

## **Analisis Progress Implementasi TPM (*Total Productive Maintenance*) dan Proyeksi Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada Perusahaan X)**

**Sofyan Iskandar, Rizal Ramdan Padmakusumah**

Universitas Widyatama Bandung, Indonesia

Email: [sofyan.iskandar@widyatama.ac.id](mailto:sofyan.iskandar@widyatama.ac.id), [rizal.ramdan@widyatama.ac.id](mailto:rizal.ramdan@widyatama.ac.id)

| <b>Keywords</b>                                                                                                                            | <b>Abstrak</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Total Productive Maintenance, Produktivitas, Overall Equipment Effectiveness, Downtime Mesin, Six Big Losses, Keterlibatan Karyawan</i> | <i>Dalam dunia industri yang semakin kompetitif, penerapan Total Productive Maintenance (TPM) menjadi salah satu strategi penting untuk meningkatkan produktivitas perusahaan. Di perusahaan X, fenomena yang terjadi menunjukkan bahwa tingginya tingkat downtime mesin dan permasalahan Overall Equipment Effectiveness (OEE) menjadi kendala dalam menjaga produktivitas optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi TPM di perusahaan X, khususnya dalam mengatasi permasalahan OEE dan menurunkan downtime mesin. Dengan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, data diperoleh melalui pengambilan data terdahulu, observasi langsung terhadap proses perawatan mesin serta wawancara dengan manajemen dan staf terkait. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa implementasi TPM telah membawa perbaikan signifikan dalam efektivitas perawatan mesin, meskipun masih terdapat area yang perlu ditingkatkan, terutama dalam hal keterlibatan karyawan secara menyeluruh. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa perusahaan X dapat meningkatkan produktivitas lebih lanjut dengan menyempurnakan penerapan TPM, khususnya dalam hal pemeliharaan preventif dan pelatihan karyawan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan lain yang ingin mengoptimalkan implementasi TPM dalam rangka meningkatkan produktivitas melalui perawatan mesin yang lebih efektif.</i> |



### **PENDAHULUAN**

Dalam era industri global yang semakin kompetitif, produktivitas menjadi salah satu indikator utama dalam mengukur daya saing dan keberlangsungan suatu perusahaan. Produktivitas tidak hanya mencerminkan efisiensi penggunaan sumber daya, tetapi juga menunjukkan sejauh mana perusahaan mampu menghasilkan output yang optimal secara berkelanjutan. Menurut laporan McKinsey (2023), industri manufaktur di negara berkembang seperti Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menjaga stabilitas produktivitas akibat meningkatnya kompleksitas teknologi, fluktuasi permintaan pasar, dan tekanan terhadap efisiensi biaya. Salah satu pendekatan strategis yang banyak diadopsi secara global untuk menjawab tantangan tersebut adalah *Total Productive Maintenance* (TPM), sebuah sistem manajemen perawatan yang bertujuan mengeliminasi pemborosan dan meningkatkan efektivitas mesin secara menyeluruh (Nakajima, 1988).

Namun, implementasi TPM di industri manufaktur tidak selalu berjalan mulus. Berbagai faktor kerap menjadi penyebab kegagalan atau hambatan dalam pelaksanaan TPM

secara efektif. Pertama, tingginya tingkat downtime atau waktu henti mesin masih menjadi masalah utama yang mengganggu proses produksi. Di banyak perusahaan, mesin berhenti beroperasi secara tidak terduga karena tidak adanya sistem perawatan yang terstruktur dan terencana (Tsang, 2002). Kedua, keterbatasan pengetahuan teknis operator terhadap perawatan mandiri (*autonomous maintenance*) sering kali menyebabkan keterlambatan dalam deteksi awal kerusakan mesin. Ketiga, rendahnya keterlibatan manajemen dan lemahnya budaya kerja kolaboratif turut mempersulit adopsi TPM secara menyeluruh. Keempat, tidak adanya sistem evaluasi yang berbasis data real-time menjadikan proses pengambilan keputusan menjadi lambat dan tidak akurat (Ahuja & Khamba, 2008).

Faktor-faktor tersebut secara langsung berdampak terhadap produktivitas perusahaan. Downtime mesin yang tinggi mengurangi waktu operasional efektif, menghambat output produksi, dan berujung pada keterlambatan pengiriman pesanan. Ketidakefisienan pada aspek kecepatan produksi dan kualitas hasil produksi semakin memperburuk kondisi. Dalam jangka panjang, hal ini dapat merugikan reputasi perusahaan dan menurunkan loyalitas pelanggan. Sebagai contoh, studi oleh Candra et al. (2019) menunjukkan bahwa perusahaan yang tidak mengimplementasikan TPM secara komprehensif mengalami penurunan OEE (Overall Equipment Effectiveness) hingga 15%, yang kemudian berpengaruh pada menurunnya produktivitas sebesar 20% dibandingkan perusahaan yang sudah mengadopsi TPM secara terstruktur.

Untuk memahami lebih jauh permasalahan ini, penting untuk membedah lebih rinci mengenai dua variabel kunci dalam penelitian ini, yaitu Total Productive Maintenance (TPM) sebagai variabel independen dan produktivitas sebagai variabel dependen. TPM merupakan pendekatan manajemen perawatan menyeluruh yang mencakup delapan pilar utama, yaitu *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, *quality maintenance*, *focused improvement*, *early equipment management*, *training and education*, *safety*, *health and environment*, serta *office TPM* (Nakajima, 1988). Dalam konteks penelitian ini, fokus utama diberikan pada keterlibatan operator dalam *autonomous maintenance*, pelaksanaan *planned maintenance*, serta efektivitas program pelatihan teknis. Sementara itu, produktivitas diukur melalui indikator *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang mencakup tiga aspek penting: ketersediaan (*availability*), performa (*performance*), dan kualitas produk (*quality*) (Moubray, 1997). Ketiga aspek ini menjadi tolok ukur utama dalam menilai keberhasilan implementasi TPM dalam meningkatkan output dan efisiensi produksi.

Keunikan dari penelitian ini terletak pada pendekatannya yang mengombinasikan analisis teknis melalui indikator OEE dengan pendekatan manajerial berbasis keterlibatan karyawan. Sementara banyak studi terdahulu hanya memfokuskan analisis TPM pada aspek teknis perawatan mesin, penelitian ini memperluas cakupan dengan mengevaluasi pula sejauh mana faktor manusia dan budaya organisasi memengaruhi keberhasilan TPM. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Nelson (2020), yang menekankan pentingnya pelatihan karyawan dan dukungan manajemen sebagai penentu utama efektivitas TPM. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi baru dalam kerangka integrasi antara sistem perawatan mesin dan perilaku organisasi sebagai pendorong produktivitas di sektor manufaktur.

