

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai dasar-dasar teori yang akan dijadikan sebagai acuan, prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian, sehingga permasalahan yang diangkat nantinya akan dapat dianalisa dengan baik.

2.1. *Lean Tools*

Lean tools yang digunakan *Toyota Production Sistem* (TPS) yang dapat digunakan digunakan di perusahaan manapun adalah sebagai berikut:

1. 5S

5S adalah metodologi yang digunakan organisasi untuk menciptakan dan memelihara tempat kerja yang bersih dan berkualitas tinggi. Hasilnya yang diinginkan adalah organisasi yang efektif di tempat kerja sehingga menghapus kerugian yang berhubungan dengan kegagalan dan kerusakan, sehingga adanya peningkatan kualitas dan keselamatan kerja. 5 S yang berarti:

- a. *Seiri*: Memilah
- b. *Seiton*: Merapikan
- c. *Seiso*: Menyingkirkan
- d. *Seiketsu*: Standarisasi

e. *Shitsuke*: Memelihara standar

2. *Total Production Maintenance (TPM)*

Total Productive Maintenance (TPM) adalah konsep pemeliharaan nilai tambah. TPM telah dilaksanakan sebagai proses mandiri di lingkungan manufaktur, sebagai strategi dasar dari TPS, atau sebagai komponen pemeliharaan sebuah program TQM. TPM berfokus pada pemeliharaan sebagai bagian integral dari bisnis. Tujuannya adalah untuk meminimalkan keadaan darurat dan system pemeliharaan terjadwal dengan mengkonversi kegiatan pemeliharaan yang direncanakan. TPM berevolusi dari TQM dan terbukti sebagai metodologi dasar yang efektif dalam kerangka Lean.

3. *Total Quality Management (TQM)*

Total Quality Management (TQM) merupakan strategi organisasi yang menjadi payung utama dalam hal konsep kualitas. Kultural elemen menuntut perspektif kualitas dalam seluruh aspek operasional perusahaan. TQM menekankan orientasi pelanggan, komitmen dari manajemen puncak, perbaikan terus-menerus, berdasarkan fakta dalam pengambilan keputusan, respon yang cepat, dan kontribusi karyawan. Semua kualitas dan alat-alat statistic analisis berlaku di bawah TQM.

4. *Just In Time (JIT)*

Just in time adalah filosofi manajemen yang berusaha untuk

menghilangkan limbah dan biaya yang merupakan aktivitas pemborosan dengan cara memproduksi produk yang tepat di tempat yang tepat pada waktu yang tepat.

2.2 Definisi Non Efisiensi Added

Dalam konsep *Lean*, *non efisiensi added* adalah aktivitas yang tidak menjadi nilai tambah dimana pelanggan tidak membayarnya baik aktivitas itu diwujudkan dalam bentuk barang maupun pelayanan.

Aktivitas *non efisiensi added* ini dikategorikan menjadi 3 yaitu:

1. *Muda (waste)* adalah aktivitas yang mengkonsumsi segala jenis sumber daya yang ada tetapi tidak member nilai tambah bagi konsumen. *Muda* dibagi menjadi 2 tipe yaitu:
Tipe1: *Muda* yang meliputi aktivitas yang tidak diinginkan tetapi untuk suatu alasan tertentu diperlukan dalam organisasi. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan tetapi dapat dijadikan lebih efektif.
Tipe2: *Muda* ini adalah aktivitas *non efisiensi added* yang tidak diperlukan bagi perusahaan. Aktivitas ini adalah *waste* yang dapat dihilangkan.
2. *Mura (unevenness)* adalah *waste* yang disebabkan karena adanya variasi dalam kualitas, biaya dan pengiriman ketika aktivitasnya tidak berjalan dengan baik dan konsisten. *Mura* meliputi segala sumber daya yang menjadi *waste* ketika kualitas tidak dapat diprediksi seperti: biaya uji coba, inspeksi, *reworks*, *overtime* dan pengiriman tidak terjadwal.

3. *Muri (overloading)* adalah pembebanan yang tidak perlu dan tidak masuk akal terhadap tenaga kerja, peralatan, mesin atau sistem yang melebihi kapasitasnya. Pendekatannya adalah factor ergonomis dengan mengevaluasi pembebanan yang tidak diinginkan.

