ANALISIS KERUSAKAN *BEARING MAIN SHAFT* PADA MESIN *SCREW PRESS* MSB 15 DENGAN METODE *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DI PABRIK KELAPA SAWIT PT. XYZ

(Analysis of Main Shaft Bearing Damage on The MSB 15 Screw Press Machine Using The Total Productive Maintenance (TPM) Methode At The Palm Oil Factory PT.XYZ)

Nina Hairiyah[1], Imron Musthofa[2], Aminah[1]

[1] Program Studi Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut,
[2]Program Studi Teknologi Otomotif, Jurusan Rekayasa dan Industri, Politeknik Negeri Tanah Laut
Email: ninahairiyah@politala.ac.id

ABSTRAK

Salah satu perusahaan kelapa sawit yang memproduksi CPO dan kernel di Kalimantan Selatan adalah PT. XYZ. Material yang sering mengalami kerusakan pada proses produksi kelapa sawit di PT. XYZ adalah *bearing main shaft* pada mesin *screw press* MSB 15 yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas CPO dan kernel yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan penyebab kerusakan *bearing main shaft* pada mesin *screw press* MSB 15 dengan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) menggunakan informasi dan pengetahuan mengenai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), TPM, dan jam kerja mesin yang ada di stasiun *press*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa OEE pada mesin *press* di PT. XYZ berada di bawah standar, yaitu dengan nilai *availability* 77% yang seharusnya 90%. Nilai *performance rate* dan *quality rate* yaitu 89,57% dan 100%. Secara keseluruhan nilai OEE masih berada pada angka 68,5% masih dibawah standar yaitu 85%, yang artinya produksi yang dilakukan masih dinilai wajar namun perlu banyak perbaikan yang dilakukan. Hasil analisis yang dilakukan penyebab kerusakan *bearing main shaft screw press* MSB 15 stasiun *press* PT. XYZ adalah faktor *engine error*, *human error*, dan material.
Kata kunci-mesin press; overall equipment effectiveness (OEE); pabrik kelapa sawit; total productive maintenance (TPM)

ABSTRACT

One of the palm oil companies that produces CPO and kernels in South Kalimantan is PT. XYZ. Materials that are often damaged in the palm oil production process at PT. XYZ is the main shaft bearing on the MSB 15 screw press machine which affects the quality and quantity of CPO and kernels produced. This research aims to find out the cause of damage to the main shaft bearing on the MSB 15 screw press machine using the Total Productive Maintenance (TPM) method using information and knowledge regarding Overall Equipment Effectiveness (OEE), TPM, and machine working hours at the press station. The research results show that OEE on the press machine at PT. XYZ is below standard, namely with an availability value of 77% which should be 90%. The performance rate and quality rate values are 89.57% and 100%. Overall, the OEE value is still at 68.5%, still below the standard of 85%, which means that the production carried out is still considered reasonable but many improvements need to be made. The results of the analysis carried out caused damage to the main shaft bearing of the screw press MSB 15 press station PT. XYZ is the engine error, human error and material factors.
Keywords-*press machine; overall equipment effectiveness (OEE)*; *palm oil factory*; *total productive maintenance (TPM)*

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *crude palm oil* (CPO) dan kernel. Pengolahan CPO terdiri dari stasiun utama (penerimaan buah, *loading ramp*, *strerilizer*, *threser*, stasiun *digester*, *press*, dan klarifikasi) dan stasiun penunjang (*workshop*, *boiler*, *laboratorium*, *water treatment plant*, dan stasiun pengolahan limbah) (John et al., 2019). Sedangkan pengolahan kernel terdiri dari stasiun *nut kernel* dan stasiun *kernel crushing plant* (KCP) (Hairiyah et al., 2019). Dalam proses

produksi pengolahan kelapa sawit di PT. XYZ, frekuensi kerusakan mesin-mesin yang ada di stasiun *press* cukup tinggi, sehingga menyebabkan target produk tidak terpenuhi karena produksi terhenti tanpa batas waktu.

