

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perawatan (Maintenance)

Perawatan mesin atau yang biasa disebut dengan maintenance merupakan sebuah hal yang sangat penting bagi suatu perusahaan. Fungsi penting suatu perusahaan industri manufaktur sama pentingnya dengan fungsi kegiatan proses produksi. Tanpa pemeliharaan maka kegiatan produksi akan berdampak besar. Pemeliharaan mesin menyebabkan perusahaan memiliki mesin atau peralatan. Setelah memiliki mesin atau peralatan tersebut, perusahaan harus terus berupaya untuk menjaga kelangsungan mesin atau peralatan tersebut. Hal ini bertujuan untuk memastikan proses produksi perusahaan tetap berjalan sesuai keinginan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan penggunaan mesin dan peralatan yang berkelanjutan dan lancar maka di butuhkan perawatan yang baik agar dalam pengoperasiannya, proses produksi dijamin berjalan lancar. Oleh karena itu, suatu perusahaan memerlukan upaya pemeliharaan. Upaya perawatan meliputi pengecekan komponen, pelumasan mesin dan perbaikan segala kerusakan yang mungkin timbul.

3.1.1 Tujuan Maintenance

Pemeliharaan mencakup seluruh kegiatan yang berkaitan dengan pemeliharaan seluruh sistem peralatan, perpanjangan masa pakai peralatan produksi, penyiapan seluruh fasilitas untuk pengoperasian, menjaga keselamatan operator, memungkinkan mesin bekerja sesuai kebutuhan, dan mencapai tingkat biaya pemeliharaan yang optimal.

Adapun tujuan maintenance secara umum yaitu:

1. Menjamin kesehatan, keselamatan dan keamanan pengguna atau operator dengan lingkungan di sekitar area kerja.
2. Memperpanjang masa atau umur dan manfaat dari alat yang di gunakan.
3. Kualitas alat atau mesin lebih terjamin dan tentunya memberikan impact yang besar bagi proses produksi.
4. Menurunkan jumlah penghentian peralatan dapat mengurangi waktu henti peralatan(downtime).
5. Memastikan kesiapan operasional peralatan setiap saat ingin di gunakan.
6. Biaya perbaikan yang mahal akibat kerusakan mesin tanpa perawatan yang optimal dapat ditekan.
7. Mendapatkan hasil investasi yang maksimal.

3.1.2 Jenis Jenis Maintenance

Jenis jenis maintenance umumnya terbagi ata dua antara lain sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Terencana

Pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif merupakan dua komponen pemeliharaan terencana, yaitu proses pra-perencanaan dan pelaksanaan perawatan. Jenis pemeliharaan ini mengacu pada serangkaian proses produksi yang di lakukan

2. Pemeliharaan Tidak Terencana

Pemeliharaan mesin yang tidak direncanakan dapat disebut sebagai pemeliharaan darurat. Jenis pemeliharaan ini dilakukan bila terdapat bukti adanya aktivitas proses produksi yang tidak normal sehingga menimbulkan hasil yang tidak diharapkan. Pemeliharaan darurat adalah jenis pemeliharaan yang memerlukan tindakan pencegahan untuk

mencegah terjadinya kerusakan yang lebih serius. Pemeliharaan seperti ini dapat menimbulkan kerugian yang lebih besar lagi bagi perusahaan. Selain itu, kemacetan atau kerusakan apa pun yang mungkin terjadi juga dianggap sebagai pemeliharaan darurat, dan harus ditangani dengan kehati-hatian dan pengobatan ekstra untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.

3.1.3 Klasifikasi Maintenance

Maintenance adalah kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan potensi potensi yang dapat merugikan perusahaan oleh karena ini di butuhkan perawatan yang baik untuk menopang kinerja suatu mesin untuk meningkatkan keberhasilan dalam suatu proses produksi. Berikut adalah 4 jenis klasifikasi *maintenance*:

1. *Preventive Maintenance*

Merupakan suatu tindakan pemeliharaan yang telah dijadwalkan atau direncanakan sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi permasalahan yang dapat menyebabkan kerusakan pada bagian atau alat yang menjaga kestabilan atau fungsi selama pengoperasian. Misalnya, detektor indikator tekanan dan suhu atau perangkat pendeteksi indikator lainnya dapat berfungsi normal. Apakah hasilnya sesuai dengan kondisi kerja normal alat seperti membersihkan kotoran yang menumpuk pada alat atau produk (debu, tanah, atau bekas minyak).

