

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

**PERFORMANCE EFFECTIVENESS OF WOJIN 170 T AND LS 170 T
INJECTION MOLDING MACHINES IN 1.14 INCH HOLDER PRODUCTION:
ANALYSIS OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AT PT. XYZ**

**EFEKTIVITAS KINERJA MESIN CETAK INJEKSI WOJIN 170 T DAN LS 170 T
DALAM PRODUKSI HOLDER 1,14 INCH: ANALISIS OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE) DI PT. XYZ**

Wisnu Pambudi^{1,*} dan Dewi Kumala¹

¹Department of Rubber and Plastic Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

* Corresponding author: wisnu@atk.ac.id

Abstract:

The challenges with Woojin 170 T and LS 170 T injection molding machines manifest in a decline in effectiveness, adversely impacting the final product. This research aims to measure the effectiveness of both machines using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method. Measurement results reveal that the LS 170 T injection machine achieved the highest OEE, reaching 89.3%, in the first week, with an average OEE value of 84.5%. In contrast, the Woojin 170 T injection machine only achieved 83.5% in the fourth week, falling below the 85% standard, with an average OEE value of 69.2%. The OEE value of the Woojin 170 T injection machine is significantly lower than that of the LS 170 T, indicating substantial inadequacy, far below the established standards. Factors influencing machine effectiveness are identified in two key aspects: equipment failure at a percentage of 66.9% and reduce speed at a percentage of 21.5%. The causes of the low effectiveness of the Woojin 170 T injection machine are attributed to factors involving machine, method, material, and environmental aspects.

Keywords: overall equipment effectiveness, injection molding, six big losses

Intisari:

Permasalahan pada mesin injeksi molding Woojin 170 T dan Ls 170 T berupa penurunan efektivitas yang berdampak pada produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas kedua mesin dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa mesin injeksi LS 170 T mencapai OEE tertinggi, yakni 89,3%, pada minggu pertama, dengan nilai rata-rata OEE yaitu 84,5%. Disisi lain mesin injeksi Woojin 170 T hanya mencapai 83.5% pada minggu keempat, di bawah standar 85% dengan rata-rata nilai OEE woojin 170 T yaitu 69,2%. Nilai OEE mesin injeksi Woojin 170 T lebih kecil dari mesin Ls 170 T, hal ini menunjukkan signifikansi ketidaklayakan, jauh dari standar yang

ditetapkan. Faktor yang mempengaruhi nilai efektivitas mesin ini teridentifikasi pada dua factor yaitu *equipment failure* dengan persentase sebesar 66,9% dan *reduce speed* dengan persentase sebesar 21,5%. Penyebab rendahnya efektivitas mesin Woojin 170 T dipengaruhi oleh faktor-faktor yang melibatkan aspek mesin, metode, material, dan lingkungan.

Kata kunci: *Overall Equipment Effectiveness, injection molding, Six Big Losses.*

Pendahuluan

Tingkat persaingan yang semakin berkembang di sektor industri mendorong perusahaan untuk memenuhi tuntutan pasar. Kemampuan perusahaan dalam menghasilkan barang mengimplikasikan perlunya produktivitas yang optimal. Produktivitas yang tinggi menjadi tujuan utama guna memproduksi produk sesuai permintaan dengan optimalisasi sumber daya produksi, termasuk mesin, tenaga kerja, dan material secara efektif dan efisien.

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang plastik kemasan. Salah satu jenis produk plastik yang diproduksi adalah *holder 1,14 inchi* sebagai penyangga *Roll on* yang biasa digunakan untuk produk deodorant, parfum, maupun minyak angin. Produk *Holder 1,14 inchi* tersebut diproduksi menggunakan mesin injeksi woojin 170T dan Ls 170T. Kendala proses produksi pada mesin Ls 170 T adalah kelonggaran komunikasi antara driver dan cpu yang menyebabkan mesin tersebut mati seketika. Sedangkan pada mesin injeksi Woojin 170 T sering terjadi masalah pada proses pendinginan yang mengakibatkan produk bermasalah. Ada banyak faktor yang memengaruhi kelancaran proses, dan performa mesin yang baik adalah salah satunya. Mesin dengan tingkat kegagalan yang rendah dapat membuat kualitas proses produksi berjalan dengan baik [1].

