

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Efektivitas

Efektivitas adalah hubungan antara output dan tujuan, di mana semakin besar kontribusi output terhadap pencapaian tujuan, semakin efektif suatu program atau kegiatan. Dengan demikian, efektivitas dapat diartikan sebagai kesesuaian antara pencapaian tujuan dengan hasil yang diperoleh. Semakin sesuai output dengan harapan, semakin baik efektivitasnya (Umasugi, 2022).

Sebuah mesin dianggap bekerja secara efektif jika dapat menjalankan proses produksi dalam jangka waktu yang ditetapkan tanpa gangguan, beroperasi pada kecepatan yang diinginkan, dan membuat produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

2.1.2 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Program *Total Productive Maintenance* (TPM) menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat untuk mengukur tingkat efektivitas mesin. OEE adalah analisis hasil yang dapat dihitung sebagai rasio output aktual peralatan dibagi dengan output maksimum peralatan dalam kondisi terbaik (Hutabarat & Muhsin, 2020a). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan sebuah indikator yang umumnya dipakai untuk menilai efektivitas keseluruhan dari suatu peralatan, unit, atau sistem produksi dalam industri manufaktur (Van De Ginste et al., 2022a).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan dalam penelitian untuk mengukur efektivitas dan kegunaan mesin dalam proses produksi (Kurniawan et al., 2023a). Perhitungan OEE akan digunakan untuk mendapatkan nilai yang kemudian dianalisis dengan melihat *availability*, *performance*, dan *quality*. Ini dilakukan untuk menemukan sumber masalah dan menemukan solusi (Jaya Munthe & Yuliarty, n.d.-a).

2.1.2.1 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Penilaian terhadap OEE didasarkan pada tiga aspek utama yang dikenal sebagai *availability*, *performance*, dan *quality* (Rifaldi et al., 2020)

$$OEE = Availability \% \times Performance \% \times Quality \%$$

Rumus 2.1 *Overall Equipment Effectiveness*

1. *Availability*

Availability merupakan persentase peralatan dan mesin yang tersedia selama proses produksi. Ini diukur dengan membandingkan waktu operasional dengan waktu total yang tersedia setelah mengurangi waktu penundaan atau *downtime*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *availability rate* adalah :

$$Availability\ rate = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\ \%$$

Rumus 2.2 *Availability rate*

Yang dimana:

$$Operation\ time = loading\ time - downtime$$

$$Loading\ time = running\ time - planned\ downtime$$

2. *Performance*

Performance Rate adalah indikator yang menilai tingkat kecepatan maksimum yang seharusnya dicapai oleh mesin saat melakukan proses produksi. *Performance* merupakan persentase kemampuan mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Performance rate* adalah :

$$\text{Perfromance rate} = \frac{\text{Quantity product} \times \text{ideal cylce time}}{\text{Operation time}} \times 100 \%$$

Rumus 2.3 *Performance rate*

Ideal cylce time adalah waktu minimum yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus produksi oleh mesin (Hafiz & Martianis, n.d.).

Rumus yang digunakan untuk menghitung *Ideal cylce time* adalah :

$$\text{Ideal cylce time} = \frac{\text{waktu menghasilkan produk}}{\text{banyak produk yang dihasilkan}}$$

Rumus 2.4 *Ideal cylce time*

3. *Quality Rate*

Perhitungan rasio *Quality Rate* digunakan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Quality rate* adalah:

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Quantity product} - \text{Reject Product}}{\text{Quantity product}} \times 100 \%$$

Rumus 2.5 *Quality rate*

2.1.3 *Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM adalah didefinisikan sebagai pendekatan populer yang digunakan peralatan/mesin untuk pemeliharaan, pencegahan masalah mesin, meningkatkan kinerja, dan pemeliharaan oleh operator mesin setiap hari kegiatan pemeliharaan yang melibatkan seluruh personel dari operator hingga manajemen (Sukma et al., 2022a). Tujuan TPM membantu merawat mesin dan peralatan agar dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang. TPM terdiri dari tiga elemen kunci, yang meliputi:

1. *Total*

Pendekatan yang mencakup semua aspek pemeliharaan dan operasional yang relevan dalam upaya untuk meningkatkan kinerja sistem produksi secara keseluruhan.

