

Analisis Kinerja Mesin Band Saw Soft Mill Menggunakan Total Productive Maintenance Pada PT. Alis Jaya Ciptatama

Yohanes Anton Nugroho¹, Evan Febrianto^{2*}

¹Teknik Industri, Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

^{2*}Teknik Industri, Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹yohanesanton@uty.ac.id, ^{2*}irfan21927@gmail.com

Abstract

PT Alis Jaya Ciptatama is one of the furniture manufacturers. The band saw soft mill production machine used will experience damage and decrease in performance as the machine ages. The process of changing bearing sets requires 40 hours of downtime in one band saw soft mill machine per year. In addition, there is also a downtime in the process of replacing a broken saw which takes 124 hours per year. This study is to measure the effectiveness of the machine by using the overall equipment effectiveness (OEE) method. The object of this research is a band saw soft mill machine which is a wood cutting machine. The results of the effectiveness measurement show that the average availability value is 96.17%, performance efficiency is 82.15% and the rate of quality is 86.93% so that the OEE value is 68.8%. The OEE value does not meet the requirements of the ideal OEE standard, which is 85%. Then improvements were made by measuring the six big losses to determine the contribution of each loss. Based on the analysis using FMEA, the largest RPN value for the breakdown losses category is 336 for the hilarious bearing failure type and for the reduced speed losses category, which is 140 for the reduced engine speed failure type. Overcoming failures on funny bearings is to carry out preventive maintenance on a regular basis once a week.

Keywords: TPM, OEE, Six Big Losses, FMEA

Abstrak

PT Alis Jaya Ciptatama merupakan salah satu produsen *furniture*. Mesin produksi *band saw soft mill* yang digunakan akan mengalami kerusakan dan penurunan kinerja seiring dengan semakin bertambahnya usia mesin. Proses pergantian *bearing set* memerlukan waktu *downtime* 40 jam dalam satu mesin *band saw soft mill* per tahun. Selain itu juga terdapat *downtime* proses pergantian gergaji yang rusak memakan waktu 124 jam per tahun. Penelitian ini untuk mengukur efektivitas mesin dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE). Untuk mengetahui kegagalan terbesar dapat diketahui menggunakan *six big losses* dan dianalisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk memastikan komponen yang menjadi kendala terbesar. Objek dalam penelitian ini yaitu mesin *band saw soft mill* yang merupakan mesin pemotong glondongan kayu. Hasil pengukuran efektivitas menunjukkan bahwa rata-rata nilai *availability* yaitu 96,17%, *performance efficiency* 82,15% dan *rate of quality* 86,93% sehingga nilai OEE yaitu 68,8%. Nilai OEE tersebut belum memenuhi syarat standar OEE ideal yakni sebesar 85%. Kemudian dilakukan perbaikan dengan mengukur *six big losses* untuk mengetahui kontribusi masing-masing *losses*. Berdasarkan analisis dengan menggunakan FMEA didapat nilai RPN terbesar untuk kategori *breakdown losses* yaitu 336 pada jenis kegagalan *bearing* kocak dan untuk kategori *reduced speed losses* yaitu 140 pada jenis kegagalan kecepatan mesin berkurang. Penanggulangan kegagalan pada *bearing* kocak yaitu melakukan perawatan berupa *preventive maintenance* secara berkala setiap seminggu sekali, sedangkan untuk kecepatan mesin berkurang harus diatasi dengan memastikan kualitas bahan baku sesuai standar dengan meminimalkan kadar air pada bahan baku.