Pemeliharaan *preventif* merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terduga dan dapat mengidentifikasi keadaan atau kondisi yang menyebabkan fasilitas produksi menjadi rusak pada saat berjalannya proses produksi. Pemeliharaan preventif sangat efektif dalam menangani fasilitas produksi yang merupakan

bagian dari unit kritis. Apabila suatu fasilitas produksi atau peralatan yang termasuk dalam unit kritis mengalami kerusakan maka dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja, menurunkan kualitas produk yang dihasilkan, serta menyebabkan kemacetan pada seluruh proses produksi.

Pemeliharaan preventif adalah proses melindungi peralatan atau mesin yang sedang beroperasi dari kerusakan dengan cara membersihkan, memeriksa, melakukan perbaikan kecil, melumasi dan menyesuainya. Jenis pemeliharaan ini dibagi menjadi dua kategori: rutin dan berkala. Pemeliharaan rutin adalah kegiatan yang dilakukan sehari-hari seperti kegiatan pembersihan atau pengecekan, sedangkan pemeliharaan berkala adalah kegiatan yang dilakukan secara rutin atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya seminggu sekali, sebulan sekali, atau setahun sekali. Selain itu, kegiatan pemeliharaan berkala dapat dilakukan berdasarkan jam pengoperasian mesin, misalnya setiap lima puluh jam sekali, atau sesuai dengan kesepakatan yang ditetapkan oleh perusahaan.

2. Predictive Maintenance

Pemeliharaan prediktif merupakan penilaian terhadap pemeliharaan berkala yang dilakukan pada suatu mesin. Penilaian ini didasarkan pada indikator yang digunakan selama pemasangan alat, dan juga dapat mencakup pengukuran getaran dan keselarasan untuk melengkapi data dan mengambil tindakan perbaikan.

3. Breakdown Maintenance

Pemeliharaan kerusakan adalah proses memperbaiki perangkat atau produk yang tidak berfungsi tanpa perencanaan sebelumnya. Ini terjadi ketika perangkat atau produk sedang beroperasi dan tiba-tiba menyebabkan kerusakan pada sistem sehingga tidak dapat berfungsi.

4. *Corrective Maintenance*

Sistem ini dirancang untuk diterapkan ketika sistem produksi berhenti berfungsi atau tidak memenuhi kondisi operasi yang diantisipasi. Umumnya sistem terhenti karena adanya kerusakan pada komponen yang sedang atau sudah rusak. Perbaikan, restorasi, atau penggantian komponen dapat dimasukkan dalam aktivitas pemeliharaan korektif, yang disebut juga dengan pemeliharaan kerusakan. Namun, pemeliharaan korektif berbeda dengan pemeliharaan, karena sistem ini tidak melakukan pemeliharaan rutin dan tidak terencana. Akibatnya, kebijakan hanya melakukan pemeliharaan korektif tanpa melakukan kegiatan pemeliharaan preventif dapat menghambat atau mengganggu proses produksi. Kebijakan yang tepat untuk tindakan pemeliharaan korektif mungkin didasarkan pada pertimbangan darurat akibat kerusakan aset atau peralatan yang tidak terduga. Karena tidak mungkin mengantisipasi dan merencanakan datangnya kerusakan, maka kondisi ini memerlukan tindakan reaktif.

3.1.4 Istilah Dalam Maintenance

Dalam proses maintenance terdapat beberapa istilah istilah umum yang di gunakan dan tentunya menjadi suatu hal yang harus di mengerti dalam melakukan suatu kegiatan pemeliharaan. Adapun istilah yang di gunakan dalam proses *maintenance* sebagai berikut:

1. *Availability*

Nilai *Availability* merupakan ukuran kemungkinan komponen atau sistem dapat berfungsi sesuai harapan setelah diganti dan menjalani pemeliharaan preventif. Dihitung dengan membagi $A(t)$ dengan $D(t)$. Nilai Total Ketersediaan tidak termasuk penggantian atau inspeksi preventif, sehingga

nilai Ketersediaan mewakili jumlah waktu yang tersedia agar komponen berfungsi dengan benar.

2. *Downtime*

Waktu henti (*downtime*) dapat menjadi penyebab utama hilangnya produktivitas dalam proses manufaktur tertentu. Ada dua jenis *downtime* utama: terjadwal dan tidak terjadwal. Waktu henti terjadwal biasanya terjadi sebagai akibat dari pemeliharaan preventif. *Unplanned downtime* merupakan kegagalan yang terjadi pada saat pengoperasian atau biasa disebut dengan *breakdown*. Mengetahui cara mengelola *downtime* dapat menjadi cara tercepat untuk mencapai hasil perbaikan yang signifikan dengan mengurangi *downtime*, sehingga memungkinkan perusahaan mencapai peningkatan produktivitas yang signifikan dalam proses produksi.

