

PENINGKATAN EFEKTIVITAS PRODUKSI MELALUI EVALUASI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DAN STRATEGI PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN THERMOFORMING MIKA PLASTIK

Mochamad Irsyadul Ibad¹, Hasan Bashori²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

² Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

Email korespondensi: hasan.bashori@yudharta.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas program *preventive maintenance* dalam menurunkan jumlah produk cacat pada proses produksi mika plastik tray berukuran 120×65 mm menggunakan mesin *thermoforming* di PT Trass Anugrah Makmur. Permasalahan tingginya cacat produksi membutuhkan analisis menyeluruh terhadap kinerja mesin dan implementasi pemeliharaan yang lebih terukur. Metode penelitian meliputi pengamatan langsung, wawancara dengan operator dan teknisi, serta pengumpulan data produksi selama kegiatan magang. Kinerja mesin dievaluasi menggunakan parameter OEE (Overall Equipment Effectiveness), MTBF, dan MTTR untuk memberikan gambaran mengenai produktivitas dan keandalan peralatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE mencapai 91,16%, terdiri dari *availability* 93%, *performance* 99%, dan *quality* 99%. Jenis cacat yang dominan meliputi bibir produk tidak rata, produk berjatuh saat proses operasi, dan bintik pada permukaan, yang dipengaruhi oleh kondisi mesin, keterampilan operator, serta kualitas bahan baku. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan *preventive maintenance* secara konsisten berpotensi meningkatkan efisiensi produksi dan menekan tingkat defect. Rekomendasi perbaikan mencakup penjadwalan pemeliharaan yang terstandar, peningkatan kompetensi operator, dan penguatan pengendalian kualitas bahan baku agar keandalan proses produksi dapat terus ditingkatkan.

Kata kunci: *Preventive maintenance; Thermoforming; Overall Equipment Effectiveness (OEE); Produk cacat; Efisiensi produksi.*

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of a preventive maintenance program in reducing the number of defective products in the production process of 120×65 mm plastic mica trays using a thermoforming machine at PT Trass Anugrah Makmur. The high defect rate requires a comprehensive analysis of machine performance and a more structured maintenance implementation. The research methods include direct observation, interviews with operators and technicians, and the collection of production data throughout the internship period. Machine performance was assessed using OEE (Overall Equipment Effectiveness), MTBF, and MTTR parameters to provide an overview of equipment productivity and reliability. The results show that the OEE value reached 91.16%, consisting of 93% availability, 99% performance, and 99% quality. The dominant types of defects include uneven product edges, products falling during operation, and surface specks, which are influenced by machine conditions, operator skill levels, and raw material quality. These findings indicate that consistent implementation of

preventive maintenance has the potential to improve production efficiency and reduce defect rates. Recommended improvements include standardized maintenance scheduling, enhanced operator training, and strengthened raw material quality control to further increase process reliability.

Keywords: *Preventive maintenance; Thermoforming; Overall Equipment Effectiveness (OEE); Defective products; Production efficiency.*

PENDAHULUAN

Dalam era persaingan industri global yang semakin ketat, sektor manufaktur plastik dituntut untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produk secara berkelanjutan (Aulia et al., 2024). Salah satu permasalahan utama yang menghambat kinerja produksi adalah tingginya tingkat produk cacat (*defect*), yang berimplikasi pada peningkatan biaya produksi, penurunan keandalan produk, serta berkurangnya kepercayaan konsumen (Ridwan, 2021). Selain itu, tingginya jumlah defect turut berkontribusi terhadap peningkatan limbah plastik yang berdampak lingkungan (Nisaa, 2020). PT Trass Anugrah Makmur menghadapi permasalahan serupa, terutama pada produk mika plastik tray berukuran 120×65 mm, dengan jenis defect meliputi ketidakteraturan pada bibir produk, produk berjatuhan selama operasi, serta bintik pada permukaan. Permasalahan ini menunjukkan adanya ketidakefisienan dalam proses produksi yang memerlukan identifikasi dan penanganan secara sistematis.

