

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

Bab ini akan menjelaskan mengenai kajian induktif dan kajian deduktif. Kajian induktif akan dijelaskan kajian-kajian yang didapat dari penelitian terdahulu sebagai perbandingan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti. Sedangkan kajian deduktif akan dijelaskan kajian-kajian yang didapatkan dari buku dan dari teori yang ada pada penelitian terdahulu yang akan digunakan sebagai dasar teori yang dapat membantu dalam penyelesaian penelitian yang dilakukan.

#### 2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif adalah kajian yang didapat berdasarkan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan untuk tugas akhir. Penelitian yang dilakukan oleh (Nursubiyantoro, Puryani, & Rozaq, 2016) dengan jurnal "*Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*" menjelaskan bahwa tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis nilai OEE dan mencari faktor *loss*. Hasil menunjukkan nilai OEE yaitu hanya sebesar 55,24% dikarenakan rendahnya *performance ratio* rata-rata dan oleh faktor *idle and minor stoppafes* dan *speed losses* yang terjadi pada mesin.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Wahyuni & Setiawan, 2017) dengan penelitian "*Implementasi Metode Objective Matrix (OMAX) Untuk Pengukuran Produktivitas Pada PT. ABC*" Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa nilai produktivitas total di area injection mesin adalah 355. Dari nilai tersebut secara umum sudah cukup baik meskipun terdapat beberapa rasio yang masih rendah. Sehingga perlu untuk dilakukan *improvement* untuk mencapai standard produktivitas yang lebih baik.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Nursanti & Susanto, 2014) dengan jurnal "*Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Packing Untuk Meningkatkan Nilai Availability Mesin*" menjelaskan bahwa permasalahan yang dialami yaitu tidak tercapainya target nilai OEE perusahaan. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa pada mesin *weighting* nilai OEE sebesar 76,08% dan pada mesin SVB sebesar 77,46%. Dengan hasil nilai OEE yang dimiliki oleh PT. XYZ tersebut maka nilai OEE pada mesin *packing* belum memenuhi nilai standar OEE

yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 80% yang disebabkan oleh faktor *availability* yang berkaitan dengan *setting* awal mesin dan akhir *shift*.

Kemudian penelitian oleh (Hermanto, 2016) dengan jurnal “Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada Divisi *Painting* di PT. AIM” Dari pembahasan dan analisis didapatkan nilai rata-rata OEE divisi *painting* adalah 70,80% dengan nilai rata-rata *availability* divisi *painting* 95,33 %, nilai rata-rata *performance* 76,21%, dan nilai rata-rata *quality* 97,45%. Faktor rendahnya nilai OEE yaitu penurunan kecepatan mesin (*reduced speed*) pada divisi *painting* sebesar 74,28%, faktor penyebab kerugian yang lain yaitu 7,58 % (*equipment failure*), 9,52% (*setup and adjustment*), dan 8,62% (*defect losses*). Berdasarkan analisis, penyebab terjadinya *reduced speed* pada mesin adalah pada manusia dengan faktor ketidaktahuan operator produksi tentang kecepatan mesin yang sesuai dan ideal.

Kemudian penelitian oleh (Agustina & Riana, 2011) dengan penelitian “Analisis Produktivitas Dengan Metode Objective Matrix (OMAX) di PT. X”. Berdasarkan hasil pengukuran produktivitas kerja dengan metode OMAX pada periode produksi tahun 2010, terjadi penurunan dan peningkatan tiap periode. Dari hasil analisa produktivitas berdasarkan kriteria, maka kriteria yang paling perlu untuk ditingkatkan adalah kriteria pertama, yaitu rasio antara total produk yang dihasilkan dengan jumlah jam kerja yang tersedia. Hal ini dapat ditingkatkan dengan cara meningkatkan jumlah produksi, mengurangi produk cacat dengan pengawasan yang baik, memanfaatkan jam kerja secara optimal dan melakukan perawatan intensif terhadap mesin.