Kata Kunci: TPM, OEE, Six Big Losses, FMEA

1. PENDAHULUAN

PT Alis Jaya Ciptatama merupakan salah satu produsen furniture, Setiap perusahaan mempunyai target agar proses produksi berjalan dengan lancar dan efisien. Dalam memproduksi sebuah produk dibutuhkan mesin guna membantu manusia untuk menyelesaikan suatu produk dari bahan mentah menjadi beberapa komponen yang akan dirakit menjadi sebuah produk jadi, sehingga peranan mesin sangat dibutuhkan demi kelancaran proses produksi dengan hasil yang maksimal. Total Productive Maintenance bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh. Metode OEE dapat menganalisis efektifitas mesin sehingga terlihat mesin apa saja yang belum efektif, maka perlu peningkatan kinerja mesin dengan mengusulkan pencatatan kerusakan yang menghambat jalannya proses produksi dan menjalankan SOP yang ada. Kulsum, K., Febianti, E., Trenggonowati, D. L., & Sutanto, Y. (2020) dimana penelitian tersebut dibuktikan dengan nilai overall equipment effectiveness (OEE) mesin Cold Forging untuk bulan Juli 2019 hingga Desember 2019, pada bulan Juli diperoleh nilai OEE sebesar 81,68%. Lalu pada bulan Agustus diperoleh nilai OEE sebesar 83,23%. Kemudian pada bulan September diperoleh nilai OEE sebesar 86,02%. Selanjutnya pada bulan Oktober diperoleh nilai OEE sebesar 83,37%. Lalu pada bulan November diperoleh nilai OEE sebesar 82,63% dan pada bulan Desember diperoleh nilai OEE sebesar 73,13%.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah total dari pemeliharaan produktif secara permanen untuk meningkatkan keseluruhan efektifitas peralatan dengan melibatkan operator secara aktif (Hartmant, 1992). Adanya TPM dimaksudkan agar kombinasi antara produksi dan pemeliharaan secara bersama-sama mengalami peningkatan berkelanjutan (Pomorski, 2004). Pemeliharaan yang baik sangat penting untuk sistem produksi yang produktif. TPM juga merupakan pendekatan alternative untuk pemeliharaan peralatan yang berupaya mencapai nol kerusakan dan nol cacat. Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah ukuran TPM utama dan digunakan untuk menentukan seberapa efisien sebuah mesin bekerja (Ahmad et al. 2018). Selain itu, OEE telah didefinisikan sebagai hubungan antara waktu yang dihabiskan untuk produksi produk berkualitas yang disetujui dan waktu yang dijadwalkan (Kumar dan Soni 2015). Selain itu, tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi kerugian yang dikategorikan dalam: ketersediaan, tingkat kinerja, dan kualitas (Ahmad et al. 2018). OEE merupakan salah satu metode yang ada dalam Total Produktive Mentenance (TPM). Umumnya, OEE digunakan sebagai indikator performasi suatu mesin atau peralatan. Secara umum, manfaat OEE (Overall Equipment Effectiveness) adalah untuk menentukan starting point dari perusahaan ataupun peralatan/mesin, mengidentifikasi kejadian bottleneck di dalam peralatan/mesin, mengidentifikasi kerugian produktivitas (true productivity losses), dan menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan peningkatan produktivitas.

PT Alis Jaya Ciptatama dalam penggunaan mesin diperlukan pergantian gergaji setiap 2 jam untuk menghindari gergaji pecah, tumpul maupun putus. Setiap hari rata-rata 2 gergaji memerlukan pengelasan dan penambahan baja yang mengalami kerusakan retak maupun mata gergaji tumpul. Bagian bearing sering menjadi kendala dalam proses pemotongan bahan karena jika bearing tidak stabil akan membuat hasil potongan tidak lurus. Proses pergantian bearing set memerlukan waktu downtime 40 jam dalam satu mesin band saw soft mill. Selain itu juga terdapat downtime pada proses pergantian gergaji yang rusak memakan waktu 124 jam per tahun. Salah satu cara untuk mengurangi dan mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan memerlukan suatu kegiatan perawatan terhadap mesin maupun peralatan untuk memaksimalkan sumber

daya yang ada dan dilakukan penjadwalan secara rutin, karena mesin merupakan komponen vital untuk melakukan proses produksi. Dalam mempertahankan mutu dan meningkatkan produktivitas, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan mesin. Pada penelitian ini terdapat empat tahapan untuk melakukan analisa kinerja mesin yang sesuai agar dapat mengetahui faktor-faktor penyebab yang dapat mengurangi kinerja mesin dengan menggunakan konsep 1) Analisa kerusakan mesin menggunakan Total Productive Maintenance (TPM). 2) Evaluasi penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dilakukan dengan menggunakan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai indikator. 3) Melakukan perhitungan six big losses untuk mengetahui faktor yang berpengaruh dari keenam faktor six big losses. 4) Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mendapatkan faktor yang mempengaruhi kegagalan atau kecacatan dengan tujuan didapatkan faktor mana yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Hasil akhir yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah melakukan analisis dalam penerapan TPM di PT Alis jaya ciptatama, mengetahui nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang dilihat dari faktor availability, performance dan rate of quality. Mengetahui faktor-faktor yang menimbulkan menurunnya efektivitas melalui pengukuran six big losses. Kedua mengetahui faktor yang mempengaruhi kinerja mesin *band saw soft mill* pada proses produksi. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Pratama & Yuamita, 2021) yaitu meneliti terkait efektifitas mesin jahit dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada proses pembuatan sarung tangan golf. Dalam proses analisis yang dilakukan pada metode OEE didapat Availability selama satu tahun yaitu periode Januari-Desember 2020 sebesar 93,41% yang telah mencapai nilai standar yang ditetapkan yaitu sebesar 90%, nilai rata-rata dari Performance Efficiency selama satu tahun yaitu pada priode bualan Januari-Desember 2020 sebesar 69,15 % yang dimana tidak mencapai nilai standar yang ditetapkan yaitu sebesar 95%, dan hasil nilai Periode bulan Januari-Desember 2020 rata-rata perhitungan Rate of Quality Product selama satu tahun yaitu pada periode bulan Januari-Desember 2020 dengan nilai 77,85 yang dimana tidak mencapai nilai standar yang ditetapkan yaitu sebesar 99%. Sedangkan analisis pada metode FMEA terdapat 5 failure mode yang terjadi pada mesin jahit yaitu gerakan jahitan tidak konsisten, hasil jahitan kencang kendur, jarum patah, suara mesin kasar, dan jahitan meleset.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah pendekatan inovatif untuk pemeliharaan peralatan yang melibatkan personel pemeliharaan dan operator yang bekerja dalam tim yang berfokus pada menghilangkan kerusakan peralatan dan cacat terkait peralatan. Ini adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan sistem produksi dan kualitas dengan memasukkan semua karyawan melalui investasi moderat dalam pemeliharaan (Agustiady & Cudney, 2016). Dukungan penuh dari semua karyawan dan manajemen puncak diperlukan agar TPM dapat berhasil. TPM juga merupakan aspek kunci dalam sistem manajemen mutu. TPM berusaha untuk meningkatkan produktivitas dengan berinvestasi dalam pemeliharaan yang tepat untuk mengurangi kerugian. Ada enam kerugian yang dapat dicegah yaitu Breakdowns, Setup and adjustments, Idling, Minor stoppages, Quality, Rework..

