

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penelitian terdahulu, penelitian sekarang dan landasan teori yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan.

2.1. Tinjauan Pustaka

Berikut ini akan ditampilkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti pada Tabel 2.1 dan akan menjadi tinjauan pustaka pada penelitian ini.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No	Nama Penulis	Tahun Terbit	Industri	Mesin	Tujuan
1	Rinawati	2014	Manufaktur pembuatan filter	Mesin <i>dual/combiner</i> (Cavitec VD-02)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan analisis dalam penerapan TPM di PT. Essentra Surabaya, 2. Mengetahui nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) 3. Mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya efektivitas melalui pengukuran <i>six big losses</i> 4. Mengidentifikasi faktor-faktor dominan dari enam faktor <i>six big losses</i> 5. Melakukan analisis terhadap faktor yang memberikan kontribusi paling besar menggunakan diagram fishbone. 6. Memberikan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan utama dari keenam faktor <i>six big losses</i>.
2	Ahmad	2013	Manufaktur Logam	Mesin <i>Forging</i> I Mesin <i>Trimming</i> I, Mesin <i>Restrict</i> I	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui nilai OEE dari masing-masing mesin pada departemen forging 2. Menganalisis penyebab rendahnya kinerja mesin yang ada kemudian dilakukan langkah perbaikan
3	Fahmi	2013	<i>Tobacco</i>	<i>Rotary</i> KTH-8	Menerapkan <i>total productive maintenance</i> (TPM).
4	Rahmadani	2014	Industri Kerupuk	Mesin cetak manual	Mengoptimalkan kinerja mesin/peralatan yang digunakan sehingga produksi yang dihasilkan maksimal dengan menggunakan metode OEE dan <i>six big losses</i>

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Nama Penulis	Tahun Terbit	Industri	Mesin	Tujuan
5	Ginting	2009	Industri pembuatan tongkat	Mesin potong, bor, dan <i>bending</i>	Mengurangi cacat produksi sekaligus meningkatkan efektivitas produksi dari tongkat
6	Rahmad	2012	Industri Gula	Mesin giling 1	Menganalisa kembali System perawatan <i>preventive maintenance</i> dan <i>corrective maintenance</i> terutama di mesin giling 1 menggunakan metode OEE.
7	Singh	2013	<i>Machine Shop</i>	<i>CNC Machine</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan produktivitas dan kualitas produk serta meningkatkan moral pekerja dan kepuasan kerja 2. Menerapkan <i>preventive maintenance</i> 3. Mengoptimalkan efektivitas mesin 4. Mengeliminasi <i>breakdown</i>
8	Azizi	2015	<i>Glazing Process Flow</i>	-	Evaluasi perbaikan produktivitas menggunakan <i>statistical process control</i> , OEE, dan <i>autonomous maintenance</i>
9	Gajdzik	2008	<i>Steelworking Plant</i>	-	Memperkenalkan TPM di <i>steelworking plant</i>
10	Bartz T	2013	<i>Metallurgical</i>	-	Menampilkan implementasi dari model manajemen perawatan yang berdasar pada <i>Total Productive Maintenance</i> didalam lini produksi
11	Jono	2015	Industri Gula dan <i>Spiritus</i>	Mesin Boiler	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui nilai OEE pada mesin <i>Boiler</i> di PT. XY 2. Untuk mengetahui faktor yang dominan dan berpengaruh terjadinya penurunan efektifitas mesin yang ada dalam enam kerugian besar (<i>six big losses</i>)
12	Herdiwan	2014	Industri Teh	Mesin <i>Ball Tea</i>	Mengetahui tingkat efektivitas mesin <i>Ball Tea</i> yang digunakan perusahaan
13	Mahdina	2013	Industri pupuk <i>pestisida</i> dan industry bahan-bahan kimia	Lini produksi pupuk Phonska IV	MengukurMengetahui tingkat efektivitas mesin ur efektivitas lini produksi dengan metode <i>Overall Line Effectiveness (OLE)</i>
14	Cahyani	2013	Industri pembuatan kaleng <i>general</i>	Mesin <i>Welding</i>	Mengetahui tingkat efektivitas mesin <i>welding</i> dengan menggunakan OEE

Tabel 2.1 Lanjutan

No	Nama Penulis	Tahun Terbit	Industri	Mesin	Tujuan
15	Wahjudi D	2009	Produsen kemasan plastic	Mesin <i>blow molding</i>	Meningkatkan OEE melalui implementasi TPM