Urgensi dari penelitian ini semakin meningkat mengingat fakta bahwa perusahaan X, sebagai objek studi, menunjukkan tren penurunan produktivitas yang signifikan selama dua tahun terakhir. Berdasarkan data internal perusahaan, grafik OEE tahunan memperlihatkan nilai OEE aktual yang sering kali berada di bawah standar industri maupun target internal. Rendahnya performa mesin, tingginya angka *setup losses*, dan meningkatnya frekuensi *minor stoppages* menjadi indikator utama lemahnya sistem perawatan yang ada. Di sisi lain, data produktivitas per karyawan per minggu juga menunjukkan fluktuasi tinggi, yang menandakan

tidak stabilnya proses produksi. Kondisi ini membutuhkan solusi manajemen operasional yang tidak hanya reaktif terhadap kerusakan mesin, tetapi juga bersifat preventif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, implementasi TPM secara strategis dan holistik menjadi kebutuhan mendesak untuk memulihkan performa mesin dan mendorong produktivitas ke level optimal.

Berdasarkan latar belakang dan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana implementasi TPM berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas di perusahaan X. Penelitian ini juga ingin mengevaluasi secara rinci sejauh mana penerapan elemen-elemen TPM seperti *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, dan keterlibatan karyawan dalam pemeliharaan berpengaruh terhadap peningkatan nilai OEE. Selain itu, penelitian ini berupaya mengidentifikasi kendala-kendala utama yang dihadapi dalam penerapan TPM serta memberikan rekomendasi strategis untuk perbaikannya. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, dengan pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara, serta analisis dokumen dan data historis produksi.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat dirasakan dalam beberapa aspek. Bagi perusahaan X, hasil penelitian ini dapat menjadi panduan strategis dalam menyusun roadmap implementasi TPM yang lebih terarah dan berdampak nyata terhadap peningkatan produktivitas. Bagi karyawan, penelitian ini menjadi sarana untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi aktif dalam proses pemeliharaan mesin sebagai bagian integral dari kinerja mereka. Di sisi akademis, temuan dalam penelitian ini dapat memperkaya literatur mengenai manajemen perawatan dan produktivitas, khususnya dalam konteks industri manufaktur di Indonesia. Terakhir, bagi praktisi industri secara umum, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi empiris dalam mengadopsi TPM sebagai pendekatan manajemen operasional yang efektif, efisien, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*).

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan utama untuk memberikan gambaran yang sistematis, faktual, dan akurat mengenai implementasi Total Productive Maintenance (TPM) serta dampaknya terhadap produktivitas perusahaan. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengukur dan mengevaluasi efektivitas suatu strategi manajemen pemeliharaan secara objektif melalui data numerik yang relevan. Pendekatan deskriptif kuantitatif juga memungkinkan peneliti untuk menjelaskan hubungan antara penerapan TPM dengan indikator kinerja produktivitas melalui pengamatan langsung dan analisis data historis. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya menyoroti fenomena yang terjadi di lapangan, tetapi juga menafsirkan temuan-temuan yang muncul secara terukur dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis.

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi barang konsumsi (perusahaan X), yang berlokasi di kawasan industri di wilayah Jawa Barat. Pemilihan perusahaan ini didasarkan pada karakteristik industrinya yang sangat bergantung pada efektivitas operasional mesin dalam mencapai target produksi. Lokasi penelitian difokuskan pada satu lini produksi utama yang dianggap paling strategis dalam kontribusi output perusahaan. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu enam bulan, dimulai sejak Januari hingga Juni 2025. Jangka waktu tersebut dipilih untuk memberikan cukup ruang bagi peneliti dalam mengamati implementasi TPM secara menyeluruh, serta memperoleh data historis produksi yang representatif untuk dianalisis.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh mesin dan peralatan produksi yang digunakan di lini produksi utama perusahaan X, serta seluruh personel yang terlibat secara langsung dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan peralatan, termasuk operator, teknisi perawatan, dan manajer produksi. Karena penelitian ini bersifat terfokus pada satu unit

produksi, maka teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*, di mana sampel dipilih secara sengaja berdasarkan relevansi terhadap objek penelitian. Jumlah responden yang dilibatkan dalam penelitian ini terdiri dari lima orang, yaitu satu manajer produksi, dua teknisi perawatan, dan dua operator mesin. Pemilihan sampel ini bertujuan untuk menggali informasi dari pihak-pihak yang memiliki pengalaman langsung dan pemahaman mendalam terkait implementasi TPM di lapangan.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari pedoman observasi, panduan wawancara, dan lembar pengumpulan data kuantitatif. Pedoman observasi dirancang untuk merekam aktivitas rutin terkait perawatan mesin, interaksi antar personel produksi, serta kondisi fisik peralatan selama proses produksi berlangsung. Panduan wawancara disusun dalam bentuk semi-terstruktur agar peneliti memiliki fleksibilitas dalam menggali informasi lebih dalam, sekaligus menjaga kesesuaian dengan fokus penelitian. Sementara itu, lembar pengumpulan data kuantitatif digunakan untuk mencatat angka-angka yang berkaitan dengan OEE dan komponen-komponennya, seperti waktu operasi mesin, jumlah produk cacat, serta frekuensi gangguan operasional. Instrumen-instrumen ini disusun dengan mempertimbangkan kemudahan penggunaan di lapangan serta kemampuan untuk menghasilkan data yang dapat dianalisis secara sistematis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Analisis perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dilakukan untuk mengukur sejauh mana efektivitas mesin produksi di perusahaan X selama periode implementasi Total Productive Maintenance (TPM). OEE merupakan indikator utama dalam mengevaluasi kinerja peralatan produksi berdasarkan tiga komponen utama, yaitu availability (ketersediaan mesin), performance (kinerja mesin), dan quality (kualitas output). Ketiga komponen ini memberikan gambaran menyeluruh terhadap efektivitas operasional mesin dalam mendukung produktivitas perusahaan. Dalam penelitian ini, perhitungan OEE didasarkan pada data historis operasional mesin, termasuk waktu produksi, jumlah produk cacat, serta total output yang dihasilkan. Hasil perhitungan OEE akan digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi dampak implementasi TPM terhadap efektivitas penggunaan mesin dan peningkatan produktivitas di lini produksi perusahaan X.



**Gambar 1. Grafik Overall Equipment Effectiveness (OEE) Tahun 2020-2025**

Sumber: Data diolah peneliti (2025)

Berdasarkan grafik tren OEE pada Gambar 1, terlihat bahwa terjadi peningkatan kinerja efektivitas mesin produksi di perusahaan X selama periode 2020 hingga 2025. Pada tahun 2020, nilai Actual OEE tercatat sebesar 71,41%, sedikit lebih tinggi dari target perusahaan sebesar 68,95%. Namun, kinerja menurun pada tahun 2021 menjadi 66,78%, berada di bawah target sebesar 70,15%. Penurunan ini mengindikasikan adanya gangguan signifikan terhadap efektivitas operasional mesin, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh tingginya downtime atau penurunan performa mesin.

