

Evaluasi Efektivitas Mesin Ripple Mill Melalui Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Gian Primula¹, Muhammad Ihsan Hamdy^{2*}

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim

Jl. HR. Soebrantas No.Km. 155, Simpang Baru, Panam, Riau 28293

Email: ihsanhamdy@gmail.com

ABSTRAK

PT Perkebunan Nusantara V (PTPN V), sebuah perusahaan milik negara di sektor perkebunan kelapa sawit, menggunakan beragam mesin dan peralatan yang terhubung secara terintegrasi di Tanah Putih. Proses produksi berlangsung secara berurutan antar mesin, dan kerusakan pada satu stasiun bisa menghambat seluruh produksi. Untuk mengukur efektivitas peralatan, PTPN V Tanah Putih menerapkan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), yang merupakan bagian dari Total Productive Maintenance (TPM). OEE membagi penilaian kinerja peralatan menjadi tiga aspek: Rasio Ketersediaan, Rasio Kinerja, dan Rasio Kualitas. PTPN V Tanah Putih telah mencapai standar internasional dalam nilai OEE. Untuk mempertahankan dan meningkatkan efektivitas mesin, perusahaan melakukan pemeliharaan dan perawatan yang rutin.

Kata kunci: *Availability Ratio Overall, Equipment Effectiveness (OEE), Performance Ratio, dan Quality Ratio.*

ABSTRACT

PT Perkebunan Nusantara V (PTPN V), a state-owned company in the palm oil plantation sector, uses a variety of machines and equipment that are connected in an integrated manner in Tanah Putih. The production process occurs sequentially between machines, and damage to one station can hamper the entire production. To measure equipment effectiveness, PTPN V Tanah Putih applies the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, which is part of Total Productive Maintenance (TPM). OEE divides equipment performance assessment into three aspects: Availability Ratio, Performance Ratio, and Quality Ratio. PTPN V Tanah Putih has achieved international standards in OEE values. To maintain and increase the effectiveness of the machine, the company carries out routine maintenance and upkeep.

Keywords: *Availability Ratio Overall, Equipment Effectiveness (OEE), Performance Ratio, and Quality Ratio..*

Pendahuluan

Dalam industri, kelancaran proses produksi sangat krusial karena keberlangsungan sebuah perusahaan sangat bergantung pada efisiensi dan efektivitas proses produksi tersebut. Aspek kunci untuk menjaga kelancaran ini adalah memastikan mesin produksi berfungsi dengan baik. Kinerja mesin sangat menentukan dalam operasional produksi, dan penting bahwa mesin yang digunakan berkualitas tinggi dan mampu menghasilkan produk yang memenuhi standar yang ditetapkan.

PT Perkebunan Nusantara V (PTPN V), sebuah perusahaan milik negara yang aktif dalam industri perkebunan kelapa sawit, termasuk unit usahanya di Tanah Putih, kabupaten Rokan Hilir, berfokus pada pengolahan sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO) dan Kernel. Proses ini melibatkan penggunaan berbagai mesin dan peralatan yang bekerja secara berurutan dan terintegrasi. Setiap tahap proses pengolahan yang selesai pada sebuah mesin akan langsung dilanjutkan pada mesin berikutnya, sehingga kerusakan pada salah satu stasiun dapat menyebabkan penghentian total proses produksi.

Ketika terjadi henti operasi pada mesin, proses produksi bisa terganggu. Oleh karena itu, analisis efektivitas mesin menjadi penting untuk meminimalkan keterlambatan. Metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas mesin adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). Studi ini dilaksanakan di stasiun kernel, khususnya pada kinerja mesin Ripple Mill. Metode OEE dipilih untuk analisis ini, dengan fokus pada pengukuran rasio ketersediaan (availability ratio), rasio kinerja (performance ratio), dan rasio kualitas (quality ratio).

Kegiatan perawatan, atau maintenance, ditujukan untuk memastikan bahwa sistem produksi terus berfungsi dengan baik, menghasilkan output yang diharapkan, dan beroperasi sesuai rencana. Inti dari maintenance adalah untuk memastikan aset fisik terus memenuhi kebutuhan penggunaannya. Terdapat korelasi langsung antara sistem perawatan dan sistem produksi: semakin tinggi kapasitas operasi sistem produksi, semakin intensif pula kegiatan perawatan yang diperlukan [1]. [2] menjelaskan bahwa pemeliharaan preventif merupakan tindakan pemeliharaan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan yang dapat diprediksi serta mengidentifikasi kondisi yang bisa mengakibatkan peralatan produksi tidak berfungsi. Pemeliharaan ini dilakukan secara terjadwal, berdasarkan waktu operasi mesin atau peralatan. Karakteristik dari kegiatan pemeliharaan preventif ini lebih mendalam dan serius dibandingkan dengan pemeliharaan rutin biasa. [3]–[7].