2.3 Konsep 7 Waste

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan *waste*. Maka sangatlah penting untuk mengetahui apakah *waste* itu dan dimana dia berada. Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut Shigeo Shingo (Hines & Taylor, 2000) yaitu:

1. *Overproduction*

Merupakan *pemborosan* yang berupa produksi yang terlalu banyak, lebih awal, dan terlalu cepat diproduksi yang mengakibatkan *inventory* yang berlebih dan terganggunya aliran informasi dan fisik.

2. *Defect*

Merupakan *waste* yang dapat berupa kesalahan yang terjadi saat proses pengerjaan, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, dan performansi pengiriman yang buruk. Hal ini dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waste defect (\$)} = \text{Jumlah defect(unit)} \times \text{Harga jual (\$)}$$

3. *Unnecessary Inventory*

Merupakan *waste* yang berupa penyimpanan barang yang berlebih yang sebenarnya tidak perlu terjadi, serta *delay* informasi produk atau material yang mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap pelanggan.

4. *Inappropriate processing*

Merupakan *waste* yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah, penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan dalam suatu operasi kerja. Hal ini dapat dengan rumus:

$$Availability = \frac{(Loading\ time - Downtime)}{Loading\ time}$$

5. *Excessive transportation*

Merupakan *waste* yang berupa pemborosan waktu, usaha dan biaya karena karena pergerakan yang berlebihan dari orang, informasi atau produk atau material. Pemborosan ini bias disebabkan karena tata letak mesin di lantai produksi yang kurang tepat dan kurang memahami aliran proses produksi.

6. *Waiting*

Merupakan *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak efisien. Dapat berupa ketidak suaian dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu dan memperpanjang *lead time* produksi.

7. *Unnecessary motion*

Waste jenis ini biasanya terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomics sehingga dapat menyebabkan rendahnya produktivitas pekerja dan berakibat pada terganggunya *lead time* produksi serta aliran informasi. Hal ini dapat dengan rumus:

$$\begin{aligned} & \text{Waste time} \\ &= (\text{Jumlah produksi (unit)} \times \text{cycle time existing}) \\ & - (\text{Jumlah produksi (unit)} \times \text{cycle time theory}) \end{aligned}$$

2.4 **Konsep Lean Manufacturing**

Lean manufacturing adalah suatu konsep dan pendekatan yang dilakukan secara terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*efisiensi added*)

material dan produk (barangataujasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (customer efisiensi). Waste adalah kegiatan pemborosan pada saat berlangsungnya aktivitas produksi dari tahap awal hingga akhir baik dari sudut pandang pelanggan maupun perusahaan. Terdapat beberapa pemborosan yang telah digolongkan oleh Toyota yaitu overproduction, waiting time, unnecessary transport, over-processing, excess inventory, unnecessary movement dan defect. Pemborosan terjadi akibat adanya aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (non efisiensi added) terhadap proses produksi maupun bisnis proses pada perusahaan. Konsep lean manufacturing telah banyak digunakan oleh perusahaan di US dengan tujuan agar tetap bersaing di era global market yang semakin meningkat. Tujuan dari lean adalah meningkatkan customer efisiensi melalui peningkatan rasio secara terus-menerus antara nilai tambah (efisiensi added) terhadap waste (the efisiensi to waste ratio), mengelola persediaan lebih baik, meningkatkan kualitas produksi serta menghasilkan biaya

operasional produksi menjadi lebih efisien (Capital, 2004).

Lean manufacturing memiliki nama lain TPS (Toyota Production System) dan berasal dari Jepang. Lean manufacturing merupakan suatu kombinasi konsep lean dan manufacturing (produksi) yang dapat didefinisikan sebagai filosofi bisnis dalam pendekatan secara sistematis dan dapat mengidentifikasi sumber pemborosan dengan beberapa tools yang ada. (Womack et al., 1990). Konsep dan beberapa tools dari Lean Manufacturing adalah sebagai berikut (Nahmias, 2001):

1. *Cellular Manufacturing*

Cellular manufacturing mengorganisi keseluruhan produk pada proses produksi berdasarkan produk-produk tertentu atau kesamaan jenisnya (*similar*) yang dimasukkan dalam satu grup, termasuk mesin, peralatan dan operator yang diperlukan.

2. *Just-in-Time (JIT)*

Merupakan suatu system produksi dimana pelanggan atau customer menginisiasikan permintaan dan permintaan tersebut akan ditransmisikan berdasarkan perakitan akhir

dari produk. Pada sistem JIT tersebut jumlah produksi akan sesuai terhadap permintaan yang datang sehingga mengeliminasi inventori dan meningkatkan zero defects terhadap produk.

