

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka merupakan studi pustaka terhadap buku, artikel, jurnal ilmiah dan penelitian sebelumnya yang di jadikan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian ini.

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian anatara lain pengertian mesin *Multi-rip*, pengertian dan tujuan perawatan, jenis perawatan penegertian reabillity, laju kegagalan, pengertian mean time to failure, (menghitung waktu rata-rata kegagalan), system description and fungsional block diagram, identifikasi penyebab kegagalan fungsi dari system (FMEA), penggunaan RCM.

2.1. Mesin *Multirip*



Gambar 2.1. Mesin *multirip*

Sumber: PT. ATF

Mesin *multirip* adalah salah satu mesin yang berfungsi untuk merubah ukuran kayu besar menjadi beberapa ukuran kayu kecil. Prinsip kerja mesin *multirip* adalah kayu yang baru keluar dari mesin *crosscut* itu akan masuk dalam mesin *single rip* akan masuk ke mesin *multi-rip* di dalam mesin tersebut kayu dibelah menjadi ukuran-ukuran yang lebih kecil, dengan ukuran yang di seting dalam mesin tersebut.

Perawatan di suatu industri merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mendukung suatu proses produksi. Produk yang dibuat di industri ini harus mempunyai kualitas bagus, proses produksi harus di dukung dengan peralatan yang bekerja setia saat dan handal. Untuk mencapai hal tersebut maka peralatan menunjang proses produksi harus selalu dilakukan perawatan yang teraur dan terencana.

2.2. Pengertian Perawatan Dan Tujuan Perawatan

Kurniawan (2013) menjelaskan tentang perawatan adalah suatu aktifitas yang dilakukan pada suatu industri untuk mempertahankan atau menambah daya dukung mesin selama proses produksi berlangsung. suatu mesin produksi yang digunakan secara terus-menerus akan mengalami penurunan, karena itu perlu dilakukannya suatu perawatan. Perawatan dilakukan agar semua peralatan atau sistem produksi bisa berfungsi dengan baik dan efisien sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Perawatan yang optimal hendaknya dilakukan secara continue dan priode agar mesin dapat berfungsi secara maksimal.

Pada industri yang selalu berorientasi pada optimasi produksi, maka perlu adanya suatu kondisi peralatan atau sistem yang baik sehingga target produksi yang di tetapkan oleh perusahaan bisa tercapai

Adapun tujuan utama dari kegiatan system perawatan ini diantaranya adalah sebagai berikut (Ansori & Imron, 2013) :

1. Mesin dan peralatan produksi (fasilitas produksi) dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif efisien
2. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi
3. Menghindari kegiatan maintenance yang dapat membahayakan keselamatan pekerja
4. Mengontrol setiap mesin agar tetap terjaga pemakaiannya dari kerusakan
5. Menjamin keselamatan operator yang menggunakan alat tersebut
6. Menjaga kualitas produk pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang di butuhkan oleh produk itu sehingga kegiatan produksi tidak terganggu.

2.2.1. Jenis – Jenis Perawatan

Suatu perusahaan selalu memiliki tindakan kegiatan perawatan yang bermacam-macam, mulai dari perawatan ringan sampai perawatan yang berat yang mengharuskan pengantian mesin. Berikut ini jenis-jenis perawatan (Ansori & Imron, 2013):

- *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan)

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan sebelum suatu peralatan mengalami kerusakan. Perawatan pencegahan ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan sehingga seminimal mungkin, untuk mencegah terjadinya kerusakan, pengantian terencana dapat dilaksanakan, bahkan dengan melakukan pengantian terhadap beberapa komponen tertentu dari peralatan sebelum komponen-komponen tersebut mengalami kerusakan agar dapat menjamin fungsi dari peralatan tersebut.

a. *Routine Maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan ini adalah pembersihan fasilitas (peralatan), pelumasan (*Lubrication*) atau pengecekan oil dan mungkin termasuk pemanasan (*Warning Up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi.

b. *Periode Maintenance*

Periodic maintenance adalah aktivitas perawatan dan perawatan yang dilakukan secara periodic atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhir setiap satu tahun sekali periode maintenance dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi sifat kegiatan maintenance ini tetap secara periode atau berkala. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* ini adalah pembongkaran karburator atau alat-alat dibagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembongkaran silinder mesin dan pembongkaran mesin untuk penggantian bearing dan servis.

