

Analisis Total Productive Maintenance (TPM) pada Mesin Ripple Mill di Stasiun Kernel

¹Sri Wahyu Nensi, ²Andry Setiawan

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta Pusat, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik ISTN, Jakarta Selatan, Indonesia 12640
e-mail: ¹ayuwahyu0203@gmail.com, ²andry_setiawan@istn.ac.id

Abstrak

PT.XYZ merupakan perusahaan industri kelapa sawit yang menggunakan tujuh mesin utama pada proses produksi Palm Kernel Oil (PKO), di mana mesin ripple mill tercatat mengalami waktu henti (downtime) dan kerusakan tertinggi yang menghentikan proses produksi kontinu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin ripple mill menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), mengidentifikasi faktor dominan Six Big Losses, serta merumuskan usulan perbaikan berdasarkan kerangka kerja Total Productive Maintenance (TPM). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan data historis tahun 2025, kemudian dianalisis menggunakan perhitungan OEE, Six Big Losses, diagram Pareto, serta diagram Fishbone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE mesin ripple mill sebesar 54% dengan faktor kerugian paling dominan adalah Set-up and Adjustment Losses sebesar 24%. Usulan perbaikan yang direkomendasikan mencakup penerapan 8 pilar TPM, yang meliputi penyusunan SOP pengaturan dan pembersihan mesin, lembar kerja operator, preventive maintenance, pelatihan operator, peningkatan pengawasan K3, serta evaluasi berkala guna meningkatkan efektivitas mesin.

Kata kunci: Industri kelapa sawit, OEE, Ripple Mill, Six Big Losses, Total Productive Maintenance.

Abstract

PT.XYZ is a palm oil company utilizing seven main machines in its Palm Kernel Oil (PKO) production process, where the ripple mill machine experienced the highest downtime and breakdowns, halting continuous production. This study aims to determine the effectiveness level of the ripple mill machine using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, identify dominant Six Big Losses factors, and formulate improvement proposals based on the Total Productive Maintenance (TPM) framework. Data were collected through observation, interviews, and 2025 historical records, then analyzed using OEE calculations, Six Big Losses, Pareto diagrams, and Fishbone diagrams. The results show that the OEE value of the ripple mill machine is 54%, with the most dominant loss factor being Set-up and Adjustment Losses at 24%. The recommended improvements encompass the implementation of the 8 Pillars of TPM, including setup and cleaning SOPs, operator worksheets, preventive maintenance, operator training, enhanced OHS supervision, and regular evaluations to improve machine effectiveness.

Keywords: Palm oil industry, OEE, Ripple Mill, Six Big Losses, Total Productive Maintenance.

1. Pendahuluan

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di industri kelapa sawit, memproduksi CPO (*Crude Palm Oil*) yang dapat digunakan sebagai bahan baku kosmetik, produk pembersih, serta bahan baku biofuel dan biodiesel. Perusahaan ini juga memproduksi inti sawit (*palm kernel*), yang dapat diolah lebih lanjut menjadi PKO (*Palm Kernel Oil*) untuk digunakan sebagai bahan pangan maupun bahan non-pangan (oleokimia). Proses produksi CPO meliputi tahapan berikut: penerimaan buah menggunakan timbangan dan sistem hidrolik, perebusan buah menggunakan mesin sterilisasi (*sterilizer*), pemindahan buah rebus menggunakan mesin *tipper*, pemisahan tandan dan buah menggunakan mesin penebah (*thresher*), pemisahan minyak, serat, dan biji menggunakan mesin pres (*press*), serta klarifikasi menggunakan mesin penyaring getar (*vibrating screen*).

Sementara itu, proses produksi inti sawit melibatkan pemecahan biji menggunakan mesin *ripple mill* dan pengeringan inti sawit menggunakan mesin kernel silo. Sebanyak 7 mesin digunakan dalam proses produksi inti sawit mulai dari tahap penerimaan. Operasional berkelanjutan pada stasiun-stasiun krusial ini sering kali menghadapi tantangan terkait efektivitas peralatan dan waktu henti (*downtime*) yang tidak terencana (Saleh et al., 2025).

