

Analisis Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Surface Mount Technology (SMT) Melalui Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: PT.Sharp Elektronik Indonesia)

Alex Saputra¹, Siti Rahayu², Hasyrani Windyatri³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas Arah DELTAMAS, Cikarang Pusat - Kab. Bekasi

Email: sptralex2@gmail.com, siti.rahayu@pelitabangsa.ac.id, Hasyrani@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mesin Surface Mount Technology (SMT) di PT Sharp Elektronik Indonesia melalui pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Berdasarkan data operasional periode Juni–Agustus 2024, rata-rata nilai OEE tercatat sebesar 56,8%, jauh di bawah standar industri sebesar 85%. Penurunan ini terutama disebabkan oleh rendahnya nilai Availability dan Performance, yang dipicu oleh waktu henti mesin yang tinggi serta kecepatan operasi yang tidak optimal. Untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menentukan prioritas perbaikan, metode FMEA diterapkan dengan menghitung Risk Priority Number (RPN) dari setiap mode kegagalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa downtime mesin merupakan penyebab utama dengan nilai RPN tertinggi, diikuti oleh faktor kesalahan operator dan keterlambatan pasokan bahan baku. Berdasarkan temuan tersebut, strategi perbaikan difokuskan pada peningkatan program pemeliharaan, pelatihan operator, dan efisiensi rantai pasok. Setelah implementasi perbaikan pada Oktober–Desember 2024, nilai OEE meningkat menjadi 77%, menandakan keberhasilan intervensi yang dilakukan. Integrasi OEE dan FMEA dalam penelitian ini memberikan pendekatan sistematis dan berbasis data yang efektif dalam mendukung peningkatan kinerja operasional mesin. Penelitian ini juga berkontribusi dalam pengembangan praktik manajemen perawatan di industri manufaktur elektronik Indonesia.

Kata kunci: OEE, FMEA, SMT, RPN, efisiensi operasional, perawatan mesin.

ABSTRACT

This study aims to improve the effectiveness of Surface Mount Technology (SMT) machines at PT Sharp Elektronik Indonesia through the Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) approaches. Based on operational data for June–August 2024, the average OEE value was recorded at 56.8%, far below the industry standard of 85%. This decline was mainly due to low Availability and Performance values, which were triggered by high machine downtime and suboptimal operating speed. To identify root causes and determine improvement priorities, the FMEA method was applied by calculating the Risk Priority Number (RPN) of each failure mode. The analysis showed that machine downtime was the leading cause with the highest RPN value, followed by operator error factors and delays in raw material supply. Based on these findings, the improvement strategy focused on improving maintenance programs, operator training, and supply chain efficiency. After implementing improvements in October–December 2024, the OEE value increased to 77%, indicating the successful interventions. The integration of OEE and FMEA in this study provides a systematic and data-driven approach that effectively supports improving machine operational performance. This research also contributes to developing maintenance management practices in the Indonesian electronics manufacturing industry.

Keywords : Keywords: OEE, FMEA, SMT, RPN, operational efficiency, machine maintenance..

Pendahuluan

Sektor industri manufaktur secara bertahap telah berubah menjadi komponen penting dalam memajukan pembangunan ekonomi dan kesejahteraan finansial suatu negara secara keseluruhan. Selain kontribusinya terhadap produk domestik bruto, sektor ini menyediakan kesempatan kerja yang luas dan berfungsi sebagai pilar utama dalam jaringan pasokan global. Oleh karena itu, keberlanjutan dan daya saing industri manufaktur sangat bergantung pada efisiensi proses produksinya[1].

Overall Equipment Effectiveness (OEE) secara luas diakui sebagai salah satu kerangka kerja yang paling umum dan andal untuk mengevaluasi produktivitas mesin di seluruh operasi manufaktur[2]. OEE mengukur tiga aspek penting, yaitu: ketersediaan (berapa sering mesin tersedia untuk digunakan), kinerja (seberapa cepat mesin

bekerja dibanding kapasitas ideal), dan kualitas (persentase produk yang sesuai standar). Nilai OEE memberikan gambaran komprehensif terhadap tingkat efisiensi operasional suatu mesin[3], [4].

Menurut standar global, “nilai OEE yang baik adalah di atas 85%”. Namun dalam praktiknya, banyak perusahaan di Indonesia masih kesulitan mencapai angka tersebut karena berbagai faktor internal dan eksternal. Nilai OEE yang rendah sering kali menandakan adanya permasalahan dalam proses produksi, seperti kerusakan mesin, waktu henti yang tinggi, atau tingkat cacat produk yang signifikan [2][4]. Tantangan yang terkait dengan efisiensi peralatan tidak hanya mengganggu proses produksi tetapi juga memengaruhi kepuasan pelanggan, pencapaian target pendapatan, dan efektivitas biaya. Oleh karena itu, mengadopsi pendekatan yang tepat dan strategis untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah terkait OEE sangat penting untuk memastikan pertumbuhan dan daya saing perusahaan yang berkelanjutan.

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) adalah alat analisis yang telah teruji waktu yang dirancang untuk mengungkap kontributor utama penurunan kinerja OEE. FMEA mengadopsi sikap berwawasan ke depan dengan menilai secara sistematis potensi kegagalan sistem, memperkirakan dampaknya, dan memprioritaskan tindakan korektif melalui penggunaan Risk Priority Number (RPN)[5], [6], [7], [8].