Pada tahun 2022, nilai OEE mulai mengalami pemulihan dan meningkat menjadi 70,36%, meskipun masih berada sedikit di atas target sebesar 68,27%. Peningkatan yang lebih signifikan terjadi pada tahun 2023 dan 2024, di mana OEE aktual mencapai 77,27% dan 79,12%, melebihi target tahunan masing-masing sebesar 72,72% dan 75,92%. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi Total Productive Maintenance (TPM) mulai menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan efektivitas mesin. Faktor-faktor seperti peningkatan pemeliharaan terencana (*planned maintenance*), keterlibatan operator melalui *autonomous maintenance*, dan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) kemungkinan besar berkontribusi terhadap pencapaian ini.

Puncaknya terjadi pada tahun 2025, di mana OEE aktual mencapai 81,46%, melebihi target perusahaan sebesar 78,92%. Capaian ini menandakan bahwa perusahaan telah berhasil mencapai dan bahkan melampaui standar efektivitas mesin yang diharapkan. Tren ini tidak hanya menunjukkan perbaikan performa teknis mesin, tetapi juga mencerminkan keberhasilan strategi TPM yang diterapkan secara konsisten. Dengan demikian, data OEE tahun 2020–2025 membuktikan bahwa implementasi TPM secara bertahap telah memberikan dampak positif terhadap produktivitas perusahaan, terutama melalui perbaikan aspek *availability*, *performance*, dan *quality* dari sistem produksi.

### Analisa perhitungan Six Big Losses

Six Big Losses merupakan enam jenis kerugian utama yang paling sering terjadi dalam proses produksi dan secara langsung memengaruhi efektivitas peralatan. Konsep ini merupakan bagian integral dari pendekatan Total Productive Maintenance (TPM) dan digunakan untuk mengidentifikasi serta mengurangi sumber-sumber pemborosan yang mempengaruhi nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE). Keenam kerugian tersebut terdiri dari: Breakdown Losses, Setup and Adjustment Losses, Idling and Minor Stoppage Losses, Reduced Speed Losses, Defect Losses, dan Reduced Yield Losses. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan berdasarkan data historis dari line produksi di perusahaan X selama periode implementasi TPM. Hasil pengukuran kerugian ini menjadi indikator penting untuk menilai keberhasilan upaya perbaikan dan peningkatan produktivitas yang telah dilakukan oleh perusahaan.

**Tabel 1. Hasil perhitungan Six Big Losses**

| Jenis Kerugian ( <i>Loss</i> )                         | Total Waktu Hilang (Jam) | Persentase Terhadap Total Waktu (%) |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Breakdown Losses</i>                                | 85                       | 4,25%                               |
| <i>Setup and Adjustment Losses</i>                     | 60                       | 3,00%                               |
| <i>Idling and Minor Stoppage Losses</i>                | 120                      | 6,00%                               |
| <i>Reduced Speed Losses</i>                            | 150                      | 7,50%                               |
| <i>Defect Losses</i> (produk gagal proses)             | 100                      | 5,00%                               |
| <i>Reduced Yield Losses</i> ( <i>start-up losses</i> ) | 85                       | 4,25%                               |
| <b>Total Kerugian Produksi</b>                         | <b>600</b>               | <b>30,00%</b>                       |

Sumber: Data diolah peneliti (2025)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kerugian terbesar terjadi pada Reduced Speed Losses sebesar 7,50% dari total waktu produksi. Hal ini menandakan bahwa meskipun mesin beroperasi, kecepatannya belum mencapai kondisi optimal. Selain itu, Idling and Minor Stoppage Losses menempati urutan kedua, yaitu sebesar 6,00%. Kondisi ini mengindikasikan adanya gangguan kecil yang berulang dan kurangnya penanganan cepat di area produksi.

Kerugian akibat produk cacat (Defect Losses) dan Reduced Yield Losses masing-masing menyumbang 5,00% dan 4,25% dari waktu produksi. Kedua jenis kerugian ini menunjukkan masih adanya masalah kualitas dan efisiensi pada tahap awal proses produksi. Breakdown Losses sendiri berada di angka 4,25%, yang mengindikasikan masih perlunya peningkatan pada pemeliharaan preventif dan perbaikan mesin secara berkala. Sementara itu, Setup and Adjustment Losses menyumbang 3,00%, mengarah pada perlunya standarisasi proses setup dan pengurangan waktu penyesuaian.

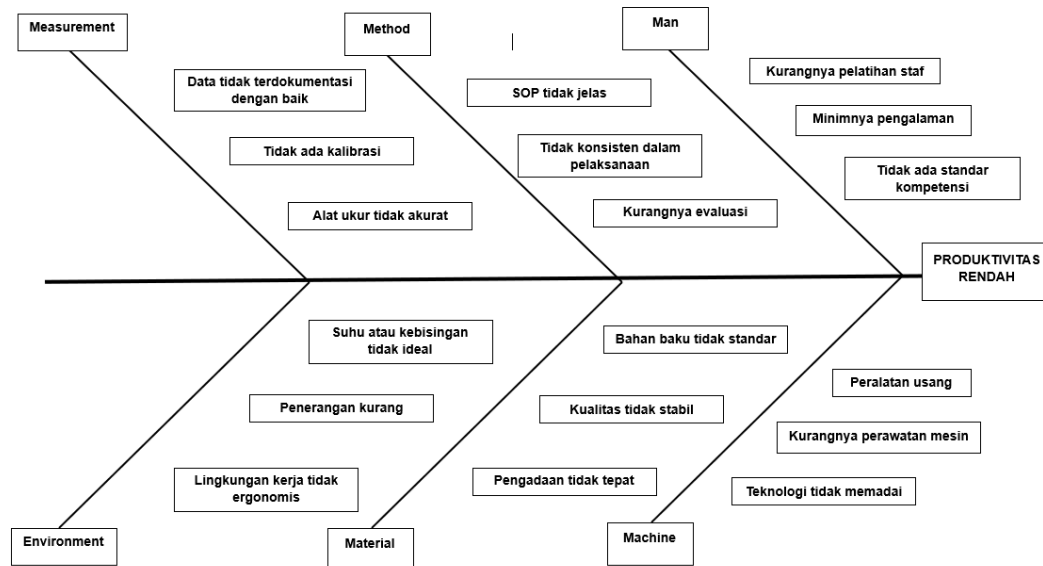
Secara keseluruhan, total kerugian produksi mencapai 30% dari waktu operasional yang tersedia. Hal ini menunjukkan adanya potensi besar untuk peningkatan efisiensi melalui optimalisasi enam aspek utama ini. Dengan mengidentifikasi kontribusi masing-masing kategori kerugian, perusahaan dapat merancang program peningkatan yang lebih fokus, seperti meningkatkan pelatihan operator, penjadwalan perawatan yang lebih efisien, serta penguatan program Autonomous Maintenance (AM) untuk mengurangi kerugian kecil dan downtime.

