

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Perawatan (*Maintenance*)

Setiap perusahaan manufaktur membutuhkan mesin untuk memudahkan produksi mereka, semakin tinggi kinerja mesin semakin baik bagi perusahaan dan memberikan keuntungan, hal tersebut tidak akan terjadi apabila mesin produksi tidak dapat berkerja dengan baik (*downtime*) dengan begitu pentingnya perawatan pencegahan bagi mesin agar mendapatkan perawatan semaksimal mungkin. Kegiatan maintenance merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki kerusakan dan meningkatkan performansi mesin (Islam, 2020)

Adapun jenis- jenis perawatan menjadi empat kategori :

1. *Proactive Maintenance*

Yaitu proses perawatan yang dilaksanakan seorang individu yang sangat memahami kondisi mesinya (operator produksi), dengan demikian sebelum mengawali proses produksi akan dilaksanakan tindakan perbaikan sebelum ada kerusakan mesin.

2. *Predictive Maintenance Predictive*

Yaitu penganalisan keadaan peralatan sesuai dengan perilaku peralatan ketika beroperasi, sehingga dari penganalisan itu bisa diperkirakan kapan peralatan bisa beroperasi dengan normal.

3. *Preventive Maintenance*

Yaitu tindakan perawatan secara berkala sesuai perencanaan perawatannya. Aktivitas perawatan ini adalah tindakan perawata yang dilaksanakan menurut waktu perawatan yang sudah di rencanakan tanpa menunggu adanya kerusakan mesin.

4. *Reactive Maintenance*

Yaitu tindakan perawatan yang dilaksanakan ketika mesin terjadi kerusakan. Aktivitas perawatan yang dilaksanakan dengan reactive maintenance bisa menimbulkan pembengkakan biaya dikarenakan bisa mengakibatkan *downtime* secara mendadak. Hal ini dikarenakan perusahaan tidak mempunyai perencanaan perawatan.

2.1.2 *Total Productive Maintenance (TPM)*

Filosofi khas Jepang yang mengalami perkembangan sesuai dengan metode dan konsep produktivitas salah satunya yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM pertama kali diperkenalkan M/s Nippon Denso Co. Ltd. Jepang, yang merupakan salah satu pemasok M/s Toyota Motor Company, Jepang ditahun 1971. Seperti yang dijelaskan Bhadury, TPM ialah sebuah bentuk pendekatan inovatif guna mengurangi *breakdown*, mengamati efektifitas perawatan perlatan yang maksimal, serta guna menggerakkan *autonomous maintenance* oleh operator setiap hari selama melaksanakan pekerjaan yang termasuk beban kerja operator *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah total dari pemeliharaan produktif

secara permanen untuk meningkatkan keseluruhan efektifitas peralatan dengan melibatkan operator secara aktif (Hairiyah et al., 2019).

Menurut Rahayu (2016), TPM memiliki berbagai komponen yang terdiri dari :

1. *Maintenance* (Perawatan)

Perawatan ialah sebuah metod eyang sangat mudah atau praktis guna melaksanakan manajemen perawatan yang baik dan akhirnya bisa menaikkan keefektifan dari peralatan atau fasilitas yang ada dan integrasi dari keseluruhan operator produksi yang ada mulai sampai pada tingkat manajemen.

2. *Productive Action* (Aksi yang Produktif)

Pada jenis pendekatan yang sifatnya proaktif dalam tiap kondisi dari perasi fasilitas mempunyai tujuan tertentu, dan tujuan tersebut biasanya ialah guna memaksimalkan angka produktivitas secara terus menerus dan bertahap dimana akhirnya secara general berormasi bisnis yang optimal.

3. *Total Approach* (Pendekatan Total)

TPM sendiri mempunyai filosofi dari seluruh aspek yang ada yang berkaitan dengan fasilitas yang sedang dipergunakan dalam area oprasional, pada pekerja yang melaksanakan pemeliharaan dan perawatan, melaksanakan *set up*, serta yang mengoprasionalkannya merupakan focus utama.

