

ANALISIS PENGUKURAN EFEKTIFITAS MESIN PACKING DI UNIT 2
MENGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DENGAN
PENDEKATAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE
(Studi Kasus : PT. XYZ)

Muhammad Kholis Al Farichi

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 1411900099@surel.untag-sby.ac.id

Hery Murnawan

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, herymurnawan@untag-sby.co.id

Abstract

PT. XYZ as a producer of iodized salt has a big challenge where maintenance of its production equipment is not easy because it deals with corrosion caused by salt materials, one of which is the packing machine in unit 2 which often has to stop due to damage so repairs are needed which require the halt of the production process, thing This is caused by the factor of less optimal maintenance, to find out the root of the problem it is necessary to calculate the level of effectiveness. The steps taken to implement it are measuring overall equipment effectiveness (OEE) and knowing the biggest influencing factors by calculating the six big losses, after that looking for the causes of the problems that occur using fishbone diagrams. The world class productivity standard formulated by the Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), is 85%. The current OEE measurement results show that the average effectiveness rate (OEE) of packing machines in the period July to November 2022 is 68.01%, still far below the JIPM standard of 85%. While the availability value is 85.85%, the performance value is 80.83% and the quality of product is 98.02%. The biggest factor of time losses that hinders the achievement of OEE from all the six big losses factors is reduce speed losses which are 16.47% (23,776 minutes), followed by setup and adjustment losses factors of 9.97% (14,366 minutes), idling and minor stoppages losses of 9.35 % (13,435 minutes), equipment failure losses of 4.18% (6,010 minutes), process defect losses of 1.37% (1,974 minutes), and scrap losses of 0.20% (297 minutes). Implementation of a maintenance strategy based on total productive maintenance can increase the value of overall equipment effectiveness to 77.78%.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Maintenance, Total Productive Maintenance

Abstrak

PT. XYZ sebagai produsen garam beryodium memiliki tantangan besar dimana *maintenance* terhadap alat produksinya tidak mudah karena berhadapan dengan korosi yang disebabkan oleh *material* garam, salah satunya pada mesin *packing* di unit 2 yang seringkali harus berhenti akibat kerusakan sehingga diperlukan perbaikan yang mengharuskan terhentinya proses produksi, hal ini disebabkan oleh faktor kurang optimalnya perawatan, untuk mengetahui akar permasalahan perlu dilakukan perhitungan mengenai tingkat efektifitas. Langkah yang dilakukan untuk menerapkannya yaitu melakukan pengukuran *overall equipment effectiveness* (OEE) serta mengetahui faktor terbesar yang mempengaruhi dengan perhitungan *six big losses*, setelah itu mencari penyebab-penyebab permasalahan yang terjadi dengan menggunakan fishbone diagram. Standar produktivitas world class yang dirumuskan oleh Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), yaitu sebesar 85%. Hasil pengukuran OEE saat ini menunjukkan bahwa rata-rata tingkat efektifitas (OEE) mesin *packing* pada periode Juli hingga November 2022 adalah sebesar 68.01%, masih jauh dibawah standar JIPM yaitu sebesar 85%. Sedangkan nilai *availability* sebesar 85.85% nilai *performance* sebesar 80.83% dan nilai *quality of product* sebesar 98.02%. Faktor terbesar *time losses* yang menghambat pencapaian OEE tersebut dari seluruh faktor *six big losses* adalah *reduce speed losses* yaitu sebesar 16.47% (23.776 menit), kemudian diikuti faktor *setup and adjustment losses* sebesar 9.97% (14.366 menit), *idling and minor stoppages losses* sebesar 9.35% (13.435 menit), *equipment failure losses* sebesar 4.18% (6.010 menit), *process defect losses* sebesar 1.37% (1.974 menit), dan *scrap losses* sebesar 0.20% (297 menit). Penerapan strategi perawatan berdasarkan *total productive maintenance* dapat meningkatkan nilai *overall equipment effectiveness* menjadi 77.78%.

Kata kunci: Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Maintenance, Total Productive Maintenance

Pendahuluan

Produk adalah hasil utama dari suatu sistem produksi yang melibatkan tiga tahap utama, yaitu *input*, *process*, dan *output*. Dalam sebuah sistem produksi, kualitas *output* produk yang dihasilkan sangat tergantung pada tahap proses tersebut (Murnawan & Wati, 2018). Oleh karena itu, kegagalan peralatan atau mesin di lini produksi dapat menimbulkan konsekuensi

yang merugikan, hal ini dapat mempengaruhi jadwal produksi dengan mengakibatkan penurunan tingkat persediaan, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penundaan pengiriman. Kondisi ini sangat berpotensi menghambat efisiensi dan produktivitas produksi secara keseluruhan (Gaspersz, 1998).