3. *Plan Maintenance Schedule*

Jadwal pemeliharaan yang dipikirkan dengan matang membantu dalam perencanaan pemeliharaan peralatan atau mesin lainnya. Jadwal pemeliharaan memerlukan penerapan aturan, kinerja pekerjaan, pembuatan aturan, dan kemampuan beradaptasi sistem kerja terhadap perkembangan dan perubahan baru.

4. *Overhaul*

Dalam industri otomotif, istilah "*overhaul*" berasal dari kata bahasa Inggris "*inspection*" dan digunakan untuk menggambarkan pemeriksaan menyeluruh terhadap mesin dan penggantian komponen yang rusak. Selama perombakan, biasanya mesin dibongkar untuk mengidentifikasi masalah apa pun yang mungkin ada. Proses *overhaul* dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu semi *overhaul* dan *total overhaul*. Semi-overhaul, atau engine emi, melibatkan pemeriksaan beberapa komponen tanpa perlu

membongkar blok silinder, sedangkan *overhaul* total melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap semua komponen.

Tujuan utama dari semua aktivitas pemeliharaan adalah untuk memastikan kondisi mesin dan/atau memperbaikinya agar dapat memenuhi tujuan bisnis. Kondisi yang dapat diterima adalah kondisi dimana mesin mampu menghasilkan produk sesuai dengan standar, seperti bentuk, ukuran, dan fungsi.

Penting untuk memastikan bahwa peralatan yang sesuai tersedia untuk memenuhi persyaratan rencana kegiatan produksi dan proses produksi guna memaksimalkan laba atas investasi. Selain itu, perlu dilakukan perpanjangan umur produktif mesin di tempat kerja atau gedung beserta isinya. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa semua peralatan yang diperlukan tersedia dalam kondisi baik sejak awal. Terakhir, penting untuk memastikan keselamatan semua personel yang berada dan menggunakan fasilitas tersebut.

3.2 Reability Centered Manajemen (RCM)

Memelihara aset fisik sesuai dengan harapan pengguna merupakan salah satu tujuan pemeliharaan. Dalam hal ini, RCM memainkan peranan penting dalam proses pemeliharaan. RCM adalah teknik atau pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pemeliharaan suatu objek fisik untuk memastikan objek tersebut tetap beroperasi.

Konsep Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah landasan pemeliharaan fisik dan metodologi yang digunakan untuk membuat program pemeliharaan preventif terencana. Pendekatan ini didasarkan pada asumsi bahwa ketergantungan perangkat atau mesin, struktur kinerja desain, dan

efektivitas penetapan pemeliharaan preventif akan menjamin implementasi desain perangkat.

Pemeliharaan yang berpusat pada keandalan (RCM) adalah proses menentukan metode pemeliharaan yang paling efektif. RCM mengandalkan identifikasi tindakan yang, bila dilakukan, mengurangi kemungkinan kegagalan dan menghasilkan manfaat terbesar. Strategi pemeliharaan ini tidak diterapkan secara terpisah namun terintegrasi untuk memanfaatkan kekuatan masing-masing guna mengoptimalkan kinerja dan fungsionalitas aset dan peralatan sekaligus mengurangi biaya siklus hidup.

3.2.1 Prinsip Prinsip RCM

Adapun prinsip prinsip dasar dari RCM antara lain sebagai berikut:

1. RCM berfokus pada sistem atau perangkat. RCM berhubungan dengan fungsi Sistem pemeliharaan sebagai ketahanan untuk mempertahankan fungsionalitas komponen Secara individu.
2. Keamanan dan efektivitas biaya mendorong RCM. Keamanan adalah faktor yang sangat penting, tapi Keputusan harus dibuat dengan mempertimbangkan berbagai harga/biaya dan dampaknya Upaya adalah standarnya.
3. RCM berorientasi pada fitur. RCM memainkan peran penting dalam hal ini Pemeliharaan fungsionalitas sistem atau perangkat.
4. Keterbatasan desain diakui oleh RCM. Ini adalah tujuan RCM Keberlanjutan didasarkan pada desain dan keandalan perangkat atau sistem saat ini Pada saat yang sama, siapa tahu perubahan itu hanya didasarkan pada keaslian Itu dapat diciptakan melalui desain, bukan pemeliharaan. Peduli pada waktu yang tepat Hanya orang-orang terbaik

yang dapat mencapai dan mempertahankan tingkat keandalan tertinggi desain.

