

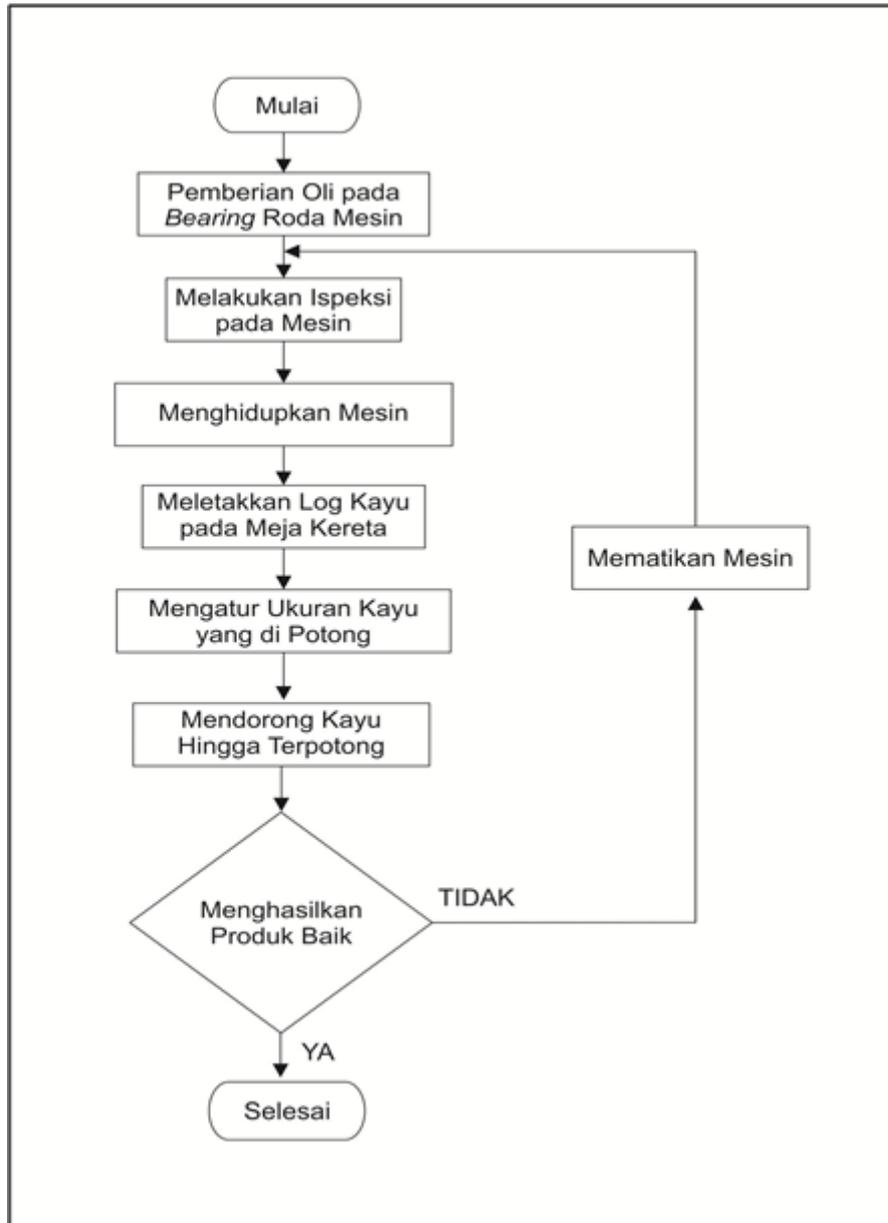
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dasar teori yang digunakan dalam skripsi mengenai Mesin *Benzo Type A*, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, Diagram *Pareto* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

