

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian dengan menggunakan metode *Six big losses* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ini pernah dilakukan pada perawatan mesin diantaranya adalah pada penelitian Naledro Kertiyoso Irsan, Rahmi Sasmita dan Daniel Desi Sinaga.

Penelitian Naledro Kertiyoso Irsan meneliti tentang perawatan mesin *hammer mill* di PT. Salix bintangama prima dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mencari resiko penyebab kegagalan terbesar serta mengusulkan tindakan perbaikan untuk memperbaiki efektivitas mesin, dari penelitian ini diperoleh penyebab kegagalan terbesar yang ada pada mesin *hammer mill* dari perolehan data tersebut peneliti membuat usulan perawatan dengan cara mengganti komponen yang dibutuhkan secara rutin disetiap minggunya (Kertiyoso, 2015).

Penelitian Rahmi Sasmita meneliti tentang perawatan mesin mesin *Anode Changing Crane* (ACC) di PT. Indonesia Asahan Aluminium (Inalum) dengan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mencari resiko penyebab kegagalan terbesar, mengetahui tingkat efektifitas mesin serta mengusulkan tindakan perbaikan, dari penelitian ini diperoleh hasil FMEA menunjukkan bahwa penyebab utama dari *equipment failure (breakdown loss)* adalah tabrakan ACC dengan tungku dengan *Rate Priority Number* (RPN) sebesar 256. Secara keseluruhan OEE masih belum mencapai kondisi ideal. OEE yang masih rendah pada mesin *Anode Changing Crane* (ACC) dari perolehan data tersebut peneliti membuat usulan perawatan dengan cara mengatur jam kerja dan istirahat (Sasmita, 2015).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penelitian Daniel Desi Sinaga meneliti tentang perencanaan *Total Productive Maintenance* (TPM) mesin pada stasiun *stone crusher* PT. Iga Bina Mix dengan metode *overall equipment effectiveness* (OEE), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan MTBF.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk memberikan usulan perencanaan jadwal perawatan mesin berdasarkan perhitungan MTBF untuk menciptakan *preventive maintenance*, dari penelitian ini diperoleh hasil nilai dari OEE mesin *screening* kasar tergolong rendah, dengan komponen kritis terdapat pada *bearing*, *screen*, motor dan *belt conveyor* dari perolehan data tersebut peneliti membuat usulan perancangan jadwal perawatan optimum komponen kritis (Sasmita, 2015).

2.2 Maintenance (Pemeliharaan)

Pemeliharaan menurut Corder (1992) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai, suatu kondisi yang bisa diterima. Perencanaan pemeliharaan didefinisikan sebagai penentuan sebelumnya mengenai pekerjaan, cara, bahan, alat, mesin, karyawan, saat dan waktu yang diperlukan untuk kegiatan pemeliharaan (Iswanto, 2008).

Pemeliharaan juga bermakna melakukan tindakan rutin guna menjaga perangkat (dikenal sebagai pemeliharaan terjadwal) atau mencegah timbulnya gangguan (pemeliharaan pencegahan) (Ngadiyono, 2010).

2.2.1 Tujuan Pemeliharaan (Maintenance)

Secara umum manajemen perawatan industri memiliki tujuan (Kurniawann, 2013):

1. Mengatasi segala permasalahan yang berkenaan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
2. Memperpanjang umur pengoperasian peralatan dan fasilitas industri.
3. Meminimasi *downtime*, yaitu waktu selama proses produksi terhenti (waktu menunggu) yang dapat mengganggu kontinuitas proses.
4. Meningkatkan efisiensi sumber daya produksi.
5. Peningkatan profesionalisme personil departemen perawatan industri.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Meningkatkan nilai tambah produk sehingga perusahaan dapat bersaing di pasar global.
7. Membantu para pengambil keputusan sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
8. Melakukan perencanaan terhadap perawatan preventif, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
9. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.