Selama proses produksi dari bulan Januari hingga Desember 2025, terjadi waktu henti dan kerusakan pada mesin-mesin yang digunakan. Ketidakefisienan semacam ini umum terjadi di pabrik kelapa sawit, di mana pemeliharaan reaktif dan respons yang terlambat terhadap kerusakan sering kali menyebabkan gangguan operasional yang signifikan (Saleh et al., 2025). Kondisi downtime dan kerusakan mesin juga menjadi faktor penting dalam penilaian efektivitas peralatan produksi, karena rendahnya availability akan secara langsung memengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (A. Setiawan et al., 2025). Berikut adalah data rata-rata waktu henti dan kerusakan untuk setiap mesin.

Tabel 1.

Data mengenai waktu henti dan kerusakan mesin produksi pada tahun 2025

Nama Mesin	Waktu Henti (Menit)	Waktu berhenti (Menit)
Mesin penimbang	0	0
Mesin sterilisasi	95,00	12,42
Mesin tippler	41,25	1,58
Mesin penebah	0	0
Mesin kempa (press)	105,42	21,33
Mesin pengurai serat (fibrator)	20,83	0
Mesin Ripple Mill	2017,75	561,25
Mesin silo kernel	16,67	0,08

Sumber: PT. XYZ

Tabel 1 menunjukkan bahwa waktu henti (*downtime*) dan kerusakan mesin (*breakdown*) paling sering terjadi pada mesin *ripple mill*. Hal ini menyebabkan kegiatan produksi inti sawit (kernel) terhenti karena proses produksinya bersifat kontinu. Gangguan pada proses produksi tersebut menyebabkan inti sawit menjadi berjamur. Kondisi ini mengakibatkan penurunan kualitas produksi yang berujung pada pengenaan denda oleh konsumen (Afrah et al., 2024). Selama ini, perusahaan melakukan perbaikan dengan mengganti suku cadang yang rusak. Langkah ini memaksa perusahaan menanggung biaya tak terduga akibat penggantian suku cadang secara mendadak, namun upaya tersebut belum membuahkan perbaikan yang berarti. Untuk mengurangi *downtime* serta kerusakan mesin dan mencegah gangguan pada proses produksi, perlu dilakukan perhitungan OEE guna menentukan apakah perbaikan diperlukan serta mengidentifikasi penyebab terjadinya *downtime* dan kerusakan tersebut (Nurfadi & Andesta, 2025). Permasalahan ini kemudian dapat

ditangani melalui perbaikan yang diterapkan dalam kerangka kerja TPM (*Total Productive Maintenance*) (Primula & Hamdy, 2023).

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk menghilangkan berbagai kerugian proses yang disebabkan oleh waktu henti (*downtime*), kinerja yang buruk, atau kualitas yang rendah. Metrik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) digunakan untuk menjaga peralatan dalam kondisi ideal dengan menghilangkan *Six Big Losses* (enam kerugian utama) pada peralatan (Afrah et al., 2024).

Objek penelitian ini adalah Mesin *Ripple Mill* milik PT.XYZ. Tahapan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data melalui data historis, wawancara, dan observasi lapangan.
- b. Pengolahan data:
 - 1) Menghitung *Availability Ratio*, *Performance Efficiency*, *Quality Rate*, dan OEE. (Setyawan et al., 2021)
 - 2) Menghitung *Six Big Losses*. (Setyawan et al., 2021)
 - 3) Membuat diagram Pareto. (Irfanto, 2022)
 - 4) Melakukan wawancara dan analisis 5W+1H.
 - 5) Analisis *Fishbone*. (Page et al., 2022)
 - 6) Merancang usulan penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*). (L. Setiawan, 2021)

3. Hasil dan Pembahasan

- 1) Rasio Ketersediaan (Perhitungan lengkap terlampir)
 - a. Waktu pemuatan (*loading time*)
 Perhitungan waktu pemuatan bulan Januari
 Waktu Pemuatan = Waktu tersedia – waktu henti terencana
 = 9.780 Menit – 1.500 Menit
 = 8.280 Menit
 - b. *Total downtime*

Perhitungan total downtime

Januari : *Schedule shutdown + Set up sparepart + Machine washing + Machine break = Downtime total*

Januari : 0 + 375 + 150 + 15 = 540 menit

c. *Availability ratio*

January *availability ratio* calculation

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= (\text{Loading Time}) / (\text{Operation Time}) \times 100\% \\ &= (8280 \text{ Menit} / 7740 \text{ Menit}) \times 100\% \\ &= 93\% \end{aligned}$$

Total *availability ratio* Januari – Desember = 74%.

