

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan system atau cara yang digunakan dalam pemeliharaan peralatan produksi untuk mengetahui dan menghilangkan penyebab dari terhambatnya proses produksi (Suwardiyanto et al., 2020). *Total Productive Maintenance* (TPM) melibatkan semua karyawan dalam perusahaan untuk merawat semua fasilitas produksi yang dimiliki. Suatu konsep yang terdapat dalam *Total Productive Maintenance* (TPM) ialah untuk meningkatkan produktivitas dan tingkat efisiensi tinggi dalam suatu sistem produksi, membentuk sistem “tanpa kecelakaan dan tanpa produk cacat” dengan tujuan sistem produksi yang *life cycle* (Rahman & Perdana, 2019).

Sasaran utama dari *Total Productive Maintenance* (TPM) ialah untuk mencapai *Zero ABCD*, yaitu *Zero Accident* yang ramah lingkungan dengan sistem yang aman. *Zero Breakdown* akan tercapai jika perusahaan harus dapat melakukan pencegahan terhadap kerusakan pada mesin secara terus menerus, dengan cara mengidentifikasi kerusakan dan kerugian yang ditimbulkan oleh mesin produksi. *Zero Crisis* akan tercapai jika perusahaan dapat melakukan pencegahan kerusakan pada mesin secara terus menerus. *Zero defect* akan tercapai jika perusahaan dapat meningkatkan produktifitas (Rahman & Perdana, 2019).

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan salah satu upaya untuk meminimalkan terjadinya kendala dalam proses produksi, yang memberikan kontribusi terhadap performa perusahaan, seperti penurunan biaya, proses pengiriman yang lancar dan peningkatan produktivitas (Agung et al., 2021). Seiichi Nakajima dalam (Saxena, 2022) melakukan pengembangan TPM konvensional di Jepang dengan Penambahan metode *lean manufacturing*, didukung pada delapan pilar TPM.



Gambar 2. 1 Pilar-Pilar Dalam TPM
Sumber: (Saxena, 2022)

Berikut 8 pilar TPM untuk membantu mendapatkan keandalan peralatan yang lebih baik (Saxena, 2022) :

1. Pemeliharaan otonom

Memastikan pekerja sepenuhnya dilatih tentang perawatan rutin seperti memeriksa, membersihkan, dan melumasi dan juga memberikan tugas secara eksklusif di tangan pekerja. Serta memberikan operator rasa memiliki alat kerja mereka dan meningkatkan pengetahuan mereka tentang alat kerja mereka. Pemeliharaan otonom juga memastikan mesin selalu dilumasi dan bersih, yang membantu mengenali masalah sebelum terjadi

kegagalan, dan menghemat tenaga pemeliharaan untuk tugas-tugas penting.

2. Peningkatan yang terfokus

Pengembangan terfokus menambah efektivitas dengan mengurangi cacat proses meskipun mendapatkan keamanan yang lebih baik dengan menghitung setiap risiko tindakan independen. Lebih lanjut, fokus perbaikan memastikan mereka terstandarisasi, dapat diulang dan terus berjalan.

3. Pemeliharaan terencana

Dengan adanya waktu tertentu untuk melakukan perawatan mesin, maka dapat direncanakan perawatan pada saat peralatan tidak digunakan sehingga tidak mengganggu produksi. serta memungkinkan untuk membangun inventaris saat pemeliharaan terjadwal berlangsung. Ketika pemeliharaan dijadwalkan untuk setiap peralatan, inventaris harus dibangun sehingga tidak ada pengurangan produksi.

4. Pemeliharaan kualitas

Jika pemeliharaan tidak cukup, semua perencanaan dan penyusunan strategi pemeliharaan tidak membuahkan hasil. Pilar ini berpusat pada penilaian kesalahan desain kerja dan menjauhkan diri dari proses produksi. Dari analisis akar penyebab dilakukan untuk menemukan dan membuang kembali sumber cacat.

5. Manajemen peralatan awal

Mendapatkan informasi yang realistis dan secara keseluruhan mengetahui peralatan produksi yang diperoleh TPM dan menggunakannya dalam perbaikan desain peralatan terbaru. Memasukkan pekerja harus diambil untuk mendapatkan rawatan yang lebih baik.

6. Pelatihan dan pendidikan

Kurangnya pengetahuan tentang peralatan dapat mengganggu program TPM. Pendidikan dan Pelatihan harus untuk orang-orang pemeliharaan, operator dan manajer. Tidak boleh ada kesenjangan dalam kesadaran masing-masing sehingga tujuan TPM dapat dicapai.