PT. XYZ merupakan industri manufaktur yang bergerak dalam pengolahan garam mulai dari garam industri hingga garam konsumsi beryodium. Berdasarkan hasil observasi terdapat beberapa mesin *packing* yang telah usang akibat faktor usia hal ini mengakibatkan seringkali terjadi gangguan pada proses produksi dimana mesin yang digunakan mengalami kerusakan yang menyebabkan terhentinya proses produksi (Van Der Giessen, 2002). Selain dari faktor usia terdapat pula faktor dari bahan baku itu sendiri dimana proses pengkaratan di mesin produksi bisa terjadi karena mesin berada di lingkungan yang lembab dan kaya garam. Garam yang terdapat dalam lingkungan tersebut akan menempel pada permukaan mesin dan menghasilkan ion yang berpotensi merusak lapisan pelindung pada permukaan mesin. Proses pengkaratan ini dapat mempengaruhi kinerja mesin dan dapat menurunkan kualitas produk terutama pada mesin *packing* sebagai penentu kualitas hasil produksi (Ai et al., 2021).

Untuk menganalisis efektivitas secara lebih mendalam, penelitian ini difokuskan pada mesin *packing* di unit produksi 2 dengan tujuan mengevaluasi nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) sebagai indikator kinerja mesin. OEE adalah metrik yang digunakan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi suatu mesin atau peralatan produksi. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis *six big losses* untuk mengidentifikasi faktor utama yang menyebabkan masalah dalam operasional mesin. Pendekatan analisis yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) dan diagram pareto untuk memahami dan mengatasi permasalahan secara efektif dengan memprioritaskan *losses* terbesarnya. Hasil analisis ini akan digunakan untuk merancang strategi perawatan yang efektif guna meningkatkan nilai OEE mesin *packing* dan mengoptimalkan kinerja unit produksi.

Tinjauan Pustaka

Total Productive Maintenance

Total productive maintenance (TPM) adalah sistem perawatan mesin yang melibatkan semua elemen, mulai dari manajemen puncak hingga karyawan di lini depan, termasuk operator produksi, pengembang, pemasaran, dan administrasi. Dalam TPM, operator tidak hanya bertanggung jawab menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin tersebut (Mishra et al., 2021).

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah indikator komprehensif kondisi pabrik yang mencakup waktu operasi, kinerja, dan kualitas. *Matriks* ini dapat digunakan untuk menilai efisiensi pabrik dalam meningkatkan nilai tambah (Stamatis, 2017). Formula matematis dari *overall equipment effectiveness* dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality} \times 100\%$$

OEE terdiri dari tiga komponen utama: *availability*, *performance*, dan *quality*. Ketiga komponen ini dihitung dengan menggunakan rumus-rumus tertentu sebagai berikut:

1. *Availability rate*

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

2. *Performance rate*

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Total Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

3. Rate of quality product

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect product}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

Six Big Losses

Six big losses atau enam kerugian besar adalah konsep yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Konsep ini menyatakan bahwa terdapat enam jenis pemborosan yang paling umum ditemukan dalam proses produksi dan harus dikurangi atau dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas (Kennedy, 2017).

1. Downtime losses

Kerugian karena peralatan berhenti (*equipment failure*) kerugian ini terjadi ketika mesin atau peralatan tidak berfungsi dengan baik atau mengalami kerusakan dan perlu dihentikan untuk perbaikan.

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Kerugian karena pengaturan dan peralatan pemasangan (*setup and adjustment time*) kerugian ini terjadi ketika peralatan harus diatur atau disesuaikan untuk menghasilkan produk yang berbeda.

$$\text{Setup and Adjustment Losses} = \frac{\text{Setup and adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

2. Speed losses

Kerugian karena kecepatan dan efisiensi mesin (*idling and minor stoppages*) kerugian ini terjadi ketika mesin atau peralatan berhenti atau berjalan dengan kecepatan yang lebih lambat dari yang seharusnya.

$$\text{idling and minor stoppages losses} = \frac{\text{Idle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Reduced speed losses adalah kerugian yang timbul karena kecepatan aktual proses berada di bawah kecepatan optimal dari mesin.

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{Operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

3. Quality losses

Process defect adalah kerugian yang timbul karena adanya produk yang cacat, kecacatan produk menimbulkan kerugian *material*, pengurangan jumlah produksi, peningkatan limbah produksi, dan penambahan waktu apabila dilakukan pengerjaan ulang pada produk yang cacat tersebut.

$$\text{Process defect losses} = \frac{\text{Total defect} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Scrap losses merupakan kerugian yang disebabkan bahan baku yang tidak terpakai atau sampah bahan baku yang tidak dapat digunakan kembali (*rework*).