Corrective maintenance adalah proses perbaikan peralatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, yang mengakibatkan peralatan tersebut tidak beroperasi dengan efektif. Jika kebijakan ini dijalankan tanpa dukungan dari preventive maintenance, dapat menyebabkan gangguan dalam aktivitas produksi, terutama jika kerusakan pada fasilitas produksi terjadi secara mendadak [3].

Total Productive Maintenance (TPM) adalah sebuah pendekatan pemeliharaan yang melibatkan partisipasi semua karyawan dalam sebuah perusahaan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efektivitas sistem produksi melalui kolaborasi dan kegiatan pemeliharaan yang efisien [8]–[10]. Dalam TPM, semua anggota organisasi terlibat dan berfokus pada kegiatan terencana, termasuk penggunaan metode Overall Equipment Effectiveness sebagai salah satu strateginya [3], [12].

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan dalam Total Productive Maintenance (TPM) untuk memastikan peralatan berada dalam kondisi optimal, dengan mengeliminasi enam kerugian utama yang dapat terjadi pada peralatan [13]–[16]. Metode ini melibatkan penggunaan tiga rasio utama: rasio ketersediaan, rasio kinerja, dan rasio kualitas. OEE juga berfungsi sebagai alat pengukuran efektivitas penggunaan peralatan atau sistem, dilihat dari berbagai perspektif selama proses perhitungan [17], [6]. Dalam konteks Total Productive Maintenance (TPM), salah satu metode yang digunakan adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE biasanya diaplikasikan sebagai indikator kinerja mesin atau peralatan, yang dibagi menjadi tiga komponen utama: Ketersediaan (Availability), Kinerja (Performance), dan Kualitas (Quality) [19]–[22]. OEE adalah metrik yang mengukur efektivitas operasional suatu proses atau mesin. Tujuan dari pengukuran OEE adalah untuk menilai seberapa efektif dan efisien suatu mesin atau proses produksi dalam beroperasi [7].

Rasio Ketersediaan (Availability Ratio) mengukur seberapa efisien waktu digunakan untuk operasi mesin atau peralatan. Ini merupakan rasio antara waktu operasional nyata dan waktu yang diperlukan untuk persiapan. Parameter ini merefleksikan seberapa siap dan tersedianya peralatan untuk digunakan. Rasio ketersediaan yang rendah menunjukkan bahwa pemeliharaan peralatan tidak efektif. Untuk menghitung nilai Availability, diperlukan data mengenai waktu operasi (operation time), waktu pemuatan (loading time), dan waktu henti (downtime) [24].

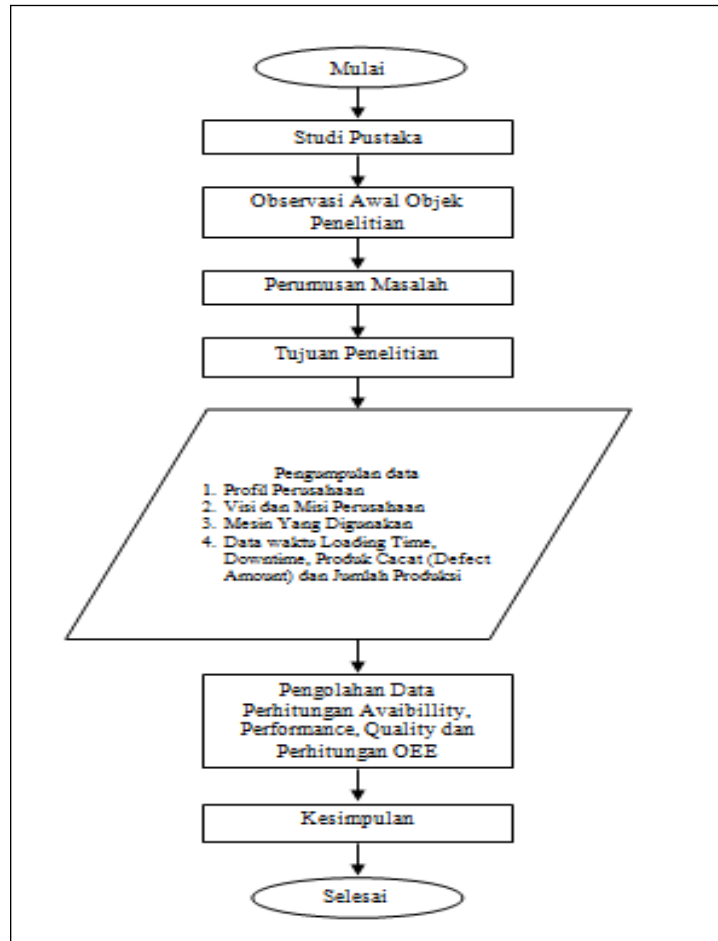
Rasio Kinerja (Performance Ratio) adalah perhitungan yang didasarkan pada jumlah produk yang dihasilkan, dikalikan dengan waktu siklus ideal, dibandingkan dengan waktu total yang tersedia untuk proses produksi (operation time). Waktu siklus ideal merujuk pada durasi proses yang bisa dicapai oleh mesin dalam kondisi optimal, tanpa adanya gangguan [9].