- *Corrective Maintenance*

Corrective maintenance adalah kegiatan perawatan dan perbaikan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau resparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukan *preventive maintenance* tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan itu tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan maintenance sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki. Maksud dari tindakan tersebut adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi. Sehingga proses produksi berjalan dengan lancar.

- *Predictive Maintenance* (Pemeliharaan Prediktif)

pemeliharaan prediktif ini dilakukan untuk mrngethui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari system peralatan . biasanya pemeliharaan prediktif dilakukan dengan bantuan dengan alat monitor yang canggih.

Pada dasarnya *predictive maintenance* beda dengan *preventive maintenance* dengan kondisi actual mesin dari pada jadwal yang telah di tentukan. Dapat dikatakan bahwa *preventive maintenance* bersifat time based, sepetri pergantian vanbelt.

2.3. Keandalan (*Reliability*)

Tindakan pemeliharaan tidak dapat di pisahkan dari keandalan (*reliability*). Oleh sebab itu, keandalan (*reliability*) sangat penting bagi tindakan pemeliharaan sendiri dimana mengetahui tentang keandalan hubungan dengan masalah pemeliharaan akan berdampak pada kinerja suatu mesin.

2.3.1. Pengertian Keandalan (*Reliability*)

Pengertian Keandalan (*reliability*) di definisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan melakukan fungsi yang diinginkan sepanjang

suatu periode waktu tertentu bilamana digunakan pada kondisi-kondisi pengoperasian yang telah ditentukan. Atau dalam perkataan yang lebih singkat, keandalan merupakan probabilitas dari ketidak-gagalan terhadap waktu.

Kurniawan (2013) menjelaskan dalam mengevaluasi keandalan, variabel random yang di pakai umumnya adalah waktu dengan:

$$R(t) = P\{T \geq t\}$$

Dimana $R(t) \geq 0, R(0) = 1$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} R(t) = 0$

$$t \rightarrow \infty$$

$R(t)$ = probabilitas waktu ke gagalannya di mana nilainya lebih besar atau sama dengan nilai t

Jika didefinisikan menjadi:

$$F(t) = 1 - R(t) = P\{T < t\}$$

Di mana : $F(0) = 0$ dan $\lim_{t \rightarrow \infty} F(t) = 1$

$$t \rightarrow \infty$$

$F(t)$ = probabilitas kegagalan sebelum waktu t

Pada saat $t = 0$ komponen atau system berada dalam kondisi akan beroperasi, sehingga probabilitas komponen atau system itu untuk mengalami kegagalan pada saat $t = 0$. Pada saat $t = \infty$, probabilitas untuk mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang dioperasikan akan cenderung mendekati satu. Dengan berpedoman bahwa $R(t)$ sebagai fungsi keandalan dan $F(t)$ sebagai fungsi distribusi kumulatif dari distribusi kegagalan, maka:

$$F(t) \dots = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{-dR(t)}{dt} \dots \dots \dots 2.3$$

Selanjutnya di sebut sebagai probability density function dimana fungsi ini menggambarkan bentuk failure distribution yang meliputi $f(t) \geq 0$ dan $\int f(t) dt = 1$ sehingga

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \dots \dots \dots 2.4$$

$$R(t) = \int_t^{t_{\infty}} f(t) dt \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana $f(t)$ failure distribution

2.3.2. Laju Kegagalan

Kurniawan (2013) menjelaskan tentang laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan persatuan waktu laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan terjadi selama selang waktu tertentu dengan waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau system.

Suatu komponen yang beroperasi dalam suatu system dapat di gambarkan dalam suatu kurva yang menggambarkan laju kegagalan terhadap waktu.kurva ini dinamakan kurva bathup ada 3 periode antara lain:

- *Wear-In Priode*

Bagaian pertama adalah tingkatan ke gagalan yang turun ,yang dikenal sebagai ke gagalan awal priode 0 sampai T_1 ,mempunyai waktu yang pendek pada permulaan bekerjanya peralatan .kurva menunjukkan bahwa laju kerusakan menurut dengan pertambahanya waktu yang diistilahkan dengan descreasing fealure rate (DFR). Kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan kesalahan dalam proses manufacturing atau desain yang kurang sempurna. Jumlah kerusakan berkurang karena alat yang cacatnya di deteksi atau di reparasi.

Pada periode ini kemungkinan mengalami rusak pada hari ini lebih besar dari hari yang akan datang, jadi jika tidak mengalami kerusakan pad hari ini , mka akan bertambah baik pada hari yang akan datang.

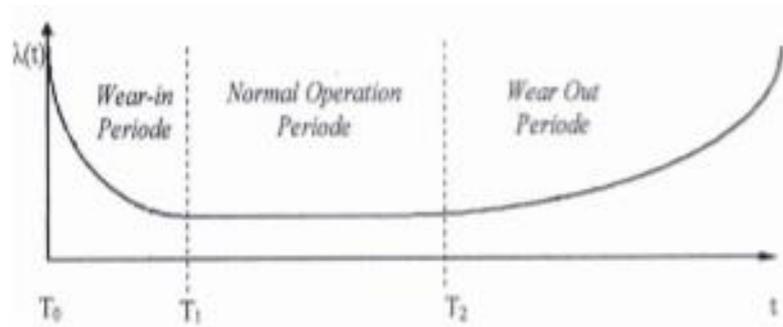
- *Normal Operation Periode*

Bagaian kedua adalah tingkat kegagalan yang konstan , yang dikenal sebagai kegagalan preiode T_1 sampai T_2 mempunyai laju kerusakan paling kecil dan tetap disebut constant failure rate(CFR).periode ini di kenal dengan useful life period.kerusakan keruskan terjadi bersifat random yang di pengaruhi oleh kondisi lingkungan bekerjanya peralatan, sehingga periode ini merupakan periode pemakaian peralatan yang normal dan di karasterikan secara pendekatan dengan jumlah kerusakan konstan tiap satuan waktu.

- *Wear-out periode*

Bagaian tiga dalah tingkat kegagalan yang naik, yang dikenal sebagai kegagalan aus (masa aus atau wear-out period) .pada preode setelah T_2 menunjukan kenaikan laju kerusakan dengan bertambahnya waktu yang sering disebut dengan increasing failure rate (IFR) hal ini terjadi karna proses keausan peralatan.

Pada priode ini kemungkinan kerusakan pada hari ini lebih kecil dari pada hari yang akan datang sehingga komponen tersebut harus mengalami overhaul.



Gambar 2.2. kurva bath-up

Sumber: (Kurniawan, 2013)

Probabilitas dari komponen untuk mengalami kegagalan pada interval waktu antara t dan $t + \Delta t$, jika komponen diketahui berfungsi pada saat t dapat diekpresikan dalam bentuk fungsi distribusi kumulatif sebagai $F(t+\Delta t)-F(t)$

$$P (t < T \leq t + \Delta t | T > t) = \frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{R(t)} \dots\dots\dots 2.6$$

Dengan interval waktu Δt dan membuat $\Delta t \rightarrow 0$, maka akan di peroleh laju kegagalan dari suatu komponen yang di ekspresikan dengan notasi $z (t)$

$$Z (t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F (t+\Delta t) - F(t)}{\Delta t} \dots\dots\dots 2.7$$

$$Z (t) = -\frac{F'(t)}{R (t)} \dots\dots\dots 2.8$$

Pesamaan (2.8) disubsitusikan kepersamaan (2.3) menjadi:

$$Z(t) = -1 \frac{dR(t)}{dt} \dots \dots \dots 2.9$$

$$R(t) \quad dt$$

Kedua ruas 0 sampai t diintergralkan dan disubsitusikan dengan $R(0)=1$ menjadi:

$$\int_0^t z(t) dt = -\ln R(t) \dots \dots \dots 2.10$$

$$\text{atau } R(t) = e^{-\int_0^t z(u) du} \dots \dots \dots 2.11$$

Untuk laju kegagalan yang konstan, $z(t) = \lambda$ maka menjadi :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots \dots \dots 2.12$$

2.3.3. Mean Time To Failure (MTTF)

Mean time to failure adalah rata-rata waktu suatu sistem akan beroperasi sampai terjadi kegagalan pertama kali. Waktu rata-rata kegagalan (mean time to failure = MTTF) dari suatu komponen yang memiliki fungsi densitas kegagalan (failure density function) .

Kurniawan (2013) menjelaskan waktu rata-rata kegagalan dapat diekspresikan dengan model matematis sebagai berikut:

$$MTTF = R(T) \int_0^{\infty} t f(t) dt \dots \dots \dots 2.13$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.13), maka di peroleh

$$MTTF = -\int_0^{\infty} t R'(t) dt \dots \dots \dots 2.14$$

Integral

$$MTTF = -[tR(t)]_0 + \int_0^{\infty} R(t) dt, \dots \dots \dots 2.15$$

Jika $MTTF < \infty$, maka nilai dari $[tR(t)] = 0$, sehingga :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt \dots \dots \dots 2.16$$

2.3.4. Mean Time To Repair (MTTR)

MTTR adalah rata-rata waktu komponen untuk dilakukan perbaikan atau perawatan (repair). MTTR didasarkan atas lamanya perbaikan dan pengantian komponen yang mengalami kerusakan (failure)

MTTR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E(T) = \int_0^{\infty} t \cdot h(t) dt = \int_0^{\infty} (1 - H(t)) dt$$

2.3.5. Distribusi Kegagalan

Distribusi kegagalan adalah cara untuk mengetahui sebesar berapa besar kegagalan terjadi. Distribusi kegagalan yang sering digunakan didalam teori keandalan (reliability) (Ansori & Imron, 2013) yaitu:

- Distribusi *Lognormal*

Distribusi ini bisa digunakan untuk menyatakan distribusi kerusakan untuk waktu yang bervariasi. Jika time to failure dari suatu komponen dikatakan memiliki distribusi lognormal $y = \ln T$, mengikuti distribusi normal dengan *probability density function* .maka model matematis.

$$f(t) = \frac{\beta}{2\pi\sigma t} \exp\left\{-\frac{1}{2s^2}[\ln(t-t_0)]^2\right\} \dots \dots \dots 2.17$$

MTTF (mean time to failure):

$$MTTF = t_0 \exp(\mu + 0,5 \cdot s^2) \dots \dots \dots 2.18$$

Fungsi keandalan :

$$R(t) = 1 - \int_0^t \frac{1}{s} \ln\left(\frac{t}{\mu}\right)$$

Laju kerusakan :

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

- Distribusi Weibull

Distribusi weibull biasa di gunakan untuk menghitung umur atau masa pakai dari peralatan .jika time to failure dari suatu komponen adalah t mengikuti ditribusi weibull dengan parameter α dan β ,maka probability density function dapat dirumuskan sebagai:

$$F(t) = \frac{\beta}{t} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}} \dots\dots\dots 2.21$$

Dimana:

α = parameter bentuk

n = parameter skala

MTTF (Mean Time To Failure)

$$MTTF = \beta \Gamma \left(\int_0^{\infty} e^{-\frac{t}{\eta}} \right)^{\beta-1} \dots\dots\dots 2.22$$

Fungsi keandalan

$$R(t) = \exp \left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta} \right] \dots\dots\dots 2.23$$

Laju kerusakan:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \dots\dots\dots 2.24]$$

- Distribusi Eksponensial

Pada distribusi eksponensial ini laju kerusakan adalah konstan untuk sistem yang bekerja secara kontinyu. Jika time to failure dari suatu komponen adalah terdistribusi secara eksponensial dengan parameter λ , maka probability density function sebagai berikut:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \dots\dots\dots 2.25$$

MTTF (*Mean Time To Failure*):

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots 2.26$$

Fungsi keandalan :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots 2.27$$

Laju kerusakan:

$$\lambda(t) = \lambda \dots\dots\dots 2.28$$

2.4. *Reability Centered Maintenance (RCM)*

Reability centered maintenance adalah suatu proses yang dilakukan untuk menentukan apa saja yang harus dilakukan agar dapat mencegah terjadinya kegagalan untuk memastikan bahwa alat atau mesin dapat berkerja optimal saat di butuhkan (Mustofa, 2013). Sedangkan menurut Kurniawan (2013) *reability centered maintenance* di artikan sebagai dari suatu proses yang digunakan untuk menjelaskan apa yang harus dilakukan untuk menjamain suatu aset fisik dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan penggunaanya.

Dalam metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* ada 7 (tujuh) pertanyaan pokok yang harus diselesaikan yaitu (Ansori & Imron, 2013):

1. Apakah fungsi performasi standart operasi dari aset?
2. Bagaimana aset tersebut rusak, atau gagal dalam menjalankan semua fungsinya (functional failure)?

3. Apakah penyebab masing-masing kegagalan fungsi (*failure mode*)?
4. Apakah yang akan terjadi jika terjadinya kerusakan (*failure mode*)?
5. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut terjadi?
6. Apa yang bisa di lakukan untuk memprediksi atau mencegah kegagalan tersebut (*proactive task and task interval*)?
7. Apa yang seharusnya dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak berhasil di temukan (*default action*)?

2.4.1. System Function And Functional Failure

Fungsi (*Function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional Failure (FF)* di definisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi. (Ansori & Imron, 2013).

2.4.2. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Nanda & Johan (2014) adalah proses mengidentifikasi kegagalan dari suatu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari system. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* memerlukan suatu diagram yang dinamakan FMEA diagram, dalam FMEA diagram ada beberapa kolom yang harus diisi, kolom tersebut antara lain : *function* (fungsi item atau komponen mesin), *function failure* (kerusakan yang terjadi), *failure mode* (penyebab kerusakan), dan *failure effect* (dampak terjadi ketika ada kerusakan).

- ✓ *Functional*
Fungsi dari mesin
- ✓ *Functional failure*
Kegagalan fungsi dari mesin
- ✓ *Failure mode*
Jenis kegagalan yang mengakibatkan mesin multirip berhenti beroperasi
- ✓ *Failure effect*
Efek yang di timbulkan pada mesin multirip jika komponen tersebut rusak.

Tabel 2.1. Failure mode & effect analysis RCM

Function	Functional failure	Failure mode	Failure effect	Information Reference		
				FF	FF	FM
	Loss of Function	Cause of failure	What agen when it fail			

(Sumber: Ansori & Imron, 2013)

2.4.3. Failure Consequences

Failure coquences adalah konsekuensi kegagalan fungsi suatu item dalam produksi atau operasional. Dalam *Reliability Centered Maintenance* (RCM) konsekuensi kegagalan diklasifikasikan dalam empat bagaian yaitu (ansori & imron,2013):

1. Hidden Failure Consequences

Salah satu kegagalan fungsi tidak dapat di deteksi oleh operator bahwa telah terjadi kegagalan, meskipun dalam kondisi normal.

2. Safety And Environmental Consequences

Sebuah kegagalan dapat dikatakan mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan, ketika dapat melukai atau membunuh seseorang. Sedangkan dikatakan memiliki konsekuensi terhadap lingkungan, jika dapat melanggar standart regulasi lingkungan, baik regional maupun internasional.

3. Operation Consequences

Suatu kegagalan di katakan memiliki konsekuensi operasional ketika berakibat pada produksi atau operasional.

4. Non Operational Consequences

Bukti kegagalan pada kategori ini yang tergolong pada konsekuensi keselamatan ataupun produksi, jadi kegagalan ini hanya melibatkan biaya komponen.

2.4.4. Proactive Task

Proactive task, yaitu pekerjaan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan, untuk mencegah peralatan masuk ke dalam keadaan gagal. RCM membagi *proactive task* ke dalam tiga kelompok berikut :. (Sari & yudha,2012):

1. *Scheduled restoration task*, mencakup kegiatan untuk mengembalikan kemampuan asal dari suatu komponen atau melakukan overhaul suatu assembly pada saat atau sebelum batas umur yang telah ditentukan tanpa memandang kondisi komponen atau equipment pada saat perbaikan.
2. *Scheduled discard task*, mencakup kegiatan untuk mengganti komponen atau equipment pada saat atau sebelum batas umur yang telah ditentukan tanpa memandang kondisi komponen atau equipment pada saat penggantian.
3. *Scheduled on-condition task*, mencakup kegiatan pengecekan kegagalan potensial sehingga dapat dilakukan suatu tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan konsekuensi yang terjadi jika kegagalan dibiarkan menjadi kegagalan fungsi. Kegiatan ini mencakup semua bentuk conditionbased monitoring, predictive maintenance, dan condition monitoring.

2.4.5. Default Action

Default action, yaitu aktivitas yang dilakukan pada saat peralatan sudah masuk ke dalam keadaan gagal, dan dipilih ketika tidak ditemukan *proactive task* yang efektif. RCM membagi menjadi tiga kategori besar untuk default function, yaitu sebagai berikut (Sari & yudha,2012) :

1. *Failure-finding*, termasuk memeriksa fungsi tersembunyi untuk mengetahui apakah fungsi sudah gagal.
2. *Redesign*, mencakup perubahan dari kemampuan suatu sistem. Termasuk di dalamnya adalah modifikasi terhadap peralatan atau prosedur kerja.

3. *No scheduled maintenance*, tidak melakukan apapun untuk mengantisipasi atau mencegah modus kegagalan yang terjadi, dan kegagalan dibiarkan terjadi kemudian baru diperbaiki. Keadaan ini disebut juga dengan run-to-failure.

2.4.6. RCM Decision Worksheet

Setelah ketujuh pertanyaan dalam RCM dijawab, semuanya dituangkan dalam FMEA diagram dan di catat dalam RCM work sheet.

2.4.6.1. RCM Worksheet

Tabel 2.2. RCM worksheet

Unit/ item:																	
Item/komponen:																	
Information reference					Consequence evaluation				H	H	H	Default action			Proposed task	Initial interval	Can be done by
									1	2	3						
N	komponen	F	F	F	H	S	E	O	O	O	H	H	S				
									1	2	3	4	5	4			
									N	N	N						
									1	2	3						

Sumber: (Ansori & Imron 2013)

Keterangan tabel RCM worksheet:

1. *Information reference*

Berisi informasi tentang kegagalan yang tercantum dalam FMEA diagram .yang terdiri dari kolom F (failure),FF (function failure),dan FM (failure mode).

2. *Consequence evaluation*

Kolom ini berisi tentang konsekuensi atau dampak dari kegagalan yang terjadi, yang terdiri dari kolom:

- H: kolom ini menunjukkan dampak dari *hidden failure*
- S: kolom ini menunjukkan dampak dari *safety*
- E: kolom ini menunjukkan dampak dari *environmental*
- O: kolom ini menunjukkan dampak pada produksi

Tabel 2.3. *Failure consequence*

<i>failure consequence</i>	Keterangan	
	Ya	tidak
Kolom H (<i>hidden failure</i>)	<i>Failure mode</i> diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal	<i>Failure mode</i> tidak diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal
Kolom S (<i>safety</i>)	<i>Failure mode</i> berdampak pada keselamatan operator	<i>Failure mode</i> tidak berdampak pada keselamatan operator
Kolom E (<i>environment</i>)	<i>Failure mode</i> berdampak pada keselamatan /kelestarian lingkungan.	<i>Failure mode</i> tidak berdampak pada keselamatan /kelestarian lingkungan.
Kolom O (<i>operational</i>)	<i>Failure mode</i> berdampak pada output produksi	<i>Failure mode</i> tidak berdampak pada output produksi

Sumber: (Habibi, 2013)

3. *Proactive task*

Kolom ini digunakan untuk mencatat kegiatan *proactive task* yang telah dipilih. Dalam kolom *proactive task* dibagi menjadi tiga kolom, yaitu:

- H1/S1/O1/N1: digunakan untuk mencatat apakah *scheduled on condition task* yang cocok bisa meminimalkan dampak dari kegagalan.
- H2/S2/O2/N2: digunakan untuk mencatat apakah *scheduled restoration task* yang cocok bisa mengurangi kegagalan.

- H3/S3/O3/N3: digunakan untuk mencatat apakah *scheduled discard task* bisa mengurangi kegagalan.
- *Default action*
dalam kolom ini terdapat tiga kolom yang digunakan untuk mencatat ketiga pertanyaan dari *default action*.
- H4 :mencatat apakah *failure finding task* secara teknis mungkin bisa di gunakan
- H5:mencatat apakah kegagalan bisa mempengaruhi keselamatan lingkungan
- S4: mencatat apakah combination task mungkin dilakukan?

Tabel 2.4 *Proactive task and default action*

<i>Proactive</i>	Persyaratan kondisi
H1/S1/O1/N1 <i>scheduled on condition task</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah potensial <i>failure</i> (PF interval) dapat diketahui secara pasti dalam kondisi normal? • Apakah dalam interval waktu tersebut cukup untuk melakukan tindakan pencegahan?
H2/S2/O2/N2 <i>scheduled restoration task</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat didefinisikan umur dimana item tersebut menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kondisi kegagalan • Mayoritas dari item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk semua item) jika kegagalan memiliki konsekuensi terhadap keselamatan lingkungan • Memperbaiki dengan subsistem yang tahan terhadap kegagalan tersebut
H3/S3/O3/N3 <i>scheduled discard task</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diidentifikasi umur dimana item tersebut menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kondisi kegagalan • Mayoritas dari item dapat bertahan pada umur (untuk semua item) jika kegagalan memiliki konsekuensi terhadap keselamatan lingkungan
Kolom H4 <i>Scheduled failure finding Task</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hidden failure dapat di cegah bila failure mode dapat dideteksi secara teknis

Kolom H5 <i>Redesign</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hidden failure dapat dicegah hanya dengan jalan melaksanakan perubahan design pada mesin
Kolom S4 combination task	<ul style="list-style-type: none"> • Safety effect dapat dicegah apabila kombinasi aktivitas antar proactive task dilakukan

4. *Proposed task*

Apabila proactive task telah di pilih, maka diskripsi dari tindakan pencegahan yang akan diambil dimasukan dalam kolom proposed task.

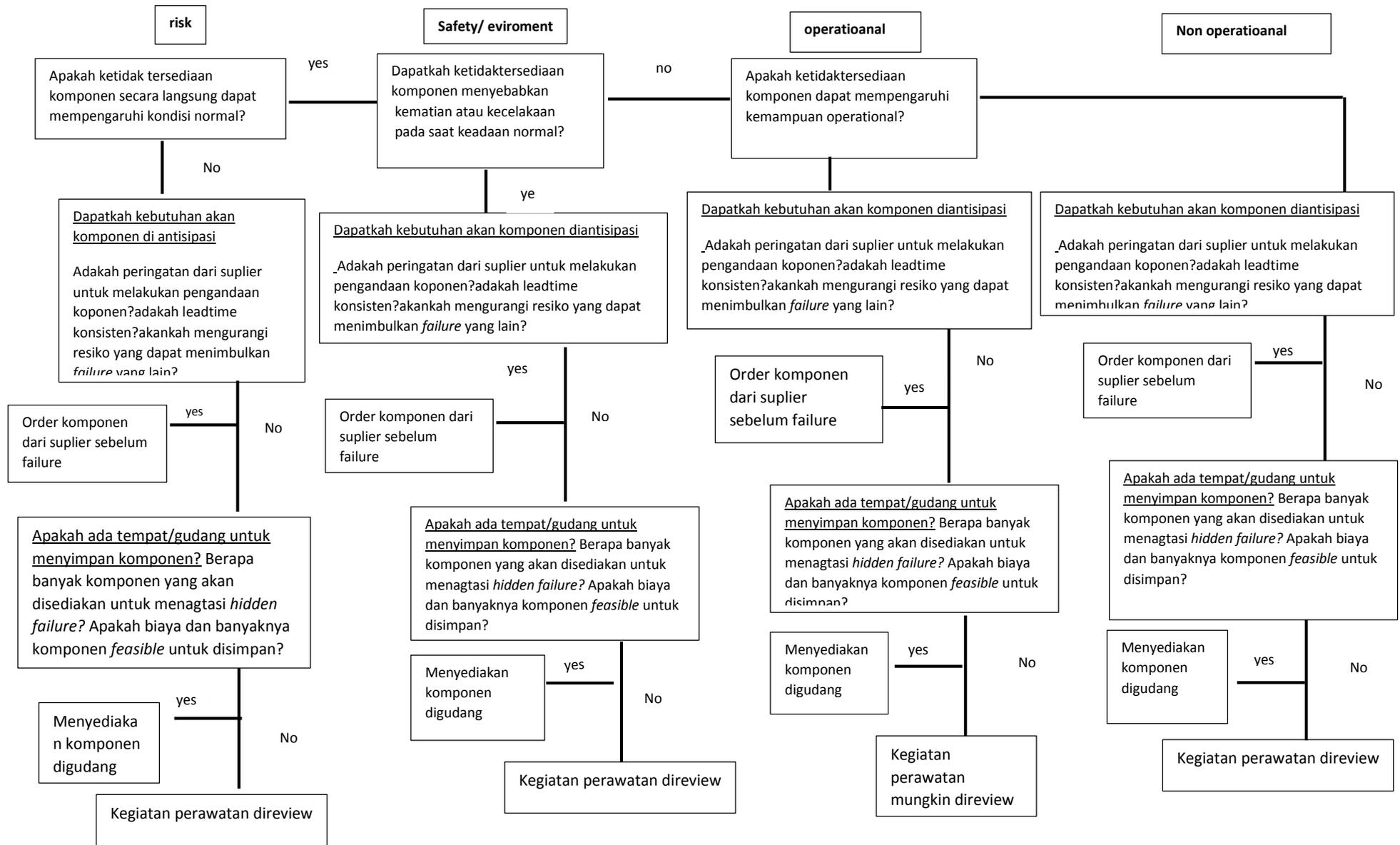
5. *Initial interval*

Interval perawatan yang dipilih merupakan interval optimum.apakah interval perawatan tersebut harian , mingguan atau bulanain.

