

**ANALISIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) SERTA
PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENGEMASAN PRIMER DENGAN
PENDEKATAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM)**

Nurul Afifah*, Sandra Megantara

Program Studi Profesi Apeteker, Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran
nurul17006@mail.unpad.ac.id
diserahkan 10/12/2022, diterima 15/02/2023

ABSTRAK

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu sistem yang dapat dimanfaatkan untuk merawat dan meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan mesin maupun alat yang digunakan. Salah satu indikator pengukuran dari penerapan TPM yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dalam industri farmasi, mesin pengemas primer merupakan mesin dengan produktivitas yang tinggi karena kemasan primer berperan dalam memberikan perlindungan bagi produk. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis nilai OEE dari mesin pengemas primer serta meningkatkan produktivitasnya dengan menerapkan pendekatan TPM. Studi dilakukan dengan pengumpulan data dari bulan Januari hingga September dan pengolahan data untuk mendapatkan nilai OEE. Hasil analisis nilai OEE mesin pengemas primer didapat nilai pada kisaran 30-48%. Rendahnya nilai OEE disebabkan karena tingginya *downtime* dan *speed losses*. Sehingga dibuat *checklist* sebagai bentuk penerapan program TPM yang kemudian dapat meningkatkan nilai OEE.

Kata Kunci: TPM, OEE, Mesin Pengemas Primer

ABSTRACT

Total Productive Maintenance is a system that can be used to maintain and improve product quality through the maintenance of machines and tools. OEE is one of the measurement indicators of TPM implementation. In Pharmaceutical Industry, primary packaging machines suppose to be on high productivity due to its function to produce primary packaging to provide product's protection. This article aims to analyze the OEE value of primary packaging machines and increase its productivity by implement TPM approach. The study was conducted by collecting data from January to September and processing the data to obtain OEE value. The results of the analysis is OEE values obtain in the range of 30-48%. The low OEE value is caused by the high downtime and speed losses. So a standard checklist is mad as a form of implementing TPM program which could help to increase OEE value.

Keywords: TPM, OEE, Primary Packaging Machine

PENDAHULUAN

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk merawat dan meningkatkan kualitas dari produksi melalui perawatan mesin maupun alat yang digunakan. Tujuan utama dari penerapan TPM ini yaitu untuk memastikan bahwa seluruh peralatan berada dalam kondisi terbaiknya sehingga dapat menghindari terjadinya kerusakan dan terhambatnya proses produksi (Ruslan dan Prasmoro, 2018).

TPM pertama kali dikenal di Jepang pada tahun 1971 sebagai sebuah metode untuk meningkatkan ketersediaan dan hasil dari mesin melalui pemanfaatan perawatan dan sumber daya produksi yang lebih efisien. Objektif dan manfaat penerapan TPM menurut (Agustiady dan Cudney, 2016) yaitu untuk meningkatkan kepuasan kerja dengan cara mengurangi kerusakan, mengurangi permasalahan terkait kualitas, mengurangi terjadinya kecelakaan dalam kerja, mengurangi biaya produksi serta meminimalisir perawatan emergensi dan tidak rencana.

TPM berfungsi untuk meningkatkan produktifitas dengan memperbaiki kompetensi dan kinerja operator melalui perubahan kebiasaan dalam bekerja/*corporate culture* serta dengan investasi sederhana dalam pemeliharaan (Mutaqiem dan Soediantono, 2022). Operator diharapkan dapat melaksanakan perawatan harian (*daily maintenance*) seperti pembersihan mesin yang meliputi pembersihanm lubrikasi, pengencangan hingga inspeksi kinerja mesin agar dapat mendeteksi kerusakan mesin (Kedaria and Vivek, 2013). Dalam penerapan TPM, dikenal 8 pilar TPM yang merupakan panduan untuk penerapan TPM. Adapun 8 pillar dari TPM yaitu *Autonomous maintenance, Planned maintenance, Equipment and Process Improvement, Early Management of New Equipment, Process Quality*

Management, TPM in the office, Education and Training, Safety and Environmental Management.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) dapat didefinisikan sebagai salah satu indikator pengukuran dari penerapan TPM yang dapat menunjukkan seberapa efektif mesin dapat beroperasi (O'Brien, 2015).

OEE merupakan metode perhitungan yang dilakukan secara menyeluruh untuk mengidentifikasi tingkat produktivitas dan kinerja mesin/peralatan (Alamsyah, 2015). Penggunaan OEE bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari peralatan (Waeyenberg and Pintelon, 2001; Chan *et al.*, 2003 dalam Habib *et al* 2012). OEE dapat menjadi sebuah inti dalam melakukan pengukuran implementasi TPM (Habib, *et al.*, 2012).

OEE dapat dihitung dari tiga parameter yaitu *availability, performance* dan *quality*. Ketiga nilai tersebut dapat menjadi acuan untuk mengetahui *losses* yang timbul terkait efisiensi mesin (Triwardani, *et al.*, 2012). Adapun kerugian/*losses* yang dapat terjadi terkait dari 3 parameter OEE tersebut yaitu *Downtime losses, Speed losses* dan *Quality losses*.

Dengan diketahuinya nilai OEE sebagai parameter yang dapat meinginterpretasikan penerapan TPM, maka kegagalan dapat diidentifikasi sehingga dapat dilakukan perbaikan serta mitigasi risiko terkait efisiensi mesin (Setiawan, 2021).

Dalam sebuah industri farmasi, mesin pengemas primer memiliki peran yang sangat penting. Kemasan primer sendiri berfungsi untuk memberikan perlindungan bagi produk agar tidak terkontaminasi ataupun berinteraksi dengan lingkungan luar (Rahmayanti dan Sriwidodo, 2021). Sehingga mesin pengemas primer dituntut untuk memiliki ketersediaan dan produktivitas yang tinggi, dengan harapan yaitu proses produksi

dapat berjalan secara optimal dan efisien, serta produk mendapat perlindungan yang baik.

Oleh sebab itu, artikel ini bertujuan untuk menganalisis nilai OEE dari mesin pengemas primer serta meningkatkan produktivitasnya dengan menerapkan prinsip pada TPM.

METODE

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan suatu studi yang dilakukan di awal pengerjaan tugas dengan tujuan untuk menganalisis dan memahami permasalahan yang ada pada objek terkait.

Tinjauan Lapangan

Tinjauan lapangan dilakukan untuk mengamati keadaan ril objek terkait serta untuk mengetahui permasalahan apa saja yang terjadi di lapangan

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dari tugas ini yaitu data produksi harian yang memuat pencatatan waktu efektif, waktu *breakdown*, *output* produk hingga jumlah produk yang ditolak/*reject* beserta keterangan terjadinya *breakdown*, waktu perbaikan hingga masalah yang terjadi yang mempengaruhi produktivitas mesin.

Pengolahan Data

Dalam tahap ini akan dilakukan pengolahan data. Data yang diambil merupakan data dari bulan Januari hingga September untuk menghitung nilai OEE.

Perhitungan nilai OEE dibagi menjadi 3 faktor/variable yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*. Perhitungan untuk ketiga faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- *Availability*

Availability merupakan rasio antara *actual*

operation time dengan mengeliminasi *downtime* terhadap *planned operation time*.

$$Availability = \frac{(actual\ operation\ time)}{(planned\ operation\ time)} = \frac{(total\ operation\ time - downtime)}{(planned\ operation\ time)}$$

- *Performance*

Performance merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan output dibandingkan dengan standar mesin.

$$Performance = \frac{(actual\ output)}{(standard\ output)}$$

- *Quality*

Quality merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi dengan mengeliminasi produk gagal (*defect product*) terhadap total output dari mesin.

$$Quality = \frac{(total\ output - defect\ product)}{(total\ output)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menghitung nilai OEE mesin pengemas primer dari bulan Januari sampai dengan September, didapatkan hasil OEE mesin pengemas primer. Nilai OEE diperoleh dari hasil perkalian tiga variabel yaitu ketersediaan (*Availability*), Kemampuan (*Performance*) dan Kualitas (*Quality*) (Irwansyah, *et al.*, 2019) sebagaimana yang tercantum di persamaan pada poin Pengolahan Data. Data nilai OEE mesin pengemas primer dapat dilihat pada **Gambar 1**.

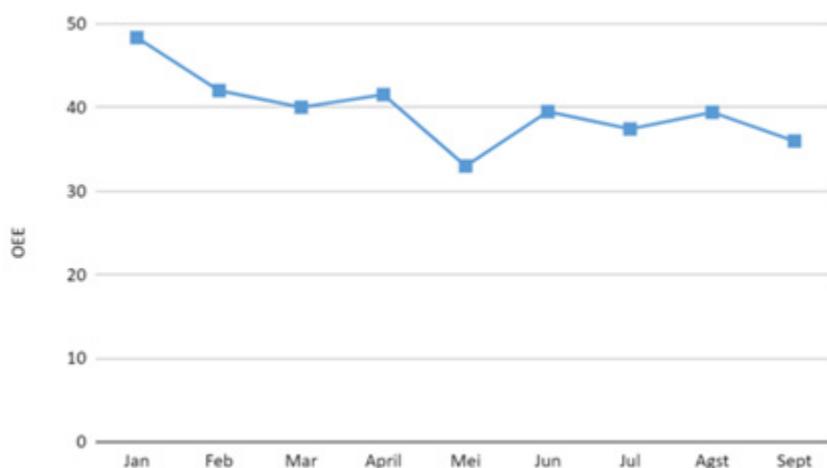
Hasil OEE mesin pengemas primer dari bulan Januari hingga September berada pada kisaran 30-48%. Dari hasil data yang telah ditelusuri, rendahnya nilai OEE disebabkan karena faktor *availability* dan *performance*

dimana terjadi losses terkait *downtime* dan *speed loss*. Kedua faktor tersebut merupakan dua hal paling signifikan yang menyebabkan rendahnya nilai OEE, dimana standar OEE kelas dunia yaitu sebesar 85% dengan nilai *availability* sebesar 90% dan diikuti nilai *performance* dan *quality* sebesar 95% dan 99% berturut-turut (O'Brien, 2015). Tingginya nilai *downtime* akan mengakibatkan rendahnya *performance* (Larasati, et al., 2017).

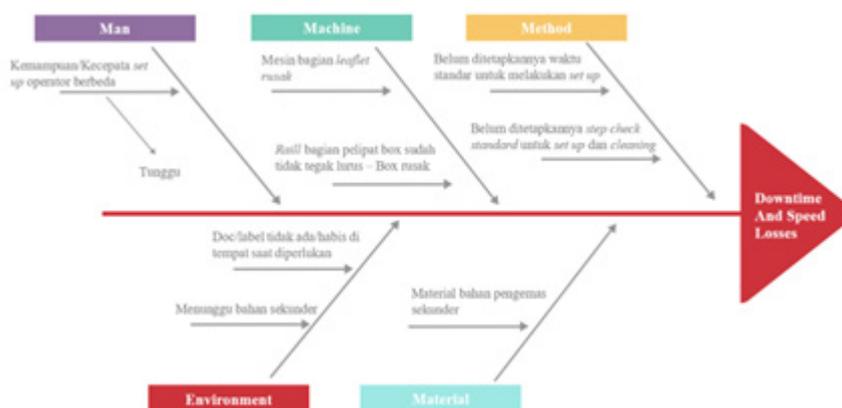
Untuk menganalisis akar penyebab masalah, dibuat *fishbone diagram* agar didapat detail terkait permasalahan yang menyebabkan tingginya *downtime* dan *speed losses* pada mesin Marchesini.

Analisis akar penyebab masalah dengan menggunakan *fishbone diagram* dapat dilihat pada **Gambar 2**. Analisis akar penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram*, mengacu pada 5 aspek atau biasa dikenal dengan 5M yaitu *Man*, *Method*, *Machine*, *Material* dan *Millie/Environment*.

Man atau personil, dalam hal ini operator. Sebelum mesin mulai beroperasi, perlu dilakukan proses *set up and adjustment*, dimana mesin dikondisikan sedemikian rupa agar menghasilkan hasil yang sesuai spesifikasi. Dalam masalah ini, kecepatan operator dalam melakukan *set up and adjustment* masih belum terstandarisasi sehingga



Gambar 1. Data Nilai OEE mesin pengemas primer periode Januari-September.



Gambar 2. Analisis Masalah (*Fishbone Diagram*) Mesin Pengemas Primer.

waktu yang diperlukan untuk melakukan set up and adjustment bervariasi yang mengakibatkan kondisi “Tunggu” atau *pending* karena tingginya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses *set up and adjustment*. Proses produksi belum bisa dilaksanakan sebelum proses *set up and adjustment* telah dilakukan.

Machine atau mesin. Mesin pengemas primer yang digunakan yaitu mesin yang sudah *in-line* atau terintegrasi langsung dengan mesin pengemas sekunder. Masalah yang sering ditemukan dan belum terselesaikan yaitu, terdapat kerusakan di bagian *railing* pelipat box dan bagian pengisi *leaflet* pada mesin. Kerusakan tersebut secara langsung menghambat proses produksi karena ketika kerusakan terjadi yaitu box tersangkut karena *railing* box rusak, maka mesin akan berhenti beroperasi hingga hambatan dapat diatasi. Hal tersebut berlangsung secara terus menerus dan terakumulasi menjadi *downtime* yang tinggi.

Method atau metode, dalam kasus ini metode yang belum diatur yaitu terkait standar waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *set up and adjustment* serta *checklist form* terkait poin atau langkah apa saja yang harus dilakukan dalam melakukan *set up and adjustment* hingga pembersihan minor. Hal ini berhubungan langsung terkait waktu yang dibutuhkan hingga performa mesin ke depannya. Akibat pembersihan minor yang belum terstandar, artinya *autonomous maintenance* pun belum tercipta. Hal ini berkaitan langsung dengan terjadinya *breakdown* apabila pelaksanaan *autonomous maintenance* tidak dilakukan dengan baik.

Material dan *environment* atau lingkungan pun berpengaruh terhadap tingginya angka *breakdown* dan *speed losses*. Bahan yang digunakan dalam produksi menggunakan mesin pengemas ini kurang kompatibel yang mengakibatkan

proses produksi terhambat. Selain itu lingkungan pun berpengaruh terhadap keberlangsungan proses produksi. Lingkungan yang kurang siap, dalam hal ini yaitu tidak tersedianya dokumen pendukung (Label status ruangan, *line clearance*) serta peralatan pendukung lainnya, dapat menjadi *time losses* untuk proses produksi.

Keuntungan menggunakan *fishbone diagram* yaitu, untuk mengetahui akar penyebab masalah tingginya *downtime* dan *speed losses* berdasarkan masing-masing aspek dari 5M, sehingga penyebab masalah dapat diketahui secara lebih detail dan komprehensif.

Berdasarkan program TPM, untuk mengurangi dan mengendalikan masalah tersebut, dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan pillar-pillar TPM diantaranya *autonomous maintenance* dan *planned maintenance*.

Autonomous Maintenance melibatkan operator dalam pembersihan rutin sebagai bentuk perawatan mesin, sementara *planned maintenance* bertujuan untuk menghindari adanya hambatan karena mesin rusak/berhenti beroperasi di tengah proses produksi. Hal yang dapat dilakukan untuk menerapkan *Autonomous maintenance* meliputi meningkatkan rasa kepemilikan (*ownership*) operator terhadap mesin untuk melakukan perawatan, meningkatkan perawatan harian dan melakukan pembersihan secara berkala untuk deteksi dini adanya masalah. Untuk mulai menerapkan *autonomous maintenance* dapat dimulai dengan membuat *standard steps-checklist* terkait prosedur/langkah apa saja yang harus dipersiapkan terutama dalam melakukan pembersihan. Dari list tersebut diharapkan perawatan terlaksana secara baik sekaligus dapat mendeteksi masalah-masalah yang ada secara dini untuk kemudian diperbaiki dan dilakukan tindakan preventif.

Planned maintenance berkaitan secara

langsung dengan *autonomous maintenance*. *Planned maintenance* bertujuan untuk mengurangi *loss* dari ketersediaan waktu produksi. *planned maintenance* dapat berupa aktivitas penjadwalan yang dibuat berdasarkan kejadian kegagalan yang dapat diprediksi dari analisis kerusakan atau *downtime* di waktu lampau. *Planned maintenance* ini dirancang untuk membangun sistem perawatan yang bersifat preventif dan prediktif untuk alat/mesin produksi. Sehingga dari adanya *standard steps-checklist* yang dibuat untuk melaksanakan *autonomous maintenance*, kemudian dapat digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan *planned maintenance*.

Merujuk pada program TPM, perawatan harian untuk menerapkan *autonomous maintenance* meliputi *Cleaning*, *Lubricating*, *Inspection* dan *Tightening* (Kedaria and Vivek, 2013).

Cleaning atau pembersihan merupakan tahapan dimana operator membersihkan dan mengidentifikasi kerusakan pada mesin atau peralatan yang digunakan. Setelah melakukan pembersihan, hilangkan sumber debu seperti *ducting* pada mesin, tempat penampungan residu dan daerah yang sulit terjangkau. Dilanjutkan dengan menciptakan kondisi mesin yang optimal untuk beroperasi dengan melakukan lubrikasi sesuai standar. Lakukan inspeksi atau pemeriksaan setelah proses pembersihan dan lubrikasi selesai untuk memastikan bahwa tidak ada gangguan pada mesin dan diharapkan mesin tidak akan mengalami kerusakan (*zero defects*) (Wardani, et al., 2021).

Pemberlakuan sistem perawatan harian yang meliputi *Cleaning*, *Inspection*, *Lubrication* dan *Tightening* dan membuat *standard steps-checklist* untuk sistem tersebut secara spesifik, bertujuan untuk mengetahui atau mengidentifikasi adanya abnormalitas yang dapat meningkatkan

ketersediaan (*availability*) dan *Mean Time Between Failure* (MTBF), yaitu waktu rata-rata mesin dari kerusakan satu ke kerusakan yang lain serta berkontribusi secara signifikan untuk menurunkan *Mean Time to Repair* (MTTR) atau waktu rata-rata yang diperlukan untuk perbaikan mesin (Ben, 2022).

Standard steps-checklist untuk penerapan sistem perawatan harian mesin pengemas dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Dengan dibuatnya *checklist* seperti gambar di atas, diharapkan pekerjaan yang dilakukan baik oleh operator maupun teknisi dapat terjadwal dan terstandarisasi dengan jelas karena terdapat keterangan estimasi waktu yang diperlukan. Berdasarkan estimasi waktu yang ada dan percobaan yang dilakukan berulang kali, kemudian dapat ditetapkan standar waktu. Ketika prosedur dan waktu telah distandarkan, diharapkan dapat mengurangi *downtime* yang ada.

Hasil suatu penelitian, menunjukkan bahwa dengan mematuhi jadwal perawatan preventif dalam rangka *maintenance* mesin, disimpulkan dapat meningkatkan ketersediaan dan reliabilitas mesin (Dibyoyoti and Thuleswa, 2015).

Dampak implementasi program TPM dalam hal ini penerapan *autonomous maintenance*, berdampak pada peningkatan nilai OEE, peningkatan *output plan*, penurunan biaya perawatan hingga penurunan *breakdown* (Kareem, et al., 2015; Hernandez, et al., 2018). TPM juga bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang bebas dari kecelakaan kerja hingga memaksimalkan kinerja mesin bahkan saat waktu istirahat, diharapkan mesin dapat beroperasi (Kedaria dan Deshpande, 2013).

Suatu studi terkait efektifitas penggunaan mesin dalam sebuah industri pun menyatakan bahwa dengan pemasangan atau instalasi perawatan harian, dapat meningkatkan waktu

Tabel 1. *Standard Steps-checklist* Mesin Pengemas.

| No | Cleaning point | Standard required | Method | Tools | Time | Frequency | | | Person | |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|--|-----------|-----------|---------|-----------|--------|
| | | | | | | Daily | Weekly | Monthly | | |
| Cleaning | <i>Forming station</i> | Bebas dari kotoran dan debu | <i>Vacuum and wipe</i> | <i>Vacuum cleaner and cloth (canebo)</i> | 5 | O | | | | |
| | <i>Prefeeder</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | | O | | | | |
| | <i>Conveyor chute</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | | O | | | | |
| | <i>Cutter station</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | | O | | | | |
| | <i>Sealing plate extraction</i> | Bebas dari kotoran dan debu | <i>Vacuum and brush</i> | <i>Vacuum cleaner and nylon brush</i> | 4 | O | | | | |
| | <i>Line loader</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | | O | | | | |
| | <i>Dust extractor</i> | Bebas dari kotoran dan debu | <i>Vacuum and wipe</i> | <i>Vacuum cleaner and cloth (canebo)</i> | 3 | O | | | | |
| | <i>Scrap extraction</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | | O | | | | |
| | <i>All surfaces of the machine</i> | Bebas dari kotoran dan debu | | | <i>Vacuum cleaner and cloth (canebo)</i> | 3 | O | | | |
| | Emboss penandaan sekunder | | | Wipe | Lap dengan etil | 2 | O | | | |
| No | Lubrication point | Standard required | Method | Oil to use | Tools | Time | Frequency | | | Person |
| | | | | | | | Daily | Weekly | Monthly | |
| Lubricating | Embos penandaan primer | Terlubrikasi (tidak kering) | Visual | Greasing | | | O | | | |
| | Oil level | Di antara batas level yang ditentukan | Visual | | | | | | 2-monthly | |
| | Bagian pelipat dus (sekunder) | Terlubrikasi (tidak kering) | Visual | Greasing | | | O | | | |

| No | Cleaning point | Standard required | Method | Tools | Time | Frequency | | | Person |
|---|---|--|--------------------------|--------------------------|----------|-----------|--------|---------|--------|
| | | | | | | Daily | Weekly | Monthly | |
| <i>Inspection</i> | Kebersihan mesin (seluruh permukaan mesin) | Bebas dari kotoran dan debu | Visual | Bersihkan saat itu juga | 4 menit | O | | | |
| | <i>Vacuum cutting debris</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 30 detik | O | | | |
| | <i>Dust extractor</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 30 detik | O | | | |
| | <i>Heater for forming station</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual, Touch | Hentikan mesin, perbaiki | 30 detik | O | | | |
| | <i>Forming station</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 1 menit | O | | | |
| | <i>Camera</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 3 menit | O | | | |
| | <i>Sealing station</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 1 menit | O | | | |
| | Inkjet dan emboss | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 1 menit | O | | | |
| | <i>Cutting station</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 30 detik | O | | | |
| | <i>Reject detector di pengemasan primer</i> | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 30 detik | O | | | |
| Penyusun blister (<i>stacker robotic</i>) | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 3 menit | O | | | | |

| No | Cleaning point | Standard required | Method | Tools | Time | Frequency | | | Person |
|-------------------|--|--|--------|--|---------|-----------|--------|---------|--------|
| | | | | | | Daily | Weekly | Monthly | |
| Inspection | Karet vacuum pada blister dan dus | Berfungsi dengan baik, Tidak ada kerusakan | Visual | Hentikan mesin, perbaiki | 3 menit | | O | | |
| | Rail pada pelipatan box | Tegak lurus agar box terlipat sempurna | Visual | Hubungi teknisi | 3 menit | | | | |
| No | Inspection point | Standard required | Method | Remedial action | Time | Frequency | | | Person |
| | | | | | | Daily | Weekly | Monthly | |
| Tightening | Kencangkan seluruh tuas dan klem pada mesin | Tidak ada tuas dan klem yang longgar | Visual | Kencangkan tuas atau klem yang longgar | 5 menit | O | | | |
| | Kencangkan seluruh tuas sesuai dengan nilai parameter yang diharuskan (sekunder) | | | | | O | | | |
| | Belt pada station pengisian box | Tidak longgar | Visual | Kencangkan <i>belt</i> | 5 menit | | O | O | |

operasi mesin sebanyak 7% dan menurunkan *downtime* dari 17% menjadi 9% (Varun, *et al.*, 2016). Dengan menerapkan TPM, suatu industri dapat meningkatkan sebesar 27% nilai OEE (Shatrughan and Arun, 2016). Menurut hasil penelitian oleh (Khalaf, *et al.*, 2020) menyebutkan bahwa dengan penerapan TPM, terbukti dapat menyebabkan peningkatan metrik OEE, dengan peningkatan antara 12,5 dan 33,3%.

SIMPULAN

Nilai OEE mesin pengemas primer dari bulan Januari hingga September masih menunjukkan angka dibawah standar OEE yaitu sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE disebabkan karena tingginya *downtime* dan *speed losses*. Sehingga dibuat *checklist* sebagai bentuk penerapan program TPM yang kemudian dapat meningkatkan nilai OEE jika terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, F. 2015. Analisis Akar Penyebab Masalah dalam Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Stripping Hipack III dan Unimach di PT PFI. Jurnal OE. Vol. 7(3): 289-302.
- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. 2016. Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide (A.Badiru (ed.)). CRC Press. <https://books.google.com/books?id=Tev5CQAAQBAJ&pgis=1>
- Ben, J. S. 2022. Implementation of Autonomous Maintenance and its Effect on MTBF, MTTR and Reliability of a Critical Machine in a Beer Processing Plant. International Journal of Progressive Sciences and Technologies. Vol. 31(1): 57-66.
- Dibyojyoti Deka and Thuleswa, N. 2015. Breakdown and Reliability Analysis in Process Industry. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). Vol. 28(3): 150-156.
- Habib, A. S., Supriyanto, H. H., & MSIE, I. 2012. Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting. Jurnal Teknik Pomits, Vol 1(1): 1-6.
- Hernandez, G.A., Noriega, M.S., Torres-Arguelles, V., et al. 2018. Validity and Reliability Evaluation of a Scale to Measure The Management of Total Productive Maintenance. Indian Journal of Science and Technology. Vol. 8(1).
- Irwansyah, D., Harahap, M.R.F., et al. 2019. Improvement Suggestion Performance of Blowing Machine Line 4 with Total Productive Maintenance (TPM) Method at PT. Coca-Cola Amatil Indonesia Medan Unit. Journal Of PhysicsL Conference Series. Vol. 1363(2019): 1-7.
- Kareem, H.J.A., dan Talib, N.A. 2015. A Review on 5S and Total Productive Maintenance and Impact of Their Implementation in Industrial Organizations. Advanced Science Letters. Vol. 21(5): 1073-1082.
- Kedaria, V.D., dan Deshpande, V.A. 2013. Implementation of Total Productive Maintenance Methodology: A Review. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. Vol. 3(4): 644-648.
- Khalaf, B.A., Abd Alrda, N.Y., dan Hisham, A.H. 2020. The Role of Total Productive Maintenance in Improving the Agile Manufacturing System Applied Research in The Military Industries Company. Productivity Management. Vol. 25(1S): 483-505.
- Larasathi, G.A., Prasetyaningsih, E., dan

- Muhammad, C.R. 2017. Peningkatan Produktivitas Mesin Stripping Chen Tai dengan Pendekatan Total Productive Maintenance (TPM). *Prosiding Teknik Industri*. Vol. 3(2): 351-358.
- Mutaqiem, A., dan Soedianton, D. 2022. Literature Review of Total Productive Maintenance (TPM) and Recommendations for Application in the Defense Industries. *Journal of Industrial Engineering and Management Research*. Vol. 3(2): 48-60.
- O'Brien, Maurice. 2015. TPM and OEE. Limerick: LBS Partners. Overall Equipment Effectiveness (OEE) Industrial and Engineering System (JIES), 1(1): 53–64.
- Rahmayanti, S.U dan Sriwidodo. 2021. Review Artikel: Tren dan Kemajuan terbaru Teknologi Farmasi (Trend and Recent Advance of Pharmaceutical Packaging). *Farmaka*. Vol. 19(1): 26-34.
- Ruslan, M., & Prasmoro, A. V. 2018. Analisis Produktivitas Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Kneader. *Journal of Industrial and Engineering System (JIES)*. Vol. 1(1): 53-64.
- Setiawan, Lucky. 2021. Literature Review of the Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in various Industries in Indonesia. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*. Vol. 2(1): 16-34.
- Shatrughan, T and Arun, K.B. 2016. Analysis of OEE For TPM Implementation: Case Study. *International Journal of Business Quantitative Economics and Applied Management Research*. Vol.2 (8): 32-40.
- Strategies and Implementation Guide (A.Badiru (ed.)). CRC Press. Tersedia online di <https://books.google.com/books?id=Tev5CQAAQBAJ&pgis=1>
- Triwardani, D. H., Rahman, A., & Tantrika, C. F. 2012. Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters Dd07 (Studi kasus PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur): 379-391.
- Wardani, I.K., Atmaji, F.T.D, dan Alhilman, J. 2021. An Autonomous Maintenance Design Based on Overall Resource Effectiveness (ORE) Analysis: A Case Study of Paving Molding Machine. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol.20(2): 173-183.
- Varub, K., Parhasarathi, Manojkum, et al. 2016. Lean Six Sigma Approach to Improve Overall Equipment Effectiveness Performance: A Case Study In THE Indian Small Manufacturing Firm. *International Journal For Innovative Research in Multidisciplinary Field*.