

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

PT. Medisafe Technologies merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi sarung tangan *Surgical*, *Chloroprene*, dan *Nitrile*. Kualitas produk merupakan salah satu faktor yang diperhatikan oleh konsumen dalam membeli suatu produk. dengan kemajuan teknologi dan persaingan bisnis yang semakin ketat, para produsen berlomba-lomba untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Hanya perusahaan yang sangat kompetitif yang dapat bertahan dengan melibatkan karyawan dalam memecahkan masalah dengan memprioritaskan kualitas, produktivitas, dan efisiensi. Kualitas adalah faktor terpenting bagi keberhasilan dan pertumbuhan perusahaan di pasar domestik dan internasional. Industri manufaktur yang berkembang pesat di negara kita menyebabkan persaingan industri semakin ketat. Untuk dapat terus bertahan, setiap perusahaan dituntut untuk memperbaiki setiap departemen dan proses yang ada di dalamnya. Oleh karenanya, pemborosan waktu, berkurangnya kecepatan produksi, dan faktor-faktor yang menghambat lainnya harus dapat dihindari atau diminimalkan. Untuk mengurangi masalah tadi, maka sebuah perusahaan perlu didukung oleh peralatan memadai dan tenaga kerja yang terampil untuk melakukan proses produksi yang efektif dan efisien. PT. Medisafe Technologies memperoleh ISO 13485, sehingga dengan adanya sertifikat ini peluang untuk perluasan pemasaran ekspor menjadi terbuka.

Pada proses produksi sarung tangan *surgical* di PT. Medisafe Technologies terdapat mesin *Electronic Pinhole Testing (EPT)* yang berfungsi untuk mengetahui adanya kebocoran/*pinhole* pada produk sarung tangan *surgical*. Mesin *Electronic Pinhole Testing (EPT)* berperan penting karena mempengaruhi kualitas akhir dari proses produksi. Mesin merupakan komponen utama dalam melakukan proses produksi, mesin produksi yang mengalami gangguan selama berlangsungnya proses produksi akan timbul

kerugian bagi perusahaan. Kerugian tersebut dapat berupa hilangnya waktu produksi dikarenakan adanya gangguan pada mesin, perusahaan tidak mampu mencapai target produksi, dan adanya biaya *maintenance* yang harus dikeluarkan untuk mengoptimalkan kinerja mesin produksi.

Salah satu masalah utama dari perusahaan ini adalah sering terhentinya proses produksi yang disebabkan oleh kerusakan pada mesin *Electronic Pinhole Testing (EPT)* yaitu mesin yang berhenti secara tiba-tiba, komponen cadangan yang tidak tersedia dan lain sebagainya sehingga menimbulkan kerugian pada perusahaan dan menyebabkan produk mengalami *defect* seperti *hole* atau bocor. Selama proses produksi, *Electronic Pinhole Testing (EPT)* pada PT. Medisafe Technologies mengalami *unplanned downtime* yang diakibatkan oleh kerusakan mesin (*breakdown*) dan waktu *set up* mesin yang tidak terjaga sehingga *downtime* mesin tidak terkendali. Oleh karena masalah-masalah tersebut diatas, menyebabkan PT. Medisafe Technologies banyak mengalami *fail predispatch customer* pada bulan Februari dan Maret. Adapun upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi adalah berhubungan dengan efektivitas penggunaan *machine/equipment*, yang dipengaruhi oleh faktor ketersediaan waktu kerja (*availability*), performa mesin (*performance*), dan kualitas (*quality*) mesin maka dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas mesin yang didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu : *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Dengan mengetahui nilai efektivitas mesin, maka dapat dilihat seberapa besar kerugian yang mempengaruhi efektivitas mesin yang dikenal dengan *six big losses* peralatan yaitu *breakdown losses*, *set up and adjustment losses*, *idle and minor stoppage losses*, *reduce speed losses*, *process defect*, dan *reduce yield*. Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan dan faktor penyebab penurunan efektivitas mesin sehingga dapat membuat usaha perbaikan menjadi fokus utama metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Dengan demikian, berdasarkan latar

belakang permasalahan di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode *OEE* sebagai metode dalam mengukur tingkat efektivitas mesin dengan judul penelitian:

“Analisa Efektivitas Mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) Pada Proses Inspeksi *Surgical Gloves* dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* di PT. Medisafe Technologies.”

1.2. Rumusan Masalah

PT. Medisafe Technologies sebagai perusahaan yang bergerak dalam produksi sarung tangan *surgical* berfokus pada hasil produk yang baik dan didukung oleh mesin yang berkerja secara efisien sehingga dari latar belakang di atas maka rumusan masalah yang di bahas yaitu :

1. Berapa besar tingkat efektivitas mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) dengan melakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)?
2. Berapa hasil perhitungan faktor *six big losses* yang mempengaruhi rendahnya nilai *OEE* pada mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT)?
3. Apa saja usulan perbaikan kinerja mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT)?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui besarnya tingkat efektivitas mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) dengan melakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).
2. Untuk mengetahui besarnya hasil perhitungan faktor *six big losses* yang mempengaruhi rendahnya nilai *OEE* pada mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT).
3. Untuk memberikan usulan perbaikan kinerja mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT).

