

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi

Proses produksi Bogie di PT. Barata Indonesia (Persero) terdiri beberapa proses, dapat dilihat pada Gambar 2.2 OPC *Bolster* dan *Sideframe*. Pada produksi 1 carset Bogie ini terdiri dari 2 *Bolster* dan 4 *Sideframe*. Akan tetapi dalam penelitian ini yang akan menjadi objek penelitian pada mesin *Furnace*.

2.1.1 *Electric Arc Furnace Machine*

Mesin *Electric Arc furnace* adalah Peralatan / alat yang digunakan untuk proses pembuatan logam / peleburan logam, dimana besi bekas dipanaskan dan dicairkan dengan busur listrik yang berasal dari elektroda ke besi bekas di dalam tanur seperti terlihat pada Gambar 2.1. Mesin *Electric Arc furnace* sebagai salah satu fasilitas produksi yang sangat menentukan hasil produksi, karena jika terjadi kerusakan pada mesin *Electric Arc furnace* maka kegiatan produksi tidak berjalan lancar.

Cara kerja pada mesin *Electric Arc furnace* sama seperti pada las listrik, dimana elektroda tersebut diberikan arus listrik yang akan mengeluarkan percikan bunga api. Temperatur yang dibutuhkan untuk melebur baja sekita 1.600 – 1.650 °C dan membutuhkan energi listrik sebesar 85.000 – 100.000 kWh. Daya yang diperlukan oleh *Furnace* untuk melakukan satu kali *heat* (Pemanasan) adalah sekita 670 kWh/ ton dengan *power factor* 0,7. Sebelum melakukan pemanasan/ peleburan, mula- mula *furnace* diberi kapur bakar, kemudian scrap, dan terakhir besin spon (DRI), jumlah scrap dalam satu kali *heat* sekita 15 – 20 % dan DRI 80 – 85 %. Pemanasan ini berlangsung ± 90 menit.

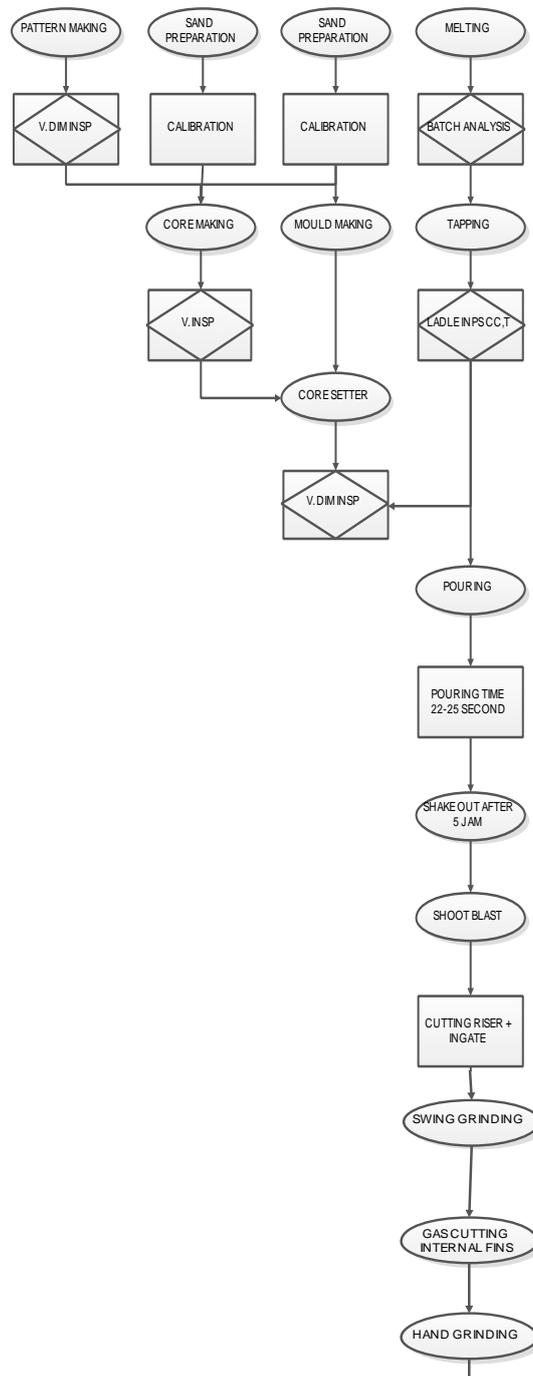


Sumber : PT. Barata Indonesia (Persero)