7. Keselamatan, kesehatan dan lingkungan

Sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang membuat produksi terorganisir dengan baik, tidak boleh dengan mengorbankan keselamatan seorang pekerja. Untuk mencapainya, setiap upaya yang dilakukan dalam proses TPM harus selalu berfokus pada keselamatan, kesehatan, dan lingkungan.

8. TPM dalam administrasi

TPM harus melihat lebih jauh dengan merawat dan memberantas area sampah dalam pekerjaan administrasi. Ini berarti menahan manufaktur dengan mendapatkan hal-hal yang lebih baik seperti pengadaan, penjadwalan, dan pemrosesan. Fungsi administrasi merupakan langkah utama dalam keseluruhan proses manufaktur, jadi sangat penting untuk mengaturnya dan bebas dari pemborosan.

2.1.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan salah satu kunci *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* menerapkan cara yang konsisten untuk mengukur efisiensi TPM dengan menyediakan semua ukuran efisiensi produksi (Zamri & Sirait, 2020). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ialah metode yang digunakan untuk mengukur penerapan TPM untuk menjaga peralatan pada kondisi *ideal* dengan menghapus *six big losses*, serta kinerja dari sistem produksi (Susanto et al., 2021).

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) bermanfaat bagi perusahaan untuk dapat mengetahui seberapa efektif kemampuan mesin atau peralatan yang digunakan dalam meningkatkan produktifitas. Layak atau tidak suatu peralatan atau mesin produksi dapat dilihat dari nilai OEE. Serta untuk memahami efektivitas dari pemanfaatan dan penggunaan material, waktu, peralatan, mesin pada saat proses produksi. Dalam perhitungan OEE terdapat 3 komponen penting yang saling berkaitan satu dengan yang lain yaitu *availability* (ketersediaan mesin), *performance* (efisiensi produksi), dan *quality* (kualitas). Standar nilai OEE pada peralatan atau mesin dalam kondisi ideal dari perusahaan kelas dunia, digunakan untuk mengetahui keberhasilan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). Berikut standar OEE kelas dunia (Rahman & Perdana, 2019) :

Tabel 2. 1 Standar Nilai OEE

Faktor	Nilai
<i>Availability Rate (A)</i>	$\geq 90\%$
<i>Performance Rate (P)</i>	$\geq 95\%$
<i>Rate of Quality (R)</i>	$\geq 99\%$
OEE	$\geq 84,66\%$

Sumber: (Rahman & Perdana, 2019)

Perhitungan nilai OEE diperlukan 3 indikator yaitu *availability rate*, *performance rate*, *quality rate* berikut penjelasan serta rumus dari masing-masing indikator (Suwardiyanto et al., 2020):

1. *Availability Rate*

Availability rate (Rasio ketersediaan) yaitu memberikan berapa banyak waktu yang tersedia untuk menjalankan peralatan atau mesin. dimana rasio ini perbandingan dari *operation time* terhadap *loading time* dan dinyatakan dalam persentase. rumus yang digunakan yaitu :

$$Availability\ Rate = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Rumus 2. 1 *Availability rate*

Dimana :

$$Operation\ Time = Loading\ Time - Unplanned\ Downtime$$

$$Loading\ Time = Total\ Availability\ Time - Planned\ Downtime$$

2. *Performance Rate*

Performance rate (Efisiensi Produksi) yaitu kemampuan mesin untuk menghasilkan suatu produk. dimana waktu standar operasi dibagi dengan waktu aktual operasi mesin. ada 3 faktor peting yang dibutuhkan yaitu

ideal cycle time, *processed amount*, dan *operation time*. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Total Part run} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operation Time}}$$

Rumus 2. 2 Performance rate

3. *Quality Rate*

Quality rate (Kulaitas produk) yaitu kemampuan peralatan atau mesin untuk menghasilkan suatu produk yang memenuhi kebutuhan dan dinyatakan dalam persentase. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total part run} - \text{Defect amount}}{\text{Total part run}} \times 100\%$$

Rumus 2. 3 Quality rate

Setelah dilakukan perhitungan dari masing-masing indikator diatas maka dapat dilakukan perhitungan OEE dengan rumus:

$$\text{OEE} = \text{Availability Rate (\%)} \times \text{Performance Rate (\%)} \times \text{QualityRate (\%)}$$

Rumus 2. 4 OEE

2.1.3 Six Big Losses

Six big losses merupakan rintangan dalam meningkatkan produktivitas mesin agar nilai ideal OEE tercapai (Vianty et al., 2022). terdapat 6 bentuk kegagalan, dimana dikelompokan menjadi 3 bagian yaitu *downtime losses* yang terdiri dari perhitungan *equipment failure loss* dan *setup and adjustment loss*, *speed losses* yang terdiri dari *idle and minor stoppages loss* dan *reduced speed loss*, dan *quality losses* yang terdiri dari *defect loss* dan *reduced yield losses* (Magdalena & Ginting, 2019).

1. *Downtime losses*

Merupakan waktu yang terbuang akibat proses produksi tidak beroperasi semestinya karena kerusakan mesin. Downtime terbagi menjadi 2 yaitu:

a. *Equipment failure losses*

Equipment failure losses Merupakan kerugian akibat dari kerusakan mesin produksi. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$EFL = \frac{\text{Equipment failure}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 5 *Equipment failure losses*

b. *Setup and adjustment losses*

Setup and adjustment losses merupakan hilangnya waktu selama proses pemasangan atau penyetelan mesin sampai beroperasi normal kembali.

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$SAL = \frac{\text{Total setup and adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 6 *Set-up & adjustment losses*

2. *Speed losses* Merupakan kondisi dimana terjadinya kecepatan proses produksi akibat dari suatu gangguan, sehingga tingkat proses produksi tidak terpenuhi. Yang terbagi menjadi 2 yaitu:

a. *Idle and minor stoppages losses*

Idle and minor stoppages losses merupakan kerugian akibat mesin yang beroperasi namun tidak menghasilkan *output* karena mesin dinyalakan ulang. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{IMSL} = \frac{(\text{Target} - \text{total part run}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 7 *Idle and minor stoppage losses*

b. *Reduced speed losses*

Reduced speed losses merupakan kerugian akibat kecepatan mesin menurun sehingga mesin yang beroperasi tidak maksimal. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{RSL} = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{total part run}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 8 *Reduced speed losses*

3. *Quality losses*

Merupakan kondisi dimana produk yang dihasilkan selama proses produksi tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Yang terbagi menjadi 2 yaitu:

a. *Defect losses*

Defect losses merupakan kerugian waktu karena produk yang dihasilkan cacat sehingga perlu di pengerjaan ulang. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{DL} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Total process defect}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 9 *Defect losses*

b. *Reduced yield losses*

Reduced yield loss merupakan kerugian akibat awal produksi sampai kondisi mesin stabil saat beroperasi, sehingga produk tersebut tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$RYL = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{reduced yeild}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 10 *Reduced yield losses*

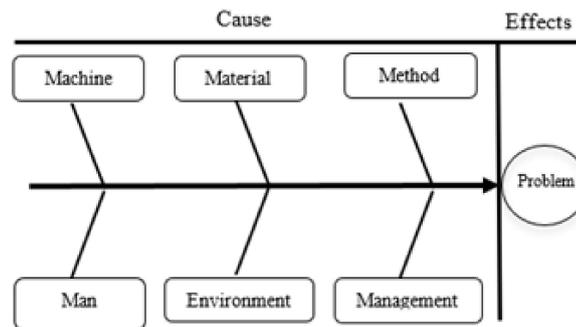
2.1.4 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan suatu bagan atau diagram yang digunakan untuk menyeleksi suatu permasalahan dengan cara mengurutkan suatu faktor dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi sampai terendah. Menurut (Rahman & Perdana, 2019) Diagram pareto dikembangkan oleh ahli ekonomi italia yaitu Vilfredo pareto yang membuat suatu teori bahwa 80% masalah berasal dari 20% penyebab. Diagram pareto menunjukkan untuk prioritas pada suatu masalah kepada masalah dominan sehingga perlu dilakukan penyelesaian yang terfokus pada masalah tersebut.

2.1.5 Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* merupakan diagram yang menggambarkan kemungkinan penyebab belum tercapai suatu tujuan tertentu. Diagram ini digunakan untuk pertemuan atau diskusi menggunakan *brainstroming* dalam mengidentifikasi suatu permasalahan yang sedang terjadi(Sunadi et al., 2021). Sehingga diperlukan analisa terperinci dari suatu permasalahan tersebut. Terdapat 5 faktor penyebab

utama yang perlu diperhatikan yaitu *man* (manusia), *method* (metode), *material* (material), *machine* (mesin), dan *environment* (lingkungan) (Lestari & Suryadi, 2021).