2.1.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE ialah sebuah metode guna melaksanakan pengawasan dan memaksimalkan efektivitas dari proses manufaktur (assembly lines, manufacturing cells, mesin). OEE seringkali dipergunakan menjadi kunci dari Lean Manufacturing dan TPM serta memberi langkah konsisten guna menguji efektifitas dari TPM dengan memberi seluruh pengukuran efektifitas produksi (Lukita et al., 2020).

Evaluasi Aktifitas peralatan secara keseluruhan (OEE) dapat dipergunakan untuk memastikan peralatan. OEE dalam formulasi perkalian dari tingkat ketersediaan, tingkat kualitas dan kinerja dalam kondisi ideal, mesin memiliki OEE pada 100 berarti mesin sepenuhnya beroperasi dengan kecepatan ideal dan menghasilkan kualitas produk yang sempurna tanpa cacat (Adhiutama et al., 2020).

Stamatis menyatakan bahwa perhitungan OEE merupakan metode yang umum dan dapat diterapkan untuk setiap perusahaan manufaktur. Perusahaan perlu menerapkan TPM agar dapat memperoleh manfaat dari OEE, meskipun OEE telah dikembangkan dari dasar TPM OEE adalah hirarki metrik yang berfokus pada seberapa efektif operasi manufaktur berlangsung. Hasilnya dinyatakan dalam bentuk generik yang memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di berbeda departemen, berbeda perusahaan, mesin, dan industry (Fajrah & Noviardi, 2018).

Tingkat OEE menunjukkan tingkat breakdown peralatan yang tidak hanya bersumber dari losses produksi, tetapi juga berjalan di bawah kapasitas, dan memproduksi dengan menghasilkan produk yang cacat sehingga menurunkan produktivitas perusahaan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE, maka perlu dilakukan evaluasi penyebab-penyebab dari ketidakefektifan aktivitas maintenance dengan menggunakan *fishbone diagram*. Berikut ini formula dalam menghitung OEE adalah :

1. *Perhitungan Availability Rate*

$$\text{Availability \%} = \frac{\text{operatingtime}}{\text{loadingtime}} \times 100\%$$

- a. *Availability (Operate Rate) = operating time × 100%*
- b. *Operating Time (jam) = Loading Time – Downtime*
- c. *Loading Time (jam) = Total Available Time – Maintenance Time*
- d. *Total Available Time = Total jam mesin bisa beroperasi tiap bulan (jam).*

Rumus 2.1 *Availability Rate*

2. *Perhitungan Performance Rate*

- a. *Total Output (pcs) = total hasil produksi setiap bulan (pcs)*
- b. *Ideal Cycle Time (jam) adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak terjadi gangguan.*
- c. *Performance Rate = $\frac{\text{output} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\%$*

Rumus 2.2 *Performance Rate*

3. Perhitungan *Quality Rate*

- a. Total Output (pcs)= total hasil produksi setiap bulan (pcs)
- b. Total Defect Output (pcs)= total hasil cacat produk setiap bulan (pcs)
- c. Quality Rate = $\frac{\text{output} - \text{defect output}}{\text{Output}} \times 100\%$

Rumus 2.3 *Quality Rate*

4. Perhitungan (OEE) *Overall Equipment Effectiveness*

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

Rumus 2.4 *Overall Equipment Effectiveness*

2.1.4 *Six Big Losses*

Six big losses ialah penyebab paling umum dari kehilangan produktivitas basis peralatan di bidang manufaktur (Zulfatri et al., 2020). Dalam hal ini, *Six big losses* dipergunakan dalam mengidentifikasi kerugian yang berkaitan dengan peralatan untuk tujuan menaikkan total kehandalan dan kinerja asset.

Six big losses memiliki berbagai faktor yang meliputi :

1. *Equipment Failure* yakni kerugian pada saat peralatan terjadi kerusakan

$$\text{Equipment failure losses} = \frac{\text{Equipment Failure Time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 1 *Equipment Failure Losses*

2. *Setup and adjustment* yakni kerugian yang disebabkan karena kegiatan perganturan dan penyesuaian.