6. *Can be done by*

kolom terakhir dalam RCM worksheet ini digunakan untuk mencatat siapa yang bisa melakukan tindakan perawatan terebut. Bisa operator atau mekanik.

2.4.6.2 RCM Decison Diagram



Gambar 2.3. decesion diagram

Sumber: Ansori & Imron,2013

2.5. Penentuan Interval Perawatan

Dalam menentukan interval perawatan yang optimal pada tiap komponen, maka diperlukan parameter distribusi selang waktu kerusakan yang sesuai, biaya pergantian karena perawatan pada komponen mesin. Sebelum menentukan interval perawatan, maka dilakukan perhitungan biaya sebagai berikut (Muhammad & Siddiq,2013) :

- a) Biaya pergantian komponen karena perawatan (CM)

Biaya yang meliputi biaya tenaga kerja operator, biaya tenaga kerja maintenance atau mekanik dan harga komponen atau suku cadang.

Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya pergantian karena perawatan adalah:

$$CM = [(biaya\ operator + mekanik) \times MTTR] + \text{harga komponen}$$

- b) Biaya pergantian komponen karena kerusakan (CF)

Biaya pergantian meliputi biaya operator, biaya mekanik, biaya down time dan harga komponen dimana keseluruhan biaya tersebut merupakan biaya kerugian yang diakibatkan karena kerusakan komponen. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya pergantian karena kerusakan adalah:

$$CF = [(biaya\ operator + biaya\ mekanik + biaya\ downtime) \times MTTR] + \text{harga komponen}$$

Setelah di peroleh biaya pergantian komponen karena kerusakan (CF), biaya pergantian karena perawatan (CM) serta parameter-parameter yang sesuai dengan pengujian distribusi, maka langkah selanjutnya adalah menghitung interval perawatan yang optimal sebagai berikut:

$$\lambda(TM) = \frac{R'(TM)}{R(TM)}$$

Maka di peroleh

$$\lambda(TM) \int_0^{TM} R(TM) dt + R(TM) = \frac{CF}{CF - CM}$$

Maka didapatkan

$$\frac{TM}{MTTF} = \frac{CF}{CF - CM} - 1$$

Dengan TM adalah interval perawatan yang optimal.

2.6. Penelitian Terdahulu

Habibi (2013), didalam penelitiannya menjelaskan bahwa permasalahan yang dihadapi di PT.Semen Indonesia (persero) Tbk adalah pada mesin pendingin ac packade yang berada diruang millkegagalan muncul dari 3 komponen mesin pendingin ac yang menjadi lebih focus penelitian ,yaitu komponen bearing montor fan (in door),montor fan (out door),dengan banyaknya keusakan tersebut mengakibatkan suhu ruang mill tersebut tinggi.dari RCMdecision work sheet dapat di usulkan tindakan perawatan yang sesuai dengan waktu interval perawatan seperti scheduled discard task untuk komponen bearing montor fan (out door) yang memiliki interval sebesar 290,8375jam dan 1009,442 jam, sedangkan untuk komponen bearing montor fan (in door)disarankan untuk melakukan tindakan scduled on condition tas dikarenakan memiliki interval yakni sebesar 4541,169 jam.

Mustofa (2014) perencanaan perawatan dengan metode reliability centered maintenance pada unit NPK granulasi II di PT.PETROKIMIA Gresik. Tujuan dari penelitian ini adalah peralatan kritis pada unit NPK II,mengidentifikasi penyebab kegagalan dan efek kegagalan,memberikan tindakan perawatan setiap peralatan yang diteliti,menentukan waktu perawatan interval perawatan untuk peralatan kritis yang sering mengalami kerusakan.hasil penelitian yang kritis pada unit NPK granulisis recyle drag conveyor dan recyle bucket elevator dengan total waktu perbaikan 17,36 hari setara dengan 416,64 jam.