Gambar 2. 2 Diagram *Fishbone*
Sumber: (Sunadi et al., 2021)

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian terdahulu beberapa jurnal yang terkait dan bersinggungan dengan penelitian peneliti :

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	(Zamri & Sirait, 2020)	Analisis Penerapan <i>Preventive Maintenance</i> Mesin Printing Di PT. ABC	OEE pada Perusahaan percetakan dapat dikatakan belum dapat memperoleh nilai OEE yang bagus, hal tersebut menunjukkan tingkat efektif mesin masih rendah serta nilai kinerja operasi belum lancar, sehingga perusahaan dapat memperhatikan kebutuhan mesin untuk dapat memenuhi kebutuhan produksi skala besar

Tabel 2. 3 Tabel Lanjutan

2	(Mentari & Hidayat, 2021)	Analisis Performansi Mesin Pada <i>Corrective Maintenance</i> Dan <i>Preventive Maintenance</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Modularity Design</i>	Hasil yang ditemukan nilai OEE masih dibawah standar 85%, Metode terpilih yang optimal dari total biaya perawatan adalah metode preventive maintenance dengan menggunakan modularity design berbasis waktu dan Jadwal yang optimal untuk penggantian komponen dengan menggunakan metode modularity design berbasis waktu berdasarkan nilai MTTF terdekat (<7 hari).
3	(Lestari & Suryadi, 2021)	Analisis Efektivitas Mesin Pada Stasiun Ketel Dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Di PT. Xyz	Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengukur efektivitas mesin pada stasiun ketel dengan menggunakan metode OEE. Berdasarkan perhitungan, nilai OEE setiap mesin pada stasiun ketel selama masa giling tahun 2020 yaitu antara 78,21-85,58% dapat dikatakan normal, namun perlu dilakukan perkembangan.
4	(Fahira & Hartini, 2022)	Analisis Kinerja Mesin Produksi Mills MNO Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan mengukur nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE). mengenai kesesuaian keefektifan mesin-mesin sehingga perusahaan mengetahui kondisi perusahaan bila dibandingkan dengan nilai standar internasional (JIPM). dengan hasil yang didapat nilai performance efficiency masih berada dibawah nilai standar (JIPM) yaitu 95%, perusahaan disarankan melakukan perbaikan berkelanjutan.

Tabel 2. 4 Tabel Lanjutan

5	(Rahman & Perdana, 2019)	Analisis Produktivitas Mesin Percetakan <i>Perfect Binding</i> Dengan Metode OEE Dan FMEA	Permasalahan yang terjadi yaitu terdapat downtime, breakdown, setup and adjustment yang mengakibatkan produktivitas hasil produksi berkurang. secara umum hasil penerapan OEE terjadi peningkatan namun belum sesuai standar kelas dunia OEE dengan faktor penyebab kurangnya pengetahuan operator tentang mesin (Manusia), tidak stabilnya temperatur lem (Mesin), keterlambatan vendor saat suplay (Material), dan waktu ganti pisau yang tidak efisien (Metode).
6	(Suwardiyanto et al., 2020)	Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan <i>Six Big Losses</i> pada Mesin <i>Spot Welding Tipe X</i>	Pengolahan dengan metode Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses dengan Nilai Efektivitas Peralatan Keseluruhan pada mesin las tipe x spot adalah 70,861% yang dipengaruhi oleh salah satu faktor Six Big Losses, yaitu Kualitas Kerusakan dan Kerusakan Pengerjaan Ulang
7	(Rabiatussyifa et al., 2022)	Analisis Produktivitas Mesin Buffing Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Di PT. XYZ Cikarang, Jawa Barat	Perusahaan mengalami permasalahan berupa kondisi mesin buffing sering mengalami kerusakan sehingga produktivitas dan produksi mesin menurun, dengan melakukan perhitungan OEE ternyata perusahaan masih jauh dari kata standar nilai OEE yaitu sebesar 33.08% dari minimal standar 85% dapat dikatakan mesin buffing belum efektif dan efisien

2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dibuat dengan pemikiran terhadap suatu alur yang mudah dipahami dan sebagai acuan dalam pemecahan masalah yang diteliti secara logis maupun sistematis.



Gambar 2. 3 Kerangka Pemikiran