3. *Total Preventive Maintenance (TPM)*

Pada system ini pekerja melakukan pemeliharaan peralatan rutin untuk mendeteksi apakah terdapat kelainan atau kerusakan yang biasanya terjadi pada mesinproduksi. Tujuan dari hal ini tidak lain adalah melakukan pencegahan (preventive) dibandingkan memperbaiki.

4. *Setup Time Reduction*

Pada system ini bertujuan untuk mengurangi *setup time* pada mesin secara terus menerus sehingga menghasilkan produksi yang efisien.

5. *Total Quality Management*

Merupakan suatu system perbaikan terhadap *human resource* atau pekerja dengan *participative management* yang berfokus pada kebutuhan dari pelanggan sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.

6. 5 S

Pada sistem ini fokus yang ada yaitu pada penempatan tempat atau wilayah kerja yang efektif dan standardisasi

rencana kerja (*standardized work procedures*).

2.4.1 Prinsip dan Strategi Lean Manufacturing

Terdapat 3 Prinsip dan 6 Strategi dalam penerapan *Lean Manufacturing* di sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industry perakitan Elektronik.

2.4.1.1 *Prinsip Mendefinisikan Nilai Produk (Define Efisiensi Principle)*

Mendefinisikan Nilai suatu produk berdasarkan pandangan dan perspektif pelanggan melalui konsep QCDS + PME (Quality Cost Delivery, Service + Productivity, Motivation and Environment)

Dalam prinsip peng-definisian Nilai suatuproduk, perlu melakukan proses Efisiensi Stream identification yaitu melakukan identifikasi terhadap Nilai-nilai yang terkandung dalam aliran proses mulaidari Supplier (pemasok) sampaike Customer (pelanggan). Dari Identifikasialiran proses tersebut kita dapat mengetahui mana proses atau pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk dan kepuasan pelanggan.

2.4.1.2 *Prinsip Menghilangkan Pemborosan (Waste Elimination Principle)*

Pemborosan adalah suatu pekerjaan ataupun proses yang tidak memberikan Nilai Tambah terhadap produk dan kepuasan pelanggan. Untuk lebih jelasnya anda dapat melihat artikel 7 Waste yang harus dihindari dalam Produksi.

2.4.1.3 *Prinsip Pendukung Karyawan (Support the Workers Principle)*

Memberikan pengetahuan tentang alat-alat (tools) yang diperlukan untuk melaksanakan Lean Manufacturing dan pelatihan yang memadai kepada karyawan-karyawati dalam perusahaan. Hal ini dikarenakan Karyawanlah yang merupakan orang yang langsung berhadapan dengan pekerjaan penerapan Lean Manufacturing dan merekalah yang menjalankan operasional harian produksi dalam suatu industri.

2.4.2 Strategi Lean Manufacturing

2.4.2.1 *Pull System Strategy (Strategi Sistem Tarik)*

Yaitu Sistem penarikan material saat diperlukan saja, tujuan dari Pull system ini adalah untuk meningkatkan fleksibilitas dan dapat merespon dengan cepat kebutuhan

pelanggan serta menghindari pemborosan yang akan terjadi.

2.4.2.2 Quality Assurance Strategy (Strategi Penjaminan Kualitas)

Dalam Lean Manufacturing, Kualitas adalah dibangun dalam proses produksinya. Dengan kata lain, produksi sendirilah yang harus menjamin kualitas produk itu sendiri. Beberapa Teknik dan metodologi yang dapat dipakai dalam menjamin kualitas dalam produksi diantaranya adalah Metodologi Six Sigma dan Konsep dasar Kualitas yaitu Jangan Menerima barang Reject, Jangan Membuat Reject dan Jangan melewatkan Reject.

2.4.2.3 Plan Layout & Work assignment Strategy (Strategi Perencanaan Layout & Pembagian Tugas)

Yaitu strategi dalam merencanakan Layout produksi agar dapat mengurangi pemborosan (waste) dalam proses serta pembagian tugas yang jelas pada masing-masing prosesnya.

2.4.2.4 Continous Improvement (KAIZEN) Strategy (Strategi Peningkatan yang berkesinambungan)

Melakukan perbaikan dan peningkatan terhadap proses secara terus menerus dalam segala aspek seperti mengurangi pemborosan (waste), meningkatkan

keselamatan kerja ataupun pengurangan biaya produksi. Kebudayaan Kaizen (Peningkatan yang berkesinambungan) ini harus diterapkan kesemua level karyawan di perusahaan.

2.4.2.5 *Decision Making Strategy (Strategi Pengambilan Keputusan)*

Pengambilan Keputusan yang benar merupakan hal yang sangat penting dalam menjalankan peningkatan proses yang terus menerus. Contohnya Keputusan-keputusan dalam mengubah Layout produksi, penggunaan peralatan kerja maupun penentuan pembagian tugas. Pengambilan keputusan yang dianjurkan dalam Lean Manufacturing adalah pengambilan keputusan secara mufakat yang artinya dapat didukung oleh semua pihak yang berkaitan dengan penerapan Lean Manufacturing dalam suatu Industri.

2.4.2.6 *Supplier Partnering Strategy (Strategi kerjasama dengan Pemasok)*

Supplier atau pemasok merupakan salah satu pihak yang terpenting dalam memberikan dukungan dalam menjalankan Lean Manufacturing disebuah perusahaan seperti memberikan dukungan dalam pengiriman yang tepat waktu, menyediakan material (bahan produksi) yang

berkualitas tinggi atau bebas dari kerusakan. Supplier (pemasok) harus dianggap sebagai bagian dari perusahaan yang menerapkan Lean Manufacturing sehingga diperlukan pengembangan dan pelatihan terhadap suppliernya.

2.5 **BIG Losses**

Setelah sebelumnya mengenal istilah OEE (Overall Equipment Effectiveness) dan hubungannya **SIX** dengan efektivitas produksi suatu industri manufaktur. Yang selanjutnya perlu diketahui adalah 6 rugi-rugi mesin produksi atau yang biasa disebut dengan istilah Six Big Losses. Six Big Losses ini merupakan bagian dari OEE, merupakan faktor pengurang dari nilai total OEE. Singkatnya jika nilai OEE bernilai 70% maka 30% sisanya adalah merupakan rugi-rugi mesin produksi.

Nilai OEE yang biasanya di representasikan dengan persentase, dapat di definisikan sebagai perbandingan waktu efektif suatu mesin yang memproduksi suatu barang bagus (good product) berbanding dengan total waktu yang tersedia. Sehingga bisa dikatakan mustahil, sepanjang total waktu yang tersedia untuk produksi, mesin bisa selalu menghasilkan barang bagus. Sehingga hampir pasti selalu ada rugi-rugi mesin produksi yang terjadi. Untuk

menyederhanakan rugi-rugi mesin produksi ini kemudian dikategorikan menjadi 6 besar rugi-rugi produksi (Six Big Losses);

1. Waktu henti mesin yang direncanakan (Planned Downtime). Kerugian karena mesin berhenti akibat adanya aktivitas yang telah direncanakan sebelumnya.

2. Waktu henti mesin rusak/tidak direncanakan (Unplanned Downtime). Kerugian karena mesin berhenti akibat adanya kerusakan yang tiba-tiba dan tidak direncanakan.

3. Rugi waktu henti sebentar/temporer (Minor Stop). Kerugian akibat kerusakan kecil atau masalah-masalah temporer yang menyebabkan mesin berhenti sebentar, biasanya dalam kurun waktu 3–5 menit.

4. Rugi waktu jalan lambat (Speed Loss). Kerugian akibat perbedaan kecepatan yang direncanakan (designed speed) dengan kecepatan nyata (actual speed).

5. Rugi waktu kerja ulang (Rework Loss). Kerugian akibat timbul produk yang harus kerjakan ulang ulang karena tidak memenuhi standar output produk, tetapi masih bisa diperbaiki dengan diproses ulang.

6. Rugi waktu barang cacat (Reject Loss). Kerugian akibat timbul produk yang cacat atau tidak memenuhi standard output produk dan tidak dapat dikerjakan ulang.

Six Big losses kemudian dipecah dan dimasukkan kedalam 3 parameter utama yang mempengaruhi nilai OEE:

1. Planned Downtime dan Unplanned Downtime mempengaruhi nilai dari Availability.

2. Minor Stop dan Speed Loss mempengaruhi nilai dari Performance.

3. Rework dan Reject mempengaruhi nilai dari Quality

Six Big Losses	OEE Parameter
Planned Downtime	Availability
Unplanned Downtime	
Minor Stop	Performance
Speed Loss	
Rework	Quality
Reject	

Dengan mengetahui 6 besar rugi-rugi produksi, stakeholder terkait bisa mengetahui seberapa banyak waktu yang terbuang dalam proses produksi, sehingga bisa melakukan analisa yang lebih mendalam kenapa hal tersebut terjadi dan bagaimana melakukan perbaikan agar waktu yang terbuang tersebut menjadi lebih pendek dan

waktu produksi lebih efektif. Perbaikan waktu yang terbuang dalam 6 besar rugi-rugi produksi secara tidak langsung akan meningkatkan produktivitas dan keuntungan suatu perusahaan manufaktur.

Lalu bagaimana caranya suatu perusahaan manufaktur bisa mendapatkan 6 besar rugi-rugi produksi

i. **Kenapa Mengetahui Downtime Suatu Mesin Produksi Adalah Hal Yang Penting**

Data merupakan komponen penting bagi suatu analisis. Dengan adanya data pengambilan keputusan menjadi lebih mudah dan tepat. Dari data yang sudah ada, operator dapat melakukan proses analisis mesin dengan mudah dan terstruktur. Analisa pada mesin yang mengalami downtime sangat penting bagi proses produksi dan efektifitas produksi ke depan.

1. Apa yang terjadi dalam pabrik

Ketika melakukan pelacakan terhadap mesin yang downtime secara tepat, kita mendapatkan informasi mengenai problem yang terjadi. Dari informasi yang telah di dapat ini operator dapat mengambil keputusan yang di ambil terhadap mesin yang mengalami downtime. Dengan adanya

data ini operator dapat meningkatkan produksi mereka. Kenapa bisa? Bayangkan saja jika dalam satu lini produksi teknisi tidak memiliki data dan mesin mengalami downtime secara terus menerus sehingga produksi setiap shift selalu menurun setiap harinya, pabrik akan kehilangan biaya dan waktu yang cukup banyak. ...

2. Beberapa keuntungan dengan menggunakan OEE

Monitoring

Beberapa orang manajemen produksi perlu meyakinkan bagaimana OEE dapat menguntungkan departemen produksi dan perusahaan. Setiap kendala seperti perlambatan, gangguan pada proses produksi, mesin tidak memulai kembali tepat waktu, dll. Berikut beberapa keuntungan yang akan di dapat perusahaan dengan menggunakan OEE.

1. Dari pemeliharaan yang akan timbul hingga pencegahan

Ketika sebuah mesin atau lini produksi di pabrik berhenti secara tak terduga, reaksi yang timbul adalah membuatnya berjalan kembali secepat mungkin. Ini berarti teknisi membuat perbaikan sementara pada mesin dan

mesin itu kembali diproduksi. Perbaikan seperti itu bukan merupakan solusi permanen untuk jangka panjang, dan penyebab kerusakan mungkin tidak pernah ditemukan. ...

3. Manfaat OEE untuk Efektivitas Produksi

OEE (Overall Equipment Effectiveness) adalah suatu metode untuk pengukuran kinerja mesin produksi dalam penerapan program TPM (Total Productive Maintenance). OEE mengidentifikasi presentase waktu produksi yang benar-benar produktif. Proses produksi yang memiliki nilai OEE 100% adalah proses yang sempurna yaitu menghasilkan output yang baik, dalam waktu sesingkat mungkin, tanpa ada down time.

Di dalam OEE terdapat tiga metode pengukuran seperti:

A. Availability (downtime), Performance (cycle), dan Quality (defect). Availability yaitu memperhitungkan semua kejadian yang menghentikan proses produksi dalam beberapa menit.

B. Performance adalah perhitungan jumlah unit produk yang dihasilkan dalam waktu yang tersedia. ...

4. Pentingnya mengawasi kondisi lingkungan pabrik

Sumber daya memiliki peran bagi kelangsungan proses produksi. Sumber daya bisa berupa teknisi, mesin, dan lainnya. Saat ini dengan adanya kegiatan manufaktur yang bermaksud untuk mengolah dan memanfaatkan kekayaan alam, namun pada kenyataannya pemanfaatan kekayaan alam tersebut berlebihan untuk menghasilkan materi yang berlebihan juga, hal ini dapat mengurangi daya dukung bagi lingkungan dan akan berdampak negative bagi kelangsungan hidup sumber daya tersebut kedepannya.

