

USULAN PERBAIKAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA MESIN *INNOVA TEA EXTRACTOR* (ITX) DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA I REGIONAL 2 MALABAR

Tini Setiani¹, Dewi Mulyasari Sumarta², Tini Setiawati³, Multi Nadeak⁴

Program Studi Teknik Industri^{1, 2, 3, 4}

Universitas Teknologi Bandung^{1, 2, 3, 4}

tinisetiani2130@gmail.com¹, ai_sumarta@yahoo.com², setiawatitini30@gmail.com³, multi@utb-univ.ac.id⁴

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas mesin ITX (*Innova Tea Extractor*) di PTPN Pabrik Malabar yang mengalami penurunan produktivitas akibat tingginya tingkat kerugian produksi. Permasalahan utama yang ditemukan adalah adanya ketidakstabilan produksi yang dipengaruhi oleh *speed losses* dan *Quality defect*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata *downtime* hanya menyumbang sekitar 2,97% dari total waktu produksi, dengan kontribusi penurunan produksi langsung akibat *downtime* sebesar 0,46%. Meskipun demikian, *downtime* tetap berdampak terhadap terhambatnya aliran produksi dan penumpukan bahan di ruang sortasi. Analisis *Six Big Losses* lebih lanjut menunjukkan bahwa kerugian terbesar berasal dari *Quality defect losses* sebesar 70,70% dan *speed losses* sebesar 29,03%, yang menjadi faktor dominan dalam menurunkan efektivitas mesin. Sebagai upaya perbaikan, penelitian ini menerapkan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan mengukur tiga aspek utama, yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Usulan perbaikan yang diterapkan meliputi *checklist* kondisi komponen, pembersihan mesin berkala, penerapan prinsip 5S, serta *briefing* rutin operator. Solusi perbaikan ini diuji selama dua bulan melalui observasi langsung dan pencatatan teknis. Hasil penerapan menunjukkan adanya peningkatan nilai OEE dari 53,98% menjadi 65,74%, atau naik sebesar 11,76%. Peningkatan tersebut membuktikan bahwa penerapan strategi berbasis OEE mampu memperbaiki kinerja mesin, menekan *downtime*, serta mendukung peningkatan keandalan dan produktivitas produksi teh hitam orthodox di PTPN Malabar.

Kata kunci : Mesin ITX, OEE, produktivitas, *Six Big Losses*, Teh Hitam Orthodox.

Abstract

This study was conducted to analyze the effectiveness of the ITX (Innova Tea Extractor) machine at PTPN Malabar Factory, which experienced productivity decline due to significant production losses. The main problems identified were production instability influenced by machine downtime, speed losses, and Quality defect s. The results show that downtime accounted for approximately 2.97% of the total production time, contributing directly to only 0.46% of production losses. Nevertheless, downtime still disrupted production flow and caused material accumulation in the sorting area. Further analysis of the Six Big Losses indicated that the largest losses were from Quality defect losses (70.70%) and speed losses (29.03%), which were the dominant factors reducing machine effectiveness. As an improvement effort, this research applied the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method by measuring three key aspects: Availability, Performance, and Quality. The proposed improvements included component condition checklists, routine machine cleaning, application of the 5S principle, and regular operator briefings. These corrective actions were tested for two months through direct observation and technician records. The results showed an increase in the OEE value from 53.98% to 65.74%, or an improvement of 11.76%. This increase demonstrates that implementing OEE-based strategies can effectively enhance machine Performance, reduce downtime, and support the improvement of reliability and productivity in orthodox black tea production at PTPN Malabar.

Keywords : ITX Machine, OEE, Orthodox Black Tea, Productivity, Six Big Losses.

I. PENDAHULUAN

Industri merupakan kegiatan yang berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi, karena mampu mengubah bahan mentah menjadi barang siap pakai yang memiliki nilai tambah tinggi. Pesatnya perkembangan industri di pasar global maupun domestik telah mendorong peningkatan daya saing antar perusahaan serta menuntut efisiensi dalam setiap proses produksi. Di Indonesia, pertumbuhan industri turut menopang sektor ekonomi nasional, salah satunya melalui sektor pertanian dan perkebunan. Salah satu komoditas unggulan dalam sektor ini adalah teh, yang telah menjadi produk ekspor penting Indonesia sejak lama. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, produksi teh Indonesia pada tahun 2021 mencapai 129.529 ton, dengan sekitar 59,2% di antaranya terlibat dalam perdagangan internasional. Selama tahun 2020, total ekspor teh hitam Indonesia mencapai 5.791,7 ton. Karena kualitasnya yang baik, teh Indonesia menjadi salah satu komoditas yang memiliki daya saing tinggi di pasar dunia[1].

Salah satu perusahaan besar yang berperan dalam produksi teh di Indonesia adalah PT. Perkebunan Nusantara I Regional 2 Malabar (PTPN Malabar) yang berlokasi di Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. PTPN Malabar merupakan unit usaha yang bergerak di bidang produksi teh hitam Orthodox dengan kapasitas produksi teh basah mencapai 14.512.700 kg per tahun dan teh kering sebesar 3.506 kg per tahun. Dalam proses produksinya, perusahaan ini mengandalkan serangkaian mesin pengolahan modern, salah satunya mesin ITX (*Innova Tea Extractor*) yang digunakan pada tahap sortasi untuk memisahkan daun teh berdasarkan ukuran dan berat jenisnya. Mesin ini memiliki peran krusial dalam menjaga kualitas dan kuantitas hasil akhir teh hitam Orthodox. Namun, berdasarkan hasil observasi dan wawancara di lapangan, diketahui bahwa mesin ITX mengalami 27 kali kerusakan dengan total *downtime* 1.591 menit selama tahun 2024, yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi the [1].

Menurut Nakajima utilisasi mesin di industri manufaktur umumnya hanya mencapai sekitar setengah dari kemampuan sebenarnya, karena sebagian besar perusahaan belum melakukan perbaikan yang menyentuh akar penyebab permasalahan [2]. Upaya peningkatan kinerja peralatan sering kali tidak optimal karena tidak adanya sistem pemantauan dan analisis yang terukur terhadap efektivitas mesin. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu pendekatan yang mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi aktual mesin serta membantu perusahaan dalam menentukan strategi perawatan yang tepat. Salah satu metode yang digunakan secara luas dalam pengukuran efektivitas mesin adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang diperkenalkan oleh Nakajima pada tahun 1998 [3].

OEE merupakan metode yang digunakan untuk mengukur sejauh mana peralatan beroperasi secara efektif, dengan mempertimbangkan tiga komponen utama yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality* [4][5]. Pengukuran ini membantu perusahaan mengetahui faktor utama penyebab kehilangan efektivitas mesin yang dapat dikategorikan ke dalam *Six Big Losses*, yaitu *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppages*, *reduced speed losses*, *rework and Quality defect losses*, serta *yield losses*[6]. Melalui identifikasi keenam kerugian tersebut, perusahaan dapat mengembangkan strategi pemeliharaan yang lebih tepat, seperti *preventive maintenance* dan *continuous improvement*, guna meminimalkan *downtime* dan meningkatkan produktivitas.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh PTPN Malabar adalah menurunnya produktivitas akibat tingginya tingkat kerugian produksi yang berasal dari *Quality defect losses* sebesar 70,70% dan *speed losses* sebesar 29,03%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa selain *downtime*, faktor kualitas dan kecepatan mesin menjadi penyebab dominan turunnya efektivitas mesin ITX. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis dan usulan perbaikan nilai OEE mesin ITX (*Innova Tea Extractor*) dengan tujuan meningkatkan efektivitas kerja mesin pada proses sortasi teh hitam orthodox. Fokus penelitian ini meliputi pengukuran efektivitas mesin ITX menggunakan metode OEE, identifikasi faktor-faktor *Six Big Losses* dengan bantuan diagram Fishbone, serta perancangan usulan perbaikan berbasis *preventive maintenance* dan prinsip 5S[4].

Metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif deskriptif, dengan langkah-langkah meliputi pengumpulan data produksi, *downtime*, dan kualitas output, analisis nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality*, serta penggambaran akar permasalahan menggunakan diagram *Fishbone*[7]. Usulan perbaikan diterapkan melalui kegiatan checklist komponen mesin, pembersihan berkala, pengawasan kualitas, serta *briefing* rutin operator, kemudian diuji efektivitasnya selama dua bulan dengan melakukan observasi langsung. Hasil penerapan menunjukkan adanya peningkatan nilai OEE dari 53,98% menjadi 65,74%, atau meningkat sebesar 11,76%, yang menandakan bahwa penerapan perbaikan berbasis OEE berhasil meningkatkan keandalan mesin dan produktivitas pabrik teh Malabar.

Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi PTPN Malabar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan produksi, sekaligus memberikan kontribusi akademis terhadap pengembangan penerapan metode OEE dan *Six Big Losses* dalam industri pengolahan teh di Indonesia. Pendekatan berbasis OEE diharapkan dapat menjadi strategi berkelanjutan untuk meningkatkan daya saing dan produktivitas sektor agroindustri nasional.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan upaya menjaga kondisi fasilitas produksi agar tetap berfungsi optimal demi kelancaran proses produksi di tengah persaingan industri yang ketat. Kerusakan mesin dapat menghambat produksi dan menurunkan kepuasan pelanggan. Menurut Ansori & Mustajib (2014), pemeliharaan bertujuan untuk mencegah kerusakan serta memastikan mesin siap beroperasi kapan pun diperlukan. Sementara Al-Turki menyebut pemeliharaan sebagai proses input-output yang berpengaruh pada ketersediaan fasilitas dan kecepatan produksi. Jenis pemeliharaan meliputi *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, *design modification*, hingga *reliability maintenance*[4].

Pemeliharaan umumnya difokuskan pada upaya pencegahan guna mengurangi atau mencegah terjadinya kerusakan, dengan tujuan memastikan keandalan dan kesiapan peralatan, serta menekan biaya perawatan seminimal mungkin. Seperti yang tergambar dalam Gambar 1, sistem pemeliharaan merupakan bagian dari sistem produksi. Adapun tujuan utama dari sistem produksi meliputi: a) Mengoptimalkan keuntungan berdasarkan peluang pasar yang ada; b) Mengurangi kerugian akibat gangguan atau kegagalan produksi; c) Menyeimbangkan antara aspek teknis dan ekonomis dalam proses produksi

Dengan demikian, sistem pemeliharaan berperan dalam mendukung pencapaian tujuan tersebut melalui peningkatan profitabilitas dan kepuasan pelanggan. Pendekatan yang digunakan adalah berbasis pada nilai fungsi dari fasilitas produksi, melalui cara: a) Mengurangi waktu henti mesin (*Downtime*); b) Meningkatkan mutu produk; c) Meningkatkan efisiensi dan produktivitas; d) Memastikan pengiriman produk tepat waktu[4].

Menurut Japan Institute of Plant Maintenance dan Consultant TPM India, tujuan utama dari manajemen sistem pemeliharaan meliputi: a) Memperpanjang umur operasional fasilitas produksi; b) Menjamin ketersediaan fasilitas pada tingkat optimal; c) Memastikan kesiapan operasional fasilitas dalam situasi darurat; d) Menjaga keselamatan kerja bagi operator maupun pengguna alat; e) Mendukung kinerja mesin agar sesuai dengan fungsinya; f) Mengurangi kelebihan penggunaan serta penyimpanan suku cadang; g) Mencapai efisiensi dan efektivitas pemeliharaan dengan biaya serendah mungkin; h) Membangun kolaborasi yang kuat dengan fungsi-

fungsi utama lainnya dalam rangka mencapai tujuan perusahaan, yaitu profit maksimal dengan total biaya minimal[4].

2. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menurut didefinisikan sebagai suatu metode pengukuran mengenai tingkat suatu efektivitas pemakaian suatu peralatan ataupun sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan yang dilakukan tersebut. OEE memiliki tujuan untuk dapat menghitung nilai efektivitas serta performansi dari suatu mesin ataupun dari suatu proses produksi yang nantinya didapatkan hasil mengenai keberhasilan atau tidaknya produktivitas suatu mesin berhasil mencapai standar yang diterapkan[4]. OEE adalah metode untuk mengukur seberapa efisien suatu mesin atau peralatan di dalam sebuah proses produksi. Dalam kata lain, OFE membantu kita untuk mengetahui sejauh mana peralatan kita bekerja dengan baik dan efisien. OEE terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *Availability*, *Performance*, dan *Quality*[5]. *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* menetapkan standar benchmark mengenai nilai dari *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang telah diterapkan atau digunakan secara luas ialah sebagai berikut:

- a. Nilai OEE 40% termasuk kedalam kategori rendah, namun dalam beberapa kasus yang termasuk pada kategori rendah dengan nilai OEE 40% dapat melakukan *improvement* dengan melakukan pengukuran secara langsung. Salah satu pengukuran langsung dengan mengidentifikasi faktor terjadinya *Downtime* dan menangani faktor-faktor *Downtime* tersebut.
- b. Nilai OEE 60% termasuk kedalam kategori sedang dengan tetap adanya perbaikan pada sistem yang dilakukan agar nilai OEE dapat meningkat dan perusahaan dapat bergerak menjadi lebih maju kelas dunia. Kategori dengan nilai OEE sebesar 60% ini beresiko menimbulkan kerugian pada ekonomi serta daya saing yang rendah.
- c. Nilai OEE 85% termasuk kedalam kategori kelas dunia, nilai dengan kategori ini termasuk kedalam efek kelas dunia serta memiliki daya saing yang baik. Suatu perusahaan yang memiliki nilai OEE dengan kategori ini menjadikan tujuan jangka panjang yang dapat berkelanjutan.
- d. Nilai OEE 100% termasuk kedalam kategori sempurna, perusahaan dengan nilai kategori ini hanya memproduksi suatu produk yang tanpa adanya produk yang defect serta bekerja dengan performansi yang cepat dan tidak adanya *Downtime* dalam penggunaan peralatan atau mesin yang digunakan atau dalam proses produksinya.

TABEL I
 STANDAR NILAI OEE

Faktor atau Variabel OEE	Standari Nilai Ideal
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99%
<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	85%

3. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Perhitungan dari *Overall Equipment Effectiveness* didasarkan pada tiga rasio utama ialah *Availability rate*, *Performance rate*, dan yang ketiga yaitu *Quality rate*.

a. *Availability Rate* (Ketersediaan Peralatan/Mesin)

Availability rate merupakan rasio yang menggambarkan penggunaan atau pemanfaatan dari waktu yang tersedia untuk dapat dilakukan kegiatan operasi penggunaan peralatan atau mesin. *Availability* digunakan untuk menghitung nilai *Downtime losses* atau perhitungan mengenai setiap adanya kejadian berhenti (*Downtime*) dalam rentang waktu pada saat proses produksi. Rumus perhitungan untuk *Availability rate* yaitu:

$$Availability Rate = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ Time} 100 \% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan keterangan:

Loading Time (Waktu tunggu) = *Availability Time* – *Planned Downtime*

Downtime (Operasi Terhenti) = Waktu Lama Kendala + *Set Up* Mesin

b. *Performance Rate* (Efisiensi Produksi)

Performance rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan ataupun mesin dalam menghasilkan produk. Nilai yang dihitung pada *Performance rate* ini dapat digunakan untuk menghitung *speed losses* atau faktor yang menyebabkan kehilangan waktu efektif dalam proses produksi. Berikut merupakan rumus perhitungan *Performance rate*:

$$Performance Rate = \frac{Output \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} 100 \% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan keterangan:

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal): *Ideal Cycle Time* (Waktu Siklus Ideal): waktu tercepat yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk dalam kondisi optimal, tanpa adanya gangguan atau keterlambatan. $ICT = (Total\ Operating\ Time / Total\ Output)$ dengan satuan menit/kg.