2.2.2 Jenis Pemeliharaan

Secara umum perawatan terhadap fasilitas industri diklasifikasikan menjadi dua, yaitu perawatan terprogram dan perawatan tidak terprogram. Perawatan terprogram merupakan aktivitas perawatan yang dilakukan secara terencana sehingga mekanismenya dapat terlaksana sebelum terjadinya kerusakan dan frekuensi perawatan sudah terjadwal. Perawatan ini dapat meminimasi waktu tunggu dan meminimasi waktu kerugian yang dialami oleh perusahaan karena proses produksi terhenti. Perawatan tidak terprogram adalah aktivitas perawatan yang dilakukan setelah kerusakan terjadi dan kerusakan tersebut biasanya tidak dapat diduga sebelumnya, sehingga perusahaan mengalami kerugian karena adanya gangguan kontinuitas proses produksi (Kurniawann, 2013).

Aktivitas implementasi secara umum dapat diklasifikasikan menjadi beberapa aktivitas utama antaralain adalah sebagai berikut (Kurniawann, 2013):

1. Aktivitas untuk pencegahan kerusakan
2. Aktivitas untuk mengukur kerusakan
3. Aktivitas untuk memperbaiki kerusakan

2.2.2.1 Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Planned Maintenance merupakan Pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Keuntungan *Planned Maintenance* antara lain (Corder, 1992):

1. Pengurangan pemeliharaan darurat, ini tidak diragukan lagi merupakan alasan utama untuk merencanakan kerja pemeliharaan.
2. Pengurangan waktu menganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat local, mengakibatkan waktu menganggur meskipun pekerjaan darurat tersebut misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.
3. Menaikkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini erat hubungannya dengan pengurangan waktu menganggur pada mesin atau pelayanan.
4. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.
5. Pengurangan penggantian suku cadang.
6. Meningkatkan efisiensi mesin/peralatan.

2.2.2.2 Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive Maintenance adalah Pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya. Atau terhadap criteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan preventif termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan. Sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

Secara umum tujuan dari *preventive maintenance* adalah :

1. Meminimumkan *downtime* serta meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dan menjaga agar mesin dapat berfungsi tanpa ada gangguan.
2. Meningkatkan efisiensi dan unsure ekonomis mesin/peralatan. Kegiatan *preventive maintenance* dapat digolongkan menjadi dua kategori yaitu (Garpersz, 1998):

- a. *Routine Preventive Maintenance*

Routine Preventive Maintenance adalah semua aktifitas yang berkaitan dengan pembersihan dan aktivitas rutin yang dilakukan oleh operator mesin. Dengan adanya keterlibatan operator mesin terhadap

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kegiatan ini dapat mengurangi keterlibatan personel pemeliharaan dalam mengerjakan tugas harian.

b. *Major Preventive Maintenance*

Aktivitas *Major Preventive Maintenance* dilakukan sepenuhnya oleh personel pemeliharaan karena aktivitas yang dilakukan lebih membutuhkan banyak waktu, membutuhkan kemampuan membetulkan mesin dibandingkan dengan aktivitas rutin dan biasanya menyebabkan mesin dimatikan sesuai dengan jadwal pemeliharaan.

Pelaksanaan pemeliharaan preventif sebenarnya sangat bervariasi. Beberapa program dibatasi hanya pada pelumasan dan sedikit penyesuaian. Program pemeliharaan preventif lebih komprehensif dan mencakup jadwal perbaikan, pelumasan, penyesuaian, dan membangun kembali semua mesin sesuai perencanaan. Prioritas utama untuk semua program pemeliharaan preventif adalah pedoman penjadwalan. Semua manajemen pemeliharaan program preventif mengasumsikan bahwa mesin dalam jangka waktu tertentu produktifitasnya akan menurun sesuai klasifikasinya. Program preventif dapat dibagi 3 (tiga) macam (Ngadiyono, 2010):

- a. *Time driven*: program pemeliharaan terjadwal, yaitu dimana komponen diganti berdasarkan waktu atau jarak tempuh pemakaian. Sistem ini banyak digunakan perusahaan yang menggunakan mesin dengan komponen yang tidak terlalu mahal.
- b. *Predictive*: pengukuran untuk mendeteksi timbulnya degradasi sistem (turunnya fungsi), sehingga diperlukan mencari penyebab gangguan untuk dihilangkan atau dikontrol sebelum segala sesuatunya membawa dampak penurunan fungsi komponen secara signifikan.
- c. *Proactive*: perbaikan mesin didasarkan hasil studi kelayakan mesin. Sistem ini banyak diaplikasikan pada industri yang menggunakan mesin-mesin dengan komponen yang berharga mahal.

2.2.2.3 Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Corrective Maintenance (pemeliharaan perbaikan) adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada perawatan sehingga peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik (Ansori, 2013).

Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktivitas mengembalikan sistem dari keadaan rusak menjadi dapat beroperasi kembali. Perbaikan baru terjadi ketika mengalami kerusakan, walaupun terdapat beberapa perbaikan yang dapat diundur. Perawatan korektif dapat dihitung sebagai *Mean Time To Repair* (MTTR). Waktu perbaikan ini meliputi beberapa aktivitas yang terbagi menjadi 3 bagian, antara lain (Ansori, 2013):

1. Persiapan yaitu berupa persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan ini, adanya perjalanan, adanya alat, adanya peralatan test dan lain-lain.
2. Perawatan berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan.
3. Menunggu dan logistik yaitu waktu menunggu persediaan.

2.3 *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total productive Maintenance (TPM) merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikutsertakan semua elemen dari perusahaan, yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (*critical mass*) dalam lingkungan industri guna mencapai *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident* (Kurniawann, 2013).

TPM adalah suatu metode yang bertujuan memaksimalkan efisiensi penggunaan dan peralatan dan memantapkan sistem perawatan *preventive* yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi seluruh bagian yang berada dalam bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut, melalui peningkatan komponenisipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah (Kurniawann, 2013).

2.3.1 Konsep Dasar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Awalnya pemikiran TPM muncul di tahun 1951 di Jepang. Implementasi pertama ini Konsep itu dilakukan di kelompok Nippon Denso (anak perusahaan

Toyota Group). Konseptualisasi Ideologi ini disebabkan oleh modifikasi bertahap dalam *Preventive maintenance* (pemeliharaan Pencegahan & perbaikan pemeliharaan) selama bertahun-tahun dengan bantuan dari Operator dan kru pemeliharaan. Bentuk TPM saat ini muncul pada tahun 1970, yang mengkoordinasikan semua proses produksi untuk penyempurnaan tujuan bersama (Kumar, 2013).

Sasaran yang ingin diperoleh TPM antara lain:

1. memaksimalkan unjuk kerja pemanfaatan fasilitas industri dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.
2. *Autonomous maintenance* oleh operator produksi, sehingga dapat meminimasi jumlah tenaga kerja yang harus disediakan oleh perusahaan.
3. menjalankan perawatan yang terencana oleh dekomponen perawatan.
4. melakukan peningkatan dalam kemampuan dalam melakukan perawatan terdapan fasilitas industrimelalui pelatihan.
5. mempunyai program manajemen penanggulangan dini.

2.3.2 Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM memiliki tujuan yang mana tujuan dari TPM adalah untuk meningkatkan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM ini adalah tercapainya *zero breakdown, zero defect*, dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektifitas penggunaan mesin. TPM telah dirasakan manfaatnya dalam menunjang kemajuan perusahaan serta kemampuan bersaing secara global. TPM merupakan strategi *improvement* yang diperuntukan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan. Tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi (Garpersz, 1998).

Defenisi lengkap TPM memuat 5 hal JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) 1971 antara lain (Garpersz, 1998):

1. Memaksimalkan efektifitas menyeluruh alat/mesin.

2. Menerapkan sistem *preventive maintenance* yang komprehensif sepanjang umur mesin/peralatan.
3. Melibatkan seluruh departemen perusahaan.
4. Melibatkan semua karyawan dari *top management* samapi karyawan lapangan.
5. Mengembangkan *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi aktifitas kelompok kecil mandiri.

2.3.3 Strategi Menerapkan TPM

Untuk dapat melaksanakan TPM dengan baik dan benar sebaiknya mengikuti langkah-langkah yang telah direkomendasikan oleh JIPM. JIPM membagi 12 langkah untuk mengimplemaentasikan TPM yaitu meliputi (Corder, 1992):

1. Pemberitahuan dari top manajemen tentang diberlakukannya TPM.
2. Pendidikan dan kampanye dalam memperkenalkan TPM.
3. Pembentukan organisasi untuuk mempromosikan TPM.

2.4 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA adalah teknik *engineering* yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengurangi permasalahan dari sistem, desain, atau proses sebelum permasalahan tersebut terjadi (Nurkertamanda, 2009).

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) adalah metodologi yang dirancang untuk mengidentifikasi moda kegagalan potensial pada suatu produk atau proses sebelum terjadi, mempertimbangkan resiko yang berkaitan dengan moda kegagalan tersebut, mengidentifikasi serta melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling penting (Nurkertamanda, 2009).

Mengevaluasi perencanaan sistem dari sudut pandang reliability, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yang vital. Sejarah FMEA berawal pada tahun 1950 ketika teknik tersebut digunakan dalam merancang dan mengembangkan sistem kendali penerbangan. Sejak saat itu teknik FMEA diterima dengan baik oleh industri luas (Nurkertamanda, 2009).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1 Sistem FMEA

Sistem FMEA dapat digunakan untuk menganalisis suatu sistem pada tingkatan/level manapun, dari *piece – part level* sampai *system level*. Pada tingkat/level terendah, FMEA dapat dilakukan dengan cara memperhatikan setiap komponen di dalam sistem untuk menentukan bagaimana kemungkinan yang dapat menimbulkan kegagalan dan efeknya terhadap sistem.

2 Design FMEA

Design FMEA dilakukan pada suatu produk atau jasa / *service* pada level design, selama tahapan desain. Tujuannya adalah untuk menganalisis suatu sistem desain dan menentukan bagaimana *failure mode* mempengaruhi pengoperasian sistem.

1. Proses FMEA

Proses FMEA dilakukan pada proses manufaktur / pabrikan. FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi *failure modes* yang mungkin terjadi di dalam proses manufaktur, peralatan, *tooling gauges*, pelatihan operator, atau sumber-sumber kesalahan potensial lainnya.

2. Fungsional FMEA

Fungsional FMEA dikenal juga dengan “*Black Box*” FMEA. FMEA tipe ini lebih berfokus pada kegunaan atau fungsi yang diharapkan (*intended function*) dari suatu komponen atau subsistem.

2.4.2 Peran dan Kegunaan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA dalam penerapannya memberikan peran sebagai evaluasi sistematis produk dan proses, pembuktian kegagalan, identifikasi kegagalan, dokumentasi potensial untuk produk atau proses yang tidak memenuhi syarat (Wawolumaja, 2013).

Selain itu kegunaan dari FMEA ialah sebagai berikut (Wawolumaja, 2013):

1. Meningkatkan kualitas, reliability, dan keamanan dari produk atau pelayanan, permesinan dan proses.
2. Meningkatkan *company image* dan *competitiveness*.

3. Meningkatkan kepuasan konsumen (*customer satisfaction*).
4. Mengurangi waktu dan biaya untuk pengembangan produk (*supportintegrated product development*).
5. Pendataan dan catatan tindakan yang diambil untuk mengurangi resiko (*Documents and tracks action taken to reduce risk*).
6. Mengurangi potensi terhadap kekhawatiran jaminan atau garansi (*Reduces potential for Warranty concerns*).
7. Terintegrasi dengan desain untuk manufaktur dan teknik perakitan (*Integrates with Design for Manufacturing & Assembly Techniques*)

FMEA bertujuan melakukan perbaikan dengan cara (Ansori, 2013):

1. Mengidentifikasi model-model kegiatan pada komponen, peralatan, dan sistem.
2. Menentukan akibat yang potensial pada peralatan, sistem, yang berhubungan dengan setiap model kegagalan.
3. Membuat rekomendasi untuk menambah keandalan komponen, peralatan dan mesin.

Terdapat 4 langkah utama dalam kinerja FMEA yaitu sebagai berikut (Ansori, 2013):

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

2.4.3 Menentukan Nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D), dan *Risk Priority Number* (RPN)

Pendefinisian dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number*. Pendefinisian ini dapat disesuaikan kembali dengan keadaan dilapangan. Berikut merupakan langkah-langkah sebagai acuan dalam pendefinisian nilai-nilai tersebut :

1 Severity (S)

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. *Severity* adalah suatu perkiraan subyektif mengenai kerumitan suatu kegagalan dan bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Dampak tersebut dirancang mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk (Garpersz, 1998).

Tabel 2.1 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process

Rating	Dampak (effect)	Kriteria
1	Tidak ada dampak	Efek tidak dilihat
2	Sangat minor	Sedikit ketidaknyamanan untuk proses, operasi, atau operator.
3	Minor	Sebagian dari produksi yang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang di stasiun sebelum diproses.
4	Sangat rendah	100% dari produksi yang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang di stasiun sebelum diproses.
5	Rendah	Sebagian dari produksi yang berjalan mungkin harus di kerjakan ulang <i>offline</i> dan diterima.
6	Sedang	100% dari produksi yang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang <i>offline</i> dan diterima
7	Tinggi	Sebagian dari proses produksi mungkin harus dibatalkan. Penyimpangan dari proses primer termasuk kecepatan penurunan line atau tenaga kerja tambahan
8	Sangat Tinggi	100% dari produk mungkin harus dibatalkan. <i>Line</i> di berhentikan atau dimatikan.

Sumber : *Mcdermott*, 2003

Tabel 2.1 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process (Lanjutan)

Rating	Dampak (effect)	Kriteria
9	Kegagalan untuk memenuhi keamanan atau persyaratan peraturan	Dapat membahayakan operator (mesin atau assembly) dengan peringatan
10	Kegagalan untuk memenuhi keamanan dan/atau persyaratan peraturan	Dapat membahayakan operator (mesin atau assembly) tanpa peringatan.

Sumber : *Mcdermott*, 2003

2 Occurrence (O)

Occurrence (interval kejadian) merupakan suatu penilaian mengenai interval atau jarak yang mungkin terjadi dari suatu kegagalan yang melekat pada suatu produk pada suatu periode tertentu. *Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan (*Possible failure rates*) (*Garpersz*, 1998):

Tabel 2.2 Rating *Occurrence* (O)

Rating	Kejadian	Kriteria
1	Sangat tidak mungkin	Kegagalan sangat tidak mungkin
2	Jauh kemungkinan	Kemungkinan jumlah kegagalan jarang
3	Kemungkinan yang sangat rendah	Sangat sedikit kegagalan kemungkinan
4	Kemungkinan rendah	Beberapa kemungkinan kegagalan
5	Sedang kemungkinan rendah	Kegagalan sesekali mungkin
6	Kemungkinan menengah	Kegagalan menengah kemungkinan jumlah
7	Kemungkinan yang cukup tinggi	Jumlah yang cukup tinggi dari kemungkinan kegagala

Sumber : *Mcdermott*, 2003

Tabel 2.2 Rating *Occurence* (O) (Lanjutan)

Rating	Kejadian	Kriteria
8	Kemungkinan tinggi	Tingginya angka kemungkinan kegagalan
9	Kemungkinan yang sangat tinggi	Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan
10	Sangat mungkin	Kegagalan hampir pasti

Sumber : *Mcdermott*, 2003

Detection (D)

Detection merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala dari 1 sampai 10. Tingkat kemampuan untuk dideteksi dijelaskan pada Tabel 2.4 sesuai standar (*Garpersz*, 1998).

Tabel 2.3 *Detection* (D) *Ranking*

Rating	kejadian	Kriteria
1	Hampir pasti	Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat
2	Sangat tinggi	Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan
3	Tinggi	Memiliki efektivitas yang tinggi untuk deteksi
4	Cukup tinggi	Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk deteksi
5	Sedang	Memiliki efektivitas sedang untuk deteksi
6	Rendah	Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi
7	Sangat rendah	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.
8	Sedikit	Memiliki efektivitas terendah dalam setiap kategori yang berlaku
9	Sangat Sedikit	Memiliki probabilitas yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat
10	Tidak Pasti	Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat

Sumber : *Mcdermott*, 2003

3. *Risk Priority Number*

Risk Priority Number merupakan produk matematis dari tingkat keparahan, tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan pengaruh, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Untuk mendapatkan nilai RPN, dapat ditunjukkan dengan persamaan dibawa ini (Garpersz, 1998):

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

S = *Severity*.

O = *Occurance*.

D = *Detection*.

Melalui nilai RPN ini akan memberikan informasi bentuk kegagalan atau kecelakaan kerja yang mendapatkan prioritas penanganan.

2.5 *Kerugian (Losses)*

Dalam TPM terdapat enam belas kerugian utama yang dijelaskan sebagai suatu kerugian yang akan menghalangi aktivitas produksi, berdasarkan kerugian tersebut (Shirose, 2005 dikutip oleh Kurniawann,2013).

2.5.1 *Enam kerugian Utama (Six big losses)*

Tujuan dari perhitungan *six big losses* ini adalah untuk mengetahui nilai efektivitas keseluruhan (OEE). Nilai OEE ini dapat diambil langkah-langkah untuk memperbaiki atau mempertahankan nilai tersebut. Keenam kerugian tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu (Corder , 1992):

1. *Downtime Losses*, terdiri dari :

- a. *Breakdown Losses/Equipment Failures* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan *output*. Hal ini akan mengakibatkan waktu

yang terbuang sia-sia dan kerugian material serta produk cacat yang dihasilkan semakin banyak.

- b. *Setup and Adjustment Losses*/kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu *setup* termasuk waktu penyesuain (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya.

2. *Speed Loss*, terdiri dari:

- a. *Idling and Minor Stoppage Losses* disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*.
- b. *Reduced Speed Losses* yaitu kerugian karena mesin tidak dapat bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan actual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

3. *Defect Loss*, terdiri dari:

- a. *Reduced Yield Losses* disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku.
- b. *Process Defect* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk cacat hanya sedikit, kondisi ini dapat menimbulkan masalah yang lebih besar.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.1 Perhitungan Enam kerugian Utama (*Six big losses*)

Adapun perhitungan *losses* yang terdapat pada metode *six big losses* adalah sebagai berikut (Oktaria, 2011):

1. *Downtime*

Downtime adalah waktu dimana mesin atau peralatan tidak berfungsi sebagai mana mestinya. Dalam hal ini adanya hal-hal lain yang mengganggu pada mesin (*equipment failure*) menyebabkan waktu proses mesin berkurang. Perhitungan mencari *downtime* adalah

$$DL = \text{Equipment Failure Lossses} + \text{Setup \& Adjustment Losses} \dots (2.2)$$

$DL = \text{Downtime Lossses}$

Downtime didapat dari 2 (dua) *losses* yaitu:

a. Kerusakan alat (*equipment failure* atau *breakdown losses*)

Equipment failure adalah kerugian yang disebabkan adanya kerusakan mesin dan peralatan yang memerlukan suatu perbaikan. Kerugian ini sebagai contoh, terdiri dari waktu rehat yang dialami pekerja dan waktu perbaikan dari mesin dan peralatan tersebut. Selain itu kerugian ini masuk dalam katagori kerugian *Downtime* yang menyerap sebagian waktu yang tersedia pada waktu yang telah dijadwalkan untuk proses produksi (*Loading Time*).

Kerusakan ini walaupun menyita waktu yang sedikit dengan kisaran waktu detik hingga beberapa menit tetapi sangat mengganggu karena mengiterupsi proses secara otomatis. Latar belakang pendidikan, keahlian, sikap dan perilaku serta pengetahuan sangat mempengaruhi kerugian ini. Data tentang *operational disturbances* sangat sulit untuk dikumpulkan secara manual disebabkan berulangnya kejadian serta frekuensi kejadian yang tinggi. Adapun perhitungan sebagai berikut :

$$EFL = \frac{\text{Lamanya Waktu Kerusakan Hingga Perbaikan Mesin}}{\text{loading Time}} \times 100\% \dots (2.3)$$

$EFL = \text{Equipment Failure Lossses}$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Pengaturan dan penyesuaian (*setup and adjustment losses*)

Setup and Adjustment merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan *Equipmen Failure, losses* ini dikategorikan dalam *Download time* (Garpersz, 1998).

Kerugian ini dimulai diberhentikannya mesin, menurunkan *moldataupress tool* dengan menggunakan *hoist atau hand lift*, menyerahkan cetakan berikut laporannya, mengambil cetakan baru, pemasangan ke mesin, *input set-up data*, pemanasan *mold* dan *barrel* mesin hingga percobaan dan penyesuaian hingga mendapatkan spesifikasi yang ditetapkan serta diijinkan start produksi oleh seksi QC. Adapun perhitungan sebagai berikut (Garpersz, 1998):

$$SAL = \frac{\text{Lamanya Waktu Persiapan dan Penyesuaian}}{\text{loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

SAL = *Setup & Adjustmen losses*

2. **Speed Losses (Kerugian kecepatan)**

Untuk mencari *speed losses* ini diperlukan data lain yaitu waktu siklus, waktu siklus ideal, persentase jam kerja dan jumlah target. Adapun cara menghitungnya sebagai berikut (Garpersz, 1998):

$$\text{Waktu Siklus} = \frac{\text{Loading Time}}{\text{Bahan Baku Produksi}} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$\text{Persentasi Jam kerja} = 1 - \frac{\text{Total delay}}{\text{Available Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\text{Waktu siklus ideal} = \text{waktu siklus} \times \% \text{jam kerja} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\text{Jumlah target} = \frac{\text{operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$\text{Speed losses} = \text{Idle \& Minor Stoppage Losses} + \text{Reduced Speed Losses} \dots (2.9)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. *Idling and minor stoppages*

Idling and minor stoppages merupakan kerugian akibat berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP tersedia. Kedua kerugian ini merupakan bagian yang menyumbang terhadap *Speed Losses*.

$$Idle \ \& \ Minor \ Stoppage \ Losses = \frac{non \ productive \ time}{loading \ time} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

b. *Reduce Speed*

Reduce Speed merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan dibawah standar kecepatan. Sebagai pendekatan yang praktis untuk menentukan kerugian ini pada mesin, setiap parameter penyetelan yang tidak mempengaruhi kualitas produk akan diobservasi seperti kecepatan pengekleman serta posisi perubahan kecepatan yang mempengaruhi *cycle time*. Kemungkinan penyebab terjadi kerugian ini adalah ketidak mengertian operator dalam penyetelan mesin (Garpersz, 1998).

$$Reduce \ Speed = \frac{OT \ (ICT \times \ TPP)}{LT} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

OT = *Operation Time*

ICT= *Ideal Cycle Time*

TPP= *Total Product Process*

3. *Quality Losses (Kerugian Kualitas)*

a. *Reduce Yield Losses*

Reduce Yield Losses adalah kerugian yang disebabkan oleh waktu yang digunakan untuk menghasilkan produk rusak saat penyetelan dan penyesuaian untuk stabilisasi. Kerugian nisbah (*yield losses*), disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku. Kerugian nisbah dibagi menjadi dua bagian. Pertama berupa sampah bahan baku yang disebabkan kesalahan desain, metode manufaktur, dan peralatan yang mengalami gangguan. Kedua adalah kerusakan produksi yang disebabkan oleh adanya pengaturan presisi (*adjusting*) dan juga

pada saat mesin melakukan pemanasan (belum pada kondisi kerja yang stabil) sehingga banyak terjadi kegagalan (*reject*)

$$\text{Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

b. *Defect in process and rework losses*

Defect in process yaitu waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk jelek serta pengerjaan ulang pada saat mesin berjalan terus menerus setelah proses penyetulan dan penyesuaian. Produk seperti ini harus dibuang atau diproduksi ulang.