Penggunaan FMEA dalam konteks perbaikan produksi telah diaplikasikan dalam berbagai industri seperti otomotif, makanan, tekstil, hingga manufaktur elektronik. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat menurunkan tingkat kerusakan mesin, meningkatkan produktivitas, dan mencegah kerugian operasional secara signifikan[4].

PT Sharp Electronics Indonesia bergerak dalam produksi barang elektronik konsumen beserta pembuatan komponen-komponen terkait. Salah satu lini produksi utama di perusahaan ini menggunakan teknologi Surface Mount Technology (SMT), yang memiliki peran penting dalam proses perakitan komponen elektronik.

Namun, berdasarkan data operasional internal periode Juni hingga Agustus 2024, diketahui bahwa “nilai rata-rata Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin SMT berada pada angka 56,8%, yang jauh di bawah standar minimum industri sebesar 85%”. Nilai tersebut terdiri dari komponen Availability sebesar 71,5%, Performance sebesar 75,2%, dan Quality sebesar 95,9%. Capaian ini menunjukkan bahwa sistem produksi belum berjalan secara optimal.

Melihat urgensi permasalahan ini, penerapan metode FMEA menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Dengan memanfaatkan pendekatan FMEA, perusahaan dapat mengidentifikasi titik-titik kegagalan dalam proses SMT, menghitung RPN dari setiap potensi kegagalan, dan menyusun strategi perbaikan yang berbasis data dan prioritas. Penerapan metode ini juga diharapkan dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan manajerial dalam menetapkan program perawatan mesin (maintenance), perbaikan proses produksi, dan pengendalian mutu yang lebih akurat dan berkelanjutan.

Metode Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan deskriptif, yang secara sistematis mencatat dan menginterpretasikan fenomena atau kondisi menggunakan data numerik yang terukur. Dalam konteks ini, peneliti tidak melakukan manipulasi variabel, melainkan hanya mengamati dan menganalisis hubungan antar variabel sebagaimana adanya di lapangan[9]]. Penelitian semacam ini umumnya digunakan dalam evaluasi sistem kerja, pemeliharaan mesin, dan pengukuran efektivitas proses industri.

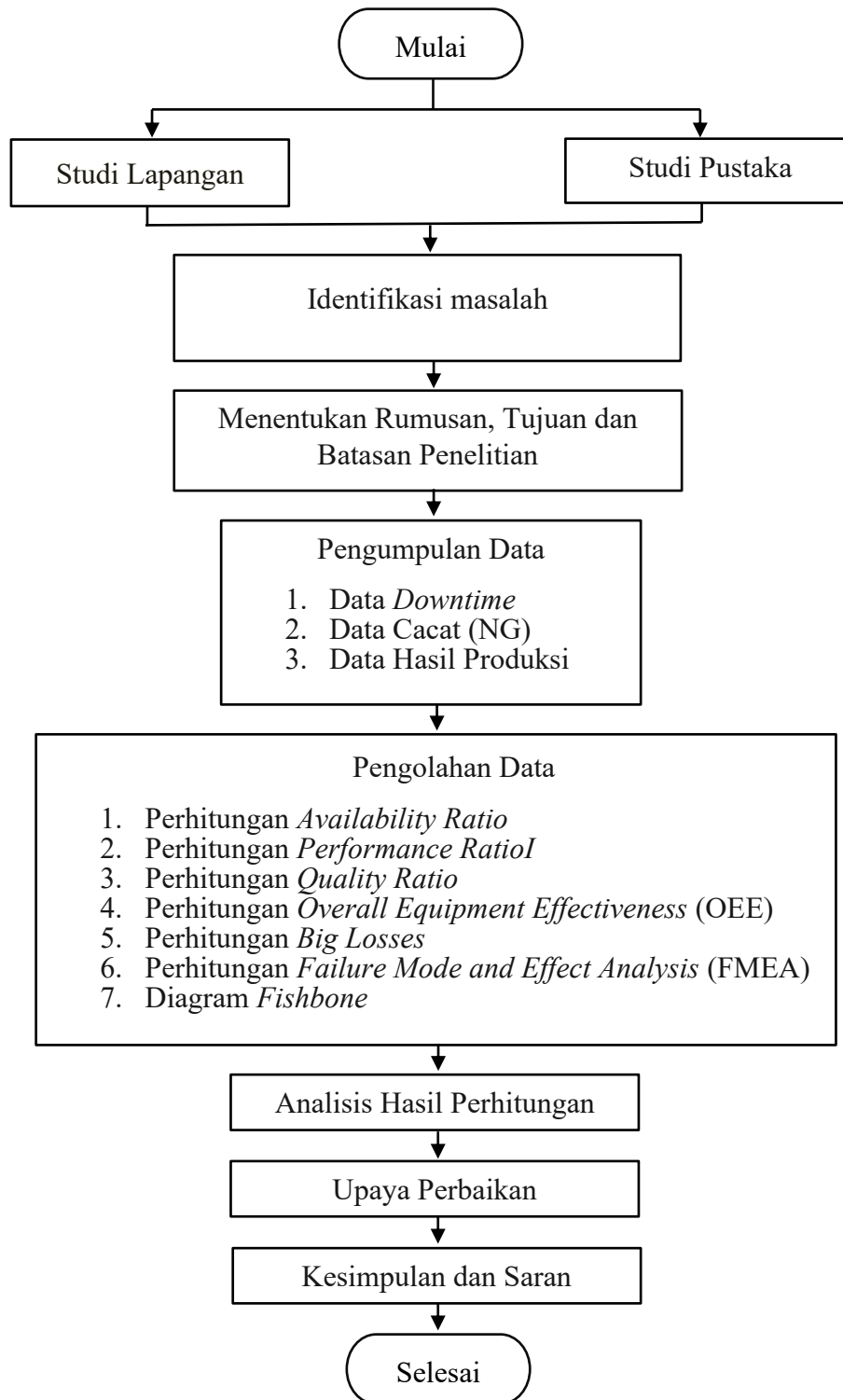
Metode yang dipilih untuk studi ini adalah pendekatan studi kasus, yang memungkinkan analisis mendalam dan pemeriksaan menyeluruh terhadap satu unit seperti orang, kelompok, organisasi, atau sistem. Studi kasus memungkinkan pemahaman menyeluruh terhadap fenomena nyata dalam konteks spesifik, dan sangat tepat digunakan untuk menganalisis dinamika proses produksi dan operasional di dunia industri [10].

