

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab kedua mengenai dasar teori ini akan dipaparkan mengenai teori-teori yang dipergunakan dalam penelitian ini. Dasar teori tersebut meliputi Proses Produksi, Sistem Manajemen Pemeliharaan, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

#### **2.1 Proses Produksi**

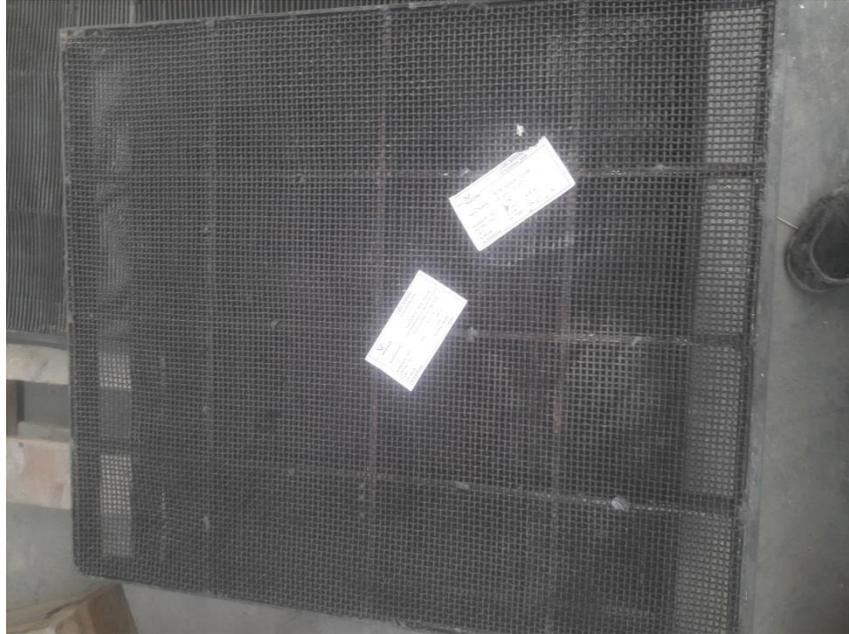
Proses produksi Asam Fosfat di PT Petro Jordan Abadi terdiri dari beberapa proses, dapat dilihat pada Gambar 2.2 OPC Asam Fosfat. Bahan baku untuk produksi Asam Fosfat ini terdiri dari *Phosphate Rock*, Asam Sulfat, Antifoam, *Raw Chemical Water* (RCW). Akan tetapi dalam penelitian ini yang akan menjadi objek penelitian adalah mesin *Screen Mesh F-2202 A/B*.

##### **2.1.1. *Screen Mesh F-2202 A/B***

Mesin *Screen Mesh F-2202 A/B* adalah alat yang digunakan untuk proses pengayakan material dengan kapasitas besar seperti terlihat pada Gambar 2.1. Apabila material tersebut *in-spec* maka langsung masuk ke Digester untuk masuk proses pereaksian kimia. Dan apabila material *out-spec* maka akan diarahkan ke mesin *Ball Mill* untuk dihaluskan. Mesin *Screen Mesh F-2202 A/B* sebagai salah satu fasilitas produksi yang sangat menentukan hasil produksi, karena jika terjadi kerusakan pada mesin *Screen Mesh F-2202 A/B* maka kegiatan produksi tidak berjalan lancar.

Karena mesin *Screen Mesh F-2202 A/B* termasuk jenis *Vibration Screen* maka cara kerja pada mesin tersebut adalah pengayakan dengan cara menggetarkan. Kecepatan getaran antara 25-125 rpm, dengan jumlah getaran antara 1800-3600 getaran/menit. Getaran didapatkan secara elektrik dan mekanis. Getaran mekanis biasanya terjadi pada *casing* ayakan yang ditimbulkan oleh sumbu esentrik yang berputar dengan kecepatan tinggi. Power yang dibutuhkan 15 kW. Ukuran *mesh* yang digunakan adalah ukuran 10 atau setara dengan 2mm. Cara kerjanya adalah *Feed* masuk dari atas, kemudian diayak sambil berjalan. Lalu *feed* akan masuk

lubang, bila ukuran *feed* sesuai dengan besarnya ukuran lubang. Dan untuk *feed* yang tidak masuk/lolos akan masuk ke lubang ayakan berikutnya atau keluar dengan sendirinya untuk di *recycle*.