2.2. Dasar Teori

Total Productive Maintenance atau TPM adalah salah satu metode proses *maintenance* yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas di area kerja, dengan cara membuat proses tersebut lebih *reliable* dan lebih sedikit terjadi pemborosan (*waste*). Metode ini merupakan bagian dari *Lean Manufacturing*. *Total Productive Maintenance* (TPM). Menurut Corder, (1996) TPM tidak hanya terfokus bagaimana mengoptimalkan produktivitas dari peralatan atau material pendukung kegiatan kerja, tetapi juga memperhatikan bagaimana meningkatkan produktivitas dari para pekerja atau operator yang nantinya akan memegang kendali pada peralatan dan material tersebut. Sedangkan R.K Davis mengatakan bahwa *Total Produktive Maintenance* (TPM) adalah pendekatan yang berasal dari Jepang, pendekatan ini memaksimalkan keefektifan fasilitas yang kita gunakan di dalam berbisnis. Secara berkesinambungan meningkatkan semua kondisi operasional dalam sebuah sistem produksi dengan cara menstimulasi *daily awareness* dari semua karyawan.– Seichi Nakajima.

Tiga komponen utama di dalam TPM yaitu:

a. Pendekatan Total

Filosofi ini mencakup seluruh aspek yang dipekerjakan dalam seluruh area operasi perusahaan termasuk orang yang mengoperasikan, menyiapkan dan memperbaikinya.

b. Tindakan Produktif

Pendekatan yang sangat proaktif untuk keadaan fasilitas operasi yang terarah, seringkali pendekatan ini memperbaiki produktivitas dan performansi bisnis secara keseluruhan

c. Pemeliharaan

Sebuah metodologi yang mudah dilaksanakan untuk memelihara dan memperbaiki keefektifan fasilitas yang secara keseluruhan terintegrasi dengan proses produksi.

TPM berfungsi untuk memelihara pabrik dan peralatannya agar selalu dalam kondisi prima. Untuk memenuhi tujuan ini, diperlukan *maintenance* yang preventif

dan prediktif. Dengan mengaplikasikan prinsip TPM kita dapat meminimalisir kerusakan pada mesin. Masalah yang umum terjadi pada mesin misalnya kotor, mur dan baut hilang, oli jarang diganti, kebocoran, bunyi-bunyi tak normal, getaran berlebihan, filter kotor, dan sebagainya dapat diminimalisir dengan TPM.

Terbengkalainya mesin sering disebabkan oleh kurangnya keterlibatan operator dalam memelihara mesin, dan cenderung menyerahkan semua masalah perawatan kepada staf maintenance. Prinsip TPM mengatakan bahwa operator harus mampu melakukan perawatan dan perbaikan ringan apabila terjadi masalah pada mesin. Operator juga harus memiliki sedikit keterampilan *maintenance*. Dengan demikian, masalah pada mesin dapat segera diatasi sebelum masalah bertambah kompleks. Ketergantungan pada staf *maintenance* dapat dikurangi, sehingga *maintenance* hanya fokus menangani masalah yang lebih besar saja.

Untuk implementasi TPM, unit produksi dan maintenance harus bekerja bersamaan. Penerapannya akan melibatkan seluruh karyawan dalam melakukan perawatan mesin, peralatan dan bertujuan meningkatkan produktifitas. Indikator kesuksesan implementasi TPM diukur dengan *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* dan parameternya mencakup berbagai jenis kerugian (*losses*) yang terjadi seperti *downtime*, *changeover*, *speed loss* (perlambatan mesin), *idle* (mesin menganggur), *stoppages* (mesin berhenti), *startup* (mesin dinyalakan/diaktifkan), *defect* (cacat) dan *rework* (pengerjaan ulang).

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, implementasi TPM yang akurat dan praktis akan meningkatkan produktifitas dalam keseluruhan organisasi. Manfaat lain dari aplikasi TPM adalah:

- a. Budaya bisnis yang dirancang secara berkelanjutan akan meningkatkan efisiensi dari total *production system*.
- b. Berlakunya suatu pendekatan yang terstandar dan sistematis, dimana semua kerugian (*losses*) terantisipasi dengan baik.
- c. Semua departemen yang memiliki pengaruh terhadap produktifitas akan memiliki *mindset* yang prediktif terhadap penghambat produktifitas.
- d. Organisasi yang transparan menuju *zero losses*.

Langkah-langkah perbaikan dengan TPM harus dijalankan sebagai suatu proses yang berkelanjutan, bukan hanya sebagai menu jangka pendek. Pada akhirnya, TPM akan memberikan kemampuan yang praktis kepada perusahaan untuk menuju *operational excellence*.

