



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 7351-7363

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

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

Yuda Kesuma Putra Pamungkas^{1✉}, Rizza Fakhrol Umam², Ratih Setyaningrum³

Universitas Dian Nuswantoro

Email: yudakesuma27@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Departemen Vacuum PT XYZ, yang memiliki mesin CNC vacuum thermoforming untuk produksi interior bus. Mesin ini sangat vital karena merupakan satu-satunya mesin produksi yang digunakan secara terus-menerus, sehingga rentan mengalami kerusakan yang dapat menghambat produktivitas. Penelitian ini bertujuan menerapkan Total Productive Maintenance (TPM) guna meningkatkan produktivitas dengan pengukuran menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) serta analisis Six Big Losses untuk mengetahui faktor penyebab yang paling berpengaruh terhadap ketidakproduktifan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas di Departemen Vacuum masih berada di bawah nilai ideal OEE, dengan rata-rata 72,84%. Faktor terbesar yang menyebabkan ketidakproduktifan adalah Reduce Speed Loss, dengan time loss sebesar 14,74 jam atau 43,82%. Untuk meningkatkan produktivitas, perlu diterapkan pendekatan TPM, termasuk perawatan preventif dan prediktif serta pelatihan operator untuk meningkatkan keterampilan dan meminimalkan penurunan produktivitas.

Kata Kunci: *CNC Vacuum Thermoforming, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Peningkatan Produktifitas, Six Big Losses, Total Productive Maintenance*

Abstract

This research was conducted in the Vacuum Department of PT XYZ, which operates a CNC vacuum thermoforming machine for bus interior production. This machine is vital as it is the only production machine used continuously, making it prone to breakdowns that can hinder productivity. The research aims to implement Total Productive Maintenance (TPM) to enhance productivity by measuring Overall Equipment Effectiveness (OEE) and analyzing the Six Big Losses to identify the most significant factors contributing to unproductivity. The results show that productivity in the Vacuum Department is still below the ideal OEE value, with an average of 72.84%. The largest factor contributing to unproductivity is Reduce Speed Loss, with a time loss of 14.74 hours or 43.82%. To improve productivity, it is necessary to implement TPM approaches, including preventive and predictive maintenance, as well as operator training to enhance skills and minimize productivity decline.

Keywords: *CNC Vacuum Thermoforming, Overall Equipment Effectiveness, Productivity Improvement, Six Big Losses, Total Productive Maintenance (TPM)*

PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu industri manufaktur sangat dipengaruhi oleh kelancaran proses produksi. Proses ini bergantung pada kondisi sumber daya yang dimiliki, seperti tenaga kerja, mesin, dan sarana penunjang lainnya, di mana kondisi yang dimaksud adalah kesiapan untuk digunakan dalam menjalankan operasi produksi, baik dari segi ketelitian, kemampuan, maupun kapasitasnya (Viga, T., & Pusakaningwati, A., 2018). PT XYZ adalah salah satu perusahaan karoseri terbesar di Indonesia yang memproduksi berbagai jenis bus, mulai dari bus berukuran kecil hingga besar. Perusahaan ini memiliki beberapa bagian, termasuk divisi pra-chassis dan sambung chassis, divisi persiapan, divisi bodi dan rangka, divisi vakum, divisi dempul dan pengecatan, divisi perbaikan, dan divisi penyelesaian. Divisi vakum memainkan peran penting dalam memproduksi komponen interior bus, seperti dashboard dan penutup pintu. Di divisi ini, mereka menggunakan mesin CNC (Computer Numerical Control), yang merupakan sistem otomatisasi pada mesin perkakas yang dioperasikan melalui perintah yang diprogram dan disimpan dalam media penyimpanan (Cahyadi dan Arifin, 2019). Mesin CNC ini sangat vital karena hanya mereka yang memproduksi interior bus. Jika mesin-mesin ini mengalami kerusakan, produksi interior akan terhenti, yang pada akhirnya dapat mengganggu proses perakitan bus secara keseluruhan (Jannah et al., 2017). Mesin yang digunakan adalah mesin CNC Vacuum Thermoforming GIESS T10, yang berfungsi untuk mencetak bahan plastik ABS menjadi komponen interior. Karena mesin ini harus beroperasi secara terus-menerus, mesin ini rentan terhadap kerusakan. Berdasarkan pengamatan, kerusakan pada beberapa bagian sering terjadi dan dapat mengganggu kinerja produksi. Kerusakan pada bagian ini dapat

menyebabkan berkurangnya keuntungan yang dihasilkan oleh perusahaan karenaterhentinya proses produksi.