Rasio Kualitas (Quality Ratio) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa baik peralatan dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Cara menghitungnya adalah dengan mengurangi jumlah produk cacat dari total produksi, kemudian membagi hasilnya dengan jumlah produksi total, dan mengonversi nilai tersebut menjadi persentase. Ini menunjukkan proporsi produk berkualitas yang dihasilkan oleh peralatan [26].

Mesin Ripple Mill digunakan di stasiun nut & kernel untuk memecahkan nut sehingga mengalami perubahan fisik. Mesin ini ditenagai oleh motor listrik yang mengaktifkan Ripple Mill. Cara kerja mesin ini adalah dengan memecahkan nut melalui proses sentrifugal. Nut dimasukkan ke dalam rotor yang berputar cepat, di mana gaya sentrifugal yang dihasilkan menyebabkan nut terbawa oleh lempengan siku-siku pada rotor, kemudian dilemparkan ke dinding. Proses ini menyebabkan nut pecah dan kernel terpisah dari cangkangnya [17].

Metode Penelitian

Error! Reference source not found.: menunjukkan proses penelitian ini dimulai dari perumusan masalah hingga penarikan kesimpulan dan pengajuan saran berdasarkan temuan. Penelitian ini fokus pada pengendalian efektivitas mesin Ripple Mill, dengan data yang dikumpulkan dari bulan Juli 2022 hingga Desember 2022. Metode yang digunakan adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE). Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai nilai OEE pada mesin Ripple Mill dan membandingkannya dengan nilai OEE standar internasional di perusahaan yang sedang diteliti



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian memuat langkah-langkah yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian:

- 1 Studi pustaka
- 2 Observasi awal projek
- 3 Perumusan masalah
- 4 Tujuan penelitian
- 5 Pengumpulan data

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan mencakup informasi umum tentang perusahaan, termasuk profil perusahaan dan mesin yang digunakan. Selain itu, data yang dikumpulkan juga meliputi waktu Loading Time, Downtime, jumlah produk cacat (Defect Amount), dan total jumlah produksi

- 6 Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan perhitungan nilai *availability ratio* dengan menghitung nilai *loading time* dan *downtime*. Kemudian menghitung nilai *performance ratio*, perhitungan ini dilakukan dengan menghitung waktu siklus dan menghitung jumlah produksi. Selanjutnya yaitu perhitungan nilai *quality ratio*. Tahap terakhir pada pengolahan data yaitu dengan menghitung nilai *Overall Equipment*

Effectiveness (OEE) yang kemudian dilakukan perbandingan antara nilai OEE perusahaan dan nilai OEE standar Internasional.

7 Kesimpulan

Simpulan adalah ringkasan yang memadatkan pembahasan panjang menjadi bentuk yang lebih singkat, padat, dan jelas, memudahkan pemahaman isi pembahasan tersebut.

