

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pada subbab ini yang berisikan tinjauan pustaka yang akan menjelaskan mengenai penelitian-penelitian sebelumnya. Penyelesaian masalah dalam penelitian ini dapat dilakukan dengan cara mempelajari kasus berupa jurnal sehingga dapat menjadi pertimbangan nantinya dalam proses penyelesaian masalah. Penelitian-penelitian tersebut dicari melalui *Search Engine Google Scholar*. Dalam melakukan pencarian jurnal, penulis menggunakan permasalahan yang diteliti yaitu "Permasalahan terhentinya proses produksi disebabkan oleh mesin yang mengalami *breakdown*". Permasalahan tersebut menjadi kata kunci dalam pencarian jurnal dan ditemukan 842 artikel yang relevan untuk dapat dijadikan referensi dalam tinjauan pustaka. Dari hasil temuan tersebut dilakukan penyaringan yang berkaitan dengan permasalahan ini, dan menggunakan kata kunci lainnya yaitu "Pemakaian suku cadang dalam efisiensi produksi".

##### 2.1.1. Penelitian Mengenai Terhentinya Proses Produksi Yang Disebabkan Oleh Mesin Yang Mengalami *Breakdown*

*Downtime* pada proses *packaging* tidak dapat dihilangkan secara keseluruhan tetapi dapat diminimalisir, pernyataan tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawan (2020). Penelitian tersebut dilakukan dengan objek penelitian Cargill Indonesia Plant yang berjudul "Efisiensi Proses Produksi Melalui Analisis *Downtime* Pada Proses *Packaging*". Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian tersebut adalah tingginya nilai *downtime*, dari hasil observasi lapangan menunjukkan adanya permasalahan produksi berupa tingginya nilai *downtime*. *Downtime* yang tinggi dapat mempengaruhi produktivitas pada proses *packing* dan berpotensi menurunkan efektivitas serta efisiensi dalam proses produksi. Hal ini dapat berdampak pada jumlah produksi yang tidak sesuai dengan target yang ditetapkan. Selain itu, tingginya nilai *downtime* juga dapat menimbulkan *maintenance cost* yang merupakan bagian penting dari *production cost*. Jika *downtime* tidak diminimalisir, maka hal ini dapat meningkatkan biaya *maintenance* dan menurunkan profitabilitas bisnis secara keseluruhan. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan pengimplementasi preventive maintenance, penerapan *preventive*

*maintenance* secara teratur pada mesin-mesin produksi dapat membantu mencegah kerusakan dan gangguan yang dapat menyebabkan *downtime*. Dengan melakukan perawatan preventif secara berkala, mesin-mesin dapat tetap beroperasi dengan baik dan mengurangi risiko *downtime* yang tidak terduga. Selain itu, alternatif solusi lainnya yang diusulkan peneliti adalah dengan mengimplementasikan mesin pelabelan otomatis. Dengan adanya mesin pelabelan otomatis, proses pelabelan dapat dilakukan secara efisien dan cepat tanpa memerlukan campur tangan manusia secara langsung. Hal ini dapat mengurangi waktu *downtime* yang disebabkan oleh proses pelabelan manual.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya malfungsi antara lain faktor lingkungan seperti adanya sisa produksi atau gram yang menempel pada kabel, faktor manusia seperti kemampuan operator mengenali gejala kegagalan mesin, dan pekerjaan pemeliharaan terutama jika terjadi masalah yang dilakukannya didasarkan pada faktor metode, pernyataan tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Munawir (2020). Penelitian tersebut dilakukan dengan objek penelitian PT. Kubota Indonesia yang berjudul "Analisa Risiko Kegagalan Terhadap *Downtime* pada *Line Crank Case* Menggunakan Metode *Failure Mode Effect Analysis*". Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian tersebut adalah terjadinya kerusakan yang tidak sesuai dengan prediksi yang terjadi pada kondisi tertentu. Hal ini disebabkan oleh penggunaan komponen lama yang seharusnya diganti karena menunggu komponen baru yang tersedia terbatas. Selain itu, pemeriksaan terhadap mesin dilakukan terlambat karena hanya dilakukan saat terjadi masalah, bukan secara terjadwal. Selain itu, keterbatasan persediaan komponen baru menyebabkan waktu tunggu yang cukup lama untuk mendapatkan komponen tersebut. Pengiriman komponen dari luar kota juga memerlukan waktu yang cukup lama, yang berkontribusi pada peningkatan *downtime*. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) untuk melakukan penganalisisan risiko terhadap kegagalan pada komponen kritis mesin. FMEA merupakan metode sistematis yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi potensi kegagalan pada suatu sistem, mengevaluasi dampak dari kegagalan tersebut, dan mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang diperlukan. Selain itu, alternatif solusi lainnya yang diusulkan peneliti adalah melakukan perbaikan pada *Work Standard Chart* (WSC) untuk memperbaiki sistem pemberitahuan adanya trouble mesin. Hal ini bertujuan

untuk memastikan informasi mengenai masalah pada mesin dapat diakses dengan cepat dan akurat oleh operator dan tim *maintenance*.

Berdasarkan RCM II *decision worksheet* diperoleh bahwa tindakan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen yang sering mengalami kerusakan yaitu *scheduled restoration task*, pernyataan tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Darmawan (2014). Penelitian tersebut dilakukan dengan objek penelitian pada PT. Kubota Indonesia yang berjudul "Perancangan Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM) pada Mesin *Blowing Om*". Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian tersebut adalah mesin-mesin produksi yang sudah tua menjadi penyebab utama tingginya *downtime*. *Downtime* yang tinggi mengakibatkan proses produksi menjadi tidak efisien. Selain itu, terdapat komponen kritis pada mesin *Blowing OM* yang sering mengalami kerusakan, seperti *flat belt* dengan jenis kerusakan karet *flat belt* longgar. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan penggunaan RCM II untuk memungkinkan penjadwalan perawatan yang optimal dengan mempertimbangkan frekuensi kerusakan, total *downtime*, dan biaya perawatan. Ini membantu dalam mengurangi *downtime*, biaya perawatan, dan gangguan produksi. Selain itu, alternatif solusi lainnya yang diusulkan peneliti adalah pengimplementasian teknologi pemantauan kondisi mesin (*condition monitoring*) yang dapat membantu dalam mendeteksi potensi kerusakan lebih dini, sehingga perawatan dapat dilakukan sebelum terjadi kerusakan yang serius.

Penentuan interval perawatan dilakukan pada komponen-komponen yang memiliki nilai CPN (*Cisk Priority Number*) dengan lima nilai tertinggi berdasarkan *logic tree analysis*, pernyataan tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih (2016). Penelitian tersebut dilakukan dengan objek penelitian pada Departemen *Maintenance* PT. Bando Indonesia yang berjudul "Perencanaan Sistem Pemeliharaan Mesin *Roller Head* Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II)". Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian tersebut adalah kerusakan berulang pada komponen kritis, mesin *roller head* mengalami kerusakan berulang pada komponen-komponen kritis seperti *gear*, rantai *conveyor transfer*, *bearing*, *screw*, dan *main motor*. Hal ini menyebabkan *downtime* yang signifikan dan mempengaruhi produktivitas operasional. Selain itu, dengan adanya beberapa komponen kritis yang membutuhkan perawatan, menentukan prioritas perawatan menjadi tantangan. Hal ini memerlukan analisis yang cermat untuk memastikan alokasi sumber daya yang efektif. Oleh karena itu,

peneliti mengusulkan penggunaan metode RCM II pada komponen-komponen kritis seperti gear, rantai *conveyor* transfer, *bearing*, *screw*, dan *main* motor. Dengan melakukan analisis mendalam terhadap kegagalan potensial dan dampaknya, perusahaan dapat menentukan strategi perawatan yang lebih efektif dan efisien. Melalui RCM II ini juga, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi sub sistem, fungsi, serta kegagalan fungsi pada mesin *roller head*. Hal ini akan membantu dalam menentukan prioritas perawatan dan mengoptimalkan interval waktu perawatan. Selain itu, alternatif solusi lainnya yang diusulkan peneliti adalah penggabungan jadwal pemeliharaan optimal dari *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat mengoptimalkan kinerja mesin dan mengurangi *downtime* yang tidak terduga.

Tindakan pemeliharaan pencegahan dapat dilakukan dengan mengganti komponen secara berkala atau pada interval waktu optimum untuk meminimalkan *downtime* dan kerusakan. Berdasarkan penelitian Suardika (2021) di CV. Jaya Perkasa Teknik, masalah utama adalah kegagalan fungsi komponen mesin bubuk. Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk mengidentifikasi dan merawat komponen kritis seperti *Electric System*, *V-belt*, *Gear*, dan *Bearing*. Dengan metode RCM dan tindakan *Time Directed* (TD), terjadi penurunan biaya pemeliharaan karena perencanaan yang lebih efisien. Alternatif lain yang diusulkan adalah *Total Productive Maintenance* (TPM), yang melibatkan semua karyawan dalam pemeliharaan preventif untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas mesin.

Sistem *breakdown* struktural digunakan untuk menyusun, mendokumentasikan, menganalisis, dan mengidentifikasi bagian-bagian mesin pada tingkat sistem, subsistem, dan komponen. Penelitian Priyana (2022) di PT. XYZ, sebuah perusahaan FMCG yang memproduksi minyak goreng, menghadapi masalah pada *Air Shaker* yang mengganggu penyaringan minyak CPKO dan menyebabkan *downtime* produksi. Peneliti mengusulkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan interval *maintenance* optimal berdasarkan analisis FMECA. Komponen kritis seperti *filter cloth*, *frame design*, *hose air shaker*, *frame plate*, dan selenoid mendapat usulan *preventive maintenance* dengan interval waktu tertentu, seperti perawatan *filter cloth* setiap 12 jam. Alternatif lain adalah menggunakan metodologi FMECA untuk mengidentifikasi potensi kerusakan dan titik kritis.

### 2.1.2. Penelitian Mengenai Pemakaian Suku Cadang Dalam Efisiensi Produksi

Metode EOQ (*Economic Order Quantity*) membantu meminimalkan biaya pengadaan suku cadang dan mengoptimalkan persediaan untuk memenuhi permintaan perbaikan komponen dalam proses produksi. Penelitian Indriastuty (2018) di PT. Komatsu Reman Asia Balikpapan mengidentifikasi masalah kepuasan pelanggan dan *downtime* alat akibat kekurangan suku cadang. Dengan menerapkan EOQ dan menentukan titik pemesanan kembali, peneliti menemukan bahwa untuk *spare part* dengan part number 7861-92-2330, EOQ adalah 33 dan titik pemesanan ulang adalah 61.

Dalam perencanaan pengaturan administrasi stok suku cadang dengan mempertimbangkan konflik kepentingan antar unit kerja, usulan ini digunakan untuk meneliti stok krusial dengan lead time dan biaya yang tinggi. Rencana pengendalian stok yang dinilai adalah kerangka dan strategi yang ada (R,s,S). Penelitian Putra (2020) di PT Semen Indonesia menemukan bahwa metode (R,s,S) tidak bisa langsung diterapkan karena batasan anggaran, namun dengan penyesuaian, metode ini lebih efektif dibandingkan sistem eksisting. Masalah utama adalah keterlambatan informasi kebutuhan suku cadang dan tidak adanya data akurat mengenai waktu kedatangan, yang menyebabkan ketidakpastian pengadaan dan *deadstock*. Penerapan metode (R,s,S) dengan penyesuaian parameter R (interval pemantauan), s (level minimum), dan S (level maksimum) mampu mengurangi *deadstock* sebesar 79% dan biaya relevan sebesar 23%. Alternatif solusi lainnya adalah mengklasifikasikan suku cadang berdasarkan perspektif pemeliharaan dan logistik untuk menentukan prioritas pengadaan dan penggunaan, serta mengurangi risiko *deadstock*.

Penelitian Sari (2016) di PT. Bintang Mas Motor Bandar Lampung mengusulkan sistem monitoring suku cadang untuk membantu bagian gudang mengelola data barang masuk dan keluar serta mengoptimalkan fungsi komputer dalam pengolahan data. Masalah yang dihadapi adalah lamanya waktu pembuatan laporan oleh administrasi dan kesulitan menghitung stok untuk diorder. Peneliti mengusulkan penggunaan SSAD (*Structured System Analysis and Design*) dan MySQL untuk merancang sistem informasi yang efisien dan terstruktur. Alternatif solusi lainnya adalah implementasi sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*)

untuk integrasi proses bisnis, termasuk manajemen suku cadang, ke dalam satu platform terpadu untuk visibilitas dan kontrol yang lebih baik atas persediaan.

Penelitian Sani (2022) di Sani Computer mengusulkan sistem monitoring persediaan stok onderdil menggunakan metode *Reorder Point* (ROP) untuk membantu pengelola mengontrol stok secara akurat. Masalah yang dihadapi adalah kesalahan dalam pemantauan jumlah stok, menyebabkan prediksi kapasitas stok yang tidak akurat dan berdampak pada proses jual beli. Penggunaan ROP akan menentukan kapan harus melakukan pemesanan ulang berdasarkan penjualan maksimum, penjualan rata-rata, *lead time*, dan *safety stock*. Sistem monitoring stok berbasis web diusulkan untuk memberikan informasi akurat tentang pemesanan ulang, sehingga pengelola dapat mengelola persediaan lebih efektif. Alternatif solusi lain adalah implementasi sistem *Just-In-Time* (JIT) untuk manajemen persediaan, yang meminimalkan biaya penyimpanan dan risiko stok berlebih.

**Tabel 2.1. Sintesa Pustaka**

<b>Nomor</b>	<b>Pengarang</b>	<b>Objek Penelitian</b>	<b>Metode</b>
1	(Arief dkk, 2020)	Efisiensi Proses Produksi Melalui Analisis <i>Downtime</i> Pada Proses <i>Packaging</i> di Cargill Indonesia Plant	<i>Preventive Maintenance</i>
2	(Munawir dkk, 2020)	Analisa Risiko Kegagalan Terhadap <i>Downtime</i> pada <i>Line Crank Case</i> Menggunakan Metode <i>Failure Mode Effect Analysis</i> pada PT. Kubota Indonesia	<i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)
3	(Bangun dkk, 2014)	Perancangan Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Menggunakan Metode <i>Reliability Centered Maintenance II</i> (RCM) pada Mesin <i>Blowing Om</i> di PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang	<i>Reliability Centered Maintenance ii</i> (RCM)
4	(Widyoadi dkk, 2016)	Perencanaan Sistem Pemeliharaan Mesin <i>Roller Head</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Reliability Centered Maintenance II</i> (RCM II) pada Departmen <i>Maintenance</i> PT. Bando Indonesia	<i>Reliability Centered Maintenance ii</i> (RCM)
5	(Ilham dkk, 2021)	Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) di CV. Jaya Perkasa Teknik	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)

Nomor	Pengarang	Objek Penelitian	Metode
6	(Fajar dkk, 2022)	Perancangan Pemeliharaan Mesin <i>Filter Press</i> dengan metode FMECA dan <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>
7	(Indriastuty dkk, 2018)	Analisis Persediaan Suku Cadang Dengan Metode <i>Economic Order Quantity</i> PT. Komatsu Reman Asia Balikpapan	<i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>
8	(Bayu dkk, 2020)	Manajemen Persediaan Suku Cadang pada Perusahaan Semen di Indonesia dengan Mempertimbangkan Kompleksitas Kepentingan antara Pemeliharaan, Pengadaan Barang dan Persediaan di PT Semen Indonesia (Persero)	<i>Periodic Review System (R,s,S)</i>
9	(Sari dkk, 2016)	Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Suku Cadang Mobil pada PT. Bintang Mas Motor Bandar Lampung	<i>Structured System analysis and Design (SSAD)</i>
10	(Asnal dkk, 2022)	Sistem Monitoring Persediaan Stok Onderdil Menggunakan Metode <i>Reorder Point</i> Pada Sani Computer	<i>Reorder Point</i>

## 2.2. Dasar Teori

Pada dasar teori ini terdapat beberapa penjelasan teori-teori yang dapat mendukung dan menjadi panduan dalam melakukan penelitian ini.

### 2.2.1. Sistem Manajemen Perawatan

Sistem pemeliharaan adalah metode perencanaan, pengorganisasian, pengendalian, dan pemantauan mesin produksi dan pendukung. Corder (1996). Pemeliharaan mengacu pada aktivitas seperti perbaikan, penyesuaian, dan penggantian yang diperlukan untuk memelihara peralatan pabrik, mesin, dan peralatan serta untuk menjaga operasi produksi dalam kondisi yang diharapkan dan memuaskan. Sementara Corder (1996) mengatakan bahwa pemeliharaan adalah kombinasi tindakan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki suatu barang dalam kondisi yang dapat diterima, Assauri (1999) mengatakan bahwa perawatan adalah kegiatan memelihara peralatan pabrik serta melakukan perbaikan dan penggantian sesuai rencana.

Menurut (Assauri 1999), beberapa tujuan manajemen pemeliharaan untuk menunjang kegiatan di bidang pemeliharaan adalah:

- a. Kapasitas produksi dapat memenuhi permintaan sesuai rencana produksi.
- b. Mempertahankan tingkat kualitas yang sesuai dan operasi produksi yang tidak terputus yang memenuhi persyaratan produk itu sendiri.
- c. Untuk mengurangi penggunaan di luar batas dan penipuan serta melindungi modal yang ditanamkan pada perusahaan sehubungan dengan investasi tersebut.
- d. Menjaga biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien secara berkesinambungan.
- e. Hindari pekerjaan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan.
- f. Bekerja sama dengan fungsi-fungsi utama perusahaan lainnya untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu keuntungan dan laba atas investasi setinggi mungkin, dan biaya keseluruhan yang terendah.

Sedangkan menurut Duffuaa (1999), Proses pemeliharaan yang umum harus memastikan tingkat keandalan dan kesiapan operasional, meminimalkan biaya pemeliharaan, dan memastikan bahwa sistem pemeliharaan berkontribusi terhadap pencapaian tujuan ini dengan meningkatkan keuntungan dan kepuasan pelanggan dan dimaksudkan untuk fokus pada tindakan pencegahan untuk mengurangi atau menghindari kerusakan pada peralatan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan nilai fungsional dari fasilitas atau peralatan produksi yang ada.

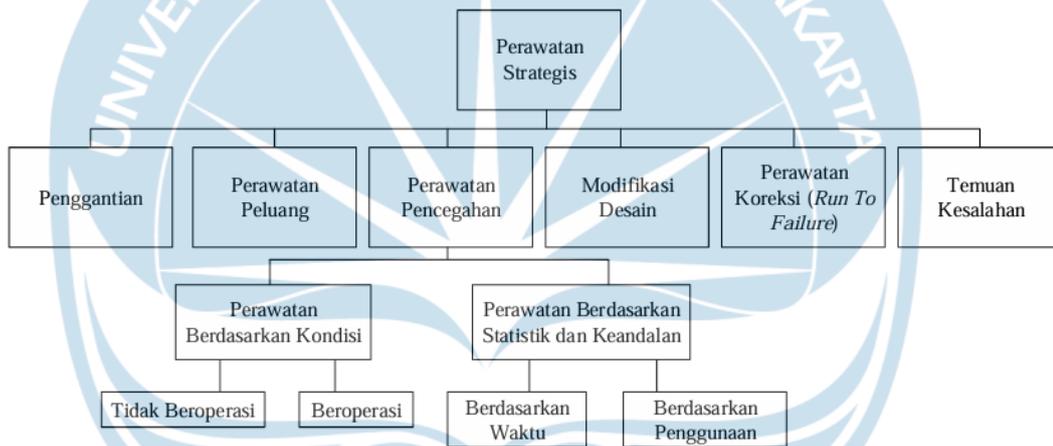
- a. Meminimalkan *downtime*
- b. Meningkatkan kualitas
- c. Meningkatkan produktivitas
- d. Mengirimkan pesanan tepat waktu

Tujuan pemeliharaan menurut Coder (1996) adalah

- a. Memperpanjang umur suatu aset (seperti tempat kerja, gedung, atau sebagian isinya). Hal ini sangat penting terutama pada negara-negara berkembang dimana sumber modal untuk distribusi terbatas.
- b. Untuk menjamin ketersediaan optimal peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mencapai laba atas investasi setinggi mungkin.

- c. Semua peralatan yang diperlukan (misalnya unit suku cadang, unit pemadam kebakaran dan penyelamatan) harus tersedia setiap saat jika terjadi keadaan darurat.
- d. Membantu menyediakan kondisi kerja yang aman bagi personel operasi dan personel pemeliharaan lainnya dengan menetapkan dan memelihara standar pemeliharaan yang sesuai.

Prinsip pemeliharaan adalah dengan mengawasi tingkat konsistensi tertentu untuk pengoptimalan produksi dan persiapan pabrik tanpa mengorbankan keselamatan. Untuk mencapai hal ini memerlukan strategi dalam pengelolaan pemeliharaan. Proses pemeliharaan biasanya dibagi menjadi dua bagian: pemeliharaan terencana dan pemeliharaan tidak terencana. Dapat dilihat pada gambar 2.1. merupakan klasifikasi strategi pemeliharaan menurut Duffuaa (1999).



**Gambar 2.1. Klasifikasi Strategi Perawatan**

Pemeliharaan penggantian mengacu pada penggantian seluruh atau sebagian suku cadang yang memerlukan penggantian karena penurunan ketersediaan mesin atau keandalan sistem produksi. Tujuan dari strategi pengelolaan pemeliharaan penggantian adalah pemastian fungsionalitas sistem dalam kondisi normal.

Pemeliharaan peluang (*Opportunity Maintenance*) merupakan perawatan sesekali yang dilakukan pada saat mesin dimatikan. Tujuan dari pemeliharaan tidak terjadwal adalah untuk menghilangkan waktu menganggur bagi operator dan personel pemeliharaan. Perawatan dapat berawal dari yang sederhana seperti pembersihan, sampai perbaikan peralatan pada sistem produksi.

Pemeliharaan perbaikan besar (*Overhaul*) adalah pemeriksaan dan perbaikan keseluruhan terhadap sebagian ataupun seluruh besar bagian komponen untuk mengembalikannya pada kondisi normal. Pemeliharaan perbaikan besar merupakan pemeliharaan yang direncanakan untuk dilakukan secara menyeluruh terhadap suatu sistem dengan harapan sistem atau sebagian besar subsistemnya berada dalam kondisi yang dapat diandalkan.

Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) merupakan pemeliharaan yang direncanakan untuk mencegah kemungkinan terjadinya potensi kerusakan. Pemeliharaan preventif adalah pekerjaan pemeliharaan yang dikerjakan untuk melindungi dari kerusakan yang tidak terduga pada peralatan produksi dan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan. Dalam prakteknya, pemeliharaan preventif dibagi menjadi:

a. *Routine Maintenance*

Pekerjaan perawatan rutin dilakukan berdasarkan kondisi awal mesin, dengan penggantian suku cadang yang sudah aus atau rusak. Contoh perawatan rutin yaitu membersihkan peralatan, melumasi atau memeriksa oli, memeriksa suplai bahan bakar dan udara kompresor.

b. *Periodic Maintenance*

Kegiatan pemeliharaan dilakukan secara berkala (misalnya mingguan atau bulanan) dalam jangka waktu tertentu dengan melakukan pemeriksaan dan perbaikan secara berkala terhadap bagian-bagian mekanis yang rusak atau cacat. Contoh perawatan rutin: penyetelan sensor , pemeriksaan silinder udara.

c. *Running Maintenance*

Pekerjaan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada saat sistem produksi sedang berjalan. Pemeliharaan ini meliputi pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan terhadap peralatan dan mesin pada saat sedang beroperasi. Hal ini biasanya diimplementasikan pada mesin yang perlu melanjutkan produksi. Kegiatan pemeliharaan dilakukan melalui pengawasan aktif.

d. *Shutdown Maintenance*

Merupakan kegiatan pemeliharaan yang hanya dapat dilakukan jika peralatan produksi sengaja dimatikan atau dimatikan.

Pemeliharaan pencegahan bertujuan untuk mencegah kerusakan pada peralatan atau sistem. Meskipun kerusakan mungkin sulit dihindari sepenuhnya, pemeliharaan pencegahan tetap penting untuk beberapa alasan, seperti:

- a. Menghindari kerusakan
- b. Mendeteksi kerusakan lebih awal
- c. Menemukan kerusakan tersembunyi
- d. Mengurangi waktu henti operasi
- e. Meningkatkan ketersediaan fasilitas produksi
- f. Mengurangi penggantian suku cadang dan mengendalikan persediaan
- g. Meningkatkan efisiensi mesin
- h. Mengendalikan anggaran dan biaya
- i. Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin

Pemeliharaan pencegahan bisa dibagi menjadi dua kategori berdasarkan penggunaan peralatan:

- a. *Time-based*, yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, setelah seluruh peralatan digunakan dalam jangka waktu tertentu.
- b. *Used-based*, yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, berdasarkan tingkat penggunaannya, dimana diperlukan data tentang tingkat kerusakan atau keandalan peralatan.

Modifikasi desain (*Design Modification*) adalah pemeliharaan yang dilakukan dalam sebagian kecil peralatan untuk mencapai kondisi yang diinginkan dengan meningkatkan kapasitas atau kinerja peralatan. Modifikasi ini biasanya dilakukan dikarenakan kebutuhan terhadap peningkatan kapasitas atau kinerja peralatan.

Pemeliharaan koreksi (*Breakdown/Corrective Maintenance*) dilakukan setelah terjadinya kerusakan dan merupakan salah satu bagian dari pemeliharaan yang tidak terencana. *Corrective maintenance* dilakukan setelah peralatan rusak dan tidak berfungsi dengan baik. *Breakdown maintenance* adalah jenis pemeliharaan koreksi yang membutuhkan persiapan suku cadang dan perlengkapan lain. Pemeliharaan korektif meliputi semua aktivitas yang pengembalian kondisi sistem dari yang sebelumnya dalam keadaan rusak hingga dapat beroperasi normal kembali. MTTR (*Mean Time to Repair*) mencakup persiapan tenaga kerja, waktu perjalanan, penyiapan alat dan peralatan ukur, serta waktu tunggu persediaan. Strategi *breakdown/corrective maintenance* sering disebut *run to failure* (RTF), yang diterapkan pada komponen elektronik.

Temuan kesalahan (*Fault Finding*), tindakan pemeliharaan untuk menemukan tingkat kerusakan tersembunyi. Fault finding bertujuan menemukan kerusakan tersembunyi yang dilakukan pada saat mesin beroperasi, yang bisa menyebabkan kecelakaan jika dioperasikan. Salah satu cara untuk menemukan kerusakan tersembunyi adalah dengan mengoperasikan mesin dan mengamati apakah mesin/peralatan tersebut beroperasi dengan semestinya atau tidak.

Pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition-based Maintenance*) kondisi dilakukan dengan memantau parameter kunci dari peralatan yang mempengaruhi kondisinya. Strategi ini dikenal sebagai *predictive maintenance*, contohnya memantau kondisi pelumas dan getaran mesin. Pemeliharaan ini dapat mendeteksi awal kerusakan dan memperkirakan waktu kegagalan peralatan. Bentuk pengukuran dalam pemeliharaan ini meliputi:

- a. Pengukuran setiap parameter yang berhubungan langsung pada performansi peralatan, seperti suhu dan tekanan angin.
- b. Pengukuran akibat dari pengoperasian peralatan dengan pengamatan, seperti getaran mesin.

Pemeliharaan yang berbasis kondisi juga diklasifikasikan berdasarkan bentuk pengukuran:

- a. Mengidentifikasi dan mengukur parameter yang berhubungan dengan awal terjadinya kerusakan
- b. Penentuan nilai parameter tersebut dan mengambil tindakan sebelum terjadi kerusakan lebih parah.

Pemeliharaan penghentian (*Shutdown Maintenance*) dilakukan saat fasilitas produksi dengan sengaja dihentikan, hal ini dilakukan secara terencana dan terjadwal untuk mengelola periode penghentian fasilitas produksi. Hal penting dalam pemeliharaan ini adalah pengelolaan sumber daya seperti tenaga kerja, peralatan, dan material untuk meminimalkan waktu henti dan biaya.

Menurut Assauri (1999), kegiatan pemeliharaan dalam perusahaan pabrik dibagi menjadi tiga jenis:

- a. *Preventive Maintenance (Time Base Maintenance)*

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tak terduga dan mendeteksi kondisi yang bisa menyebabkan kerusakan pada fasilitas produksi saat proses produksi berlangsung.

1. *Routine maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari.
2. *Periodic maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap minggu atau setiap bulan.

b. *Corrective Maintenance*

Pemeliharaan ini dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan, sehingga alat tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik.

c. *Improvement Maintenance*

Sistem pemeliharaan yang dilakukan untuk meningkatkan penggunaan alat menjadi lebih maksimal. Tujuan dari *improvement maintenance* meliputi:

1. Memudahkan operasi mesin.
2. Memudahkan pemeliharaan.
3. Menaikan kapasitas produksi.
4. Mengurangi biaya pemeliharaan yang disebabkan oleh ketidakefisienan penggunaan mesin.
5. Meningkatkan keselamatan kerja.

### **2.2.2. Downtime dan Efisiensi Produksi**

Mesin adalah fasilitas esensial bagi perusahaan manufaktur untuk menjalankan produksi (Poetra, 2019). Penggunaan mesin memungkinkan perusahaan untuk mengurangi tingkat kegagalan produk, meningkatkan kualitas, memastikan penyelesaian produk tepat waktu sesuai permintaan pelanggan, dan mengontrol penggunaan bahan baku lebih efisien. Mesin adalah peralatan yang digerakkan oleh tenaga yang membantu manusia dalam pembuatan produk atau bagian produk tertentu (Assauri, 1999).

Menurut Assauri (1999), mesin dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

a. Mesin yang bersifat serbaguna (*General Purpose Machines*)

Mesin serbaguna dirancang untuk mengerjakan berbagai jenis produk. Misalnya, sebuah pabrik kayu memiliki mesin potong yang dapat digunakan untuk menggergaji berbagai jenis kayu. Karakteristik dari mesin serbaguna meliputi:

1. Diproduksi dalam bentuk standar dan tersedia di pasar (*ready stock*).
2. Diproduksi dalam volume besar, sehingga harganya relatif murah dan investasi pada mesin ini lebih rendah.

3. Penggunaannya sangat fleksibel dengan banyak variasi.
  4. Diperlukan pengawasan atau inspeksi terhadap pekerjaan yang dilakukan oleh mesin.
  5. Biaya operasional lebih tinggi.
  6. Biaya pemeliharaan lebih rendah karena bentuknya standar.
  7. Mesin ini tidak mudah ketinggalan zaman.
- b. Mesin yang bersifat khusus (*Special Purpose Machines*)

Mesin khusus dirancang untuk melakukan satu atau beberapa jenis pekerjaan yang sama. Contohnya adalah mesin pembuat semen. Karakteristik dari mesin khusus meliputi:

1. Dibuat berdasarkan pesanan dan dalam jumlah kecil, sehingga harganya lebih mahal dan investasinya lebih tinggi.
2. Biasanya semi otomatis, sehingga pekerjaan dapat dilakukan lebih cepat.
3. Biaya pemeliharaan lebih tinggi karena memerlukan tenaga ahli khusus.
4. Biaya produksi per unit relatif lebih rendah.
5. Mesin ini mudah ketinggalan zaman.

### **2.2.3. Sistem Informasi**

Sistem adalah jaringan kerja yang terdiri dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan yang dimaksudkan untuk melakukan kegiatan atau mencapai tujuan tertentu. Sistem ini digunakan dalam organisasi untuk memenuhi kebutuhan pengolahan transaksi harian, membantu operasi, manajemen, dan kegiatan strategis, dan juga memberikan laporan yang dibutuhkan oleh pihak luar (Prajoso, 2013). Secara umum, sistem digambarkan sebagai kumpulan elemen yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu (Kadir, 2014).

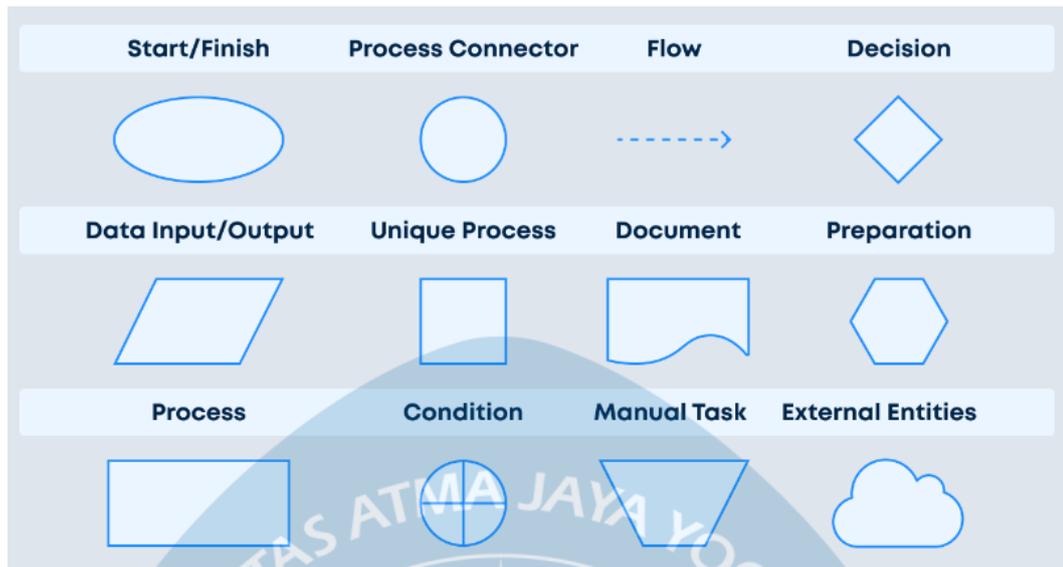
Menurut Prajoso (2013), sistem informasi selalu mencerminkan, merancang, dan mengimplementasikan proses perkembangan sistematis. Selain itu, mereka merancang sistem informasi berdasarkan analisis kebutuhan. Suatu sistem memiliki beberapa karakteristik, seperti komponen atau elemen (komponen), batas sistem (batas), lingkungan luar sistem (lingkungan), penghubung (interface), masukan (input), proses (proses), keluaran (output), sasaran (tujuan), atau tujuan. Oleh karena itu, sistem dapat digambarkan sebagai prosedur atau elemen yang saling berhubungan, di mana dalam sistem terdapat masukan, proses, dan keluaran untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Proses bisnis, menurut Connolly dan Begg (2016), adalah kumpulan aktivitas atau tugas yang menghasilkan sesuatu, dipicu oleh suatu peristiwa. Menurut Alter (2008), proses bisnis adalah serangkaian tindakan yang saling terkait yang diperlukan untuk menghasilkan produk atau jasa yang berharga bagi perusahaan. Setiap bisnis menggunakan teknologi informasi untuk membantu karyawan menjalankan proses bisnis dan membantu mereka bekerja sama dengan pemasok, pelanggan, dan pihak lainnya.

Menurut Keller (2009) dalam bukunya yang berjudul *Business Process Mapping: Improving Customer Satisfaction Second Edition*, pemetaan proses terdiri dari beberapa tahapan: identifikasi proses (mempelajari hal-hal yang ditinjau dalam proses), pengumpulan data (mempelajari apa yang ada di dalam proses dan dengan siapa kita akan terlibat), wawancara dan pembuatan peta (mempelajari dan mendokumentasikan tindakan dalam proses). Prinsip utama pemetaan proses adalah bahwa setiap proses harus berfokus pada pelanggan (*customer-driven*), sehingga proses yang tidak memberikan nilai tambah atau tidak berfokus pada pelanggan pada dasarnya tidak diperlukan. Pemetaan proses bisnis menawarkan beberapa keuntungan, termasuk:

- a. Memahami bagaimana proses berfungsi dalam sistem bisnis.
- b. Menentukan proses yang lemah yang dapat menyebabkan masalah sistematis..
- c. Meningkatkan efisiensi dengan merampingkan dan memperbaiki alur kerja.
- d. Mengidentifikasi proses yang perlu dirancang ulang.

Dapat dilihat pada gambar 2.2. yang menunjukkan simbol-simbol penting yang digunakan untuk memetakan proses bisnis.



**Gambar 2.2. Simbol Pada Peta Proses Bisnis**

Kumpulan data yang terkait secara logis dan bermakna disebut database. Sistem basis data terdiri dari beberapa bagian: basis data, perangkat lunak, perangkat keras, DBMS, dan pengguna. Istilah "permodelan data" digunakan dalam basis data, yang merujuk pada kumpulan alat konseptual yang digunakan untuk menggambarkan data, hubungan antar data, dan batas-batasnya. Menurut Alter (2008), basis data memiliki tiga model data:

1. Model data Hirarkis

Model ini menjelaskan hubungan logis antara data dalam bentuk hubungan bertingkat.

2. Model data Jaringan

Hampir sama dengan model hirarkis, tetapi dalam model jaringan, sebuah node di bawah dapat memiliki hubungan dengan lebih dari satu node di atasnya.

3. Model Relational

Basis data dalam model ini dinyatakan dalam bentuk tabel dua dimensi. Setiap tabel terdiri atas baris (row/record) dan kolom (column/field). Baris-baris ini membentuk tabel yang biasanya disimpan dalam satu file. Tabel-tabel ini secara keseluruhan menyajikan atribut data yang saling berhubungan. Keuntungan dari model basis data relasional meliputi:

- a. Data dapat diakses dengan cepat.
- b. Struktur basis data mudah diubah.

- c. Data disajikan secara logis sehingga pengguna tidak perlu mengetahui cara data disimpan.
- d. Pengguna dapat membuat query yang kompleks dengan mudah untuk mengambil data.
- e. Memudahkan penerapan integritas data.
- f. Pengguna dapat membuat dan memodifikasi program aplikasi dengan mudah.
- g. Terdapat bahasa standar (SQL) yang sudah dibuat.

Kekurangan dari model basis data relasional meliputi:

- a. Kelompok informasi atau tabel yang berbeda harus dihubungkan untuk mengambil data.
- b. Pengguna harus memahami hubungan antar tabel.
- c. Pengguna harus belajar SQL.

ERD adalah model yang menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek dasar yang memiliki hubungan relasional (Chen, 1976). Peter Chen menemukan ERD dalam bukunya "Entity Relationship Model: Toward a Unified View of Data", dan banyak pakar lainnya kemudian mengembangkan dan mengubah model ini. Pada awalnya, ERD dibuat sebagai bagian dari perangkat lunak, yang juga merupakan modifikasi khusus, dengan tujuan memodelkan struktur dan hubungan antar data dengan menggunakan simbol dan notasi. Pada dasarnya, tiga simbol digunakan:

a. Entitas

Menurut Fathansyah (1999), entitas adalah sesuatu yang nyata dan dapat dibedakan dari yang lain. Gambar entitas biasanya berbentuk persegi panjang. Setiap entitas memiliki elemen yang disebut atribut, yang berfungsi untuk mendeskripsikan karakteristiknya. Keberadaan entitas ini biasanya berdiri sendiri dan diwakili dengan sekumpulan atribut.

b. Atribut

Terdapat sesuatu dalam isi atribut ini yang dapat membedakan isi elemen satu dengan yang lain. Simbol elips digunakan untuk menunjukkan atribut. Ada dua kategori ciri, yaitu:

1. *Stored Attribute* yaitu atribut yang langsung terlihat pada entitas, seperti atribut nama, Alamat.