Studi kasus ini akan menganalisis mode kegagalan yang terjadi pada mesin CNC Vacuum Thermoforming Geiss T10 di divisi vakum. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan mesin dan dampaknya terhadap kinerja produksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan, termasuk pentingnya penerapan program perawatan berkala. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis faktor-faktor yang memiliki nilai kerugian (*losses*) tertinggi, dan dilakukan analisis lebih lanjut untuk meminimalkan kerugian yang lebih besar serta mengurangi kerusakan mesin. Pendekatan yang digunakan adalah metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan pengukuran menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang digunakan untuk mengukur efektifitas mesin dan sistem yang telah digunakan (Agus Suwarno, 2018) dan analisis *Six Big Losses*.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM adalah pendekatan yang melibatkan semua orang di perusahaan, dari manajemen hingga operator, untuk merawat mesin dan peralatan agar selalu dalam kondisi terbaik. Tujuannya adalah mengurangi waktu henti mesin dan meningkatkan efisiensi produksi. Kemudian untuk mengukur seberapa baik mesin digunakan maka menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang dinyatakan dalam presentase. Menurut Nursanti dan Susanto (2014), perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) didasarkan pada asumsi bahwa peralatan dapat beroperasi secara efektif dan efisien. OEE sendiri terdiri dari tiga komponen utama: rasio ketersediaan, rasio kinerja, dan rasio kualitas. Menurut kajian Nakajima (1989) yang kemudian disepakati oleh Patri Jonsson (1999), batasan nilai OEE yang optimal sebaiknya ditetapkan sebagai berikut:

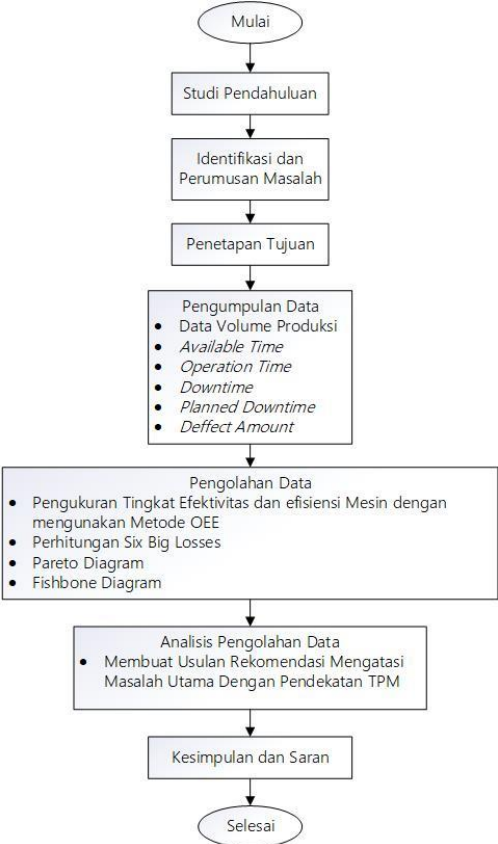
Tabel 1. Nilai Ideal Perhitungan OEE

Availability	>90%
Performance	>95%
Quality	>99%
OEE	>85

Proses produksi pastinya memiliki losses yang mempengaruhi setiap keberhasilannya, oleh Nakajima losses tersebut dikelompokkan menjadi 6 besar (*Six Big Losses*), yaitu: a) *Equipment Failure Losses*, yaitu peralatan yang berhenti tanpa direncanakan dan tiba-tiba,

b) *Setup and Adjustment*, yaitu *losses* yang terjadi ketika suatu proses produksi berhenti untuk berganti dengan produksi produk lain atau untuk setting peralatan, c) *Idling and Minor Stoppages*, yaitu *losses* disebabkan karena ada permasalahan sementara seperti sensor peralatan atau mesin mendeteksi sesuatu yang menyebabkan peralatan berhenti sebentar, d) *Reduce Speed Loss*, yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan maksimal yang dapat dicapai peralatan atau mesin, e) *Yield Losses*, yaitu ketika mesin membutuhkan waktu pemanasan untuk mencapai kemampuan kapasitas maksimal, f) *Rework Loss/Production Reject*, yaitu *losses* karena kualitas yang tidak memenuhi standar. *Six Big Losses* ini digunakan untuk mengetahui faktor *losses* terbesar apa yang menyebabkan tingkat efektivitas tidak ideal atau maksimal.

Penelitian yang dilakukan di PT. XYZ dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang diteliti dan pengamatan terhadap proses produksi di departemen Vacuum. Selain itu, dilakukan wawancara terhadap pekerja yang terlibat langsung secara operasional



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dilakukan dengan melakukan observasi atau survey langsung ke area produksi dan merekap data laporan harian mesin CNC *Vacuum Thermoforming* Geiss T10. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data produksi dan *gross product*, data *available time*, dan data *delay* mesin. Berikut data-data yang diperlukan yang disajikan dalam tabel 2:

Tabel 2. Data Produksi dan *Gross Product*

Tanggal	Produk	Gross Product	Broke	
			Reduced yield	Total
30 Oktober - 3 November 2023	560	545	15	15
6 November - 10 November 2023	440	427	13	13
13 November - 17 November 2023	585	577	8	8

Tabel 3. Data *Available Time*

Tanggal	Available Time (Jam)
5 Juni - 9 Juni 2023	35
12 Juni - 16 Juni 2023	35
19 Juni - 23 Juni 2023	35

Tabel 4. Data *Delay* Mesin

Tanggal	Jam Kerja Tersedia (Jam)	Data Delay Mesin						
		Schedule Shutdown (Jam)	Penyetelan Sparepart (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Machine Prepare (Jam)	Warm-up Time (Jam)	Machin e Break (Jam)	Total Delay (Jam)
5 Juni - 9 Juni 2023	35	1	0,5	1,5	2	1,5	1	7,5
12 Juni - 16 Juni 2023	35	1	0,5	2	2	1	2	8,5
19 Juni - 23 Juni 2023	35	1	0,5	1,5	0,75	1	1	5,75

Penentuan *Availability Ratio*

Availability ratio adalah metrik penting dalam OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) karena menunjukkan seberapa sering peralatan dapat digunakan untuk produksi. Semakin tinggi *availability ratio*, semakin efisien penggunaan peralatan. Rumus untuk menghitung *availability ratio* adalah

$$Availability = [Operation\ Time/Waktu\ Loading] \times 100\% \quad (1)$$

Menggunakan rumus tersebut, maka perhitungan *availability* untuk 5 Juni 2023 – 23 Juni 2023 ditunjukkan pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Perhitungan *Availability Ratio*

Tanggal	Loading Time (Jam)	Total Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability Ratio (%)
5 Juni - 9 Juni 2023	33	2	31	94,29
12 Juni - 16 Juni 2023	33	3	30	90,91
19 Juni - 23 Juni 2023	34,25	2	32,25	94,16

Perhitungan *Performance Ratio*

Dalam perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE), kinerja mesin (*performance*) dievaluasi dengan membandingkan waktu produksi aktual dengan waktu siklus ideal. Hal ini memungkinkan kita untuk mengukur seberapa efisien mesin dalam menghasilkan produk.

Berikut hasil perhitungan *ideal cycle time* :

Tabel 6. Perhitungan *Ideal Cycle Time*

Tanggal	Produk dihasilkan	Loading Time	Ideal Cycle Time (Jam/unit)
5 Juni - 9 Juni 2023	445	33	0,058262
12 Juni - 16 Juni 2023	420	33	0,059486
19 Juni - 23 Juni 2023	440	34,25	0,065051

Nilai *performance ratio* mesin CNC Vacuum Thermoforming Geiss T10 didapat dari perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Performance Ratio} = [(Processed Amount \times Ideal Cycle Time) / Operation Time] \times 100\% \quad (2)$$

Menggunakan rumus perhitungan tersebut, maka perhitungan performance ratio untuk 5 Juni 2023 – 23 Juni 2023 ditunjukkan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Perhitungan *Performance Ratio*

Tanggal	Gross Product	Ideal Cycle Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Performance Ratio (%)
5 Juni - 9 Juni 2023	430	0,059319	31	80,81
12 Juni - 16 Juni 2023	407	0,059486	30	80,70
19 Juni - 23 Juni 2023	432	0,065051	32,25	81,13

Perhitungan *Rate of Quality Product*

Rate of quality product menunjukkan seberapa baik sebuah mesin menghasilkan produk yang sesuai standar. Kita bisa menghitungnya dengan rumus::

$$\text{Rate of Quality Product} = [(Processed Amount - Defect Amount) / Processed Amount] \times 100\% \quad (3)$$

Menggunakan rumus perhitungan tersebut, maka perhitungan *rate of quality product* untuk 5 Juni 2023 – 23 Juni 2023 ditunjukkan pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Perhitungan *Rate of Quality*

Tanggal	Gross Product	Total Broke	Rate of Quality (%)
5 Juni - 9 Juni 2023	430	15	96,51
12 Juni - 16 Juni 2023	407	13	96,96
19 Juni - 23 Juni 2023	432	8	98,61

Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Menentukan efektivitas mesin/peralatan secara keseluruhan di lini produksi Departemen Vacuum PT XYZ memerlukan perhitungan nilai *availability ratio*, *performance ratio*, dan *rate of quality product* terlebih dahulu. Nilai OEE kemudian dihitung dengan rumus:

$$\text{OEE} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance (\%)} \times \text{Rate of Quality (\%)} \quad (4)$$

Tabel 9. Hasil Perhitungan OEE Departemen Vacuum PT. XYZ

Tanggal	Availability Ratio (%)	Performance Ratio (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
5 Juni - 9 Juni 2023	94,29	80,81	96,51	72,91
12 Juni - 16 Juni 2023	90,91	80,70	96,96	70,74
19 Juni - 23 Juni 2023	94,16	81,13	98,61	74,88

Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan *Six Big Losses* dilakukan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor *Six Big Losses* terhadap efektivitas mesin. Berikut adalah faktor *six big losses* dan rumus perhitungannya:

$$\text{Equipment Failure Loss} = [\text{Total Breakdown Time} / \text{Loading Time}] \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = [\text{Total Setup and adjustment time} / \text{Loading Time}] \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = [\text{Nonproductive Time} / \text{Loading Time}] \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Reduce Speed Loss} = [(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Process}) / \text{Loading Time}] \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Yield/Reduce Loss} = [(\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Reduced}) / \text{Loading Time}] \times 100\% \quad (9)$$

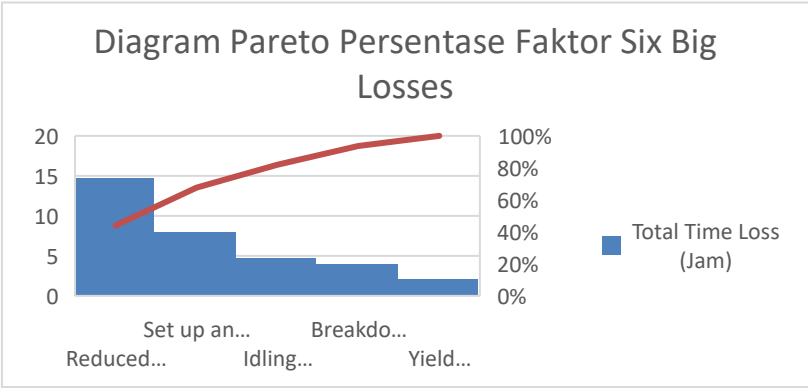
(Dewi, N. C., & Rinawati, D. I., 2015)

Berikut adalah ringkasan data mengenai persentase kerugian dan waktu henti yang disebabkan oleh berbagai faktor:

Tabel 10. Persentase Faktor Six Big Losses Mesin Vacuum Thermoforming

No	Six Big Losses	Total Time Loss (Jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Reduced Speed Losses	14,74	43,82	43,82
2	Set up and Adjustment Loss	8	23,78	67,6
3	Idling Minor Stoppages	4,75	14,12	81,72
4	Breakdown Loss	4	11,89	93,61
5	Yield/Reduced Loss	2,15	6,39	100
	Total	33,64		

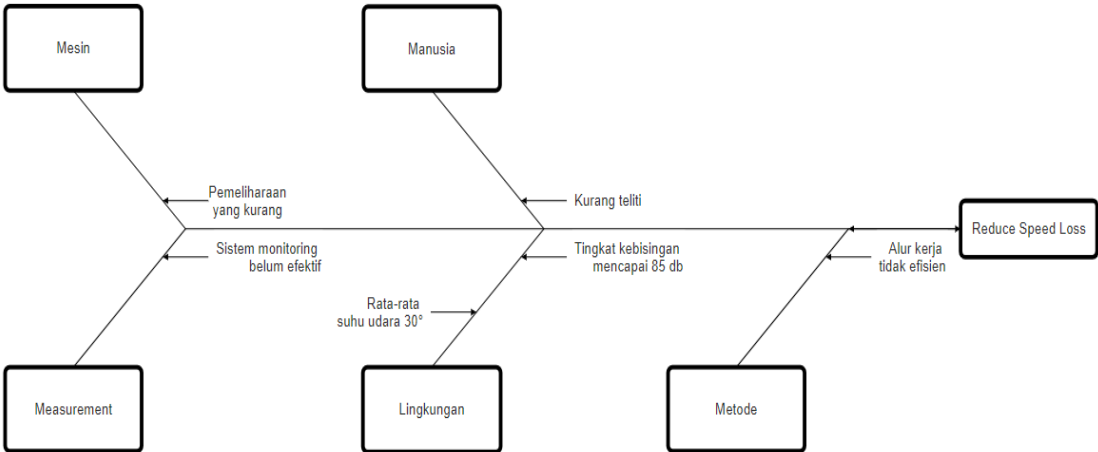
Dari hasil rekap diatas, menunjukkan bahwa faktor yang mempunyai *time loss* terbesar adalah *Reduce Speed Loss* sebesar 14,74 jam dan *Set up and Adjustment* sebesar 8 jam. Dari hasil rekap yang sudah diurutkan dari yang tertinggi sampai terendah diatas dapat digambarkan diagram pareto untuk memperlihatkan urutan faktor-faktor dengan jelas *six big losses* yang berpengaruh terhadap efektivitas mesin CNC *Vacuum Thermoforming* Geiss T10. Berikut diagram paretonya :



Gambar 2. Diagram Pareto Six Big Losses

Analisis Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Demi meningkatkan efisiensi perbaikan, akan dilakukan analisis mendalam terhadap faktor-faktor Six Big Losses yang dominan menggunakan diagram sebab akibat. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab penurunan efektivitas mesin berdasarkan perhitungan OEE, sebagaimana yang ditunjukkan dalam diagram Pareto. Analisis diagram Pareto menunjukkan bahwa *Reduce Speed Loss* merupakan kontributor utama terhadap penurunan Overall Equipment Effectiveness (OEE). Berikut diagram *fishbone* untuk faktor *Reduce Speed Loss* :



Gambar 3. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

Berikut ini adalah penjelasan dari analisis sebab akibat berdasarkan diagram sebab akibat (*fishbone*) di atas:

1. Manusia
 - a. Operator yang melakukan kesalahan karena kurangnya perhatian terhadap detail atau kurangnya pengalaman sehingga dapat menyebabkan kecepatan proses produksi menurun.
2. Mesin
 - a. Mesin yang tidak dipelihara dengan baik dapat mengalami kerusakan atau tidak bekerja dengan efisien, sehingga menyebabkan penurunan kecepatan produksi.
3. Measurement
 - a. Pada mesin tidak terdapat sistem monitoring yang *real time*, tanpa sistem pemantauan yang efektif, sulit untuk mendeteksi dan memperbaiki masalah yang menyebabkan penurunan kecepatan produksi sehingga perlu waktu dalam mengidentifikasi dan penanganannya.
4. Lingkungan
 - a. Tingkat kebisingan pada area produksi Vacuum mencapai 85 dB, hal ini dapat mengganggu konsentrasi operator mesin dalam pengoperasian dan menjalankan proses produksi dan menyebabkan kesalahan atau penurunan produktivitas.
 - b. Suhu udara pada area produksi berada pada rata-rata 30°C, jika suhu udara terlalu tinggi dapat menyebabkan mesin atau karyawan bekerja dengan efisiensi yang lebih rendah.
5. Metode
 - a. Proses atau prosedur yang tidak efisien dapat menyebabkan waktu henti yang lebih lama dan penurunan kecepatan operasional.

Usulan Pemecaha Masalah Menggunakan Pendekatan TPM

Beberapa akar permasalahan dari faktor *Reduced Speed Loss* telah dijabarkan sebelumnya, yang dapat menurunkan efektivitas mesin CNC *Vacuum Thermoforming* Geiss T10, agar mesin dapat beroperasi secara optimal dan produktivitas meningkat, diperlukan perbaikan menyeluruh. Mengacu pada delapan pilar Total Productive Maintenance, beberapa langkah perbaikan dapat diterapkan untuk mengatasi masalah penurunan kecepatan mesin, terutama Reduce Speed Loss yaitu:

No	Faktor	<i>What</i>	<i>How</i>
1	Manusia	Pelatihan tambahan untuk operator	Mengembangkan modul pelatihan, mengundang instruktur ahli, dan melakukan evaluasi pasca pelatihan untuk memastikan peningkatan keterampilan.
2	Mesin	Memerlukan kalibrasi/setting ulang setiap penggantian matras/molding	Membuat preset settingan untuk masing masing part produk yang dibuat
		Penjadwalan perawatan terjadwal	Melakukan program pemeliharaan preventif dan prediktif terhadap mesin
3	Measurement	Meningkatkan sistem monitoring produksi dengan teknologi yang canggih dan user friendly	<ul style="list-style-type: none"> a. Evaluasi sistem monitoring saat ini b. Pemilihan teknologi baru bisa melalui riset dan gunakan sistem yang terbaru seperti IoT atau sistem MES (Manufacturing Execution System) c. Implementasi Sistem Baru (instalasi perangkat keras dan perangkat lunak baru) d. Pelatihan pengguna e. Pengujian dan penyesuaian f. Pemantauan dan evaluasi berkelanjutan
4	Lingkungan	Perbaiki kondisi lingkungan kerja	<ul style="list-style-type: none"> a. Menambahkan turbin ventilator pada atap produksi b. Memberikan ear plugs atau ear muff pada operator
5	Metode	Meningkatkan proses kerja tidak efisien	Merancang rencana kerja yang memungkinkan operator melakukan beberapa tugas selama menunggu proses mesin selesai, seperti persiapan bahan berikutnya, pemeriksaan kualitas, atau pemeliharaan ringan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan OEE didapatkan angka rata-rata 72,84%, nilai efektivitas tergolong rendah dan dibawah standar idealnya 85%. Dari analisa diagram sebab akibat (fishbone) terhadap faktor Reduced Speed Loss yang menjadi prioritas utama adalah : a) faktor manusia : kurang teliti, b) faktor mesin pemeliharaan yang kurang, c) faktor measurement : sistem monitoring belum efektif, d) faktor lingkungan :

rata-rata suhu udara 30°, tingkat kebisingan mencapai 85 dB, e) faktor metode : alur kerja tidak efisien. Maka PT. XYZ perlu menerapkan TPM dan dijalankan dengan sepenuhnya berdasarkan usulan yang dibuat berlandaskan hasil perhitungan yang diperoleh untuk mencapai tingkat efektivitas yang ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, R. (2019). Pengelolaan laboratorium produksi mesin CNC berbasis microsoft visual basic 6.0 di Politeknik Negeri Banjarmasin. *Jurnal Inovator*, 2(2), 22-26.
- Dewi, N. C., & Rinawati, D. I. (2015). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra). *Industrial engineering online Journal*, 4(4).
- Ekoanindiyo, F. A. (2021). IMPLEMENTASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE SEBAGAI PENUNJANG PRODUKTIVITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (studi kasus PT. Metta Boga). *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 21(2), 185-194.
- Hernadi, M. A. R., & Much Djunaidi, S. T. (2022). *Analisis Faktor Kerusakan Mesin CNC Thermoforming T10 dan Mesin CNC Milling FZ2000 dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Jannah, R. M., Supriyadi, S., & Nalhadi, A. (2017, November). Analisis Efektivitas pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). In *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan/ SENASSET* (pp. 170-175).
- Muhaemin, G., & Nugraha, A. E. (2022). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(9), 205-219.
- Nudin, B. (2019). Analisis Pemeliharaan Mesin Ridger Palir Di PT Great Giant Pineapple. *Industriika*, 2(1), 341534.
- Nursanti, I., & Susanto, Y. (2014). Analisis perhitungan overall equipment effectiveness (OEE) pada mesin packing untuk meningkatkan nilai availability mesin.
- Sebastian, H., & Purwaningsih, R. (2022). ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS MESIN LAPPING DENGAN PENDEKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PADA PT. FLUID SCIENCE DYNAMICS INDONESIA, TBK. *Industrial Engineering Online Journal*, 11(4).

- Suwarno, A. (2015). *ANALISA IMPLEMENTASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) STUDI KASUS PROSES PRODUKSI VALVE KENDARAAN BERMOTOR* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta-Menteng).
- Viga, T., & Pusakaningwati, A. (2018). Analisa Terjadinya Six Big Losses pada Mesin Evaporator dengan Metode TPM di Seksi Refinery MSG PT. XXX. *JKIE (Journal Knowledge Industrial Engineering)*, 5(1), 1-6.
- Wahid, A. (2020). 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*, 6(1), 12-16.