### **Analisa Diagram Sebab Akibat**

Dalam rangka mengidentifikasi akar permasalahan yang menyebabkan kerugian produksi dan menurunnya efektivitas mesin di perusahaan X, digunakan metode diagram sebab akibat (fishbone diagram). Metode ini membantu mengelompokkan berbagai faktor yang berkontribusi terhadap permasalahan secara sistematis, sehingga perusahaan dapat memfokuskan upaya perbaikan pada faktor-faktor yang paling berpengaruh. Analisa diagram sebab akibat mencakup berbagai aspek seperti manusia (man), mesin (machine), metode (method), material, lingkungan (environment), dan pengukuran (measurement). Dengan menguraikan penyebab potensial yang terjadi di setiap kategori, perusahaan dapat merancang strategi perbaikan yang lebih terarah untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas operasional.

Berdasarkan hasil analisa diagram sebab akibat pada proses produksi perusahaan X, ditemukan beberapa faktor utama yang menjadi penyebab turunnya efektivitas peralatan, sebagaimana disajikan dalam bentuk diagram fishbone berikut:

## Analisis Progress Implementasi TPM (Total Productive Maintenance) dan Proyeksi Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada Perusahaan X)



Gambar 2. Diagram Fishbone

### ***Manusia (Man)***

Salah satu faktor utama penyebab gangguan dalam proses produksi adalah keterbatasan kompetensi operator. Kurangnya pelatihan dan pembekalan teknis yang memadai menyebabkan operator tidak memiliki pemahaman yang optimal mengenai pengoperasian mesin secara benar dan aman. Hal ini berdampak pada tingginya risiko kesalahan dalam menjalankan prosedur produksi, termasuk kesalahan dalam penanganan mesin, penggunaan peralatan yang tidak sesuai, hingga kelalaian dalam pengawasan jalannya proses.

Selain itu, rendahnya kesadaran operator terhadap pentingnya pemeliharaan preventif memperparah kondisi mesin yang telah menunjukkan gejala keausan. Banyak operator yang hanya fokus pada hasil produksi tanpa memahami pentingnya menjaga kondisi peralatan kerja secara berkala. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan umur pakai mesin, peningkatan kebutuhan perbaikan, dan potensi downtime yang tinggi.

Masalah ini juga berkaitan dengan aspek motivasi dan kepedulian terhadap kualitas kerja. Ketika budaya kerja yang menekankan kedisiplinan, tanggung jawab, dan kepatuhan terhadap standar operasional tidak terbentuk dengan baik, maka kualitas output dan keberlangsungan produksi sangat mudah terganggu. Oleh karena itu, perlu ada program pelatihan rutin dan pembinaan sikap kerja bagi seluruh karyawan yang terlibat langsung dalam proses produksi.

### ***Mesin (Machine)***

Performa mesin sangat memengaruhi kelancaran proses produksi. Dalam kondisi nyata, banyak perusahaan masih mengandalkan mesin-mesin tua yang seharusnya sudah digantikan atau mengalami upgrade signifikan. Mesin-mesin ini, karena usia pakainya yang sudah lama, cenderung mengalami kerusakan berulang dan membutuhkan waktu perbaikan yang cukup lama. Hal ini menyebabkan keterlambatan produksi dan mengganggu target output harian.

Di samping itu, minimnya pemeliharaan berkala turut mempercepat kerusakan mesin. Banyak perusahaan belum memiliki sistem perawatan terjadwal (scheduled maintenance) yang baik. Akibatnya, kerusakan mesin baru diketahui setelah terjadi breakdown total, bukan melalui deteksi dini. Padahal, kerusakan kecil yang tidak segera ditangani bisa menjalar menjadi masalah besar yang memerlukan biaya dan waktu perbaikan lebih tinggi.

Kinerja mesin yang menurun juga berdampak langsung pada kualitas dan kecepatan produksi. Mesin yang tidak optimal beroperasi pada kapasitas sub-standar, sehingga tidak dapat memenuhi standar kualitas maupun kuantitas produksi yang diharapkan. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan perlu mempertimbangkan investasi pada mesin baru atau menerapkan manajemen aset peralatan secara lebih sistematis dan profesional.

### ***Metode (Method)***

Prosedur kerja yang belum dibakukan merupakan salah satu penyebab utama ketidakefisienan dalam proses produksi. Tanpa adanya standar operasional prosedur (SOP) yang jelas dan terdokumentasi, operator cenderung bekerja berdasarkan kebiasaan atau intuisi masing-masing. Hal ini menyebabkan inkonsistensi dalam pelaksanaan pekerjaan serta meningkatkan risiko terjadinya kesalahan dan deviasi dalam proses produksi.

Selain itu, kurangnya dokumentasi teknis dan alur kerja yang terstruktur menyulitkan proses pelatihan bagi karyawan baru maupun saat terjadi pergantian shift. Ketidakjelasan metode kerja menyebabkan perbedaan pendekatan antar operator yang bisa berdampak pada hasil akhir produksi. Efektivitas operasional tidak dapat dicapai bila semua pihak tidak mengacu pada sistem kerja yang seragam dan terstandarisasi.

Kondisi ini juga berpengaruh pada pelaksanaan maintenance. Tanpa metode pemeliharaan yang baku dan SOP perawatan yang terdokumentasi, teknisi sering kali bersikap reaktif daripada proaktif. Hal ini menyebabkan kegiatan pemeliharaan hanya dilakukan saat terjadi kerusakan, bukan sebagai langkah pencegahan. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengembangkan dan menyosialisasikan metode kerja dan maintenance yang terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.

### ***Material***

Variasi kualitas bahan baku menjadi tantangan tersendiri dalam menjaga kestabilan mutu produk akhir. Ketidakkonsistenan dalam spesifikasi material, baik dari segi ukuran, komposisi, maupun kekuatan, menyebabkan hasil produksi menjadi tidak seragam. Produk cacat pun menjadi lebih sering muncul, yang tidak hanya menurunkan produktivitas tetapi juga merusak reputasi merek di mata pelanggan.

Penyebab utama dari kualitas material yang tidak stabil ini sering kali berasal dari kurangnya pengawasan dalam proses pengadaan dan penerimaan bahan baku. Pemasok tidak selalu menyediakan material sesuai standar spesifikasi yang ditetapkan. Jika tidak dilakukan proses inspeksi awal yang ketat, maka material sub-standar akan langsung masuk ke proses produksi dan menimbulkan masalah kualitas di kemudian hari (Taufiq & Hartono, 2017).

Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem manajemen rantai pasok yang lebih baik, termasuk pemilihan vendor yang terpercaya, evaluasi berkala terhadap kualitas bahan, serta implementasi proses quality control di awal dan sepanjang proses produksi. Perusahaan juga harus memiliki standar material yang jelas dan konsisten agar kualitas output tetap terjaga.

### ***Lingkungan (Environment)***

Lingkungan kerja yang tidak mendukung dapat menjadi sumber masalah yang sering kali diabaikan. Faktor seperti pencahayaan yang kurang, ventilasi yang tidak memadai, hingga kebersihan area kerja yang buruk dapat memengaruhi konsentrasi dan kenyamanan operator. Ketika operator tidak bekerja dalam kondisi optimal, potensi kesalahan meningkat, begitu pula risiko kecelakaan kerja.

Selain memengaruhi manusia, lingkungan kerja juga dapat berdampak langsung terhadap mesin. Debu dan kelembapan yang tinggi, misalnya, dapat mempercepat keausan

komponen mesin dan menyebabkan gangguan teknis. Jika tidak diantisipasi melalui sistem ventilasi dan kebersihan yang memadai, maka frekuensi kerusakan mesin akan meningkat.

Penataan ruang produksi yang kurang ergonomis dan tidak sesuai dengan alur kerja juga memperlambat proses dan meningkatkan risiko kesalahan handling. Oleh karena itu, perlu adanya audit lingkungan kerja secara berkala, perbaikan fasilitas pendukung, serta penerapan prinsip-prinsip lean manufacturing dan 5S untuk menciptakan area kerja yang bersih, rapi, dan efisien.

### ***Pengukuran (Measurement)***

Salah satu hambatan besar dalam proses peningkatan mutu produksi adalah kurangnya sistem monitoring dan evaluasi yang efektif. Banyak perusahaan belum memiliki sistem pengukuran performa mesin dan kualitas produksi secara real-time. Akibatnya, gangguan dan penyimpangan dalam proses produksi baru diketahui setelah terjadi penurunan output atau peningkatan cacat produk (Susanti et al., 2018).

Tanpa sistem pengukuran yang akurat dan terintegrasi, perusahaan kesulitan dalam mengambil tindakan korektif secara cepat. Misalnya, ketika mesin menunjukkan penurunan performa, namun tidak ada indikator atau sistem alarm yang memberi peringatan dini, maka kerusakan akan berlanjut hingga menyebabkan downtime yang signifikan. Hal ini menunjukkan pentingnya sistem sensor dan digitalisasi proses produksi (Rohimah & Ramdani, 2021).

Evaluasi terhadap performa produksi juga perlu dilakukan secara rutin dengan data yang terukur, bukan sekadar asumsi. Parameter seperti waktu siklus, tingkat efisiensi, dan jumlah produk cacat harus diukur secara objektif untuk bisa digunakan dalam analisis perbaikan berkelanjutan (continuous improvement). Implementasi sistem manajemen mutu berbasis data sangat diperlukan untuk meningkatkan ketepatan keputusan dan mendorong peningkatan performa secara menyeluruh (Rahman & Hasibuan, 2020).

### **Evaluasi/Usulan Pemecahan Masalah**

Berdasarkan hasil analisis nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan identifikasi penyebab masalah melalui metode Six Big Losses serta diagram sebab-akibat (fishbone diagram), dapat disimpulkan bahwa kinerja mesin pada perusahaan X masih belum mencapai standar ideal (85%). Beberapa faktor dominan yang memengaruhi rendahnya efektivitas mesin antara lain tingginya waktu downtime akibat breakdown, setup yang memakan waktu lama, dan tingkat produk cacat yang masih signifikan. Evaluasi ini memberikan dasar yang kuat untuk merumuskan usulan pemecahan masalah yang tepat sasaran dan berkelanjutan dalam rangka mendukung keberhasilan implementasi Total Productive Maintenance (TPM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada aspek manusia (man), kurangnya pelatihan operator dan rendahnya kesadaran terhadap pentingnya pemeliharaan mandiri menjadi penyebab utama tingginya kesalahan pengoperasian dan keterlambatan dalam mendeteksi potensi kerusakan. Oleh karena itu, disarankan agar perusahaan meningkatkan frekuensi dan kualitas pelatihan TPM serta menerapkan program reward untuk mendorong partisipasi aktif karyawan. Pada aspek mesin (machine), mesin-mesin tua dengan frekuensi kerusakan tinggi memerlukan evaluasi menyeluruh. Usulan perbaikannya meliputi pelaksanaan preventive maintenance secara konsisten, serta penggunaan sensor monitoring untuk mendeteksi kondisi mesin secara real-time.

Dari aspek metode (method), prosedur setup dan changeover masih belum distandarisasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penerapan metode Single-Minute Exchange of

Dies (SMED) untuk mempercepat waktu setup dan mengurangi kehilangan waktu produksi. Sementara itu, pada aspek material, usulan mencakup peningkatan kontrol kualitas bahan baku dengan melakukan audit pemasok secara rutin dan memperkuat inspeksi material masuk. Untuk aspek lingkungan kerja, perusahaan dapat menerapkan prinsip 5S dan meningkatkan pencahayaan serta sirkulasi udara demi menunjang kenyamanan kerja dan menjaga kondisi peralatan. Terakhir, untuk aspek pengukuran (measurement), disarankan penggunaan sistem pencatatan digital berbasis waktu nyata (real-time data logging) dan kalibrasi berkala alat ukur untuk meningkatkan akurasi data yang menjadi dasar pengambilan keputusan (Mardiana et al., 2020).

Dengan mengimplementasikan usulan-usulan tersebut secara terintegrasi dan berkesinambungan, diharapkan efektivitas mesin dapat meningkat secara signifikan, downtime dapat diminimalkan, dan produktivitas perusahaan akan terdongkrak seiring dengan perbaikan proses secara menyeluruh.

### **Rencana dan langkah-langkah implementasi TPM yang telah dilakukan di perusahaan X.**

Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) di perusahaan X merupakan salah satu bentuk upaya perbaikan berkelanjutan dalam meningkatkan efektivitas peralatan produksi serta mengurangi kerugian akibat gangguan mesin. Berdasarkan hasil penelitian, perusahaan X telah menerapkan beberapa langkah awal dalam implementasi TPM meskipun belum menyeluruh dan masih menghadapi berbagai kendala dalam penerapannya. Langkah-langkah TPM yang telah dilakukan oleh perusahaan X antara lain adalah sebagai berikut:

#### **Sosialisasi TPM kepada Karyawan**

Perusahaan X memulai implementasi TPM dengan melakukan sosialisasi kepada seluruh karyawan, terutama kepada bagian operasional seperti operator dan teknisi. Sosialisasi ini dilakukan melalui briefing rutin di awal dan akhir shift kerja, serta melalui pelatihan internal yang diselenggarakan secara periodik. Materi yang disampaikan mencakup pengenalan konsep TPM, pentingnya keterlibatan semua pihak dalam pemeliharaan mesin, serta manfaat yang dapat diperoleh jika TPM dijalankan secara konsisten. Tujuannya adalah menciptakan kesadaran bahwa produktivitas dan kualitas produksi sangat bergantung pada kondisi peralatan yang digunakan (Kurniawan et al., 2023).