2) *Performance efficiency* (Perhitungan lengkap terlampir)

a. *Percentage of Working Hours*

$$\begin{aligned} \% \text{ Jam kerja} &= 1 - (\text{Total Delay}) / (\text{Available time}) \times 100\% \\ &= 1 - (2165/9789) \times 100\% \\ &= 78\% \end{aligned}$$

b. *Cycle time*

$$\begin{aligned} \text{Januari} &= \text{Loading time} / \text{Kernel production} \\ &= 8280 \text{ Menit} / 24332,55081 \text{ Kg} \\ &= 0,3402 \text{ Menit/kg} \end{aligned}$$

c. *Ideal cycle time*

$$\begin{aligned} \text{Januari} &= \text{cycle time} \times \% \text{ work hours} \\ &= 0.340 \text{ Menit/Kg} \times 78\% \\ &= 0.264 \text{ Menit/Kg} \end{aligned}$$

d. *Performance Efficiency*

$$\begin{aligned} \text{Januari} &= (\text{Kernel} \times \text{ideal cycle time}) / (\text{Operation time}) \times 100\% \\ &= (22792,67753 \text{ Kg} \times 0.264955995 \text{ Kg}) / (7740 \text{ Menit}) \times 100\% \\ &= 78\% \end{aligned}$$

Rata-rata *performance efficiency* Januari – Desember = 78%. (Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran No.7)

3) *Quality rate* (Perhitungan lengkap terlampir)

$$\begin{aligned} \text{Januari} &= (\text{Kernel} \times \text{Defect}) / \text{Kernel} \times 100\% \\ &= (2792.67 \text{ kg} \times 1539.87 \text{ kg}) / (22792.67 \text{ Kg}) \times 100\% \\ &= 93\% \end{aligned}$$

Rata-rata *quality rate* Januari – Desember = 94%. (Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran No.8)

4) OEE (*Overall equipment Effectiveness*) (Perhitungan lengkap terlampir)

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability rate} \times \\ &\quad \text{Performance efficiency} \times \\ &\quad \text{Rate of Quality Product} \\ &= 74\% \times 78\% \times 94\% \\ &= 54\% \end{aligned}$$

5) Perbandingan OEE PT.XYZ dan OEE standar internasional.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan sebelumnya menggunakan data dari PT.XYZ maka perbandingan hasil nilai OEE tiap faktor dengan standar internasional yang ada terlampir sebagai berikut:

Tabel 2.
Perbandingan OEE

Faktor OEE	Standar Internasional	OEE PT.XYZ	Tindakan
Avaibility	90%	74%	Improve
Performan	95%	78%	Improve
ce Quality	99%	94%	Improve
OEE	85%	54%	Improve

(Sumber: Hasil perhitungan)

6) *Big losses calculations* (Perhitungan lengkap terlampir)

a. *Equipment failure*

$$\begin{aligned} \text{January:} \\ \text{Equipment Failure} &= \frac{\text{Breakdown total}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{15}{8280} \times 100\% \\ &= 0.2\% \end{aligned}$$

b. *Set-Up Adjustment Losses*

$$\begin{aligned} \text{January:} \\ &= \frac{(\text{Schedule time} + \text{set up} + \text{Warm up time})}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{(0 + 375 + 124) \text{ Menit}}{8280 \text{ Menit}} \\ &= 6\% \end{aligned}$$

c. *Idling and Minor Stoppage*

$$\begin{aligned} \text{January:} \\ &= \frac{\text{Washing machine/ loading time}}{\text{loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{150 \text{ Menit}}{8280 \text{ Menit}} \times 100\% \\ &= 1.8\% \end{aligned}$$

d. *Reduced Speed Losses*

$$\begin{aligned} \text{January:} \\ &= \frac{\text{Opr time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Kernel})}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{7740 \text{ Menit} - (0.264 \times 22792.67)}{8280} \times 100\% \\ &= 21\% \end{aligned}$$

e. *Scrap losses:*

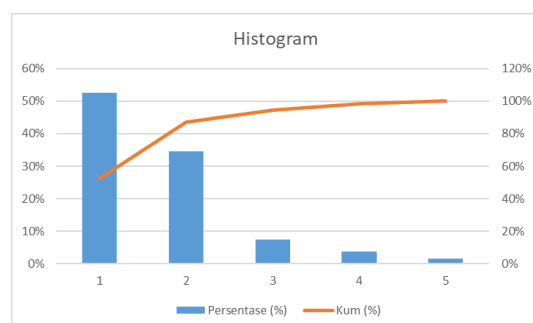
$$\begin{aligned} \text{January:} \\ &= \frac{(\text{Ideal cycle time} \times \text{scrap})}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0.264 \times 1539.873)}{8280} \times 100\% \\ &= 4.93\% \end{aligned}$$

