

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1. Konsep Maintenance.

Pada masa lalu pemeliharaan menjadi suatu persoalan yang besar dalam manajemen operasi karena diperlukan adanya *reliability* dari peralatan dalam suatu proses produksi. Dalam pandangan ini bahwa *reliability* peralatan adalah segala-galanya dalam suatu proses produksi, sehingga semua percaya bahwa *reliability* menjadi kunci dari suksesnya suatu manajemen produksi. Namun dalam paradigma sekarang ini bahwa pemeliharaan tetap menjadi factor pendukung suksesnya suatu manajemen produksi, tetapi dalam pandangan baru ini pemeliharaan tidak hanya bertumpu pada *reliability* saja tetapi juga memperhatikan faktor biaya dan kualitas.

Perkembangan sistem pemeliharaan dimulai dari adanya suatu industri yang masih menganut adanya sistem *breakdown maintenance* yaitu dengan menggunakan peralatan sampai terjadinya kerusakan baru dilakukan perbaikan, proses ini berlangsung hingga tahun 1950-an. Setelah itu ada yang berpikir bahwa sistem ini tidak efektif karena akan memberikan waktu *breakdown* yang tidak terukur dan mesin harus dilakukan pemeliharaan sebelum terjadi kerusakan. Sehingga timbul adanya sistem pemeliharaan yang dinamakan *Preventive Maintenance* dan sistem ini dipelopori oleh General Electric. Dalam sistem ini sudah melibatkan adanya proses perencanaan untuk menentukan waktu pemeliharaan yang tepat. Dan tahun 1960 an timbul suatu perkembangan baru untuk sistem pemeliharaan yaitu dengan *Prevention Maintenance* dalam sistem ini sudah memasukkan adanya *design, planning* dan pengadaan

Dalam prakteknya jenis-jenis pemeliharaan yang digunakan dalam industri adalah sebagai berikut.

1. *Reactive Maintenance* ; yaitu mesin dijalankan sampai terjadi kerusakan baru setelah itu diambil tindakan perbaikan. Jenis ini akan menghasilkan *unplanned shutdown*.

2. *Preventive Maintenance* ; pemeliharaan dilakukan secara periodik atau dengan interval waktu yang sama, berdasarkan rekomendasi dari pembuat mesin tersebut.
3. *Predictive Maintenance* : pemeliharaan dilakukan berdasarkan prediksi, *assessment* dari mesin.
4. *Proactive Maintenance*; pada sistem ini pada intinya berusaha menghindari kegagalan dengan melakukan analisa akar-akar permasalahan.

Dari beberapa jenis pemeliharaan tersebut maka yang disebutkan dalam prosesnya adalah departemen yang mengurus pemeliharaan, karena akan dipenuhi setiap pekerjaan pemeliharaan mulai dari hal-hal yang kecil hingga yang besar. Sehingga banyak sekali pekerjaan yang tidak tertangani yang pada akhirnya banyak peralatan mempunyai efektifitas yang rendah. Sehingga muncul suatu pemikiran untuk melibatkan semua unsur dalam manajemen pemeliharaan baik dari tingkat operator sampai tingkat manajemen. Hal ini yang menjadi dasar adanya Total Productive Maintenance [Nakajima, 1988]

Dalam *Total Productive Maintenance* dengan tiga pilar yang berperan di dalamnya yaitu;

1. Memaksimalkan efektivitas dari peralatan yaitu membuat kinerja peralatan menjadi optimal sehingga tidak timbul adanya *breakdown time* yang bisa membuat proses produksi terganggu.
2. *Autonomous maintenance* yaitu pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan yang kecil kecil dilakukan oleh operator, misalnya menambah minyak pelumas, membersihkan peralatan, mengencangkan baut.
3. *Small group activities* yaitu adanya suatu group kecil yang akan melakukan *improvement* dari suatu proses atau peralatan sehingga di akan didapatkan suatu peralatan atau proses yang optimal. Group kecil ini tidak hanya terdiri dari tingkat supervisor saja tetapi juga beranggotakan dari tingkat operator.

Tujuan dari adanya Total Productive Maintenance ini adalah untuk meningkatkan Overall Equipment Effectiveness [Shirose, 1989], dimana

Overall Equipment Effectiveness dihitung dengan mengalikan antara *availability* dari peralatan, *performance efficiency* dari proses dan kualitas produk.