### 2.1 Mesin *Benzo Type A*

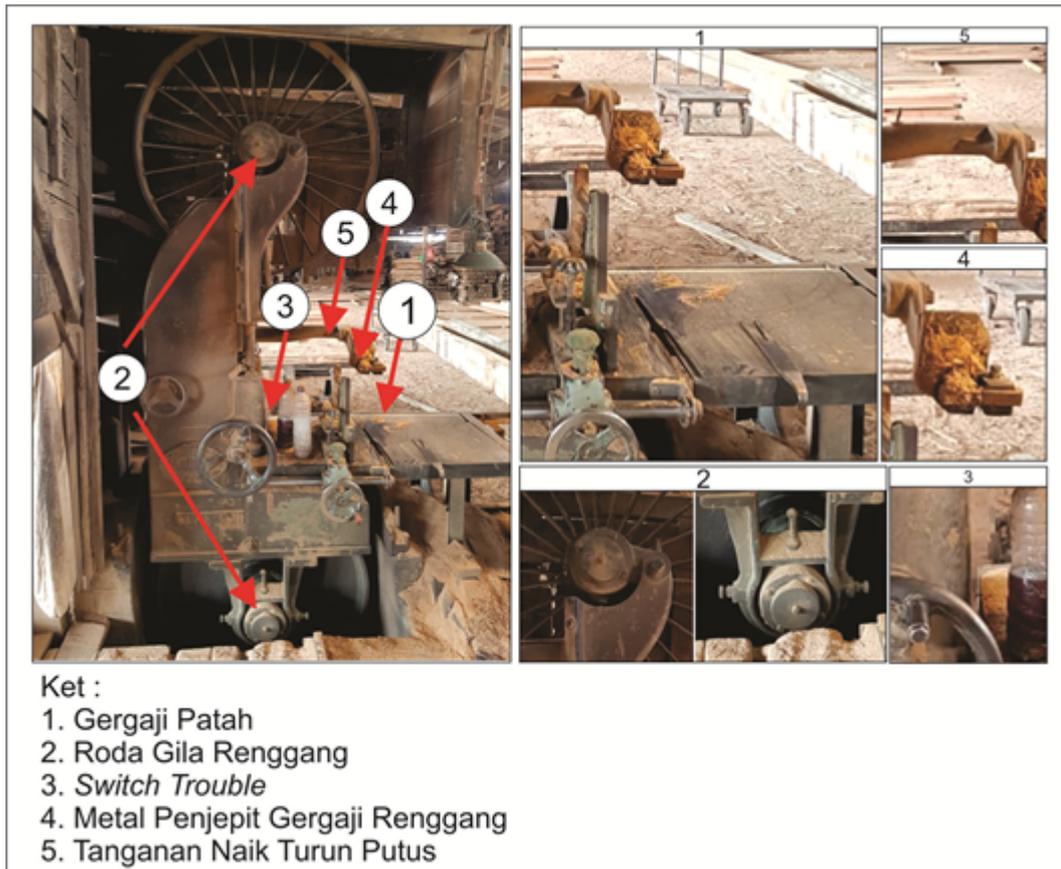
UD. Prima Cahaya Abadi adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri usaha pengolah kayu yang didirikan di Jl. Mayjen Sungkono 17B Gresik. Hasil produksi perusahaan tersebut adalah papan dan balok kayu dengan berbagai ukuran, mulai dari ukuran papan kayu 220 cm – 330 cm dan balok kayu (3 x 5) cm – (6 x 12) cm. Secara singkat proses produksi kayu tersebut adalah bahan baku Log kayu dipotong menjadi papan dan balok kayu setengah jadi sesuai ukuran dengan Mesin Potong Kayu *Benzo*, kemudian permukaan kayu dihaluskan dengan Mesin Serut dan di *packing*. Umur Mesin Potong Kayu *Benzo Type A* adalah 17 tahun dengan manajemen perawatan mesin *breakdown maintenance*, dimana perbaikan mesin hanya dilakukan ketika terjadi kerusakan mengakibatkan sering terjadinya *Downtime*.

Sesuai objek penelitian dalam skripsi ini, penulis akan menjelaskan proses operasi dan jenis-jenis kerusakan pada Mesin *Benzo Type A*. Berikut *Flowchart* pengoperasian Mesin *Benzo Type A* pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Flowchart* Pengoprasian Mesin *Benzo Type A*  
 (Sumber : UD. Prima Cahaya Abadi)

Dalam setiap proses inspeksi mesin yang dilakukan oleh beberapa operator, terdapat beberapa kerusakan diantaranya adalah Gergaji Patah, Roda Gila Renggang, *Switch Trouble*, Metal Penjepit Gergaji Renggang dan Tangan Naik Turun Putus. Setiap kerusakan yang terjadi mengharuskan operator untuk mematikan mesin dan mengganti komponen mesin yang rusak, sehingga memulai proses operasi mesin sesuai dengan *Flowchart* diatas. Berikut ini bagian mesin yang mengalami kerusakan yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kerusakan Mesin *Benzo Type A*  
(Sumber : UD. Prima Cahaya Abadi)