2. *Productive*

Berfokus untuk menjaga atau meningkatkan produktivitas peralatan produksi dengan meminimalkan *downtime*, mengurangi kerugian produksi, dan meningkatkan efektivitas operasional secara keseluruhan.

3. *Maintenance*

Maintenance berfokus pada pemeliharaan yang bersifat preventif dan prediktif untuk mencegah kerusakan, mengurangi *downtime*, dan memastikan ketersediaan peralatan produksi dalam kondisi optimal. Sistem perawatan merupakan salah satu kegiatan kunci di perusahaan untuk merawat fasilitas dan peralatan agar tetap dalam kondisi siap pakai sesuai dengan kebutuhan yang ada. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan

peralatan dapat beroperasi dengan efektif dan produktif selama mungkin (Febri Prabowo & Hariyono, 2020).

TPM menggunakan indikator kuantitatif inti yang disebut *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur kinerja sistem produktif. OEE adalah salah satu cara yang paling efektif untuk menilai kinerja beberapa mesin dalam sistem manufaktur (Chikwendu et al., 2020).

2.1.4 Perawatan (*Maintenance*)

2.1.4.1 Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance dapat didefinisikan sebagai kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan melakukan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan untuk menjamin keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan rencana. Pemeliharaan (*maintenance*) adalah semua tindakan yang diperlukan untuk memastikan bahwa semua peralatan sistem tetap berfungsi dengan baik (Agung Pratama et al., 2020a).

2.1.4.2 Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

Untuk memaksimalkan kinerja fasilitas atau mesin yang digunakan oleh perusahaan. TPM juga mencakup berbagai aspek operasi dan instalasi fasilitas tersebut, dan dapat menjadi pengarah orang-orang yang bekerja di dalam perusahaan. TPM adalah cara perawatan inovatif yang mengoptimalkan kinerja mesin, menghilangkan kerusakan, dan memungkinkan operator melakukan perawatan sendiri. Tujuannya tidak hanya untuk meningkatkan produksi, tetapi juga untuk meningkatkan kepuasan karyawan (Gusniar & Sidik, 2022). Definisi

komprehensif TPM menurut JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) pada tahun 1971 mencakup lima aspek utama, yang disebut JIPM, yaitu:

1. Meningkatkan efektivitas keseluruhan peralatan dan mesin.
2. Menerapkan sistem pemeliharaan *preventive* yang menyeluruh sepanjang umur operasional peralatan.
3. Melibatkan seluruh departemen dalam perusahaan.
4. Melibatkan semua tingkatan karyawan, dari manajemen puncak hingga karyawan di lapangan.
5. Mengembangkan pemeliharaan *preventive* melalui manajemen motivasi dan kegiatan kelompok kecil yang mandiri.

2.1.4.3 Jenis Perawatan (*Maintenance*)

1. *Planned Maintenance* adalah jenis pemeliharaan yang direncanakan dan dilaksanakan secara terjadwal berdasarkan jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan utamanya adalah untuk mencegah kegagalan atau kerusakan mesin atau peralatan dengan melakukan tindakan perawatan secara berkala. Ini meliputi pemeriksaan rutin, penggantian komponen yang aus, pelumasan, dan perbaikan kecil lainnya untuk memastikan bahwa mesin atau peralatan tetap beroperasi dalam kondisi optimal. Dengan *Planned Maintenance*, perusahaan dapat menghindari *downtime* yang tidak terduga dan memperpanjang umur pakai peralatan mereka. Kegiatan pemeliharaan terjadwal dibagi menjadi 3 kategori, sebagai berikut:

a. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah serangkaian tindakan pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah kegagalan yang tidak terduga dan mengidentifikasi kondisi atau situasi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada fasilitas produksi atau pengolahan selama proses produksi atau pengolahan. Dengan melakukan *preventive maintenance*, semua fasilitas produksi atau pengolahan dijamin dapat beroperasi dengan lancar dan selalu dipelihara agar siap digunakan setiap saat.