7) Dampak dari *six big losses*

Tabel 3.
Dampak dari six big losses

Big losses	Time losses	Persentase	Kum
Set-up and adjusment	23218	52%	52%
Reduced speed lossess	15333,66	35%	87%
Yield / scrap losses	3251,86	7%	94%
Idling and min stoppages	1710	4%	98%
Breakdown losses	735	2%	100
44248,52			

(Sumber:Hasil perhitungan)



Gambar 1. Histogram

8) 5W + 1H (Gambar terlampir)

9) Analisis *fishbone* (Gambar terlampir)

10) *Total Productive Maintenance* (TPM)

- a. Kaizen (Suárez-Barraza et al., 2021)
Kondisi buah memiliki karakteristik yang beragam, sehingga pengelompokan karakteristik buah perlu dilakukan sebelum proses pengolahan. Selama ini, operator melakukan pengaturan mesin berdasarkan intuisi pribadi; oleh karena itu, diperlukan perbaikan melalui penyusunan SOP pengaturan mesin demi menjamin konsistensi. Berikut adalah SOP pengaturan mesin dan LKH operator:

Tabel 4.
SOP Set-Up

STANDAR OPERASIONAL SET-UP DAN ADJUSMENT MESIN RIPPLE MILL	
A	Tujuan Untuk menjelaskan bagaimana cara set-up dan adjusment mesin ripple mill agar terjadi keselarasan antara operator yang bertugas
B	Peralatan dan bahan Mesin ripple mill, lembar kerja, pensil
C	Penanggung Jawab/Pelaksana
1	Menyalakan mesin ripple mill 3 menit sebelum melakukan produksi.



- 2 Mengatur efisiensi mesin sesuai laporan operator pemilahan mengenai karakteristik bahan baku yang akan diolah



- 3 Selama melakukan proses produksi operator bekerja sama oleh pihak laboratorium untuk melakukan pemeriksaan kualitas hasil produksi secara berkala dalam kurun waktu 2 jam sekali



- 4 Melakukan evaluasi dengan memperhatikan laporan kualitas yang telah dibuat dari pihak laboratorium. Evaluasi dapat berupa perubahan efisiensi mesin ripple mill dengan ketentuan sebagai berikut:
- Buah/Nut dengan karakteristik cangkang tebal (Dura): Jika hasil pemeriksaan menunjukkan losses dengan nilai $>7\%$ maka efisiensi mesin harus diturunkan, jika losses menunjukkan nilai $\leq 7\%$ maka efisiensi mesin harus dipertahankan.
 - Buah/Nut dengan karakteristik cangkang tipis (Tinera): Jika hasil pemeriksaan menunjukkan losses dengan nilai $>7\%$ maka efisiensi mesin harus ditingkatkan, jika losses menunjukkan $\leq 7\%$ maka efisiensi mesin harus dipertahankan.
- 5 Mencatat seluruh perubahan efisiensi mesin dan juga karakteristik bahan baku yang diolah dalam sebuah lembar kerja untuk memudahkan proses analisis jika terjadi kesalahan atau hasil produksi yang kurang maksimal.

Tabel 5.
LKH Operator

Lembar kerja harian Operator mesin ripple mill					
Nama Operator :					
N o	Hari/ tgl	Jen is bu ah	Efisie nsi awal	Evaluasi efisiensi mesin	
				1	2 3 4
				1	
				2	
				3	
				d	
				st	

- b. Autonomous maintenance (Villa et al., 2021)
Tidak ada lembar kerja terkait pembersihan mesin yang digunakan oleh perusahaan, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan menggunakan lembar kerja berikut:

Tabel 6.