## 2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

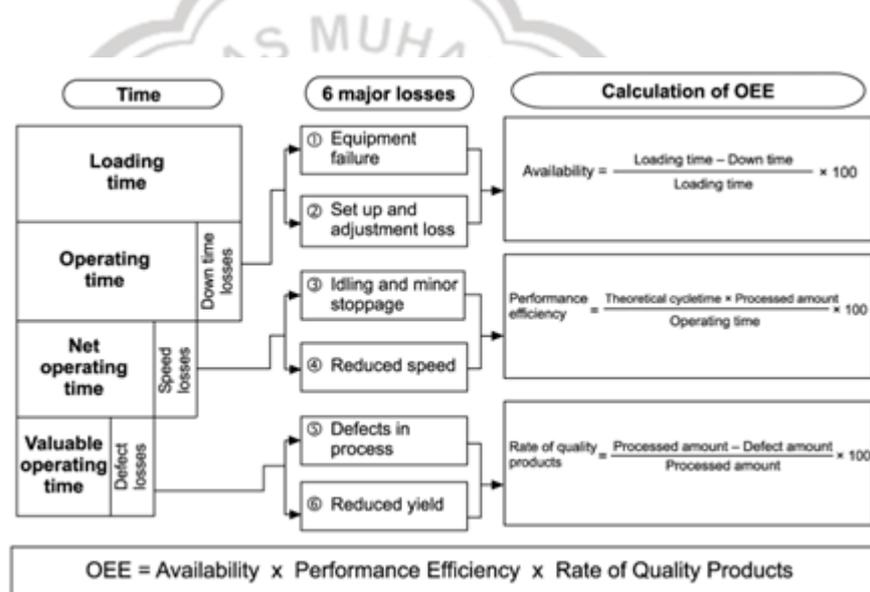
Performansi sebuah mesin dapat dihitung dengan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang merupakan pengukuran *total* terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dalam hal pengiriman yang sesuai dengan spesifikasi kualitas menurut konsumen (Ahuja dan Kahamba, 2008).

### 2.2.1 Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Rizkia (2015) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan suatu pengukuran efektivitas pemakaian suatu mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi dan kualitas produk yang dihasilkan.

## 2.2.2 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah perhitungan yang digunakan untuk menentukan tingkat efektivitas peralatan. Dengan metode ini TPM berusaha untuk memaksimalkan *output* dengan mempertahankan kondisi operasi yang ideal dan peralatan/mesin berjalan dengan efektif. Sebuah peralatan yang mengalami *breakdown*, penurunan kecepatan dan menghasilkan produk cacat maka peralatan/mesin tidak beroperasi secara efektif. Untuk mencapai *Overall Equipment effectiveness*, maka langkah yang pertama adalah menghilangkan *six big losses* (enam kerugian besar) yang merupakan penghalang dalam efektivitas peralatan (Ahuja dan Kahamba, 2008). Berikut prosedur perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Tahap Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

(Sumber : Ahuja dan Kahamba, 2008)

### 2.2.2.1 *Availability*

*Availability* merupakan ketersediaan waktu mesin secara aktual untuk beroperasi. Nilai persentase *availability* merupakan perbandingan antara *actual operating time* dan *planned working time*. Perhitungan dari persentase *availability* membutuhkan nilai dari *working time*, *planned downtime*, dan *downtime*. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah (Agung dan Wahid, 2016) :

$$Availability = \frac{Operatio\ time}{Loading\ Time} \times 100\% = \frac{Loading\ time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

*Loading time* adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*) (Agung dan Wahid, 2016).

$$Loading\ time = Total\ availability - Planned\ downtime \dots\dots\dots(2.2)$$

*Planned downtime* adalah jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya (Agung dan Wahid, 2016).

*Operation time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi tersedia (*availability time*) setelah waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total *availability time* yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failure*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin, pelaksanaan prosedur *set up* dan *adjustment* dan lain-lainnya (Agung dan Wahid, 2016).

$$Downtime = Breakdown\ time + Set\ up\ and\ Adjustment \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Operation\ time = Loading\ time - Downtime \dots\dots\dots(2.4)$$

#### **2.2.2.2 Performance Efficiency**

Nilai *performance rate* dapat didefinisikan sebagai waktu standar operasional mesin (*standard operating time*) untuk menghasilkan sejumlah produk jadi dibagi dengan waktu aktual operasional mesin (*actual operating time*) tersebut. Perhitungan dari *performance rate* membutuhkan nilai dari *cycle time*, *actual output*, *actual operating time*. *Ideal cycle time* adalah waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan selama proses produksi (*Loading Time/Target Produksi*). *Performance efficiency* merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dalam

persentase. Tiga faktor penting yang yang dibutuhkan untuk *menghitung performance efficiency ratio* adalah (Agung dan Wahid, 2016) :

1. *Ideal cycle* (waktu siklus ideal)
2. *Processed amount* (Jumlah produk yang diproses)
3. *Operation time* (waktu operasi mesin)

*Performance efficiency* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Agung dan Wahid, 2016) :

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Theoretical Time}}{\text{Operation Time}} \dots\dots\dots(2.5)$$

**2.2.2.3 Rate of Quality Product**

*Quality ratio* atau *rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dan dinyatakan dalam persentase (Agung dan Wahid, 2016).

$$\text{Rate Of Quality Product} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

*Overall Equipment Effectiveness* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance efficiency (\%)} \times \text{Rate of Quality Product (\%)} \dots\dots\dots(2.7)$$

**2.2.3 Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)**

Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan yaitu *equipment failure (breakdown losses)*, *setup and adjustment losses*, *idling and minor stoppage losses*, *reduced speed losses*, *process defect losses*, *reduced yield losses* (Saiful, dkk., 2014 dalam Anita, dkk., 2017).