Bagian mesin yang paling rawan rusak adalah *bearing main shaft* pada mesin *screw press* MSB 15 di stasiun *press.* Terjadinya kerusakan pada stasiun *press* mengakibatkan produksi akan terhambat karena jumlah mesin yang digunakan berkurang. Mesin *press* di PT. XYZ berjumlah 3 (tiga) unit dengan kapasitas produksi yang sama yaitu 15 ton/jam. Mesin *press* adalah mesin yang berperan cukup penting karena digunakan untuk mengambil minyak yang terkandung dalam buah sawit dan berfungsi memisahkan kandungan minyak dari brondolan buah sawit (Putra Rizky, 2016). Jika kondisi total kelapa sawit yang masuk ke pabrik pengolahan kelapa sawit tidak terlalu banyak hal ini mungkin masih bisa tertutupi oleh mesin *press* lainnya, akan tetapi saat memasuki musim panen raya dan kondisi buah yang masuk banyak, hal ini akan menyebabkan proses produksi memakan waktu lebih lama, dan juga memaksa mesin dan karyawan bekerja lebih lama sehingga perlu dilakukan jam lembur dan akan meningkatkan biaya produksi.

Perawatan yang teratur terhadap mesin dilakukan untuk menjaga kondisi mesin agar bekerja secara optimal. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan mendeteksi cacat *bearing main shaft* pada *mesin press* sebelum terjadi kerusakan yang lebih fatal. Pabrik kelapa sawit dapat meminimalisir dan mencegah kerugian yang ditimbulkan yaitu dengan mendeteksi adanya cacat *bearing main shaft* pada mesin *press*, dengan adanya tanda awal cacat *bearing main shaft* dan segera melakukan perawatan secara berkala. Sebelum menyusun rencana perawatan, perlu analisa terhadap kinerja mesin agar mendapatkan factor penyebab yang bisa mengurangi *performance* mesin dengan menggunakan pendekatan *total productive maintenance* (TPM) (Xiang, 2021).

TPM merupakan pendekatan yang ditawarkan untuk meningkatkan efektivitas perusahaan/industri untuk mengukur kinerja peralatan selama digunakan dalam operasi dengan mengidentifikasi partisipasi dan minat seluruh karyawan atau operatornya (Singh et al., 2022). Penerapan TPM bertujuan agar sinergitas antara produksi dan pemeliharaan dapat berjalan secara bersama-sama dan dapat terjadi peningkatan secara terus menerus (Meca Vital & Camello Lima, 2020). Menurut Rajput & Jayaswal (2012) TPM merupakan pendekatan alternatif untuk pemeliharaan peralatan yang berupaya mencapai nol kerusakan dan cacat, serta pendekatan yang digunakan untuk menjaga perusahaan/industri serta peralatan agar lebih tinggi tingkat produktifnya melalui kerjasama seluruh bidang organisasi dalam suatu perusahaan dengan menggunakan pendekatan *overall equipment effectiveness* (OEE). OEE adalah metode untuk mengukur kondisi kinerja mesin dengan memperhatikan tiga aspek pengukuran yaitu *avaibility rate*, *performance rate*, serta *quality rate* (Rabiatussyifa et al., 2022). Menurut Rabiatussyifa et al (2022) OEE merupakan salah alat untuk mengukur berupa metrik untuk menerapkan TPM untuk menjaga peralatan agar berada pada kondisi ideal.

Beberapa penelitian terdahulu terkait penyelesaian permasalahan pada perusahaan/industri menggunakan analisis TPM dengan metode OEE diantaranya adalah Siregar et al (2019) untuk meningkatkan efisiensi pada pabrik kelapa sawit, Souza et al (2020) melakukan penerapan TPM pada industri manufaktur dengan pendekatan *fuzzy logic*, Cahyono & Budiharti (2020) mengimplementasikan TPM pada mesin *press dryer* pada industri pengolahan kayu, Jun et al (2021) melakukan *overview* terhadap penerapan TPM pada industri skala kecil dan menengah, Rahman (2022) melakukan analisis penerapan TPM pada mesin *boiler* di Pabrik Kelapa Sawit, serta Vol et al (2022) melakukan analisis kinerja produksi pada mesin *screw press* di Pabrik Kelapa Sawit. Berdasarkan uraian permasalahan serta *review* beberapa penelitian terdahulu yang relevan, maka penelitian bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab kerusakan *bearing main shaft* pada mesin *screw press* MSB 15 menggunakan TPM dengan metode OEE di Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada industri Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ yang memproduksi kelapa sawit menjadi produk *Crude Palm Olil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) pada stasiun *Press*. Pengumpulan data dilakukan pada bulan November hingga Desember 2022.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan dimulai dari tahap pengamatan proses produksi, pengumpulan data dilakukan malalui observasi langsung, wawancara, pemecahan masalah, kajian literatur, studi pustaka dan analisis data. Pada tahapan pengamatan proses produksi dilakukan selama sebulan dimulai dari tahapan awal proses pengolahan kelapa sawit yaitu *sterilizer* sampai dengan tahapan akhir pada proses *press*. Setelah didapatkan data mengenai mesin yang sering mengalami kerusakan, maka penelitian dilanjutkan dengan proses pengambilan data secara langsung selama dua bulan proses operasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode TPM dan metode OEE. Berdasarkan data yang terkumpul, dilakukan pengolahan data untuk menentukan masalah mana yang menjadi masalah dalam durasi waktu tertentu.