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas mesin adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE menjadi indikator kinerja mesin yang tidak hanya memperhatikan jumlah produk yang dihasilkan, tetapi juga ketersediaan mesin, kinerja dan kualitas produk [2]–[4]. OEE dapat dianggap sebagai indeks kesehatan dari suatu proses atau peralatan. OEE berfungsi untuk melihat keseluruhan kondisi efektivitas yang mencakup tiga faktor yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai dari OEE tersebut antara lain: jam kerja produksi, jam kerja mesin, Jumlah produk yang dihasilkan, jumlah produk *reject*, *cycle time*, dan *downtime* mesin. Menurut Zulfatri dkk., [5] tiga faktor yang menjadi perhatian berkaitan dengan produktivitas yaitu *availability rate* (ketersediaan/ lamanya mesin bisa dipakai), *performance rate* (kinerja mesin dalam menghasilkan produk) dan *Quality rate* (produk cacat).

Metode OEE dapat digunakan untuk mengetahui kinerja mesin di perusahaan yang memiliki *downtime* tinggi. Menurut Jiwantoro dkk. [6], *downtime* yang tinggi berdampak pada kinerja produksi yang menjadi kurang efektif. Efektivitas sebuah mesin dapat memperlihatkan produktivitas mesin tersebut. Jika *downtime* suatu mesin produksi diketahui paling tinggi, maka dapat diprediksi bahwa efektivitas atau tingkat produktivitasnya akan paling rendah dibandingkan yang lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin injeksi Woojin 170 T dan Ls 170 T menggunakan metode OEE dan menemukan factor yang paling memengaruhi nilai OEE tersebut dengan metode *six big losses*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kedua mesin

menggunakan metode OEE untuk menentukan mesin yang lebih optimal. Penelitian juga akan menggunakan konsep *Six Big Losses* untuk mengidentifikasi faktor-faktor efektivitas mesin yang perlu diperhatikan [7]. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai kinerja mesin dan faktor-faktor yang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efektivitas proses produksi.

Tabel 1. Data produksi mesin injeksi Woojin 170 T dan Ls 170 T

Mesin injeksi	Minggu	loading time (jam)	downtime (jam)	ideal cycle time	cycle time	jumlah produk	jumlah reject
Woojin 170 T	1	108	7,83	0,023	0,0231	363800	839
	2	60	3,35	0,026	0,0145	203940	627
	3	21	6,33	0,027	0,0196	91129	419
	4	132	17	0,025	0,0187	530700	1030
Ls 170 T	1	60	5,66	0,024	0,0194	294600	342
	2	156	11,33	0,022	0,0195	700500	735
	3	108	8,33	0,021	0,0256	425700	421
	4	132	10	0,021	0,0198	639100	652

Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi dua jenis data, yakni data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif digunakan untuk memperoleh informasi terkait faktor-faktor penyebab penurunan efektivitas mesin. Sebaliknya, data kuantitatif pada Tabel 1 dimanfaatkan dalam menghitung efektivitas mesin. Pengambilan data dilakukan di salah satu Perusahaan yang bergerak dibidang kemasan kosmetik yaitu PT XYZ. Waktu pengambilan data selama bulan April 2021. Data yang digunakan untuk menghitung efektivitas mesin mencakup informasi jam kerja produksi selama mesin beroperasi, data jumlah produksi yang dihasilkan, jumlah produk *reject*, *cycle time* dan *downtime mesin*.

Penelitian ini dimulai dengan mengukur efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Gambar 1). OEE menilai tiga komponen kunci, yaitu tingkat ketersediaan (*availability rate*), efisiensi kinerja (*performance efficiency*), dan tingkat kualitas (*quality rate*). Selanjutnya, nilai ketiga komponen OEE tersebut dikalikan untuk memperoleh nilai OEE[8].

$$OEE (\%) = availability\ rate (\%) \times performance\ efficiency (\%) \times quality\ rate (\%) \quad (1)$$

Setelah memperoleh nilai OEE, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi kerugian berdasarkan *six big losses*, yaitu *reduced speed*, *reduced yield*, *equipment failures*, *process defect*, *idling and minor stoppages* dan *set-up and adjustment*. Perhitungan *six big losses* bertujuan untuk menentukan kerugian yang paling signifikan dalam mengakibatkan penurunan efektivitas mesin injeksi. Kerugian dominan tersebut kemudian dipilih untuk diidentifikasi guna mengetahui penyebab penurunan efektivitas mesin, dengan mempertimbangkan empat aspek,

yakni manusia, material, mesin, dan metode. Langkah selanjutnya melibatkan penyusunan usulan solusi terhadap masalah yang diidentifikasi.