2.2 Overall Equipment Effentiveness (OEE)

Overall Equipment Effentiveness (OEE) adalah indikator kesehatan peralatan secara keseluruhan dan merupakan ukuran kinerja peralatan yang paling umum digunakan. Ini adalah ukuran persentase waktu sebuah peralatan menghasilkan produk yang berkualitas

(Agustiady & Cudney, 2016).OEE dapat secara dramatis mempengaruhi produktivitas tanaman karena membagi kerugian ke dalam kategori yang jelas. Ini juga membantu tim *Lean* menargetkan aktivitas peningkatan yang sesuai. Saat Anda memulai penerapan TPM, penting untuk fokus pada peralatan yang paling penting terlebih dahulu. Organisasi harus mengukur OEE karena tiga alasan utama:

1. Untuk membantu memprioritaskan proyek perbaikan dan mencerminkan hasil
2. Untuk menggabungkan aspek pemanfaatan, operasi, dan kualitas peralatan
3. Untuk mengukur perubahan kapasitas, produktivitas, dan kualitas.

Menghitung OEE harus memperoleh *availability* dari alat-alat perlengkapan, efisiensi kinerja dari proses dan rate dari mutu produk dengan rumus(Agustiady & Cudney, 2016):

$$OEE(\%) = Availability(\%) \times Performance(\%) \times Quality\ rate(\%) \quad (1)$$

Availability ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk operasi mesin atau peralatan. Rumus yang digunakan *Availability ratio* adalah :

$$Availability\ ratio = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Operating time : Lama waktu *downtime* peralatan yang beroperasi (*Loading time-downtime*).

Loading time : Waktu yang tersedia dikurangi waktu *downtime* peralatan yang direncanakan (*available time – planned downtime*).

Performance efficiency merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan yang dapat menghasilkan barang.

Performance efficiency juga bisa digunakan sebagai pengukur kesetabilan dalam suatu proses di periode di saat peralatan tersebut berkecepatan sebagai berikut:

$$Performance\ Efficiency = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (3)$$

$$Ideal\ Cycle\ Time = 1 - \frac{Total\ delay}{Avaiaable\ time} \times 100\% \quad (4)$$

$$Waktu\ Siklus = \frac{Loading\ Time}{Produksi\ Komponen} \quad (5)$$

$$Waktu\ Siklus\ Ideal = waktu\ siklus \times \% \text{ jam kerja} \quad (6)$$

Keterangan:

Processed amount: Total produk yang diproses atau banyaknya produk yang dihasilkan

Ideal cycle time : Waktu siklus ideal/teoritis

Operating Time : Lama waktu *downtime* peralatan yang benar-benar beroperasi (*loading time-downtime*)

Quality Ratio adalah suatu rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk sesuai dengan standart. Rumus yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$Rate\ of\ quality\ product = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

Processed amount: Total produk yang diproses/banyaknya produk yang dihasilkan.

Defect amount : Jumlah produk cacat yang dihasilkan.

2.3 Enam Kerugian Utama (Six Big Losses)

Tujuan dari perhitungan *six big losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektivitas keseluruhan *Overall Equipment Effectiveness*(Agustiady & Cudney, 2016).Dari nilai OEE ini dapat diambil langkah-langkah untuk memperbaiki atau mempertahankan nilai tersebut.

Keenam kerugian tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu:

a. *Downtime losses*

Downtime losses yaitu banyaknya waktu produksi yang kurang karena gangguan dari internal maupun eksternal baik dari rusaknya mesin, mati listrik dan lain sebagainya. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *breakdown time* adalah kerusakan mesin atau panasnya mesin/peralatan.

1) *Equipment failures* (rugi karena kerusakan peralatan)

Penyebab berhentinya mesin secara tiba-tiba menyebabkan kerugian, karena mesin berhenti beroperasi, sehingga produksi tidak maksimal. Jumlah efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *breakdown losses* bisa dihitung memakai rumus sebagai berikut:

$$\text{Breakdowns losse} = \frac{\text{Total Breakdowns Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (8)$$

2) *Setup and Ajustment Losses* (kerugian penyetelan dan penyesuaian)

Waktu setup merupakan waktu produksi yang diperlukan untuk satu jenis produk termasuk pemanasan mesin. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan setup mesin dimulai dari mesin berhenti hingga berhenti hingga beroperasi normal. Hilangnya efektivitas akibat *setup and Ajustment Losses* bisa dihitung dengan rumus:

$$\text{setup and Ajustment Losse} = \frac{\text{setup time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (9)$$

b. *Speed Loss*

Speed Loss bisa terjadi apabila beroperasinya mesin tidak sesuai dengan kecepatan spesifikasi maksimumnya. *Speed Loss* bisa terjadi karena kehausan pada mesin akibat banyaknya scrap yang menempel pada mesin. Faktor-faktor yang mempengaruhi *Speed Loss* adalah:

1) *Idling and Minor Stoppages* (Kerugian menganggur dan berhentinya mesin) terjadi ketika berhentinya mesin secara berulang-ulang yang diakibatkan oleh faktor eksternal seperti listrik padam, pembersihan mesin yang diakibatkan oleh benang yang ruwet. Apabila *idling and minor stoppages* sering terjadi maka akan mengakibatkan efektivitas yang hilang akibat *idling and minor stoppages* bisa dilihat dengan menggunakan rumus:

$$\text{Idling and minir stoppages} = \frac{\text{non prodktive}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (10)$$

2) *Reduced Speed Losses* yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

rumus:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Actual Production Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{jumlah produk})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (11)$$

c. *Defect loss*

Defect loss yaitu kejadian pengulangan proses produksi dan adanya sampah bahan baku yang tidak dipakai, terdiri dari:

1) *Rework loss* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat.

rumus:

$$\text{Rework loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (12)$$

2) *Reduced Yield Losses* disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.

rumus:

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time Scrup}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (13)$$

2.4 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Dipergunakan setelah mendapatkan faktor yang mempengaruhi kegagalan atau kecacatan dengan tujuan didapatkan faktor mana yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Dengan melihat analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dapat diketahui penyebab potensial yang memerlukan tindakan perbaikan segera. Nilai Risk Priority Number (RPN) didapat dari hasil perkalian nilai Severity, Occurance, dan Detection, RPN tertinggi akan dijadikan usulan tindakan perbaikan. FMEA biasanya dilakukan selama tahap konseptual dan tahap awal design dari sistem dengan tujuan untuk meyakinkan bahwa semua kemungkinan kegagalan telah dipertimbangkan dan usaha yang tepat untuk mengatasinya telah dibuat untuk meminimasi semua kegagalan – kegagalan yang potensial. (Kevin A, 2001). FMEA merupakan suatu metode yang sistematis dalam mengidentifikasi dan mencegah masalah yang terjadi pada produk dan proses (McDermott, 2009)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Untuk mengetahui akar masalah dalam penelitian ini telah dilakukan pengamatan downtime pada mesin *band saw mill*. Berikut merupakan jenis-jenis downtime pada mesin *band saw mill* yaitu bearing aus/kocak, gergaji pecah, gigi gergaji hilang, kecepatan putar mesin berkurang dan keausan gigi gergaji.

1. Perhitungan Availability Ratio

Availability merupakan rasio dari operation time, dengan mengeliminasi downtime peralatan, terhadap loading time. rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* yaitu persamaan (2):

Tabel 1.1 Perhitungan *availability*

Bulan	Loading Time (Jam)	Total Downtime (Jam)	Operation Time (Jam)	Availability Ratio (%)
Mar-21	165	5,5	159,5	96,7 %
Apr-21	157,5	6,3	151,5	96,2 %
Mei-21	120	4,5	115,5	96,3 %
Jun-21	157,5	5,2	152,3	96,7 %
Jul-21	157,5	7,1	150,4	95,5 %
Agu-21	150	7,9	142,1	94,7 %
Sep-21	165	5,2	159,8	96,8 %
Okt-21	150	6,6	143,4	95,6 %
Nov-21	165	6	159	96,4 %
Des-21	172,5	5,1	167,4	97,0 %
Jan-22	157,5	5,7	151,8	96,4 %
Feb-22	142,5	6,1	136,4	95,7 %

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari tabel hasil perhitungan *availability* tertinggi terdapat pada bulan Desember 2021 dengan nilai 97 % dan nilai *availability* terendah terjadi pada bulan Agustus 2021 dengan nilai 94,7%. Hasil perhitungan rata-rata nilai *availability* selama satu tahun yaitu

pada periode bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Februari 2022 didapatkan nilai sebesar 96,2%.

2. Perhitungan Performance Efficiency

Perhitungan *performance efficiency* dimulai dengan perhitungan *ideal cycle time*. *Ideal Cycle Time* merupakan waktu siklus ideal mesin dalam melakukan pemotongan glondongan. Dalam mencari efektivitas harus dilakukan perhitungan waktu ideal dalam jam beroperasi suatu produksi, maka rumus yang digunakan yaitu persamaan (3) dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1.2 Perhitungan *Performance Efficiency*

Bulan	Processed Amount (pcs)	Waktu Siklus Ideal (Jam/pcs)	Operation Time (Jam)	Performance Efficiency (%)
Mar-21	122.864	0,00106	159,5	81,65%
Apr-21	78.468	0,00152	151,5	78,73%
Mei-21	40.394	0,00223	115,5	77,99%
Jun-21	118.242	0,00104	152,3	80,74%
Jul-21	91.767	0,00149	150,4	90,91%
Agu-21	103.710	0,00125	142,1	91,23%
Sep-21	110.065	0,00114	159,8	78,52%
Okt-21	101.539	0,00113	143,4	80,01%
Nov-21	97.994	0,00132	159	81,35%
Des-21	94.993	0,00140	167,4	79,44%
Jan-22	49.455	0,00256	151,8	83,40%
Feb-22	25.943	0,00430	136,4	81,79%

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari tabel hasil perhitungan *performance efficiency Band saw soft mill machine* di atas didapatkan hasil perhitungan *performance efficiency* tertinggi pada bulan Agustus 2021 dengan nilai 91,23% dan nilai *performance efficiency* terendah terjadi pada bulan Mei 2021 dengan nilai 77,99%. Hasil perhitungan rata-rata nilai *Performance Efficiency* selama satu tahun yaitu pada periode bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Februari 2022 didapatkan nilai sebesar 82,15%.

3. Perhitungan Rate of Quality Product

Rate of Quality Product merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus untuk mencari nilai *Rate of Quality* ditunjukkan pada persamaan 7. Hasil perhitungan *Rate of Quality* Maret 2021 sampai dengan bulan Februari 2022 ditampilkan pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Perhitungan *Rate of Quality Product*

Bulan	Processed Amount (pcs)	Total Defect	Rate of Quality
Mar-21	122.864	16,389	86,66%
Apr-21	78.468	13,637	82,62%
Mei-21	40.394	7,587	81,22%
Jun-21	118.242	17,778	84,96%
Jul-21	91.767	12,820	98,60%
Agu-21	103.710	11,550	98,89%
Sep-21	110.065	19,204	82,55%
Okt-21	101.539	16,173	84,07%
Nov-21	97.994	14,633	85,07%
Des-21	94.993	16,033	83,12%
Jan-22	49.455	5,565	88,75%
Feb-22	25.943	3,457	86,67%

(Sumber: Olah Data, 2022)

Berdasarkan tabel hasil perhitungan di atas didapatkan hasil perhitungan *quality rate* dengan nilai tertinggi terdapat pada bulan Agustus 2021 dengan nilai 98,89% sedangkan nilai *quality rate* terendah terdapat pada bulan Mei 2021 sebesar 81,22%.

4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

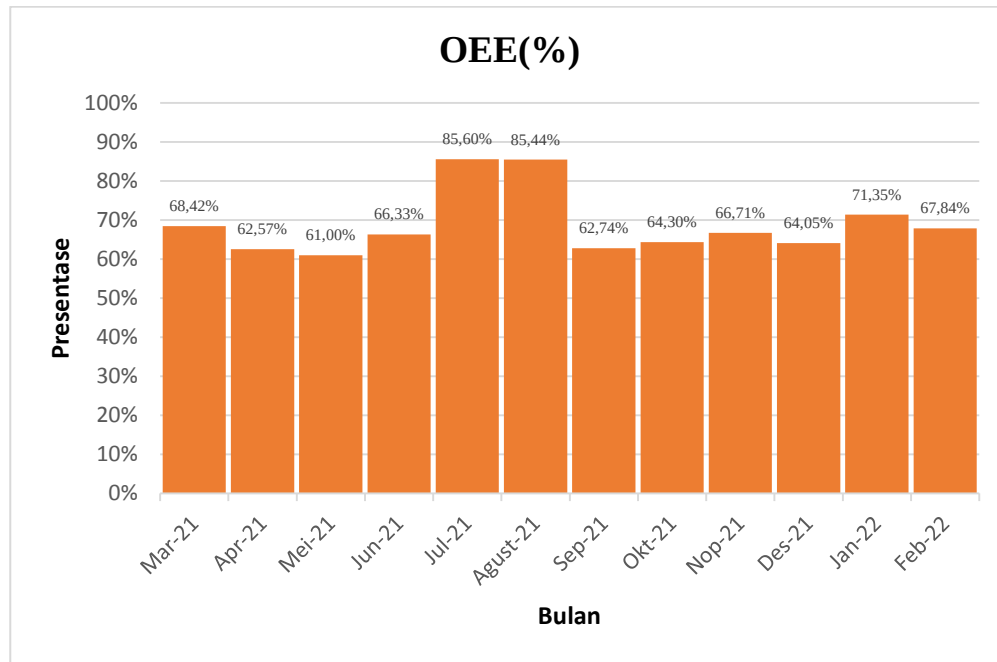
Untuk mengetahui besarnya efektivitas mesin secara keseluruhan, maka terlebih dahulu harus diperoleh nilai-nilai *availability ratio*, *performance efficiency* dan *rate of quality product*. Rumus untuk mencari nilai *Overall Equipment Effectiveness* ditunjukkan pada persamaan 1. Hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Februari 2022 ditampilkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Perhitungan *overall equipment effectiveness*

Bulan	Availability Ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality	OEE(%)
Mar-21	96,7 %	81,65%	86,66%	68,42%
Apr-21	96,2 %	78,73%	82,62%	62,57%
Mei-21	96,3 %	77,99%	81,22%	61,00%
Jun-21	96,7 %	80,74%	84,96%	66,33%
Jul-21	95,5 %	90,91%	98,60%	85,60%
Agu-21	94,7 %	91,23%	98,89%	85,44%
Sep-21	96,8 %	78,52%	82,55%	62,74%
Okt-21	95,6 %	80,01%	84,07%	64,30%
Nov-21	96,4 %	81,35%	85,07%	66,71%
Des-21	97,0 %	79,44%	83,12%	64,05%
Jan-22	96,4 %	83,40%	88,75%	71,35%
Feb-22	95,7 %	81,79%	86,67%	67,84%

(Sumber: Olah Data, 2022)

Berdasarkan tabel hasil perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) di atas didapatkan hasil perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) tertinggi terdapat pada bulan Juli 2021 dengan nilai sebesar 85,60% dan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) terendah terjadi pada bulan Mei 2021 dengan nilai sebesar 61,00%. Hasil perhitungan rata-rata nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) selama satu tahun pada Maret 2021 sampai dengan bulan Februari 2022 diatas didapatkan hasil perhitungan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) sebesar 68,86%.



Gambar 1.1 overall equipment effectiveness (OEE)
(Sumber: Microsoft Exel, 2022)

3.2 Hasil perhitungan Six Big Losses

1. Breakdown Losses, set-up and adjustment dan idling and minor stoppages

Besarnya presentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh equipment failure. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya breakdown time adalah power cut-off dan kerusakan mesin/peralatan. Breakdown menggunakan rumus persamaan 8. Dalam perhitungan *set-up and adjustment* diperlukan seluruh data mengenai waktu *set-up* mesin yang menjadi objek penelitian. Untuk mengetahui besarnya presentase efektivitas mesin yang hilang dilakukan perhitungan *Set Up and Adjustment Losses* menggunakan rumus persamaan 9, Untuk mengetahui presentase dari faktor *idling and minor stoppages* dalam mempengaruhi efektivitas mesin. Berdasarkan data delay mesin yang diperoleh, maka faktor yang termasuk nonproductive time adalah penyemprotan mesin. Perhitungan *Idling and minor stoppage* menggunakan rumus persamaan 2.10. maka diperoleh hasil seperti tabel 1.5 dibawah ini:

Tabel 1.5 Hasil Breakdown Losses dan set-up and adjustment

Bulan	Total Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Loss (%)	Total (Jam)	Set-up and adjustment loss (%)	Cleaning Mesin (Jam)	Idling and Minor Stoppages (%)
Mar-21	5,5	165	3,33%	5,2	2,12%	1,5	0,91%
Apr-21	6,3	157,5	4,00%	5,1	3,17%	1,3	0,83%
Mei-21	4,5	120	3,75%	4,7	2,92%	0	0,00%
Jun-21	5,2	157,5	3,30%	6	3,17%	0,7	0,44%
Jul-21	7,1	157,5	4,51%	6,3	2,54%	2,1	1,33%
Agu-21	7,9	150	5,27%	6,2	3,33%	1,4	0,93%
Sep-21	5,2	165	3,15%	5,5	3,03%	0,7	0,42%
Okt-21	6,6	150	4,40%	4,2	2,00%	0,6	0,40%
Nov-21	6	165	3,64%	5,5	2,42%	0	0,00%
Des-21	5,1	172,5	2,96%	5,9	2,90%	0,6	0,35%
Jan-22	5,7	157,5	3,62%	4,4	2,22%	0,7	0,44%
Feb-22	6,1	142,5	4,28%	5,8	2,46%	1,1	0,77%

(Sumber: Olah Data, 2022)

2. Reduced Speed Losses, Rework losses dan Yield/scrap loss

Pada tahapan ini *Reduced speed losses* adalah kerugian karena berkurangnya kecepatan mesin dalam operasi sehingga mesin tidak dapat bekerja pada kecepatan teoritis yang telah dirancang. Perhitungan *Reduced speed losses* menggunakan rumus persamaan 11. Rework Losses. Faktor yang dikategorikan ke dalam defect losses adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*. *Rework losses* adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditentukan walaupun masih dapat diperbaiki ataupun dikerjakan ulang. Rugi ini tentu akan berpengaruh terhadap stock material dan waktu operasi yang tidak efisien. Perhitungan *Rework losses* menggunakan rumus persamaan 12 dan *Yield/scrap loss* Untuk mengetahui presentase faktor *yield/scrap loss* yang mempengaruhi efektivitas mesin. Perhitungan *yield/scrap loss* menggunakan rumus persamaan 13, maka diperoleh hasil seperti tabel 1.6 dibawah ini:

Tabel 1.6 Hasil perhitungan *Reduced Speed Losses, Rework losses dan Yield/scrap loss*

Bulan	Loading Time (Jam)	Ideal Cycle Time (Jam/pcs)	Rework	Rework Loss (%)	Reduced Speed Time (Jam)	Reduced speed losses (%)	Srap (pcs)	Scrap Loss (%)
Mar-21	165	0,00106	16,389	10,53%	29,3	17,74%	0	0%
Apr-21	157,5	0,00152	13,637	13,16%	32,2	20,46%	0	0%
Mei-21	120	0,00223	7,587	14,10%	25,4	21,18%	0	0%
Jun-21	157,5	0,00104	17,778	11,74%	29,3	18,62%	0	0%
Jul-21	157,5	0,00149	12,82	1,21%	13,7	8,68%	0	0%
Agu-21	150	0,00125	11,55	0,96%	12,5	8,31%	0	0%
Sep-21	165	0,00114	19,204	13,27%	34,3	20,80%	0	0%
Okt-21	150	0,00113	16,173	12,18%	28,7	19,11%	0	0%
Nov-21	165	0,00132	14,633	11,71%	29,6	17,97%	0	0%
Des-21	172,5	0,0014	16,033	13,01%	34,4	19,95%	0	0%
Jan-22	157,5	0,00256	5,565	9,05%	25,2	16,00%	0	0%
Feb-22	142,5	0,0043	3,457	10,43%	24,8	17,44%	0	0%

(Sumber: Olah Data, 2022)

3.3 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Menghitung Nilai RPN (Risk Priority Number), Nilai risk priority number merupakan nilai hasil perkalian dari nilai severity, occurrence, dan detection dari setiap kegagalan yang terjadi. Rumus perhitungan RPN seperti persamaan 14 dengan contoh perhitungan dari risk priority misalnya yaitu untuk jenis kegagalan breakdown losses yang disebabkan oleh screen sobek dengan pengendalian membersihkan magnet serta mendisiplinkan operator dalam penyortiran bahan baku. Severity bernilai 6, Occurrence bernilai 7, Detection bernilai 7. Dengan menggunakan persamaan 15 didapat nilai RPN nya yaitu :

$RPN = 6 \times 7 \times 7 \Rightarrow RPN = 294$ hasil perhitungan terhadap proses dengan nilai RPN selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.7

Tabel 1.7 Hasil perhitungan RPN FMEA

Kerugian	Penyebab kegagalan pada proses	S	Efek yang ditimbulkan oleh kegagalan	O	Kendali yang dilakukan	D	RPN
<i>breakdown losses</i>	Bearing kocak	7	Pemetongan tidak lurus/ rata	6	Mengganti dengan bearing baru dan memberi vaslin	8	336

	Gergaji pecah	5	Gergaji bisa patah dan tidak dapat digunakan	5	Mengganti gergaji yang baru	6	150
	Gigi gergaji hilang	6	Pemotongan lama dan gigi cepat panas	7	Memasangkan gigi kembali dan mengasah terlebih dahulu	5	210
<i>reduced speed losses</i>	Kecepatan mesin berkurang	5	Mesin bekerja lebih lama dalam memproses produk dan Pemotongan tidak maksimal	7	Mengolah bahan baku yang memiliki kadar air sesuai standart dan memberikan pelumas pada gergaji	5	175
	Umur mesin tua	4		7		5	140
	Keausan ujung gigi gergaji.	5		6		5	150

(Sumber: Olah Data, 2022)

Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa nilai RPN terbesar yaitu 336 pada kerugian *breakdown losses* untuk jenis kegagalan *bearing* kocak, nilai tersebut didapat dari kriteria kejadian pengurangan fungsi utama 7, tingkat keseringan sedang 6 dan terdeteksi penyebab jarang 8. Kemudian terbesar kedua yaitu 210 pada kerugian *breakdown losses* untuk jenis kegagalan gigi gergaji hilang, nilai tersebut didapat dari kriteria kejadian kehilangan kenyamanan fungsi utama 6, tingkat keseringan tinggi 7 dan terdeteksi penyebab sedang 5.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian pada naskah publikasi ini yaitu:

1. Nilai *efektivitas band saw soft mill* yaitu *availability* 96.17%, *performance efficiency* 82.15%, *rate of quality* 86.93% dengan OEE sebesar 68.86%. Besar six big losses dari mesin *band saw soft mill* yaitu *Breakdown*, dengan total kerugian waktu 71.2 jam dengan persentase 15.23%, *Setup and adjustment* dengan total kerugian waktu 64.8 jam dengan persentase 13.86%, *Idling and Minor Stoppages*, dengan total kerugian waktu 10.7 jam dan persentase 2.29%, *Reduced Speed*, dengan total kerugian waktu 319.5 jam dan persentase 68.36%, *Process Defect*, dengan total kerugian waktu 1.21 jam. dan persentase 0.26%. dan *Yield/Scrap*, dengan total kerugian waktu 0 jam. *Losses* yang menjadi penyebab utama yang mempengaruhi efektivitas mesin. Berdasarkan hasil perhitungan diatas *losses* yang mempengaruhi efektivitas mesin *band saw soft mill* yaitu *breakdown losses* sebesar 15,23% dan *reduced speed losses* sebesar 68,36%.

2. Faktor yang mempengaruhi kinerja mesin *band saw mill* yaitu terjadi kerusakan *bearing* kocak/aus, penurunan kecepatan putar mesin, gergaji yang pecah dan gigi gergaji hilang Risiko kegagalan tertinggi yaitu RPN 336 pada kategori *breakdown losses* untuk jenis kegagalan *bearing* kocak. Risiko kegagalan tertinggi pada kategori *reduced speed losses* yaitu kecepatan mesin berkurang dengan nilai RPN 140.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada PT Alis Jaya Ciptatama yang telah mengizinkan untuk proses penelitian dan pengambilan data.

REFERENCES

Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2016). *Strategies and implementation guide*. <https://book.org/book/2572244/84bbac>

- Anthony, M. B. (2019). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS. *JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(1), 94. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v2i2.333>
- Fitriadi, F., Muzakir, M., & Suhardi, S. (2020). Integrasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Screw Press Di Pt. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Optimalisasi*, 4(2), 97-107.
- Frima, F. R., Budiasih, E., & Ilhilman, J. (2019). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (tpm) Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin Single <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10980>
- Guedesa, M., Figueiredo, P. S., Pereira-Guizoa, C. S., & Loiola, E. (2021). The role of motivation in the results of total productive maintenance. *Production*, 31(2006), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20200057>
- Kulsum, K., Febianti, E., Trenggonowati, D. L., & Sutanto, Y. (2020). Review Produktivitas Mesin Menggunakan Total Productive Maintenance (Studi Kasus Perusahaan Manufaktur). *Journal Industrial Servicess*, 6(1), 40. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9472>
- Kurnia, N. F. (2019). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Jahit Toyota LS2-AD140 (Studi Kasus: CV Manggala Glove).
- 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>
- Mtsweni, E. S., Hörne, Dkk (2020). Title. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(1),1–9.
- Nugroho, A. J. (2017). Evaluasi Gangguan Jaringan Telepon Menggunakan Metode FTA dan FMEA. <https://doi.org/10.23917/jiti.v16i2.2420>
- Nurprihatin, F., Angely, M., & Tannady, H. (2019). Total productive maintenance policy to increase effectiveness and maintenance performance using overall equipment effectiveness. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 6(3), 184–199. <https://doi.org/10.22105/jarie.2019.199037.1104>
- Pandey, A., Malviya, S., & Jain, S. (2019). Implemented the Overall Equipment Effectiveness (OEE) by the techniques of Total Productive Maintenance (TPM) in MSE ' s - A case study. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 5(1), 503–511.
- Prasmoro, A. V., & Ruslan, M. (2020). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Kneader (Studi Kasus PT. XYZ). *Journal of Industrial and Engineering System*, 1(1), 53–64. <https://doi.org/10.31599/jies.v1i1.167>
- Pratama, D., & Yuamita, F. (2021). Analisis Efektivitas Mesin Jahit Dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analys (FMEA) (Study kasus : CV. Cahaya Setia Mulia). *JIE.UPY Journal of Industrial Engineering Universitas PGRI Yogyakarta*, 1(1), 23–30.
- Tian Xiang, Z., & Jeng Feng, C. (2020). Journal of Industrial Engineering and Management 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>