5. RCM menghargai keandalan. RCM tidak hanya memberikan kompensasi atas kerusakan Sederhana namun berperan penting dalam hubungan antar usia Operasi dan kerusakan terjadi.
6. RCM menerima statistik kerusakan yang sebenarnya terjadi. Kondisi yang tidak memuaskan didefinisikan oleh RCM sebagai kesalahan. runtuh Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan fungsionalitas.

3.2.2 Tujuan RCM

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu proses sistematis yang harus dilakukan untuk memastikan seluruh fasilitas fisik dapat beroperasi dengan baik sesuai desain dan fungsinya. RCM akan mengarah pada acara maintenance yang fokus pada pencegahan jenis kegagalan yang sering terjadi.

Tujuan RCM adalah untuk menetapkan prioritas desain memfasilitasi kegiatan pemeliharaan yang efektif, perencanaan preventif pemeliharaan yang aman dan andal pada tingkat sistem tertentu, mengumpulkan data yang berkaitan dengan item perbaikan dengan berdasarkan bukti keandalan yang tidak memuaskan. Untuk mencapai tujuan dengan biaya minimum, RCM sangat menekankan pemanfaatan pemeliharaan preventif yang bermanfaat dapat menjadi sebuah program pemeliharaan paling efisien, biaya lebih rendah dengan menghilangkan kegiatan pemeliharaan yang tidak perlu, meminimalkan frekuensi perbaikan dan kemungkinan kegagalan peralatan secara tiba-tiba, dapat memfokuskan aktivitas pemeliharaan komponen penting.

3.2.3 Langkah Langkah Penerapan RCM

3.2.3.1 Pemilihan Sistem Dan Pengumpulan Informasi

Pada tahap ini akan di lakukan analisis untuk memperoleh informasi yang jelas dan juga detail tentang kegagalan serta fungsi dari masing masing komponen. Berbagai faktor seperti biaya dan tindakan yang diambil untuk melakukan pemeliharaan korektif atau preventif cukup penting dan masalah keselamatan dan lingkungan sangat dipertimbangkan saat memilih sistem. Dokumen seperti diagram sistem, riwayat pemeliharaan peralatan, dan prosedur manual sistem dapat dilihat untuk mengumpulkan informasi terkait dengan komponen yang di teliti.

1. Pemilihan Sistem

Terdapat dua hal yang menjadi patokan dalam pemilihan sistem yaitu:

a) Sistem yang akan dilakukan analisis data

Pada tahap ini berupa proses analisis terhadap rcm berdasarkan penelitian dan kemudian akan di peroleh informasi yang lebih mendalam tentang fungsi dan juga kegagalan fungsi dari masing masing komponen.

b) Seluruh sistem akan dilakukan proses analisis dan bila tidak dilakukan pemilihan sistem.

Secara umum tahapan analisis tidak dapat di terapkan pada semua sistem. Hal ini disebabkan karna apabila dilakukan proses analisis secara beriringan untuk dua sistem maupun lebih maka proses analisis akan menjadi sangat kompleks sehingga dalam proses analisis sebaiknya di lakukan secara terpisah karna dapat mempermudah dalam proses untuk mengetahui karakteristik dari komponen sistem yang di bahas.

2. Pengumpulan Informasi

Tujuan pengumpulan informasi adalah untuk memperoleh gambaran dan lebih memahami sistem dan cara kerjanya sistem bekerja. Informasi yang diperoleh dapat diperoleh melalui observasi langsung di tempat kejadian, wawancara dan banyak referensi.

3.2.3.2 Pendefinisian Batasan Sistem

Pada bagian ini harus di lakukan pembatasan sistem dengan lebih detail lagi. Tujuan dari pendefinisian batasan sistem yaitu untuk menghindari kesamaan maupun tumpang tindih antara sistem yang satu dengan sistem yang lainnya.

3.2.3.3 Deskripsi Sistem Dan Diagram Blok Fungsi

Deskripsi sistem merupakan langkah yang digunakan untuk mengetahui komponen apa saja yang terdapat pada sistem. Diagram blok fungsi (FDB) adalah diagram yang menunjukkan hubungan antara fungsi-fungsi suatu objek pada tingkat yang sama. FDB mempunyai fungsi untuk menggambarkan proses kerja suatu objek. Fungsi-fungsi sistem direpresentasikan sebagai blok-blok dari setiap subsistem yang membentuk sistem. Tujuan dibuatnya FDB adalah untuk memudahkan peneliti dalam mengidentifikasi kegagalan yang terjadi.