Kemudian penelitian oleh (Nursari, 2018) dengan penelitian “Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan Pendekatan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin Alletti 1300 di PT. Adi Satria Abadi Yogyakarta” Dari hasil analisis dan pembahasan didapatkan rata-rata nilai OEE mesin Alletti 1300 sebesar 82,35% yang masih berada di bawah standar dunia yaitu sebesar 85%, hal ini dikarenakan rendahnya nilai *performance rate* sebesar 90,83%. Kemudian faktor terbesar yang mempengaruhi yaitu *breakdown loss*, *reduced speed loss*, dan *scrap/yield loss*.

Kemudian penelitian oleh (Pratiwi, 2018) dengan penelitian “Pengukuran Nilai Efektivitas Mesin Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin *Hot Press Fall Board*”. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai efektifitas mesin dengan menggunakan OEE pada ketiga mesin *hot press fall board* yaitu *Kobayashi 1*, *Kobayashi 2*, dan *Liencheh* berturut-turut adalah sebesar 88,3%, 75,1% dan 67,6%. Dengan

komponen rasio *availability*, *performansi* dan *quality* pada mesin *kobayashi* 1 sebesar 95%, 100% serta 93%. pada mesin *kobayashi* 2 sebesar 92%, 87%, 90% dan mesin *Liencheh* sebesar 91%, 78%, dan 94%.

Berdasarkan kajian literatur yang ada, penulis dapat menentukan metode yang tepat untuk melakukan penelitian mengenai efektivitas dan produktivitas pada mesin. Metode yang terbaik untuk melakukan penelitian ini yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Karena dibanding dengan metode yang lain metode OEE memiliki hasil akhir yang terstandar dengan ketetapan tertentu, sehingga bisa diketahui apakah suatu mesin telah efektif atau belum dalam melakukan kegiatan produksinya dengan membandingkan hasil pengukuran OEE pada mesin dengan standar yang telah ditentukan oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) yang diterima secara umum di seluruh dunia.

## 2.2 Kajian Deduktif

### 2.2.1 Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Menurut (Sehrawat & Narang, 2001) perawatan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).

Jenis-jenis perawatan yaitu :

1. ***Preventive Maintenance***, disebut juga tindakan pencegahan atau *overhaul*, yaitu kegiatan perawatan untuk mencegah kerusakan yang tak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas operasi lebih tepat. Perawatan preventif apabila direncanakan dengan baik dapat mencegah terjadinya kegagalan atau kerusakan, sebab apabila terjadi kerusakan peralatan operasi dapat berakibat kemacetan produksi secara total.
2. ***Corrective Maintenance***, disebut juga *breakdown maintenance*, yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, kegagalan, atau kelainan fasilitas produksi sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

### 2.2.2 Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

Tujuan dari perawatan menurut (Sofyan, 2004) yaitu :

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi,

2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu,
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang di investasikan tersebut,
4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien,
5. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan (*return on investment*) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

### 2.2.3 Peran Perawatan (*Maintenance*) dalam Sistem Produksi

Dalam upaya demi mencapai *output* yang diinginkan, perusahaan akan selalu berusaha supaya fasilitas berupa mesin yang digunakan untuk produksi dapat berguna secara optimal dan kegiatan produksi dapat berjalan dengan maksimal. Peran penting dari kegiatan perawatan (*maintenance*) dalam sistem produksi bukan sekedar untuk menjaga agar sistem tetap bekerja, tetapi produk yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen dapat dikerjakan secara tepat waktu dengan kualitas yang ditargetkan. Jadi peran perawatan (*maintenance*) dalam sistem produksi sangat menentukan dalam kelancaran produksi, volume produksi, efisiensi serta kualitas dalam proses dan hasil produksi.

### 2.2.4 Definisi *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM adalah sistem perawatan mesin yang dalam pelaksanaannya melibatkan operator produksi dan semua departemen yang ada pada sebuah perusahaan. TPM memerlukan partisipasi penuh dari semuanya, mulai manajemen puncak sampai karyawan. Operator bukan hanya bertugas menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin sebelum dan sesudah pemakaian (Hasriyono, 2009).