Gambar 1. Metode analisis peningkatan efektivitas mesin

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dapat dihitung dengan mengalikan tiga faktornya, yaitu tingkat ketersediaan (*availability rate*), efisiensi kinerja (*performance efficiency*), dan tingkat kualitas (*quality rate*) [4], [9]. Tahapan pertama dalam menentukan nilai OEE yaitu menghitung nilai *availability rate*. Nilai *availability* adalah nilai yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk operasi mesin. Availability diperoleh dari data *loading time* dan *downtime* mesin dengan rumus berikut.

$$Availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\% \quad (2)$$

Tahapan kedua adalah penentuan *performance efficiency*. Nilai *Performance* merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan mesin untuk menghasilkan produk. Penilaian *performance efficiency* data yang digunakan yaitu total produk, operating time, dan ideal cycle time, yang dihitung menggunakan rumus berikut.

$$performance = \frac{jumlah\ produk \times ideal\ cycle\ time}{operating\ time} \times 100\% \quad (3)$$

Tahapan ketiga yaitu *quality rate*. *Quality rate* adalah nilai kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Data yang digunakan dalam pengukuran nilai *quality rate* ini adalah jumlah produk dan produk yang sesuai standar, yang dihitung menggunakan rumus berikut.

$$quality\ rate = \frac{good\ product}{actual\ output} \times 100\% \quad (4)$$

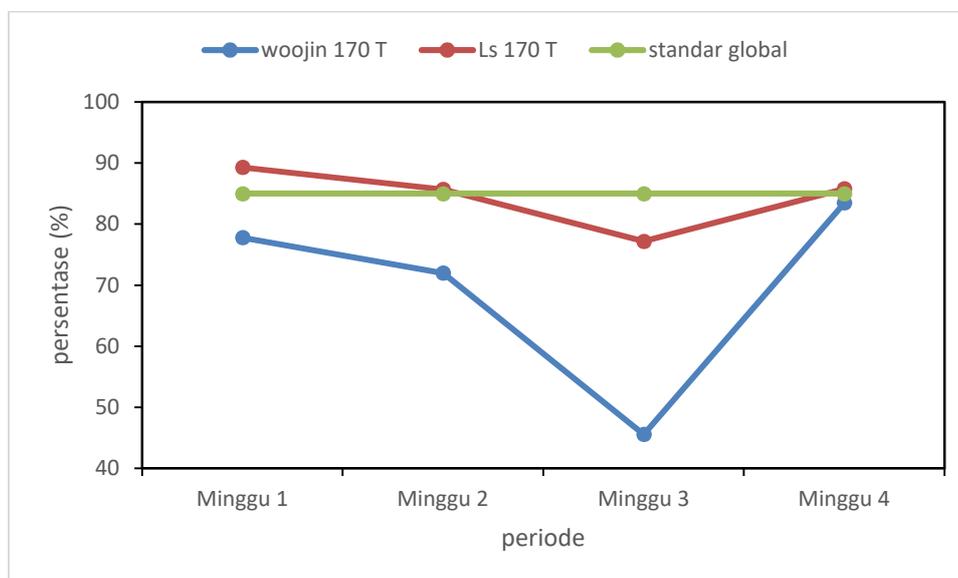
Berdasarkan perhitungan availability rate, performance efficiency dan quality rate diatas, selanjutnya adalah menentukan nilai OEE. Hasil perhitungan nilai OEE seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan nilai OEE mesin injeksi woojin 170 T dan Ls 170 T.

Mesin injeksi	Periode (minggu)	availability rate (%)	performance efficiency (%)	quality rate (%)	Nilai OEE(%)
Woojin 170 T	1	92,8	84,1	99,8	77,8
	2	94,4	76,5	99,7	72,0
	3	69,9	65,6	99,5	45,6
	4	87,1	96,1	99,8	83,5
Ls 170 T	1	90,6	98,7	99,9	89,3
	2	92,7	92,5	99,9	85,7
	3	92,3	83,7	99,9	77,2
	4	92,4	92,9	99,9	85,8

Tabel 3. Nilai rata-rata OEE mesin woojin 170 T dan Ls 170 T

Faktor OEE	Woojin 170 T	Ls 170 T	Standar JIPM[10], [11]
availability rate	86,05	92	90
performance efficiency	80,57	91,95	95
quality rate	99,7	99,9	99
OEE	69,72	84,5	85



Gambar 2. Grafik nilai OEE mesin woojin 170 T, Ls 170 T dan standar OEE global.