Saat ini masih banyak manufaktur Indonesia yang belum peduli terhadap kondisi lingkungan pabrik. Perusahaan masih kurang informasi terkait kondisi lingkungan, perusahaan tidak memiliki alat untuk pemberitahuan terkait kondisi lingkungan, serta perusahaan masih kurang pengawasan terhadap kondisi lingkungan.

Kegiatan TPM (Total Productive Maintenance) identik dalam pengamatan nilai OEE atau Overall Equipment Effectiveness dimana di OEE mempunyai beberapa penyakit yang menyebabkan penurunan nilainya yaitu:

- i. Kerugian karena kerusakan (*breakdown*), Kerusakan mesin atau peralatan akan menyebabkan waktu terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi

perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat

2. Kerugian karena pemasangan dan penyetelan (*setup and adjustment losses*), Kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu pemasangan dan waktu penyesuaian yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain, total kebutuhan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan.
3. Kerugian karena operasi berhenti (*small stop*), Kerugian karena mesin beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika factor eksternal mengakibatkan mesin atau peralatan berhenti berulang-ulang atau beroperasi tanpa menghasilkan produk.
4. Kerugian karena penurunan kecepatan operasi (*reduced speed*), Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi actual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal.
5. Kerugian karena produk cacat (*process defect losses*), Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah

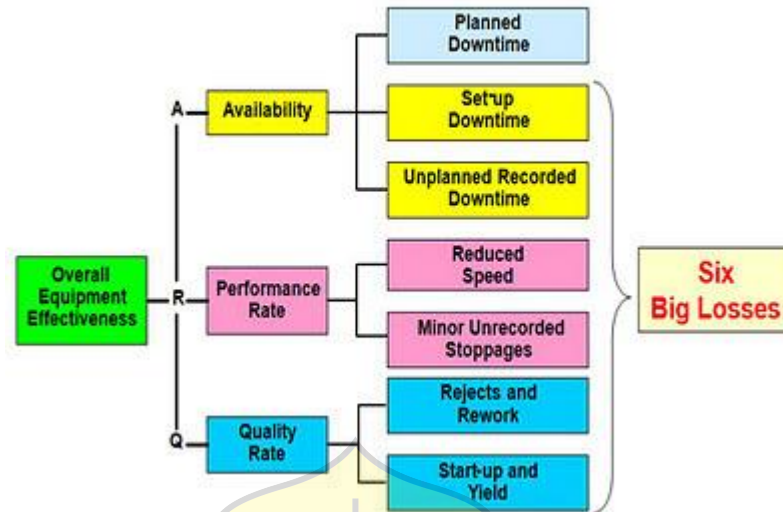
produksi meningkatkan dan peningkatan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi kembali.

6. Kerugian pada awal produksi (reduced yield losses), 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 factor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan peralatan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan produksi yang dilakukan.

Tabel 2.1 Klasifikasi Losses

Six Big Losses	OEE Category	Loss	Contoh Kejadian	Keterangan
Break Down	Down Time Loss		- Kerusakan alat - Perawatan yang tidak terjadwal - General Breakdown	Bisa Fleksibel antara breakdown (down time loss) dgn small stop (speed loss)
Set Up and Adjustment	Down Time Loss		- Kerusakan Mesin - Set up/Change Over - Material shortage - Operator shortage - Major adjustment - Pemanasan	Pemborosan ini sering dipakai dalam program pengurangan waktu setup.
Small Stop	Speed Loss		- Kejadian yg menghalangi aliran produksi - Misfeeds - Terhalangnya sensor - Terhalangnya pengiriman - Pembersihan dan pengecekan	Yg termasuk kategori ini adalah berhenti dibawah 5 menit dan tidak membutuhkan staff maintenance
Pengurangan Kecepatan	Speed Loss		- Jalan mesin yang kasar - Dibawah kapasitas yang tertulis pada nameplatnya - Dibawah kapasitas yang diharapkan - Ketidakefisienan operator	
Start Up Reject	Quality Loss		- scrap - rework - Perakitan yang tidak Tepat	Reject selama waktu pemanasan, start up atau awal produksi. Kemungkinan disebabkan oleh set up yang tidak tepat, warm up kurang, dll
Production Reject			- scrap - rework - Perakitan yang tidak Tepat	Reject yang terjadi selama produksi berjalan.