2. *Derived Attribute* merupakan atribut hasil perhitungan dari atribut lain, misalnya atribut umur yang dihitung dari atribut tanggal lahir.

c. Hubungan Relasi

Dalam diagram entitas-relasi, relasi merupakan ikatan antara himpunan entitas yang berbeda. Satu basis data mengandung berbagai jenis hubungan, seperti:

1. Satu ke satu (*One to one*)

Hubungan di mana setiap entitas pada himpunan entitas A berhubungan paling banyak dengan satu entitas pada himpunan entitas B.

2. Satu ke banyak (*One to many*)

Setiap entitas pada himpunan entitas A dapat berhubungan dengan banyak entitas pada himpunan entitas B, namun setiap entitas pada himpunan entitas B hanya dapat berhubungan dengan satu entitas pada himpunan entitas A.

3. Banyak ke banyak (*Many to many*)

Setiap entitas pada himpunan entitas A dapat berhubungan dengan banyak entitas pada himpunan entitas B dan sebaliknya.

#### **2.2.4. Alat Bantu Monitoring**

Pengumpulan data dan pengukuran kemajuan terhadap tujuan program dikenal sebagai pemantauan. Proses ini memantau perubahan dengan fokus pada proses dan hasil akhir. Melalui pengukuran dan evaluasi berulang, pemantauan memberikan informasi tentang status dan tren. Pemantauan biasanya dilakukan untuk tujuan tertentu, seperti memeriksa proses terhadap suatu hal, mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju hasil yang diinginkan, dan menilai dampak dari berbagai tindakan untuk mempertahankan manajemen (Isnawaty, 2016).

Rekomendasi tentang perlunya pengawasan oleh pemimpin atau manajer untuk membandingkan rencana dengan pelaksanaan mencakup:

a. Prinsip perencanaan

atau alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi pekerjaan Rencana ini merupakan sinyal yang tepat untuk pelaksanaan.

b. Asas wewenang

Kegiatan kepemimpinan yang bertujuan untuk menumbuhkan kepercayaan bawahan dalam pelaksanaan pengawasan Untuk memastikan pelaksanaan tugas yang baik, bawahan harus diberi wewenang dan instruksi yang jelas.

c. Prinsip tercapainya tujuan

Mengatakan bahwa pengawasan harus dimotivasi untuk mencapai tujuan tersebut dengan melakukan perubahan untuk menghindari menyimpang dari rencana yang telah disusun.

d. Prinsip efisiensi

Pengawasan mengatakan bahwa pengawasan hanya efektif jika dapat mencegah kegagalan rencana untuk menghindari masalah yang tidak diharapkan.

e. Prinsip akuntabilitas

Manajer atau pemimpin harus bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan rencana organisasi. Pengawasan harus dilakukan secara efektif dan efisien.

f. Prinsip-prinsip untuk masa depan

Pemantauan yang efektif bertujuan untuk menghindari kesalahan perencanaan saat ini dan di masa depan.

g. Prinsip pengawasan langsung

Mencari manajer bawahan yang baik adalah cara terbaik untuk mengendalikan. Manajer melakukan pengawasan berdasarkan kesalahan manusia.

h. Prinsip penyesuaian organisasi

Pemantauan harus mengikuti struktur organisasi. Untuk melaksanakan rencana, manajer dan bawahannya adalah alatnya. Oleh karena itu, pengawasan yang efektif harus sesuai dengan kewenangan manajemen agar mencerminkan struktur organisasi.

i. Prinsip pengawasan individual

Pengawasan harus sesuai dengan kebutuhan manajer. Teknik pengawasan harus disesuaikan dengan kebutuhan informasi masing-masing manajer, yang berbeda satu sama lain tergantung pada posisi dan tanggung jawab manajer.

#### j. Prinsip Standar

Untuk memantau kinerja dan pencapaian tujuan organisasi, diperlukan standar yang konsisten.

#### 2.2.5. Visualisasi Data

Data adalah kumpulan dari datum, yang berarti nilai observasi yang dapat diukur atau dihitung. Umumnya, data digunakan sebagai dasar untuk menemukan nilai kebenaran berdasarkan fakta yang tercatat. Data memiliki berbagai jenis dan sifat, antara lain:

##### a. Data kualitatif

Jenis data ini dinyatakan dalam bentuk verbal, simbol, atau gambar. Contohnya adalah kuesioner tentang tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan suatu perusahaan.

##### b. Data kuantitatif

Data ini dinyatakan dalam bentuk angka atau bilangan. Contohnya meliputi nilai saham, pendapatan, dan pengukuran lainnya.

Proses menyajikan data dalam bentuk grafik untuk membuatnya lebih mudah dipahami, membantu menjelaskan fakta, dan menentukan tindakan yang harus diambil dikenal sebagai visualisasi data. Visualisasi data memungkinkan pengguna memahami data mentah dari berbagai sumber dengan lebih baik karena melibatkan pembuatan dan penelitian representasi visual data yang disebut informasi. Dashboard memungkinkan visualisasi; perangkat lunak visualisasi memungkinkan visualisasi teks, pola, dan korelasi yang tidak terdeteksi.

Visualisasi data memerlukan perencanaan. Teknik visualisasi yang tepat untuk setiap jenis data diperlukan karena kompleksitas data, yang membutuhkan berbagai disiplin ilmu seperti statistik, data mining, desain grafis, dan visualisasi informasi.