Pada tahap ini terdapat tiga hal yang harus di kembangkan yaitu deskripsi sistem, blok diagram fungsi dan *system work breakdown structure* sebagai berikut:

1. Deskripsi Fungsi

Langkah-langkah yang menggambarkan sistem berguna untuk menentukan Komponen-komponen yang termasuk dalam sistem dan cara kerja komponen-komponen tersebut terkandung dalam sistem operasi. Informasi tentang fungsi dan metode perangkat Sistem operasi dapat digunakan sebagai informasi untuk membuat basis untuk mengidentifikasi kegiatan pemeliharaan dan pencegahan.

2. Blok Diagram Fungsi

Untuk mengetahui masukan dan keluaran sistem serta keterkaitan antar sub sub sistem dapat di gambarkan dengan jelas.

3. *System Work Breakdown Structure*

Struktur rincian kerja sistem dikembangkan pada saat yang sama Teknik Evaluasi dan Evaluasi Program Departemen (PERT). Pada tahap ini akan diuraikan secara keseluruhan daftar peralatan untuk setiap bagian fungsional subsistem. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama: diagram dan kode subsistem/komponen Fungsi sistem dan kegagalan.

3.2.3.4 Fungsi Sistem Dan Kegagalan Fungsi

Pada tahap ini, langkah yang di lakukan adalah mendeskripsikan setiap sistem, subsistem dan komponen atau perangkat keras, dan mengidentifikasi semua fungsi dan koneksi ke sistem atau subsistem lain, dan mengidentifikasi malfungsi apa pun. Analisis kegagalan fungsional mengacu pada kelainan yang terjadi dalam perputaran atau cycle sistem.

3.2.3.5 Failure Mode And Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) bertujuan untuk melihat dan memperkirakan posisi frekuensi dan ketidakfleksibelan kerusakan pada mesin Hydraulic Shear. Dalam FMEA, posisi penemuan kerusakan dapat dinyatakan dengan nilai Risk Priority Number (RPN) yang merupakan dimensi ancaman relatif.

Hal utama dalam FMEA adalah Risk Priority Number (RPN). RPN adalah produk bagus dari kesadaran akibat (tidak fleksibel), kemungkinan penyebab kegagalan terkait dengan akibat (keadaan), dan kemampuan untuk mendeskripsikan kegagalan sebelum terjadi (penemuan). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut

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

Hasil RPN menunjukkan posisi prioritas pakaian yang dinilai mempunyai ancaman tinggi, sebagai pendamping tindakan korektif.

1. Severity

Severity adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh mode kegagalan terhadap keseluruhan mesin. Nilai rate *Severity* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika mode kegagalan yang terjadi memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap sistem. Tingkat *severity* secara umum dapat dilihat pada tabel berikut:

<i>Rating</i>	<i>Criteria effect</i>
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama
7	Pengurangan fungsi utama
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
4	Perubahan Fungsi dan banyak pekerja menyadari masalah

3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

2. Occurrence

Occurrence adalah sebuah penilaian dengan tingkatan tertentu dimana adanya sebuah sebab kerusakan secara mekanis yang terjadi pada peralatan tersebut. Dari angka/tingkatan *occurrence* ini dapat diketahui kemungkinan terdapatnya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan peralatan. Tingkat *Occurrence* secara umum dapat dilihat pada tabel berikut:

<i>Rating</i>	<i>Probability of Occurance</i>
10	Lebih besar dari 50 per 7200 jam penggunaan
9	35 – 50 per 7200 jam penggunaan
8	31 – 35 per 7200 jam penggunaan
7	26 – 30 per 7200 jam penggunaan
6	21 – 25 per 7200 jam penggunaan
5	16 – 20 per 7200 jam penggunaan
4	11 – 15 per 7200 jam penggunaan
3	5 – 10 per 7200 jam penggunaan
2	Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan
1	Tidak pernah sama sekali

3. Detection

Adalah kemampuan untuk melihat suatu kondisi kegagalan yang terjadi dan langkah langkah dalam mengontrol semua jenis kegagalan yang di hadapi atau yang telah terjadi. Tnhkatan *detection* dapat di lihat pada tabel berikut:

<i>Rating</i>	<i>Detection Design Control</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