Gambar 2.1 Mesin *Electric Arc Furnace*

2.1.2 Operation Process Chart (OPC) Produk Bogie

Bogie merupakan sistem kesatuan roda pada Kereta Api, baik di kereta berpengerak maupun kereta tidak berpengerak. Bogie pada umumnya dipakai untuk roda yang jumlahnya lebih dari 2 gandar dalam satu kereta. Bogie terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu 1 *bolster* dan 2 *sideframe*, tetapi dalam satu gerbong kereta/ satu carset memiliki 2 *bolster* dan 4 *sideframe*. *Operation Process Chart*. Dalam pembuatan *bolster* dan *sideframe* Seperti terlihat pada Gambar 2.2 dan gambar 2.3 :



Gambar 2.2 OPC *Bolster* dan *Sideframe*

REMARK :

CC	= CHEMICAL COMPOSITION
T	= TEMPERATURE
HT	= HEAT TREATMENT
MP	= MECHANICAL PROPERTIES
V	= VISUAL
DIM	= DIMENSION
MPI	= MAGNETIC PARTICLE INSPECTION
HB	= HARDNESS BRINELL
DT	= DESTRUCTIVE TEST

2.2 Perawatan

Menurut Ansori dan Imron dalam Sistem Perawatan Terpadu, (2013) Pemeliharaan atau perawatan di suatu industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung suatu proses produksi yang mempunyai daya saing di pasaran. Produk yang dibuat industri harus mempunyai hal-hal berikut :

- Kualitas baik
- Harga pantas
- Diserahkan pada konsumen dalam waktu yang tepat

Oleh karena itu proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Untuk mencapai hal itu maka peralatan-peralatan penunjang proses produksi ini harus dilakukan perawatan yang teratur dan terencana.

Dalam masalah pemeliharaan, kadang-kadang kurang memperoleh perhatian yang cukup dari perusahaan, sehingga kegiatan pemeliharaan mesin dan peralatan produksi kurang berjalan dengan baik. Akibat kurang berjalanya kegiatan pemeliharaan, maka dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan mesin yang cukup fatal, namun hal tersebut baru akan dirasakan pada kemudian hari. Para karyawan pada umumnya baru mengetahui atau merasakannya apabila mesin dan peralatan

produksi yang digunakanya telah benar-benar rusak atau tidak dapat digunakan secara normal.

Berdasarkan pada keadaan tersebut, maka sebenarnya pihak perusahaan mempunyai fungsi ganda dalam hubunganya dengan masalah pemeliharaan ini. Hal pertama yang harus dilaksanakan adalah yang berhubungan dengan pelaksanaan pemeliharaan mesin dan peralatan produksi yang digunakan, misalnya penyusunan perencanaan pemeliharaan mesin, kapan mesin harus dibersihkan, kapan mesin harus diganti pelumasnya, kapan mesin dan peralatan harus diganti bagian-bagian yang aus, kapan harus diadakan perbaikan total dan lain sebagainya. Sedangkan hal yang kedua adalah yang berhubungan dengan kesadaran karyawan untuk mengadakan pemeliharaan yang baik bagi mesin dan peralatan produksi yang digunakan. Bagaimana seharusnya para karyawan tersebut menggunakan mesin dengan baik, bagaimana seharusnya menghidupkan atau mematikan mesin, bagaimana membersihkan mesin yang benar serta bagaimana pula cara menjaga kebersihan mesin tersebut, bagaimana cara-cara melaksanakan proses produksi dengan baik sehingga mesin dan peralatan produksi dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Akibat-akibat kurangnya pemeliharaan mesin dan peralatan produksi memang tidak dirasakan dalam jangka waktu pendek, melainkan di dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu maka pihak manajemen perusahaan selayaknya dapat merencanakan program pemeliharaan yang cukup baik bagi mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam perusahaan, sehingga tidak akan menimbulkan berbagai masalah pada saat mesin dan peralatan produksi tersebut digunakan, misalnya terdapatnya kemacetan mesin, penyerapan bahan bakar yang terlalu besar dari ukuran normal, penggunaan bahan bakar terlalu boros dan lain sebagainya. Keterlambatan perbaikan-perbaikan kecil, penyetulan mesin dan sebagainya jika dibiarkan berlarut-larut dapat mengakibatkan kerusakan-kerusakan mesin yang lebih besar lagi.

Jadi dengan adanya kegiatan pemeliharaan ini, maka mesin dan peralatan 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 proses produksi dapat berjalan lancar.

2.2.1 Pengertian Perawatan

Menurut Ebeling (1997) dalam Ansori dan Imron Sistem Perawatan Terpadu, (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 buku Ansori Sistem Perawatan Terpadu, (2013) secara detail sebagai berikut :

- Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.
- Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- Menjamin kesiapan oprasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
- Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
- Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- 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.
- Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan maitenance secara efektif dan efisien.

- 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.

2.2.3 Strategi Perawatan

Filosofi perawatan untuk fasilitas produksi pada dasarnya adalah untuk menjaga level maksimum konsistensi optimasi produksi dan avibilitas tanpa mengesampingkan keselamatan. Untuk mencapai filosofi tersebut maka digunakan strategi perawatan, dimana perawatan dibagi menjadi dua yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana.

Menurut Duffuaa et al (1999) dalam buku Ansori Sistem Perawatan Terpadu, (2013) strategi perawatan akan diuraikan sebagai berikut :

- **Penggantian (*Replacement*)**
Merupakan penggantian peralatan/komponen untuk melakukan perawatan. Kebijakan penggantian ini dilakukan pada seluruh/sebagian (*part*) dari sebuah sistem yang dirasa perlu dilakukan upaya penggantian oleh karena tingkat utilitas mesin atau keadaan fasilitas produksi berada dalam kondisi yang kurang baik. Tujuan strategi perawatan penggantian antara lain untuk menjamin berlangsungnya sistem sesuai dengan keadaan normalnya.
- **Perawatan Peluang (*Opportunity maintenance*)**
Perawatan dilakukan ketika terdapat kesempatan, misalnya perawatan pada saat mesin sedang *shut down*. Perawatan peluang dimaksudkan agar tidak terjadi waktu menganggur (*idle*) baik oleh operator maupun petugas perawatan, perawatan bisa dilakukan dengan skala yang paling sederhana seperti pembersihan (*cleaning*) maupun perbaikan fasilitas pada sistem produksi (*repairing*)
- **Perbaikan (*Overhaul*)**
Merupakan pengujian secara menyeluruh dan perbaikan (*restoration*) pada sedikit komponen atau sebagian besar komponen sampai kondisi dapat diterima. Perawatan perbaikan merupakan jenis

perawatan yang terencana dan biasanya proses perawatannya dilakukan secara menyeluruh terhadap sistem, sehingga diharapkan sistem atau sebagian sub sistem dapat bekerja dengan handal.

- **Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*)**

Merupakan perawatan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah terjadinya potensial kerusakan. *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan/perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi menjadi rusak pada saat digunakan dalam produksi. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas :

1. *Routing maintenance*

Yaitu kegiatan pemeliharaan terhadap kondisi dasar mesin dan mengganti suku cadang yang aus/rusak yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Contoh pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, pengecekan bahan bakar, pemanasan mesin-mesin sebelum dipakai produksi.

2. *Periodic maintenance*

Yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara periodic atau dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali, dengan cara melakukan inspeksi secara berkala dan berusaha memulikan bagian mesin yang cacat atau tidak sempurna. Contoh penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan, pembongkaran mesin untuk penggantian bearing.