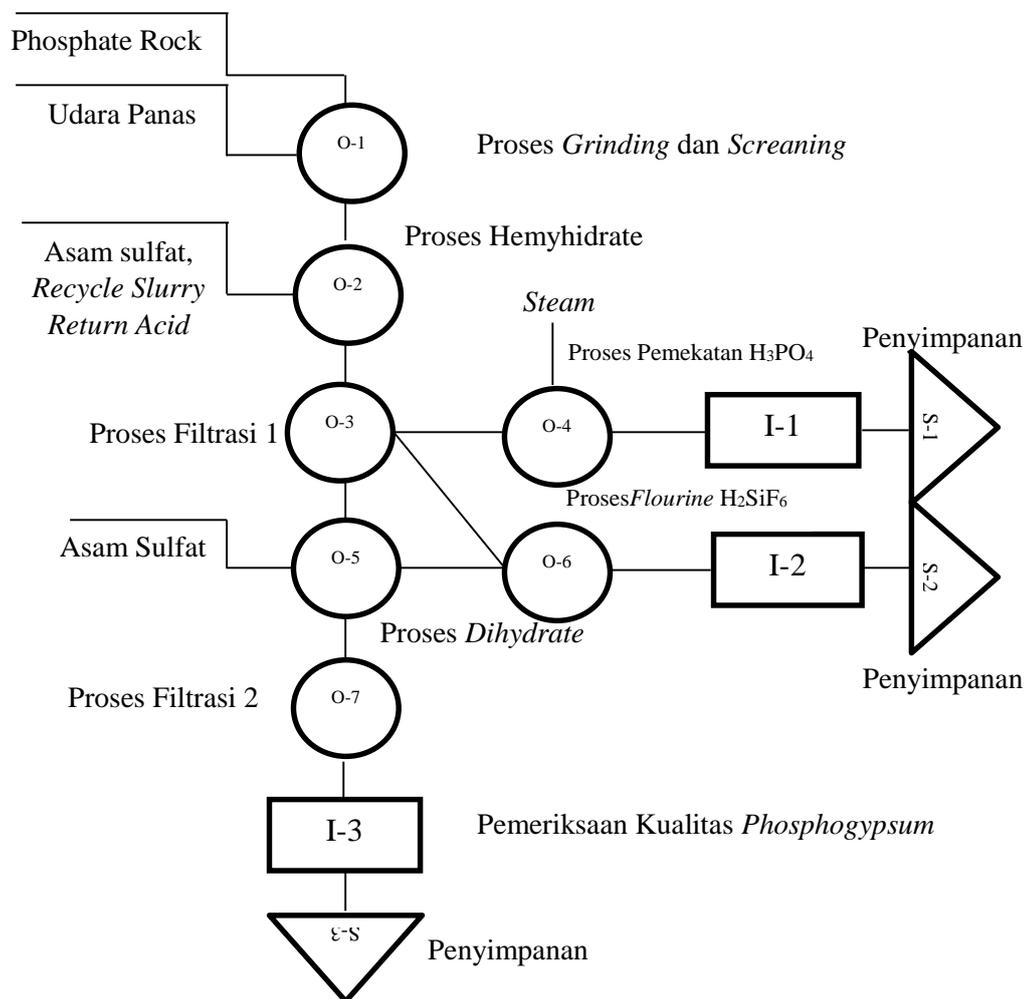
Sumber : PT Petro Jordan Abadi

**Gambar 2.1** *Screen Mesh F-2202 A/B*

### **2.1.2. Operation Process Chart (OPC) Asam Fosfat**

Asam Fosfat merupakan salah satu bahan baku untuk produksi pupuk. Untuk memproduksi 1 ton Asam Fosfat ini membutuhkan 4 ton *Phosphate Rock*, 3

ton Asam Sulfat, 6 kg Antifoam, 5,2 m<sup>3</sup> Raw Chemical Water (RCW). Operation Process Chart dalam pembuatan Asam Fosfat seperti terlihat pada Gambar 2.2



**Gambar 2.2** OPC Asam Fosfat

- O = Operasi
- I = Pemeriksaan
- S = Penyimpanan

## **2.2 Sistem Manajemen Pemeliharaan**

Pemeliharaan didefinisikan sebagai semua kegiatan yang ditujukan untuk menjaga suatu sistem dalam mengembalikan keadaan fisik yang dianggap perlu untuk memenuhi fungsi produksi. Dalam rangka mempertahankan dan mengembalikan peralatan, pemeliharaan harus melakukan kegiatan tambahan yang meliputi perencanaan kerja, pengendalian pembelian bahan baku, manajemen personalia, dan pengendalian kualitas. Tugas dan kegiatan yang sangat beragam ini dapat membuat pemeliharaan menjadi satu fungsi yang rumit untuk dikelola.