Meski sosialisasi telah dilakukan, hasil observasi menunjukkan bahwa pemahaman terhadap TPM masih belum merata di seluruh lapisan karyawan. Beberapa operator memahami fungsinya dalam pemeliharaan dasar, namun sebagian lainnya masih beranggapan bahwa pemeliharaan merupakan tanggung jawab teknisi atau bagian maintenance semata. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih terstruktur seperti pelatihan intensif dan sistem reward untuk mendorong partisipasi aktif dari seluruh personel produksi (Wijayanti & Prabowo, 2021).

#### **Penerapan Autonomous Maintenance (Pemeliharaan Mandiri)**

Penerapan Autonomous Maintenance menjadi langkah awal yang cukup signifikan dalam implementasi TPM di perusahaan X. Dalam tahap ini, operator mesin dilatih untuk melakukan kegiatan pemeliharaan dasar seperti membersihkan mesin dari debu dan kotoran, melumasi bagian-bagian yang bergerak, serta melakukan pengecekan visual terhadap kelainan fisik seperti kebocoran oli atau baut yang longgar. Langkah ini bertujuan untuk mencegah kerusakan dini dan memperpanjang umur peralatan tanpa harus selalu menunggu intervensi dari teknisi.

Namun, penerapan pemeliharaan mandiri ini belum bersifat menyeluruh. Berdasarkan hasil observasi, hanya beberapa unit produksi yang telah menjalankan kegiatan ini secara rutin, sementara unit lainnya masih bergantung penuh pada tim maintenance. Kurangnya standar pelaksanaan dan belum adanya sistem evaluasi kinerja Autonomous Maintenance menjadi hambatan utama dalam mengembangkan langkah ini secara berkelanjutan. Untuk mengoptimalkan hasil, perusahaan perlu membuat jadwal rutin, indikator performa, serta dukungan pelatihan berkelanjutan bagi para operator.

### **Pencatatan dan Monitoring Kerusakan Mesin**

Salah satu praktik TPM yang mulai diterapkan di perusahaan X adalah pencatatan downtime dan gangguan mesin. Setiap kali terjadi kerusakan atau penghentian mesin, operator dan teknisi diwajibkan mengisi formulir pelaporan yang mencakup waktu kejadian, jenis kerusakan, durasi perbaikan, dan tindakan yang dilakukan. Data ini kemudian dikumpulkan dan dianalisis oleh tim produksi untuk menentukan akar penyebab kerusakan dan menyusun strategi perbaikannya.

Langkah ini sangat penting dalam mendukung pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE). Namun, pencatatan kerusakan masih dilakukan secara manual dan belum terintegrasi dalam sistem digital yang memungkinkan analisis data secara real-time. Selain itu, tidak semua laporan diisi dengan lengkap atau dikaji secara mendalam. Oleh karena itu, perusahaan perlu memperbaiki sistem dokumentasi dan memperkuat budaya pencatatan dengan memberikan pelatihan teknis serta menugaskan supervisor untuk memantau kepatuhan dalam pelaporan kerusakan.

### **Penggunaan Check Sheet dan Standard Operating Procedure (SOP)**

Untuk mendukung pemeliharaan rutin, beberapa bagian di perusahaan X telah menggunakan check sheet dan SOP (Standard Operating Procedure). Check sheet digunakan sebagai panduan bagi operator untuk melakukan pengecekan harian terhadap kondisi mesin. Isi dari check sheet mencakup parameter seperti suhu, tekanan, suara abnormal, serta kondisi pelumas. SOP disusun untuk setiap jenis mesin dan aktivitas perawatan agar pelaksanaan pekerjaan dapat seragam dan sesuai standar.

Meski demikian, implementasi check sheet dan SOP masih terbatas pada bagian tertentu dan belum dijalankan secara konsisten. Sebagian operator menganggap pengisian check sheet sebagai formalitas dan tidak memahami pentingnya data tersebut dalam mendeteksi potensi kerusakan dini. Selain itu, banyak dokumen yang masih berbentuk fisik dan mudah hilang atau rusak. Digitalisasi dokumen serta pelatihan pemahaman isi SOP akan membantu meningkatkan efektivitas penerapan sistem ini.

### **Perbaikan Bertahap dan Evaluasi Berkala**

Sebagai bagian dari upaya perbaikan berkelanjutan, perusahaan X telah mulai melakukan evaluasi rutin terhadap kondisi mesin dan program TPM yang dijalankan. Evaluasi dilakukan dengan cara inspeksi berkala oleh tim maintenance dan supervisor produksi, serta dengan melihat tren gangguan mesin yang tercatat dari waktu ke waktu. Temuan-temuan dari evaluasi ini digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan dan menyusun rencana tindakan korektif (Putra & Raharjo, 2020).

Namun, salah satu kelemahan yang masih ditemukan adalah belum terbentuknya tim khusus TPM yang secara khusus menangani delapan pilar utama TPM seperti focused improvement, quality maintenance, planned maintenance, dan sebagainya. Saat ini, kegiatan TPM masih dilaksanakan secara parsial dan belum menjadi bagian dari strategi operasional

yang terintegrasi (Alghamdi et al., 2021). Untuk mendukung kelangsungan implementasi TPM yang lebih komprehensif, perusahaan perlu membentuk tim TPM lintas departemen, melibatkan manajemen puncak dalam pengambilan keputusan, serta membuat roadmap implementasi yang jelas dan terukur (Siregar & Haryadi, 2022).

### **Analisis Pilar Fokus Total Productive Maintenance (TPM)**

Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di perusahaan X dianalisis melalui lima pilar utama, yang masing-masing memiliki peran penting dalam mendukung efektivitas mesin dan efisiensi operasional (Chowdhury et al., 2023). Pilar pertama adalah Autonomous Maintenance, yang bertujuan melibatkan operator dalam kegiatan perawatan dasar mesin. Berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi, keterlibatan operator dalam pembersihan mesin, inspeksi rutin, dan pemantauan kondisi harian sudah cukup baik, meskipun masih ditemukan beberapa mesin yang belum dilakukan pengecekan berkala secara konsisten (Ishak & Latif, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa kesadaran operator terhadap tanggung jawab perawatan mandiri sudah terbentuk, namun masih perlu ditingkatkan melalui pengawasan rutin dan penguatan budaya TPM (Situmorang et al., 2020).