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Total scrap} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Diagram Pareto

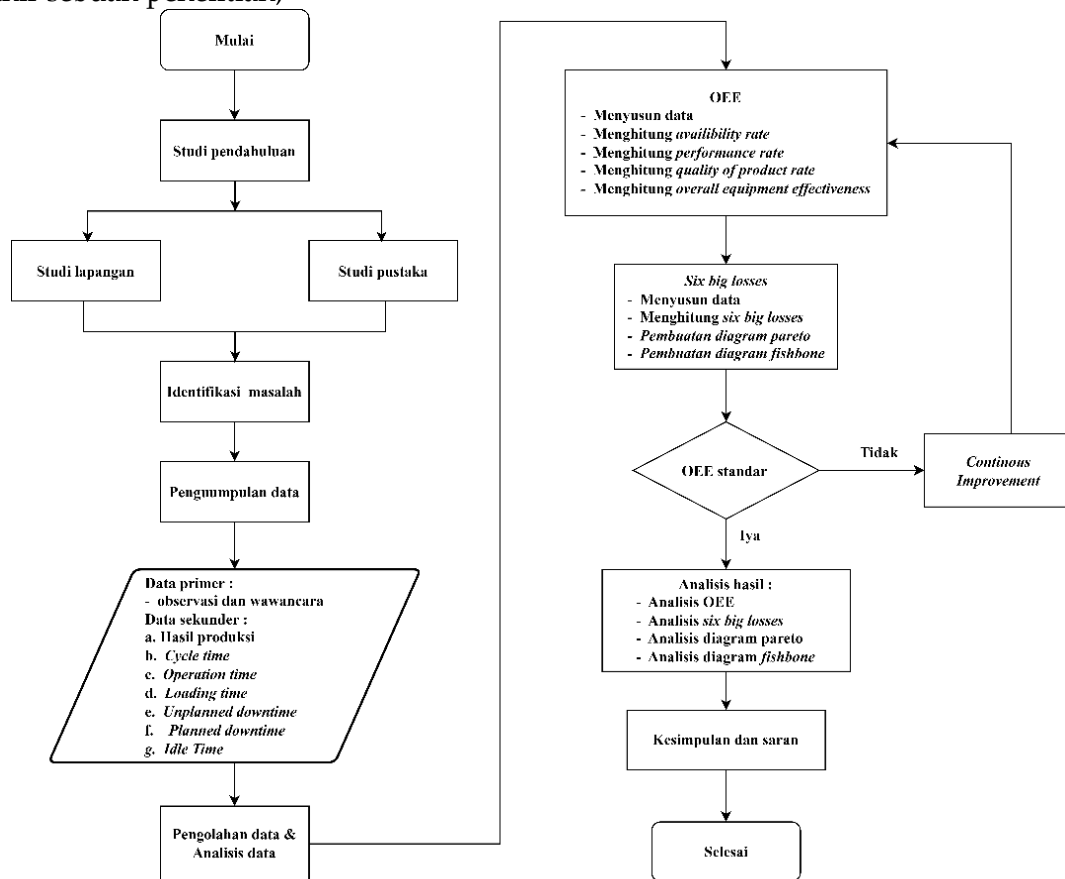
Diagram pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah). Analisis pareto berdasarkan prinsip 80% masalah berasal dari 20% penyebab. *Total* kumulatif 80% adalah faktor dominan (Ben-Daya et al., 2016).

Cause and Effect Diagram

Diagram sebab akibat dikembangkan oleh dr. Kaoru ishikawa pada tahun 1943, sehingga sering disebut dengan diagram *ishikawa*. Diagram sebab akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah (Ben-Daya et al., 2016).

Metode

Diagram alir penelitian adalah bentuk visualisasi yang menjelaskan urutan dan hubungan antar kegiatan yang dilakukan pada proses penelitian, mulai tahap awal sampai akhir sebuah penelitian,



Pada metode penelitian ini dibagi beberapa tahapan, Untuk menganalisis keefektifan lebih dalam, penelitian ini berfokus pada salah satu mesin *packing* yang terdapat di lini produksi unit 2 dengan menggunakan sampel mesin *packing* nomor 6, untuk mengetahui nilai keefektifan mesin melalui perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE). OEE adalah sebuah *matriks* yang digunakan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi suatu mesin atau peralatan produksi. Selain itu, penelitian ini juga melakukan analisis *six big losses* untuk mengidentifikasi faktor utama penyebab masalah. Kemudian penelitian ini menggunakan diagram pareto dan diagram sebab akibat sebagai alat mengidentifikasi penyebab yang paling dominan, hasil analisa tersebut nantinya dijadikan sebagai dasar strategi untuk meningkatkan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) sehingga mesin *packing* dapat berkontribusi lebih baik bagi produktivitas perusahaan.

Hasil Dan Pembahasan Perhitungan Nilai OEE

1. Perhitungan *Availability Rate*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *availability rate* pada bulan Juli :

$$\begin{aligned}
 \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Loading Time} - \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{28.080 - 3.991}{28.080} \times 100\% \\
 &= \frac{24.089}{28.080} \times 100\% \\
 &= 85.79\%
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Perhitungan *Availability Rate*

Bulan	Loading time (menit)	Total downtime (menit)	Availability rate (%)
Juli	28080	3991	85.79%
Agustus	28080	4641	83.47%
September	30150	4364	85.53%
Oktober	27720	3664	86.78%
November	30150	3716	87.67%
Rata-rata			85.85%

1. Perhitungan *Performance Rate*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *performance rate* pada bulan Juli :