b. *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance merupakan tindakan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan, dengan tujuan untuk mengembalikan fungsi peralatan tersebut. Kegiatan *corrective maintenance* ini sering disebut sebagai perbaikan atau reparasi, dan dilakukan karena adanya kerusakan yang terjadi akibat kurang optimalnya *preventive maintenance*, atau karena faktor-faktor seperti usia peralatan atau penyebab lainnya.

a. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah strategi pemeliharaan yang menggunakan data dan teknologi untuk memprediksi kapan suatu mesin atau peralatan akan mengalami kegagalan atau kerusakan. Dengan menggunakan pemantauan kondisi secara terus-menerus melalui sensor, analisis data, dan teknik pemodelan prediktif,

predictive maintenance dapat mengidentifikasi tanda-tanda awal permasalahan dan memberikan peringatan sebelum kerusakan atau kegagalan terjadi.

2. *Unplanned Maintenance* (Pemeliharaan Tak Terencana)

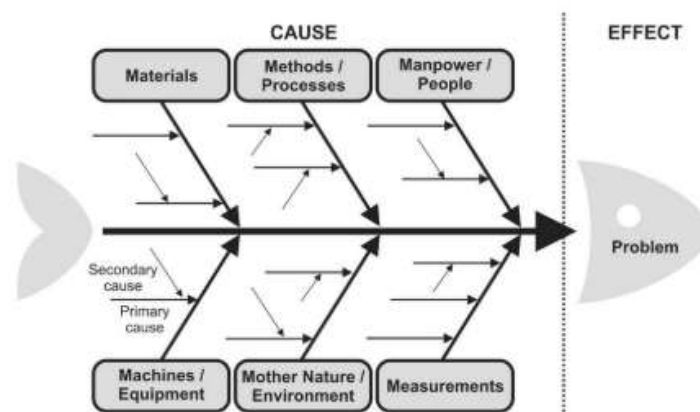
Unplanned Maintenance adalah jenis pemeliharaan yang dilakukan sebagai tanggapan terhadap kegagalan atau kerusakan yang tidak terduga pada mesin atau peralatan.

3. *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

Suatu sistem pemeliharaan mandiri di mana operator melakukan kegiatan perawatan mesin atau peralatan sendiri, Prinsip-prinsip yang terdapat dalam 5S merupakan fondasi bagi pelaksanaan perawatan mandiri.

2.1.5 *Fishbone Diagram*

Metode diagram tulang ikan, juga dikenal sebagai *fishbone diagram*, memiliki struktur yang menyerupai tulang ikan, di mana bagian kepala mewakili akibat dari permasalahan yang terjadi, sementara ruas tulang digunakan untuk menjelaskan sumber masalah atau kondisi (Sirait, 2020).



Gambar 2.1 *Fishbone Diagram*

2.1.6 Penerapan TPM dengan OEE

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sukhpreet Singh, Ashish Agrawal, Deepak Sharma, Vishnu Saini, Abhinav Kumar, dan Seepana Praveenkumar mengenai implementasi *Total Productive Maintenance* yang dilakukan di industri logam. Pembahasan dari penelitian ini mencakup beberapa poin penting terkait implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM) di industri logam. Studi menyoroti bahwa pemasangan TPM telah berhasil meningkatkan efektivitas peralatan secara keseluruhan di berbagai stasiun kerja industri logam, seperti *rolling*, *bending*, *cutting*, dan *die punching*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) setelah adopsi pendekatan TPM, yang berdampak positif pada ketersediaan dan kualitas produksi. Implementasi TPM juga membantu mengurangi waktu henti yang tidak direncanakan dan meningkatkan efektivitas operasional secara keseluruhan.