Model Overall Equipment Effectiveness:



Gambar 2.1 Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

Kegiatan dan tindakan tindakan yang di lakukan dalam TPM tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan downtime mesin/peralatan akan tetapi banyak factor yang menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan saja. Rendahnya produktifitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering di akibatkan oleh pengguna mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien terdapat pada enam factor yang disebut kerugian besar (six big losses) Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana sebaiknya sumber sumber daya yang digunakan dalam prose produksi untuk menghasilkan output, efisiensi merupakan karakteristik proses mengukur perormasi actual dari sumber daya yang relative terhadap standar yang digunakan ditetapkan. Sedangkan Efektivitas

merupakan karakteristik lain dari proses mengukur derajat penyampaian output dari system produksi, efektifitas di ukur dari actual output rasio terhadap output direncanakan.

Dalam era persaingan bebas saat ini pengukuran system produksi yang hanya mengacu pada kualitas output semata akan dapat menyesatkan, karena pengukuran ini tidak memperhatikan karakteristik utama dari proses yaitu, kapasitas efisiensi dan efektifitas. Menggunakan mesin /peralatan seefisien mungkin artinya adalah memaksimalkan fungsi dari kinerja mesin/peralatan produksi dengan tepat guna dan berdaya guna, Untuk dapat meningkatkan produktifitas mesin/peralatan yang digunakan maka perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan pada six big losses Adapun keenam kerugian besar (six big losses) tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Downtime* (Penurunan Waktu)
 - a. *Equipment failure/breakdowns* (Kerugian karena kerusakan peralatan)
 - b. *Set-up and Adjustment* (kerugian karena pemasangan dan penyetelan)
2. *Speed losses* (penurunan kecepatan)
 - b. *Idling and minor stoppages* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat)
 - c. *Reduced speed* (Kerugian karena kecepatan Produksi)

3. *Defects (cacat)*

- a) *Proses defect* (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk di proses ulang)
- b) *Reduced yielded losses* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil)
- c) *Equipment failur/Breakdown* (Kerugian Karena Kerusakan Peralatan)

Kerusakan mesin/peralatan (*equipment failru breakedowns*) akan mengakibatkan waktui yang terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat dari produk yang di hasilkan cacat. *Set-up and Adjustment losses* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan) Kerugian karena *set-up dan adjustment* adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang di butuhkan untuk kegiatan kegiatan mengganti jenis produk ke jenis berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang di butuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produksi berikutnya sampai dihasilkan produksi sesuai untuk proses selanjutnya. *Idling and minor stoppages losses* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat) Kerugian kerena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang ulang

mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk. Reduced speed losses (Kerugian karena penurunan kecepatan operasi)

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika operasi lebih kecil dari kecepatan yang di rancang beroperasi dalam kecepatan normal.

Menurunnya kecepatan produksi antara lain di sebabkan oleh:

- a. Kecepatan mesinyang di rancang tidak dapat di capai karena berubahnya jenis produk atau material yang tidaka sesuai denganmesin dan peralatan yang di gunakan.
- b. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
- c. Kecepatan produksi sengaja di kurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produksi yang di hasilkan jika di produksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.Process Defect Losses (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produksi di proses ulang)

Produk cacat yang di hasilkan akan mengakibatkan kerugian material,mengurangi jumlah produksi, limbah produksi produksi meningkat dan biaya untuk mengerjakan ulang, kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga

kerja dan waktu yang di butuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun memperbaiki cacat produk Cuma sedikit akan tetapi kondisi seperti ini bias menimbulkan masalah yang semakin besar. Reduced Yield losses (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mwncapai kondisi produksi yang stabil).

- d. Reduced yieled losses adalah kerugian waktu dam material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang di harapkan. Kerugian yang timbul tergantung pada factor factor seperti keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (dies) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang di timbulkan.

Tabel 2.2 Rumus OEE:

Peralatan Produksi	Six Big Loss	Perhitungan OEE
Loading Time		
Operating Time	1 Breakdown Loss	Availability = $\frac{\text{Loading Time}}{\text{Downtime Losses}} \times 100\%$
	2 Setup & Adjustment Loss	
Net Operating Time	3 Chokotei Loss	Performance rate = $\frac{\text{Teoritical cycle time} \times \text{Process amount}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$
	4 Cycle Time Loss	
Valuable Operating Time	5 Defect Loss	Quality Rate = $\frac{\text{Process amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processes amount}} \times 100\%$
	6 Startup Loss	
OEE = Availability x Performance Rate x Quality Rate		