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{set up time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 2 *Set up and adjustment losses*

3. *Idling and minor stoppages* yakni kerugian yang terjadi dikarenakan adanya mesin mengganggu ataupun penghentian sementara

$$\text{Idling and minor stoppage losses} = \frac{(\text{Jumlah target} - \text{Output}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 3 *Idling and minor stoppage losses*

4. *Reduce speed* yakni kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan operasi.

$$\text{Reduced Speed losses} = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{deal cycletime}) \times \text{total produksi}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 4 *Reduced Speed losses*

5. *Reduced yield* yakni kerugian yang dikarenakan adanya cacat pada awal waktu produksi sampai pada kondisi yang stabil.

$$\text{Reduced Yield} = \frac{\text{ideal cycletime} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 9 *Reduced Yield*

6. *Quality defect and rework* yakni kerugian yang terjadi dikarenakan pengerjaan ulang produk atau produk cacat

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{ideal cycletime} \times \text{total produk defect}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

Rumus 2. 10 *Defect Losses*

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu

1	Nama Dan Tahun	(Mas'ud Ahmad Setiawan 2016)
	Judul Penelitian	Manajemen Pemeliharaan Mesin <i>Copymilling</i> Dengan Menerapkan Total <i>Productive Maintenance</i> (Tpm) Di Inter Metal Technology
	Hasil Penelitian	<p>1. Hasil pengujian efektifitas mesin copymilling dengan mempergunakan metode OEE di Inter Metal Technology tahun 2015 yang diawali dari Januari sampai Desember didapatkan persentase nilai OEE yang berkisaran diantara 43,97% - 56,91%.</p> <p>2. Nilai OEE terendah yakni pada Juni dengan nilai 43,97% dimana angka ini masih sangat jauh dari batasan ideal OEE yaitu 85 %. Sementara nilai OEE tertinggi yakni pada September dan November dengan nilai 56,91%.</p> <p>3. Persentase berbagai faktor <i>six big losses mesin copymilling</i> yaitu faktor <i>setup and adjustmen losses</i> 4,00 %, <i>rework losses</i> 21,58 %, dan faktor <i>breakdown losses</i> 94,05 %.</p> <p>4. Faktor yang paling berdampak pada hilangnya efektifitas mesin <i>copymilling</i> ialah faktor <i>breakdown losses</i> yaitu apabila menjadi persentase kumulatif didapatkan nilai 78,62 %, sehingga harus dilaksanakan perbaikan demi mengurangi persentase faktor <i>rework losses</i></p> <p>5. Persentase <i>breakdown losses</i> yang tertinggi ialah pada Juni 2015 yakni 29,39%. Dikarenakan di bulan tersebut ada kenaikan produksi.</p> <p>6. Persentase OEE sesudah dilaksanakan penerapan perbaikan dari berbagai faktor diperoleh nilai 95,2 % dimana nilai ini lebih tinggi daripada persentase OEE mesin dibulan Januari – Desember 2015.</p>
2	Nama Dan Tahun	(Nofriani Fajrah , Noviardi 2018)
	Judul Penelitian	Analisis Performansi Mesin Pre-Turning dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada PT

		APCB
	Hasil Penelitian	<p>1. Perhitungan Availability Rate untuk bulan Januari $\text{Quality Rate} = \frac{466.617}{1290} \times 100\% = 99,72\%$</p> <p>2. % OEE = [Availability Rate x Performance Rate x Quality Rate] x 100% $\% \text{ OEE} = [93,33\% \times 57,26\% \times 99,72\%] \times 100\% = 53,29\%$ Perhitungan nilai OEE untuk periode Januari 2016</p> <p>3. Perhitungan Performance Rate bulan januari $\text{Performance Rate} = \frac{466.617}{347,98} \times 0,000427 \times 100\% = 57,26\%$</p> <p>4. Perhitungan Quality Rate untuk bulan januari PT APCB masih belum mampu mencapai standar dunia yaitu 85%</p>
3	Nama Dan Tahun	(Andita Rahayu, 2014)
	Judul Penelitian	Evaluasi Efektivitas Mesin Kiln Dengan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Pabrik Ii/Iii Pt Semen Padang
	Hasil Penelitian	<p>1. Availability (operating rate) = Perhitungan Availability periode Januari $\frac{353,55}{432} \times 100\% = 81,84\%$</p> <p>2. Performance Rate bulan April $\frac{18654 \text{ ton}}{353,55 \text{ jam}} \times 0,011 \text{ jam} \times 100\% = 60,29\%$</p> <p>3. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) $\% \text{ Overall Effectiveness Bulan April} = 82\% \times 60\% \times 100\% \times 100\% = 49\%$</p>
4	Nama Dan Tahun	(Dyah Ika Rinawati, Nadia Cynthia Dewi, 2014)
	Judul Penelitian	Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (Tpm) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cavitec Di Pt. Essentra Surabaya