*Total Productive Maintenance* (TPM) menyangkut aspek operasi dan instalasi mesin tersebut serta sangat berpengaruh terhadap motivasi orang-orang yang bekerja pada suatu perusahaan. *Total Productive Maintenance* (TPM) memiliki tiga komponen yaitu:

### 1. Pendekatan Total (*Total Approach*)

Filosofi dari TPM sesuai dengan semua aspek yang terkait dengan fasilitas yang dipergunakan dalam area operasi dan orang yang mengoperasikan, men-set up dan merawat fasilitas yang merupakan objek yang menjadi fokus perhatian.

### 2. Aksi yang Produktif (*Productive Action*)

Pendekatan yang bersifat proaktif pada setiap kondisi dari operasi fasilitas bertujuan untuk meningkatkan produktifitas secara terus-menerus dan performansi bisnis yang optimal secara keseluruhan.

### 3. Perawatan (*Maintenance*)

Metodologi yang sangat praktis untuk melakukan manajemen perawatan yang baik dan peningkatan keefektifitasan dari fasilitas dan integrasi dari semua operator produksi hingga level manajemen.

## 2.2.5 Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM adalah sistem perawatan dimana semua departemen dalam organisasi itu terlibat dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dan meningkatkan produktivitas di lantai produksi. Dari pengertian diatas, menurut (Nakajima, 1988) pengertian TPM mencakup 5 elemen yaitu:

1. TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem *preventive maintenance* (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin.
2. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas mesin secara keseluruhan (*overall effectiveness*).
3. TPM dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti *engineering*, bagian produksi, bagian *maintenance*)
4. TPM melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para karyawan/operator lantai produksi.
5. TPM merupakan pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen motivasi.

Manfaat dari studi aplikasi TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut :

1. Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.

2. Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin dan *downtime* mesin dengan metode terfokus
3. Waktu *delivery* ke konsumen dapat ditepati, karena produksi yang tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
4. Biaya produksi rendah karena rugi dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah dapat dikurangi.
5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
6. Meningkatkan motivasi kerja, karena hak dan tanggung jawab didelegasikan oleh setiap orang

### 2.2.6 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah ukuran standar yang digunakan untuk mengukur produktivitas manufaktur. Menurut (Hermanto, 2016) OEE merupakan sebuah metode sebagai alat ukur metrik untuk menjaga kondisi ideal peralatan dan digunakan untuk mengukur kinerja dari sistem produktif.

Menurut (Taisir, 2010) menyebutkan bahwa hasil perhitungan OEE dapat memberikan gambaran tentang performa kinerja aktual dan membantu memfokuskan perbaikan pada kerugian yang lebih besar. Dalam OEE terdapat 3 faktor utama yang digunakan dalam perhitungan beserta rumus perhitungannya, sebagai berikut:

#### a. Availability Ratio

*Availability ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah:

$$\text{Availability Ratio} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

*Operation Time* : merupakan waktu yang didapatkan dari hasil *loading time* dikurangi *downtime*

*Loading Time* : waktu untuk melakukan proses produksi baik perhari maupun perbulan

*Downtime* : waktu berhenti baik yang direncanakan maupun tidak

b. *Performance Ratio*

*Performance ratio* merupakan suatu *ratio* yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency* yaitu, *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal), *Total count* (jumlah produk yang diproses) dan *Run time* (waktu operasi mesin). Rumus untuk mengukur *performance efficiency* adalah:

$$\text{Performance Ratio} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

*Processes Amount* : Jumlah *output* yang dihasilkan selama satu periode (unit)

*Ideal Cycle Time* : Waktu ideal dalam membuat satu produk (menit)

*Operation Time* : Waktu mesin beroperasi selama satu periode (menit)

c. *Quality Ratio* atau *rate of quality product*

*Quality ratio* atau *rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Quality Ratio} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

*Processes Amount* : Jumlah *output* yang dihasilkan selama satu periode (unit)

*Defect Count* : Jumlah *output* cacat yang dihasilkan selama satu periode (unit)