2.2. Overall Equipment Effectiveness.

Overall Equipment Effectiveness adalah mengukur total performance dari suatu peralatan dan bagaimana tingkat dukungan dalam suatu proses produksi. Dan ada juga yang mengartikan bagaimana tingkat efektifitas suatu peralatan digunakan dalam suatu proses produksi. Dan Nakajima mendefinikan OEE sebagai suatu *bottom up approach* dimana dilakukan usaha untuk mendapatkan *overall equipment effectiveness* dengan mengeliminasi *six big losses*. [Nakajima,1988].

2.2.1 Six Big Losses.

Proses produksi tentunya mempunyai *losses* yang mempengaruhi keberhasilannya, *losses* tersebut oleh Nakajima di kelompokkan menjadi 6 besar yaitu:

1. Breakdown losses : Breakdown adalah *losses* yang terbesar dalam *six big losses*, yaitu adalah adalah peralatan yang berhenti tiba-tiba tanpa direncanakan
2. Setup and Adjustment Losses : losses ini terjadi ketika produksi dari suatu produk berhenti untuk berganti dengan produk lain atau pengaturan dari peralatan untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan yang diharapkan.
3. Minor stop losses : kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara. Misalnya berhentinya produksi karena adanya benda kerja yang terjepit sesuatu, berhentinya peralatan karena sensor yang mendeteksi sesuatu yang menyebabkan berhenti sebentar.
4. Reduce Speed losses : yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut, misalnya karena *performance* peralatan yang berkurang, operator skill yang tidak mencukupi dan lain-lain.

5. Startup Reject : yaitu mesin atau peralatan yang membutuhkan waktu pemanasan untuk sampai kemampuan yang optimum. Misalnya mesin pemanas membutuhkan waktu beberapa saat untuk dapat digunakan setelah terjadi *shut down*.
6. Production Reject : kehilangan karena adanya kualitas yang tidak memenuhi standart atau tidak dapat dimanfaatkan, reject ini terjadi pada waktu proses produksi stedi.

Dari six big losses di atas dapat dikelompokkan dalam tiga kategori besar yaitu :

1. Down Time Losses meliputi Breakdown dan Setup & Adjustment
2. Speed losses meliputi Small Stop dan Reduce Speed
3. Quality Losses meliputi Startup dan Production Reject.

Dalam hal pembagian ini dapat dilihat pada tabel 2.1 yang menggambarkan Six Big Losses dengan kategori dan contoh.

Tabel 2.1. Kategori Six Big Losses dan Contoh.

OEE LOSS CATEGORY	SIX BIG LOSSES CATEGORY	EVENT EXAMPLES
DOWNTIME LOSS	Breakdowns	Tooling Failure
		Unplanned Maintenance
		General Breakdown
		Equipment Failure
	Setup and Adjustment	Setup / Changeover
		Material Shortages
		Operator Shortages
		Major Adjustment
		Warm-Up Time
SPEED LOSS	Small Stop	Obstructed Product Flow
		Component Jams
		Miss-feeds
		Sensor Blocked
		Cleaning / Checking
	Reduce Speed	Rough Running
		Under Nameplate Cap.
		Under Design Cap.
		Equipment Wear
		Operator Inefficiency
QUALITY LOSS	Startup Reject	Scrap
		Rework
		In-Process Damage
		In-Process Expiration
		In-correct Assembly
	Production Reject	Scrap
		Rework
		In-Process Damage
		In-Process Expiration
		In-correct Assembly

Sumber : Kailas Sree Chandran, Modern Approach to OEE

2.2.3 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness.