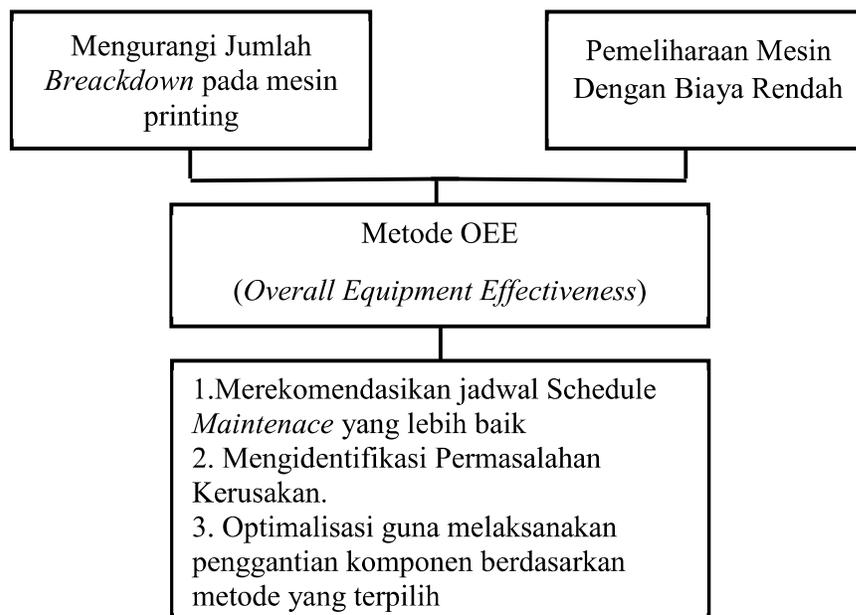
	Hasil Penelitian	<p>1. Pencapaian OEE - Rata-rata pencapaian OEE selama 6 bulan hanya 28,50%. - OEE terendah pada bulan keempat 12,71%.</p> <p>2. Kerugian dominan yang menyebabkan rendahnya nilai OEE pada mesin Cavitec VD-02 adalah Idling and minor stoppages loss dengan total time losses 952,99 jam atau 41,077% dari keenam faktor six big losses.</p> <p>3. Faktor penyebab idling and minor stoppages loss: - Faktor metode (autonomous maintenance tidak berjalan dengan baik) Faktor Lingkungan (banyak komponen yang menumpuk, kebersihan mesin kurang) - Faktor manusia (kurang teliti, 32 No. Tahun Judul Penulis Metode Hasil kurang responsif) - Faktor material (kurang stock, salah spesifikasi)</p>
5	Nama Dan Tahun	(Agus Jiwantoro, Bambang Dwi Argo, Wahyu Agung Nugroho, 2013)
	Judul Penelitian	ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN PENGGILING TEBU DENGAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE
	Hasil Penelitian	<p>1. Nilai OEE mesin penggiling tebu telah memenuhi standar dengan nilai rata-rata 92,36%</p> <p>2. Nilai availability 93,8%, Performance Rate 99,09%, dan rate of quality product 99,34%</p> <p>3. Faktor utama penyebab turunnya kinerja mesin penggiling tebu yaitu karena kerusakan peralatan yang tinggi</p>
6	Nama Dan Tahun	(Henry Joy Hutagol, 2009)
	Judul Penelitian	Implementasi TPM Untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Dengan Menggunakan Metode OEE Di Pt. Perkebunan Nusantara Iii Gunung Para
	Hasil Penelitian	<p>1. Equipment Failures Yang Terjadi Selama Februari 2008 Januari 2009 Persentase Breakdown Loss Terjadi dibulan Juli 2008 yaitu 3,01%</p> <p>2. Selama Periode Februari 2008 – Januari 2009 Persentase Terbesar Untuk Setup And Adjustment Terjadi Pada Bulan November 2008 Yaitu Sebesar 1,46% Dan Yang Terendah Terjadi Pada Bulan Maret Sebesar 1,23%</p> <p>3. Persentase Terbesar Faktor Efektivitas Mesin Yang Hilang Karena Faktor Idling And Minor Stoppages Adalah Pada Bulan September 2008 Sebesar 19,81%</p>