Ruang lingkup manajemen pemeliharaan mencakup setiap tahap dalam siklus hidup sistem teknis (pabrik, mesin, peralatan, dan fasilitas), spesifikasi, akuisisi, perencanaan, operasi, evaluasi kinerja, perbaikan, dan pembangunan.

Dalam masalah pemeliharaan, kadang-kadang kurang memperoleh perhatian yang cukup dari perusahaan, sehingga kegiatan pemeliharaan mesin dan peralatan produksi kurang berjalan dengan baik. Akibatnya dapat menimbulkan kerusakan- kerusakan mesin yang cukup fatal, namun hal tersebut baru dirasakan pada kemudian hari. Karyawan biasanya baru mengetahui atau merasakannya apabila mesin dan peralatan produksi yang digunakan sudah benar-benar rusak atau tidak dapat digunakan secara normal.

Jadi dengan adanya kegiatan pemeliharaan ini, mesin dan peralatan akan dapat digunakan untuk produksi sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama mesin dan peralatan tersebut digunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu yang direncanakan tercapai. Sehingga dengan adanya pemeliharaan tersebut diharapkan sistem proses produksi dapat berjalan lancar.

### **2.2.1. Pengertian Perawatan**

Menurut Ebeling (1997) dalam Ansori dan Mustajib (2013) mendefinisikan perawatan sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankannya pada kondisi yang selalu dapat berfungsi secara optimal.

### **2.2.2. Tujuan Perawatan**

Proses pemeliharaan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah mencegah untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan.

Tujuan utama dilakukan sistem manajemen perawatan menurut *Japan Institute of Plan Maintenance* dan *Consultant TPM India* dalam Ansori dan Mustajib (2013) secara detail sebagai berikut :

- a. Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.
- b. Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- c. Menjamin kesiapan oprasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
- d. Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
- e. Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- f. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan diluar batas dan menjaga modal yang di investasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- g. Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan maitenance secara efektif dan efisien.
- h. Mengadakan kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu keuntungan yang sebesar-besarnya dan total biaya yang rendah.

### **2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) *Overall Equipment Effectiveness* adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau peralatan yang ada. Pada umumnya OEE digunakan sebagai indikator performansi dari suatu mesin atau peralatan. Pengukuran OEE

sendiri dapat digunakan untuk mengetahui area *bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi.

### 2.3.1 Tujuan OEE

Penggunaan OEE sebagai indikator performansi, mengambil periode waktu tertentu seperti : pershift, harian, mingguan, bulanan maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE juga dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan yaitu :

1. Digunakan sebagai “*benchmark*” untuk mengukur rencana perusahaan dalam performansi.
2. Nilai OEE digunakan untuk membandingkan garis performansi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting
3. OEE dapat mengidentifikasi mesin mana yang mempunyai performansi buruk
4. Digunakan untuk menentukan *starting point* dari perusahaan
5. Digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas
6. Digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan produktifitas

### 2.3.2 Perhitungan nilai OEE

Sedangkan menurut Saiful (2014) dalam Suliantoro, dkk (2017) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu cara untuk mengukur kinerja mesin produksi yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu *Availability* (Waktu Ketersediaan Mesin), *Performance* (Jumlah Unit yang Diproduksi), dan *Quality* (Mutu yang dihasilkan).