3. *Running maintenance*

Merupakan pekerjaan perawatan yang dilakukan pada saat fasilitas produksi dalam keadaan bekerja. Perawatan ini termaksud cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau pemesian dalam keadaan operasi. Biasanya diterapkan pada mesin-mesin yang harus terus menerus beroperasi dalam melayani proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan dengan jalan

mengawasi secara aktif. Diharapkan hasil perbaikan yang telah dilakukan secara tepat dan terencana ini dapat menjamin kondisi operasional tanpa adanya gangguan yang mengakibatkan kerusakan.

4. *Shutdown maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang hanya dapat dilaksanakan pada waktu fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan.

2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Ansori dan Imron Sistem Perawatan Terpadu, (2013) *Overall Equipment Effectiveness* adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau peralatan yang ada. OEE merupakan salah satu metode yang terdapat dalam *Total Productive Maintenance*. 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 *Performance indicator*, 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 Enam Jenis Kerugian (*Six Big Loss*)

Enam jenis kerugian merupakan bagian penting yang perlu untuk dipahami untuk mengukur kerusakan dalam proses produksi. *Six big loss* dihitung untuk mengetahui nilai OEE dari suatu mesin atau peralatan agar dapat diambil langkah-langkah untuk perbaikan, jika hasilnya sudah baik maka hasil tersebut akan terus dipertahankan. Keenam jenis kegiatan tersebut dibagi dalam tidak kelompok yaitu :

A. Kehilangan waktu (*down time*)

1. Kegagalan (*breakdown*) karena kerusakan alat, gangguan tidak terduga (baik untuk kerusakan alat mendadak/kerusakan elektrik).
2. *Set up and adjustment*, karena ada perubahan model produk (*change over*), pengepresan, injeksi, dan lain sebagainya.

Dimana kedua *loss* ini digunakan untuk menghitung *avaibility rate*.

B. Kehilangan kecepatan (*speed loss*)

1. *Idle and minor stoppages* operasi, peralatan atau mesin berhenti/dihentikan karena problem yang sifatnya sementara, dari pengoperasian sensor, sumbatan pada saluran.
2. *Reduced speed* adalah terjadinya perbedaan antara rencana dan kecepatan aktual dari mesin atau peralatan

Dimana kedua *loss* ini digunakan untuk menghitung *performance rate*

C. Cacat (*defect*)

1. Produk cacat, cacat atau rusak yang memerlukan perbaikan
2. Penurunan *yield* selama *start-up*, karena ada penyetelan-penyetelan sampai kondisi stabil.

Dimana kedua *loss* ini digunakan untuk menghitung *quality rate*

2.3.3 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau mesin dalam kondisi yang ideal dengan menghapuskan *six big loss* mesin atau peralatan. Pengukuran OEE ini didasarkan pada tiga rasio utama yaitu *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*.

1. *Availability rate*

Availability rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan atau mesin. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100 \%$$

2. *Performance Efficiency*

Performance Efficiency merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari mesin atau peralatan dalam menghasilkan barang. Rasio ini merupakan dari *operation speed rate* dan *net operation rate*. *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. Formula pengukuran rasio ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Performance} = \frac{\text{Proses Amount} - \text{Theoretical Cycletime}}{\text{Operating time}} \times 100 \%$$

3. Rate of Quality

Rate of Quality merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan standar. Formulasi pengukuran yang digunakan adalah :