Berdasarkan hasil analisis data Tabel 2, diketahui bahwa nilai OEE mencapai nilai tertinggi pada minggu keempat, yaitu sebesar 83,5% dan mencapai nilai terendah pada minggu ketiga sebesar 45,6% untuk mesin injeksi Woojin 170 T. Sedangkan nilai OEE untuk mesin injeksi Ls 170 T tertinggi pada minggu pertama mencapai 89,3% dan terendah pada minggu ketiga, yaitu 77,2%. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai mesin yang memiliki efektivitas yang lebih optimal adalah mesin Ls 170 T dibandingkan dengan Woojin 170 T. Mesin woojin 170 T memiliki efektivitas yang rendah sehingga bisa mengakibatkan kerugian pada Perusahaan.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menggambarkan bahwa nilai OEE untuk mesin Woojin 170 T selalu berada dibawah standar OEE global setiap minggunya, sedangkan mesin Ls 170 T hanya berada dibawah standar pada minggu ketiga. Menurut Gupta dan Garg [12], target minimal nilai setiap faktor dan OEE secara umum dalam prakteknya di seluruh dunia yaitu 90% untuk *availability*, 95% untuk *performance*, 99,9% untuk *quality*, dan 85% untuk nilai OEE. Rata-rata nilai OEE untuk mesin Woojin 170 T adalah sebesar 69,72% yang masih berada di bawah standar global yaitu 85% (Tabel 3.). Di sisi lain, mesin LS 170 T mencapai nilai OEE sebesar 84,5%, mendekati nilai OEE global yang ditetapkan pada 85%.

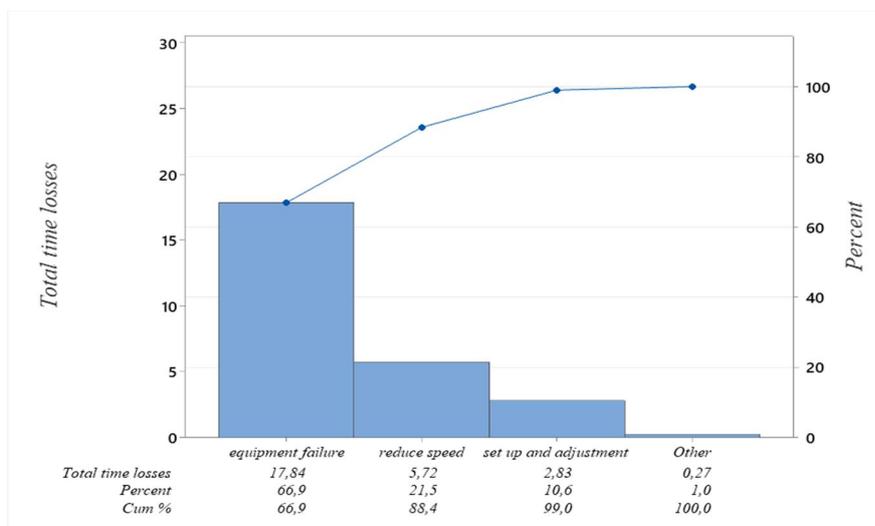
Adanya nilai OEE yang rendah pada mesin woojin 170 T disebabkan oleh *performance efficiency* dan *availability rate* yang masih berada di bawah standar yang telah ditetapkan, sebagaimana terlihat pada Tabel 3. Tingkat *availability rate* sangat dipengaruhi oleh nilai *operating time*. Nilai *availability* mesin woojin Ls 170 T minggu 3 yang rendah dikarenakan nilai *operating time* mesin woojin yang lebih rendah dibandingkan dengan *operating time* periode lainnya. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Malik dan Hamsal [13] bahwa faktor yang mempengaruhi nilai *availability* adalah faktor dari *operating time*. Nilai OEE woojin 170T tersebut masih belum mencapai nilai OEE yang ideal, yaitu 85%. Perbaikan nilai OEE pada setiap mesin woojin sangat perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin secara keseluruhan. Menurut Syaifudin et al.,[14] nilai OEE yang rendah pada salah satu mesin produksi akan menyebabkan nilai efektivitas yang rendah pada sistem produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, perbaikan nilai OEE terhadap mesin perlu dilakukan dengan mencari dan memperbaiki nilai tertinggi faktor *six big losses*.