Selanjutnya, pilar Planned Maintenance dianalisis dari aspek dokumentasi jadwal perawatan dan pencapaian indikator seperti Mean Time Between Failure (MTBF) serta Mean Time To Repair (MTTR). Berdasarkan data yang diperoleh, perusahaan telah memiliki jadwal perawatan berkala yang terdokumentasi dengan baik. MTBF menunjukkan tren positif dengan peningkatan waktu antar kerusakan, sedangkan MTTR cenderung menurun, yang berarti waktu pemulihan mesin semakin cepat. Ini mencerminkan bahwa pemeliharaan terencana telah berkontribusi signifikan dalam menjaga keandalan mesin dan mengurangi waktu henti produksi (Subekti & Darmawan, 2019).

Pilar ketiga, Focused Improvement (Kobetsu Kaizen), berfokus pada upaya perbaikan berkelanjutan terhadap kerugian yang termasuk dalam Six Big Losses. Perusahaan telah menjalankan beberapa inisiatif perbaikan melalui tim lintas fungsi yang menargetkan kerugian akibat kerusakan peralatan, setup, dan penurunan kecepatan mesin. Program Kaizen secara aktif dilakukan, terutama di area produksi dengan tingkat downtime tinggi. Hasilnya, terdapat penurunan jumlah gangguan kecil dan peningkatan efisiensi penggunaan mesin, yang menandakan implementasi pilar ini berjalan dengan baik meskipun masih terdapat ruang perbaikan di aspek standarisasi solusi (Nasution et al., 2022; Pambudi & Hidayat, 2021; Prakoso & Wibowo, 2021).

Pilar keempat adalah Education and Training, yang menilai efektivitas program pelatihan teknis bagi operator dan teknisi. Berdasarkan catatan pelatihan, perusahaan rutin mengadakan pelatihan terkait perawatan mandiri, pengenalan komponen mesin, serta penanganan awal kerusakan (Hasibuan & Kurniawan, 2018). Pelatihan ini terbukti meningkatkan kemampuan teknis operator dalam mengidentifikasi gejala awal masalah mesin. Namun demikian, pelaksanaan pelatihan masih bersifat periodik dan belum mencakup seluruh lini produksi secara merata, sehingga perlu adanya perluasan cakupan serta penguatan evaluasi hasil pelatihan untuk memastikan kompetensi meningkat secara berkelanjutan (Rosita & Prasetyo, 2022; Wahyuni et al., 2023).

Terakhir, pilar Quality Maintenance dievaluasi berdasarkan jumlah dan jenis produk cacat serta upaya yang dilakukan untuk menurunkan angka tersebut. Data menunjukkan bahwa jumlah produk cacat mengalami penurunan dalam tiga bulan terakhir, seiring diterapkannya inspeksi kualitas yang lebih ketat dan perbaikan terhadap komponen mesin yang berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian produk. Tim maintenance juga bekerja sama dengan bagian QC untuk mengidentifikasi titik-titik penyebab utama cacat yang bersumber dari kondisi mesin.

Hal ini menunjukkan bahwa fokus terhadap kualitas melalui perawatan mesin secara konsisten dapat membantu menekan tingkat defect dan meningkatkan stabilitas proses produksi.

### **Faktor-faktor yang mempengaruhi keterlibatan karyawan dalam implementasi TPM.**

Keberhasilan implementasi Total Productive Maintenance (TPM) sangat bergantung pada keterlibatan aktif seluruh karyawan, khususnya operator di lini produksi. Dalam perusahaan X, keterlibatan karyawan menjadi faktor krusial yang menentukan sejauh mana TPM dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan. Berdasarkan hasil observasi, terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi keterlibatan karyawan dalam pelaksanaan TPM, antara lain:

#### **Kepemimpinan dan Komitmen Manajemen**

Peran manajemen puncak dalam mendukung implementasi TPM sangat berpengaruh terhadap semangat dan partisipasi karyawan. Di perusahaan X, komitmen manajemen tercermin dari penyediaan pelatihan, alokasi anggaran untuk kegiatan perawatan, serta keterlibatan langsung dalam evaluasi program TPM. Komunikasi yang terbuka antara pimpinan dan karyawan juga membangun rasa kepercayaan dan motivasi.

#### **Pelatihan dan Pengembangan Kompetensi**

Karyawan yang dibekali dengan pelatihan yang memadai menunjukkan tingkat keterlibatan yang lebih tinggi. Pelatihan mengenai prinsip dasar TPM, teknik perawatan mandiri (autonomous maintenance), serta pemecahan masalah (problem solving) mendorong karyawan untuk lebih percaya diri dalam menjalankan tugasnya. Di perusahaan X, peningkatan keterampilan teknis melalui pelatihan rutin berdampak positif terhadap kesiapan dan inisiatif pekerja dalam menangani gangguan mesin.

#### **Budaya Kerja dan Lingkungan Organisasi**

Budaya kerja yang kolaboratif, disiplin, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan mendorong karyawan untuk berperan aktif dalam TPM. Di perusahaan X, budaya kerja yang dibangun melalui kegiatan rutin seperti “TPM Morning Briefing” memperkuat kesadaran kolektif akan pentingnya peran masing-masing individu.

#### **Kepemilikan dan Tanggung Jawab atas Mesin**

Karyawan yang merasa memiliki tanggung jawab langsung terhadap kondisi peralatan yang dioperasikannya akan lebih termotivasi untuk menjaga dan merawat mesin. Pendekatan ini dikenal sebagai ownership approach, di mana operator tidak hanya bertanggung jawab menjalankan mesin, tetapi juga merawatnya.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa implementasi Total Productive Maintenance (TPM) di perusahaan X masih berada pada tahap awal dan parsial, namun menunjukkan arah yang positif. Beberapa langkah penting telah dilakukan, seperti sosialisasi TPM kepada karyawan, penerapan autonomous maintenance, pencatatan kerusakan mesin, penggunaan check sheet dan SOP, serta evaluasi berkala. Selain itu, analisis terhadap lima pilar TPM menunjukkan bahwa perusahaan telah mengembangkan sistem perawatan mesin yang lebih terstruktur, meskipun belum maksimal. Pilar seperti Autonomous Maintenance, Planned Maintenance, dan Quality Maintenance sudah mulai diterapkan dengan hasil yang cukup baik, namun masih ada ruang untuk perbaikan dalam hal standarisasi, pelatihan menyeluruh, dan