1. *Availability* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dan peralatan. Menurut Saiful (2014) dalam Suliantoro, dkk (2017) *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time* peralatan atau mesin. Maka formula yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah :

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

2. *Performance efficiency* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*, menurut Saiful (2014) dalam Suliantoro, dkk (2017). *Operation speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antar kecepatan ideal dan kecepatan operasi yang aktual. *Net operation 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 kesempatan rendah. Maka formula yang digunakan untuk mengukur *performance* adalah :

$$\begin{aligned} &\text{Performance Efficiency} \\ &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &\dots\dots\dots (2.2) \end{aligned}$$

3. *Rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar, menurut Saiful (2014) dalam Suliantoro, dkk (2017). Maka formula yang digunakan untuk mengukur *rate of quality product* adalah :

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

4. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)  
Diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. Secara matematis formula pengukuran OEE adalah :

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Quality of Rate} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

### 2.3.3 Standar Nilai Ideal OEE

Menurut Hansen (2001) dalam Muwajih (2015) menyatakan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat dikategorikan menjadi :

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

Berdasarkan pengalaman Seichi Nakajima, 1988 kondisi ideal untuk OEE setelah dilaksanakannya TPM pada suatu perusahaan adalah :

**Tabel 2.1** Nilai Ideal Kinerja OEE

| OEE factor   | OEE procentage (World Class) |
|--------------|------------------------------|
| Availability | 90.0%                        |
| Performance  | 95.0%                        |
| Quality      | 99.0%                        |
| Overall OEE  | 85.0%                        |

Sumber : Nakajima, (1988)

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).

#### 2.4 Six Big Losses

Menurut Nakajima (1988) terdapat 6 kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian tersebut, disebut dengan *Six big*

losses yang terdiri dari : 1 kerugian akibat kerusakan peralatan (*Equipment Failure*), 2 kerugian penyetelan dan penyesuaian (*Setup and Adjustment Losses*), 3 Kerugian karena menganggur dan penghentian mesin (*Idle and Minor Stoppage*), 4 kerugian karena kecepatan operasi rendah (*Reduced Speed*), 5 kerugian cacat produk dalam proses (*Defect in process*), 6 kerugian akibat hasil rendah (*Reduced Yield*). Lalu dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu Penurunan waktu (*downtime losses*), Penurunan Kecepatan (*Speed Loss*), Penurunan Kualitas (*Quality loss*).

1. *Equipment Failure (Breakdown Loss)*

*Equipment failure (breakdown loss)* yaitu kerugian yang berhubungan dengan kegagalan. Untuk menghitung *equipment failure (breakdown loss)* digunakan rumus:

$$\text{Breakdown Loss} = \frac{\text{Unplanned Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

2. *Setup and Adjustment Loss*

*Setup and adjustment loss* yaitu kemacetan yang terjadi akibat perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Untuk menghitung *setup and adjustment loss* digunakan rumus:

$$\text{Set Up and Adjustment} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots (2.6)$$

3. *Idling and Minor Stoppages*

*Idling and minor stoppages* yaitu kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

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

4. *Reduced Speed Loss*

*Reduced speed loss* merupakan kerugian yang berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, di bawah kecepatan operasi ideal. Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

$$\text{Reduce Speed} = \frac{\text{Operating Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Processed Amount})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

5. *Process Defects Loss*

*Process defects loss* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Untuk menghitung *process defect loss* digunakan rumus:

$$\text{Process Defect} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

6. *Reduce Yield Loss*

*Reduce yield loss* merupakan kerugian material sehubungan dengan perbedaan pada input berat bahan dan berat dari produk berkualitas. Untuk menghitung *reduce yield loss* digunakan rumus :

$$\text{Reduce Yield Loss} = \frac{\text{Jumlah Yield}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

**Tabel 2.2** *Six Big Looses*

| <i>Six Big Losses</i>                 | Pengertian  |
|---------------------------------------|---|
| <i>Breakdown Loss</i>                 | Kerugian berhubungan dengan kegagalan. Jenis kegagalan meliputi fungsi <i>stopping sporadis</i> kegagalan dan fungsi mengurangi kegagalan dimana fungsi peralatan turun dibawah tingkat normal                      |
| <i>Setup and Adjustment Loss</i>      | Kerugian kemacetan terjadi ketika perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Penggantian peralatan memerlukan waktu <i>shut down</i> sehingga alat dapat dipertukarkan  |
| <i>Reduced Speed Loss</i>             | Kerugian berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, dibawah kecepatan operasi ideal   |
| <i>Idling and Minor Stoppage Loss</i> | Kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang   |
| <i>Defect in Process</i>              | Kerugian waktu sehubungan dengan cacat dan pengerjaan ulang, kehilangan keuangan sehubungan dengan menurunnya kualitas produk, dan kehilangan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki produk cacat menjadi sempurna |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <i>Reduced Yield Loss</i> | Kerugian material sehubungan dengan perbedaan pada input berat bahan dan berat dari produk berkualitas. |
|---------------------------|---|

Sumber : *Nakajima*, (1988)

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

Menurut Kimura (2002) dalam Ansori dan Mustajib (2013) *Failure Mode and Effect Analysis* merupakan metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, menganalisa pengaruh-pengaruh terhadap kendala sistem dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level item-item khusus dari sistem yang kritis dapat dinilai dan tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari metode-metode kegagalan yang kritis.

Proses FMEA menurut Dyadem (2003) memiliki tiga fokus utama, yaitu :

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

### **2.5.1. Terminologi FMEA**

Terminologi yang digunakan Dyadem (2003) adalah :

1. 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 menjadi efek dari satu tingkat komponen yang lebih rendah. Mode kegagalan potensial khas meliputi : gagal untuk

membuka/menutup, rapuh, retak, melengkung, *underfilled*, ukuran tidak sesuai

2. 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. Penyebab kegagalan sering dimasukkan ke tipe permasalahan berikut : tekanan yang berlebihan, material yang salah, ketebalan dinding yang salah, toleransi yang tidak tepat

3. Efek kegagalan potensial

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

4. *Severity* (Keparahan)

Keparahan adalah keseriusan efek dari kegagalan. Penilaian keparahan hanya berlaku untuk efek. Keparahannya dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat diminimalisir. Pedoman untuk *severity* (keparahan) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Tingkat *Severity* (keparahan) yang disarankan untuk FMEA

| Efek           | Peringkat | Kriteria   |
|----------------|-----------|--|
| Tidak Ada      | 1         | Tidak terlihat oleh operator (Proses/Produk)   |
| Sangat Sedikit | 2         | Efek tidak berarti/diabaikan (Proses). Efek tidak signifikan/tidak berarti (Produk). |
| Sedikit        | 3         | Operator mungkin akan melihat efeknya namun efeknya kecil (Proses dan Produk).       |

|               |    |   |
|---------------|----|---|
| Kecil         | 4  | Proses local 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).  |
| Tinggi        | 7  | Downtime yang signifikan (Proses). Kinerja produk sangat terpengaruh. Pengguna sangat tidak puas (Produk).  |
| Sangat Tinggi | 8  | Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Proses). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk).  |
| Ekstrim       | 9  | Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk)   |
| Maksimum      | 10 | Kegagalan yang mengakibatkan efek hampir pasti berbahaya. Tidak mengakibatkan cedera atau membahayakan personil operasi (Proses). Kepatuhan terhadap peraturan pemerintah (Produk). |

Sumber : Dyadem, (2003)

#### 5. *Occurrence* (Kejadian)

Kejadian adalah frekuensi kegagalan yakni seberapa sering kegagalan terjadi. Pedoman untuk *occurrence* (Kejadian) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4** Tingkat *Occurrence* (Kejadian) yang disarankan untuk FMEA

| Peringkat                        | Kejadian | Kriteria Kerusakan terhadap jam operasi | Kriteria                             |
|----------------------------------|----------|---|--------------------------------------|
| Kerusakan terjadi setiap 5 tahun | 1        | 1 in 25.000                             | Kegagalan sangat tidak mungkin.      |
| Kerusakan terjadi setiap 2 tahun | 2        | 1 in 10.000                             | Kemungkinan jumlah kegagalan jarang. |

|                                  |    |            |  |
|----------------------------------|----|------------|--|
| Kerasakan terjadi tiap tahun     | 3  | 1 in 5.000 | Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.                |
| Kerusakan terjadi setiap 6 bulan | 4  | 1 in 2.500 | Beberapa kemungkinan kegagalan.                      |
| Kerusakan terjadi setiap 3 bulan | 5  | 1 in 1.000 | Kegagalan sesekali mungkin.                          |
| Kerusakan terjadi tiap bulan     | 6  | 1 in 350   | Kegagalan sesekali mungkin.                          |
| Kerusakan terjadi tiap minggu    | 7  | 1 in 80    | Jumlah kegagalan cukup tinggi.                       |
| Kerusakan terjadi tiap hari      | 8  | 1 in 24    | Tingginya angka kemungkinan kegagalan.               |
| Kerusakan terjadi tiap shift     | 9  | 1 in 8     | Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan. |
| Kerusakan terjadi tiap jam       | 10 | 1 in 1     | Kegagalan hampir pasti.                              |

Sumber : Dyadem, (2003)

#### 6. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir/pelanggan. Pedoman untuk *detection* (Deteksi) untuk proses FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Tingkat *Detection* (Deteksi) yang disarankan untuk FMEA

| Deteksi        | Peringkat | Kriteria   |
|----------------|-----------|--|
| Sangat Mungkin | 1         | Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat.                                     |
| Sangat tinggi  | 2         | Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan. |
| Tinggi         | 3         | Memiliki efektivitas yang tinggi untuk mendeteksi.                             |
| Cukup Tinggi   | 4         | Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk mendeteksi.                            |
| Sedang         | 5         | Memiliki efektivitas sedang untuk mendeteksi.                                  |
| Sedang Rendah  | 6         | Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi.                               |
| Rendah         | 7         | Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.                                |

|                      |    |  |
|----------------------|----|--|
| Sangat Rendah        | 8  | Memiliki efektivitas terendah untuk deteksi.                           |
| Kemungkinan Jauh     | 9  | Memiliki kemungkinan yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat. |
| Sangat Tidak Mungkin | 10 | Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat.                       |

Sumber : Dyadem, (2003)

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

Sebuah RPN adalah pengukuran prioritas resiko, dihitung dengan mengalikan keparahan, kejadian dan penilaian deteksi. RPN ditentukan sebelum menerapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan dan digunakan untuk memprioritaskan perlakuan.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

#### 2.5.2. Langkah-langkah FMEA

Menurut Dyadem (2003), langkah-langkah FMEA adalah sebagai berikut :

1. Tentukan item yang dianalisis
2. Tentukan fungsi item yang dianalisis
3. Identifikasi semua mode kegagalan potensial untuk setiap item
4. Tentukan penyebab setiap mode kegagalan potensial
5. Mengidentifikasi efek dari setiap mode kegagalan potensial tanpa pertimbangan saat pengecekan
6. Mengidentifikasi dan daftar pengecekan yang dilakukan untuk setiap mode kegagalan potensial.
7. Tentukan tindakan korektif yang paling tepat atau pencegahan dan rekomendasi berdasarkan analisis resiko.

#### 2.6 Penelitian Terdahulu

Banyak jurnal-jurnal maupun skripsi yang mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai usaha untuk melakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Diantaranya adalah :

Pada Tahun 2016, dalam jurnal yang disusun oleh Anwar, Syukriah, Muslem. “Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam Meminimalisir *Six Big Losses* Pada Mesin Produksi di UD Hidup Baru” dalam penelitian ini dibahas bahwa UD. Hidup Baru merupakan sebuah industri yang bergerak dalam produksi minyak kelapa. Selain memproduksi minyak kelapa, perusahaan juga memanfaatkan ampas kelapa sebagai bahan baku pembuatan dedak. Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, masih dijumpai beberapa masalah seperti tingkat kerusakan mesin yang cukup tinggi (*breakdown*). Mesin produksi yang sering mengalami kerusakan adalah mesin pres 2 yang berfungsi sebagai finishing pengepresan minyak kelapa. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa tingkat efektivitas mesin dan meminimalisir *six big losses* melalui pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* dan *Failure Mode and Effect Analysis*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai OEE tertinggi berada pada bulan Maret sebesar 58,35 % dan terendah berada pada bulan Februari sebesar 43,64 %. Kondisi yang terjadi pada bulan Februari adalah jumlah produksi yang kurang maksimal sebesar 130 ton meskipun *operating time* lebih besar. Pada bulan Februari, perusahaan belum dapat memaksimalkan *operating time* dengan jumlah produksi yang seharusnya. Hal ini mengakibatkan nilai *performance* mesin turun sebesar 50,75%. Sedangkan pada bulan Maret perusahaan lebih mampu memaksimalkan hasil produksi sebesar 150 ton. Berdasarkan hasil analisa FMEA diperoleh berbagai permasalahan dan akibat yang ditimbulkan oleh mesin. Tindakan yang harus dilakukan untuk meminimalkan kerusakan pada pres 2 yaitu dibutuhkannya suatu alat kontrol berupa sensor cahaya dan alarm yang berfungsi untuk mendeteksi sejak dini terhadap perubahan sistem kerja dan dapat diusulkan agar perusahaan lebih memprioritaskan tindakan pemeliharaan mesin secara berkala (*preventive maintenance*).