Total Operating Time = Waktu operasi efektif mesin/produksi (tanpa *Downtime*)

Total Output = Jumlah total unit yang diproduksi

Operation Time (Waktu Operasi Mesin) = *Loading Time* – *UnPlanned Downtime*

- c. *Quality Rate* (Kualitas *Output* Peralatan/Mesin)

Quality rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Nilai dari rasio ini dapat digunakan untuk menghitung *Quality losses* atau adanya produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan, termasuk dengan produk yang perlu adanya pengerjaan ulang. Berikut merupakan rumus perhitungan *Quality rate*:

$$Quality\ Rate = \frac{Output - Rework\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\ \% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan keterangan:

Processed Amount (Jumlah Produk yang Diproses)

Rework Amount (Jumlah Produk yang diperbaiki)

- d. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Nilai dari OEE dapat diperoleh dengan perhitungan mengalikan hasil ketiga rasio utama. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai OEE:

$$OEE\ (\%) = Availability\ (\%) \times Performance\ Rate\ (\%) \times Quality\ Rate\ (\%) \dots \dots \dots (2.4)$$

4. *Six Big Losses*

Dalam proses produksi tentu adanya *losses* yang terjadi dan mempengaruhi produktivitas dari proses produksinya. Terdapat enam kerugian besar yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan dari kinerja suatu peralatan atau mesin yang biasa disebut sebagai *Six Big Losses*. *Six Big Losses* dihitung untuk dapat mengetahui nilai OEE dari suatu peralatan atau mesin agar dapat dilakukan perbaikan [6]. Mengelompokkan *losses* yang terjadi pada proses produksi tersebut dibagi menjadi enam kerugian besar (*Six Big Losses*) ialah sebagai berikut:

- a. *Breakdown losses*

Kerugian dari *breakdown losses* ini terjadi karena peralatan atau mesin mengalami kerusakan dan mesin tidak dapat digunakan sehingga perlu adanya perbaikan atau pergantian komponen atau bagian di dalamnya. Berikut rumus perhitungannya:

$$Downtime\ Losses = \frac{Total\ Downtime}{Loading\ Time} \times 100\ \% \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan keterangan:

Downtime (Waktu Terhenti) = Waktu Lama Kendala Mesin + *Set Up* Mesin

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

- b. *Set-up and adjustment losses*

Kerugian ini terjadi karena adanya perubahan kondisi dari operasi mesin seperti persiapan dimulainya proses produksi atau proses perpindahan shift kerja. Perhitungan kerugian ini dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Setup\ and\ Adjustment\ loss = \frac{Setup\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ \% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan keterangan:

Set-up Time (Waktu *set-up* mesin)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

- c. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Kerugian ini disebabkan oleh terhentinya peralatan atau mesin dikarenakan adanya suatu permasalahan sementara yang terjadi, seperti mesin yang terhenti karena macet atau mesin yang tidak dipakai. Berikut ialah rumus perhitungannya:

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppages = \frac{Non\ Productive\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ \% \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan keterangan

Non-productive Time (Waktu Menganggur)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

- d. *Reduced Speed losses*

Reduced Speed losses merupakan kerugian dengan membandingkan kapasitas dari kapasitas ideal dengan beban kerja actual yang terjadi. Kerugian ini merupakan pengurangan kecepatan dari suatu produksi dari kecepatan desain peralatan atau mesin yang digunakan.

$$Reduced\ Speed\ Losses = \frac{Operation\ Time - (Ideal\ Cycle\ Time \times Total\ Product\ Processed)}{Loading\ Time} \times 100\ \% \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan keterangan:

Operation Time (Waktu Operasi) = *Loading Time* – *Unplanned Downtime*/*Ideal Cycle Time* (Waktu Siklus Ideal)

Total Product Processed (Jumlah produk yang dihasilkan)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

e. *Rework and Quality defect*

Kerugian ini terjadi karena adanya hasil produksi yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang seharusnya. Hasil produk yang tidak sesuai tersebut dapat di lakukan pengerjaan ulang atau dijadikan sebagai scrap. Berikut rumus perhitungannya:

$$Quality\ Defect = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times rework}{Loading\ Time} 100\ \% \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan keterangan:

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

f. *Yield Losses*

Yield losses terjadi dikarenakan adanya bahan baku yang terbuang karena adanya kegagalan proses produksi. Berikut rumus perhitungan dari kerugian *yield losses*:

$$Yield\ Losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Jumlah\ produk\ cacat}{Loading\ Time} 100\ \% \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan keterangan:

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

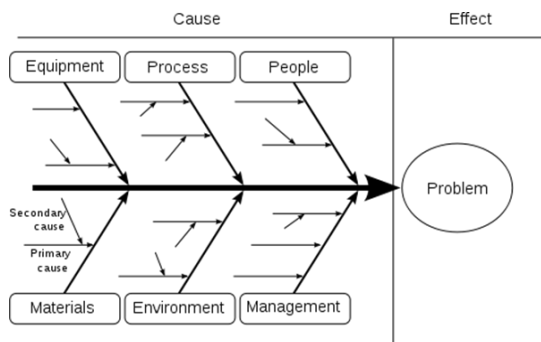
Jumlah produk cacat saat setting/bahan baku yang terbuang

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

Six Big Losses digunakan untuk mengukur efektivitas peralatan dalam menentukan langkah perbaikan mesin agar lebih optimal. Keenam kerugian ini mencakup berbagai aspek waktu operasi seperti *loading time*, *operating time*, *net operating time*, dan *valuable operating time*. Jenis kerugian tersebut meliputi: *planned downtime* (waktu berhenti terencana seperti istirahat dan rapat), *setup/penyetelan* (penggantian *sparepart*), *waiting time* (menunggu *material* atau operator), *machine trouble* (kerusakan mesin), *cleaning* (pembersihan sisa proses), dan *Quality check* (pemeriksaan kualitas produk)[6].

5. *Fishbone Diagram*

Diagram Fishbone atau diagram sebab-akibat merupakan alat analisis yang dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa untuk mengidentifikasi hubungan antara penyebab dan akibat suatu masalah[5]. Bentuknya menyerupai tulang ikan, dengan sisi kiri menggambarkan penyebab dan sisi kanan menunjukkan akibat. Diagram ini digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah, khususnya pada perusahaan manufaktur, melalui pendekatan terstruktur terhadap faktor-faktor seperti man, method, machine, material, dan lingkungan kerja. analisis dilakukan menggunakan metode 5W+1H (*Why, What, Where, When, Who, How*) untuk memahami masalah dari berbagai sisi. Tahap penyusunannya meliputi: mendefinisikan kendala, membentuk tim analisis, menggambar kerangka sebab-akibat, mengelompokkan kategori penyebab utama, mengidentifikasi masalah dominan, serta merencanakan perbaikan[8].



Gambar 1. Fishbone Diagram

Penelitian ini memiliki kebaruan dengan menggabungkan metode OEE, *Six Big Losses*, dan Diagram Fishbone untuk analisis efektivitas mesin secara lebih mendalam. Fokusnya pada mesin *Innova Tea Extractor* (ITX) di industri teh menjadikannya berbeda dari penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan OEE atau TPM. Pendekatan ini tidak menerapkan TPM secara langsung, tetapi menekankan pada identifikasi faktor penyebab dan strategi optimasi efektivitas mesin[9][10].

6. *State of Art (SOTA)*

Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan jurnal sebelumnya karena menggunakan pendekatan yang lebih komprehensif dalam menghitung *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Tidak hanya menjadikan OEE sebagai indikator utama, penelitian ini juga menggabungkannya dengan analisis *Six Big Losses* dan *Fishbone*

Diagram untuk mengidentifikasi penyebab inefisiensi secara lebih mendalam. Berbeda dengan studi sebelumnya yang hanya menggunakan OEE atau membandingkan efektivitas mesin tanpa penerapan langsung metode perbaikan, penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih holistik dalam menganalisis dan menemukan akar masalah inefisiensi mesin [10]. Penelitian ini memiliki fokus berbeda karena menganalisis mesin *Innova Tea Extractor* (ITX) pada industri teh, yang memiliki karakteristik produksi tersendiri. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada industri manufaktur, desalinasi, atau farmasi, studi ini mengkaji efektivitas mesin dalam konteks industri teh yang belum banyak diteliti. Dengan demikian, penelitian ini menghadirkan kebaruan dalam analisis efektivitas mesin ITX pada sektor tersebut[11][12].

Penelitian ini menghadirkan kebaruan karena tidak menggunakan prinsip TPM dalam rekomendasi perbaikannya, berbeda dengan banyak studi sebelumnya yang menjadikan TPM sebagai solusi utama peningkatan efektivitas mesin. Penelitian ini lebih berfokus pada pengukuran dan peningkatan efektivitas serta produktivitas mesin, bukan pada strategi pemeliharaan menyeluruh berbasis TPM. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi faktor-faktor spesifik yang memengaruhi efektivitas mesin ITX, seperti waktu henti tinggi dan lamanya perbaikan, lalu menganalisisnya untuk memberikan solusi yang lebih tepat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengukur nilai efektivitas, tetapi juga menggali akar penyebab inefisiensi dan mengusulkan perbaikan berbasis hasil analisis. Secara keseluruhan, penelitian ini memiliki kebaruan melalui pendekatan yang lebih holistik dengan menggabungkan OEE, *Six Big Losses*, dan *Fishbone Diagram*. Penelitian ini juga berfokus pada mesin ITX di industri teh yang belum banyak dikaji. Berbeda dengan studi sebelumnya yang menerapkan TPM, penelitian ini menitikberatkan pada analisis dan perbandingan efektivitas mesin serta mengusulkan strategi optimasi berdasarkan faktor penyebab utama. Pendekatan ini diharapkan memberikan kontribusi lebih luas dalam analisis efektivitas mesin, khususnya di industri teh.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

1. Perhitungan OEE Awal

Data yang telah didapatkan diolah dengan beberapa langkah diantaranya yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), selanjutnya setelah dilakukan perhitungan OEE dilakukan perhitungan *Six Big Losses* untuk mengetahui enam kerugian yang dapat mengurangi efektivitas mesin. Setelah perhitungan OEE dan *Six Big Losses* mendapatkan hasil, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengetahui penyebab dari masalah atau kondisi yang terjadi pada mesin ITX. Nilai OEE dihitung berdasarkan tiga komponen utama, yaitu *Availability*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*[12][13]. *Availability Rate* menunjukkan waktu mesin tersedia untuk beroperasi, diperoleh dari perbandingan antara *operation time* dan *loading time*. Rata-rata *Availability* mesin ITX sepanjang Februari–Desember 2024 adalah 97,03%, termasuk kategori tinggi. *Performance Rate* mengukur efektivitas kecepatan kerja mesin, dihitung dari perbandingan *net operation time* terhadap *operation time*. Rata-rata *Performance* mesin adalah 71,06%, menunjukkan efisiensi kerja yang masih perlu ditingkatkan. *Quality Rate* menggambarkan tingkat produk baik yang dihasilkan, dihitung dari rasio produk tanpa cacat terhadap total output. Rata-rata *Quality* mesin adalah 78,77%, menunjukkan masih adanya produk cacat.

TABEL II
 PERHITUNGAN DATA AVAILABILITY

Bulan	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Downtime</i> (Menit)	<i>Availability</i> >90%
Februari	26280	840	96,80%
Maret	32280	970	97,00%
April	31080	780	97,49%
Mei	32280	1090	96,62%
Juni	29880	980	96,72%
Juli	33480	990	97,04%
Agustus	31080	870	97,20%
September	29880	871	97,09%
Oktober	33480	840	97,49%
November	32280	980	96,96%
Desember	33480	1050	96,86%
Rata-rata			97,03%

TABEL III
 PERHITUNGAN DATA *PERFORMANCE*

Bulan	Output (Kg)	Cycle Time (menit/kg)	Operatoin Time (Menit)	Performance > 95%
Februari	92616	0,2	26100	70,97%
Maret	115668	0,2	32120	72,02%
April	100985	0,2	31080	64,98%
Mei	150120	0,2	32000	93,83%
Juni	125972	0,2	29650	84,97%
Juli	109043	0,2	33330	65,43%
Agustus	120612	0,2	30990	77,84%
September	130765	0,2	29759	87,88%
Oktober	53532	0,2	33480	31,98%
November	80766	0,2	32110	50,31%
Desember	135499	0,2	33270	81,45%
Rata-Rata				71,06%

TABEL IV
 PERHITUNGAN DATA *QUALITY*

Bulan	Ouput (Kg)	Rework/Defect (Kg)	Quality >99%
Februari	92616	36796	60,27%
Maret	115668	49740	57,00%
April	100985	3656	96,38%
Mei	150120	36641	75,59%
Juni	125972	26701	78,80%
Juli	109043	11808	89,17%
Agustus	120612	18448	84,70%
September	130765	18233	86,06%
Oktober	53532	9445	82,36%
November	80766	14556	81,98%
Desember	135499	34943	74,21%
Rata-Rata			78,77%

TABEL V
 PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*

Overall Equipment Effectiveness				
Bulan	Avaibility (%)	Perfomance (%)	Quality (%)	OEE > 85%
Februari	96,81	70,81	60,27	42,17%
Maret	97,00	71,89	57,00	39,75%
April	97,50	64,86	96,38	60,95%
Mei	96,63	93,65	75,59	68,41%

Juni	96,73	84,80	78,80	64,64%
Juli	97,05	65,31	89,17	56,52%
Agustus	97,21	77,69	84,70	63,97%
September	97,09	87,71	86,06	73,28%
Oktober	97,50	31,92	82,36	25,63%
November	96,97	50,21	81,98	39,91%
Desember	96,87	81,31	74,21	58,55%
Rata-Rata	97,03	70,92	78,77	53,98%

Setelah ketiga kategori penyusun OEE didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan nilai OEE. Tabel 1 atas menunjukkan hasil perhitungan OEE pada mesin ITX. Nilai OEE adalah sebesar 57%, namun nilai tersebut masih dibawah nilai standar yang diharapkan yaitu sebesar 85 Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin ITX sebesar 53,98% masih berada di bawah standar internasional sebesar 85% yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM)[4][5]. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat efektivitas mesin belum optimal dan masih memerlukan upaya perbaikan yang signifikan. Jika ditinjau dari komponen penyusunnya, nilai *Availability* sebesar 97,03% telah melampaui standar ideal 90%, sedangkan *Performance* sebesar 70,92% dan *Quality* sebesar 78,77% masih berada di bawah standar masing-masing sebesar 95% dan 99%[4].

Secara teoritis, OEE merupakan indikator komposit yang dipengaruhi oleh interaksi tiga komponen utama, sehingga ketidakseimbangan antar komponen akan berdampak langsung terhadap nilai efektivitas keseluruhan [6]. Dalam konteks penelitian ini, tingginya nilai *Availability* menunjukkan bahwa mesin memiliki tingkat ketersediaan yang sangat baik dan mampu beroperasi dengan downtime yang relatif rendah. Namun demikian, kondisi tersebut tidak diikuti oleh kinerja *Performance* dan *Quality* yang optimal, sehingga menyebabkan nilai OEE secara keseluruhan tetap rendah. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil ini menunjukkan perbedaan karakteristik penyebab rendahnya OEE. Beberapa studi sebelumnya, seperti yang dikemukakan oleh [2] dan [14], menunjukkan bahwa rendahnya nilai OEE umumnya disebabkan oleh tingginya downtime yang berdampak pada rendahnya *Availability*. Sebaliknya, dalam penelitian ini, *Availability* justru telah berada pada kondisi yang sangat baik, sementara penurunan efektivitas lebih dipengaruhi oleh rendahnya *Performance* dan *Quality*. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa pada kondisi tertentu, terutama ketika sistem pemeliharaan telah berjalan dengan baik, faktor efisiensi kecepatan produksi dan kualitas output menjadi penentu utama efektivitas mesin[7].

Selain itu, analisis terhadap data bulanan menunjukkan adanya fluktuasi yang signifikan pada nilai *Performance*. Penurunan drastis terjadi pada bulan Oktober (31,92%) dan November (50,21%), yang berdampak langsung terhadap penurunan nilai OEE menjadi 25,63% dan 39,91%. Variabilitas ini mengindikasikan bahwa kinerja mesin belum stabil dan masih dipengaruhi oleh gangguan operasional yang bersifat dinamis. Fenomena ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa fluktuasi *Performance* dapat menjadi indikator adanya inefisiensi proses produksi yang tidak selalu terlihat dari aspek ketersediaan mesin. Dari selisih analisis, nilai OEE aktual memiliki selisih sebesar 31,02% terhadap standar ideal. Secara lebih rinci, *Performance* dan *Quality* masing-masing memiliki selisih sebesar -24,08% dan -20,23%, sedangkan *Availability* telah melampaui standar sebesar +7,03%[13]. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan efektivitas mesin tidak lagi bergantung pada peningkatan ketersediaan, melainkan pada upaya peningkatan efisiensi kecepatan produksi serta pengendalian kualitas output. Dengan demikian, pembahasan ini menegaskan bahwa rendahnya nilai OEE pada mesin ITX lebih disebabkan oleh ketidakseimbangan antar komponen penyusunnya, khususnya pada aspek *Performance* dan *Quality*. Temuan ini memberikan implikasi bahwa strategi perbaikan yang efektif harus difokuskan pada peningkatan stabilitas proses produksi dan kualitas hasil.

2. Six Big Losses

Analisis Six Big Losses dalam penelitian ini digunakan sebagai pendekatan diagnostik untuk mengidentifikasi penyebab rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) secara lebih spesifik dan terstruktur. Berbeda dengan OEE yang bersifat agregatif, metode ini mampu memetakan kontribusi masing-masing jenis kerugian terhadap penurunan efektivitas mesin. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Rework and Quality Defect Losses* serta *Reduce Speed Losses* merupakan dua faktor dominan yang berkontribusi paling besar dibandingkan losses lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar inefisiensi operasional terkonsentrasi pada aspek kualitas produk dan kecepatan proses, sejalan dengan prinsip Pareto yang menekankan bahwa sebagian kecil faktor memberikan dampak terbesar terhadap permasalahan.

Secara terintegrasi, tingginya *Reduce Speed Losses* berkaitan langsung dengan rendahnya *Performance Rate*, sedangkan *Rework and Quality Defect Losses* berdampak pada rendahnya *Quality Rate*. Temuan ini

menegaskan bahwa rendahnya OEE bukan disebabkan oleh aspek *Availability*, melainkan oleh ketidakefisienan operasional dan kualitas output yang belum optimal. Namun demikian, adanya nilai losses yang konstan dan fluktuasi ekstrem pada periode tertentu mengindikasikan potensi keterbatasan dalam metode pengukuran, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap *validitas* data. Dengan demikian, upaya perbaikan sebaiknya difokuskan pada peningkatan stabilitas kecepatan mesin dan pengendalian kualitas untuk mencapai peningkatan OEE yang lebih efektif dan berkelanjutan. Berikut merupakan langkah-langkah untuk mengetahui nilai *Six Big Losses*:

a. *Breakdown Losses*

Perhitungan nilai *breakdown losses* berlaku untuk semua perhitungan per-bulan maka untuk data *breakdown losses* pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adalah sebagai berikut:

TABEL VI
PERHITUNGAN *BREAKDOWN LOSSES*

Bulan	<i>Unplanned Downtime</i> (Menit)	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Breakdown Losses (%)</i>
Februari	180	26280	0,68%
Maret	160	32280	0,50%
April	0	31080	0,00%
Mei	280	32280	0,87%
Juni	230	29880	0,77%
Juli	150	33480	0,45%
Agustus	90	31080	0,29%
September	121	29880	0,40%
Oktober	0	33480	0,00%
November	170	32280	0,53%
Desember	210	33480	0,63%
Rata-Rata			0,46%

b. *Set Up and Adjustment Time*

Perhitungan nilai *Set Up and Adjustment Time* berlaku untuk semua perhitungan per-bulan maka untuk data pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adalah sebagai berikut:

TABEL VII
PERHITUNGAN *SET UP & ADJUSTMENT TIME*

Bulan	<i>Set Up Planned</i> (Menit)	<i>Set Up Unplanned</i> (Menit)	<i>Set Up Time</i> (Menit)	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Set Up & Adjustment Time (%)</i>
Februari	660	0	660	26280	2,51%
Maret	810	0	810	32280	2,51%
April	780	0	780	31080	2,51%
Mei	810	0	810	32280	2,51%
Juni	750	0	750	29880	2,51%
Juli	840	0	840	33480	2,51%
Agustus	780	0	780	31080	2,51%
September	750	0	750	29880	2,51%
Oktober	840	0	840	33480	2,51%
November	810	0	810	32280	2,51%
Desember	840	0	840	33480	2,51%
Rata-Rata					2,51%

c. *Idling and minor stoppages losses*

Perhitungan nilai *idling and minor stoppages losses* berlaku untuk semua perhitungan per-bulan maka untuk data pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adalah sebagai berikut:

TABEL VIII
PERHITUNGAN *IDLE LOSSES*

Bulan	<i>Non Productive Time (Menit)</i>	<i>Loading Time (Menit)</i>	<i>Idle Lossess (%)</i>
Februari	440	26280	1,67%
Maret	810	32280	2,51%
April	780	31080	2,51%
Mei	540	32280	1,67%
Juni	500	29880	1,67%
Juli	560	33480	1,67%
Agustus	520	31080	1,67%
September	500	29880	1,67%
Oktober	560	33480	1,67%
November	540	32280	1,67%
Desember	560	33480	1,67%
Rata-Rata			1,83%

d. *Reduce speed losses*

Perhitungan nilai *Reduce Speed Losses* berlaku untuk semua perhitungan per-bulan maka untuk data pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adalah sebagai berikut:

TABEL IX
PERHITUNGAN *SPEED LOSSES*

Bulan	<i>Operation Time (menit)</i>	<i>Ideal Cycle Time (Menit/Kg)</i>	<i>Output (Kg)</i>	<i>Loading Time (Menit)</i>	<i>Speed losses (%)</i>
Februari	26160	0,2	92616	26280	29,06%
Maret	32180	0,2	115668	32280	28,02%
April	31140	0,2	100985	31080	35,21%
Mei	32060	0,2	150120	32280	6,31%
Juni	29710	0,2	125972	29880	15,11%
Juli	33390	0,2	109043	33480	34,59%
Agustus	31050	0,2	120612	31080	22,29%
September	29819	0,2	130765	29880	12,27%
Oktober	33540	0,2	53532	33480	68,20%
November	32170	0,2	80766	32280	49,62%
Desember	33330	0,2	135499	33480	18,61%
Rata-rata					29,03%

e. *Rework and Quality Defect Losses*

Perhitungan yang sama pada nilai *rework rate* berlaku pada semua perhitungan pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adapun perhitungannya sebagai berikut:

TABEL X
PERHITUNGAN *REWORK & QUALITY DEFECT*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time (Menit/Kg)</i>	<i>Rework/Defect (Kg)</i>	<i>Loading Time (Menit)</i>	<i>Rework and Quality defect (%)</i>
Februari	0,2	92616	26280	70,48%
Maret	0,2	115668	32280	71,67%
April	0,2	100985	31080	64,98%
Mei	0,2	150120	32280	93,01%
Juni	0,2	125972	29880	84,32%
Juli	0,2	109043	33480	65,14%
Agustus	0,2	120612	31080	77,61%
September	0,2	130765	29880	87,53%
Oktober	0,2	53532	33480	31,98%
November	0,2	80766	32280	50,04%
Desember	0,2	135499	33480	80,94%
Rata-rata				70,70%

f. *Yield Losses*

Perhitungan yang sama pada nilai *Yield Losses* berlaku pada semua perhitungan pada bulan Februari 2024-Desember 2024 adapun perhitungannya sebagai berikut:

TABEL XI
PERHITUNGAN *SCRAP LOSSES*

Bulan	<i>Ideal Cycle Time (Menit/Kg)</i>	<i>Scrap (Kg)</i>	<i>Loading Time (Menit)</i>	<i>Scrap Losses(%)</i>
Februari	0,2	567	26280	0,43%
Maret	0,2	876	32280	0,54%
April	0,2	870	31080	0,56%
Mei	0,2	782	32280	0,48%
Juni	0,2	897	29880	0,60%
Juli	0,2	991	33480	0,59%
Agustus	0,2	789	31080	0,51%
September	0,2	895	29880	0,60%
Oktober	0,2	762	33480	0,46%
November	0,2	886	32280	0,55%
Desember	0,2	675	33480	0,40%
Rata-rata				0,52%

TABEL XII
NILAI *SIX BIG LOSSES*

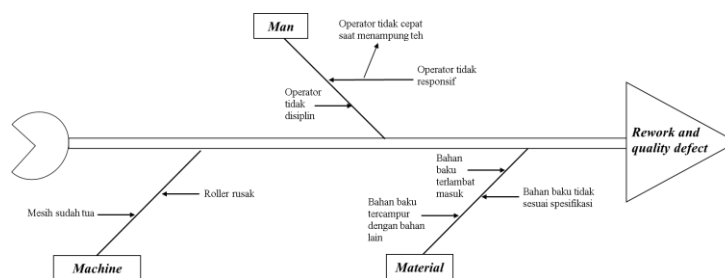
<i>Six Big Losses</i>						
Bulan	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Set Up & Adjustment Time (%)</i>	<i>Idle Lossess (%)</i>	<i>Speed losses (%)</i>	<i>Rework and Quality defect (%)</i>	<i>Scrap Losses (%)</i>
Februari	0,68%	2,51%	1,67%	29,06%	70,48%	0,43%
Maret	0,50%	2,51%	2,51%	28,02%	71,67%	0,54%

April	0,00%	2,51%	2,51%	35,21%	64,98%	0,56%
Mei	0,87%	2,51%	1,67%	6,31%	93,01%	0,48%
Juni	0,77%	2,51%	1,67%	15,11%	84,32%	0,60%
Juli	0,45%	2,51%	1,67%	34,59%	65,14%	0,59%
Agustus	0,29%	2,51%	1,67%	22,29%	77,61%	0,51%
September	0,40%	2,51%	1,67%	12,27%	87,53%	0,60%
Oktober	0,00%	2,51%	1,67%	68,20%	31,98%	0,46%
November	0,53%	2,51%	1,67%	49,62%	50,04%	0,55%
Desember	0,63%	2,51%	1,67%	18,61%	80,94%	0,40%
Rata-Rata	0,46%	2,51%	1,83%	29,03%	70,70%	0,52%

Perhitungan *Six Big Losses* dapat digunakan untuk membantu perusahaan menganalisa bentuk faktor apa aja dari keenam faktor yang terdapat dalam *Six Big Losses* yang memberikan bentuk kontribusi besar yang dapat menyebabkan rendahnya nilai efektivitas penggunaan mesin ITX di sortasi sehingga dapat diperhatikan bentuk perbaikan dan perawatan yang tepat untuk melaksanakan evaluasi ada nilai efektivitas mesin ITX. Setelah didapatkan nilai *Six Big Losses*, diketahui bahwa nilai dari keenam faktor tersebut didapatkan pada nilai rata-rata *rework and Quality defect* yang menyentuh angka 70,70% serta nilai *losses* kedua tertinggi setelahnya yaitu *Reduce Speed Losses* sebesar 29,03%. Lalu nilai *set-up and adjustment losses* sebesar 2,51%, Lalu didapatkan hasil 1,83% untuk perhitungan *idle losses* serta nilai *yield losses* dan *breakdown losses* yang mempunyai nilai baik yaitu 0,52% dan 0,46%.

3. Fishbone Diagram

Analisis *Fishbone Diagram* dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil *Six Big Losses* yang ditunjukkan pada Tabel 12. Berdasarkan tabel tersebut, dua jenis kerugian dominan yang berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas mesin adalah *Rework and Quality Defect Losses* sebesar 70,70% dan *Reduce Speed Losses* sebesar 29,03%. Oleh karena itu, analisis akar penyebab difokuskan pada kedua jenis *losses* tersebut. Selanjutnya, identifikasi penyebab dilakukan secara sistematis dengan mengelompokkan faktor ke dalam lima kategori utama, yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, dan *environment*. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap faktor yang dianalisis memiliki keterkaitan langsung dengan kondisi aktual yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, sehingga analisis tidak bersifat umum, melainkan kontekstual sesuai kondisi mesin ITX.



Gambar 2 Fishbone Diagram Rework and Quality defect Losses

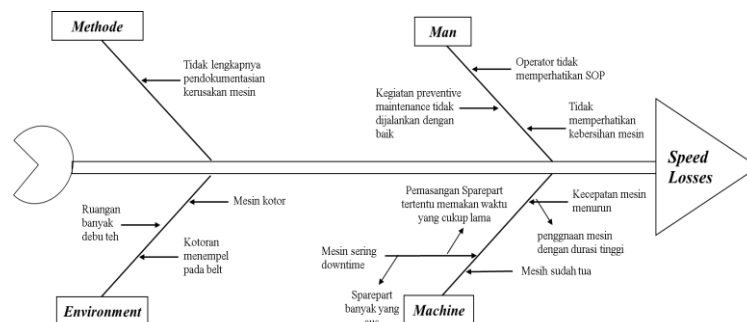
Diagram ini menggambarkan hubungan antara efek utama (yaitu *rework* dan cacat kualitas) dengan beberapa kategori penyebab yang dikelompokkan ke dalam empat faktor utama, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), dan *Material* (Bahan Baku).

TABEL XIII
 REWORK & QUALITY DEFECT LOSSES

Rework & Quality defect losses	
Faktor	Penyebab
<i>Material</i>	Bahan baku terlambat masuk mesin
	Bahan baku tercampur dengan yang lain
	Bahan baku tidak sesuai spesifikasi
<i>Man</i>	Operator kurang responsif

	Operator kurang cepat saat menampung teh
<i>Machine</i>	Filter Rusak
	Mesin sering rusak

Berdasarkan Tabel XIII, faktor penyebab utama *Rework and Quality Defect Losses* dapat diidentifikasi pada aspek *material*, *man*, dan *machine*. Pada aspek *material*, permasalahan meliputi bahan baku yang terlambat masuk mesin, tercampur dengan bahan lain, serta tidak sesuai spesifikasi. Pada aspek *man*, penyebab utama adalah operator yang kurang responsif dan kurang cepat dalam menangani proses penampungan teh. Sementara itu, pada aspek *machine*, ditemukan adanya kerusakan pada filter serta frekuensi kerusakan mesin yang cukup tinggi. Temuan ini selaras dengan nilai *Quality Rate* pada Tabel XIII yang hanya mencapai 78,77%, yang menunjukkan bahwa kualitas output masih belum optimal.



Gambar 3. Fishbone Diagram Reduce Speed losses

Diagram ini menggambarkan hubungan antara efek utama (yaitu *rework* dan *cacat kualitas*) dengan beberapa kategori penyebab yang dikelompokkan ke dalam empat faktor utama, yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Environment* (Lingkungan) dan *Material* (Bahan Baku).

TABEL XIV
 FAKTOR DAN PENYEBAB *REDUCE SPEED LOSSES*

<i>Speed Loses</i>	
Faktor	Penyebab
<i>Machine</i>	Kecepatan mesin menurun
	Mesin ITX sudah tua
	Pemasangan Sparepart tertentu cukup memakan waktu yang lama
	Mesin sering <i>Downtime</i>
<i>Man</i>	Operator tidak memperhatikan SOP
	Kegiatan <i>preventive maintenance</i> tidak dijalankan dengan baik
	Operator dan teknisi tidak memperhatikan kebersihan mesin
<i>Methode</i>	Tidak lengkapnya pendokumentasian kerusakan mesin
<i>Environment</i>	Mesin kotor
	Ruangang banyak debu teh
	Kotoran menempel pada belt

Selanjutnya, berdasarkan Tabel 4.2, penyebab utama *Reduce Speed Losses* berasal dari aspek *machine*, *man*, *method*, dan *environment*. Pada aspek *machine*, faktor yang dominan meliputi penurunan kecepatan mesin, usia mesin yang sudah tua, waktu pemasangan sparepart yang lama, serta frekuensi downtime yang tinggi. Pada aspek *man*, penyebab meliputi ketidakpatuhan operator terhadap SOP, tidak optimalnya pelaksanaan preventive maintenance, serta kurangnya perhatian terhadap kebersihan mesin. Dari aspek *method*, permasalahan terletak pada tidak lengkapnya pendokumentasian kerusakan mesin. Sementara itu, pada aspek *environment*, kondisi mesin yang kotor, banyaknya debu teh di ruang produksi, serta kotoran pada belt menjadi faktor yang menghambat kinerja mesin. Kondisi ini konsisten dengan nilai *Performance Rate* pada Tabel 3 yang hanya sebesar 70,92%. Secara keseluruhan, hasil analisis *Fishbone Diagram* menunjukkan keterkaitan yang kuat antara data kuantitatif pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 12 dengan faktor penyebab yang diidentifikasi pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Tingginya losses pada aspek kualitas berkorelasi dengan permasalahan pada material, manusia, dan mesin, sedangkan losses pada kecepatan produksi dipengaruhi oleh faktor mesin, metode, manusia, dan lingkungan. Dengan demikian, *Fishbone Diagram* tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai alat diagnostik yang mampu menjelaskan hubungan kausal secara komprehensif serta menjadi dasar dalam penyusunan usulan perbaikan yang lebih terarah.

4. Usulan Perbaikan

Berdasarkan akar permasalahan yang telah dianalisis sebelumnya, rekomendari perbaikan untuk permasalahan terkait. Rekomendasi ini didasari dari referensi buku dan jurnal terkait dengan permasalahan manajemen keperawatan 6. Berdasarkan hasil analisis *Six Big Losses* dan diagram fishbone pada mesin ITX di PT. Perkebunan Nusantara I Regional 2 Pabrik Malabar, diketahui bahwa faktor utama penyebab rendahnya efektivitas mesin meliputi aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Untuk itu, berikut disusun usulan perbaikan yang terbagi dalam jangka pendek dan jangka panjang berdasarkan tiap faktor 3.

a. *Rework Quality and defect losses*

Untuk meningkatkan efektivitas mesin dan menurunkan tingkat kerugian akibat *rework* dan *defect* pada proses produksi, diusulkan sejumlah tindakan perbaikan yang dikelompokkan berdasarkan faktor penyebab, yaitu material, manusia, dan mesin. Perbaikan ini dirancang dalam dua tahap, yaitu jangka pendek dan jangka panjang sebagai upaya berkelanjutan.

- 1) Dari sisi material, beberapa permasalahan yang ditemukan antara lain bahan baku yang datang terlambat serta kualitas bahan yang tidak memenuhi standar. Untuk perbaikan jangka pendek, dilakukan monitoring pelayanan secara lebih ketat dan memastikan proses *Quality control* (QC) tetap dilakukan meskipun dalam kondisi mendesak. Dalam jangka panjang, solusi yang ditawarkan adalah digitalisasi perencanaan produksi serta penerapan sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001. Selain itu, kandungan kadar air (MC) bahan baku yang melebihi standar diatasi dengan pengukuran MC sebelum proses sortasi dan pengeringan ulang jika diperlukan. Untuk jangka panjang, diusulkan pelatihan grading serta evaluasi historis mutu bahan untuk memperkuat akurasi seleksi. Masalah lain seperti tercampurnya bahan dengan benda asing diatasi dengan pemisahan area bahan masuk serta pembersihan area kerja secara konsisten, dan dalam jangka panjang diterapkan *barcode system* dan audit berkala untuk menjamin ketertelusuran bahan.
- 2) Pada faktor manusia, rendahnya responsivitas operator akibat kelelahan menjadi salah satu penyebab kerugian. Untuk itu, solusi jangka pendek yang disarankan adalah penjadwalan kerja yang adil dan rotasi kerja antar *shift* agar beban kerja lebih seimbang. Dalam jangka panjang, peningkatan kesejahteraan operator dilakukan melalui penerapan konsep *autonomous maintenance*. Selain itu, masalah kedisiplinan operator diatasi melalui *briefing* harian dan pengawasan yang ketat pada jangka pendek, serta penerapan evaluasi berbasis KPI dan pembentukan budaya kerja disiplin secara berkelanjutan dalam jangka panjang.
- 3) Untuk faktor mesin, ditemukan permasalahan seperti *roller* yang aus dan kurang efektif, serta kondisi mesin yang tua dan sering mengalami kerusakan. Usulan perbaikan jangka pendek mencakup penggantian *roller* secara berkala dan pemeriksaan harian. Jangka panjangnya, diterapkan *predictive maintenance* serta pengembangan desain mesin yang lebih tahan lama dan efisien. Sementara itu, untuk mesin tua dan sering rusak, langkah jangka pendek berupa pemeriksaan rutin di awal *shift* dan perbaikan cepat sangat diperlukan. Untuk solusi jangka panjang, disarankan investasi mesin baru dan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) guna memastikan keberlangsungan performa mesin secara optimal.

b. *Reduce speed losses*

Untuk mengurangi kerugian akibat *Speed losses* dalam proses produksi, dilakukan identifikasi terhadap lima faktor utama penyebab penurunan kecepatan kerja mesin, yaitu faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), metode (*method*), material, dan lingkungan (*environment*). Usulan perbaikan difokuskan pada dua tahap, yaitu jangka pendek sebagai solusi cepat, dan jangka panjang untuk perbaikan berkelanjutan.

- 1) Dari faktor manusia, penyebab utama meliputi operator yang tidak disiplin, tidak responsif, tidak menjalankan SOP maupun program pemeliharaan (PM), serta lalai menjaga kebersihan area kerja. Solusi jangka pendek meliputi *briefing* harian dan penjadwalan *shift* kerja secara seimbang untuk mengurangi kelelahan. Selain itu, diberikan peringatan langsung terhadap pelanggaran SOP. Dalam jangka panjang, dilakukan pelatihan berkala tentang SOP dan PM, serta penerapan sistem *reward and punishment* berbasis KPI untuk membangun budaya kerja yang lebih profesional dan bertanggung jawab.
- 2) Faktor mesin juga menjadi penyumbang utama *speed losses*, terutama karena mesin yang sudah tua, sparepart yang aus, filter yang rusak, serta seringnya terjadi *Downtime*. Untuk jangka pendek, langkah yang dilakukan adalah percepatan pengadaan sparepart penting, pemeriksaan rutin oleh teknisi, serta pelaksanaan *checklist* harian kondisi mesin. Untuk jangka panjang, dilakukan *upgrade* mesin tua, penerapan sistem *Total Productive Maintenance* (TPM), *preventive maintenance* berbasis jam kerja, serta kalibrasi alat otomatis setiap tiga bulan guna menjaga performa mesin secara konsisten.
- 3) Pada faktor metode, pendokumentasian kerusakan yang tidak lengkap dapat menyebabkan penanganan masalah menjadi lambat dan tidak akurat. Oleh karena itu, perbaikan jangka pendek dilakukan dengan penggunaan format laporan kerusakan yang standar serta pelatihan teknisi dalam pencatatan kerusakan. Sementara itu, dalam jangka panjang, diterapkan digitalisasi sistem pencatatan dan integrasi dengan sistem manajemen perawatan, agar pencatatan lebih rapi, cepat, dan terakses secara *real-time*.
- 4) faktor lingkungan, area kerja yang kotor, mesin yang berdebu, dan *belt* yang tidak terawat dapat menghambat laju produksi. Perbaikan jangka pendek mencakup jadwal *cleaning* harian pada mesin dan area kerja serta perbaikan kipas dan penutupan ventilasi yang terbuka. Dalam jangka panjang, dilakukan desain ulang sistem ventilasi dan alur ruang produksi yang minim kontaminasi debu, serta penerapan prinsip 5S/5R secara menyeluruh sebelum dan sesudah proses produksi berlangsung.

5. OEE Setelah Perbaikan

Berdasarkan akar permasalahan yang telah diidentifikasi, maka disusunlah beberapa solusi perbaikan untuk setiap akar permasalahan. Usulan perbaikan ini diterapkan oleh perusahaan selama dua bulan untuk percobaan yang nantinya digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan. Adapun usulan perbaikan yang diterapkan yaitu sebagai berikut:

- a. Melakukan *checklist* kondisi komponen pada mesin ITX dalam satu minggu sekali sesuai jadwal *preventive* yang diberikan oleh manajemen.
- b. Melakukan pembersihan mesin ITX satu kali dalam satu bulan.
- c. Menerapkan 5S *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Rajin) dalam sistem produksi.
- d. *Brefing* dari mandor kepada operator sebelum memulai bekerja.

Selama proses penerapan usulan perbaikan peneliti melakukan secara observasi langsung untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan OEE yang baru. Selain itu data juga diperoleh dari rekap data yang dilakukan oleh teknisi mesin. Dengan menerapkan empat usulan perbaikan di atas nilai OEE yang dulu sebesar 53,98%. Setelah mendapatkan kategori ketiga penyusun OEE yang baru, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai OEE yang baru. Data pada Tabel 5.3 menunjukkan nilai OEE sebesar 65,74%. Hal tersebut menunjukkan nilai OEE yang baru meningkat sebesar 11,76% dibandingkan OEE sebelum penerapan usulan perbaikan.

TABEL XV
PERHITUNGAN OEE BARU

Overall Equipment Effectiveness				
Bulan	<i>Availability</i> (%)	<i>Performance</i> (%)	<i>Quality</i> (%)	OEE > 85%
Mei	98,13%	69,99%	81,11%	55,71%
Juni	98,26%	84,24%	75,76%	75,76%
Rata-rata				65,74%

Tabel XV menyajikan hasil akhir dari pengukuran efektivitas mesin setelah perbaikan melalui nilai OEE. Nilai OEE diperoleh dari hasil perkalian ketiga komponen: *Availability*, *Performance*, dan *Quality*. Hasil perhitungan menunjukkan nilai OEE pada bulan Mei sebesar 55,71% dan meningkat menjadi 75,76% pada bulan Juni. Dengan rata-rata OEE sebesar 65,74%, ini mencerminkan peningkatan signifikan efektivitas mesin setelah

dilakukan perbaikan, mendekati standar industri (>85%), dan menunjukkan bahwa tindakan perbaikan memberikan dampak positif terhadap keseluruhan kinerja mesin.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penelitian yang dilakukan pada mesin ITX (*Innova Tea Extractor*) sebagai berikut Hasil menunjukan nilai dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* yang didapatkan pada mesin ITX pada periode Februari 2024-Desember 2024 yang dipengaruhi oleh nilai *Availability* sebesar 97,03% sedangkan pada nilai *Performance* sebesar 70,92% dan pada nilai *Quality* sebesar 78,7% sehingga menghasilkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* sebesar 53,98%. Namun nilai 53,98 tersebut masih di bawah nilai standar internasional. Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) menetapkan standar benchmark mengenai nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang telah diterapkan atau digunakan secara luas yaitu sebesar 85%. Serta didapatkan nilai *Six Big Losses*, diketahui bahwa nilai dari keenam faktor tersebut didapatkan pada nilai rata-rata *rework and Quality defect* yang menyentuh angka 70,70% serta nilai *losses* kedua tertinggi setelah nya yaitu *Reduce Speed Losses* sebesar 29,03%. Lalu nilai *set-up and adjustment losses* sebesar 2,51%, Lalu didapatkan hasil 1,83% untuk perhitungan *idle losses* serta nilai *yield losses* dan *breakdown losses* yang mempunyai nilai baik yaitu 0,52% dan 0.46%.

Hasil perhitungan *Six Big Losses* pada mesin ITX di proses sortasi menunjukkan bahwa penurunan efektivitas mesin terutama disebabkan oleh *Rework and Quality defect* (70,70%) dan *Speed losses* (29,03%). Penyebab utamanya meliputi keterlambatan dan ketidaksesuaian bahan baku, kelelahan operator, mesin yang aus atau sudah tua, serta kurangnya *preventive maintenance*. Selain itu, kelemahan dalam metode pencatatan kerusakan dan kondisi lingkungan kerja yang kotor dan berdebu turut memperburuk performa mesin. Oleh karena itu, fokus perbaikan perlu diarahkan pada peningkatan kualitas bahan, pelatihan SDM, perawatan rutin, serta perbaikan sistem dokumentasi dan lingkungan kerja.

Pada penelitian kali ini dilakukan penerapan usulan perbaikan untuk memperbaiki nilai rata-rata OEE pada tahun 2024. Penerapan yang dilakukan seperti Melakukan *checklist* kondisi komponen pada mesin ITX dalam satu minggu sekali. Melakukan pembersihan mesin ITX satu kali dalam satu bulan. Menerapkan 5S *Seiri* (Ringkas), *Seiton* (Rapi), *Seiso* (Resik), *Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Rajin) dalam sistem produksi. *Brefing* dari mandor kepada operator sebelum memulai bekerja. Adapun usulan perbaikan untuk jangka Panjang pada mesin ITX.

REFERENSI

- [1] Mela E, Novianti DD. Praktik Produksi Yang Baik (Good Manufacturing Practices) Pada Pengolahan Teh Hitam Di PT. XYZ. *Indones J Food Technol* 2023; 2: 16–38.
- [2] Hadi Ariyah. Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus : PT. Lutvindo Wijaya Perkasa). *J Teknol dan Manaj Ind Terap* 2022; 1: 70–77.
- [3] Muhamad Ryan Agustin, Desmira Desmira. Preventive Maintenance Mesin Filling Sachet Dalam Mengurangi Downtime Dan Menjaga Produktivitas Di PT. Centa Brasindo Abadi. *Jupiter Publ Ilmu Keteknikan Ind Tek Elektro dan Inform* 2024; 2: 319–328.
- [4] Deradjad IP. *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System and Management)*. Pertama. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2019.
- [5] Sukmoro W. *OEE DEMISTIFIKASI-Wawang Sukmoro OEE DEMISTIFIKASI PT Mitra Prima Produktivitas*, www.jagokaizen.com (2023).
- [6] Susetyo AE. Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Menentukan Efektifitas Mesin Sonna Web. *Sci Tech J Ilmu Pengetah dan Teknol* 2017; 3: 93–102.
- [7] Baety R, Budiasih E, Atmaji FTD. Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Bottleneck Auto-part Machining Line Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *e-Proceeding Eng* 2019; 6: 6496–6505.
- [8] Widnyana IP, Ardiana IW, Wolok E, et al. Penerapan Diagram Fishbone dan Metode Kaizen untuk Menganalisa Gangguan pada Pelanggan PT . PLN (Persero) UP3 Gorontalo Customer Disruption Analysis Using Fishbone Diagram and Kaizen Method in PT . *Jambura Ind Rev* 2022; 2: 11–19.
- [9] Dio R, Dermawan AA, Putera DA. Overall Equipment Effectiveness di Desalination Plant 2 Pada PT Sari Dumai. *JIME (Journal Ind Manuf Eng* 2021; 5: 30–40.
- [10] T Budi Agung, Miftahul Imtihan, Suwaryo Nugroho. Usulan Perbaikan Melalui Penerapan Total Productive Maintenance Dengan Metode Oee Pada Mesin Twin Screw Extruder Pvc Di Pt. Xyz. *TEKNOSAINS J Sains, Teknol dan Inform* 2021; 8: 10–22.
- [11] Ma'rifatul Maghfiroh A, Chandra AB. Thermo Valve Air Compressor Maintenance and Repair Using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method in Maintenance. *Int J Eng Contin* 2023; 2: 1–13.
- [12] Purwahyudi Suwardiyanto, Denny Siregar DU. Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan Six Big Losses pada Mesin Spot Welding Tipe X. *J Ind Eng Sist* 2024; 15: 72–86.
- [13] Wafa Amru Khaifa PB. Perhitungan OEE (Overall Equipment Effectiveness) pada Mesin Komuri 2 Lithrone S40 dan Heidelberg 4WE dalam Rangka Penerapan Total Productive Maintenance (TPM). *Ind Eng Online J* 2017; 6: 1–13.
- [14] Rakes D, Arif M, Setiawan A, et al. Preventive Maintenance on CNC Machines Using the OEE Method to Reduce Downtime at PT. MTAT. *J Impresi Indones* 2024; 3: 481–490.