LKS Pembersihan mesin

Lembar kerja pembersihan mesin <i>ripple mill</i>			
No	Tgl/Hari	Alat	Waktu
1			
2			
dst			

c. *Planned maintenance/preventive maintenance* (Weidner, 2023)

Pabrik tersebut menerapkan metode *breakdown maintenance* (perbaikan setelah kerusakan terjadi) untuk memperbaiki mesin yang rusak. Hal ini mengakibatkan timbulnya biaya tak terduga serta tidak adanya lembar pemeriksaan untuk mesin *ripple mill*. Kondisi ini perlu diperbaiki dengan menerapkan pemeliharaan terencana yang disertai dengan SOP dan lembar pemeriksaan berikut:

Tabel 7.

SOP Preventive maintenance

STANDAR OPERASIONAL PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN RIPPLE MILL

A Tujuan

Untuk menjelaskan bagaimana *preventive maintenance* yang harus dilakukan oleh bagian *maintenance* pada mesin *ripple mill* untuk menghindari kerusakan secara tiba-tiba

B Peralatan dan bahan

Mesin *ripple mill*, lembar kerja, pensil

C Penanggung jawab/pelaksana

Bagian *Maintenance*

D Prosedur pelaksanaan

1. Melakukan pemeriksaan kondisi mesin secara berkala 30 menit sebelum dilakukan proses produksi.
2. Melakukan pembersihan mesin sebelum proses produksi untuk memastikan tidak terdapat benda asing yang dapat mengganggu proses berjalannya produksi
3. Memberikan pelumasan terhadap beberapa komponen yang berpotensi mengalami keausan pada saat proses produksi
4. Melakukan pencucian mesin 1x/minggu
5. Melakukan pemeriksaan kondisi mesin secara berkala setelah proses produksi

6. Melakukan pencatatan untuk laporan perawatan agar dapat dievaluasi oleh bagian *maintenance* dihari selanjutnya

Tabel 8.

LKH pemeriksaan mesin

Lembar pemeriksaan mesin *ripple mill*

Nama:

Jabatan:

N o	Hari/ Tgl	Kond isi awal	Kond isi Akhi r	Kompo nen yang mengal ami pergant ian	Ke t.
--------	--------------	---------------------	--------------------------	---	----------

1

2

Ds

t.

d. Pemeliharaan peralatan tahap awal (Patel, 2021)

Bantalan (*bearing*) dan *rotary feeder* rentan mengalami kerusakan, sehingga komponen mesin terkait perlu dilumasi secara berkala.

e. Pemeliharaan kualitas

Tingkat kualitas berada di bawah standar internasional; oleh karena itu, perbaikan perlu dilakukan dengan mengurangi jumlah produk gagal (*scrap*) serta mempertimbangkan faktor-faktor penyebab tingginya tingkat produk gagal tersebut.

f. Pelatihan dan pendidikan (Saah, 2022)

Kurangnya keterampilan pekerja mengharuskan adanya peningkatan kompetensi melalui pelatihan atau pendidikan dari perusahaan terkait mesin yang menjadi tanggung jawab mereka.

g. Keselamatan, kesehatan, dan lingkungan

Pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) saat menjalankan tugas di lingkungan pabrik; oleh karena itu, perbaikan perlu dilakukan dengan menekankan penggunaan APD di

lingkungan pabrik, sebagaimana tercantum dalam SOP berikut:

Tabel 9.
SOP APD

STANDAR OPERASIONAL APD	
A	Tujuan Untuk menjelaskan bagaimana penggunaan APD yang harus ditaati oleh para pekerja dalam menunjang keselamatan kerja.
B	Peralatan dan bahan APD (Masker, kacamata pelindung, sarung tangan, helm, sepatu <i>safety</i> , dll)
C	Penanggung jawab/pelaksana Seluruh pekerja
D	Prosedur pelaksanaan 1. Menggunakan helm dan sepatu <i>safety</i> serta masker jika berada dilingkungan pabrik. 2. Menggunakan APD sebagaimana yang disebutkan pada poin 1 beserta sarung tangan, kacamata pelindung dalam melakukan kegiatan las, bubut dan kegiatan <i>maintenance</i> lainnya.

h. Office TPM

Perlu dilakukan perbaikan pada aspek administrasi perusahaan. Nilai OEE di PT. XYZ adalah 54%, dengan rincian *Availability Ratio* sebesar 74%, *Performance Efficiency* sebesar 78%, dan *Quality Rate* sebesar 94%. Faktor *Six Big Losses* yang paling dominan adalah *Set-up and Adjustment*, dengan kontribusi sebesar 24%. Berdasarkan permasalahan yang ada serta hasil pengolahan data dan *brainstorming*, peneliti mengusulkan perbaikan melalui penerapan TPM (*Total Productive Maintenance*), yang mencakup 8 pilar TPM, yaitu: *Kaizen, Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, Early Equipment Maintenance, Quality Maintenance, Training and Education, Safety, Health and Environment*, serta *Office TPM*.