Perhitungan Six Big Losses

Analisis terhadap *six big losses* bertujuan untuk mengetahui *losses* mana yang paling dominan dalam mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin. Berdasarkan perhitungan *total losses* pada mesin woojin 170 T (Gambar 3), didapatkan hasil bahwa kerugian yang paling dominan adalah disebabkan oleh *equipment failure* dengan persentase sebesar 66,9%, diikuti oleh *reduce speed* dengan persentase sebesar 21,5%. Kerugian terbesar yang berasal dari *equipment failure* menunjukkan adanya isu yang signifikan dalam hal perawatan dan pemeliharaan mesin. Sementara itu, *reduce speed* juga menjadi perhatian utama yang mungkin memerlukan perbaikan dalam hal efisiensi operasional mesin.

Menurut Nakajima [15], nilai *equipment failure* mencakup peralatan yang mengalami kerusakan yang yang memerlukan perbaikan bahkan pergantian. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya kerugian waktu selama proses perbaikan, yang kemudian dicatat sebagai *downtime* mesin. *Downtime* mesin yang semakin meningkat akan berdampak pada nilai *availability*. Pada

mesin injeksi Woojin 170 T, terdapat permasalahan terkait nilai Reduce speed. Nilai *reduce speed* menurut Nakajima [15] meliputi *ideal cycle time* dan *actual cycle time*.



Gambar 3. Diagram pareto six big losses mesin woojin 170 T

Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE dan usulan penyelesaiannya

Faktor-faktor yang memengaruhi rendahnya nilai OEE dapat dilihat melalui empat aspek, yaitu mesin, metode, material dan lingkungan.

- a. Mesin
Gangguan yang tiba-tiba pada mesin, seperti adanya kelonggaran pada cpu yang mengakibatkan mesin mati tiba-tiba sering terjadi dan hal ini harus memerlukan respons cepat oleh bagian tim maintenance.
- b. Metode
Proses *Set Up* mesin yang tidak memiliki standar menyebabkan waktu set up menjadi tidak terkendali, berpotensi mengakibatkan pemborosan waktu. Variasi produk yang tinggi pada mesin memerlukan pergantian mold dan setting parameter. Jam kerja mesin yang tidak optimal mengakibatkan nilai *performance rate* rendah.
- c. Material
Keterlambatan dalam pengiriman material ke area produksi menyebabkan *idle time* yang mengganggu produktivitas mesin.
- d. Lingkungan
Kondisi lingkungan yang bising dapat mengganggu konsentrasi operator, meningkatkan potensi kesalahan. Kondisi berdebu dapat mempengaruhi kebersihan mesin dan berpotensi menyebabkan kerusakan serta performa yang kurang optimal.

Setelah mengidentifikasi penyebab masalah dalam efektivitas mesin, berikut adalah usulan tindakan perbaikan.

- a. Mesin

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Implementasi jadwal *preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan) yang teratur untuk menghindari matinya mesin selama proses produksi. Hal ini akan memastikan bahwa pemeliharaan mesin dilakukan secara terjadwal dan terencana

b. Metode

- Penyediaan *Standard Operating Procedure* (SOP) mesin yang jelas dan mudah dipahami oleh operator. Hal ini bertujuan agar operator dapat mengoperasikan mesin tanpa kesulitan, mengurangi waktu Set Up, dan mendukung kelancaran proses produksi.
- Jika variasi produk yang tinggi terjadi, direkomendasikan pembersihan mesin setelah produksi selesai untuk memastikan kebersihan dan kesiapan mesin untuk produksi selanjutnya

c. Material

Penjadwalan pengiriman material dengan baik agar material tiba tepat waktu sebelum proses produksi dimulai. Ini akan mengurangi *idle time* yang disebabkan oleh keterlambatan dalam pasokan material.