Menurut Nakajima (1982) langkah-langkah dalam penerapan TPM adalah sebagai berikut :

- a. Pengumuman keputusan manajemen tingkat atas sebagai pengenalan TPM
- b. Pengenalan dan melakukan pendidikan mengenai TPM
- c. Pembentukan organisasi TPM
- d. Menyusun rencana utama (*master plan*) termasuk 8 pilar TPM yang akan diterapkan

Dalam konsep TPM manufaktur terdapat pilar-pilar, pilar tersebut tersebut antara lain:

- a. 5S

Dalam pelaksanaan TPM, maka 5 S tidak dapat dilipikan dalam pembahasannya karena sifat kedekatannya yang saling berhubungan. Budaya 5S tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Budaya 5S

Budaya Kerja 5 S				
Seiri	→	Pemilahan	→	Ringkas
Seiton	→	Penataan	→	Rapi
Seiso	→	Pembersihan	→	Resik
Seiketsu	→	Pemantapan	→	Rawat
Shitsuke	→	Pembiasaan	→	Rajin

- i. *Sort* (Seiri)

Seiri merupakan langkah pertama dalam 5S, yaitu menyortir benda-benda yang digunakan, benda yang harus disimpan, atau benda yang harus dibuang.

- ii. *Set in Order* (Seiton)

Seiton (*set in order*) adalah menyusun alat-alat yang digunakan sehari-hari dalam suatu order agar mudah diakses dan disimpan kembali.

- iii. *Shine* (Seiso)

Seiso (*shine*) adalah menjaga kebersihan dari tempat atau alat kerja.

- iv. *Standardize* (Seiketsu)

Seiketsu (*standardize*) adalah proses standarisasi dari ketiga proses sebelumnya seiri, seiton, dan seiso. Tahap ini digunakan untuk menerapkan standar pengerjaan dan standar melakukan perawatan.

v. *Sustain* (Shitsuke)

Shitsuke (*sustain*) adalah proses yang memastikan perusahaan tetap melakukan perkembangan dengan melakukan 4 langkah sebelumnya serta melakukan audit secara terus-menerus agar selalu berkembang menjadi lebih baik.

b. *Autonomous Maintenance* (AM)/*Jishu Hozen*

Jishu Hozen merupakan kewajiban setiap pekerja/operator untuk melakukan inspeksi rutin, pelumasan, penggantian komponen dan deteksi dini dari ketidaknormalan dan memeriksa peralatan mereka dengan tujuan melindungi peralatan mereka sendiri (Kimura, 2005). Untuk mengetahui sejauh mana PT. Rama Gombang Sejahtera telah menerapkan *Autonomous Maintenance* dapat diketahui dengan mengisi *company checklist* dan *machinery design checklist* pada lampiran.

c. *Kaizen/Focus Improvement* (FI)

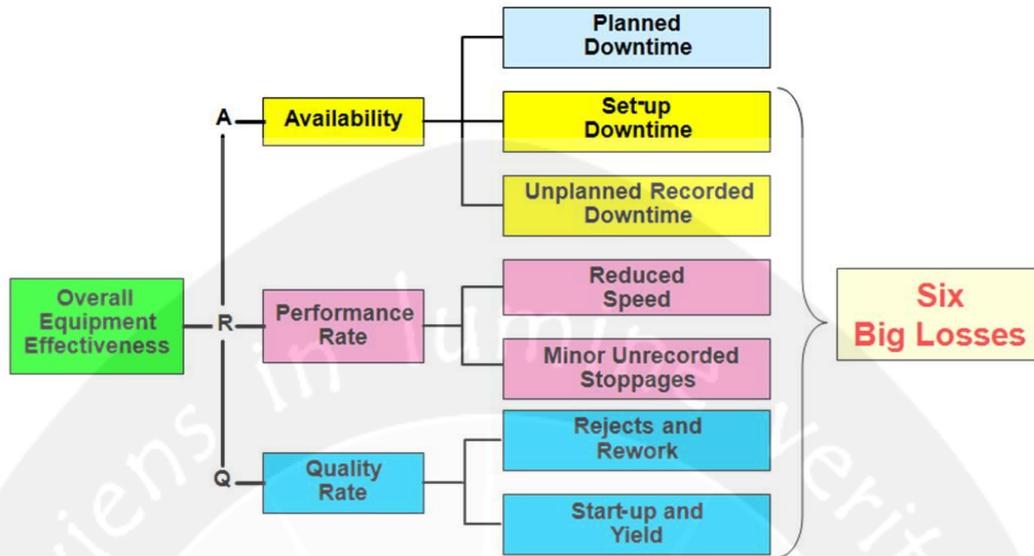
Dalam melakukan *kaizen*, operator/karyawan dituntut secara proaktif dalam mendeteksi, mengidentifikasi mesin/peralatan yang bermasalah dan memberikan usulan perbaikan untuk mengeliminasi setiap masalah yang akan terjadi di kemudian hari.

d. *Planned Maintenance*

Planned Maintenance/Pemeliharaan terencana adalah suatu sistem pemeliharaan yang direncanakan saat ini atau sebelumnya untuk mencegah terjadinya *losses*.