Objek dalam penelitian ini adalah mesin *Surface Mount Technology (SMT)* yang digunakan dalam lini produksi di PT Sharp Elektronik Indonesia. Permasalahan utama yang dikaji adalah rendahnya efektivitas mesin berdasarkan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Penelitian menggunakan data historis operasional mesin berupa jumlah waktu henti (*downtime*), volume produksi, serta tingkat cacat produk selama periode Januari hingga Juni 2024. Data yang dikumpulkan pertama-tama dianalisis menggunakan model *OEE*, diikuti dengan penerapan FMEA untuk mengidentifikasi penyebab paling signifikan dari penurunan efisiensi dan menentukan RPN untuk memprioritaskan tindakan perbaikan.

Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif yang dipadukan dengan studi kasus, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran terukur mengenai performa mesin, sekaligus menyusun strategi perbaikan yang bersifat praktis, berbasis data, dan sesuai dengan kebutuhan riil perusahaan manufaktur elektronik di Indonesia[11].

Pengumpulan data merupakan fase mendasar dalam proses penelitian, karena menjadi dasar untuk analisis dan interpretasi selanjutnya. Teknik yang digunakan dalam studi ini bergantung pada kerangka kuantitatif yang didukung oleh data numerik objektif [12], [13], [14], [15].

Menurut Sugiyono, “penyusunan tahapan dalam penelitian kuantitatif harus disusun secara linier dan sistematis agar memudahkan peneliti dalam merumuskan” langkah-langkah pelaksanaan[12]. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Tabel 4.1 menyajikan data produksi mesin *Surface Mount Technology* (SMT) di PT Sharp Elektronik Indonesia selama tiga bulan berturut-turut. Data tersebut mencakup jumlah hari kerja, waktu *loading* mesin, *downtime*, waktu operasi, *output* produksi, *ideal cycle time*, serta produk cacat (NG). Data ini menjadi dasar analisis efektivitas dan efisiensi mesin SMT dalam penelitian ini.

Tabel 1. Data Produksi

NO	Bulan	Jumlah Hari Kerja	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	output (pcs)	Ideal Cycle Time (menit)	Produk NG (pcs)
1	Oktober 2024	26	32.760	4.836	27.924	19.768	0,97	200
2	November 2024	20	25.200	3.720	21.480	17.059	0,97	105
3	Desember 2024	22	27.720	4.092	23.628	22.316	0,97	210

Sumber; PT sharp Elektronik Indonesia

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

1. Perhitungan Availability Ratio.

Perhitungan *Availability Ratio* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Availability (A) = \left(\frac{Operating Time}{Loading Time} \right) \times 100\% [16] \quad (1)$$

Dimana:

- *Operation Time* adalah durasi waktu aktual mesin beroperasi,
- *Loading Time* adalah total waktu yang direncanakan untuk mesin beroperasi.

Sebagai contoh, pada bulan Oktober 2024, data *Operation Time* tercatat sebesar 27.924 menit, sedangkan *Loading Time* sebesar 32.760 menit. Dengan menggunakan rumus tersebut, diperoleh nilai *Availability Ratio* sebagai berikut:

$$A = \left(\frac{27.924}{32.760} \right) \times 100\% = 85,25\%$$

Nilai ini menunjukkan bahwa mesin hampir selalu dalam kondisi siap beroperasi selama waktu yang direncanakan. Perhitungan yang sama dilakukan untuk bulan-bulan berikutnya guna memperoleh data *Availability Ratio* dari Oktober hingga Desember 2024, yang kemudian dirangkum dalam Tabel 4.2. Penyajian data ini bertujuan untuk memantau tren ketersediaan mesin dalam kurun waktu penelitian.

Tabel 2. Availability Ratio

Bulan	Operating Time (menit)	Loading Time (menit)	Availability (%)
Oktober 2024	27.924	32.760	85,25 %
November 2024	21.480	25.200	85,24 %
Desember 2024	23.628	27.720	85,25 %

2. Perhitungan Performance Ratio.

Secara matematis, *Performance Ratio* dihitung dengan rumus berikut:

$$Performance (P) = \left(\frac{Ideal Cycle Time \times Total Output}{Operating Time} \right) \times 100\% [17] \quad (2)$$

Dimana:

- *Ideal Cycle Time* adalah waktu standar yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk,
- *Total Output* adalah jumlah produk yang dihasilkan selama waktu operasi,
- *Operation Time* adalah durasi waktu mesin beroperasi.