Upaya untuk mengurangi tingkat defect salah satunya dilakukan melalui penerapan *preventive maintenance* (PM), yakni strategi pemeliharaan terjadwal untuk mencegah kerusakan mesin dan meminimalkan *downtime* (Jati et al., 2024). Evaluasi efektivitas PM dilakukan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), yang mencakup tiga aspek utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* (Ariyah, 2022). Parameter ini digunakan untuk mengukur efisiensi operasional dan membantu menentukan area kritis yang membutuhkan intervensi dalam pelaksanaan PM (Darmadinata, 2023). Penelitian-penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pendekatan berbasis PM dan OEE mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan kinerja produksi. Khosfirah (2022) menerapkan analisis pengendalian kualitas untuk mengatasi *defect plug assist* pada produk *thermoforming* di PT Trass Anugrah Makmur, berhasil mengidentifikasi bahwa ketidaksesuaian dimensi plug adalah akar utama *defect plug assist*. Dengan pengendalian parameter proses, evaluasi desain, serta pendekatan QFD (*Quality Function Deployment*) dan fishbone, perusahaan berhasil menemukan solusi teknis dan strategis yang meningkatkan kualitas produk Cup RYC 98-290 tanpa biaya besar dan mempercepat waktu implementasi (Khosfirah, 2022), sementara Pamungkas et al. (2024) mengintegrasikan pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan OEE dalam meningkatkan produktivitas pada departemen *vacuum*, hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas di Departemen Vakum masih di bawah nilai OEE ideal, dengan rata-rata 72,84%. Faktor terbesar yang menyebabkan ketidak produktifan adalah *Reduce Speed Loss*, dengan kehilangan waktu sebesar 14,74 jam atau 43,82%. Untuk meningkatkan produktivitas, perlu dilakukan penerapan pendekatan TPM, termasuk perawatan preventif dan prediktif, serta pelatihan operator untuk meningkatkan keterampilan dan meminimalkan penurunan produktivitas. (Pamungkas et al., 2024). Namun demikian, kajian yang secara khusus mengombinasikan analisis *fishbone* dan diagram Pareto untuk

mengidentifikasi dan memprioritaskan akar penyebab *defect* pada produk mika plastik masih terbatas.

Studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan PM dan analisis OEE secara simultan memberikan dampak signifikan terhadap penurunan defect dan peningkatan produktivitas. Implementasi QFD, *fishbone*, dan perbaikan parameter proses terbukti mampu mengurangi jenis defect tertentu, sedangkan penerapan TPM ditemukan efektif dalam menurunkan *downtime* dan meningkatkan utilisasi mesin. Namun, penelitian mengenai kombinasi analisis *fishbone* dan diagram Pareto dalam mengidentifikasi serta memprioritaskan akar penyebab defect pada produk mika plastik masih jarang dilakukan, terutama dalam konteks penerapan PM secara terpadu.

Penelitian ini berfokus pada evaluasi efektivitas *preventive maintenance* terhadap peningkatan kinerja produksi mika plastik tray 120×65 mm di PT Trass Anugrah Makmur dengan memanfaatkan OEE sebagai alat ukur utama. Lingkup kajian mencakup identifikasi jenis defect, evaluasi implementasi jadwal PM, serta penentuan peluang perbaikan yang dapat meningkatkan keandalan mesin dan mutu produk. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan dalam merumuskan strategi pemeliharaan yang lebih efektif, sekaligus menjadi referensi bagi industri manufaktur plastik dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi melalui pendekatan pemeliharaan berbasis data.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, mulai 4 November hingga 31 Desember 2024, di PT Trass Anugrah Makmur, sebuah perusahaan manufaktur kemasan plastik yang berlokasi di Gempol, Pasuruan, Jawa Timur. Fokus penelitian diarahkan pada lini produksi mika plastik tray berukuran 120×65 mm dengan mesin thermoforming sebagai objek utama pengamatan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa alat dan bahan, meliputi data produksi harian (jumlah produksi, jumlah produk cacat, dan jenis cacat), catatan perawatan mesin (jadwal *preventive maintenance*, riwayat perbaikan, dan waktu *downtime*), formulir observasi dan panduan wawancara, serta perangkat lunak pengolah data seperti spreadsheet. Prosedur penelitian mencakup observasi langsung untuk mengidentifikasi potensi penyebab cacat dan mencatat kondisi operasional mesin; wawancara semi-terstruktur dengan operator mesin, teknisi perawatan, dan supervisor produksi; serta dokumentasi berupa data sekunder dari catatan produksi harian dan dokumen perawatan mesin.

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan melalui perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) berdasarkan parameter availability, performance, dan quality, serta analisis Pareto untuk menentukan jenis cacat yang paling dominan. Analisis kualitatif digunakan untuk memperdalam pemahaman mengenai kondisi proses dan permasalahan operasional melalui interpretasi hasil observasi dan wawancara. Teknik analisis data memanfaatkan perangkat lunak spreadsheet (Microsoft Excel) untuk perhitungan OEE, MTBF, MTTR, serta penyusunan diagram Pareto. Pendekatan analisis yang digunakan bersifat deskriptif, tanpa analisis inferensial, karena penelitian ini merupakan studi kasus yang tidak ditujukan untuk generalisasi hasil.

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

Availability menunjukkan persentase waktu mesin beroperasi dibandingkan total waktu yang tersedia, dengan persamaan:

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF \times MTTR} \times 100\% \quad (2)$$

Performance dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Performance = \frac{Total\ output\ aktual}{Total\ output\ ideal} \times 100\% \quad (3)$$

Untuk menghitung *quality* produk tanpa *defect* digunakan persamaan berikut:

$$Quality = \frac{Total\ produksi\ per\ hari - Total\ defect\ per\ hari}{Total\ defect\ per\ hari} \times 100\% \quad (4)$$

Selain itu juga dihitung presentase *defect* (*defect defect*) dari jumlah produksi per hari, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Defect\ rate = \frac{Total\ defect\ per\ hari}{Total\ produksi\ per\ hari} \times 100\% \quad (5)$$

Perhitungan MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan MTTR (*Mean Time To Repair*) untuk mengevaluasi frekuensi dan durasi kerusakan mesin, menggunakan persamaan berikut:

$$MTBF = \frac{\sum Waktu\ operasi}{\sum Kegagalan} \quad (6)$$

$$MTTR = \frac{\sum Waktu\ perbaikan}{\sum Kegagalan} \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama proses magang diperoleh data hasil pengecekan proses produksi yang berlangsung PT. Trass Anugrah Makmur. Data tersebut berupa jenis *defect* yang terjadi pada produk mika plastik tray ukuran 120x65 mm. Terdapat masalah utama jenis *defect* yang sering terjadi, yaitu bibir produk tidak rata, produk pecah, bintik-bintik, dan ketebalan tidak rata. Hal ini bisa diakibatkan oleh masalah dengan mesin, bahan baku, atau proses produksi yang perlu diperbaiki. Adapun produk mika plastik tray 120x65 mm dan spesifikasinya seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Produk mika plastik tray 120x65 mm dan spesifikasinya.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, diperoleh beberapa jenis *defect* yang sering terjadi dan penyebabnya seperti pada tabel 1.

Tabel 1.
Jenis *defect* produk mika plastik tray 120x65 mm

Jenis <i>defect</i>	Frekuensi	Penyebab
Bibir produk tidak rata	5x	Cetakan aus atau tidak presisi, tekanan mesin tidak stabil
Produk bintik-bintik	4x	Kotoran pada cetakan atau bahan baku tidak bersih
Produk pecah	3x	Tekanan cetakan terlalu tinggi atau bahan tidak sesuai
Produk berjatuhan saat mesin beroperasi	3x	Sistem penanganan produk tidak stabil (belt conveyor, ejector)
Ketebalan produk tidak rata	2x	Mesin injeksi atau tekanan cetakan tidak stabil
Produk penyok	2x	Handling yang kurang baik atau cetakan tidak rata
Produk tidak terbentuk	1x	Temperatur atau aliran bahan di cetakan tidak optimal.
Warna plastik terlalu putih	1x	Pencampuran bahan yang tidak sesuai atau setelan mesin salah

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian

Untuk mengukur efektivitas *preventive maintenance*, dilakukan perhitungan beberapa metrik penting, seperti MTBF, MTTR, dan OEE. Perhitungan MTBF dilakukan untuk mengukur rata-rata waktu antara kegagalan atau *defect* yang terjadi dalam produksi. Untuk menghitung MTBF maka perlu diketahui waktu operasi mesin, yakni selama 24 jam/hari dan efektivitas waktu kerja selama 5 hari/minggu maka menjadi 120 jam/minggu, sedangkan jumlah kegagalan (kasus *defect* teridentifikasi) sebanyak 18 kasus.

$$MTBF = \frac{120 \text{ jam}}{18} = 6,67 \text{ jam}$$

Dari hasil MTBF maka diperoleh rata-rata setiap 6,67 jam terjadi satu kali kegagalan.