**2.2.3.1 Equipment Failure (Breakdown Loss)**

*Breakdown losses* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena mesin kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan *output* (Saiful, dkk., 2014 dalam Anita, dkk., 2017). Untuk menghitung *breakdown losses* (BL) digunakan rumus :

$$BL = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

**2.2.3.2 Setup and Adjustment Loss**

*Setup and adjustment loss* yaitu kerugian karena pemasangan dan penyetelan (Saiful, dkk., 2014 dalam Anita, dkk., 2017). Untuk menghitung *setup and adjustment loss* digunakan rumus:

$$SAL = \frac{\text{Total setup and adjustment losses}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

**2.2.3.3 Idle and Minor Stoppages**

*Idle and minor stoppages* disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin (Saiful, dkk., 2014 dalam Anita, dkk., 2017). Kerugian ini dikarenakan faktor diluar mesin seperti listrik padam, putusnya kabel listrik, keterlambatan bahan baku dan keterlambatan operator mesin. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

$$\text{Idle and Minor Stoppages} = \frac{\text{Non productive time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

**2.2.3.4 Reduce Speed Loss**

*Reduce speed loss* yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin atau peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang (Saiful, dkk., 2014 dalam Anita, dkk., 2017). Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

$$\text{Reduce Speed Loss} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

**2.2.3.5 Process Defects Loss**

*Process defects loss* yaitu produk cacat (Kayu Pecah, Kayu Cuil dan Kayu Retak) yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan peningkatan

biaya untuk pengerjaan ulang (Limantoro dan felicia, 2013 dalam Anita, dkk., 2017). *Ideal cycle time* adalah waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan selama proses produksi (satuannya = waktu/satuan produk). Untuk menghitung *process defects loss* digunakan rumus:

$$Process\ Defects\ Loss = \frac{Ideal\ cycle\ time\ x\ Total\ defect\ amount}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

**2.2.3.6 Reduce Yield Loss**

*Reduced yield losses* adalah kerugian yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan (penyesuaian hasil produk *setup* mesin). 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 (Limantoro & Felecia, 2013 dalam Anita, dkk., 2017). Untuk menghitung *reduce yield loss* digunakan rumus:

$$Reduce\ yield\ loss = \frac{Ideal\ cycle\ time\ x\ Total\ Reduced\ Yield}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2.13)$$

**2.2.4 Standar Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Kelas Dunia**

Menurut Muwajih (2015) menyatakan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dikategorikan menjadi:

- < 65% tidak dapat diterima.
- 65 – 75% cukup baik, hanya ada kecenderungan adanya peningkatan tiap kuartalnya.
- 75 – 85% sangat bagus, lanjutkan hingga *world class level* (> 85% untuk *bath type process* dan > 90% untuk *continous discrate process*).

Sedangkan menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), standar nilai OEE kelas dunia adalah sebuah ukuran kinerja yang telah disepakati dan dianjurkan di dalam dunia industri bagi sebuah perusahaan yang menetapkan implementasi TPM dalam aktifitas produksinya. (<http://www.oe.com/world-class-oe.html>)

Standar ini bersifat relatif karena beberapa buku dan perusahaan menunjukkan standar skor yang berbeda. Standar nilai ini selalu didorong lebih tinggi, sejalan dengan meningkatnya persaingan. Berikut ini adalah nilai ideal/acuan kinerja OEE kelas dunia:

Tabel 2.1 Nilai Ideal Kinerja OEE

<b>OEE Factor</b>	<b>OEE Percentage (World Class)</b>
<i>Availability</i>	90,00%
<i>Performance</i>	95,00%
<i>Quality</i>	99,00%
OEE	85,00%

(Sumber : <http://www.oe.com/world-class-oe.html>)

Berikut penjelasan standar nilai OEE pada Tabel 2.1 :

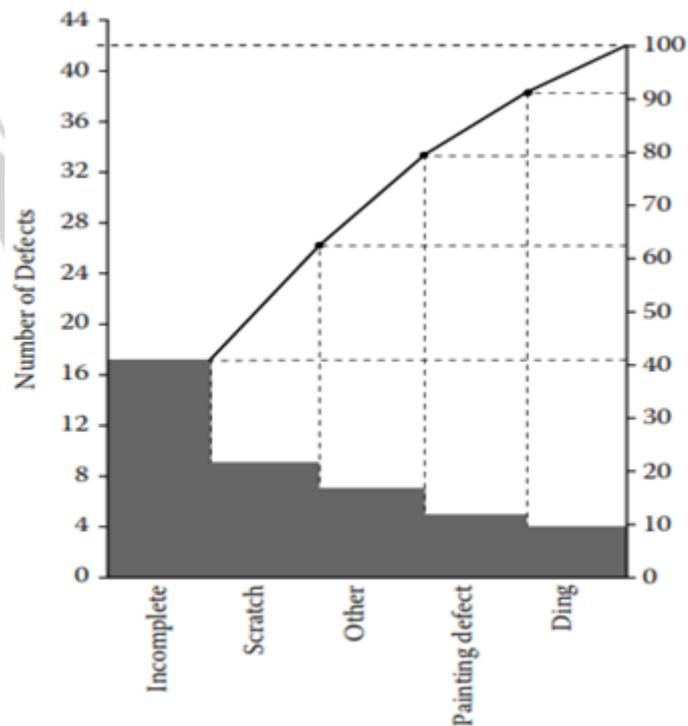
1. Jika OEE = 100%, maka produksi dianggap sempurna.
2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia.
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan adanya ruang yang besar untuk *improvement*.
4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri akar penyebab *downtime* dan menangani sumber – sumber penyebab *downtime* secara satu – persatu).