1.3.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas mesin yang digunakan dalam proses produksi, serta dapat memberikan masukan atau saran bagi perusahaan di masa yang akan datang.
2. Bagi mahasiswa penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai referensi belajar, serta dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan wawasan yang luas.
3. Mempererat hubungan antara Prodi Teknik Industri Universitas Islam Sumatera Utara dengan perusahaan dan laporan tugas akhir dapat memperkaya hazanah kepustakaan di Prodi Teknik Industri guna kepentingan akademis maupun non akademis.

1.4. Batasan dan Asumsi Masalah

1.4.1. Batasan Masalah

Batasan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) di PT. Medisafe Technologies.
2. Analisa dilakukan hanya untuk mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT).
3. Data kerusakan yang diamati dan dianalisis yaitu data kerusakan mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) pada periode Januari sampai April 2025 di PT. Medisafe Technologies
4. Penelitian ini tidak memperhitungkan aspek biaya.

1.4.2. Asumsi Masalah

Asumsi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Proses produksi berjalan dengan baik selama penelitian.
2. Mesin yang diteliti dalam keadaan baik dan layak beroperasi.
3. Pekerja yang mengoperasikan mesin tersebut sudah terampil.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi akan disajikan dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang masalah penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan Teori yang memuat analisis masalah pada penelitian ini menggunakan berbagai sumber teori yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian seperti penentuan lokasi dan waktu penelitian, metodologi penelitian, dan metode pengumpulan data.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Menguraikan pengumpulan dan pengolahan data terhadap analisis dari data perusahaan untuk mengetahui efektivitas mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) dengan menggunakan metode *Overall Effectiveness Equipment* (OEE).

BAB V ANALISA DAN EVALUASI

Menguraikan hasil analisis berdasarkan pengolahan data dengan metode *Overall Effectiveness Equipment* (OEE) untuk memberikan rekomendasi perbaikan pada

mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT) berdasarkan masalah yang ditemukan guna meningkatkan efektivitas mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT).

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian atau tugas akhir dan saran secara umum dari keseluruhan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sarung Tangan *Surgical*

Surgical gloves merupakan sarung tangan yang biasanya digunakan oleh tenaga medis untuk terhindar dari terjadinya infeksi silang dan digunakan untuk keperluan bedah atau operasi. Sarung tangan bedah (*surgical gloves*) adalah alat pelindung diri (APD) yang digunakan oleh tenaga medis, terutama selama prosedur bedah, untuk mencegah penularan infeksi antara pasien dan tenaga medis. Sarung tangan bedah memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan sarung tangan pemeriksaan karena digunakan dalam lingkungan steril dan kontak langsung dengan jaringan tubuh pasien. Sarung tangan merupakan sebuah produk yang dapat dipakai (*wearable product*) yang berfungsi untuk menyelubungi permukaan tangan manusia. Sarung tangan memiliki fungsi utama untuk melindungi tangan manusia dari paparan sesuatu dari lingkungan, seperti angin, panas, debu, kuman, virus, dan lain-lain. Dalam kaitannya dengan perlindungan terhadap COVID-19, pemakaian sarung tangan berfungsi sebagai APD untuk menghindari paparan *droplet* / virus yang terdapat pada benda-benda yang disentuh oleh tangan dan juga menghindari transmisi virus dari tangan ke benda-benda yang disentuh yang dapat menginfeksi orang lain. Paparan virus pada tangan cukup berbahaya karena manusia sering kali menyentuh bagian wajah dengan tangan secara sengaja maupun tidak, sehingga berpotensi terpapar virus. Tidak semua sarung tangan yang ada di pasaran dapat digunakan sebagai APD perlindungan terhadap COVID-19. Kriteria sarung tangan untuk perlindungan terhadap COVID-19 yang efektif adalah menggunakan material yang tidak menyerap air dan memiliki pori-pori yang cukup kecil untuk tidak meloloskan cairan ke bagian dalam sarung tangan.

Berdasarkan kriteria yang efektif sebagai APD, sarung tangan dapat dibagi berdasarkan kemampuan pakainya menjadi sarung tangan sekali pakai (*disposable*) dan sarung tangan pemakaian berulang (*reusable*). Sarung tangan *Surgical* merupakan jenis yang paling ampuh untuk menahan berbagai senyawa kimia dan partikulat lainnya. Biasanya jenis sarung tangan ini diperuntukkan di bidang kesehatan atau operasi bedah dan yang berhubungan dengan bahan kimia, namun jenis sarung tangan ini jauh lebih mahal dari sarung tangan lainnya. (Theopilus dkk, 2020).



Gambar 2.1. Sarung Tangan *Surgical*
(Sumber: Medisafe Web)

Karet juga dikenal sebagai *Buna-N*, *Perbunan*, *acrylonitrile butadiene rubber*, dan NBR adalah kopolimer karet sintetis dari *akrilonitril* (ACN) dan *butadiena*. Karet adalah keluarga dari kopolimer tak jenuh dari 2 *propenenitrile* dan berbagai monomer *butadiena*. Meskipun sifat fisik dan kimianya berbeda-beda tergantung pada komposisi polimernya. Penggunaan karet nitril ini misalnya pada sarung tangan sekali pakai (*non-latex*), *belt* transmisi otomotif, selang, bantalan, O-Ring, gasket, seal oli, V belt, kulit sintetis, dan lain – lain. NBR lateks juga dapat digunakan dalam penyusunan perekat dan sebagai pengikat pigmen. Proses produksi dari NBR ini tidak terlalu rumit, peralatan yang dibutuhkan sederhana dan mudah untuk didapatkan. Karena itu banyak negara- negara seperti China dan Taiwan yang memproduksi produk ini (Permana, 2016).

Sarung tangan *surgical* ini terbuat dari bahan karet sintetis. Biasanya sarung tangan ini merupakan alternatif terbaik bagi pengguna yang mengalami alergi saat menggunakan sarung tangan dari lateks alam (*Natural Rubber*).

Dibanding dengan jenis sarung tangan lainnya, sarung tangan ini merupakan yang paling tahan akan kebocoran. Karena fitur anti bocor tersebut, biasanya sarung tangan digunakan untuk keperluan bedah atau operasi. *Latex-free* alias tidak menimbulkan reaksi alergi pada penggunaannya. Merupakan jenis sarung tangan paling anti bocor, sehingga cocok bagi Anda yang sering menyentuh bahan-bahan kimia. Memiliki sensitivitas tingkat tinggi. Sangat erat, sehingga jari jemari bisa dengan luwes bergerak. Sangat bagus untuk penggunaan jangka panjang. Tahan terhadap zat-zat kimia. Memiliki dua lapisan yaitu hitam dan biru, jika mulai robek, maka lapisan biru akan kelihatan. Sarung tangan *surgical* menjadi terkenal sekitar tahun 1990-an dan menjadi produk sarung tangan alternatif latex yang cukup terkemuka. Meskipun tidak elastis atau fleksibel dibandingkan dengan sarung tangan *exam gloves*, tetapi sarung tangan *surgical* lebih tahan lama dan tahan terhadap bahan kimia. Dengan demikian, sarung tangan ini dianggap sebagai pilihan ideal bagi siapa saja yang harus bekerja dan menangani bahan kimia yang berpotensi berbahaya dan korosif. Jenis sarung tangan ini juga pas dipakai untuk lingkungan kerja di bidang medis karena mempunyai ketebalan yang lebih tinggi dan dapat menghilangkan risiko reaksi alergi latex (Yarsa dkk, 2019).

2.2. Mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT)

Electronic Pinhole Testing (EPT) adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mengetahui adanya kebocoran pada produk sarung tangan *surgical*. Mesin EPT ini mempunyai kemampuan mendeteksi adanya kebocoran (*hole*) maupun adanya *tear* (produk robek) pada semua bagian sarung tangan *surgical* baik di area *cuff*, *palm* dan *fingers* yang ada pada sarung tangan *surgical*. Dengan adanya alat ini perusahaan mampu menjaga kualitas produk hingga sampai kepada tangan pelanggan tanpa adanya cacat (*defect*) sedikitpun.

Mesin ini menggunakan sistem pneumatik yang menggunakan udara bertekanan yang dihembuskan kedalam sarung tangan *surgical* untuk mengetahui adanya kebocoran (*hole*) pada produk. Setiap jenis produk sarung tangan *surgical* mempunyai ketebalan yang berbeda-beda sehingga tekanan udara yang di berikan

berbeda pula. Sarung tangan *surgical* terbagi menjadi 2 golongan besar yaitu PI (*Polyisoprene*) dan CR (*Chloroprene*). Untuk produk PI digunakan tekanan udara lebih tinggi 2.0 bar karena ketebalan produk yang lebih besar sedangkan CR 1.5 bar.

Jika pada proses inspeksi menggunakan mesin EPT ini terdeteksi adanya kebocoran pada sarung tangan *surgical*, maka secara otomatis mesin akan melepaskan sarung tangan tersebut kedalam penampungan *Grade-2* yang telah disediakan. Sedangkan jika terdapat produk *tear* (robek) maka mesin akan otomatis menjatuhkan sarung tangan ke bagian penampungan *reject*.



Gambar 2.2. Mesin *Electronic Pinhole Testing* (EPT)
(Sumber: PT. Medisafe Technologies)

2.3. *Total Productive Maintenance* (TPM)

Manajemen pemeliharaan mesin/peralatan modern dimulai dengan apa yang disebut *preventive maintenance* yang kemudian berkembang menjadi *productive maintenance*. Kedua metode pemeliharaan ini umumnya disingkat dengan PM dan pertama kali diterapkan oleh industri - industri manufaktur di Amerika Serikat dan pusat segala kegiatannya ditempatkan satu departemen yang

disebut *maintenance departement*. *Preventive maintenance* mulai dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang ada dan kemudian pada tahun 1960-an muncul apa yang disebut *productive maintenance*. *Total productive maintenance* (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1971 pada perusahaan Nippondenso Co. Ltd., di negara Jepang yang merupakan pengembang konsep *maintenance* yang diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*. Mempertahankan kondisi mesin/peralatan yang mendukung pelaksanaan proses produksi merupakan komponen yang penting dalam pelaksanaan pemeliharaan unit produksi. Tujuan dari pemeliharaan produktif (*productive maintenance*) adalah untuk mencapai apa yang disebut dengan *profitable PM*. Dimana kita tidak hanya berusaha mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan dan cacat yang mungkin terjadi pada mesin/peralatan produksi, tetapi juga melaksanakan semua tindakan *maintenance* tersebut secara efisien dan ekonomis. (Wilson, 2020)

2.3.1. Pengertian *Total Productive Maintenance* (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas mesin melalui perawatan/*maintenance* peralatan. Pengertian *Total Productive Maintenance* menurut para ahli antara satu dengan yang lainnya terlihat berbeda-beda berdasarkan cara sudut pandang dan pemikiran untuk lebih jelas dapat kita lihat pendapat tersebut dibawah ini :

1. Menurut **(Rio Andika Putra, 2022)** TPM merupakan sebuah program yang melibatkan semua personil guna merawat semua fasilitas/peralatan yang terdapat di perusahaan.
2. Menurut **(Mustajib, 2018)** TPM yaitu hubungan kerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi, mengurangi *waste*, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur.

3. Menurut (Agustinus Eko Susetyo, 2017) TPM merupakan suatu konsep ataupun metode yang bertujuan menjaga optimasi produktivitas pemeliharaan mesin dan peralatan mesin.

TPM (*Total Productive Maintenance*) adalah sebuah program yang termasuk di dalamnya definisi konsep terbaru untuk merawat peralatan dan perlengkapan program perawatan yang melibatkan semua pihak yang terdapat dalam suatu perusahaan untuk dapat saling bekerja sama dalam menghilangkan *breakdown*, mengurangi waktu *downtime*, memaksimalkan utilitas, kegiatan produksi serta kualitas dari produk yang dihasilkan. TPM merupakan pendekatan yang di kenalkan di Jepang oleh Seichi Nakajima yang di kembangkan dari *Preventive Maintenance System* dari USA. TPM ini juga digunakan untuk memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan dalam bisnis mereka. Hal ini tidak hanya melibatkan pemeliharaan, tetapi semua aspek dari operasi dan instalasi fasilitas - fasilitas, dan motivasi untuk orang yang bekerja dalam perusahaan (Purnomo, 2019).

2.3.2. Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM)

TPM bertujuan untuk membentuk kultur usaha yang mengejar dengan tuntas peningkatan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektivitas penggunaan mesin. TPM telah dirasakan manfaatnya dalam menunjang kemajuan perusahaan serta kemampuan bersaing secara global. TPM merupakan strategi *improvement* yang di peruntukan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi. TPM memiliki tiga komponen (Purnomo, 2019) yaitu:

1. Pendekatan Total (*Total Approach*)

Filosofi dari TPM sesuai dengan semua aspek yang terkait dengan fasilitas yang dipergunakan dalam area operasi dan orang yang mengoperasikan, men-

set up dan merawat fasilitas yang merupakan objek yang menjadi fokus perhatian.

2. Aksi yang produktif (*Productive Action*) Pendekatan yang bersifat proaktif pada setiap kondisi dari operasi fasilitas bertujuan untuk meningkatkan produktivitas secara terus-menerus dan performansi bisnis yang optimal secara keseluruhan.
3. Perawatan (*Maintenance*)

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

Berikut ini adalah tujuan dari TPM :

1. Mengurangi waktu tunggu pada saat operasi.
2. Meningkatkan ketersediaan alat sehingga menambah waktu produktif.
3. Memperpanjang umur pakai.
4. Melibatkan pemakai dalam sistem perawatan.
5. Pelaksanaan program *prevention maintenance* dan peningkatan kemampuan merawat.

Total *Productive Maintenance* adalah hubungan kerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh bertujuan untuk meningkatkan kualitas produksi, mengurangi *waste*, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur. Secara menyeluruh definisi dari total *productive maintenance* mencakup lima elemen yaitu sebagai berikut :

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

5. TPM merupakan pengembangan dari sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen motivasi.

TPM merupakan sistem manajemen dalam perawatan peralatan, mesin, utility dengan sasaran tercapainya *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident*. *Zero breakdown* berarti peralatan tidak pernah rusak, *zero defect* berarti tidak ada produk yang rusak saat dibuat, dan *zero accident* berarti tidak adanya kecelakaan kerja yang mengakibatkan luka pada manusia maupun kerusakan alat/mesin (Iswardi dan M.Sayuti, 2016).

2.3.3. Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM)

Manfaat dari TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut (Purnomo, 2019) :

1. Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
2. Meningkatkan kualitas pada TPM dengan meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan *downtime* mesin dengan metode terfokus.
3. Waktu *delivery* ke konsumen dapat ditepati, karena produksi yang tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
4. Biaya produksi rendah karena kerugian dapat dikurangi dengan efektifitas pekerjaan.
5. Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
6. Meningkatkan motivasi kerja, karena hak dan tanggung jawab menjadi tugas bagian setiap pekerja.

Apabila TPM berhasil di terapkan maka keuntungan - keuntungan yang akan di peroleh perusahaan sebagai berikut:

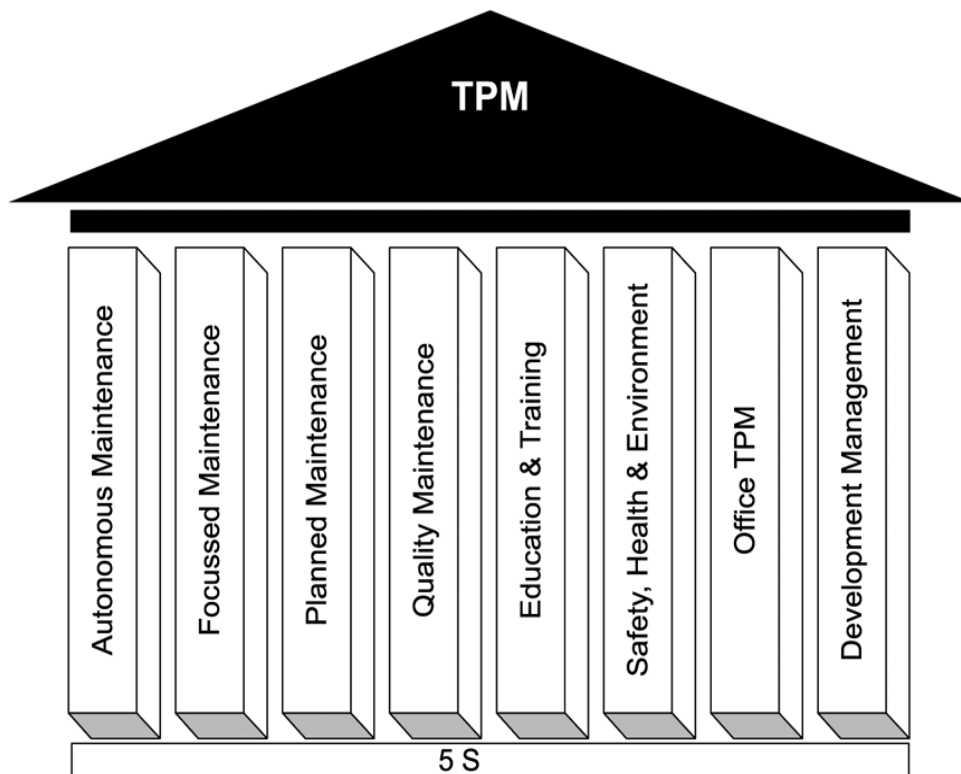
1. Untuk Operator Produksi
 - a. Lingkungan kerja yang lebih bersih, rapi dan aman sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja operator.
 - b. Kerusakan ringan dari mesin dapat langsung diselesaikan oleh operator.
 - c. Efektivitas mesin itu sendiri dapat ditingkatkan.

- d. Kesempatan operator untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta melakukan perbaikan dan metode kerja yang lebih baik dan lebih efisien.
2. Untuk Departemen Pemeliharaan
 - a. Mesin, peralatan, dan lingkungan kerja selalu bersih dan dalam kondisi yang baik.
 - b. Frekuensi dan jumlah pemeliharaan darurat semakin berkurang, departemen pemeliharaan hanya mengerjakan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus saja.
 - c. Waktu untuk melakukan *preventive maintenance* lebih banyak dan mempunyai kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.

Semua aktivitas peningkatan kinerja pabrik dilakukan dengan meminimasi masukan dan memaksimalkan keluaran. Keluaran tidak saja menyangkut produktifitas tetapi juga terhadap kualitas yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, penyerahan tepat waktu, peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja, moral yang lebih baik serta kondisi dan lingkungan kerja yang semakin menyenangkan.

2.3.4. Pilar *Total Productive Maintenance*

Implementasi pada *Total Productive Maintenance* dapat diterapkan melalui 8 pilar yang harus dikerjakan oleh seluruh elemen perusahaan demi keberhasilan pelaksanaan TMP, berikut penjelasan 8 pilar tersebut :



Gambar 2.3. Pilar TPM

(Sumber : Wilson, 2020)

1. *Autonomous Maintenance*

Autonomous Maintenance memberikan tanggung jawab pemeliharaan rutin kepada operator seperti pembersihan mesin, pengecekan kelengkapan dan fungsi pada mesin, dan inspeksi mesin dengan merasakan getaran dan bunyi - bunyi. Dengan demikian, operator atau pekerja yang bersangkutan memiliki rasa kepemilikan yang tinggi, meningkatkan pengetahuan pekerja terhadap peralatan yang digunakannya. Dengan Pilar *Autonomous Maintenance*, mesin dan peralatan produksi dapat dipastikan bersih dan terpelihara dengan baik serta dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

2. *Planned Maintenance*

Pilar *Planned Maintenance* menjadwalkan tugas pemeliharaan berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi atau tingkat kerusakan yang diprediksikan. Jika tidak ada jadwal produksi kepala *line* akan menuliskan daftar kerusakan mesin dan tim *maintenance* akan melakukan penggantian *part*,

melakukan pemeriksaan dan *setting*. Dengan *planned maintenance*, kita dapat mengurangi kerusakan yang terjadi secara mendadak serta dapat lebih baik mengendalikan tingkat kerusakan komponen.

3. *Quality Maintenance*

Pilar *Quality Maintenance* membahas tentang masalah kualitas dengan memastikan peralatan atau mesin produksi dapat mendeteksi dan mencegah kesalahan selama produksi berlangsung. Dengan kemampuan mendeteksi kesalahan ini, proses produksi menjadi cukup handal dalam menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi pada pertama kalinya. Dengan demikian, tingkat kegagalan produk akan terkendali dan biaya produksi pun menjadi semakin rendah.