Bilianto dan Ekawati (2016) melakukan penelitian mengenai “Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* Untuk Dasar

Usulan Perbaikan”. Dalam penelitian ini, CV. Gracia memiliki mesin cetak (*offset printing*) yang sering mengalami *downtime* dikarenakan kerusakan mesin. Mesin cetak yang memiliki efektivitas rendah dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan alat bantu untuk mengukur tingkat keberhasilan *Total Productive Maintenance* (TPM) berdasarkan tiga kategori yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai rata-rata OEE pada tahun 2014 tergolong rendah yaitu sebesar 57%. Rendahnya nilai OEE dianalisis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *fishbone* diagram untuk mengetahui penyebab permasalahan. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penerapan usulan berupa pemindahan lokasi *raw material* dan pembuatan katalog warna pada bulan April - Mei tahun 2016 untuk meningkatkan efektivitas waktu kerja. Hasil penerapan usulan perbaikan menunjukkan nilai rata-rata OEE yang baru adalah sebesar 60%.

Pada Tahun 2015, Irma dkk melakukan penelitian yang berjudul “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%.

Suliantoro, dkk (2017) melakukan penelitian yang berjudul “Penerapan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Fault Tree Anaylisis* (FTA) untuk Mengukur Efektivitas Mesin Reng. Dalam penelitian tersebut menerangkan bahwa mesin reng digunakan untuk memproduksi atap baja ringan jenis reng V belum sepenuhnya bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan dengan adanya *downtime*, penurunan kecepatan produksi mesin, dan produk-produk yang tidak sesuai standard yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan

mengetahui tingkat efektivitas mesin reng dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), mengidentifikasi faktor penyebab six big losses dengan menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA), dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan tingkat efektivitas mesin. Dari hasil penelitian, OEE mesin reng mencapai rata-rata 57,55%, dan masih berada di bawah nilai OEE ideal (85%). Usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi eliminasi six big losses, mengembangkan program pemeliharaan, dan memberikan pelatihan untuk meningkatkan kemampuan maintenance dan operasional.

**Tabel 2.6** Penelitian Terdahulu

| No | Nama  | Judul  | Metode |      |     |                       | Produk           |
|----|---|--|--------|------|-----|-----------------------|------------------|
|    |   |  | OEE    | FMEA | TPM | <i>Six Big Losses</i> |                  |
| 1. | Anwar, Syukriah,<br>Muslem  | ANALISIS <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> (OEE) DALAM MEMINIMALISIR <i>SIX BIG LOSSES</i> PADA MESIN PRODUKSI DI UD. HIDUP BARU (2016)   | √      | √    | √   | √                     | Minyak Kelapa    |
| 2. | Bernandus<br>Yoseph Bilianto,<br>Yurida Ekawati                                     | PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN MENGGUNAKAN <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> UNTUK DASAR USULAN PERBAIKAN (2016)  | √      | √    | √   |                       | Percetakan       |
| 3. | Irma Rizkia, Hari<br>Adianto, Yoanita<br>Yuniati                                    | PENERAPAN METODE <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> (OEE) DAN <i>FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS</i> (FMEA) DALAM MENGUKUR KINERJA MESIN PRODUKSI WINDING NT-880N UNTUK MEMINIMASI <i>SIX BIG LOSSES</i> (2015) | √      | √    |     | √                     | Kawat            |
| 4. | Hery Suliantoro,<br>Novie Susanto,<br>Heru Prastawa,<br>Iyain Sihombing,<br>Anita M | PENERAPAN METODE <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> (OEE) DAN <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIVITAS MESIN RENG (2017)  | √      |      |     | √                     | Atap Baja Ringan |

|    |                               |  |   |   |  |   |                |
|----|-------------------------------|--|---|---|--|---|----------------|
| 5. | Rahmawati Dewi<br>Normalasari | ANALISIS NILAI <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i><br>(OEE) PADA MESIN <i>SCREEN MESH F-2202 A/B</i> (Studi Kasus :<br>PT PETRO JORDAN ABADI) | √ | √ |  | √ | Asam<br>Fosfat |
|----|-------------------------------|--|---|---|--|---|----------------|

