, dan kualitas), sehingga diperlukan langkah perbaikan untuk meningkatkan produktivitas.

Usulan Perbaikan Melalui Penerapan TPM

Penerapan TPM yang digunakan untuk peningkatan efektivitas agar produktivitas juga meningkat adalah dengan melakukan perhitungan OEE dan *six big losses* untuk mengetahui faktor yang dominan menjadi penyebab rendahnya efektivitas. Dari penelitian ini fokus perbaikan yang dilakukan pada faktor *reduce speed losses* dikarenakan memiliki persentase yang dominan atau paling banyak sebesar 0,22 dengan persentase sebesar 36%. Berikut penerapan 8 pilar TPM yang ditunjukkan untuk *reduced speed losses* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pilar TPM *Reduced speed losses*

Pilar TPM	Rekomendasi Pilar TPM
<i>Focused Improvement</i>	- Membuat dan menempel keterangan tentang pengaturan kecepatan mesin. - Membuat checklist <i>preventive maintenance</i> pada mesin rapier. - Membuat checklist harian mesin sebelum digunakan. - Melakukan evaluasi apabila terjadi penurunan kecepatan yang tidak normal pada mesin.
<i>Autonomous Maintenance</i>	- Operator harus membersihkan mesin sebelum dan sesudah beroperasi. - Melakukan pengecekan mesin sebelum beroperasi. - Operator harus menjalankan mesin dengan benar.
<i>Planned Maintenance</i>	- Melakukan perawatan mesin secara terjadwal.
<i>Quality Maintenance</i>	- Operator harus melakukan pengawasan pada saat produksi berlangsung. - Operator harus melakukan pemanasan mesin dengan benar.
<i>Health and Safety</i>	- Penggunaan <i>earplug</i> bagi operator. - Adanya teguran oleh kepala operator apabila tidak menjalankan SOP dengan baik.
<i>Training and</i>	- Pelatihan yang cukup sehingga teknisi dan operator dapat

<i>Education</i>	melakukan perawatan pencegahan dalam menganalisis kerusakan mesin. - Mengadakan pelatihan bagaimana cara <i>maintenance</i> yang baik dan benar. - Mengadakan <i>training</i> tentang keselamatan dan Kesehatan kerja.
<i>Early Equipment Management</i>	- Mempelajari kelemahan dan kekurangan sebagai Langkah perbaikan,
<i>Office TPM</i>	- Mengevaluasi mengenai jumlah ketersediaan bahan baku, kendala yang terjadi dan target yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) pada kasus ini telah berhasil di terapkan pada mesin moulding, ada beberapa contoh sebagai berikut:

1. Membersihkan dan memeriksa pada mesin *Moulding* untuk membersihkan debu dan kotoran pada mesin dan melakukan pelumasan dan pengencangan mur yang longgar.
2. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau dengan menemukan cara yang tepat untuk membersihkan pada bagian-bagian yang sukar dijangkau.
3. Pemeliharaan mandiri dengan menggunakan *check sheet* pemeriksaan yang oleh bagian yang dikeluarkan oleh bagian teknik dan tetap memperbaiki dan mengembangkan kegiatan yang dilakukan.

Setelah di ketahui penyebab nilai speed loses yang rendah, kemudian dilakukan perbaikan dalam tindakan proses produksi yang meliputi perubahan pada cara pola kerja dan menambah peralatan kerja, bertujuan untuk meningkatkan nilai OEE. Dari hasil evaluasi pada data tersebut melalui parameter nilai OEE yang masuk dalam standar *world class* yaitu : *availability* 98.32%, *performance rate* 95.32%, *quality rate* 91.55%, dan nilai OEE 85.75%, dari hasil tersebut membuktikan bahwa perubahan pola kerja mempengaruhi peningkatan nilai OEE yang signifikan sebesar 8.89% sebelum adanya perbaikan.

Bibliografi

- Harahap, U. N., Eddy, E., & Nasution, C. (2021). Analisis peningkatan produktivitas kerja mesin dengan menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Casa Woodworking Industry. *Jurnal VORTEKS*, 2(2), 110–114. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v2i2.88>
- Karmilawati, E. K., Mulyono, K. M., & Nugroho, S. N. (2021). Pendekatan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Untuk Mengurangi Losses Pada Mesin Moulding Cerex. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(2), 46. <https://doi.org/10.30998/joti.v3i2.8576>
- ADRIAN, Giovanni, OCTAVIA, Tanti. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. ABC. *Jurnal Titra*, 2015, 3.2: 253-256.
- SIMAREMARE, Kelfian; MARIKENA, Nita. Analisa Pengukuran Kinerja Mesin Compression Moulding Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Studi Kasus PT. XYZ. *Jurnal Teknologi dan Teknik Industri (JTII)*, 2024, 2.1: 29-44.

- Eddy, E., & Chairunissa, C. (2021). Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Molding Melalui Perbaikan Six Big Losses Di PT. CWI. *Jurnal Optimalisasi*, 7(1), 100-108.
- Mulyati, F. S., Septiadi, M. T., & Fauzi, M. (2022). Analisis penerapan total productive maintenance (TPM) dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) DI PT XYZ. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, 2(1), 75-81.
- Ramadhani, A. G., Azizah, D. Z., Nugraha, F., & Fauzi, M. (2022). Analisa Penerapan TPM (Total Productive Maintenance) Dan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Pada Mesin Auto Cutting Di PT XYZ. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1).
- WAHID, Abdul. Penerapan total productive maintenance (TPM) Produksi Dengan Metode overall equipment effectiveness (OEE) Pada proses produksi botol (pt. XY pandaan-pasuruan). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 2020, 6.1: 12-16.
- Nursubiyantoro, E., Puryani, P., & Rozaq, M. I. (2016). Implementasi Total Productive Maintenance (Tpm) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee). *Opsi*, 9(01), 24-32.
- Nurdin, F. F. (2023). Peningkatan Produktivitas Peralatan dan Perawatan Mesin Total Productive Maintenance (TPM) menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Prosiding Sains dan Teknologi*, 2(1), 388-399.
- KRISNANINGSIH, Erni. Usulan penerapan tpm dalam rangka peningkatan efektifitas mesin dengan oee sebagai alat ukur di pt xyz. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 2015, 2.2.