Selain itu, studi ini menyoroti pentingnya melibatkan operator dalam pemeliharaan harian, pencegahan kerusakan, dan perbaikan peralatan. Strategi enam langkah telah digunakan untuk meningkatkan efektivitas stasiun kerja industri logam, termasuk tanggung jawab operator, personel pemeliharaan, servis otonom, pembersihan sebelum memulai, dan pelatihan dalam penggunaan teknik baru. Penyebab utama kehilangan kinerja, seperti penolakan dan perilaku awal yang buruk dalam lini produk, dapat diatasi dengan penerapan TPM. Dari penelitian ini penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) telah terbukti meningkatkan efektivitas total peralatan di berbagai stasiun kerja, termasuk *rolling*, *bending*, *cutting*, dan *die punching*. Hal ini tercermin dalam peningkatan *Overall Equipment*

Effectiveness (OEE) di stasiun kerja tersebut, seperti peningkatan OEE stasiun *rolling* dari 16,17% menjadi 19,64%, *bending* dari 12,73% menjadi 14,04%, *cutting* dari 46,06% menjadi 52,73%, dan 14,50% menjadi 16,72% untuk *die punching*. Implementasi TPM bertujuan untuk meningkatkan nilai OEE dengan mengurangi waktu persiapan stasiun kerja dan jumlah penghentian yang singkat, sehingga membantu meningkatkan efektivitas dan kinerja industri logam. Pada tahun 2019-2020 setelah pendekatan TPM dilakukan oleh perusahaan dan menghasilkan peningkatan kinerja secara keseluruhan (Singh et al., 2022).

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 berikut menunjukkan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian yang digunakan sebagai sumber referensi dan panduan untuk penelitian saat ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No | Judul Penelitian | Peneliti | Metodologi | Hasil Penelitian |
|----|--|-------------------------------|--|--|
| 1 | Analisis Efektivitas <i>Gas Turbine Generator</i> pada PT Mitra Energi Batam | (Azila & Loyda Tarigan, n.d.) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, dan Fishbone Diagram</i> | Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata OEE telah mencapai standar JIPM sebesar 88,07%, kecuali pada bulan April-Mei yang belum memenuhi standar. Faktor utama yang mempengaruhi OEE adalah <i>idling minor stoppage</i> (8,83%) dan <i>equipment failure losses</i> (8,81%). |

| No | Judul Penelitian | Peneliti | Metodologi | Hasil Penelitian |
|----|--|----------------------------------|--|--|
| 2 | <i>The role of equipment flexibility in Overall Equipment Effectiveness (OEE)-driven process improvement</i> | (Van De Ginste et al., 2022b) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | Siklus perbaikan berkelanjutan sangat penting dan diperlukan untuk meningkatkan produktivitas nyata melalui peningkatan kinerja peralatan. |
| 3 | Analisis Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin Penggiling Di Pt Madu Baru | (Kurniawan et al., 2023b) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> , | Sebaiknya perawatan mesin seperti pemeriksaan dan pembersihan dilakukan secara teratur pada bagian penggiling dan membersihkan sisa tebu yang telah digiling sebelumnya. |
| 4 | <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i> pada Perawatan Mesin Grinding Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | (Febri Prabowo & Hariyono, 2020) | <i>Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | Rata-rata pencapaian OEE mesin grinding adalah 90.73%. Fokus perbaikan adalah pada <i>Quality Ratio</i> rata-rata 98.54% yang dipengaruhi oleh <i>Startup Reject</i> dan <i>Reject</i> , dengan standar JIPM indeks <i>TPM Quality Ratio</i> minimum 99%. Implementasi TPM di PT. VDHI melalui program pemeliharaan untuk meningkatkan kualitas proses pengerjaan mesin. |
| 5 | <i>The optimization of overall equipment</i> | (Chikwendu et al., 2020b) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | Hasil penelitian menunjukkan bahwa OEE meningkatkan kinerja peralatan, |