Misalnya, apabila *Ideal Cycle Time* adalah 0.9667 menit per unit, *Total Output* sebanyak 19.768 unit, dan *Operation Time* tercatat selama 27.924 menit, maka perhitungan *Performance Ratio* adalah sebagai berikut:

$$P = \left(\frac{0,97 \times 19.768}{27.924} \right) \times 100\% = 68,43 \%$$

Tabel 4.3. Penyajian data ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan efisiensi kinerja mesin selama periode penelitian.

Tabel 3. Performance Ratio

Bulan	Output (unit)	Operating Time (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Performance (%)
-------	---------------	------------------------	--------------------------	-----------------

Oktober 2024	19.768	27.924	0,97	68,43%
November 2024	17.059	21.480	0,97	76,70%
Desember 2024	22.316	23.628	0,97	91,26%

3. Perhitungan *Quality Ratio*

Rumus perhitungan *Quality Ratio* adalah sebagai berikut:

$$Quality (Q) = \left(\frac{Good Output}{Total Output} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Di mana:

- *Good Output* adalah jumlah produk yang memenuhi standar kualitas,
- *Total Output* adalah keseluruhan produk yang dihasilkan selama periode waktu tertentu.

Sebagai contoh, apabila dari total produksi sebanyak 19.768 unit, terdapat 19.568 unit produk yang memenuhi standar kualitas, maka perhitungan *Quality Ratio* adalah:

$$Q = \left(\frac{19.568}{19.768} \right) \times 100\% = 98,99 \%$$

Untuk menentukan jumlah perhitungan Persentase *Quality* di bulan-bulan berikutnya dengan menggunakan formula perhitungan yang sama, diperoleh persentase *Ratio Quality* untuk bulan Oktober hingga bulan Desember 2024 dapat dilihat di tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. *Quality Ratio*

Bulan	Total Output	Total NG	Good Output	Quality Ratio (%)
Oktober 2024	19.768	200	19.568	98,99 %
November 2024	17.059	105	16.954	99,38 %
Desember 2024	22.316	210	22.106	99,06 %

4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Setelah memperoleh nilai *Availability Ratio*, *Performance Ratio*, dan *Quality Ratio*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE). OEE merupakan indikator komprehensif yang mencerminkan efektivitas total mesin dalam mendukung proses produksi, dengan mempertimbangkan aspek ketersediaan, kinerja, dan kualitas produk[18], [19]. Rumus perhitungan OEE adalah sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (4)$$

Sebagai ilustrasi, jika pada suatu periode didapatkan nilai *Availability* sebesar 85,25%, *Performance* sebesar 68,43%, dan *Quality* sebesar 96.05%, maka nilai OEE dapat dihitung sebagai berikut:

$$OEE = 85,25\% \times 68,43\% \times 98,95\% = 58\%$$

Perhitungan persentase nilai OEE pada bulan-bulan berikutnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Hasil perhitungan persentase nilai OEE dari bulan Oktober hingga Desember 2024 disajikan pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 5. Presentase Nilai OEE

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality Ratio (%)	OEE
Oktober 2024	85,25%	68,43%	98,99%	58%
November 2024	85,24%	76,70%	99,38%	65%
Desember 2024	85,25%	91,26%	99,06%	77%

Perhitungan Six Big Losses

1. Breakdown Losses

Breakdown Losses adalah kerugian waktu yang disebabkan oleh gangguan atau kerusakan mesin yang mengakibatkan penghentian operasi mesin sebelum waktu yang direncanakan berakhir[20]. Kerusakan yang tidak terduga pada mesin dapat menyebabkan produksi terhenti dan meningkatkan waktu henti yang tidak direncanakan, yang langsung mempengaruhi ketersediaan mesin.

Perhitungan *Breakdown Losses* dilakukan dengan membandingkan Total *Breakdown Time* dengan *Loading Time* yang direncanakan untuk mesin, menggunakan rumus sebagai berikut:[21]

$$Breakdown Losses = \left(\frac{Total Breakdown Time}{Operating Time} \right) \times 100\% \quad (5)$$

2. Setup and Adjustment Losses.

Perhitungan Setup and Adjustment Losses dilakukan dengan membandingkan Total Setup and Adjustment Time dengan Loading Time yang direncanakan untuk mesin. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase Setup and Adjustment Losses adalah sebagai berikut:[22]

$$\text{Setup and Adjusment Losse} = \frac{\text{Total Setup and Adjustment Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (6)$$

3. Reduced Speed Losses

Reduced Speed Losses mengacu pada selisih antara kecepatan produksi aktual dan kecepatan produksi desain (ideal) untuk mesin tertentu. Kerugian ini terjadi ketika mesin beroperasi di bawah kecepatan yang telah dirancang atau ditentukan, yang mengakibatkan waktu produksi lebih lama dari yang seharusnya. Reduced Speed Losses berhubungan langsung dengan Operating Time, Ideal Cycle Time, Total Output, dan Loading Time yang direncanakan untuk mesin. Untuk menghitung Reduced Speed Losses, digunakan rumus berikut:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operating Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (7)$$

4. Defect Losses

Defect Losses adalah kerugian yang timbul akibat adanya produk cacat atau produk yang perlu diproses ulang. Produk cacat ini tidak hanya menyebabkan kerugian materi, tetapi juga mengurangi jumlah produk yang berhasil diproduksi. Kerugian ini terjadi ketika produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, sehingga memerlukan pemborosan bahan baku dan waktu, serta menurunnya jumlah output produksi. Perhitungan Defect Losses dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Defect losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Jumlah Produk NG}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (8)$$

5. Idling and Minor Stoppages

Untuk menghitung persentase Idling and Minor Stoppages, digunakan rumus berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (9)$$

6. Reducied Yeid Scarp Losses

Perhitungan Reduced Yield Scrap Losses dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Reduceied Yeid Scarp Losses} = \frac{\text{Ideal ycle Time} \times \text{Total Reducied Yeid Scarp Losses}}{\text{Operating Tome}} \times 100\% \quad (10)$$

7. Hasil Rekapitulasi Six Big Losses

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi persentase kontribusi masing-masing faktor terhadap Six Big Losses pada periode Januari hingga Juni 2023, yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Six Big Losses

<i>Bulan</i>	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Setup and Adjustment Loss (%)</i>	<i>Reduced Speed Losses (%)</i>	<i>Defect Losses (%)</i>	<i>Idling and Minor Stoppage Loss (%)</i>	<i>Yeild / Scarp Losses (%)</i>
<i>Oktober 2024</i>	3,43%	4,12%	26,91%	0,71%	31,57%	0%
<i>November 2024</i>	2,09%	4,91%	19,80%	0,70%	18,23%	0%
<i>Desember 2024</i>	4,68%	5,50%	7,41%	0,75%	5,70%	0%

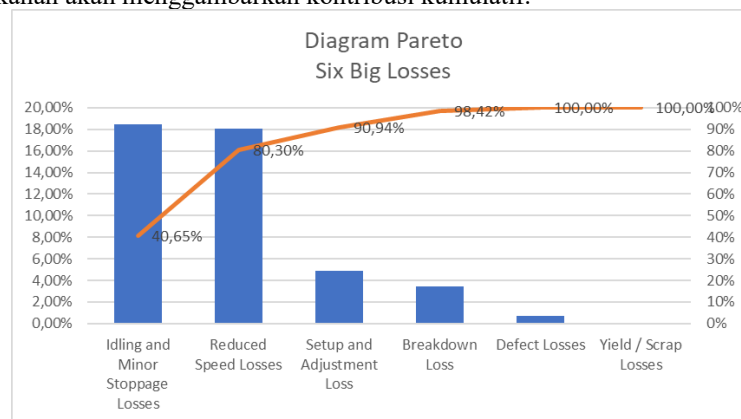
Setelah merekapitulasi data dari Tabel 4.6 mengenai persentase kontribusi faktor-faktor pada Six Big Losses, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari setiap faktor untuk mengetahui kontribusi masing-masing faktor terhadap total kerugian. Perhitungan rata-rata ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai faktor-faktor yang paling dominan.

Tabel 4.7 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata kontribusi dari setiap faktor selama tiga bulan tersebut. Rata-rata dihitung dengan menjumlahkan persentase kontribusi faktor pada bulan Oktober, November, dan Desember, kemudian membaginya dengan tiga (jumlah bulan).

Tabel 7. Rata-Rata Six Big Losses

<i>Six Big Losses</i>	Rata-rata Kontribusi (%)	Jumlah Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
<i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>	18,50%	40,65%	40,65%
<i>Reduced Speed Losses</i>	18,04%	39,65%	80,30%
<i>Setup and Adjustment Loss</i>	4,84%	10,65%	90,94%
<i>Breakdown Loss</i>	3,40%	7,47%	98,42%
<i>Defect Losses</i>	0,72%	1,58%	100,00%
<i>Yield / Scrap Losses</i>	0%	0,00%	100,00%

Gambar 4.1 yang akan ditampilkan mengurutkan faktor-faktor berdasarkan kontribusi terbesar hingga terkecil. Di sumbu vertikal kiri akan ditampilkan kontribusi masing-masing faktor, sedangkan di sumbu vertikal kanan akan menggambarkan kontribusi kumulatif.



Gambar 2. Diagram Pareto

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dua faktor utama yang menyebabkan kerugian terbesar selama periode

Dalam gambar 4.1 yang disajikan di atas, kita dapat melihat bahwa *Idling and Minor Stoppage Losses* dan *Reduced Speed Losses* adalah dua jenis kerugian utama yang memberikan dampak terbesar terhadap penurunan OEE. *Idling and Minor Stoppage Losses* berkontribusi paling besar dengan 20,28%, sementara *Reduced Speed Losses* mengikuti dengan 18,33%. Gabungan dari kedua jenis kerugian ini sudah menyumbang lebih dari 40% dari total kerugian.

Penting untuk dicatat bahwa *Idling and Minor Stoppage Losses* memiliki kontribusi kumulatif yang lebih besar dibandingkan dengan jenis kerugian lainnya. Oleh karena itu, *Idling and Minor Stoppage Losses* harus menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan untuk meningkatkan OEE. Setelah itu, mengurangi *Reduced Speed Losses* akan memberikan dampak signifikan terhadap *Performance* dan OEE mesin.

Dalam penelitian ini, hasil perhitungan OEE untuk mesin SMT di PT Sharp Elektronik Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan dari bulan Oktober 2024 (58%) ke Desember 2024 (77%), yang menunjukkan perbaikan yang cukup besar dalam kinerja mesin. Berdasarkan analisis Six Big Losses, masalah utama yang mempengaruhi OEE adalah *Idling and Minor Stoppage Losses* dan *Reduced Speed Losses*, yang menyumbang lebih dari 40% dari total kerugian.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Setiawan (2021) yang menggunakan FMEA dan Fishbone untuk meningkatkan OEE pada mesin sheating kamera digital, yang mengalami peningkatan OEE sebesar 26,02%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa analisis akar penyebab menggunakan pendekatan yang sama efektif dalam meningkatkan kinerja mesin di sektor elektronik.[2], [23]

Selain itu, Alfatiyah dan Bastuti (2020) dalam penelitian mereka di industri elektronik komponen menggunakan *Six Big Losses* untuk meningkatkan OEE, yang sejalan dengan temuan kami bahwa *Reduced Speed Losses* dan *Idling Losses* menjadi faktor utama dalam penurunan OEE pada mesin SMT. Temuan ini mengonfirmasi bahwa pengurangan kedua jenis kerugian tersebut dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi operasional[17].

Salah satu keunikan temuan dari penelitian ini adalah penerapan FMEA untuk memetakan Six Big Losses dan mengidentifikasi dua komponen utama yang menjadi penyebab rendahnya OEE, yaitu

downtime yang tinggi dan kerugian kecepatan mesin (*reduced speed losses*). Temuan ini memberikan pendekatan yang lebih sistematis dalam mengatasi masalah OEE pada mesin SMT, yang sebelumnya belum banyak diterapkan dengan pendekatan FMEA di industri elektronik.

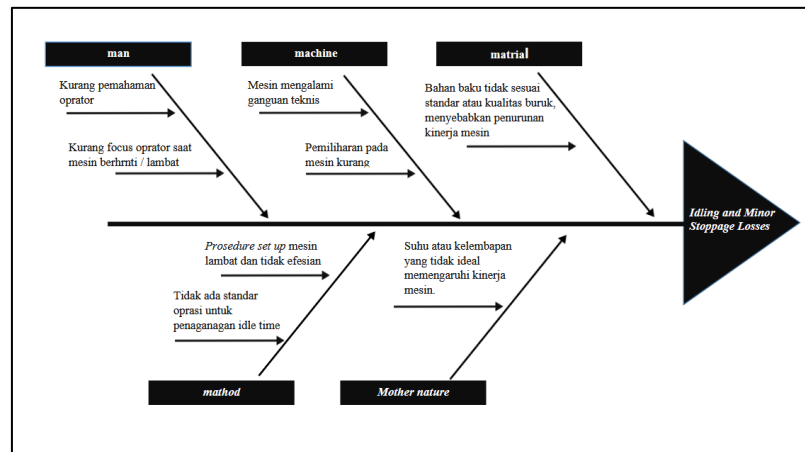
Peningkatan OEE dan pengurangan *Six Big Losses* yang ditemukan dalam penelitian ini memberikan dampak yang signifikan dalam jangka pendek. Beberapa dampak langsung yang terlihat antara lain peningkatan kapasitas produksi dan pengurangan biaya operasional. Peningkatan *Performance* dan pengurangan *downtime* mesin akan berpengaruh langsung pada penghematan biaya dan peningkatan kepuasan pelanggan akibat pengiriman produk yang lebih tepat waktu.

Di sisi lain, dampak jangka panjang yang lebih besar meliputi peningkatan keandalan mesin, yang secara langsung akan mengurangi biaya perbaikan dan meningkatkan daya saing perusahaan di pasar global. Penerapan pemeliharaan berbasis *prediktif* dan perbaikan dalam proses produksi juga akan memperbaiki profitabilitas perusahaan, dengan pengurangan *downtime* yang lebih signifikan dan peningkatan keandalan operasional.

Meskipun penerapan perbaikan OEE dan pengurangan *Six Big Losses* menunjukkan hasil yang positif, terdapat beberapa kendala implementasi yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah kesiapan sumber daya manusia untuk mengadopsi SOP baru yang memerlukan pelatihan intensif operator. Operator yang belum terbiasa dengan perubahan prosedur bisa menyebabkan ketidaksesuaian dalam operasional mesin, yang berdampak pada efisiensi produksi.

Selain itu, perusahaan perlu mempertimbangkan biaya awal yang diperlukan untuk implementasi sistem pemeliharaan preventif dan perbaikan proses produksi. Meskipun investasi awal ini cukup besar, namun pengembalian investasi dalam jangka panjang akan lebih signifikan, dengan pengurangan *downtime* dan kerugian mesin yang lebih sedikit, yang pada akhirnya akan meningkatkan profitabilitas.

Diagram Fishbone



Gambar 3. Diagram Fishbone

Analisis Failure Mode and Effect Analysis dengan Risk Priority Number (RPN)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada sistem, mesin, atau proses produksi dan mengevaluasi dampak dari kegagalan tersebut[24], [25], [26], [27]. FMEA bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko kegagalan dengan memberikan prioritas pada masalah-masalah yang memiliki dampak terbesar. Dalam analisis ini, nilai *Risk Priority Number (RPN)* dihitung dengan mengalikan nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* dari masing-masing potensi risiko yang telah diidentifikasi. Hasil dari perhitungan RPN ini digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan yang harus dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan[11].

Tabel 8. Analisis FMEA dengan RPN

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			<i>Hasil nilai RPN</i>	<i>Rank</i>
			<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
<i>Man</i>	Kurangnya pemahaman operator	Operator tidak memahami kecepatan yang ditetapkan	2	3	1	6	9

Faktor Penyebab Kerusakan	<i>Potential failure</i>	<i>Causes Failure</i>	Jumlah Skala			<i>Hasil nilai RPN</i>	<i>Rank</i>
			<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		
<i>Machine</i>	Operator tidak teliti	Operator tidak fokus saat mengoperasikan mesin	5	4	7	140	2
	SOP pengoperasian mesin tidak dijalankan secara maksimal	Operator tidak sepenuhnya memahami SOP mesin	3	3	3	27	5
	Waktu downtime tinggi	Waktu downtime yang tidak terkontrol	6	8	4	192	1
	Pemeliharaan preventif kurang efektif	Kurangnya pemahaman dan pelatihan dalam pemeliharaan	2	1	2	4	10
	Mesin kotor akibat pengikisan ring	Pengikisan ring menyebabkan kerusakan komponen mesin	4	4	1	16	7
<i>Methode</i>	Setup mesin tidak sesuai SOP	Tidak dilakukan pemeriksaan berkala mesin	2	2	2	8	8
	Proses pengiriman bahan baku terlambat	Proses pengiriman bahan baku yang terlambat	3	5	4	60	4
	Spesifikasi komponen tidak sesuai standar	Kesalahan dalam desain atau pemesanan komponen	2	3	2	12	6
<i>Material</i>	Material tidak sesuai standar	Kualitas bahan baku yang rendah atau cacat	3	4	6	72	3
<i>Enviorment</i>	Kondisi lingkungan produksi tidak terkontrol dengan baik	Suhu dan kelembapan yang tidak sesuai dengan standar	4	3	5	60	4

Berdasarkan tabel 4.8, *downtime* mesin merupakan faktor utama yang mempengaruhi OEE dengan nilai RPN tertinggi (192), yang menunjukkan dampak signifikan terhadap availability mesin. Evaluasi dan peningkatan pengawasan terhadap jadwal pemeliharaan mesin sangat diperlukan untuk mengurangi downtime. Ketidaktelitian operator memperoleh RPN 140, yang berdampak pada penurunan kinerja mesin. Pelatihan intensif serta evaluasi dan penyempurnaan SOP diperlukan untuk mengurangi Idling Losses dan meningkatkan efisiensi operasional.

Keterlambatan pengiriman bahan baku dengan RPN 60, meskipun severity lebih rendah, tetap memengaruhi kelancaran produksi. Perbaikan dalam manajemen rantai pasokan dan komunikasi dengan pemasok akan meminimalkan dampak keterlambatan ini. Masalah SOP yang tidak dijalankan maksimal mendapatkan RPN 27. Revisi SOP dan pelatihan ulang bagi operator diperlukan untuk memastikan kesesuaian prosedur dan menghindari pengaruh negatif terhadap kualitas produk. Pengikisan ring pada mesin, dengan RPN 16, menunjukkan perlunya pemeliharaan rutin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Pembersihan mesin secara berkala dapat mengurangi downtime.

Setup mesin tidak sesuai SOP dan kurangnya pemahaman operator masing-masing mendapatkan RPN 8 dan 6, yang menunjukkan perlunya penguatan pelatihan dan pengawasan untuk meningkatkan efektivitas produksi. Pemeliharaan preventif yang kurang efektif, dengan RPN 4, mengindikasikan pentingnya perbaikan sistem pemeliharaan terjadwal untuk meningkatkan OEE.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas mesin Surface Mount Technology (SMT) di PT Sharp Elektronik Indonesia masih di bawah standar industri, dengan nilai OEE sebesar 56,8%. Penyebab utamanya adalah rendahnya availability dan performance, yang disebabkan oleh tingginya downtime dan kecepatan mesin yang belum optimal. Melalui penerapan metode FMEA, faktor downtime mesin teridentifikasi sebagai penyebab utama penurunan OEE, diikuti oleh kesalahan operator dan keterlambatan pasokan bahan baku. Dengan mengacu pada perhitungan Risk Priority Number (RPN), strategi perbaikan difokuskan pada penguatan pemeliharaan mesin, peningkatan kompetensi operator, dan efisiensi rantai pasok. Setelah implementasi perbaikan pada periode Oktober hingga Desember 2024, OEE meningkat menjadi 77%, membuktikan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan kinerja operasional mesin.

Untuk meningkatkan efektivitas mesin secara berkelanjutan, perusahaan perlu memperkuat program pemeliharaan preventif yang terstruktur serta menerapkan sistem predictive maintenance. Pelatihan intensif bagi operator sangat penting untuk meningkatkan ketelitian dan kepatuhan terhadap SOP. Pengelolaan rantai pasok juga perlu ditingkatkan agar bahan baku tersedia tepat waktu, sehingga downtime dapat dikurangi. Selain itu, disarankan untuk mengimplementasikan teknologi pemantauan mesin berbasis IoT agar gangguan dapat dideteksi secara real-time. Meskipun nilai kualitas sudah baik, sistem kontrol kualitas perlu diperkuat dengan pendekatan Total Quality Management (TQM) dan inspeksi otomatis. Terakhir, penelitian lanjutan terkait implementasi IoT dan analisis biaya-manfaat perlu dilakukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari strategi perbaikan yang diterapkan.