d. Lingkungan

Melakukan pembersihan di sekitar area mesin untuk menjaga kebersihan dan mencegah masalah akibat debu atau kotoran. Pembersihan rutin akan mendukung kondisi lingkungan yang optimal untuk mesin.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan nilai efektivitas mesin dengan menggunakan metode OEE untuk mesin woojin 170 T rata-rata nilai OEE sebesar 69,72% mesin Ls 170 T sebesar 84,5%. Dalam rangka meningkatkan efektivitas mesin woojin 170 T, analisis menyeluruh terhadap faktor-faktor OEE telah mengidentifikasi hambatan utama di aspek mesin, metode, material, dan lingkungan. Usulan perbaikan melibatkan jadwal Preventive Maintenance untuk menjaga ketersediaan mesin, penyediaan SOP mesin untuk meningkatkan efisiensi set up, penjadwalan pengiriman material yang efisien, dan perbaikan lingkungan kerja melalui kegiatan pembersihan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Supriyadi and R. Riskiyadi, "Penjadwalan Produksi Iks-Filler pada Proses Ground Calcium Carbonate Menggunakan Metode Mps di Perusahaan Kertas," *SINERGI*, Vol. 20 No. 2, pp. 157, Jun. 2016, doi: 10.22441/sinergi.2016.2.010.
- [2] C. Casban and D. Dhimas, "Usulan Rancangan Tata Letak Gudang untuk Meminimalisir Reject Komponen Field Campaign Return pada Perusahaan Alat Berat di Jakarta," *JISI J. Integrasi Sist. Ind.*, Vol. 10 No. 2, pp. 47, Aug. 2023, doi: 10.24853/jisi.10.2.47-56.
- [3] M. Naderinejad and S. Tabatabaei, "Comparison of overall equipment effectiveness in continuous production line of isomax unit of Esfahan Oil Refining Company (EORC) with world class manufacturing," *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.*, Vol. 3 No. 6, pp. 466–482, 2011.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

- [4] A. E. Susetyo, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Menentukan Efektifitas Mesin Sonna Web," *Sci. Tech J. Ilmu Pengetah. Dan Teknol.*, Vol. 3 No. 2, pp. 93–102, Aug. 2017, doi: 10.30738/jst.v3i2.1622.
- [5] 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 PI1250 Di Pt Xzy," *JISI J. Integrasi Sist. Ind.*, Vol. 7 No. 2, pp. 123, Sep. 2020, doi: 10.24853/jisi.7.2.123-131.
- [6] A. Jiwantoro, B. D. Argo, and W. A. Nugroho, "Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive," Vol. 1 No. 2, 2013.
- [7] A. Mansur, R. Rayendra, and M. Mastur, "Performance Acceleration on Production Machines Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Approach," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, Vol. 105, pp. 012019, Jan. 2016, doi: 10.1088/1757-899X/105/1/012019.
- [8] L. U. Maknunah and F. Achmadi, "Penerapan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Mengevaluasi Kinerja Mesin-Mesin Di Stasiun Giling Pabrik Gula Krebet II Malang," *J. Teknol. Ind. Pertanian*, Vol 26 No 2, pp.189-198, 2016.
- [9] M. R. Rifaldi, "Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tandem 03 Di PT. Supernova Flexible Packaging," *J. Rekayasa Ind. JRI*, Vol. 2 No. 2, pp. 67–77, Oct. 2020, doi: 10.37631/jri.v2i2.180.
- [10] Sepfitrah, S. Pranoto, Y. Rizal, and Rinaldi, "Tinjauan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Produksi Kertas Terhadap Standar JIPM," *Aptek*, Vol. 14 No. 2, pp. 75–82, Jul. 2022, doi: 10.30606/aptek.v14i2.1112.
- [11] Y. Permana, J. Alhilman, and A. Pamoso, "Usulan Perancangan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Berbasis Excel pada Mesin Packaging Blizter untuk Memaksimalkan Total Productive Maintenance (TPM) di PT XYZ". *e-Proceeding of Engineering*, Vol 10 No 3, pp. 3040-3047, 2023.
- [12] Kumar, Jitendra, "OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study," *International Journal of Advance Technology in Engineering and Science*, Vol 4 (7), pp.165-170, 2016.
- [13] Nur Ainul Malik and Mohammad Hamsal (Pembimbing/Promotor), Eds., *Pengukuran kinerja operasional melalui implementasi total productive maintenance di PT XYZ*. Jakarta: Program Studi Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2013.
- [14] H. L. Syaifudin, O. Novareza, and R. Y. Efranto, "Pengukuran Performansi Sistem Produksi Menggunakan Overall Throughput Effectiveness (Ote)," *J Rekayasa Dan Manaj. Sist. Ind.*, Vol. 3 No. 3, pp. 475–484, 2015.
- [15] S. Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. in Preventative Maintenance Series. Productivity Press, 1988. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=XKc28H3JeUUC>