Objek pada penelitian ini adalah *bearing main shaft* pada mesin *screw press*. Data historis yang digunakan tentang waktu pengoperasian mesin *screw press*. Setelah itu dilanjutkan dengan analisis matematis untuk mendapatkan nilai OEE. Untuk menentukan nilai OEE, dapat menggunakan persamaan berikut:

$$OEE\% = Availability\ x\ Performance\ x\ Quality\ x\ 100\% \quad \ldots\ldots (1)$$

Dimana untuk *availability*, *performance*, dan *quality* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Availability = \frac{waktu\ loading - jam\ henti\ mesin}{waktu\ loading} \times 100\% \quad \ldots\ldots (2)$$

$$Performance = \frac{total\ produksi\ x\ waktu\ siklus}{waktu\ operasi} \times 100\% \quad \ldots\ldots (3)$$

$$Quality = \frac{jumlah\ produk - jumlah\ cacat}{jumlah\ produk} \times 100\% \quad \ldots\ldots (4)$$

Data historis berupa waktu *loading* didapatkan dari total penggunaan *bearing main shaft* pada mesin *screw press* selama kurun waktu dua bulan (1 November – 31 Desember 2022). Pengamatan dilakukan setiap hari, dengan mengambil data rata-rata pada bulan November dan bulan Desember. Hasil angka yang didapatkan kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan 1, 2, 3, dan 4 untuk dilakukan analisis terkait permasalahan utama yang didapatkan untuk bisa menentukan langkah focus yang dilakukan untuk perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kegiatan survey dan observasi serta wawancara dengan operator kerja bagian mesin *press*, diketahui bahwa pada bagian mesin *press* sering terjadi kerusakan pada bagian *bearing main shaft* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Faktor penyebab kerusakan *bearing main shaft* berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Gambar 1. *Bearing main shaft* Mesin *Press*

Tabel 1. Faktor penyebab kerusakan *bearing main shaft* pada mesin *press*

Faktor	Persentase (%)	Penyebab
Man (manusia)	24%	*Human error* (Tidak mengikuti SOP) dalam pengoperasian
Materials (bahan baku)	37%	Kemasukan besi, kawat dll.
Machine (sistem operasi)	39%	*Engine error* (Tidak maksimal)

Faktor penyebab kerusakan *bearing main shaft* pada mesin *press* yang pertama adalah faktor manusia karena operator yang tidak mengikuti *standart operational precedure* (SOP) saat proses pengoperasian. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2021) yaitu operator yang melakukan pekerjaan tidak sesuai prosedur akan menyebabkan umur pemakaian mesin menjadi singkat serta produk yang dihasilkan tidak sesuai standar kualitas. Faktor penyebab kerusakan kedua adalah dengan ditemukannya besi, kawat atau kotoran yang menempel pada bahan baku kelapa sawit yang akan di proses pada stasiun *press*.