2.6 Metode Penjadwalan

1. Pendekatan Probabilitas

Untuk menentukan kebijaksanaan mana yang digunakan, pemeliharaan preventif yang akan dilakukan, harus diketahui terlebih dahulu biaya pemeliharaan (*Servicing Cost*) dan biaya kerusakan (*Breakdown Cost*), kemudian juga harus diketahui probabilitas terjadinya kerusakan setelah pemeliharaan ataupun perbaikan kerusakan sejak reparasi periode sebelumnya. Adapun urutan perhitungannya adalah sebagai berikut (T. Hani Handoko, 1997, hal 160):

- Mengumpulkan Data Kerusakan Mesin
Adapun data yang dikumpulkan dalam perhitungan ini adalah data kerusakan mesin yang diambil dari mesin-mesin yang diamati pada periode yang ditentukan.
- Mengumpulkan Biaya Kerusakan Dan Biaya Pemeliharaan
Adapun data biaya kerusakan dan biaya pemeliharaan (*Servicing Cost*) dan biayakerusakan (diambil dari biaya pemeliharaan *Breakdown Cost*) untuk setiap mesin dalam pengerjaan perawatan.
- Probabilitas Kerusakan Mesin
Probabilitas terjadinya kerusakan didapat dari jumlah frekuensi kerusakan pada bulan tertentu (n_j) dibagi dengan total jumlah frekuensi kerusakan (N). Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$P_j = \frac{n_j}{N}$$

Dimana:

P_j = Probabilitas terjadinya kerusakan pada periode j

n_j = Frekuensi kerusakan pada periode j

N = Total jumlah frekuensi kerusakan

j = Periode tertentu

➤ Biaya Kerusakan Per Bulan Yang Diharapkan

Sebelum menentukan biaya kerusakan per bulan tiap mesinnya, terlebih dahulu menghitung rata-rata waktu mesin bekerja tanpa mengalami kerusakan. Rumus yang digunakan untuk mencari rata-rata waktu mesin bekerja, yaitu:

$$E_{(n)} = n \cdot p_n$$

Dimana:

$E_{(n)}$ = Rata-rata waktu mesin bekerja

n = Periode

p_n = Probabilitas kerusakan

Setelah mendapatkan nilai rata-rata waktu mesin bekerja selanjutnya dapat dicari biaya kerusakan per bulan yang diharapkan dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$TC = \frac{N \cdot C_b}{E_{(n)}}$$

Dimana:

TC = Biaya kerusakan per bulan yang diharapkan

C_b = Biaya kerusakan per mesin

N = Jumlah mesin

➤ Penentuan Jumlah Kerusakan Yang Diharapkan Tiap Periode

Sebelum masuk pada penentuan model perawatan, maka dicari dahulu jumlah kerusakan tiap periodenya karena nilai-nilai tersebut merupakan syarat perhitungan pada tahap selanjutnya.

Jumlah kerusakan mesin yang diharapkan dapat dicari dengan rumus :

$$B_n = N (\sum P_n) + B (n - 1) P_1 + B (n - 2) P_2 + B (n - 3) P_3 + \dots + B_1 P (n - 1)$$

Dimana:

B_n = Jumlah kerusakan yang diharapkan pada periode n

N = Jumlah mesin

P = Probabilitas kerusakan pada periode n

n = Periode

➤ Penentuan Jenis Perawatan

Sebelum mengaplikasikan Jenis perawatan yang digunakan maka terlebih dahulu menganalisa Jenis perawatan yang sesuai. Apabila biaya kerusakan ditambah biaya pemeliharaan per periode lebih kecil

dari biaya kerusakan yang diharapkan berdasarkan probabilitas kerusakan, maka Jenis perawatan yang sesuai adalah perawatan preventif. Sedangkan perawatan korektif apabila nilai yang diperoleh adalah kebalikannya.

Rumus yang digunakan untuk menganalisa Jenis perawatan adalah sebagai berikut:

$$\frac{C_p + (B_n \cdot C_b)}{n} < \frac{N \cdot C_b}{E_{(n)}}$$

Dimana:

C_p = Biaya pemeliharaan Preventif maintenance

B_n = Jumlah kerusakan mesin tiap n periode

n = Periode

C_b = Biaya Kerusakan

E_n = Rata-rata waktu mesin bekerja

➤ Aplikasi Model Perawatan

Selanjutnya akan dibuat table biaya perawatan preventif, table ini memperlihatkan waktu efektif perawatan preventif dapat dilakukan.