pembentukan tim TPM lintas fungsi. Keterlibatan karyawan dalam implementasi TPM juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti komitmen manajemen, pelatihan dan pengembangan kompetensi, serta budaya kerja yang mendukung kolaborasi dan perbaikan berkelanjutan. Keterlibatan ini menjadi kunci keberhasilan jangka panjang TPM dalam meningkatkan efektivitas peralatan dan efisiensi produksi di perusahaan X.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alghamdi, A., Ahmed, S., & Hussain, M. (2021). Training and development impact on employee performance and productivity: A study in manufacturing industries. *Journal of Operations and Strategic Management*, 14(1), 45–59.
- Apriatno, D. (2015). Usulan penerapan Total Productive Maintenance (TPM) guna meningkatkan kinerja mesin elektroplating di perusahaan furnitur Tangerang. *Jurnal OE*, 7(3), 271–288.
- Chairunnisa, F., Aji, F., & Wijaya, A. N. (2023). Employee engagement: A literature review. *Psikologia: Jurnal Pemikiran dan Penelitian Psikologi*, 18(2), 148–163. <https://doi.org/10.32734/psikologia.v18i2.12190>
- Chowdhury, T., Yusof, S. M., & Asnan, R. (2023). Integrating quality and maintenance: A TPM-based approach to reduce defects. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(3), 412–430.
- Dewi, N. C. (2019). Analisis penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4), 1–17.
- Dewi, N. C., & Rinawati, D. I. (2015). Analisis penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4).
- Hanifa, A., Puspitasari, N. B., & Rumita, R. (2014). Analisis penerapan kebijakan Total Productive Maintenance pada proses produksi transformer (Studi kasus: PT. Nikkatsu Electric Works). *Industrial Engineering Online Journal*, 3(2), 1–10.
- Harahap, M. R., Eddy, R., & Nasution, F. N. (2021). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk meningkatkan efektivitas mesin produksi pada PT. Casa Woodworking Industry. *Jurnal Vorteks*, 2(1), 45–53. <https://jurnal.alazhar-university.ac.id/index.php/vorteks/article/view/88>
- Hasibuan, A., & Kurniawan, T. (2018). Penerapan Total Productive Maintenance dalam peningkatan efisiensi produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 19(2), 101–110.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management* (13th ed.). Pearson.
- Ishak, N. A., & Latif, M. S. A. (2019). Implementation of quality maintenance to reduce production defects in small and medium enterprises. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25(4), 501–517.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2019). *Operations management: Processes and supply chains* (12th ed.). Pearson.
- Kurniawan, D., Yani, S., & Saputra, H. (2023). Leadership commitment and employee involvement in TPM implementation. *Jurnal Teknik Industri*, 25(2), 87–96.
- Mardiana, E., Susanto, H., & Pratama, M. (2020). The effect of leadership style and communication climate on employee motivation. *Jurnal Ilmu Administrasi*, 17(1), 55–66.
- Muslih Nasution, W. N., & Bakhori, A. (2021). Manfaat perlunya manajemen perawatan untuk

- bengkel maupun industri. *Buletin Utama Teknik*, 3814, 248–252.
- Nasution, M. Z., Siregar, M. R., & Ginting, R. (2022). Strategi implementasi Total Productive Maintenance berbasis pilar TPM. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 13(1), 44–53. <https://doi.org/10.14710/jtmi.13.1.44-53>
- Nelson, A. (2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan keterlibatan karyawan pada industri manufaktur. *Jurnal Global Business Management Review*, 1(2), 15–29. <https://doi.org/10.37253/jgbmr.v1i2.653>
- Nafida, W. G., Wardana, I. N. G., & Soenoko, R. (2012). Peningkatan implementasi 5S dan Total Productive Maintenance dengan menggunakan pendekatan DMAIC dan expert system (Studi kasus PT. XYZ, Jawa Timur). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(3), 438–449.
- Okudero, O., Genty, G. I., Omoniyi, K., & Kabiru, G. (2023). Employee engagement and organisational success among staff of the Lagos State Ministry of Transportation. *International Journal of Advanced Engineering and Management*, 5, 875–885. <https://doi.org/10.35629/5252-0501875885>
- Pambudi, Y. A., & Hidayat, N. (2021). Analisis efektivitas penggunaan check sheet sebagai alat pengendalian kualitas. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 9(3), 225–234.
- Prakoso, T., & Wibowo, B. (2021). Evaluasi berkala program TPM untuk meningkatkan keandalan mesin produksi. *Jurnal Pemeliharaan Mesin*, 11(1), 27–36.
- Purce, A., & Laguna, M. (2019). Personal values and innovative behavior of employees. *Frontiers in Psychology*, 10, 865. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00865>
- Putra, A., & Raharjo, H. (2020). Evaluating technical training effectiveness for maintenance operators. *Jurnal Manajemen Teknologi*, 19(3), 213–222.
- Rahman, T., & Hasibuan, R. (2020). Pelatihan berbasis autonomous maintenance dalam mendukung TPM di industri manufaktur. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*, 15(1), 27–34.
- Rohimah, N., & Ramdani, A. (2021). Budaya kerja dan implementasi TPM: Studi kasus pada industri otomotif. *Jurnal Teknik Industri*, 18(2), 129–138.
- Rosita, D., & Prasetyo, H. (2022). Transformasi digital dalam sistem dokumentasi operasional. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 12(2), 59–68.
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2019). *Operations and supply chain management* (10th ed.). Wiley.
- Sahat Simarangkir, M. H., Wijaya, S., Aji, W., Rekayasa Perangkat Lunak, T., & META Industri Cikarang, P. (2023). Penerapan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada sistem monitoring mesin produksi berbasis web. *JELC*, 9(1).
- Siregar, F. R., & Haryadi, D. (2022). Penerapan quality control untuk menurunkan produk cacat pada proses produksi. *Jurnal Mutu dan Teknologi*, 10(1), 33–41.
- Situmorang, A., Pramudyo, S., & Rahayu, T. (2020). Pengembangan SOP sebagai upaya standarisasi proses produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 21(1), 55–63.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2020). *Operations management* (9th ed.). Pearson.
- Stevenson, W. J. (2017). *Operations management* (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- Subekti, B., & Darmawan, R. (2019). Optimalisasi penggunaan check sheet dalam penerapan TPM. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(4), 303–311.
- Susanti, D., Yuliana, L., & Firdaus, R. (2018). Analisis efektivitas pelatihan teknis terhadap kesiapan kerja karyawan lini produksi. *Jurnal Pengembangan Sumber Daya Manusia*, 6(2), 76–85.
- Wahyuni, L., Santoso, H., & Rukmana, D. (2023). Analisis efektivitas pelatihan SOP dan

- digitalisasi dokumen operasional. *Jurnal Manajemen Teknologi*, 14(1), 89–97.
- Wibowo, W. A., & Purba, H. H. (2021). OEE literature review: Tinjauan literatur secara sistematis tentang Overall Equipment Effectiveness (OEE) di industri manufaktur dan jasa. *Journal of Industrial Engineering and Systems*, 2(1), 29–39. <https://doi.org/10.31599/jies.v2i1.401>
- Wijayanti, F. N., & Prabowo, A. D. (2021). *Employee involvement in TPM and its influence on equipment reliability*. *Jurnal Teknik dan Manufaktur*, 8(2), 122–130.