### 2.3 Diagram Pareto

Menurut Stamatis, DH (2010) Prinsip *Pareto* menyatakan bahwa ada "beberapa yang penting" untuk mewakili banyak hal. Prinsip ini berlaku untuk banyak hal dalam kehidupan secara umum maupun di lingkungan perusahaan. Berikut ini beberapa contohnya :

- Penjualan dalam perusahaan hanya 20% untuk pelanggan merupakan 80% dari seluruh penjualan.
- Dalam pembelian, sebagian kecil dari pesanan pembelian menyumbang sebagian besar keuntungan.
- Dalam pengendalian inventaris, sebagian kecil dari item katalog menyumbang sebagian besar persediaan uang.
- Dalam hubungan personalia, sebagian kecil dari karyawan bertanggung jawab atas sebagian besar ketidakhadiran.
- Dalam mesin atau peralatan, sebagian kecil peralatan bertanggung jawab atas sebagian besar keterlambatan dan cacat.

Prinsip ini berlaku secara umum. Bahkan, sangat umum disebut aturan 80:20 (80% dari semua masalah berasal dari 20% dari sumber). Dengan kata lain bahwa "*Vital View*" lebih penting daripada "*Trivial Many*." (Stamatis, DH., 2010). Contoh Diagram *Pareto* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram *Pareto*  
(Sumber : Stamatis, DH., 2010)

Penggunaan utama prinsip *Pareto* adalah dalam memutuskan program peningkatan kualitas mana yang akan dijalankan. Prinsipnya memiliki aplikasi yang begitu luas sehingga tidak ada pendekatan praktis untuk peningkatan kualitas tanpa itu (Stamatis, DH., 2010).

Perbaikan dapat dibenarkan hanya untuk beberapa objek vital yang memiliki dampak terbesar. objek inilah yang mengandung sebagian besar peluang atau peningkatan tingkat kegagalan, biaya kualitas, *downtime*, *proces yield*, dll. "*Vital View*" diidentifikasi melalui analisis *Pareto*, dengan menggunakan diagram *Pareto* (Stamatis, DH., 2010).

## **2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

FMEA adalah suatu proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan untuk memenuhi fungsi yang dimaksudkan, mengidentifikasi kemungkinan penyebab kegagalan sehingga dengan begitu penyebab dapat dihilangkan, dan untuk mencari penyebab kegagalan, sehingga penyebabnya dapat dikurangi. Proses FMEA menurut Dyadem (2003) memiliki tiga fokus utama:

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensial dan efeknya.
2. Mengidentifikasi dan memprioritaskan kegiatan yang dapat mengeliminasi kegagalan potensial, mengurangi kesempatan terjadinya atau mengurangi resikonya.
3. Dokumentasi dari identifikasi yang dilakukan, evaluasi dan aktifitas perbaikan agar dapat meningkatkan kualitas produk.

FMEA digunakan untuk mengetahui kegagalan material dan peralatan, tetapi dalam arti yang lebih luas, FMEA juga digunakan untuk mengetahui kesalahan manusia, kinerja dan kesalahan *software*. Dengan menerapkan metodologi FMEA dalam siklus hidup suatu produk, dapat menjadi strategi yang sistematis dan disiplin untuk memeriksa cara dimana suatu produk bisa gagal. Hasil FMEA mempengaruhi produk desain, pengembangan proses, sumber dan pemasok kualitas.

### **2.4.1 Terminologi FMEA**

Terminologi yang digunakan dalam Dyadem (2003) adalah:

1. *Item Function* (Fungsi item)

Fungsi item menentukan fungsi bagian atau item yang sedang dikaji.

## 2. *Potential failure mode* (Potensi modus kegagalan)

Modus kegagalan potensial adalah cara dimana kegagalan dapat terjadi yaitu cara dimana item terakhir dapat gagal untuk melakukan fungsi desain yang dimaksudkan, atau melakukan fungsi tetapi gagal untuk memenuhi tujuan. Modus kegagalan potensial juga dapat menjadi penyebab dari modus kegagalan potensial lain dalam tingkat yang lebih tinggi subsistem atau sistem, atau menjadi efek dari satu komponen sampai tingkat yang lebih rendah.