MTTR mengukur waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki mesin atau menangani *defect* sebelum kembali beroperasi. Dimana data perbaikan rata-rata tiap kegagalan sebesar 0,5 jam. Sedangkan total waktu perbaikan diperoleh dari jumlah kegagalan dikalikan dengan perbaikan rata-rata tiap kegagalan. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Total waktu perbaikan = $18 \times 0,5 = 9$ jam

Sedangkan untuk perhitungan data MTTR yakni:

$$MTTR = \frac{9}{18} = 0,5 \text{ jam} = 30 \text{ menit}$$

Artinya bahwa rata-rata butuh 30 menit untuk memperbaiki 1 jenis masalah produksi.

Perhitungan *availability* menunjukkan persentase waktu mesin beroperasi dibandingkan total waktu yang tersedia.

$$Availability = \frac{6,67}{6,67+0,5} \times 100\% = \frac{6,67}{7,17} \times 100\% \approx 93,03\%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa mesin memiliki tingkat ketersediaan (*availability*) sebesar 93,03%, yang cukup baik (target industri biasanya $\geq 85\%$).

Untuk menghitung *performance* data yang dibutuhkan berupa output ideal (target) sebesar 450.000 pcs/hari dan output actual sebesar 445.500 pcs/hari.

$$Performance = \frac{445500}{450000} \times 100\% \approx 99,0\%$$

Dari hasil perhitungan *performance* dapat diketahui bahwa efisiensi mesin dalam kecepatan produksi sangat tinggi (99%).

Selanjutnya dilakukan perhitungan *quality* untuk mengetahui kualitas produk.

$$Quality = \frac{450000-4500}{450000} \times 100\% = 99\%$$

Dimana kualitas produk termasuk tinggi dengan *defect* hanya 1%.

Kemudian dilakukan perhitungan OEE untuk mengukur seberapa efektif mesin digunakan dalam produksi.

$$OEE = 0,9303 \times 0,99 \times 0,99 \approx 0,9116 \times 100\% = 91,16\%$$

Nilai OEE sebesar 91,16% menunjukkan mesin *thermoforming* berada dalam kinerja *world class* (standar OEE ideal: $>85\%$). Nilai OEE tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan, mesin *thermoforming* beroperasi secara efektif. Namun demikian, aspek *availability* masih menunjukkan potensi peningkatan, khususnya terkait *downtime* mesin. Menurut Ariyah (2022), peningkatan *availability* dapat dicapai melalui penerapan program *preventive maintenance* yang lebih terstruktur dan berkelanjutan (Ariyah, 2022).

Untuk mengidentifikasi jenis cacat produk yang paling berpengaruh terhadap kualitas, dilakukan analisis distribusi *defect* sebagaimana ditampilkan pada tabel 2.

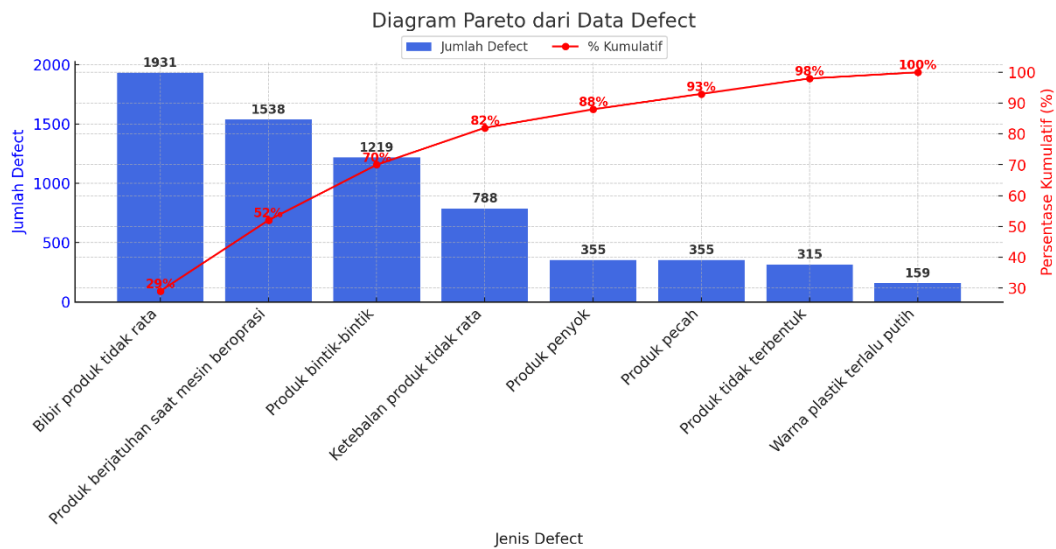
Tabel 2.