Maka besarnya efektifitas yang dimiliki oleh mesin atau peralatan dapat dihitung dari hasil nilai OEE dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{OEE} = \text{Availability} (\%) \times \text{Performance} (\%) \times \text{Ratio} (\%) \dots \dots \dots (2.4)$$

Standar nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) yang telah ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) dan telah diterima secara umum diseluruh dunia untuk masing-masing faktor dapat dilihat pada tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Standar nilai JIPM

Faktor OEE	Standar Nilai
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99%
OEE	85%

### 2.2.7 Six Big Losses

Proses produksi tentunya mempunyai *losses* yang mempengaruhi prosesnya, berdasarkan (Nakajima, 1988) *losses* di kelompokkan menjadi sebagai berikut:

#### a. Downtime

*Equipment failure/ Breakdowns* (kerugian karena kerusakan peralatan) adalah ketika seharusnya proses produksi berjalan tetapi terhenti karena kerusakan mesin. Dimana kerusakan mesin ini termasuk kedalam berhenti yang tidak terencana. Contoh : Kerusakan mesin secara tiba-tiba, *maintenance* mesin yang tidak direncanakan, kerusakan peralatan, serta gangguan umum lainnya.

$$\text{Breakdown} = \frac{\text{Tot. Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

*Set-up and adjustment* (kerugian karena pemasangan dan penyetelan) adalah Kerugian karena *set-up* dan *adjustment* adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dimana ini termasuk kedalam berhenti yang direncanakan. Contoh : penggantian jenis barang yang diproduksi, kekurangan material, kekurangan operator, pemanasan awal, dan lain sebagainya.

$$\text{Setup and Adjustment} = \frac{\text{Tot. Setup and Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

#### b. Speed losses

*Idling and minor stoppages* (kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat) adalah kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk. Contoh : terhambatnya



aliran produk seketika karena faktor tertentu, komponen yang macet, terdapat pemeriksaan, dan lain-lain.

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

*Reduced speed* (kerugian karena penurunan kecepatan produksi) adalah terjadinya penurunan kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi *actual* lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Contohnya: kurangnya keahlian operator sehingga mengoperasikan mesin menjadi lambat dari biasanya, gangguan peralatan pendukung, dan lain-lain.

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Tot.Product Process}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

### c. Defects

*Rework Loss* (kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang) adalah produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan biaya untuk pengerjaan ulang.

$$\text{Rework Loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

*Reduced yielded losses* (kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil) adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah diharapkan.

$$\text{Yield / Scrap Loss} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

### 2.2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan sebuah metode pengendalian kualitas dengan cara melacak secara langsung penyebab dari kegagalan suatu proses atau suatu produk. FMEA adalah teknik yang digunakan untuk mendefenisi, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi yang

berlanjut pada hasil akhir, baik permasalahan yang telah diketahui maupun masalah yang berpotensi terhadap sistem. FMEA dapat memberikan usulan perbaikan pada suatu proses atau suatu produk berdasarkan kajian tentang *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang mempunyai hasil akhir berupa nilai *risk priority number*. (Rizki Alfi, 2016)

Menurut (McDermott, Mikulaki, & Beauregard, 1996) salah satu metode yang sering dipakai untuk mengidentifikasi komponen penyebab risiko dan mencegah permasalahan itu terjadi adalah dengan menggunakan metode FMEA. Penelitian ini menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk analisis risiko, dalam menghitung *risk priority number* (RPN) serta membuat daftar risiko kritis melalui perhitungan perbandingan total nilai RPN dibagi dengan banyaknya risiko.

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *severity*, *occurrence*, dan *detection* serta hasil akhirnya yang berupa *risk priority number*.

### **Severity**

*Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Proses sistem peringkat yang dijelaskan pada tabel 2.2 sesuai dengan standar AIAG (*Automotive Industry Action Group*):

Tabel 2. 2 *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada akibat	Proses dalam pengendalian tanpa perawatan	1
Akibat sangat ringan	Proses dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit perawatan	2
Akibat ringan	Proses telah berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan	3
Akibat minor	Kurang dari 30 menit mesin <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi	4
Akibat moderat	30 - 60 menit mesin <i>downtime</i>	5
Akibat signifikan	1-2 jam mesin <i>downtime</i>	6
Akibat major	2-4 jam mesin <i>downtime</i>	7
Akibat ekstrem	4-8 jam mesin <i>downtime</i>	8
Akibat serius	> 8 jam mesin <i>downtime</i>	9
Akibat bahaya	> 8 jam mesin <i>downtime</i>	10

### ***Occurrence***

*Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Dengan memperkirakan kemungkinan *occurrence* pada skala 1 sampai 10. Pada tabel 2.3 berdasarkan standar AIAG mendeskripsikan proses sistem peringkat. Karena peringkat kegagalan jatuh antara dua angka skala. Standar menilai dengan cara interpolasi dan pembulatan nilai *occurrence*.

Tabel 2. 3 *Occurrence*

<b><i>Probability of Failure</i></b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b><i>Occurrence</i></b>	<b><i>Rating</i></b>
Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	> 10.000 jam operasi	1
<i>Remote</i>	Kerusakan jarang terjadi	6.001 - 10.000 jam operasi	2
Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3.001 - 6.000 jam operasi	3
Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	2.001 - 3.000 jam operasi	4
Rendah	Kerusakan terjadi pada tingkat rendah	1.001 - 2.000 jam operasi	5
Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium	401 - 1.000 jam operasi	6
Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101 - 400 jam operasi	7
Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 - 100 jam operasi	8
Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 - 10 jam operasi	9
Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	< 2 jam operasi	10

### ***Detection***

Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Proses penilaian ditunjukkan pada tabel 2.4 berdasarkan standar AIAG:

Tabel 2. 4 *Detection*

<b><i>Detection</i></b>	<b><i>Likelihood of Detection</i></b>	<b><i>Rank</i></b>
Hampir pasti	Perawatan akan selalu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	1

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rank</i>
Sangat tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	2
Tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	3
<i>Moderately high</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderately high</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	4
<i>Moderate</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>moderate</i> untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	5
Rendah	Perawatan memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	6
Sangat rendah	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	7
<i>Remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	8
<i>Very remote</i>	Perawatan memiliki kemungkinan <i>very remote</i> untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	9
Tidak pasti	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan <i>mode</i> kegagalan	10

### ***Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko)***

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effects (severity)*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects (occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan.

### 2.2.9 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Tujuan dari LTA adalah memberi klasifikasi dari mode kegagalan dengan memberikan prioritas pada setiap mode kegagalan dan melakukan peninjauan terhadap fungsi dan kegagalan fungsi. Penentuan prioritas dari mode kegagalan didapat melalui jawaban dari pertanyaan dalam LTA (Ahmadi & Hidayah, 2017). Analisis kekritisan menepatkan setiap mode kegagalan ke dalam salah satu dari 4 kategori. Analisis kekritisan adalah sebagai berikut:

1. *Evident* : Apakah operator mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety* : apakah mode kegagalan menyebabkan masalah keselamatan?
3. *Outage* : apakah mode kegagalan mengakibatkan mesin berhenti?

Kategori yang didapatkan dari hasil pertanyaan-pertanyaan yang diajukan terbagi dalam 4 kategori yaitu:

1. Kategori A (*safety problem*) jika *failure mode* mengakibatkan gangguan keselamatan terhadap operator maupun lingkungan,
2. Kategori B (*outage problem*) jika *failure mode* mempunyai mengakibatkan kegagalan pada sebagian/seluruh sistem (mempengaruhi kuantitas ataupun kualitas *output*) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan,
3. Kategori C (*economic problem*) jika *failure mode* tidak berdampak pada gangguan keselamatan maupun sistem dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan,
4. Kategori D (*hidden failure*) jika *failure mode* tidak disadari dan sulit terdeteksi karena tersembunyi dari penglihatan operator, yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B dan kategori D/C.