4. *Focused Improvement*

Membentuk kelompok kerja untuk secara proaktif mengidentifikasi mesin atau peralatan kerja yang bermasalah dan memberikan solusi atau usulan- usulan perbaikan. Kelompok kerja dalam melakukan *Focused Improvement* juga bisa mendapatkan karyawan-karyawan yang bertalenta dalam mendukung kinerja perusahaan untuk mencapai targetnya.

5. *Early Equipment Management*

Early Equipment Management merupakan pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan pemeliharaan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuan dari pilar ini agar mesin atau peralatan produksi baru dapat mencapai kinerja yang optimal pada waktu yang sesingkat-singkatnya. Hal ini dilakukan karena mesin baru membutuhkan penyesuaian produksi pada standar yang diinginkan perusahaan.

6. *Training dan Education*

Pilar *Training dan Education* ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan. Dengan memberikan *training* dan

catatan pada mesin diharapkan operator atau team *engineering* dapat belajar dan mengaplikasikan langsung pada kerusakan atau hanya sekedar melakukan pemeliharaan pada mesin atau peralatan.

7. *Safety, Health and Environment*

Pekerja harus mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat. Dalam Pilar ini, perusahaan diwajibkan untuk menyediakan Lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Seperti penyediaan alat pelindung diri. Tujuan pilar ini adalah mencapai target tempat kerja yang “*Accident Free*” (tempat kerja yang bebas dari segala kecelakaan).

8. *TPM in Administration*

Selanjutnya Pilar dalam TPM adalah menyebarkan konsep TPM ke dalam fungsi Administrasi. Dengan demikian, tujuan pilar TPM ini agar semua pihak dalam organisasi (perusahaan) memiliki konsep dan persepsi yang sama termasuk staff administrasi (perencanaan, pembelian, dan keuangan).

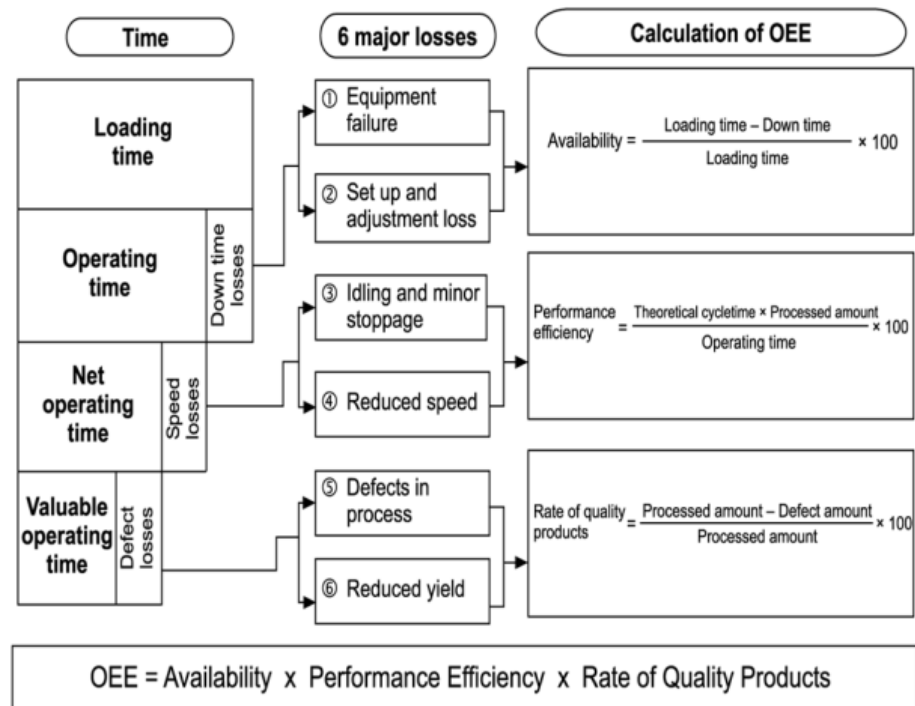
2.4. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan peralatan sebagai salah satu aplikasi program *Total Productive Maintenance (TPM)*. *Overall Equipment Effectiveness* adalah tingkat keefektifan fasilitas secara menyeluruh yang diperoleh dengan memperhitungkan *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*.

Pengukuran OEE ini didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu: *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality product* (Saiful dan Olyvia, 2014).

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*.