## 3. *Potential failure causes* (Potensi penyebab kegagalan)

Potensi penyebab kegagalan mengidentifikasi akar penyebab modus kegagalan potensial, bukan gejala, dan memberikan indikasi kelemahan desain yang mengarah ke modus kegagalan. Identifikasi dari akar penyebab penting bagi pelaksanaan tindakan pencegahan atau perbaikan.

## 4. *Potential failure effects* (Potensi efek kegagalan)

Efek kegagalan potensial mengacu pada hasil potensial dari potensi kegagalan pada sistem, desain, proses atau layanan. Efek kegagalan potensial perlu dianalisis berdasarkan dampak lokal dan global. Efek lokal merupakan hasil dengan hanya dampak terisolasi yang tidak mempengaruhi fungsi / komponen lain dan memiliki efek pada sistem.

## 5. *Current Control* (Kontrol saat ini)

Kontrol saat ini adalah tindakan pengamanan yang ada pada saat peninjauan yang dimaksudkan untuk melakukan hal berikut:

- Menghilangkan penyebab kegagalan.
- Mengidentifikasi atau mendeteksi kegagalan.
- Mengurangi dampak / konsekuensi kegagalan.

## 6. *Severity* (Keparahan)

Keparahan adalah keseriusan efek dari kegagalan. Keparahan adalah penilaian efek yang paling serius untuk mode kegagalan

tertentu. Penilaian keparahan hanya berlaku untuk efek kegagalan. Keparahannya dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat dihilangkan.

#### 7. *Occurrence* (Kejadian)

Kejadian adalah jumlah kegagalan adalah seberapa sering kegagalan dapat diharapkan terjadi. Kejadian adalah kemungkinan bahwa mode kegagalan tertentu, yang merupakan hasil dari penyebab spesifik di bawah kontrol desain saat ini, akan terjadi.

#### 8. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir/pelanggan. Deteksi adalah penilaian kemampuan kontrol desain saat ini untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial jika terjadi.

#### 9. *Risk Priority Number* (RPN)

Sebuah RPN adalah pengukuran risiko relatif, dihitung dengan mengalikannya bersama keparahan, kejadian, dan penilaian deteksi. RPN ditentukan sebelum menerapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan, dan digunakan untuk memprioritaskan perlakuan.

$$\star \text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

#### 10. *Recommended Corrective Action* (Tindakan perbaikan yang disarankan)

Tindakan perbaikan yang disarankan dimaksudkan untuk mengurangi RPN dengan mengurangi tingkat keparahan, kejadian atau peringkat deteksi, atau ketiga hal tersebut bersama-sama.

### 2.4.2 Langkah-Langkah FMEA

Selama studi FMEA, produk / proses / layanan / sistem yang ditinjau dipecah menjadi beberapa item / subsistem yang lebih kecil. Untuk setiap item, langkah-langkah berikut dilakukan (Dyadem, 2003):

1. Tentukan item yang sedang dianalisis.
2. Tentukan fungsi item yang sedang dianalisis.

3. Identifikasi semua mode kegagalan potensial untuk item tersebut.
4. Tentukan penyebab masing-masing mode kegagalan potensial.
5. Identifikasi efek dari setiap mode kegagalan potensial tanpa mempertimbangkan kontrol saat ini.
6. Identifikasi dan membuat daftar kontrol untuk setiap mode kegagalan potensial
7. Tentukan tindakan korektif / preventif yang paling tepat dan rekomendasi berdasarkan analisis risiko.

Setelah melewati semua item untuk setiap kegagalan, tetapkan peringkat (dari 1 sampai 10, rendah ke tinggi) untuk tingkat keparahan, kejadian dan deteksi. Tentukan RPN dan gunakan untuk memprioritaskan rekomendasi. Tingkat keparahan harus didasarkan pada efek terburuk dari mode kegagalan potensial. Bila tingkat keparahannya sangat tinggi (8 sampai 10), perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa risikonya ditangani melalui kontrol desain yang ada atau tindakan perbaikan/pengecahan, terlepas dari RPN.

Jika tidak ada tindakan yang direkomendasikan untuk mode kegagalan potensial tertentu, penyebab kegagalan atau kontrol yang ada, masukkan "Tidak Ada". Jika ini merupakan tindak lanjut dari FMEA yang ada, catat setiap tindakan yang diambil untuk menghilangkan atau mengurangi risiko mode kegagalan. Tentukan RPN yang dihasilkan sebagai risiko mode kegagalan potensial dikurangi atau dihilangkan.