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\ %$$

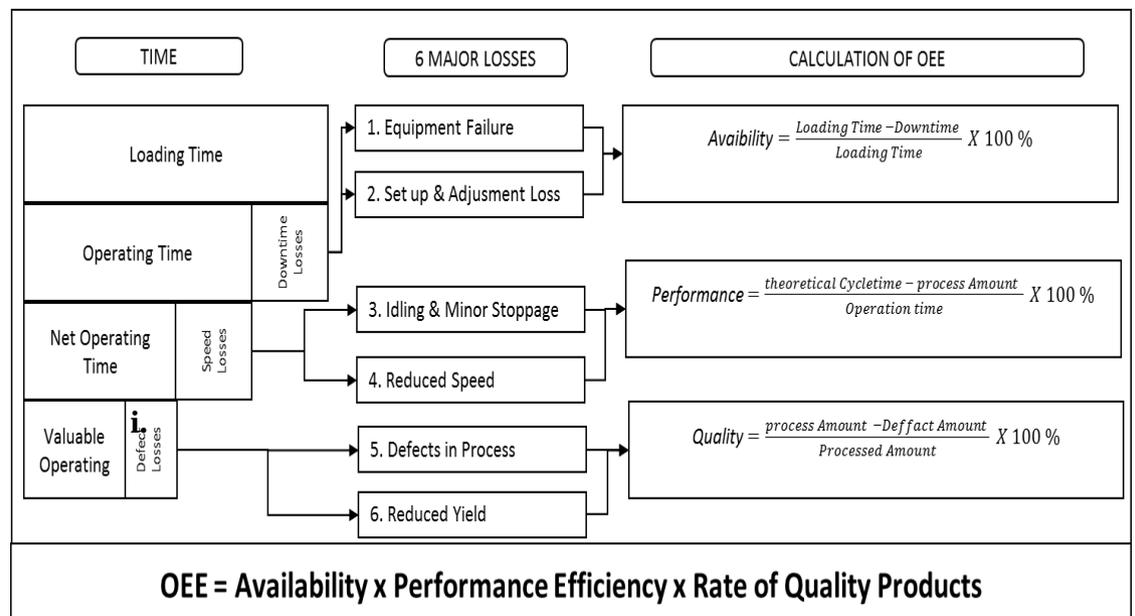
4. Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Diperoleh dengan mengalikan ketiga rasio utama tersebut. Secara matematis formula pengukuran OEE adalah :

$$OEE = Availability \times performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality$$

Ketiga unsur tersebut merupakan rasio OEE yang di definisikan sebagaimana terlihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perhitungan OEE



Sumber : Ansori dan Imron, (2013)

Menurut Seichi Nakajima, 1989 dalam buku Sistem Perawatan Terpadu Ansori, (2013), kondisi yang ideal untuk OEE setelah dilaksanakannya TPM pada suatu perusahaan adalah :

- *Availability* > 90 %
- *Performance* > 95 %
- *Quality* > 99 %

Sehingga kondisi ideal untuk pencapaian nilai OEE adalah 85 %

2.4 Diagram Fishbone (Sebab – Akibat)

Menurut Murnawam (2014) Diagram tulang ikan atau fishbone diagram adalah salah satu metode di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tikyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas. Yang menggunakan data verbal (*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga ditengarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*). Yakni *fishbone* diagram, control chart, run chart, histogram, scatter diagram, pareto chart, dan flowchart.

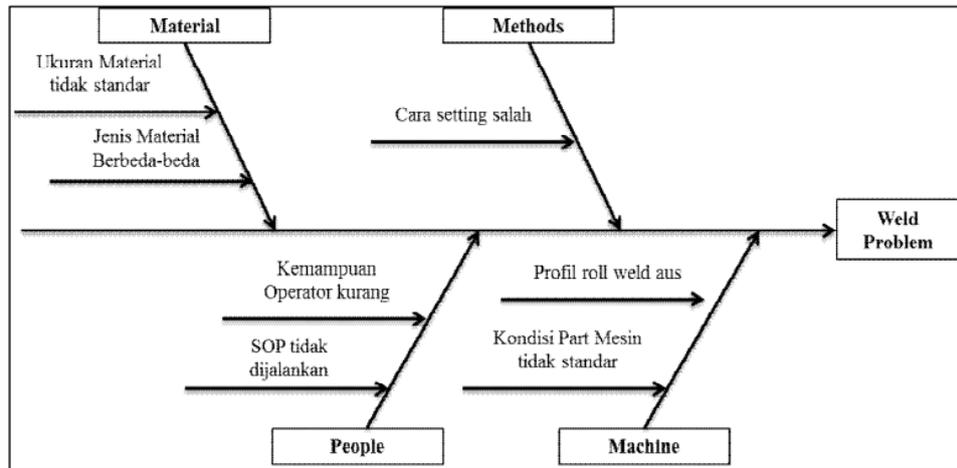
Dikatakan Diagram *Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