3.2.3.6 Logic Tree Analysis

Tujuan dari penyusunan LTA adalah memprioritaskan setiap mode kerusakan serta mengkaji fungsi dan kegagalan agar kondisi kerusakan tidak sama. Analisis LTA mengklasifikasikan setiap kondisi kerusakan ke dalam empat kategori. Keempat pertanyaan analisis kekritisan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Evident*, adalah penentuan apakah operator telah mengetahui dalam kondisi normal apabila telah terjadi gangguan dalam sistem?
2. *Safety*, adalah apakah kondisi dari suatu kegagalan dapat membahayakan keselamatan?
3. *Outage*, adalah apakah kegagalan mengakibatkan sebagian atau seluruh mesin berhenti beroperasi?

4. *Category*, pembagian kategori setelah menjawab beberapa pertanyaan yang diajukan. Ada empat hal dalam masalah pembagian kategori yaitu sebagai berikut:
- a) Kategori A (*safety problem*) yaitu apabila kegagalan suatu komponen dapat mengakibatkan masalah keselamatan bagi operator atau karyawan.
 - b) Kategori B (*outage problem*) yaitu apabila kegagalan suatu komponen dapat mengakibatkan mesin berhenti bekerja.
 - c) Kategori C (*economic problem*) yaitu apabila suatu kegagalan yang terjadi dapat mengakibatkan kerugian finansial bagi perusahaan.
 - d) Kategori D (*hidden failure*) yaitu apabila kegagalan tidak di ketahui oleh operator yang bekerja dalam kondisi normal.

3.2.3.7 Pemilihan Tindakan

Sesuai dengan proses yang akan di lakukan langkah ini berfungsi untuk menentukan tindakan yang tepat untuk semua mode kerusakan. Pemilihan tindakan ialah tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk jenis kerusakan tertentu. Pemilihan tindakan didasari dengan menjawab pertanyaan penuntun yang sesuai dengan *roadmap*. Tindakan perawatan di bagi menjadi 4 jenis antara lain sebagai berikut:

1. *Time Dirercted* (TD)

Suatu tindakan yang ditujukan untuk pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan oleh waktu atau waktu umur komponen. Kegiatan yang lebih fokus pada kinerja Berdasarkan perhitungan, perubahan dilakukan secara berkala.

2. *Condition Directed* (CD)

Tindakan diambil untuk mendeteksi kerusakan

inspeksi visual, inspeksi alat dan verifikasi data yang tersedia. Jika deteksi menunjukkan tanda-tanda kerusakan perangkat, komponen akan diperbaiki atau diganti.

3. *Finding Faillure* (FF)

Suatu tindakan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi pada peralatan melalui pengecekan secara berkala.

4. *Run To Faillure*(RTF)

Suatu tindakan menggunakan alat sampai rusak karena tidak ada tindakan lain yang lebih ekonomis yang bisa dilakukan dalam langkah untuk mencegah atau menghilangkan suatu kerusakan.

3.3 Penentuan Pola Distribusi

Disebut model distribusi sebagai distribusi frekuensi dan memiliki beberapa pendekatan analisis Statistik pola spasial dalam populasi biologis sederhana dan linier. Pertama Distribusi frekuensi dihitung sebagai kuadrat dari besaran ini diberikan Kemudian statistik menunjukkan seperti apa distribusi frekuensi ini tampaknya merupakan hipotesis umum tentang pola spasial dengan koordinat organisasi mengambil nomor acak dalam ruang *geografis*. Jika pola acak digunakan, polanya berbagi data statistik penting. Model distribusi memiliki ciri dan makna tersendiri. Distribusi frekuensi mudah dihitung karena bergantung saja satu parameter.

3.3.1 Reability

Keandalan menunjukkan keberadaan atau kondisi suatu fasilitas. Kondisi ini bisa dikatakan positif atau negatif. Konsep *reliabilitas* mencakup metode statistik. Keandalan juga dapat diukur dengan rata-rata jumlah kegagalan selama selang waktu tertentu (rasio kegagalan). Hal ini juga dapat dinyatakan sebagai waktu rata-rata antar kegagalan (*mean time antar kegagalan*, MTBF). Keandalan mempengaruhi ada tidaknya alat yang dapat berfungsi dengan baik, terutama untuk produk/barang yang dapat diperbaiki. Pada materi keandalan ini, sistem yang dikenal dengan istilah *Mean Time to Failure* (MTTF) hanya digunakan untuk komponen atau alat yang sering mengalami kegagalan. *Mean time to Repair* (MTTR) adalah rata-rata waktu yang dihabiskan untuk melakukan *servis* (perbaikan) komponen mesin.