Distribusi jenis *defect* pada produksi mika plastik tray 120×65 mm selama 7 hari kerja

Jenis defect	Jumlah	% defect	% kumulatif
Bibir produk tidak rata	1931	29%	29%
Produk berjatuh saat mesin beroperasi	1538	23%	52%
Produk bintik-bintik	1219	18%	70%
Ketebalan produk tidak rata	788	12%	82%
Produk penyok	355	5%	88%
Produk pecah	355	5%	93%
Produk tidak terbentuk	315	5%	98%
Warna plastik terlalu putih	159	2%	100%
Total	6660	100%	

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian

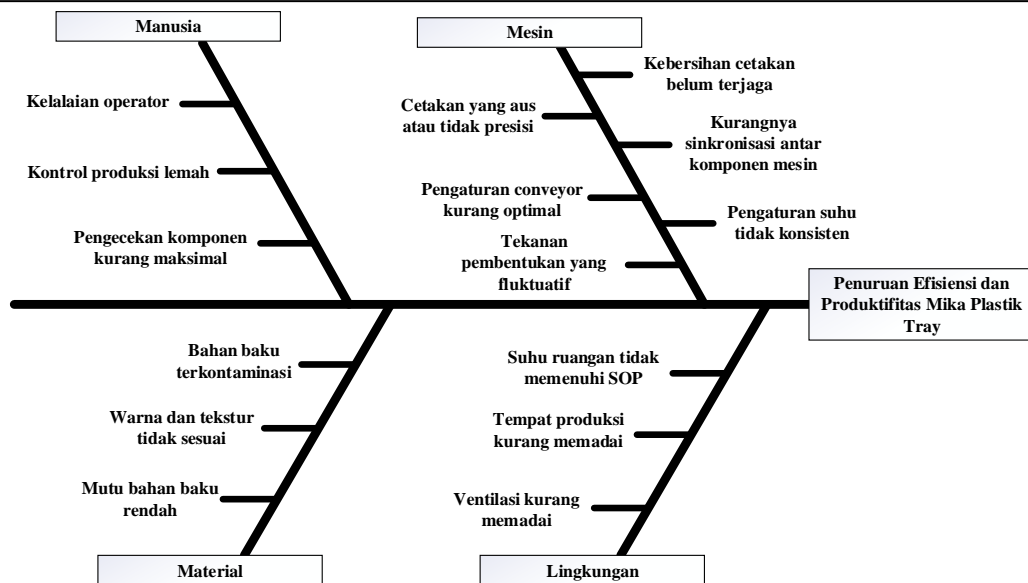
Tabel 2 menunjukkan bahwa tiga jenis *defect* dominan adalah bibir produk tidak rata (29%), produk berjatuh (23%), dan produk bintik-bintik (18%). Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidaksempurnaan dalam proses pembentukan, sistem *handling*, dan kualitas material. Untuk memvisualisasikan prioritas perbaikan, data tersebut divisualisasikan dalam Diagram Pareto.



Gambar 2. Diagram pareto distribusi jenis *defect*

Diagram Pareto memperlihatkan bahwa fokus perbaikan sebaiknya diarahkan pada tiga jenis cacat utama yang menyumbang sekitar 70% total *defect*.

Untuk mengetahui akar penyebab utama dari cacat produk, digunakan *fishbone diagram* (Gambar 3) yang mengklasifikasikan penyebab ke dalam lima kategori utama yaitu manusia, mesin, material, dan lingkungan.



Gambar 3. Fishbone diagram penyebab defect pada produksi mika plastik tray

Berdasarkan analisis, penyebab utama defect bibir produk tidak rata diidentifikasi berasal dari cetakan yang aus atau tidak presisi, pengaturan suhu yang tidak konsisten, serta tekanan pembentukan yang fluktuatif. Untuk produk berjatuhan, faktor penyebab meliputi ketidaksempurnaan fungsi sistem ejector, pengaturan conveyor yang tidak optimal, serta kurangnya sinkronisasi antar komponen mesin. Adapun produk bintik-bintik disebabkan oleh kontaminasi bahan baku, kebersihan cetakan yang tidak terjaga, dan mutu bahan baku yang rendah.

Setiap tindakan PM pada gambar 4 dikaitkan langsung dengan jenis defect yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui Pareto chart. Dengan melakukan perawatan berkala dan pelatihan SDM, potensi defect dapat ditekan secara signifikan dan kualitas produk menjadi lebih terjaga.