Tahapan sebelum mengimplementasikan TPM yaitu mengidentifikasi *six big losses*. Identifikasi *six big losses* digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi masalah dan menghambat produktivitas. *Losses* juga dapat diartikan sebagai kerugian yang dihasilkan akibat ketidaksesuaian antara *input* yang dipakai dengan *output* yang dihasilkan. *Losses* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Model Overall Equipment Effectiveness:



Gambar 2.1 Six Big Losses

- Setup and Adjustment (Down Time Loss)*, yang termasuk kelompok ini di antaranya *setup/ changeover, material shortages, operator shortages, major adjustment dan warm-up time*. Kerugian terjadi karena lamanya waktu pemasangan dan penyetelan dan waktu penyesuaian yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Intinya, masalah ini muncul karena adanya waktu yang “tercuri” saat *setup* atau *changeover*.
- Breakdown (Down Time Loss)*, yang termasuk kelompok ini di antaranya *tooling failures, unplanned maintenance, general breakdowns, equipment failures*. Kerusakan mesin atau peralatan dapat menyebabkan waktu terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat.
- Reduced Speed (Speed Loss)*, yang termasuk dalam deretan ini di antaranya adalah *rough running, under nameplate capacity, under design capacity, equipment wear dan operator inefficiency*. Biang keladi munculnya masalah ini karena kecepatan proses berada di luar batas toleransi *nameplate capacity*.
- Small Stops (Speed Loss)*, yang termasuk dalam kelompok ini di antaranya *obstructed product flows, component jams, misfeed, sensor blocked, delivery blocked dan cleaning*. Kerugian terjadi karena mesin beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat, mengakibatkan mesin atau peralatan berhenti berulang-ulang atau beroperasi tanpa

menghasilkan produk indikator masalah ini adalah berhentinya mesin tidak lebih dari lima menit dan tidak membutuhkan personel maintenance.

- e. *Production Rejects (Quality Loss)*, yakni *reject* yang terjadi selama proses produksi. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkatkan dan peningkatan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk berproduksi kembali.
- f. *Start-up Reject (Quality Loss)*, yang termasuk dalam *group* ini di antaranya *scrap*, *rework*, *in-process damage*, *in-process expiration* dan *incorrect assembly*. Kerugian ini timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin atau peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul bergantung pada faktor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan peralatan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan produksi yang dilakukan. *Reject* ini biasanya terjadi proses *warm-up* dan bisa juga karena disebabkan oleh kekeliruan *set-up* mesin.

Dari 6 *losses* tersebut kemudian dapat dicari nilai *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality products*, serta nilai *overall equipment effectiveness* yang dijabarkan sebagai berikut:

- a. *Availability (AV)* adalah suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability rate* dipengaruhi oleh 2 komponen, yaitu *equipment failure* dan *setup and adjustment losses*. *availability* merupakan rasio dari waktu tersedia, dengan mengeliminasi waktu henti peralatan, terhadap *downtime*. Rumus *availability* adalah sebagai berikut.

$$AV (\%) = \frac{AT}{LT} \times 100\% \quad (2.1)$$

- b. *Performance efficiency (PE)* adalah suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. *Performance efficiency* memiliki 2 komponen, yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduce speed*. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*

Operating speed rate peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain pabrik) dan kecepatan operasi actual. *Net operating rate* mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan, formula pengukuran *performance efficiency*. Rumus *performance efficiency* adalah sebagai berikut

$$PE (\%) = \frac{(PA \times ICT)}{OT} \times 100\% \quad (2.2)$$

- c. *Rate of Quality Products* (RQ) adalah efektifitas produksi berdasarkan kualitas produk yang dihasilkan atau rasio jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses, rumus *rate of quality time* adalah sebagai berikut

$$RQ (\%) = \frac{(PA - DA)}{PA} \times 100\% \quad (2.3)$$

Overall Equipment Effectiveness merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan program total productive maintenance guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* peralatan. Selain itu untuk mengukur kinerja dari satu sistem produktif. Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan dan faktor penyebabnya sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus merupakan faktor utama metode ini diaplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan didunia. Rumus *Overall Equipment Effectiveness* adalah sebagai berikut

$$OEE (\%) = AV \times PE \times RQ \times 100\% \quad (2.4)$$

Melalui TPM serta pengaplikasian delapan pilar akan mampu menjaga fungsi dari peralatan atau material pendukung kegiatan kerja. Memperhatikan bagaimana meningkatkan produktivitas dari para pekerja atau operator yang nantinya akan memegang kendali secara langsung pada peralatan dan material tersebut.

Adapun standar dari JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) untuk TPM Indeks yang ideal sebagai berikut:

- Ketersediaan/*availability* (AV) $\geq 90\%$
- Efektivitas Produksi/*Performance Efficiency* (PE) $\geq 95\%$
- Tingkat Kualitas/*Rae of Quality Product* (RQ) $\geq 99\%$
- Efektivitas keseluruhan peralatan dan mesin/*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) $\geq 85\%$