Daftar Pustaka

- [1] Kemenperin_RI, "https://kemenperin.go.id/kinerja-industri," Kemenperin_RI.
- [2] D. I. Sukma, H. A. Prabowo, I. Setiawan, H. Kurnia, and I. M. Fahturizal, "Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy," *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, vol. 35, no. 7, pp. 1246–1256, Jul. 2022, doi: 10.5829/ije.2022.35.07a.04.
- [3] S. L. Fuadiya and E. P. Widjajati, "Analysis of sag mill machine performance using overall equipment effectiveness and failure model and effects analysis method," *International Journal of Industrial Optimization*, vol. 3, no. 2, pp. 141–153, Dec. 2022, doi: 10.12928/ijio.v3i2.6701.
- [4] J. Prakash, K. S. Ong, and C. K. Cheah, "Overall equipment effectiveness (OEE): a review and development of an integrated improvement framework," *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.1504/ijpqm.2019.10020889.
- [5] A. Hermawan and R. Akmal, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Adhesive Di Pt. Asia Chemical Industry," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Jurnal Taguchi*, vol. 2, no. 2, pp. 2022–197, doi: 10.46306/tgc.v2i2.
- [6] A. L. N. Falah, K. Arief, and R. S. Riginianto, "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Tempe Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA," ... *Manajemen Industri Terapan*, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal-tmit.com/index.php/home/article/view/264>
- [7] Y. E. Priharanto *et al.*, "Penilaian Risiko pada Mesin Pendingin di Kapal Penangkap Ikan dengan Pendekatan FMEA," *Jurnal Airaha*, vol. 6, no. 1, pp. 24–032, 2017.
- [8] B. Khrisdamara and D. Andesta, "Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. VII, no. 3, 2022.
- [9] "Metode-Penelitian-Kuantitatif-Kualitatif-Dan-R-D".
- [10] "deannah,+CJAR+14.1R+-+Yin (1)".
- [11] M. Ishtiaq, "Book Review Creswell, J. W. (2014). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage," *English Language Teaching*, vol. 12, no. 5, p. 40, Apr. 2019, doi: 10.5539/elt.v12n5p40.
- [12] "Metode-Penelitian-Kuantitatif-Kualitatif-Dan-R-D".
- [13] M. Yusuf, "Optimasi Penurunan Defect pada Produk Meble Berbasis Polyprofilen Menggunakan Metode Six Sigma, FMEA, dan Anova untuk Meningkatkan Kualitas," *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri)*, vol. 2, no. 2, pp. 81–86, 2019.
- [14] D. Irfian Situngkir, G. Gultom, and D. R. S. Tambunan, "Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine," 2019.
- [15] D. I. Situngkir, "Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine," *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 39–40, 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.5489.

- [16] D. Afiansyah, E. D. Priyana, and H. Hidayat, "Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Using OEE and FMEA Methods on Plan-2 Dolomite Fertilizer Production Machine at PT. XYZ," *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 9, no. 2, pp. 695–704, Apr. 2025, doi: 10.70609/gtech.v9i2.6595.
- [17] S. L. Fuadiya and E. P. Widjajati, *sag mill machine performance analysis using overall equipment effectiveness (OEE) and failure model and effects analysis (FMEA) method*. 2022. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/ccabe95ead4f8eb10cd5f5f5ace1b67abb7dfbbe>
- [18] M. N. Erlin, A. Eko, S. Ma'arif, and Ma'arif, *Effectiveness Analysis of Pelletizer Machine Using Overall Resource Effectiveness (ORE) And Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Methods at PT Multi Energi Biomassa*. 2022. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/44e0c52e8f33b4d0ddbe01c7403b244cc5772b82>
- [19] A. R. Prakoso and D. Hardiningtyas, "Evaluasi Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Oee Dan Pendekatan Tpm Untuk Meminimalkan Downtime Pada Industri ...," *Jurnal Rekayasa Sistem dan ...*, 2025, [Online]. Available: <https://jrsmi.ub.ac.id/index.php/jrsmi/article/view/208>
- [20] S. San, "A Systematic Literature Review of Total Productive Maintenance On Industries," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/performa/article/view/50087>
- [21] M. A. SAPUTRO, ... (TPM) Dan Six Big Losses Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Pada Mesin Envelope Study Kasus Di Industri Manufaktur repository.mercubuana.ac.id, 2020. [Online]. Available: <https://repository.mercubuana.ac.id/61394/>
- [22] B. Fadhillah, P. A. Marfinov, and A. J. Pratama, "Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis to Minimize Six Big Losses in Continuous Blanking Machine," 2020. [Online]. Available: <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/ijiem>
- [23] A. Setiawan, *Analisa Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Grinding Line A di PT. Bumitangerang ...*. repository.unpam.ac.id, 2021. [Online]. Available: <https://repository.unpam.ac.id/9523/>
- [24] R. V. B. de Souza and L. C. R. Carpinetti, "A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation," *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 31, no. 4, pp. 346–366, 2014, doi: 10.1108/IJQRM-05-2012-0058.
- [25] R. Harpster, "Demystifying Design FMEAs," *Quality*, vol. 44, no. 3, p. 24, 2005.
- [26] H. Selim, M. G. Yunusoglu, and Ş. Yılmaz Balaman, "A dynamic maintenance planning framework based on fuzzy TOPSIS and FMEA: application in an international food company," *Qual Reliab Eng Int*, vol. 32, no. 3, pp. 795–804, 2016.
- [27] S. Abbasgholizadeh Rahimi, A. Jamshidi, D. Ait-Kadi, and A. Ruiz, "Using fuzzy cost-based FMEA, GRA and profitability theory for minimizing failures at a healthcare diagnosis service," *Qual Reliab Eng Int*, vol. 31, no. 4, pp. 601–615, 2015.