2.4.1 Manfaat *Fishbone Diagram*

Menurut Murnawam (2014) Fungsi dasar diagram Fishbone adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebabpenyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya . Sering dijumpai orang mengatakan “penyebab yang mungkin” dan dalam kebanyakan kasus harus menguji apakah penyebab untuk hipotesa adalah nyata, dan apakah memperbesar atau mengurangnya akan memberikan hasil yang diinginkan.

Dengan adanya diagram *Fishbone* ini sebenarnya memberi banyak sekali keuntungan bagi dunia bisnis. Selain memecahkan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan. Masalah–masalah klasik lainnya juga terselesaikan. Masalah–masalah klasik yang ada di industri manufaktur khususnya antara lain adalah :

- a) keterlambatan proses produksi
- b) tingkat *defect* (cacat) produk yang tinggi
- c) mesin produksi yang sering mengalami trouble
- d) output lini produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya plan produks
- e) produktivitas yang tidak mencapai target
- f) komplain pelanggan yang terus berulang



Sumber :Eri Dwi Prasetya.

Gambar 2.4 Fishbone Diagram

2.5 Failure Modes and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Kimura (2002) dalam Ansori dan Imron, Sistem Perawatan Terpadu (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.

Tabel 2.2 Sample FMEA Worksheet

Item	Item function	Failure Modes	Causes	Critical/ Control/ Significant item	Failure Effects	Initial Conditions			
						S	O	D	RPN

(Sumber : Dyadem, (2003) dalam Khoiruddin (2017))

2.5.1 Tujuan *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA)

Menurut Ibnu (2014) Terdapat banyak variasi didalam rincian *failure modes and effect analysis*, tetapi semua itu memiliki tujuan untuk mencapai :

1. Mengetahui dan memprediksi potensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
2. Memprediksi dan mengevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada.
3. Menunjukkan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau sub sistem melalui daftar peningkatan proses atau sub sistem yang harus diperbaiki.
4. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi terjadinya potensi kegagalan, atau pengaruh terhadap mesin.
5. Mendokumentasi proses secara keseluruhan.

2.5.2 Langkah – Langkah Kinerja FMEA

Menurut Ibnu (2014) Terdapat empat langkah utama dalam kinerja dari FMEA, sebagai berikut:

1. Mendefinisikan sistem, fungsi-fungsi dan komponennya.
2. Mengidentifikasi penyebab kerusakan komponen.
3. Mempelajari akibat dari penyebab kerusakan komponen.
4. Kesimpulan dan saran.

2.5.3 Terminologi FMEA

Terminologi yang digunakan dalam Dyadem (2003) dalam Khoiruddin (2017) adalah:

1. Potensi Modus Kegagalan (*Failure Mode*)

Modus kegagalan potensial adalah cara dimana kegagalan dapat terjadi yaitu cara dimana item terakhir dapat gagal untuk melakukan fungsi desain dimaksudkan, atau melakukan fungsi tetapi gagal untuk memenuhi

tujuan. Modus kegagalan potensial juga dapat menjadi penyebab kegagalan potensial lain dalam tingkat lebih tinggi subsistem atau sistem, atau menjadi efek dari satu komponen sampai tingkat yang lebih rendah.

2. Potensi Penyebab Kegagalan (*Failure Cause*)

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.

3. Efek Kegagalan Potensial (*Failure Effect*)

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

4. *Severity* (Keparahan)

Keparahan merupakan keseriusan efek dari kegagalan. Keparahan adalah penilaian dari efek kegagalan pada pengguna akhir, daerah setempat, dan di antara daerah yang lebih tinggi. Penilaian keparahan hanya berlaku untuk efek. Keparahan dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat dihilangkan.