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Total Produksi} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{774787 \times 0.024}{24089} \times 100\% \\
 &= \frac{18587688}{24089} \times 100\% \\
 &= 77.16\%
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Perhitungan *Performance Rate*

Bulan	<i>Process amount</i> (pcs)	<i>Ideal cycle time</i> (menit)	<i>Operation time</i> (menit)	<i>Performance rate</i> (%)
Juli	774487	0.024	24089	77.16%
Agustus	817533	0.024	23439	83.71%
September	855611	0.024	25786	79.63%
Oktober	829669	0.024	24056	82.77%
November	890536	0.024	26434	80.85%
Rata-rata				80.83%

2. Perhitungan *Rate of Quality Product*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *quality rate* pada bulan Juli :

$$\begin{aligned}
 \text{Rate of Quality Product} &= \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect product}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{774487 - 15607}{774487} \times 100\% \\
 &= \frac{758880}{774487} \times 100\% \\
 &= 97.98\%
 \end{aligned}$$

3. Tabel 3. Perhitungan *Rate of Quality Product*

Bulan	<i>Process amount</i> (pcs)	<i>Defect amount</i> (pcs)	<i>Rate of quality product</i> (%)
Juli	774487	15607	97.98%
Agustus	817533	15203	98.14%
September	855611	16681	98.05%
Oktober	829669	18509	97.77%
November	890536	16256	98.17%
Rata-rata			98.02%

4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Berikut ini adalah contoh perhitungan OEE pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{OEE} &= (\text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality}) \times 100\% \\
 &= (85.79 \times 77.16 \times 97.98) \times 100\% \\
 &= 64.86\%
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Bulan	<i>Availability rate</i> (%)	<i>Performance rate</i> (%)	<i>Rate of quality product</i> (%)	<i>OEE rate</i> (%)
Juli	85.79%	77.16%	97.98%	64.86%
Agustus	83.47%	83.71%	98.14%	68.58%
September	85.53%	79.63%	98.05%	66.78%
Oktober	86.78%	82.77%	97.77%	70.23%
November	87.67%	80.85%	98.17%	69.59%
Rata-rata				68.01%

Perhitungan Six Big Losses

1. *Equipment Failure Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *equipment failure losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Breakdown Losses} &= \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{1170}{28080} \times 100\% \\
 &= 4.17\%
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Perhitungan *Equipment Failure Losses*

Bulan	<i>Total breakdown</i> (menit)	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Equipment failure losses</i> (menit)	<i>Equipment failure losses</i> (%)
Juli	1170	28080	1170	4.17%
Agustus	1705	28080	1705	6.07%
September	1435	30150	1435	4.76%
Oktober	895	27720	895	3.23%
November	805	30150	805	2.67%
Rata-rata				4.18%

2. *Setup and Adjustment Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *setup and adjustment losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Setup and Adjustment Losses} &= \frac{\text{setup and adjustmen time}}{\text{loading time}} \times 100\% \\
 &= \frac{2821}{28080} \times 100\% \\
 &= 10.05\%
 \end{aligned}$$

Tabel 7. Perhitungan *Setup and Adjustment Losses*

Bulan	Setup and adjustment time (menit)	Loading time (menit)	Setup and adjustment losses (menit)	Setup and adjustment losses (%)
Juli	2821	28080	2821	10.05%
Agustus	2936	28080	2936	10.46%
September	2929	30150	2929	9.71%
Oktober	2769	27720	2769	9.99%
November	2911	30150	2911	9.66%
Rata-rata				9.97%

3. *Idle and Minor Stoppage Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *idle and minor stoppage losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Idling and minor stops losses} &= \frac{\text{Idle and Minor Stoppages Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{2330}{28080} \times 100\% \\
 &= 8.30\%
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Perhitungan *Idle and Minor Stoppage Losses*

Bulan	Idle and minor stoppage time (menit)	Loading time (menit)	Idle and minor stoppage losses (menit)	Idle and minor stoppage losses (%)
Juli	2330	28080	2330	8.30%
Agustus	2430	28080	2430	8.65%
September	2250	30150	2250	7.46%
Oktober	3510	27720	3510	12.66%
November	2915	30150	2915	9.67%
Rata- rata				9.35%

4. *Reduce Speed Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *reduce speed losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Redused speed losses} &= \frac{\text{Operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{total produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{24089 - (0.024 \times 774487)}{28080} \times 100\% \\
 &= 19.59\%
 \end{aligned}$$

Tabel 9. Perhitungan *Reduce Speed Losses*

Bulan	Operation time (menit)	Ideal cycle time (menit)	Process amount (pcs)	Loading time (menit)	Reduce speed losses (menit)	Reduce speed losses (%)
Juli	24089	0.024	774487	28080	5501.31	19.59%
Agustus	23439	0.024	817533	28080	3818.21	13.60%
September	25786	0.024	855611	30150	5251.34	17.42%
Oktober	24056	0.024	829669	27720	4143.94	14.95%
November	26434	0.024	890536	30150	5061.14	16.79%
Rata-rata						16.47%