3.3.2 Fungsi Keandalan

Dalam keandalan, tingkat kegagalan adalah tingkat terjadinya cacat dalam jangka waktu tertentu. Untuk memahami tingkat kerusakan, Anda dapat membayangkan sebuah pengujian atau eksperimen di mana sejumlah besar komponen bekas yang identik diuji dan waktu yang diperlukan untuk kegagalan setiap komponen dicatat. Keandalan adalah kemungkinan bahwa peralatan atau komponen dapat berfungsi dengan baik untuk jangka waktu tertentu bila digunakan dalam kondisi operasi tertentu.

3.3.3 Fungsi Distribusi Kerusakan

Pada dasarnya ada beberapa bentuk distribusi kerusakan yang dapat diterapkan pada strategi pemeliharaan, seperti distribusi *eksponensial*, distribusi *Weibull*, dan distribusi normal. Distribusi dengan laju peluruhan konstan disebut juga distribusi probabilitas *eksponensial*. Distribusi *eksponensial* memainkan peran sentral dalam analisis kepercayaan. Ada juga pilihan distribusi lain seperti distribusi *Weibull* dan distribusi normal. Ketiga distribusi ini dicirikan oleh perubahan tingkat kerusakan yang tidak konstan dan memberikan pilihan lain selain distribusi *eksponensial* yang biasa digunakan dalam analisis kerusakan.

Distribusi cacat mempunyai beberapa informasi, antara lain MTTF (*Mean Time To Failure*), yaitu waktu rata-rata antar kegagalan. Jika bagian mesin tidak dapat diperbaiki maka nilai MTTF sama dengan nilai MTTF, karena jika komponen mengalami kerusakan maka segera diganti dengan yang baru. MTTF (*Mean Time To Failure*) adalah waktu rata-rata terjadinya kegagalan, MTTR (*Mean Time To Repair*) adalah waktu rata-rata untuk memperbaiki, dan MTBF (*Mean Time Between Failure*) adalah waktu rata-rata antar kegagalan. Berikut rumus TTF dan TTR:

$$\text{TTF} = \text{Tanggal Kerusakan} - \text{Tanggal Kerusakan Sebelumnya} (1 \text{ hari} = 24 \text{ jam kerja mesin}) + (\text{Waktu Mulai Kerusakan} - \text{Waktu Mulai Produksi})$$

$$\text{TTR} = \text{Waktu Selesai Kerusakan} - \text{Waktu Mulai Kerusakan.}$$

1. Distribusi *Weibull*

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang paling umum digunakan untuk menganalisa data kerusakan karena distribusi *Weibull* dapat

memenuhi beberapa periode kerusakan yang terjadi yaitu periode kegagalan awal, periode normal dan keausan.

Periode ini bergantung pada nilai parameter bentuk fungsi distribusi *Weibull*. Distribusi *weibull* mempunyai laju kerusakan menurun untuk $\beta < 1$, laju kerusakan konstan untuk $\beta = 1$ laju kerusakan naik untuk $\beta > 1$.

Fungsi Kepadatan Kerusakan:

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

Fungsi Distribusi Kumulatif:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

Fungsi Keandalannya:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

Fungsi Laju Kerusakannya:

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

2. Distribusi Normal

Distribusi normal yang dapat disebut dengan distribusi *Gaussian* merupakan distribusi dengan *probabilitas* yang signifikan yang dipelajari dalam statistik teoritis dan statistik yang dilakukan Adapun bentuk bentuk fungsi distribusi normalnya adalah sebagai berikut:

a) Fungsi Kepadatan *Probabilitas*:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

b) Fungsi Distribusi Kumulatif:

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

c) Fungsi Keandalan:

$$F(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

d) Fungsi Laju Kerusakan:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

3. Distribusi Lognormal

Distribusi *lognormal* menggunakan dua parameter untuk mewakili rata-rata distribusi kerusakan: parameter bentuk, s , dan parameter lokasi, t .

Distribusi ini mempunyai banyak bentuk, sehingga data yang sesuai dengan distribusi *Weibull* sering kali juga sesuai dengan distribusi *lognormal*.