Hasil Dan Pembahasan

Berikut merupakan data yang diperlukan, diantaranya yaitu Data waktu *Loading Time*, *Downtime*, Produk Cacat (*Defect Amount*) dan Jumlah Produksi. Data-data yang diperlukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data-data Perhitungan Nilai OEE Mesin *Ripple Mill* 1

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Defect Amount</i>	Jumlah Produksi
Juli 2022	12.300	0	0	400.789 kg
Agustus 2022	13.800	240	0	451.881 kg
September 2022	18.000	10	0	475.438 kg
Oktober 2022	15.900	220	0	558.337 kg
November 2022	15.000	180	0	513.268 kg
Desember 2022	16.200	0	0	600.802 kg

Tabel 2. Data-data Perhitungan Nilai OEE Mesin *Ripple Mill* 2

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Defect Amount</i>	Jumlah Produksi
Juli 2022	15.120	0	0	400.789 kg
Agustus 2022	16.680	0	0	451.881 kg
September 2022	12.360	0	0	475.438 kg
Oktober 2022	15.300	410	0	558.337 kg
November 2022	14.880	180	0	513.268 kg
Desember 2022	17.160	5	0	600.802 kg

Berdasarkan tabel diatas, untuk memperoleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dilakukan dengan cara menentukan nilai sebagai berikut:

1 Menghitung nilai *Availability Ratio*

Adapun rumus perhitungan nilai *availability* yaitu sebagai berikut:

$$availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Berikut hasil dari perhitungan nilai *Availability Ratio*

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai *Availability Ratio* Mesin *Ripple Mill* 1

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Availability Ratio</i> (%)
Juli 2022	12.300	0	100%
Agustus 2022	13.800	240	99,26%
September 2022	18.000	10	99,94%
Oktober 2022	15.900	220	98,61%
November 2022	15.000	180	98,8%
Desember 2022	16.200	0	100%

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Availability Ratio Mesin Ripple Mill 2

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Availability Ratio (%)
Juli 2022	15.120	0	100%
Agustus 2022	16.680	0	100%
September 2022	12.360	0	100%
Oktober 2022	15.300	410	97,32%
November 2022	14.880	180	98,79%
Desember 2022	17.160	5	99.34%

Berdasarkan dari *availability ratio* pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *availability ratio* mesin *ripple mill* 1 dan mesin *ripple mill* 2 memiliki nilai rata-rata 99,43% dan 99,34%.

2 Menghitung nilai *Performance Ratio*

Dalam penilaian ini diperlukan data *operation time*, *ideal cycle time* dan *process amount*.

a. Perhitungan % jam kerja (*operation time*)

$$\%jam\ kerja = 1 - \frac{downtime}{operation\ time} \times 100\% \quad (2)$$

b. Perhitungan waktu siklus

$$waktu\ siklus = \frac{loading\ time}{hasil\ produksi} \quad (3)$$

c. Perhitungan waktu siklus ideal (*ideal cycle time*)

$$waktu\ siklus\ ideal = waktu\ siklus \times \%jam\ kerja \quad (4)$$

d. Perhitungan nilai *Performance Rasio*

$$performance\ ratio = \frac{proccesed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operation\ time} \times 100\% \quad (5)$$

Berikut hasil perhitungan *performance ratio*

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Performance Ratio Mesin Ripple Mill 1

Bulan	Jumlah Produksi	Ideal Cycle Time	Operation Time (menit)	Performance ratio
Juli 2022	400.789 kg	0,03068	12.300	99,96%
Agustus 2022	451.881 kg	0,02998	13.560	99,9%
September 2022	475.438 kg	0,03782	17.990	99,95%
Oktober 2022	558.337 kg	0,02806	15.680	99,91%
November 2022	513.268 kg	0,02886	14.820	99,95%
Desember 2022	600.802 kg	0,02696	16.200	99,99%
Total/Rata-rata	3.000.515 kg	0,18236	90.550	99,94%

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Performance Ratio Mesin Ripple Mill 2

Bulan	Jumlah Produksi	Ideal Cycle Time	Operation Time (menit)	Performance ratio
Juli 2022	400.789 kg	0,03772	15.120	99,98%
Agustus 2022	451.881 kg	0,03691	16.680	99,99%
September 2022	475.438 kg	0,02599	12.360	99,97%
Oktober 2022	558.337 kg	0,02664	14.890	99,89%
November 2022	513.268 kg	0,02863	14.700	99,96%
Desember 2022	600.802 kg	0,02855	17.155	99,98%
Total/Rata-rata	3.000.515 kg	0,18444	90.905	99,96%

Berdasarkan dari *performance ratio* pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *perfotmance ratio* mesin *ripple mill* 1 dan mesin *ripple mill* 2 memiliki nilai rata-rata 99,94% dan 99,96%.

3 Menghitung nilai *Quality Ratio*.

$$quality\ ratio = \frac{proccesed\ amount - defect\ amount}{proccesed\ amount} \times 100\% \quad (6)$$

Berikut hasil dari perhitungan *quality ratio*

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai qualitye Ratio Mesin Ripple Mill 1

Bulan	Jumlah Produksi	Defect Amount	Quality Ratio
Juli 2022	400.789 kg	0	100%
Agustus 2022	451.881 kg	0	100%
September 2022	475.438 kg	0	100%
Oktober 2022	558.337 kg	0	100%
November 2022	513.268 kg	0	100%
Desember 2022	600.802 kg	0	100%
Total/Rata-rata	3.000.515 kg	0	100%

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai qualitye Ratio Mesin Ripple Mill 2

Bulan	Jumlah Produksi	Defect Amount	Quality Ratio
Juli 2022	400.789 kg	0	100%
Agustus 2022	451.881 kg	0	100%
September 2022	475.438 kg	0	100%
Oktober 2022	558.337 kg	0	100%
November 2022	513.268 kg	0	100%
Desember 2022	600.802 kg	0	100%
Total/Rata-rata	3.000.515 kg	0	100%

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *quality ratio* pada mesin *ripple mill* 1 dan *ripple mill* 2 dihitung mulai dari bulan Juli – Desember 2022 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata keseluruhan adalah 100%, hal ini terjadi karena selama memproduksi, hasil produksi tidak memiliki produk cacat.

4 Menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Ripple Mill 1

Bulan	<i>Availability Ratio</i>	<i>Performance ratio</i>	<i>Quality Ratio</i>	OEE
Juli 2022	100%	99,96%	100%	99,96%
Agustus 2022	99,26%	99,9%	100%	99,16%
September 2022	99,94%	99,95%	100%	99,89%
Oktober 2022	98,61%	99,91%	100%	98,52%
November 2022	98,8%	99,95%	100%	98,75%
Desember 2022	100%	99,99%	100%	99,99%
Rata-rata	99,43%	99,94%	100%	99,37%

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Ripple Mill 2

Bulan	<i>Availability Ratio</i>	<i>Performance ratio</i>	<i>Quality Ratio</i>	OEE
Juli 2022	100%	99,98%	100%	99,98%
Agustus 2022	100%	99,99%	100%	99,99%
September 2022	100%	99,97%	100%	99,97%
Oktober 2022	97,32%	99,89%	100%	98,21%
November 2022	98,79%	99,96%	100%	98,75%
Desember 2022	99,97%	99,98%	100%	99,99%
Rata-rata	99,34%	99,96%	100%	99,31%

Berdasarkan dari nilai OEE pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai OEE mesin *ripple mill* 1 dan mesin *ripple mill* 2 memiliki nilai rata-rata 99,37% dan 99,31%.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa nilai OEE yang didapatkan dari mesin *Ripple Mill* 1 adalah 99,37% dan mesin *Ripple Mill* 2 adalah 99,31%, untuk perbandingan nilai OEE pada standar Internasional adalah 85% sehingga dapat diketahui bahwa nilai OEE pada *Ripple Mill* 1 dan *Ripple Mill* 2 mencapai nilai OEE standar Internasional, oleh sebab itu perusahaan harus melakukan perawatan dan pemeliharaan mesin agar menjaga dan meningkatkan efektifitas pada mesin

Daftar Pustaka

- [1] L.Haryono and A.Susanty, “Penerapan Total Productive Maintenance Dengan Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Penentuan Kebijakan Maintenance Pada Mesin Ring Frame Divisi Spinning I Di Pt Pisma Putra Textile,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 4,

- pp. 78–87, 2017.
- [2] Y.He, “Multi-phase preventive maintenance decision for single component of electric multiple unit considering flexible ordering of spare parts,” *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integr. Manuf. Syst. CIMS*, vol. 27, no. 6, pp. 1760–1767, 2021, doi: 10.13196/j.cims.2021.06.021.
- [3] G.Muhaemin and A. E.Nugraha, “Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ,” *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 9, pp. 205–219, 2022.
- [4] N.Calamaro, “Application of enhanced CPC for load identification, preventive maintenance and grid interpretation,” *Energies*, vol. 14, no. 11, 2021, doi: 10.3390/en14113275.
- [5] M.Memari, “Optimal preventive maintenance for reparable networks,” *Appl. Stoch. Model. Bus. Ind.*, vol. 37, no. 6, pp. 1017–1041, 2021, doi: 10.1002/asmb.2634.
- [6] H.Zhou, “Single-Machine Scheduling with Fixed Periodic Preventive Maintenance to Minimise the Total Weighted Completion Times,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/8891322.
- [7] K. S.Sultan, “Stochastic analysis of a priority standby system under preventive maintenance,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 9, 2021, doi: 10.3390/app11093861.
- [8] M. T.Gelaw, “Assessment of critical success factors, barriers and initiatives of total productive maintenance (TPM) in selected Ethiopian manufacturing industries,” *J. Qual. Maint. Eng.*, 2023, doi: 10.1108/JQME-11-2022-0073.
- [9] R. K.Singh, “Prioritizing success factors for implementing total productive maintenance (TPM),” *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 28, no. 4, pp. 810–830, 2022, doi: 10.1108/JQME-09-2020-0098.
- [10] U. K. Z.Zulkifly, “The adoption of total productive maintenance (Tpm) concept for maintenance procurement of green buildings in Malaysia,” *Int. J. Sustain. Constr. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 1, pp. 40–55, 2021, doi: 10.30880/ijscet.2021.12.01.005.
- [11] M. I.Rifky and A.Riyanto, “Overall Equipment Effectiveness Dan Fault Tree Analysis Di PT . XYZ,” pp. 31–39.
- [12] V. I.Lestari and J. A.Szs, “Ketel Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT . XYZ,” vol. 16, no. 02, pp. 36–47, 2021.
- [13] A. A.Mitsel, “Assessment of overall equipment effectiveness according to OEE methodology,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1889, no. 4. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1889/4/042002.
- [14] D. A.Kifta, “Analysis and Measurement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Values of the CNC Cutting Machine at PT. XYZ,” *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IEEM 2021*. pp. 953–958, 2021. doi: 10.1109/IEEM50564.2021.9672603.
- [15] P.Dobra, “Towards 100% Overall Equipment Effectiveness (OEE) at Semi-automatic Assembly Lines – Case Study,” *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, vol. 364. pp. 281–289, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-92604-5_25.
- [16] M. R. B. A.Masuri, “Assessment of piling machine operation performance using overall equipment effectiveness (oeo) during piling construction at universiti teknikal malaysia melaka,” *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. pp. 172–182, 2021. doi: 10.1007/978-981-15-7309-5_18.
- [17] K.Siregar and H.Rizkiansyah, “Analisis Efektivitas Mesin Ripple Mill Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) TALENTA Conference Series Analisis Efektivitas Mesin Ripple Mill Menggunakan Metode Overall,” vol. 5, no. 2, pp. 0–7, 2022, doi: 10.32734/ee.v5i2.1556.
- [18] I.Vol, “Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Bartack Bagian Sewing Line Karimun,” vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2021.
- [19] I.Doyer, “As easy as OEE: enabling productivity improvement in schools by using overall equipment effectiveness as framework for classroom data analysis,” *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 14, no. 5, pp. 1055–1074, 2023, doi: 10.1108/IJLSS-03-2022-0057.
- [20] S. D.Luo, “On the relationship between human factor and overall equipment effectiveness (OEE): An analysis through the adoption of analytic hierarchy process and ISO 22400,” *Int. J. Eng. Bus. Manag.*, vol. 15, 2023, doi: 10.1177/18479790231188548.
- [21] T.Haddad, “Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach,” *Manuf. Technol.*, vol. 21, no. 1, pp. 56–64, 2021, doi: 10.21062/mft.2021.006.
- [22] M.Yuan, “Online Overall Equipment Effectiveness (OEE) Improvement Using Data Analytics

- Techniques for CNC Machines,” *Intelligent Systems Reference Library*, vol. 202. pp. 201–228, 2021. doi: 10.1007/978-3-030-67270-6_8.
- [23] R.Ananda, T.Hernawati, andS. R.Sibuea, “Analisa Efektivitas Produksi Pada Stasiun Kernel Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Di PT . Varem Sawit Cemerlang,” *Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 2, 2022.
- [24] Y.Setiawannie andN.Marikena, “Pengukuran Efektivitas Mesin Bubut Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Measuring the Effectiveness of a Lathe Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method,” *Februari*, vol. 3, no. 1, pp. 2656–4300, 2022.
- [25] J.Optimalisasi, J. T.Industri, F.Teknik, andU. T.Umar, “Integrasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Screw Press Di PT . Beurata Subur,” vol. 4, pp. 97–107, 2018.
- [26] M. I.Hamdy andA.Azizi, “Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Ripple,” vol. 3, no. 1, pp. 53–58, 2017.