Faktor penyebab kerusakan ketiga adalah sistem operasi yang tidak maksimal dengan sering terjadinya oli yang bocor. Berdasarkan hasil pengamatan, terjadinya kebocoran oli disebabkan oleh beban kerja mesin yang berlebih dan kondisi komponen mesin yang lain. Analisis yang dilakukan untuk bisa membedakan penyebabnya, bisa dilakukan dengan melihat data dari masa pakai atau jam kerja *bearing main shaft* itu sendiri. Apabila *bearing main shaft* itu rusak karena sudah mencapai masa pakainya, maka hal tersebut wajar terjadi. Namun, apabila *bearing main shaft* rusak sebelum waktunya, hal ini akan diteliti lebih lanjut karena akan menghambat proses produksi dan merugikan perusahaan. Analisis sederhana yang bisa digunakan untuk mengetahui penyebab rusaknya *bearing main shaft* adalah dengan melihat dari bekas rusaknya.

Apabila bekas rusaknya rata dan tajam di bagian tepi maka kemungkinan besar faktor penyebabnya karena momen *bending* yang berlebih akibat dari rangkaian *short drive shaft* dan *worm screw* yang sudah tidak satu sumbu lagi. Penyebab dari ketidaksatusumbuan itu sendiri bisa dari kondisi *bearing* yang sudah longgar, alur pasak pada *short drive shaft* atau *worm screw* yang longgar dan bisa juga dudukan *lengthening shaft* yang sudah longgar. Kemudian apabila bekas patahannya cenderung kasar tetapi tumpul dibagian tepi, maka kemungkinan besar faktor penyebabnya adalah beban yang berlebihan akibat mesin yang bekerja lebih berat. Beban kerja mesin yang berlebih adalah saat tekanan yang diberikan oleh *hydraulic cone* melebihi batas yakni 50-60 bar dan beban arus pada motor listrik melebihi 45 Ampere. Sebenarnya tekanan pada *hydraulic cone* bisa di pasang pada posisi otomatis untuk menyesuaikan tekanan sesuai dengan kondisi *press cake* yang masuk kedalam mesin *press* sehingga menjaga agar beban arus pada motor listrik dipertahankan sebesar 40 Ampere. Akan tetapi kondisi di daerah sekitar mesin yang kotor bisa menyebabkan kesalahan pembacaan sensor-sensor yang ada pada mesin sehingga terjadilah *error*. Belum lagi kondisi *pressure gauge* yang kebanyakan sudah tidak berfungsi akibat bocor.

A. *Availability*

Langkah pertama untuk menentukan nilai OEE adalah dengan melakukan perhitungan nilai availability. Hasil perhitungan *availability* bulan November hingga bulan Desember 2022 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan *Availability Screw Press* bulan November-Desember 2022

Plant	**Date**	***Downtime* (jam)**	***Actual run time* (jam)**	***Planned run time*(jam)**	***Avaibility***
Screw Press	November 2022	34,17	105,83	140	75%
	Desember 2022	44,22	161,06	205,28	78%

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai rata-rata *availability* pada November dan Desember sebesar 77%. Nilai ini masih berada dibawah standar yang seharusnya ± 90%, sehingga nilai *availability* pada *screw press* masih belum memenuhi standar. Hal ini disebabkan karena terjadinya waktu *downtime* yang cukup lama karena terjadinya kerusakan atau perbaikan yang tidak dapat

diprediksi. Menurut Putra (2016) *downtime* biasanya disebabkan oleh kegiatan pemeliharaan terjadwal atau kerusakan karena ada kesalahan prosedur dalam pengoperasian alat.

B. *Performance Rate*

Data yang digunakan untuk mendapatkan nilai *performance rate* adalah total produksi, waktu siklus, dan waktu operasi. Tingkat *performance rate* pada bulan November hingga bulan Desember 2022 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. *Performance rate Screw Press* bulan November-Desember 2022

Bulan	Output (kg)	Waktu siklus (detik)	Waktu Operasi (menit)	*Performance rate*
November	3.157.980	3,58	125392,34	90,16%
Desember	3.160.520	3,99	141754,27	88,96%