4. Kesimpulan

Nilai OEE mesin *ripple mill* adalah 54%. Penyebab *downtime* dan kerusakan mesin meliputi: waktu pengaturan (*set-up*) dan penyesuaian yang lama; kondisi material dengan karakteristik yang beragam sehingga memerlukan penyesuaian

selama proses produksi; serta metode pemeliharaan yang dominan diterapkan perusahaan, yaitu *breakdown maintenance* (pemeliharaan saat terjadi kerusakan). Hal ini mengakibatkan kegagalan mesin yang tidak dapat diprediksi. Usulan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) di PT. XYZ, yang dibagi ke dalam 8 pilar TPM, adalah sebagai berikut: lembar kerja operator *ripple mill*; SOP pengaturan dan penyesuaian mesin *ripple mill*; lembar kerja pembersihan mesin; SOP pemeliharaan preventif; lembar kerja pemeliharaan; upaya meminimalkan jumlah produk sisa (*scrap*); edukasi melalui pelatihan bagi setiap operator pabrik; SOP penggunaan APD; serta peningkatan pengawasan dan evaluasi dalam proses penerapan TPM di perusahaan.

Daftar Pustaka

Afrah, B. D., Riady, M. I., Payomthip, P., Ramadhanty, R. V., Rizki, F., & Alfayyadh, M. L. (2024). *Journal of Engineering and Technological Sciences Analysis of Liquid Smoke Grade Characteristics from Coconut Shells and Palm Kernel Shell Waste Through a Slow Pyrolysis Process Research Paper*. 56(4), 545–558. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2024.56.4.10>

Irfanto, R. (2022). *THE ANALYSIS CAUSE OF CASTING REPAIR WORK WITH*. 18(April), 106–117. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i1.4485>

Nurfadi, M. R., & Andesta, D. (2025). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. 9(4), 2018–2029.

Page, A., Sakdiyah, S. H., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). *Journal of Applied Business , Taxation and Economics Research (JABTER) Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram : Company Management Decision Making*. 1(6), 566–576. <https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>

Patel, J. K. (2021). The importance of equipment maintenance forecasting. *Int. J. Mech. Eng*, 8(5), 7–11.

Primula, G., & Hamdy, M. I. (2023).

- Evaluasi Efektivitas Mesin Ripple Mill Melalui Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE).* 2(4), 301–309. 12037.
- Saah, P. (2022).** The impact of education and training on the success of small and medium-sized enterprises. *International Journal of Innovation in Management, Economics and Social Sciences*, 2(3), 32–46.
- Saleh, N., Rohani, J. M., Rawaida, N., & Burhani, A. (2025).** *System of Predictive Maintenance in Palm Oil Mill.* 461–474.
<https://doi.org/10.46254/AP06.20250115>
- Setiawan, A., Aprilia, D. N., & Nelfiyanti, N. (2025).** Implementation of OEE as a Strategy to Increase Kanzaki Shaving Machine Productivity in the Context of the Industrial Revolution 4.0. *International Conference on Engineering, Construction, Renewable Energy, and Advanced Materials*, 1–12.
- Setiawan, L. (2021).** *Literature Review of the Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in various Industries in Indonesia.* 2(1), 16–34.
- Setyawan, W., Sutoni, A., & Munandar, T. (2021).** Calculation and Analysis of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method and Six Big Losses toward the Production of Corter Manachines in Oni Jaya Motor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 12162.
- Suárez-Barraza, M. F., Miguel-Dávila, J. A., & Morales-Contreras, M. F. (2021).** Application of Kaizen-Kata methodology to improve operational problem processes. A case study in a service organization. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(1), 29–44.
- Villa, D. S., Valencia, S. G., & Urrea, Y. P. A. (2021).** Implementation of autonomous maintenance to pneumatic tools in an assembly line. *Revista Cintex*, 26(2), 14–21.
- Weidner, T. J. (2023).** Planned maintenance vs Unplanned maintenance and facility costs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1176(1),