7	Nama Dan Tahun	(Irnanda Pratiwi, 2019)
	Judul Penelitian	Usulan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Mesin Turbin
	Hasil Penelitian	<p>1. data perhitungan ketersediaan dapat dilihat bahwa pada bulan September, nilai availability paling rendah yaitu 42,2 %.</p> <p>2. pencapaian OEE yang terjadi pada periode Juli 2017–Juni 2018 masih dalam katagori baik dengan range 85,55%-97,85% atau rata-rata satu tahun 85,63% dan sedikit telah melewati nilai standar OEE kelas dunia yakni 85%</p> <p>3. Hasil persentase faktor Six Big Losses (382 jam atau 46,532% dari seluruh total kerugian) merupakan kerugian yang tertinggi yang dialami mesin turbin gas C50 C3344 dalam setahun, diikuti oleh kerugian-kerugian yang lain yaitu: idling and minor stoppages (373 jam atau 45,43%), reduce speed (48 jam atau 5,85%), rework losses (13 jam atau 1,58%), dan setup and adjustment losses (5 Jam atau 0,61 %)</p>
8	Nama Dan Tahun	(Hanisa Hasri, 2020)
	Judul Penelitian	Pengukuran Efektivitas Mesin Molding Di PT. Sansyu Precision Batam
	Hasil Penelitian	<p>1. Berdasarkan pada nilai OEE mesin molding IM 18-06 dan standard nilai terendah OEE yang sudah ditetapkan pihak <i>Japan Institute of Plant Maintenance</i> mengenai nilai faktor OEE dimana nilai tersebut udah mendekati standar yang ada yaitu nilai <i>avaibility rate</i> sebesar 91,11% dan <i>quality rate</i> sebesar 99,83%. Hal sebaliknya terjadi pada nilai <i>performance efficiency</i> yang belum dapat memenuhi standart yaitu 83,16%. Sehingga harus di lakukan proses evaluasi pada berbagai faktor tertentu yang mampu mengakibatkan rendahnya nilai OEE pada <i>performance efficiency</i>.</p> <p>2. Berdasarkan pada proes perhitungan yang telah dilakukan terhadap mesin molding IM 18-06, peneliti mendapatkan nilai <i>rework loss</i> yaitu 3%, nilai <i>reduce speed loss</i> yaitu 15,37%, nilai <i>idling and minor</i></p>

		<p><i>stoppage</i> yaitu 15,37%, nilai <i>setup and adjustment loss</i> yaitu 2%, nilai <i>breakdown loss</i> yaitu 9%, sementara <i>scrap loss</i> 0% atau tidak ada, hal tersebut di sebabkan karena produk yang mengalami kecacata tidak dibuang melainkan akan dilakukan <i>rework</i></p> <p>3. Sehingga proses analisis dan pengelolaan data dapat dengan mempergunakan diagram pareto bisa membantu memahami penyebab kerugian paling besar. Sesuai dengan diagram pareto yang sudah di buat, diperoleh nilai <i>six big losses</i> paling besar yaitu <i>reduced speed loss</i> dan <i>idling and minor stoppage</i>, dengan kemunculan hasil sebesar 15,37%.</p>
--	--	---

2.3 Kerangka Pemikiran

Supaya bisa menjelaskan penelelitian ini, peneliti membuat kerangka pemikiran yang disajikan berikut :



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran Penelitian