4. *Process Defect Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *process defect losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Process defect losses} &= \frac{\text{Total defect} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(15607 \times 0.024)}{28080} \times 100\% \\
 &= 1.33\%
 \end{aligned}$$

Tabel 10. Perhitungan *Process Defect Losses*

Bulan	Total defect (pcs)	Ideal cycle time (menit)	Loading time (menit)	Reject losses (menit)	Process defect losses (%)
Juli	15607	0.024	28080	374.57	1.33%
Agustus	15203	0.024	28080	364.87	1.30%
September	16681	0.024	30150	400.34	1.33%
Oktober	18509	0.024	27720	444.22	1.60%
November	16256	0.024	30150	390.14	1.29%
Rata-rata					1.37%

5. *Scrap Losses*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *scrap losses* pada bulan Juli:

$$\begin{aligned}
 \text{Scrap losses} &= \frac{\text{total Scrap} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{(2450 \times 0.024)}{28080} \times 100\% \\
 &= 0.21\%
 \end{aligned}$$

Tabel 11. Perhitungan *Scrap Losses*

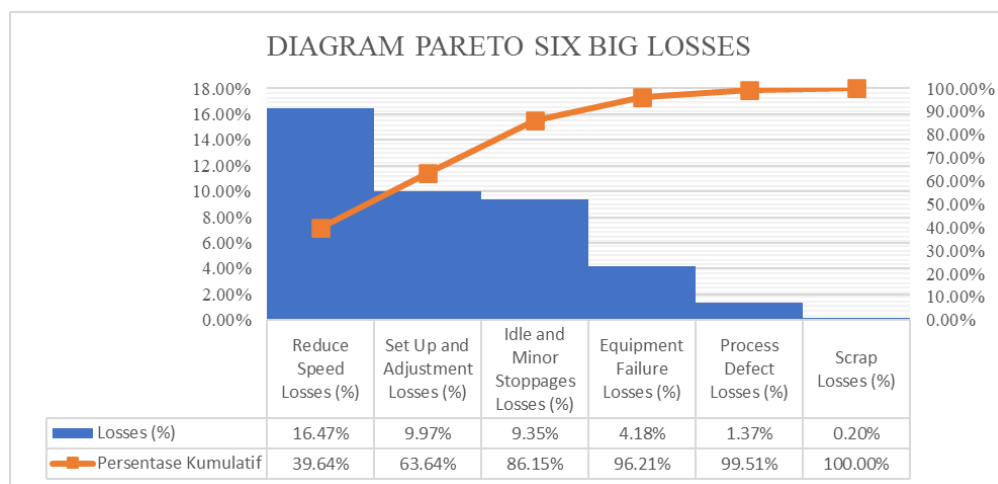
Bulan	Ideal cycle time (menit)	Scrap amount (pcs)	Loading time (menit)	Scrap losses (menit)	Scrap losses (%)
Juli	0.024	2450	28080	58.80	0.21%
Agustus	0.024	1725	28080	41.40	0.15%
September	0.024	3250	30150	78.00	0.26%
Oktober	0.024	2150	27720	51.60	0.19%
November	0.024	2780	30150	66.72	0.22%
Rata-rata					0.20%

Diagram Pareto

Tabel 12. Data Rekapitulasi *Six Big Losses*

Jenis-jenis six big losses	Total loading time (menit)	Total time losses (%)	Persentase losses (%)
Reduce speed losses (%)	144180	23776	16.47%
Setup and adjustment losses (%)		14366	9.97%
Idle and minor stoppage losses (%)		13435	9.35%
Equipment failure losses (%)		6010	4.18%
Process defect losses (%)		1974	1.37%
Scrap losses (%)		297	0.20%

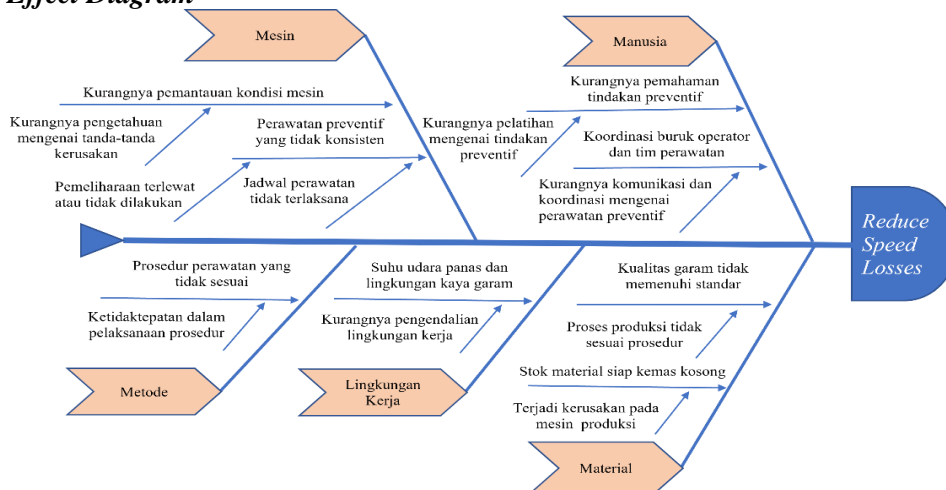
Berikut adalah diagram pareto *six big losses* yang ditampilkan pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Diagram Pareto *Six Big Losses*

Berdasarkan diagram pareto *six big losses* dapat diketahui bahwa kerugian yang paling dominan dan memiliki dampak terbesar terhadap produktivitas mesin *packing* adalah *reduce speed losses* dengan persentase sebesar 16.47% dengan *time losses* 23.776 menit dengan *loading time* 144180 menit.