Fungsi reliabilitas termasuk dalam distribusi *lognormal* sebagai berikut:

a) Fungsi Kepadatan *Probabilitas*:

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t) - u)^2}{2\sigma^2}\right)$$

b) Fungsi Distribusi Kumulatif:

$$f(t) = \int_0^t \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t) - u)^2}{2\sigma^2}\right)$$

c) Fungsi Keandalan:

$$f(t) = \int_t^\infty \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln(t) - u)^2}{2\sigma^2}\right)$$

d) Fungsi Laju Kerusakan:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

4. Distribusi *Eksponensial*

Distribusi *eksponensial* digunakan untuk menghitung keandalan distribusi kerusakan dengan tingkat kerusakan yang konstan. Distribusi ini memiliki tingkat kerusakan yang konstan dari waktu ke waktu.

Kemungkinan terjadinya kerusakan tidak tergantung pada umur alat. Distribusi ini adalah yang paling mudah untuk dianalisis. Parameter yang digunakan untuk distribusi eksponensial adalah λ yang menunjukkan rata-rata terjadinya kerusakan.

Fungsi *reliabilitas* yang termasuk dalam distribusi eksponensial adalah:

a) Fungsi Kepadatan *Probabilitas*

$$f(t) = \pi e^{-\pi t}$$

$$t > 0$$

b) Fungsi Distribusi Kumulatif:

$$F(t) = 1 - e^{-\pi t}$$

c) Fungsi Keandalan:

$$R(t) = e^{-\pi t}$$

d) Fungsi Laju Kerusakan:

$$h(t) = \pi$$

Dimana $t > 0$ dan $\pi \geq 0$

$$R_m(t) = e^{-\pi t} \quad R_m(t) = R(t)$$

3.3.4 Interval Penggantian Komponen optimal

Menurut Jardine (1973), downtime adalah suatu kondisi dimana suatu komponen sistem tidak lagi tersedia dan fungsi-fungsi sistem tidak dapat dijalankan. Menentukan interval penggantian komponen yang optimal berdasarkan interval waktu (t). Hal ini meminimalkan tindakan penggantian secara hati-hati pada waktu t . Manajemen pemeliharaan sangat penting karena dasar dari manajemen pemeliharaan adalah meminimalkan downtime. Pembahasan ini berfokus pada proses pengambilan keputusan untuk mengganti komponen sistem pemeliharaan guna meminimalkan durasi downtime hingga minimum yang dapat dicapai. Meminimalkan downtime dan menentukan tindakan pencegahan terbaik ditunjukkan dengan interval waktu penggantian.

Tujuan untuk menentukan penggantian komponen yang optimum berdasarkan interval waktu (tp), diantara penggantian preventive dengan menggunakan kriteria meminimumkan total downtime per unit waktu. Tindakan penggantian preventive pada waktu tp dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D(tp) = \frac{H(tp)Tf + Tp}{tp + Tp}$$

Keterangan:

$H(tp)$: Banyaknya waktu kerusakan dalam interval waktu

Tf : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan

Tp : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan *preventive*

Meminimumkan *downtime* akan diperoleh tindakan penggantian komponen berdasarkan interval waktu (t_p) yang optimum. Untuk komponen yang memiliki distribusi kegagalan mengikuti peluang tertentu dengan fungsi peluang $f(t)$, maka nilai harapan (*expected value*) banyaknya kegagalan yang terjadi dalam interval waktu $(0, t_p)$ dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$H(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} [1 + H(t_p - 1 - i)] \int_i^{i+1} F(t) dt$$

3.3.5 Interval Pemeriksaan Optimal

Perhitungan waktu optimal di butuhkan untuk mengetahui waktu yang tepat untuk melakukan proses maintenance dalam langkah untuk menjaga kondisi mesin agar dapat berjalan sesuai dengan yang di inginka. Perawatan tang optimal bertujuan agar mesin dapat bekerja optimal dan tidak terjadi kerusakan pada mesin yang dapat mengganggu aktifitas fabrikasi. Berikut adalah langkah langkah dalam menghitung interval perawatan yang optimal:

- a) Rata rata jam kerja per bulan

Contoh:

Hari kerja per bulan = 25 hari

Jam kerja per hari = 8 jam

Rata rata jam kerja = $25 \times 8 = 200$ jam

- b) Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama setahun = 8 kali

- c) Waktu rata rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{Rata rata jam kerja per bulan}} =$$

d) Waktu rata rata pemeriksaan

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata rata jam kerja per bulan}}$$

e) Rata rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per tahun}}{12}$$

f) Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$$

g) Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata rata jam kerja per bulan}}{n}$$

h) Perhitungan Downtime

$$D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$$

i) Availability

$$A(tp) = 1 - D(tp)$$