$$\text{Defect Losses} = \frac{(\text{defect In Process} + \text{Scrap losses}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots (2.13)$$

Dengan teridentifikasinya enam kerugian besar tersebut perencanaan program yang sistematis dan jangka panjang dengan tujuan meminimasi *losses* dapat dilaksanakan yang secara langsung akan mempengaruhi elemen-elemen penting dari perusahaan seperti produktivitas yang meningkat karena berkurangnya kerugian, kualitas juga meningkat sebagai dampak pengurangan kerusakan peralatan sehingga biaya juga menurun dengan turunya kerugian – kerugian yang terjadi serta menurunnya angka kerusakan produk. Dengan demikian waktu penyerahan dapat dijamin lebih tepat waktu karena proses produksi dapat direncanakan tanpa gangguan permesinan (Oktaria, 2011).

2.6 Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone Diagram*)

Diagram sebab akibat adalah gambar pengubahan dari garis dan symbol yang didesain untuk mewakili hubungan yang bermakna antara akibat dan penyebabnya. Dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 dan terkadang dikenal dengan diagram ishikawa.

Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan analisis yang lebih terperinci untuk menemukan penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

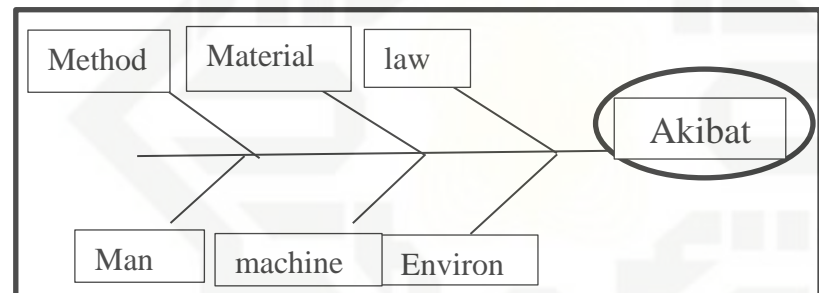
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Diagram sebab akibat dapat digunakan apabila pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci dari suatu masalah dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dan akibat. Pencarian faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu (Corder, 1992):

1. Manusia (*man*)
2. Metode kerja (*work Method*)
3. Mesin/peralatan kerja lainnya(*machine/equipment*)
4. Bahan Baku (*material*)
5. Lingkungan kerja (*work environment*)



Gambar 2.1 Diagram Sebab akibat

2.7 Diagram Pareto

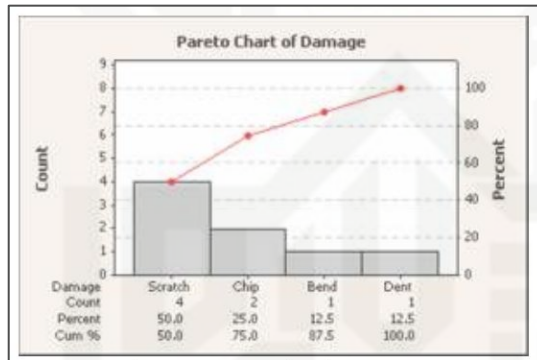
Diagram Pareto merupakan diagram yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram Pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan dan tentunya kita dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah.

Diagram Pareto digambarkan dengan grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto pada tahun 1897 dan kemudian digunakan oleh Dr. M. Juran dalam bidang pengendalian mutu. Alat bantu ini bisa digunakan untuk menganalisa suatu fenomena, agar dapat diketahui hal-hal yang prioritas dari fenomena tersebut (Garpersz, 1998).



Gambar 2.2 Diagram pareto