Performance rate adalah perbandingan seluruh unit yang dihasilkan dengan waktu yang tersedia. Nilai *performance rate* berbeda setiap bulannya karena beberapa penyebab yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai *performance rate*. Berdasarkan hasil pengamatan faktor pertama adalah karena usia mesin yang sudah tua yaitu sekitar 15 tahun, sehingga sering terjadi kerusakan. Faktor kedua karena pengaturan tekanan pada alat yang tidak diperhatikan yaitu diatas angka 43 bar, padahal menurut Vol et al (2022) tekanan optimal pada *screw press* adalah sebesar ± 39 bar. Faktor ketiga adalah kualitas dan kuantitas bahan baku tandan buah segar (TBS) yang diproduksi tidak seragam. Kualitas TBS yang memiliki kriteria mentah atau terlalu matang akan mempengarui kinerja mesin sehingga perlu pengaturan yang lebih teliti oleh operator. Kuantitas bahan baku yang masuk untuk diproduksi pada bulan November dan Desember 2022 yang merupakan puncak musim hujan juga mempengaruhi kelancaran produksi. Jika jumlah TBS yang masuk cukup tinggi, menyebabkan mesin akan bekerja terus menerus sehingga beban kerja mesin menjadi lebih tinggi. Jika jumlah TBS yang masuk kurang dari kapasitas standar, maka perusahaan akan menunda proses produksi sehingga kinerja mesin juga tidak bisa optimal.

C. *Quality Rate*

Setelah didapatkan nilai availability, maka dilanjutkan untuk menentukan nilai *quality rate.* Data untuk mendapatkan *quality rate* adalah data angka produksi perbulan. Hasil perhitungan *quality rate* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan *Quality Rate* bulan November-Desember 2022

Bulan	Actual input	Rework	Quality
November 2022	4.157.980	0	100%
Desember 2022	6.160.520	0	100%

D. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *availability*, *performance rate*, *quality rate* maka dapat ditentukan nilai OEE. Nilai OEE dibuat seperti pada Tabel 5 dengan menjumlahkan hasil perhitungan masing-masing faktor yaitu *availability, performance rate, quality rate* sehingga dapat dicari nilai OEE dengan cara mengalikan ketiga faktor tersebut.

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai OEE pada plant *Screw Press* bulan November-Desember 2022

Plant	Bulan	*Avaibility*	*Performance*	*Quality*	OEE
Screw Press	November 2022	75%	90,18%	100%	67,63%
	Desember 2022	78%	88,96%	100%	69,38%
Rata-rata		77%	89,57%	100%	68,5%

Rata-rata nilai OEE bulan November dan Desember sebesar 68,5%. Nilai tersebut di bawah standar internasional OEE sebesar 85%. Menurut hasil penelitian lapangan, hal ini dikarenakan mesin

kurang efisien akibat waktu kerja yang lama. Perbandingan nilai OEE mesin *press* dengan nilai OEE standar internasional mesin *press* bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan nilai OEE

OEE Faktor	Nilai OEE Standar Internasional (%)	Nilai OEE *Mesin Press* (%)
Availability	90%	77%
Performance Rate	95%	89,57%
Quality Rate	99%	100%
OEE	85%	68,5%

Nilai Standar Internasioal *availability* adalah 90% namun nilai *availabilty* pada mesin *press* masih berada dibawah standar yang ditetapkan yaitu sebesar 77%. Tingkat *performance rate* pada mesin sudah mendekati standar yaitu sebesar 89,57% dengan standar Internasional sebesar 95%. Pada *quality rate* tingkat yang ditetapkan adalah 99% sedangkan nilai OEE mesin *press* sebesar 100%. Nilai rata-rata OEE pada mesin *press* masih rendah yaitu 68,5% dengan nilai standar internasional OEE sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE mesin *press* disebabkan oleh banyak faktor, yaitu minimnya jumlah TBS yang diproduksi, umur mesin yang sudah tua sehingga sering mengalami kerusakan dan proses perawatan yang memakan waktu cukup lama. Nilai OEE di kisaran 60 -75 % berarti produksi dianggap wajar dan menunjukkan masih banyak ruang untuk perbaikan (Simamora & Tambun, 2019).

KESIMPULAN

Mesin *press* merupakan mesin yang berperan penting dalam pengolahan kelapa sawit, penyebab utama kerusakan *bearing main shaft* yang terjadi pada mesin *press* adalah *engine error*, *human error* dan material. Nilai standar internasioal *availability* adalah 90% namun nilai *availabilty* pada mesin *press* masih dibawah standar yang ditetapkan yaitu sebesar 77%. Pada *performance rate* mesin sudah diatas standar yaitu sebesar 89,57% dan standar Internasional 95%. Pada *quality rate* standar yang ditetapkan adalah 99% sedangkan nilai *quality rate* mesin *press* 100%. Secara umum nilai OEE masih berada pada angka 68,5% yang masih dibawah standar yaitu 85%, yang artinya output yang diperoleh masih tergolong wajar namun perlu banyak pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyono, S. D., & Budiharti, N. (2020). Implementasi Total Productive Maintenance Pada Mesin Press Dryer Di Pt. Tri Tunggal Laksana. *Industri Inovatif : Jurnal Teknik Industri*, *10*(2), 75–81. https://doi.org/10.36040/industri.v10i2.2827

Hairiyah, N., Rizki, R., & Wijaya, R. A. (2019). Analisis Total Productive Maintenance (Tpm) Pada Stasiun Kernel Crushing Plant (Kcp) Di Pt. X. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, *23*(1), 103. https://doi.org/10.25077/jtpa.23.1.103-110.2019

John, I., Magdalene, A.-M., Syed Tarmizi, S. S., & Shirley, J. T. (2019). A Model to Manage Crude Palm Oil Production System. *MATEC Web of Conferences*, *255*, 02001. https://doi.org/10.1051/matecconf/201925502001

Jun, M., Gwangwava, N., Baile, G. A., Dikgale, P., & Kefhilwe, K. (2021). *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications Open Access Framework For Total Productive Maintenance For An Sme*. 52–61.

Meca Vital, J. C., & Camello Lima, C. R. (2020). Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness. *International Journal of Engineering and Management Research*, *10*(02), 142–150. https://doi.org/10.31033/ijemr.10.2.17

Ninny Siregar, H., Chalis, D., & Hasibuan, F. (2019). *Implementasi Total Productive Maintenance Untuk Peningkatan Efisiensi Pada Pabrik Kelapa Sawit Kebun Sei Intan Ptpn V Riau*. *April 2017*.

Putra Rizky, Z. (2016). *Perbaikan Mesin Digester Dan Press Untuk Menurunkan Oil*. *VIII*(2), 287–299.

Rabiatussyifa, O., Azizah, F. N., & Ardhani, A. D. (2022). Analisis Produktivitas Mesin Buffing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. XYZ Cikarang, Jawa

Barat. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *8*(3), 95–102. https://doi.org/10.5281/zenodo.6301691

Rahman, A. (2022). *Ekonomi & Keuangan Analisis peningkatan kinerja pemeliharaan mesin dengan Total Productive Maintenance (TPM) pada mesin boiler pabrik kelapa sawit PT . Multi Karya Persada Indonesia Di Kabupaten kapuas Kalimantan Tengah*. *29*(1), 1–12.

Rajput, H. S., & Jayaswal, P. (2012). *Literature for OEE TPM-to-Improve-OEE*. *2*(6), 4383–4386.

Setiawan, L. (2021). Literature Review of the Application of Total Productive Maintenance (TPM) in various industries in Indonesia. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *2*(1), 16. https://doi.org/10.22441/ijiem.v2i1.10328

Simamora, P., & Tambun, B. (2019). Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Proses Awal Pengolahan Kelapa Sawit DI PT. Perkebunan Nusantara IV Gunung Bayu. *Tapanuli Journals*, *2*(1), 35–49.

Singh, S., Agrawal, A., Sharma, D., Saini, V., Kumar, A., & Praveenkumar, S. (2022). Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry. *Inventions*, *7*(4), 1–14. https://doi.org/10.3390/inventions7040119

Souza, E. O. De, Fortes, M. Z., Brito, G., & Lima, A. De. (2020). Application Based on Fuzzy Logic To Evaluate. *Journal of Engineering and TEchnology for Industrial Applications*, *6*(22).

Vol, J., Juli, N., Ilmiah, J., Mesin, T., & Komputer, E. D. A. N. (2022). Analisis kinerja produksi pada mesin screw prees di pabrik pengolahan sawit : studi kasus PT . Agrindo indah persada *1 Fakultas Sains dan Teknologi / Program Studi Teknik Industri , tejarahmanadiamry@gmail.com , Universitas Teknologi Yogyakarta Fakultas S*. *2*(2).

Xyz, O. E. E. P. T. (2021). *[18] Rate of Quality*. *9*(2), 82–90.

Tian Xiang, Z,, & Jeng Feng, C. (2021). Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2): 152-175. https://doi.org/10.3926/jiem.3286