Setelah tindakan korektif telah dilakukan, RPN yang dihasilkan ditentukan dengan mengevaluasi kembali peringkat keparahan, kejadian dan deteksi. Perbaikan dan tindakan perbaikan harus dilanjutkan sampai RPN yang dihasilkan berada pada tingkat yang dapat diterima untuk semua mode kegagalan potensial. Berikut contoh lembar kerja (*worksheet*) FMEA pada Gambar 2.5

Item	Item Function	Failure Modes	Causes	Critical/Control/Significant item	Failure Effects	Initial Conditions				Current Controls	Recommended Corrective Action	Corrective Action Taken	Action Results					
						S	O	D	RPN				S	O	D	RPN		

Gambar 2.5 Sample FMEA Worksheet

(Sumber : Dyadem, 2003)

### 2.4.3 Saran Pedoman Risiko untuk Proses FMEA

Saran pedoman risiko untuk *severity* (keparahan), *occurrence* (kejadian), dan *detection* (deteksi) untuk proses FMEA diberikan pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Tingkat *Severity* (keparahan) yang Disarankan untuk FMEA

Efek	Peringkat	Kriteria
Tidak ada	1	Mungkin terlihat oleh operator (Proses). Tidak mungkin / tidak terlihat oleh pengguna (Produk).
Sangat sedikit	2	Tidak ada efek pada proses hilir (Proses). Efek tidak signifikan / tidak berarti (Produk).
sedikit	3	Pengguna mungkin akan melihat efeknya namun efeknya kecil (Proses dan Produk).
minor	4	Proses lokal dan/atau hilir mungkin terpengaruh (Proses). Pengguna akan mengalami dampak negatif kecil pada produk (Produk).
sedang	5	Dampak akan terlihat sepanjang operasi (Proses). Mengurangi kinerja dengan penurunan kinerja secara bertahap. Pengguna tidak puas (Produk).
parah	6	Gangguan terhadap proses hilir (Proses). Produk bisa dioperasikan dan aman namun kinerjanya menurun. Pengguna tidak puas

		(Produk).
Tingkat keparahan tinggi	7	Downtime yang signifikan (Proses). Kinerja produk sangat terpengaruh. Pengguna sangat tidak puas (Produk).
Tingkat keparahan yang sangat tinggi	8	Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Process). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk)
Tingkat keparahan yang ekstrim	9	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk).
Tingkat keparahan maksimum	10	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya hampir pasti. Tidak mengakibatkan cedera atau membahayakan personil operasi (Process). Kepatuhan terhadap peraturan pemerintah (Produk).

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.3 Tingkat *Occurence* (Kejadian) yang Disarankan untuk FMEA

<b>Kejadian</b>	<b>Peringkat</b>	<b>Kriteria</b>
Sangat tidak mungkin	1	Kegagalan sangat tidak mungkin.
Jauh kemungkinan	2	Kemungkinan jumlah kegagalan jarang.
Kemungkinan yang sangat rendah	3	Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan rendah	4	Beberapa kemungkinan kegagalan.
Sedang kemungkinan rendah	5	Kegagalan sesekali mungkin.
Kemungkinan menengah	6	Kegagalan kemungkinan jumlah menengah.
Kemungkinan yang cukup tinggi	7	Jumlah yang cukup tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	8	Tingginya angka kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan yang sangat tinggi	9	Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Sangat mungkin	10	Kegagalan hampir pasti.

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.4 Tingkat *Detection* (Deteksi) yang Disarankan untuk FMEA

<b>Deteksi</b>	<b>Peringkat</b>	<b>Kriteria</b>
Sangat mungkin	1	Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat.

Kemungkinan yang sangat tinggi	2	Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	3	Memiliki efektivitas yang tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan yang cukup tinggi	4	Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan menengah	5	Memiliki efektivitas sedang untuk deteksi.
Sedang kemungkinan rendah	6	Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi.
Kemungkinan rendah	7	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.
Kemungkinan yang sangat rendah	8	Memiliki efektivitas terendah dalam setiap kategori yang berlaku.
Jauh kemungkinan	9	Memiliki probabilitas yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat.
Sangat tidak mungkin	10	Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat.

(Sumber : Dyadem, 2003)

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Jurnal maupun skripsi yang mengukur efektivitas mesin dengan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan nilai *Six Big Losses* serta melakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Diantaranya adalah :

1. Irma Rizkia, Hari Adianto, Yoanita Yuniati, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung (2015), Dalam jurnal Itenas Penelitiannya Penerapan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Dalam Mengukur Kinerja Mesin Produksi *Winding Nt-880n* Untuk Meminimasi *Six Big Losses*.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan suatu pengukuran efektivitas pemakaian suatu mesin/peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi dan kualitas produk yang dihasilkan. Perhitungan *six big losses* dilakukan untuk mengetahui kerugian yang