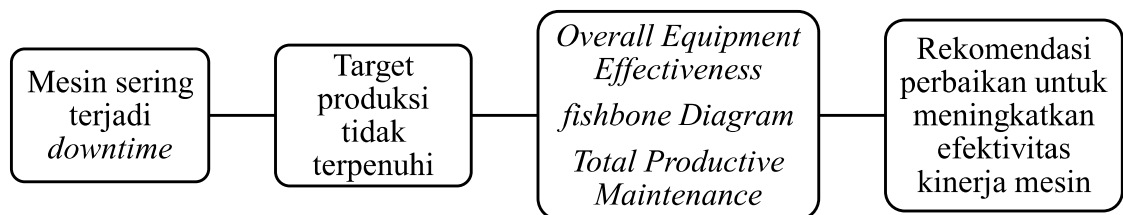
| No | Judul Penelitian | Peneliti | Metodologi | Hasil Penelitian |
|----|---|-------------------------------|--|--|
| | <i>effectiveness factors in a pharmaceutical company</i> | | | karena ini merupakan metode yang efektif untuk menilai kinerja peralatan dan juga memperhitungkan enam kerugian besar. Batas bawah faktor OEE harus sebesar 93,8, 31,3, dan 21,2, dan batas atas sebesar 98,8, 7. |
| 6 | Analisis Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) Melalui Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Pada Mesin Packer Di Pabrik Semen Pt. Xy | (Agung Pratama et al., 2020b) | <i>Total Productif Maintenance (TPM) dan Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | Nilai OEE mesin Packer 1 adalah 16,98%, yang diperoleh dari rasio ketersediaan 49,48%, rasio efektivitas kinerja 30,04, dan rasio kualitas produk 100%. |
| 7 | <i>Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy</i> | (Sukma et al., 2022b) | <i>Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and effect Analysis (FMEA)</i> | Nilai OEE mesin LINAC SP meningkat dengan implementasi TPM Pillar yang berkelanjutan dan konsisten. Nilai ini meningkat sebesar 76,29% <i>breakdown loss</i> , 9,59% <i>setup loss</i> , 8,80% <i>idling</i> dan <i>minor stop</i> , dan 5,29% <i>speed loss</i> . |
| 8 | Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) Pada | (Muhaemin & Nugraha, 2022) | <i>Total Productive Maintenance, Overall Equipment</i> | Hasilnya nilai OEE pada bulan Oktober, November, dan Desember dibawah standar JIPM. |

| No | Judul Penelitian | Peneliti | Metodologi | Hasil Penelitian |
|----|--|----------------------------------|--|---|
| | Perawatan Mesin Cutter di PT. XYZ | | <i>Effectiveness (OEE, Fishbone Diagram</i> | Perusahaan dapat memberikan pelatihan kepada operator produksi mengenai prosedur perawatan mesin. Pemeliharaan mesin menjadi tanggung jawab departemen terkait. |
| 9 | Analisis Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Untuk Meningkatkan Efektivitas Sistem Demineralisasi Air Di Steelmaking Plant Pt. Krakatau Posco | (Jaya Munthe & Yuliarty, n.d.-b) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, dan Fishbone Diagram</i> | Hasil analisis <i>Six Big Losses</i> menunjukkan dominasi kerugian oleh faktor <i>Setup & Adjustment Loss</i> , yang mencakup waktu setel kembali sistem setelah kerusakan, dengan total 308.01 jam atau 50.08% dari total waktu kerja. |
| 10 | Analisis Tingkat Efektivitas Kerja pada Mesin Auto Hanger dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> | (Hutabarat & Muhsin, 2020b) | <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, dan Fishbone Diagram</i> | Berdasarkan perhitungan OEE, efektivitas peralatan secara keseluruhan sebesar pada ketiga mesin tersebut belum mencapai standar kelas dunia, yakni lebih dari 85%. Nilai ketersediaan 3 mesin masih belum memenuhi standar kelas dunia yaitu > 90%. Nilai <i>rate performance</i> ketiga mesin juga masih belum memenuhi standar kelas dunia, yakni lebih dari 95%. Nilai |

| No | Judul Penelitian | Peneliti | Metodologi | Hasil Penelitian |
|----|------------------|----------|------------|--|
| | | | | ketersediaan pada ketiga mesin tersebut masih belum memenuhi standar kelas dunia, yakni 99% atau lebih tinggi. |

2.3 Kerangka Pemikiran

Gambar 2.2 menunjukkan struktur pemikiran penelitian yang bertujuan untuk menunjukkan cara meningkatkan efektivitas mesin *Press Hydraulic Wire Rope* pada PT Tobacon Batam.



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran