

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Kajian induktif atau kajian penelitian terdahulu merupakan sebuah penelitian terdahulu yang digunakan sebagai tujuan untuk mengetahui arah dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. (Rahmat et al., 2009).

Penelitian pertama dilakukan oleh saudara Abadi Pinasthika dengan judul “Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Guna Mengurangi *Six Big Losses* dan Upaya Perbaikan Dengan Pendekatan *Kaizen 5S* pada PT. PINDAD (PERSERO)”. Pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada mesin bubut konvensional Volman S-35 yang memproduksi Rumah Isolating Cock L. Perusahaan bertujuan untuk memenuhi permintaan pasar yang begitu cepat, maka dari itu pada penelitian ini menggunakan metode OEE untuk mengetahui besar nilai dari OEE dan *six big losses* untuk mengetahui faktor-faktor kerugian yang menyebabkan tidak maksimalnya nilai persentase OEE pada mesin. Pendekatan *fishbone diagram* bertujuan menentukan penyebab permasalahan berdasarkan hasil perhitungan *six big losses*. Hasil penelitian didapatkan nilai OEE sebesar 81,4% dari hasil tersebut dapat dikategorikan sedang, dikategorikan dibawah standar internasional JIPM adalah 85%. Jenis *six big losses* yang paling dominan pada mesin bubut Volman yaitu *rework losses* dan *reduced speed losses* (Pinasthika, 2018). Dari hasil nilai OEE tersebut perlu adanya suatu upaya perbaikan agar meningkatkan nilai OEE melalui pendekatan *kaizen 5S*.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh saudara Arsyof Arifianto dengan judul penelitian ”Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* pada PT. Triangle Motorindo”. Penelitian bertujuan mengetahui kondisi *maintenance* dan bagaimana tingkat efektivitas dari line A serta rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan efektivitas dari line A. Peneliti menggunakan metode OEE dan *Six Big losses*. Hasil yang diperoleh nilai rata-rata OEE

dari line A adalah sebesar 64,86%, dimana nilai tersebut dinyatakan jauh dari standar *world class* yaitu 85%. Diketahui bahwa *losses* terbesar yang menyebabkan rendahnya nilai OEE yaitu *Reduced speed losses* sebesar 43.34% dan *defect losses* sebesar 34,62% dari keseluruhan *losses* dengan menarik kesimpulan yang menyebabkan besarnya *losses* terdiri dari faktor mesin, manusia, lingkungan, dan material (Arifianto, 2018). Dari hasil penelitian tersebut peneliti merekomendasikan perusahaan perlu memberikan pelatihan tentang perawatan mesin kepada operator dan memperhatikan kenyamanan operator dalam bekerja.

Penelitian ketiga yaitu penelitian dengan judul " Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya" yang dilakukan oleh saudara Dyah Ika Rinawati dan Nadia Cynthia Dewi. Tujuan penelitian mengukur nilai efektivitas peralatan dan mencari permasalahan pada mesin CavitecVD-02 yang memproduksi filter rokok. Metode yang digunakan yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan pendekatan *six big losses* digunakan untuk mengetahui *losses* terbesar. Hasil yang didapatkan nilai OEE sebesar 44,33% yang tergolong sangat rendah dan *losses* dominan terdapat pada *idling and minor stoppages loss*, dengan total time *losses* 952,99 jam atau 41,08% dari keenam faktor *six big losses* (Rinawati & Dewi, 2014).

Penelitian keempat yang dilakukan oleh saudara Lasenda Duta Pratama dengan penelitian berjudul " Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* Dengan Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dan *Six Big Losses* Sebagai Rekomendasi Perbaikan *Maintenance* (Studi Kasus: CV. Arsila Bakery)". Penelitian ini dilakukan disalah unit usaha yang bergerak dibidang industri makanan. Hasil yang didapatkan nilai OEE sebesar 78% yang dikategorikan sedang dan hasil *losses* paling besar dan paling berpengaruh pada *Reduced Speed Losses* sebanyak 16,58% dan *Idling and Minor Stoppages Losses* sebanyak 15,80% dimana dua *losses* ini termasuk dalam bagian *speed losses* pada mesin produksi (Pratama, 2018).

Pada penelitian kelima 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 mengukur tingkat efektivitas peralatan total proses produksi, menentukan faktor penyebab nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) rendah dan mengidentifikasi kerugian/*losses* yang terjadi pada mesin. Hasil nilai OEE pada mesin press atom adalah sebesar 55,24% dikarenakan penyebab rendahnya nilai rata-rata *performance ratio* sebesar 62,11% dengan pengaruh faktor *idle and minor stoppages* dan *speed losses* yang terjadi pada mesin.

Pada penelitian kelima yang dilakukan oleh saudara Firman Alamsyah yang mana judul penelitian “ Analisis Akar Penyebab Masalah Dalam Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Stripping Hipack III Dan Unimach Di PT PFI”. Pada penelitian ini menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness, dimana penilaian yang dilakukan di PT. Promedrahardjo Farmasi Industri yang bergerak di industri farmasi. Hasil yang didapatkan Rendahnya nilai OEE mesin stripping Hipack III sebesar 30,9% dan Unimach sebesar 33,6 %, penelitian ini menunjukkan faktor yang dominan dalam six big losses adalah downtime losses dan speed losses yang diakibatkan oleh maintenance yang tidak teratur. Maka dari itu perusahaan perlu meningkatkan manajemen perawatan dengan memberi edukasi kepada operator yang sedang bekerja. (Alamsyah, 2015)

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Perawatan

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya. (Budhiarti, 2016) menjelaskan bahwa Perawatan adalah suatu kegiatan merawat fasilitas dan menempatkannya pada kondisi siap pakai sesuai dengan kebutuhan. Dengan kata lain perawatan merupakan aktivitas dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi berada pada kondisi/kemampuan produksi yang dikehendaki. Perawatan merupakan suatu fungsi utama dalam suatu unit organisasi/usaha/industri. Fungsi lainnya diantaranya adalah pemasaran, keuangan, produksi dan sumber daya manusia. Fungsi perawatan harus dijalankan dengan baik, karena fasilitas-fasilitas yang diperlukan dalam organisasi dapat terjaga kondisinya

karena tanpa adanya perawatan , peralatan yang ada dapat mengalami kerusakan secara bertahap ataupun tiba-tiba dan hal ini akan merugikan organisasi pula (Mustofa, 1997).

Ada dua jenis penurunan kemampuan mesin yaitu:

1. *Natural Deterioration* yaitu terjadinya keausan pada mesin/peralatan selama waktu pemakaian secara alami
2. *Accelerated Deterioration* yaitu keausan mesin yang disebabkan oleh kesalahan manusia yang tidak seharusnya dilakukan terhadap mesin tersebut (*Human Error*) sehingga kinerja mesin dapat menurun.

Oleh karena itu, diharapkan adanya suatu cara untuk dapat mencegah dan menghilangkan kerusakan mesin yang terjadi dimana salah satu caranya adalah perawatan mesin secara berkala. Terdapat dua cara dalam melakukan perawatan mesin, yaitu:

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi dengan umur ekonomisnya.
2. *Replecement maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

Dalam hal ini merupakan beberapa tujuan dari perawatan, yaitu:

1. Kemampuan berproduksi 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 diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut
6. Memaximumkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi (mengurangi *downtime*)
7. Untuk memperpanjang umur/masa pakai dari mesin/peralatan.

Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu (Mustofa, 1997):

1. Berdasarkan Tingkat Perawatan

Penentuan tingkat perawatan pada dasarnya berpedoman pada lingkup/bobot pekerjaan yang meliputi kerumitan, macam dukungan serta waktu yang diperlukan untuk pelaksanaannya. Tiga tingkatan dalam perawatan sistem, yaitu:

a) Perawatan Tingkat Ringan

Bersifat *preventive* yang dilaksanakan untuk mempertahankan sistem dalam keadaan siap operasi dengan cara sistematis dan periodik memberikan inspeksi, deteksi dan pencegahan awal. Menggunakan peralatan pendukung perawatan secukupnya serta personil dengan kemampuan yang tidak memerlukan tingkat spesialisasi tinggi. Kegiatannya antara lain menyiapkan sistem *servicing*, perbaikan ringan.

b) Perawatan Tingkat Sedang

Bersifat *korektif*, dilaksanakan untuk mengembalikan dan memulihkan sistem dalam keadaan siap dengan memberikan perbaikan atas kerusakan yang telah menyebabkan merosotnya tingkat keandalan. Untuk melaksanakan pekerjaan tersebut didukung dengan peralatan serta fasilitas bengkel yang cukup lengkap. Kegiatannya meliputi:

- Pemeriksaan berkala/periodik bagi sistem.
- Inspeksi terbatas terhadap komponen sistem
- Perbaikan terbatas pada *parts, assemblies, sub assemblies* dan komponen.
- Modifikasi material seperti ditentukan sesuai dengan kemampuan perbengkelan.
- Perbaikan dan pengetesan mesin.
- Pembuatan/produksi perlengkapan/*parts*.
- *Test* dan kalibrasi/pengukuran.
- Pencegahan dan pengendalian korosi.

c) Perawatan Tingkat Berat

Bersifat *restoratif* dilaksanakan pada sistem yang memerlukan *major overhaul* atau suatu pembangunan lengkap yang meliputi *assembling*, membuat suku cadang, modifikasi, *testing* serta reklamasi sesuai

keperluannya. Perawatan tingkat berat meliputi pekerjaan yang luas dan intensif atas suatu sistem. Pekerjaan tersebut mencakup pulih balik, perbaikan yang rumit yang memerlukan pembongkaran total, perbaikan, pemasangan kembali, pengujian serta pencegahan dukungan peralatan serta fasilitas kerja lengkap dan tingkat keahlian personil yang cukup tinggi serta waktu yang relatif lama. Perawatan tingkat berat dikerjakan di bagian yang berat. Tujuan perawatan berat adalah menjamin keutuhan fungsi struktur sistem dan sistemnya dengan menyelenggarakan pemeriksaan mendalam terhadap *item/sub item* dan bagian rangka sistem tertentu pada *interval* yang telah ditetapkan.

2. Berdasarkan Periode Pelaksanaannya
 - a) Perawatan Terjadwal (*Schedule Maintenance*)
 - b) Perawatan Tidak Terjadwal (*Unschedule Maintenance*)
3. Berdasarkan Dukungan Dananya
 - a) Terprogram (*Planned Maintenance*)
 - b) Tidak Terprogram (*Unplanned Maintenance*)
4. Berdasarkan Tempat Pelaksanaan Perawatan

Untuk melaksanakan kegiatan perawatan diperlukan adanya suatu tempat perawatan yang disesuaikan dengan macam/beban kerja yang dihadapi yang dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang memenuhi persyaratan tertentu, berharga mahal, sehingga penda penggunaannya perlu dilakukan secara efektif dan efisien. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya duplikasi kemampuan, maka peralatan disentralisasikan penempatannya di unit-unit perawatan sesuai tempat dan macam perawatan yang dilakukan.

2.2.2 Total Productive Maintenance (TPM)

TPM merupakan pengembangan dari *productive maintenance* dari Amerika yang diadopsi kemudian dikembangkan oleh Jepang. TPM merupakan suatu hubungan kerjasama yang erat antar perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas produksi, mengurangi *waste*, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur (Hutagaol, 2009)

Maka dari itu TPM sendiri bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh. Dari pengertian diatas, dapat dilihat bahwa pengertian tersebut mencakup 5 elemen yaitu, (Nakajima, 1988).

1. TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem *preventive maintenance* (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin.
2. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas 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 rantai produksi.
5. TPM merupakan pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan *preventive maintenance* (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.
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. Meningkatkan motivasi kerja, karena hak dan tanggung jawab didelegasikan oleh setiap orang.

2.2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin /

peralatan yakni: *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses* seperti dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Wireman, 2004). Nilai OEE memiliki beberapa kategori tertentu, hal ini untuk mengetahui apa hasil dari nilai OEE itu sendiri dan apa yang harus dilakukan jika nilai OEE kurang baik. *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* untuk nilai OEE berikut adalah kategori nilai OEE untuk standar yang sudah ditentukan (Wireman, 2004) :

1. Nilai OEE 40% masuk dalam kategori rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah melakukan *improvement* melalui pengukuran langsung dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime*.
2. Nilai OEE 60% masuk dalam kategori sedang tetap diperlukan adanya perbaikan pada sistem agar nilai OEE naik menjadi di atas 85% sehingga perusahaan akan bergerak menuju kelas dunia. Kategori ini dapat menimbulkan sedikit kerugian ekonomi dan daya saing sedikit rendah.
3. Nilai OEE 85% masuk dalam kategori kelas dunia, kategori ini masuk ke dalam efek kelas dunia dan baik dalam daya saing, setiap perusahaan menjadikan kategori ini menjadi tujuan jangka panjang yang berkelanjutan. Nilai OEE 100% masuk dalam kategori sempurna, hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performansi yang cepat, dan tidak ada *downtime*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah ukuran standar yang digunakan untuk mengukur tingkat keefektivitas mesin pada manufaktur. OEE sebagai alat ukur yang digunakan untuk menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* peralatan (Hermanto, 2016).

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

a. *Availability*

Menurut Dianra A. (2015) Dalam menghitung nilai *availability* mesin maka membutuhkan nilai-nilai dari :

1. *Machine Working Times* merupakan tersedianya waktu penggunaan mesin dalam satu hari waktu ini juga dapat ditambahkan dengan jam lembur apabila waktu tersebut tersedia di perusahaan. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Machine \ Working \ Times = Jam \ kerja + Jam \ lembur \dots \dots \dots (2.2)$$

2. *Planned Downtime* merupakan jumlah waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

3. *Loading Time* merupakan waktu yang tersedia (*machine working times*) per hari dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*).

Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Loading Time} = \text{Machine Working Time} - \text{Planned Downtime} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. *Downtime* merupakan jumlah waktu *setup & adjustment* seperti *briefing* atau *setting* mesin sebelum dimulainya proses produksi ditambah dengan waktu mesin berhenti operasi (*breakdown*) seperti pergantian *part* atau terjadi kerusakan pada bagian tertentu. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Downtime} = \text{Setup \& Adjustment} + \text{Breakdown} \dots \dots \dots (2.4)$$

5. *Operation Time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan jumlah waktu *Setup & Adjustment* dan dikurangi dengan waktu mesin berhenti operasi (*Breakdown*). Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Operation Time} = \text{Loading Time} - \text{Downtime} \dots \dots \dots (2.5)$$

6. *Availability* merupakan rasio perbandingan antara *Operation Time* dibagi dengan *Loading Time*. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \dots \dots \dots (2.6)$$

b. *Performance Ratio*

Dalam menghitung nilai *Performance* mesin maka membutuhkan nilai-nilai dari:

1. *Machine Working Times* merupakan tersedianya waktu penggunaan mesin dalam satu hari waktu ini juga dapat ditambahkan dengan jam lembur apabila waktu tersebut tersedia di perusahaan. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Machine Working Times} = \text{Jam kerja} + \text{Jam lembur} \dots \dots \dots (2.7)$$

2. *Jumlah Produksi Kotor (JPK)* atau *processed amount* merupakan *output* hasil produksi selama mesin bekerja dalam setiap *Machine Working Times*.

3. *Run Time* merupakan *Machine Working Times* setelah dikurangi dengan waktu *Setup & Adjustment* dan *Breakdown*. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Run Time} = \text{Machine Working Times} - (\text{Setup \& Adjustment} + \text{Breakdown}) \dots \dots \dots (2.8)$$

4. *Cycle Time* merupakan rasio perbandingan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dibagi dengan *Run Time*. Rumusnya sebagai berikut :

$$Cycle\ Time = \frac{JPK}{Run\ Time} \dots\dots\dots(2.9)$$

5. *Performance* merupakan rasio perbandingan antara Jumlah Produksi Kotor (JPK) dibagi dengan *Cycle Time* dikali dengan *Machine Working Times*. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Performance = \frac{JPK \times cycle\ time}{Machine\ Working\ Times} \dots\dots\dots(2.10)$$

c. *Quality*

Quality ratio atau *rate of quality product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini (Yusuf et al., 2015):

$$Quality = \frac{Output - defect\ amount}{Output} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

Output = jumlah *output* yang dihasilkan dalam satu periode (unit)

Defect amount = jumlah *output* cacat yang dihasilkan dalam satu periode (unit)

2.2.4 Six Big Losses

Alat ukur yang digunakan (OEE) yaitu untuk mengurangi atau menghilangkan *six big losses*. Adapun enam kerugian utama (*six big losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal menurut (Nakajima, 1988), yaitu:

a. *Downtime Losses*

Downtime Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *breakdown losses* adalah suatu keadaan dimana mesin / peralatan mengalami kerusakan, sehingga mesin tidak dapat dioperasikan. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *breakdown losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$Breakdown\ Losses = \frac{Total\ Breakdown\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Kerugian lainnya adalah *setup and adjustment losses* merupakan waktu yang diperlukan untuk setup mesin mulai dari mesin berhenti hingga beroperasi dengan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *set up and adjustment losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Dianra, et al., 2015):

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment Losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.13)$$

b. *Speed Losses*

Speed Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *reduced speed* yang disebabkan terjadinya penurunan kecepatan operasi mesin dari kecepatan normal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *reduced speed losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$\text{Reduce Speed Losses} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Jumlah Produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.14)$$

Kerugian lainnya adalah *idling and minor stoppages* yang disebabkan mesin berhenti sesaat yang disebabkan faktor eksternal. Besarnya persentase kerugian yang muncul dari faktor *Idling and minor stoppages losses* ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Firmansyah, et al., 2015):

$$\text{Idling Minor Stoppages Losses} = \frac{(\text{Plan Production} - \text{Reality production})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (2.15)$$

c. *Defect Losses*

Defect Losses terdiri dari dua kerugian yaitu *quality defect (process defect)* atau *rework losses* merupakan hasil proses produksi yang tidak memenuhi standar dari *quality control*. Adapun rumus untuk *rework losses* yaitu (Dianra, et al., 2015):

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Total Rework} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.16)$$

Kerugian lainnya yaitu *yield losses* yang merupakan kerugian yang diakibatkan percobaan bahan baku diawal ketika *setting* mesin yang akan beroperasi sampai tercapainya proses produksi yang stabil. Adapun rumus untuk *yield losses* yaitu (Dianra, et al., 2015):

$$\text{Reject Losses} = \frac{\text{Jumlah Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.17)$$

Dari keenam kerugian di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga jenis kerugian terkait dengan proses produksi yang harus diantisipasi, yaitu:

1. *Downtime loss* yang mempengaruhi *Availability*.
2. *Speed loss* yang mempengaruhi *Performance*.
3. *Defect loss* yang mempengaruhi *Quality*.

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 OEE

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

2.2.5 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah diagram yang dikembangkan pada abad ke 19 oleh seorang ahli ekonomi berasal dari Italia yaitu Vilfredo Pareto. Dimana prinsip teori pareto dikenal dengan prinsip 80/20 yaitu 20% dari masalah memiliki 80% dari dampak. "Akan tetapi komposisi ini tidak selamanya tepat, karena terkadang suatu objek yang diteliti menunjukkan komposisi lain seperti 15/85, 10/90, 5/95, atau mungkin 20/95" (Sutardi & Budiasih, 2011). Diagram Pareto (*Pareto diagram*) adalah "grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan". Fungsi diagram Pareto adalah "untuk mengidentifikasi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. (Yuri, 2013).

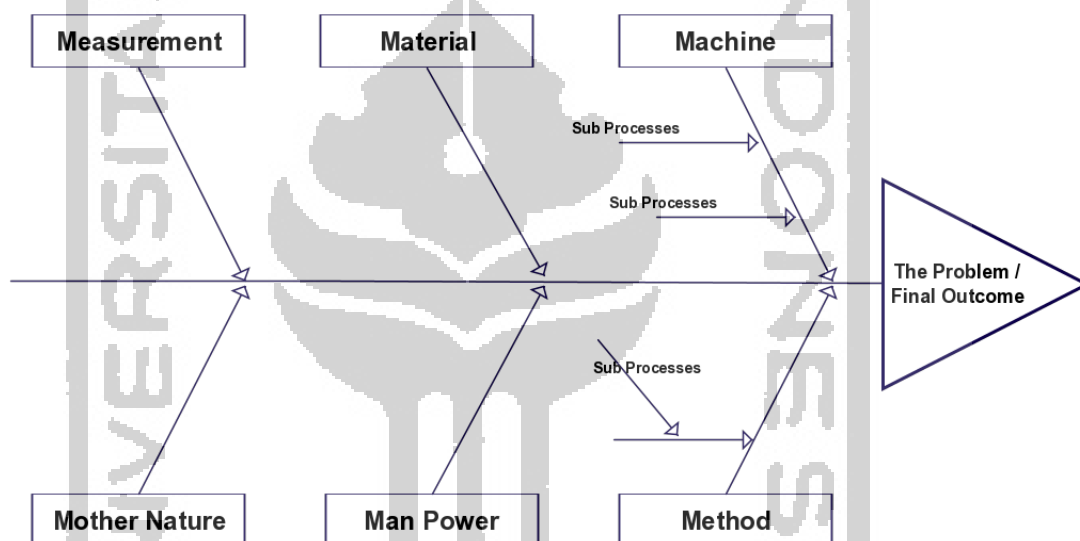
Pada dasarnya diagram pareto digunakan sebagai alat interpretasi untuk :

1. Menentukan frekuensi relative dan urutan pentingnya masalah penyebab dari masalah yang ada.

2. Memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan paling penting melalui pembuatan ranking terhadap masalah atau penyebab dari masalah yang ada dalam bentuk yang signifikan.

2.2.6 Diagram *Fishbone*

Fishbone diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005). Diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.



Gambar 2.1 Diagram Fishbone

Konsep dasar dari diagram *fishbone* adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya.

Pada setiap sirip dan durinya menggambarkan penyebab permasalahan. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai *start* awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik *brainstorming*. Pada umumnya diagram *fishbone* ini digunakan untuk

mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan, serta dapat menggali ide dari pemikiran beberapa orang secara detail (Yuniarto et al, 2013).

Dengan adanya diagram tulang ikan ini sebenarnya memberi banyak sekali keuntungan bagi dunia bisnis. Selain memecahkan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan, masalah-masalah klasik yang dapat diselesaikan di industri antara lain:

- a. Keterlambatan proses produksi.
- b. Tingkat defect (cacat) produk yang tinggi.
- c. Mesin produksi yang sering mengalami masalah.
- d. Output lini produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya rencana produksi.
- e. Produktivitas yang tidak mencapai target.
- f. Komplain pelanggan yang terus berulang.

Namun, pada dasarnya diagram tulang ikan dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

- a. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah dari suatu masalah.
- b. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- c. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.
- d. Mengidentifikasi tindakan untuk menciptakan hasil yang diinginkan.
- e. Membuat issue secara lengkap dan rapi
- f. Menghasilkan pemikiran baru.

2.2.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis merupakan metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan berbagai jenis keagalan dari sistem yang terdiri dari komponen, menganalisa pengaruh terhadap dari kendala sistem dengan penelusuran pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan tingkat level. “FMEA dapat memberikan usulan perbaikan pada suatu proses atau suatu produk berdasarkan kajian *severity*, *occurance*, dan *detection* yang memiliki nilai akhir yaitu *risk priority number* (RPN). (Alfi & Harif, 2016)

Dalam menentukan prioritas dari suatu kegagalan dari mesin *rotary packer*, maka dari itu harus mendefinisikan terdahulu dari 3 pedoman FMEA seperti, *severity* (keparahan), *occurance* (kejadian), dan *detection* (deteksi) serta hasil akhir berupa *risk priority number* (RPN) sebagai berikut:

a. *Severity* (Keparahan)

Severity adalah langkah pertama dalam menganalisa resiko kegagalan dengan seberapa besar dampak kejadian mempengaruhi pada *output* proses. Dalam mendefinisikan dampak tersebut diberi peringkat mulai dari skala 1 sampai 10, dimana dampak 10 merupakan dampak terburuk. Pada tabel 2.2 merupakan tabel *severity of effect* dalam proses FMEA (Piatkowski & Kaminski, 2017)

Tabel 2.2 *Severity of Effect*

<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
<i>The defect does not affect the quality</i> (Bentuk kegagalan tidak mempegaruhi kualitas) tidak menimbulkan dampak yang begitu berarti atau dapat diabaikan.	1 2
<i>Very low and Low</i> (Kegagalan berpengaruh ringan). Menimbulkan dampak yang sangat kecil dan memerlukan biaya perbaikan yang rendah	3 4
<i>Transitory</i> (Kegagalan yang menimbulkan sedikit kesulitan).	5
<i>Average</i> (Kegagalan menyebabkan kualitas produk sedikit terpengaruh)	6
<i>Significant</i> (Kegagalan berdampak signifikan). Perlu adanya sedikit perbaikan produk atau sistem.	7
<i>High</i> (Kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang tinggi) Perbaikan yang dilakukan menggunakan biaya besar	8
<i>Very High</i> (Kegagalan yang terjadi mempengaruhi kelayakan dan kegunaan produk atau sistem).	9
<i>Product Rejection</i> (Kegagalan yang terjadi menyebabkan kerusakan total)	10

b. *Occurance* (Kejadian)

Occurance adalah kemungkinan penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan mesin. Dimana frekuensi kegagalan,

seberapa sering kegagalan akan terjadi dengan memperkirakan kemungkinan kegagalan pada skala 1 sampai 10. Pada tabel 2.3 merupakan tabel tingkat *occurrence* dalam proses FMEA (Piatkowski & Kaminski, 2017)

Tabel 2.3 Tingkat *Occurance* (Kejadian)

<i>Probability of Failure</i>	Kriteria Verbal	<i>Occurence</i>	<i>Rating</i>
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

c. *Detection* (Deteksi)

Rating *detection* tergantung pada metode pengendalian yang digunakan saat ini. *Detection* adalah kemampuan metode pengendalian untuk mendeteksi penyebab kegagalan.

Tabel 2.4 Rating *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rank</i>
Sangat tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/	1
	mekanisme kegagalan dan mode kegagalan	2

Tabel 2.4 Rating *Detection* (lanjutan)

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rank</i>
Tinggi	Perawatan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan mode kegagalan	3
		4
Sedang	Perawatan memiliki kemungkinan sedang untuk mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan mode kegagalan	5
		6
Rendah	Perawatan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan mode kegagalan	7
		8
Sangat rendah	Perawatan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial/ mekanisme kegagalan dan mode kegagalan	9
		10

d. RPN (*Risk Priority Number*)

Risk priority number adalah pengukuran resiko relatif, dihitung dengan mengalikan *severity*, *occurance*, dan *detection*. Dimana *effect (severity)* pengukuran ini muncul dari kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan kemudian berhubungan dengan *effect (occurance)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \dots \dots \dots (2.18)$$

Adapun penentuan kategori berdasarkan tingkat nilai RPN (Piatkowski & Kaminski, 2017):

Tabel 2.5 Penentuan Kategori Resiko

Nilai RPN	Kategori	Perlakuan
192 - 1000	Tinggi	Lakukan perbaikan saat ini

Tabel 2.5 Penentuan Kategori Resiko (lanjutan)

Nilai RPN	Kategori	Perlakuan
65 – 191	Sedang	Upaya untuk melakukan perbaikan
0 – 64	Rendah	Resiko dapat diabaikan