5. *Occurance* (Kejadian)

Kejadian adalah frekuensi kegagalan, seberapa sering kegagalan yang diharapkan terjadi.

6. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir / pelanggan.

7. *Risk Priority Number* (RPN)

Sebuah RPN adalah pengukuran risiko relatif, dihitung dengan mengalikan keparahan, kejadian, dan penilaian deteksi. RPN ditentukan

sebelum menerapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan, dan digunakan untuk memprioritaskan perlakuan.

$$RPN = \textit{Severity} \times \textit{Occurance} \times \textit{Detection}$$

2.5.4 Saran Pedoman Risiko untuk Proses FMEA

Saran pedoman risiko untuk *severity* (keparahan), *occurance* (kejadian), dan *detection* (deteksi) untuk proses FMEA diberikan pada Tabel 2.3, Tabel 2.4, dan Tabel 2.5

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

Effect	Rank	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).
Minor (kecil)	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 Sangat Tinggi	8	Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Process). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk)
Ekstrim Keparahan	9	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk).
Maksimum Keparahan	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 2.4 Tingkat *Occurance* (Kejadian) yang Disarankan untuk FMEA

Rank	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.
Kerusakan terjadi tiap tahun	3	1 in 5000	Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi setiap 6 Bulan	4	1 in 2500	Beberapa kemungkinan kegagalan.
Kerusakan terjadi setiap 3 Bulan	5	1 in 1000	Kegagalan sesekali mungkin
Kerusakan terjadi tiap Bulan	6	1 in 350	Kegagalan kemungkinan jumlah menengah.

Kerusakan terjadi tiap minggu	7	1 in 80	Jumlah yang cukup tinggi dari kemungkinan kegagalan.
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)

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

Deteksi	Peringkat	Kriteria
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	7	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.

rendah		
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)

2.6 Penelitian Terdahulu

1. **Dinda Hesti Triwardani, Arif Rahman, Ceria Ferela Mada Tantrika, Universitas Brawija (2013)**, dalam jurnal penelitiannya yang berjudul : **ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM MEMINIMALISI SIX BIG LOSSES PADA MESIN PRODUKSI DUAL FILTERS DD07 (Studi kasus : PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur)**

Losses dapat mengurangi efektifitas penggunaan peralatan dalam kegiatan proses produksi. Untuk mengetahui dan meminimumkan losses yang terjadi, diperlukan adanya evaluasi kinerja dari peralatan produksi. Mesin produksi Dual Filters DD07 merupakan salah satu peralatan produksi di perusahaan manufaktur filter rokok yang akan dievaluasi efektifitasnya. Pengukuran efektifitas mesin Dual Filters DDO7 dapat dilakukan dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness. Dalam perhitungan, OEE mengukur efektifitas dengan menggunakan tiga sudut pandang untuk mengidentifikasi six big losses (enam kerugian), yaitu availability, performance dan quality. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tingkat efektifitas mesin Dual Filters DDO7 selama masa penelitian adalah sebesar 26.22%, dengan rata-rata nilai availability 69.88%, performance 45.37% dan quality 89.06%. Sedangkan, losses yang signifikan

mempengaruhi nilai efektifitas adalah idling and minor stoppages losses dan reduced speed losses. Berdasarkan analisis menggunakan FMEA, dapat diketahui bahwa penyebab kegagalan yang akan diperbaiki sesuai urutan prioritas adalah settingan belt tiap operator berbeda, pengaturan timex tidak sesuai dan pisau hopper tumpul.