Gambar 2.4. *Overall Equipment Effectiveness and Goals*
(Sumber : Krisnaningsih, 2015)

OEE telah banyak digunakan dalam industri untuk mengukur kinerja peralatan. OEE terdiri dari tiga komponen terpisah yakni ketersediaan, kinerja, dan kualitas di mana masing-masing bertujuan pada aspek proses yang dapat ditingkatkan. OEE mampu mengukur kinerja, mengidentifikasi peluang peningkatan, dan mengarahkan fokus upaya peningkatan di bidang yang terkait dengan efisiensi dan efektivitas peralatan. OEE mengukur seberapa baik kinerja sistem produksi relatif terhadap kapasitas yang telah dirancang, selama periode operasi produksi itu sendiri. OEE sering digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan output suatu perusahaan karena menitikberatkan pada kualitas, produktivitas dan penggunaan peralatan pada saat yang bersamaan (Anugrah, 2021). Definisi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang ideal adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Nilai *Ideal OEE*

<i>Availability</i>	90%
<i>Perfomance</i>	95%
<i>Quality</i>	99%
<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	85%

(Sumber : Anugrah, 2021)

Formula dari *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* (Arifianto, 2018) dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance Rate (\%)} \times \text{Quality Rate (\%)}$$

2.4.1. *Availability*

Availability merupakan rasio *operation time* terhadap waktu *loading timenya*. Sehingga untuk dapat menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai-nilai dari:

1. Waktu operasi (*operation time*)
2. Waktu persiapan (*loading time*)
3. Waktu tidak bekerja (*downtime*)

Nilai ketersediaan (*availability*) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Waktu persiapan (*Loading time*) adalah waktu yang tersedia (*availability time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu mesin tidak bekerja yang direncanakan (*planned downtime*).

$$\text{Loading Time} = \text{Total Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

$$\text{Operation time} = \text{loading time} - \text{downtime}$$

Waktu mesin tidak bekerja yang direncanakan (*planned downtime*) adalah jumlah waktu mesin tidak bekerja yang telah direncanakan dalam rencana

produksi, termasuk didalamnya waktu mesin tidak bekerja (*downtime*) mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya. Waktu operasi (*operation time*) merupakan hasil pengurangan waktu persiapan (*loading time*) dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain waktu operasi adalah waktu operasi yang tersedia (*available time*) setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dan total waktu yang tersedia (*total available time*) yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failure*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, pelaksanaan prosedur *set-up* dan *adjustment* dan lain sebagainya.

2.4.2. *Performance Efficiency*

Performance Efficiency merupakan hasil perkalian dari rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *Performance Efficiency*:

1. Waktu siklus ideal/ waktu standar (*Ideal cycle time*)
2. Jumlah produk yang diproses (*Processed amount*)
3. Waktu operasi mesin (*Operation time*)

Performance Efficiency dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

2.4.3. *Kualitas Produk (Rate of Quality Products)*

Kualitas produk adalah rasio jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk total yang diproses. Jadi rasio kualitas produk adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut:

1. Jumlah produk yang diproses (*Processed amount*)
2. Jumlah produk yang cacat (*Defect amount*)

Rasio kualitas produk dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

2.5. *Six Big Losses*

Menurut (Ismuaji, 2022) Pengukuran produktivitas *six big losses* ini adalah kegiatan dan tindakan - tindakan yang tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin/peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kerugian Waktu (*Downtime*)
 - a. Kerusakan peralatan (*Equipment Failure*)
 - b. Persiapan peralatan (*Set-up and Adjustment*)
2. Kehilangan kecepatan (*Speed losses*)
 - a. Gangguan kecil dan waktu nganggur (*Idling and Minor Stoppages*)
 - b. Kecepatan rendah (*Reduced Speed Losses*)
3. Produk Cacat (*Defect*)
 - a. Cacat produk dalam proses (*Process Defect Losses*)
 - b. Hasil rendah (*Reduced Yield Losses*)

2.5.1. *Breakdown Losses*

Kerusakan mesin/peralatan (*Equipment Failure/Breakdown*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang berakibat pada berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk cacat yang dihasilkan. Kerusakan yang terjadi berulang-ulang seperti kerusakan pada bagian sensor-sensor yang relatif lebih sulit untuk diketahui dan tindakan perbaikan biasanya membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dan sangat membutuhkan keahlian. Di sisi lain kerusakan-kerusakan kronis yang kecil dan kasat mata biasanya sering

terabaikan dan sepertinya dapat dicegah, misalnya *cuffing* yang lepas, dan masalah - masalah yang berhubungan dengan kualitas atau mesin yang berhenti sesaat.

Equipment Failure / Breakdown dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.5.2. *Set-up and Adjustment Losses*

Kerugian karena persiapan peralatan adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses kalibrasi. Dengan kata lain total waktu yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna menyiapkan mesin ke kondisi ideal sampai mesin itu siap untuk berproduksi. Sekarang ini metode untuk mengurangi lamanya waktu persiapan telah banyak diterapkan pada industri manufaktur modern. Hampir semua metode persiapan bertujuan untuk mereduksi lamanya waktu persiapan mesin/ peralatan.

Set-up and Adjustment dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Set Up \& Adjustment Losses} = \frac{\text{Set up \& Adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.5.3. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Kerugian karena beroperasi tanpa bahan maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan suatu mesin/peralatan berhenti berulang-ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk. Sebagai contoh mesin beroperasi tetapi bahan yang akan diproses tersangkut pada konveyor dan tidak mencapai mesin/peralatan. Jika kondisi ini terjadi biasanya mesin akan berfungsi kembali jika material yang akan diproses dipindahkan kembali mesin/peralatan. Umumnya operator tidak terlalu memperhatikan atau malah mengabaikan kondisi ini karena biasanya mudah ditanggulangi, tetapi

waktu nganggur tetap akan menurunkan efektivitas dan efisiensi dan mesin/peralatan dan harus dihilangkan secara mutlak.

Idling and Minor Stoppages Losses dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Idling \& Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Non Productive time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.5.4. *Reduced Speed Losses*

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dan kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi antara lain disebabkan oleh:

1. Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena perubahan jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin/peralatan yang digunakan.
2. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
3. Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produk yang lebih tinggi.

Masalah-masalah yang timbul seperti diatas muncul karena sering terabaikan padahal sebenarnya hal-hal tersebut yang akan berkembang dan akan memberikan kontribusi yang besar pada enam kerugian besar (*six big losses*) yang akan menurunkan efektivitas dan efisiensi mesin/peralatan. *Reduced Speed Losses* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal cycle} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.5.5. *Defect Process Losses*

Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang, dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat 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 cacat produk hanya sedikit tetapi kondisi seperti ini dapat menimbulkan masalah yang semakin besar. *Defect process losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Defect\ Process\ Losses = \frac{Ideal\ cycle\ time \times defect}{Loading\ time} \times 100\%$$

2.5.6. *Yield/Scrap Losses*

Yield/Scrap Losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah ditetapkan. Kerugian yang ditimbulkan tergantung pada faktor-faktor seperti operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan. Beberapa hal yang berhubungan dengan kerugian yang mungkin timbul pada tahap awal produksi dapat diterima karena tidak dapat dihindarkan, akan tetapi tetap dibutuhkan tindakan untuk meminimalkannya agar mesin/peralatan yang digunakan tetap dapat beroperasi pada kondisi ideal yang diharapkan. Kondisi operasi mesin/peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasarkan pada perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance efficiency* saja. Dan enam faktor pada *six big losses* baru gangguan kecil (*minor stoppages*) saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin/peralatan.

$$YS = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Reject}{Loading\ time} \times 100\%$$

2.6. *Cause and Effect Diagram (Diagram Sebab Akibat)*

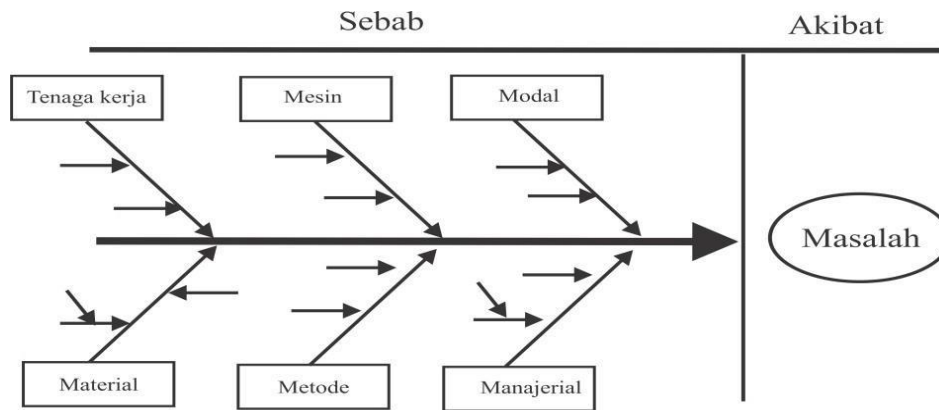
Cause and effect diagram disebut juga diagram sebab akibat dikembangkan oleh Dr Kaoru Ishikawa pada tahun 1943, sehingga sering disebut dengan diagram Ishikawa. Diagram Ishikawa menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah

untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah ini berasal dari berbagai sumber misalnya, manusia, material, mesin, metode, lingkungan dan pengukuran. Dari beberapa penyebab diatas dapat diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail, misalnya dari manusia dapat diturunkan menjadi kepedulian, kecakapan, ketelitian dan pendidikan. Untuk mencari berbagai penyebab tersebut dapat ditempuh dengan *brainstorming* dengan melibatkan seluruh bagian yang terlibat di proses tersebut. Untuk mencari akar penyebab masalah menggunakan teknik menanyakan masalah sebanyak lima kali yang biasa disebut *five way*. Selain digunakan untuk mencari penyebab utama masalah, diagram sebab akibat juga dapat digunakan untuk mencari penyebab minor yang merupakan bagian dari penyebab utama (Krisnaningsih, 2015).

Langkah-langkah pembuatan *cause and effect diagram* adalah sebagai berikut:

1. Gambarkanlah panah dengan kotak di ujung kanan dan tentukan masalah yang hendak diperbaiki/diamati dan usahakan adanya tolak ukur yang jelas dari permasalahan tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.
2. Tentukan faktor-faktor penyebab utama (*main causes*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau yang mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut. Gambarkan anak panah (cabang-cabang) yang menunjukkan faktor penyebab ini yang mengarah pada panah utama.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor-faktor penyebab utama tersebut. Tuliskan detail faktor tersebut di kiri kanan gambar panah cabang faktor-faktor utama dan buatlah anak panah (ranting) menuju ke arah panah cabang tersebut.
4. Periksalah apakah semua item yang berkaitan dengan karakteristik *output* benar-benar sudah dicantumkan dalam diagram.
5. Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan.

Contoh penggunaan *cause and effect diagram*



Gambar 2.5. *Cause and Effect Diagram*
(Sumber : Krisnaningsih, 2015)