Cause and Effect Diagram



Gambar 2. Diagram Sebab Akibat

Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan TPM

Tindakan perbaikan yang diusulkan berdasarkan analisis diagram sebab akibat adalah memprioritaskan 3 pilar utama *total productive maintenance* (TPM), yaitu *autonomous maintenance*, *quality maintenance*, dan *training & education*:

1. *Autonomous maintenance*:

- a. *Reset based level*: mengimplementasikan kegiatan *maintenance* harian oleh operator pada aktivitas pembersihan, inspeksi mesin, dan pelumasan mesin. Dengan melibatkan operator dalam perawatan rutin, akan meningkatkan pemahaman mereka terhadap mesin dan memungkinkan mereka untuk mendeteksi dan mencegah masalah awal sebelum terjadi kegagalan.
- b. Mengimplementasikan *autonomous maintenance* dan operator di setiap working station: memastikan bahwa setiap operator bertanggung jawab atas perawatan dan pemeliharaan mesin di stasiun kerjanya. Hal ini akan menciptakan rasa kepemilikan dan kesadaran akan perawatan preventif.

2. *Quality maintenance*:

- a. Evaluasi dan perbaikan terhadap kerusakan atas mutu dan kontrol performa mesin: melakukan analisis mendalam terhadap kerusakan yang mempengaruhi mutu produk dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut.
- b. Fokus pada kegiatan *quality source* dan *quality assurance*: meningkatkan pengendalian kualitas pada sumbernya dan memastikan bahwa proses produksi berjalan sesuai dengan standar yang ditetapkan.
- c. Sistem *preventive maintenance* yang efektif: menerapkan jadwal perawatan preventif yang tepat waktu dan efisien, sehingga dapat mencegah terjadinya kegagalan dan penurunan kinerja mesin.
- d. Pendeteksi kesalahan dini: menggunakan teknologi atau sistem pemantauan yang dapat mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan atau penurunan kinerja mesin, sehingga tindakan perbaikan dapat diambil sebelum masalah memburuk.

3. *Training & education*:

- a. *Gaps skill* dan *training need analysis*: melakukan analisis untuk mengidentifikasi kekurangan pengetahuan dan keterampilan operator dalam melakukan perawatan preventif dan operasi mesin.
- b. *Conduct training* terkait materi khusus dan *awareness training* secara reguler: mengadakan pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan, baik untuk meningkatkan pengetahuan teknis operator maupun untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya perawatan preventif.
- c. Verifikasi efektivitas terhadap kepatuhan penerapan: melakukan evaluasi terhadap penerapan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pelatihan, serta memastikan bahwa operator secara konsisten menerapkan praktik perawatan preventif.
- d. *People dan skill matrix*: membuat dan memelihara matriks yang mencatat keterampilan dan pengetahuan operator, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam penugasan tugas dan pelatihan yang sesuai.

Strategi Perawatan

Untuk meningkatkan efektivitas mesin *packing*, strategi yang dapat diterapkan adalah melakukan tindakan pemeliharaan preventif dan *autonomous maintenance* pada mesin *packing* saat mesin produksi mengalami kerusakan atau sedang dalam proses perbaikan yang menyebabkan pasokan *material* tidak tersedia dan mesin *packing* terhenti. Tindakan *preventive maintenance* akan dilakukan oleh tim pemeliharaan atau operator dengan melakukan

perawatan, inspeksi, dan perbaikan pada mesin *packing* untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terduga.

Selain itu, *autonomous maintenance* juga dilakukan oleh pihak operator secara mandiri. Operator dilibatkan dalam merawat dan menjaga kondisi mesin *packing* dengan melakukan pembersihan, pelumasan, pengecekan, dan perawatan sederhana secara rutin dengan frekuensi waktunya diharapkan untuk setiap mesin *packing* mendapatkan inspeksi dalam kurun 2 minggu sekali, dimana digunakan jadwal yang berbeda untuk setiap mesin *packing* sehingga dapat operator dapat fokus melakukan inspeksi yang menyeluruh pada satu mesin *packing*. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi optimal mesin *packing* dan mencegah timbulnya masalah yang dapat mengganggu produktivitas.

Dengan menerapkan strategi ini, saat mesin produksi telah berjalan normal kembali, mesin *packing* dapat langsung beroperasi dengan kondisi yang optimal karena telah menjalani tindakan pemeliharaan preventif dan *autonomous maintenance*. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas mesin *packing* serta mengurangi risiko *downtime* akibat masalah yang dapat diantisipasi sebelumnya.

Perhitungan OEE Setelah Implementasi Strategi Perawatan

Berikut data yang diperoleh pada tanggal 26 hingga 27 mei 2023 yang diambil pada hari selanjutnya:

Tabel 13. Data Daily Mesin *Packing*

Tanggal	Processed Amount (pcs)	Defect Amount (pcs)	Operation Time (menit)	Loading Time (menit)	Briefing and Setup (menit)	Idle Time (menit)	Spare Part Setting (menit)	Equipment Sanitation (menit)	Equipment Failures (menit)	Material (menit)	Scrap Atau Garam K3 (pcs)
26/05/2023	31468	398	874	1260	45	230	76	35	90		48
27/05/2025	27450	246	741	900	45		66	48			77

Equipment failure yang seharusnya memiliki waktu sebesar 90 menit tidak termasuk dikarenakan masuk waktu *idle time* dengan demikian waktu *equipment failure* kosong dikarenakan sampai shift 3 selesai mesin *packing* tersebut tidak mengalami kerusakan dan hanya terdapat *downtime* berupa *sparepart setting* dan *equipment sanitation*. Selanjutnya guna memudahkan perhitungan data dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 14. data detail produksi

Tanggal	available time	Planned downtime		loading time	total downtime			Total Idle time		operation time	Process amount		Scrap Atau Garam K3 (pcs)
		rest time	briefing and setup		sparepart setting	equipment sanitation	equipment failure	Idle time	material		good amount	defect amount	
26/05/2024	1440	180	45	1215	76	35		230		874	31070	398	48
27/05/2025	1080	180	45	900	58	45				797	27204	246	77

Untuk menghitung tingkat *overall equipment effectiveness* (OEE), dapat dilakukan dengan mengalikan faktor ketersediaan (*availability*), faktor efisiensi produksi (*performance*), dan faktor kualitas output (*quality*). Hasilnya kemudian dikalikan dengan seratus persen untuk mendapatkan persentase tingkat OEE. Berikut ini adalah perhitungan *overall equipment effectiveness* :

$$\begin{aligned}
 \text{OEE} &= (\text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality}) \times 100\% \\
 &= (90.86 \times 86.41 \times 98.74) \times 100\% \\
 &= 77.78\%
 \end{aligned}$$

Tabel 13. Perhitungan OEE

Tanggal	<i>Availability rate (%)</i>	<i>Performance rate (%)</i>	<i>Rate of quality product (%)</i>	OEE rate (%)
26/05/2023	90.86%	86.41%	98.74%	77.52%
27/05/2025	88.56%	88.91%	99.10%	78.03%
Rata-rata	89.71%	87.66%	98.92%	77.78%

Berdasarkan hasil perhitungan dimana OEE rate sebesar 77.78% dan telah mendekati standar JIPM sebesar 85% dikarenakan mesin packing telah mengalami *autonomous maintenance* dan *preventif mainnance* sehingga mesin mengalami peningkatan nilai OEE dari sebelumnya sebesar 68.01%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata tingkat efektivitas (OEE) mesin *packing* pada periode Juli hingga November 2022 adalah sebesar 68.01%, masih jauh dibawah standar JIPM yaitu sebesar 85%. Sedangkan nilai *availability* sebesar 85.85% nilai *performance* sebesar 80.83% dan nilai *quality of product* sebesar 98.02%.
2. Faktor terbesar *time losses* yang menghambat pencapaian OEE tersebut dari seluruh faktor *six big losses* adalah *reduce speed losses* yaitu sebesar 16.47% (23.776 menit), kemudian diikuti faktor *setup and adjustment losses* sebesar 9.97% (14.366 menit), *idling and minor stoppages losses* sebesar 9.35% (13.435 menit), *equipment failure losses* sebesar 4.18% (6.010menit), *process defect losses* sebesar 1.37% (1.974 menit), dan *scrap losses* sebesar 0.20% (297 menit).
3. Rekomendasi perbaikan dengan melakukan penjadwalan *preventif maintenance* dan *autonomous maintenance* dengan dasar 3 pilar *total productive maintenance* dengan menggunakan *checklist* pemeriksaan mesin *packing* guna mengetahui kondisi mesin sehingga dapat dilakukan pencegahan sebelum mesin mengalami kerusakan yang berakibat tidak dapat melakukan pengemasan.
4. Pembuatan *troubleshooting* sebagai panduan untuk menyelesaikan permasalahan ketika mesin *packing* mengalami kendala sehingga operator dapat mengetahui solusi penanganan yang tepat dan dapat mengidentifikasi langkah perbaikan selanjutnya.
5. Hasil perhitungan setelah implementasi didapatkan nilai OEE sebesar 77.78% dengan standar JIPM sebesar 85%. Sedangkan nilai nilai *availability* sebesar 89.71% nilai *performance* sebesar 87.66% dan nilai *quality of product* sebesar 98.92%.

Daftar Pustaka

- Ai, H., Liu, Y., Shen, M., Liu, H., Chen, Y., Yang, X., Liu, H., Qian, Y., & Wang, J. (2021). Dissolved valence state of iron fluorides and their effect on Ni-based alloy in FLiNaK salt. *Corrosion Science*, 192(March), 109794. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109794>
- Akbar, M., & Widiasih, W. (2022). Analisis Perawatan Mesin Bubut dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and*

- Alfares, H., Mohammed, A., & Ghaleb, M. (2021). Two-machine scheduling with aging effects and variable maintenance activities. *Computers and Industrial Engineering*, 160(August 2019), 107586. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107586>
- Ben-Daya, M., Kumar, U., & Murthy, D. N. P. (2016). *Introduction to Maintenance Engineering Modeling, Optimization, and Management* (1st ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Gaspersz, V. (1998). *production planning and inventory control* (7th ed.). Gramedia Pustaka Utama.
- Kameiswara, R. A., Sulistiyo, A. B., & Wawan Gunawan. (2018). Analisa Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Mengurangi Six Big Losses Pada Cooling Pump Blower Plant PT. Pabrik Baja Terpadu. *Jurnal InTent*, 1(1), 67–78.
- Kennedy, R. K. (2017). Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness. In *Taylor & Francis Group*. <https://doi.org/10.4324/9781315166957>
- Levitt, J. (2010). *TPM Reloaded Total Productive Maintenance*. Industrial Press Inc.
- Lokajaya, I. N., Teknik, L., & Surabaya, I. (2009). PENENTUAN WAKTU PENGGANTIAN KOMPONEN DAN BIAYA PENGGANTIAN YANG OPTIMAL PADA MESIN CRAWLER ROCK DRILL. *Journal of Heuristics*, Vol. 6.
- Mishra, R. P., Gupta, G., & Sharma, A. (2021). Development of a Model for Total Productive Maintenance Barriers to Enhance the Life Cycle of Productive Equipment. *Procedia CIRP*, 98, 241–246. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.037>
- Murnawan, H., & Wati, P. E. D. K. (2018). Perancangan Ulang Fasilitas Dan Ruang Produksi Untuk Meningkatkan Output Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 157–165. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no2.157-165>
- Rassanjani, S., Herizal, H., Mukhrijal, M., Alqarni, W., & Usman, B. (2021). Managing creativity and innovation in the 4th industrial revolution: Learning from giants. *Journal of Innovation in Business and Economics*, 5(01), 15–22. <https://doi.org/10.22219/jibe.v5i01.15390>
- Rifaldi, M. R. (2020). Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tandem 03 Di PT. Supernova Flexible Packaging. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 2(2), 67–77. <https://doi.org/10.37631/jri.v2i2.180>
- Romadhon, A., Prasetyo, B., & Ardhiyani, I. W. (2022). Penerapan Six Sigma Pada Proses Produksi Kertas Untuk Menganalisis Kualitas. *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*, 5(2), 130–135.
- Stamatis, D. H. (2017). The OEE primer: Understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability. In *The Oee Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. <https://doi.org/10.1201/EBK1439814062>
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, 240(February), 108224. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108224>

- Van Der Giessen, P. H. (2002). Maintenance costs for cobalt machines and linear accelerators: New machines versus old [1]. *Radiotherapy and Oncology*, 62(3), 349–350. [https://doi.org/10.1016/S0167-8140\(01\)00467-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8140(01)00467-4)
- Widiasih, W. (2019). PERHITUNGAN BIAYA PENGGANTIAN KOMPONEN DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENJADWALAN PERAWATAN PADA MESIN BUCKET RAW MATERIAL. *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management*, 14, 68–76. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v14i2.90>
- Widiasih, W., & Asmoro, N. (2022). Analisis Keandalan Mesin untuk Meningkatkan Kinerja pada Mesin Extruder di PT. Rapindo Plastama. *Journal of Industrial View*, 4, 11–22. <https://doi.org/10.26905/jiv.v4i2.8014>
- www.kemenperin.com. (2022). *Kemenperin Fasilitasi Industri Serap Garam Lokal Lebih dari 1 Juta Ton*. [https://kemenperin.go.id/artikel/23443/Kemenperin-Fasilitasi-Industri-Serap-Garam-Lokal-Lebih-dari-1-Juta-Ton#:~:text=Menperin menyebutkan%2C kebutuhan garam nasional tahun 2022 berdasarkan,ribu ton baik untuk rumah tangga maupun komersial.](https://kemenperin.go.id/artikel/23443/Kemenperin-Fasilitasi-Industri-Serap-Garam-Lokal-Lebih-dari-1-Juta-Ton#:~:text=Menperin%20menyebutkan%20kebutuhan%20garam%20nasional%20tahun%202022%20berdasarkan,ribu%20ton%20baik%20untuk%20rumah%20tangga%20maupun%20komersial.)