2. Mohamad Isnaini Rozaq, Puryani, , Eko Nursubyanto, 2015. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, dalam jurnal berjudul : PENERAPAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM IMPLEMENTASI TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) STUDI KASUS DI PT. ADI SATRIA ABADI KALASAN

PT. Adi Satria Abadi adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan sarung tangan kulit. Saat perusahaan belum memiliki metode yang tepat untuk mengukur keefektifan mesin pada proses produksi sehingga menjadi tidak maksimal dan berdampak pada tidak tercapainya target produksi perusahaan serta perlu mengidentifikasi terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi keefektifan mesin dan analisis terhadap aktivitas maintenance yang dapat menjadi bahan masukan untuk penerapan Total productive maintenance (TPM) bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat efektivitas peralatan total pada proses produksi, menentukan faktor – faktor apa saja yang menyebabkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) rendah dengan mengidentifikasi kerugian / losses yang terjadi Memberikan usulan perbaikan untuk penerapan TPM. Hasil perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) mesin press atom periode Maret 2015 – April 2015 memiliki nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) berkisar dari 45% - 86% yang dimana nilai ini masih dibawah standar nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang disebabkan oleh performance ratio yang rendah berkisar 47% - 88%. Dengan menghitung tingkat keefektifan peralatan menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) yang dengan formula perhitungannya yaitu Overall Equipment Effectiveness (OEE) perusahaan menjadi mengetahui

apakah mesin sudah bekerja secara efektif apa belum dan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas peralatan yang dapat mengeliminasi kerugian-kerugian besar bagi perusahaan yang lebih dikenal dengan six Big losses.

3. **Hery Suliantoro, Novie Susanto*), Heru Prastawa, Iyain Sihombing, Anita M, 2017. Universitas Diponegoro** Dalam Jurnal Berjudul : **PENERAPAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIFITAS MESIN RENG**

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.

4. **Ida Nursanti, Yoko Susano, 2014, Universitas Muhammadiyah Surakarta.** Dalam Jurnal Berjudul : **“ANALISIS PERHITUNGAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) PADA MESIN PACKING UNTUK MENINGKATKAN NILAI *AVAILABILITY* MESIN”.**

PT. XYZ adalah perusahaan makanan dan minuman di Indonesia yang menghasilkan banyak jenis produk dengan beberapa ukuran kemasan yang berbeda sejak tahun 1979. PT. XYZ selalu berusaha untuk meningkatkan

efisiensi produksi, terutama dimeminimalkan limbah dan kerugian yang terjadi di setiap proses produksi. Pelajaran ini dilakukan untuk menghitung Overall Equipment Effectiveness (OEE) dari mesin pengemas pada line 2 dari PT. XYZ dan mengidentifikasi penyebab kerugian dan sampah yang ada selama proses produksi. Keseluruhan Efektivitas Peralatan (OEE) adalah metode untuk mengevaluasi seberapa efektif operasi manufaktur dimanfaatkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa persentase OEE dari mesin pengemas baik Penimbangan dan SVB tidak memenuhi perusahaan standar, yaitu 80%. Faktor utama yang menyebabkan menurunnya nilai OEE adalah ketersediaan mesin dan itu terjadi karena operator mesin mengambil waktu yang lama untuk menyiapkan mesin.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Metode					Produk
			OEE	FMEA	FTA	TPM	<i>Fishbone Diagram</i>	
1.	Dinda Hesti Triwardani, Arif Rahman, Ceria Ferela Mada Tantrika,	Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam meminimalisasi Six Big Losses pada Mesin Produksi Dual Filters DD07 (2013)	✓	✓	-	-	-	Rokok
2.	Mohamad Isnaini Rozaq, Puryani, Eko Nursuby	Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM).	✓	-	-	✓	-	Sarung tangan kulit

	anto	(2015)						
3	Suliantoro, Novie Susanto, Heru Prastawa, Iyan Sihombing, Anita M.	Pengukuran dan Analisis Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan fault tree analysis (FTA) Untuk mengukutr efektifitas mesin reng	✓	-	✓	-	-	Makana n
4	Ida Nursanti, Yoko Susano.	Analisis perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) pada mesin packing untuk meningkatkan nilai availabilitily (2014	✓	-	✓	-	-	Makana n
5.	Mega Yuni Alfathih	analisa efektifitas dengan metode <i>overall equipment efectivenee</i> (oe) dan fmea pada proses produksi bogie kereta api (2018)	✓	✓	-	-	✓	Bogie