Nilai OEE sebesar 91,16% mengindikasikan bahwa strategi preventive maintenance yang telah dijalankan tergolong efektif dalam mempertahankan performa dan ketersediaan mesin. Namun demikian, peningkatan kualitas produk tetap diperlukan dengan meminimalkan tingkat defect. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Nugroho et al. (2025), yang menyatakan bahwa efektivitas preventive maintenance sangat dipengaruhi oleh kemampuan dalam mengidentifikasi dan mengeliminasi akar penyebab kerusakan mesin (Nugroho et al., 2025).

Penelitian ini memberikan dasar empiris untuk menyusun strategi perbaikan yang lebih terarah, khususnya dengan memfokuskan tindakan pada penanganan tiga jenis defect utama. Perbaikan terhadap cetakan, sistem handling, dan mutu bahan baku diharapkan dapat menurunkan tingkat defect secara signifikan, meningkatkan efisiensi operasional, serta menurunkan biaya produksi.

Preventive Maintenance



Gambar 4. Tindakan *preventive maintenance*

Penerapan metode OEE, diagram pareto, dan *fishbone* dalam studi ini dapat menjadi acuan praktis bagi industri manufaktur plastik lainnya. Strategi pengurangan *defect* juga berkontribusi terhadap aspek keberlanjutan dengan mengurangi limbah produksi plastik (Khamimah, 2021).

KESIMPULAN

Implementasi preventive maintenance berkontribusi signifikan terhadap peningkatan efektivitas mesin produksi. Nilai OEE yang tinggi menunjukkan bahwa strategi ini dapat diandalkan untuk menekan tingkat *defect* dan meningkatkan efisiensi kerja. Disarankan untuk meningkatkan frekuensi pemeliharaan, memperbaiki SOP pengoperasian mesin, serta memberikan pelatihan berkala kepada operator. Perbaikan secara terus-menerus pada faktor manusia, mesin, dan material akan mendukung produktivitas dan kualitas produk manufaktur secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyah, H. (2022). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i11.10>
- Aulia, A. P., Zulkhairi, Syaifudin, A., & Novianto, I. (2024). Optimasi Produksi Filamen 3D dari Sampah Plastik: Studi Eksperimental Suhu Heater. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.31358/techne.v23i2.465>

- Darmadinata, I. (2023). *Analisis Efektivitas Mesin Produksi Kopi PT. Sulotco Jaya Abadi Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)* [Diploma, Universitas Fajar]. <https://repository.unifa.ac.id/id/eprint/1596/>
- Jati, S. D., Suryo, B., & Lutfiananda, D. (2024). Rencana Preventive Maintenance CWSM (Cathodewashing Striping Machine) di PT Chiyoda International Indonesia (Plant PT Smelting). *JURNAL FLYWHEEL*, 15(2), Article 2. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v15i2.10336>
- Khamimah, W. (2021). Peran Ecopreneurship Dalam Mengatasi Sampah Plastik Di Surabaya (Studi Kasus Pada Asri Recycle Mojo Surabaya). *JEBDEKER : Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi Bisnis Digital, Ekonomi Kreatif, Dan Entrepreneur*, 2(2), Article 2.
- Khosfirah, F. (2022, October 30). *Analisis Pengendalian Kualitas untuk Mengatasi Adanya Defect Plug Assist Pada Produk Thermoforming (CUP RYC 98-290) di PT. Trass Anugrah Makmur* [Monograph]. [s.n]. <https://repository.its.ac.id/98711/>
- Nisaa, A. F. (2020). Kebijakan Pengelolaan Sampah Plastik Di Indonesia: Studi Kasus Kota Surabaya. *Jurnal Purifikasi*, 20(1), Article 1. <https://doi.org/10.12962/j25983806.v20.i1.401>
- Nugroho, I. H., Salahudin, X., & Hilmy, F. (2025). Optimasi Produktivitas Mesin Microfeed melalui Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE): Studi Kasus di Industri Manufaktur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(1), Article I. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i1.542>
- Pamungkas, Y. K. P., Umam, R. F., & Setyaningrum, R. (2024). Peningkatan Produktivitas Departemen Vacuum dengan Total Productive Maintenance (TPM) melalui Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Mesin CNC Vacuum Thermoforming Geiss T10 di PT XYZ. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(5), Article 5. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i5.14918>
- Ridwan, M. (2021). *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Integrasi Statistical Process Control (Spc) Dan Triz Pada Proses Spray Painting (Studi Kasus: Pt.Tritek Indonesia)*. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/37780>