menyebabkan rendahnya nilai OEE. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu prosedur untuk mengidentifikasi kegagalan produk berdasarkan *potential cause*. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2014 - Juni 2015 diperoleh rata-rata persentase nilai *availability ratio* sebesar 84,777%, *performance efficiency* sebesar 49,740%, dan *rate of quality product* sebesar 78,368% dengan OEE sebesar 32,706%. Jika dilihat dari perhitungan *six big losses*, rata-rata kerugian terbesar sampai terkecil pada *reduce speed losses* sebesar 53,975%, *idle and stoppages minor losses* sebesar 14,199%, *defect in process* sebesar 14,199%, *setup and adjustment losses* sebesar 11,261%, *equipment failure losses* sebesar 6,226% dan *reduced yield losses* sebesar 0,139%. Resiko penyebab kegagalan utama berdasarkan hasil rekapitulasi nilai RPN dan analisis diagram pareto terdapat 8 kegagalan yang paling kritis yaitu: bahan kawat habis, suhu udara ruangan yang panas, bising dan bau, coil gemuk, rendahnya kualitas bobbin dan tidak ada pengecekan diawal proses, listrik padam, kawat terlalu besar masih terdapat enamel, selang angin bocor, kelelahan, kurang pengawasan.

2. Jono, Universitas Widya Mataram Yogyakarta (2015), dalam jurnal TEKINFO penelitiannya yang berjudul : *Total Productive Maintenance* (TPM) pada Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Studi Kasus pada PT.XY Yogyakarta).

PT. XY Yogyakarta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Pembuatan Gula dan Spirtus, dalam produksinya tidak lepas dari masalah yang berhubungan dengan efektivitas mesin yang diakibatkan oleh belum tepatnya penanganan dan pemeliharaan mesin. Hal ini dapat terlihat dengan frekuensi kerusakan yang terjadi pada mesin Boiler, akibat dari kerusakan tersebut target produksi tidak tercapai. Pengukuran efektivitas penggunaan mesin Boiler dengan

menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan OEE *six big losses* dapat mengetahui besarnya efisiensi yang hilang pada masing-masing faktor *six big losses*. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa besarnya nilai OEE pada mesin Boiler sudah memenuhi standar JIPM sebesar  $\geq 85\%$  yaitu 93,06%, *Performance Efficiency* sudah memenuhi standar  $\geq 95\%$  yaitu 99,55%, *Rate Quality*  $\geq 99\%$  yaitu 100%, tetapi nilai *Availability* pada periode ke VII 87,62% dan IX 87,44% belum memenuhi standar sebesar  $\geq 90\%$ . Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE tersebut dan menjadi prioritas utama untuk dieliminasi oleh pihak perusahaan pada mesin Boiler sesuai dengan persentasenya adalah *Equipment Failure* 80,08% dan *Set-up and adjustment losses* 13,83%, sedangkan untuk nilai *losses* yang lain yaitu *idling minor losses* sebesar 6,09%, *reduce speed losses* sebesar 0%, *rework losses* sebesar 0% dan *scrap losses* sebesar 0%.

3. Endang Pudji W dan Muhammad Naufal rahardian Putra (2017), dalam jurnal UPN penelitiannya yang berjudul : Pengaruh Efektifitas Mesin Planer Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Di PT. XYZ.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pengolahan kayu. Hasil produksi perusahaan berupa produk pintu dan kusen. Perbaikan *maintenance* merupakan salah satu perbaikan agar dapat mendukung kegiatan produksi di perusahaan ini. Masalah yang dihadapi yaitu sering terhambatnya pada proses perakitan, dikarenakan pada mesin planer ditemukan adanya indikasi *downtime losses* sehingga berpengaruh pada produktivitas. Yang bertujuan menentukan nilai efektivitas mesin dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* berdasarkan *Availability*, *Performance Efficiency*, *Quality Rate* dan mengetahui faktor dominan yang berpengaruh pada penurunan efektivitas mesin dalam *Six Big Losses*. Objek penelitian

yang diobservasi adalah efektivitas mesin. Data yang diambil selama bulan Februari 2016 – Januari 2017 yaitu data *downtime*, data *planned downtime*, data *setup mesin*, dan data produksi. Data dimulai dengan pengukuran pencapaian nilai OEE, dilanjutkan dengan mengidentifikasi Six Big Losses. Dengan hasil selama bulan Februari 2016 – Januari 2017 diperoleh nilai OEE total sebesar 84,84%, *Availability* 95,16%, *Performance Efficiency* 90,22%, dan *Quality Rate* 98,83% yang berarti nilai ini dianggap wajar, tetapi masih menunjukkan adanya ruang bagi perusahaan untuk melakukan pengembangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE dan menjadi prioritas untuk dieliminasi oleh perusahaan yaitu *Idle and Minor Stoppage* sebesar 90,13% yang merupakan faktor terbesar dari seluruh *Six Big Losses* yang diidentifikasi, sedangkan untuk nilai *losses* yang lain yaitu *Equipment Failure* sebesar 2,348%, *Set-up and adjustment losses* sebesar 2,012%, *reduce speed losses* sebesar 5,51%, *defect in process* sebesar 0% dan *reduced yield losses* sebesar 0%.