2.2.3.1 Availability.

Availability adalah prosentase dari suatu peralatan yang menunjukkan kesiapan peralatan tersebut untuk berproduksi. Metrik ini adalah murni pengukuran waktu dari kesiapan peralatan diluar dari efek kualitas, performance dan *downtime* yang terencana. Rumusan dari perhitungan availability ini adalah :

$$\text{Availability (\%)} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Planned Production Time}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

- a. Planned Production Time adalah waktu yang tersedia untuk berproduksi dikurangi dengan waktu berhenti yang terencana misalnya, waktu peralatan berhenti untuk pemeliharaan yang terencana, waktu berhenti untuk istirahat. Planned Production Time juga dikenal dengan istilah Available Production Time, rumusan untuk perhitungan ini sebagai berikut:

$$\text{Planned Prod. Time} = \text{Total shift time} - \text{Planned Maint time} \quad (2.2)$$

- b. Operating Time, waktu ini adalah variabel waktu produksi dikurangi dengan waktu berhentinya peralatan yang tidak terencana misalnya; kerusakan peralatan, kekurangan material.

$$\text{Operating Time} = \text{Planned Prod. time} - \text{Unplanned Stop time} \quad (2.3)$$

2.2.3.2. Performance.

Performance ini diambil dari adanya kehilangan yang disebabkan oleh kecepatan dari peralatan yang lebih rendah dari kecepatan yang seharusnya bisa didapatkan dari peralatan tersebut, contohnya adalah turunya kemampuan dari mesin untuk berproduksi karena adanya *parts* yang sudah aus.

$$\text{Performance} = \frac{\text{No of Produce} \div \text{Operating Time}}{\text{Ideal Run Rate}} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dimana:

- a. *No of Produce* adalah jumlah produksi yang didapatkan dalam rentang waktu tertentu.
- b. *Operating time* adalah waktu peralatan tersebut siap untuk berproduksi.
- c. *Ideal Run Rate* adalah kecepatan berproduksi yang ideal dari peralatan tersebut sesuai dengan desain yang dimilikinya.

2.2.3.3 Quality.

Dalam quality ini menunjukkan persentase antara jumlah produk yang baik dibagi dengan semua hasil produksi total termasuk yang *reject*. Dalam pengukuran ini tidak dimasukkan faktor *availability* dan *performance*.

$$\text{Quality} = \frac{\text{Total jumlah produk} - \text{Jumlah reject}}{\text{Total jumlah Produk}} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dengan mengetahui Total produk yang dihasilkan dan jumlah barang reject yang dihasilkan dalam rentang waktu tertentu maka nilai dari quality ini akan diketahui.

2.2.3.4 Overall Equipment Effectiveness.

Dengan diketahuinya faktor – faktor yang membuat nilai OEE maka perhitungan OEE tinggal mengalikan saja dari faktor-faktor di atas menjadi seperti berikut.

$$\text{OEE}(\%) = \text{Availability}(\%) \times \text{Performance}(\%) \times \text{Quality}(\%) \quad (2.6)$$

2.3. Teori Sistem Dinamik.

Sistem dinamis adalah sistem yang berubah dari waktu ke waktu dan perubahannya mengikuti pola tertentu yang teratur secara periodik. Di sini terlihat bahwa waktu memainkan peranan yang penting bersama variable-variabel yang digunakan untuk menggambarkan perubahan-perubahan yang terjadi dalam sistem. Sistem dinamis adalah suatu metode untuk memahami berbagai masalah yang timbul karena adanya dinamika pada sistem. Metode ini lebih menekankan pada memahami bagaimana perilaku sistem terjadi dan

mempelajari strukturnya. Sistem dinamis lebih berorientasi pada proses daripada hasil yang diperoleh.

Adanya dinamika pada sistem akan menyebabkan terjadinya perubahan perilaku sistem. Dengan memahami perubahan perilaku sistem ini tentunya akan dapat dipelajari struktur sistem. Dengan demikian dapat dilakukan perancangan kebijaksanaan untuk mengendalikan dan mempengaruhi perilaku sistem sehingga dapat memperbaiki performen sistem kearah yang lebih baik.

2.3.1. Perilaku Sistem.

Perilaku sistem merupakan kumpulan tindakan atau aktivitas sistem dalam bentuk keluaran yang disebabkan karena faktor internal dan mungkin eksternal. Faktor-faktor eksternal terjadi karena sistem berinteraksi dengan lingkungan atau mendapatkan rangsangan dari luar yang berbebtuk respon. Tidak semua elemen lingkungan mempengaruhi perilaku sistem tersebut, dimana elemen yang relevan dan berarti terhadap perilaku sistem disebut kondisi lingkungan.

Dengan memahami perilaku sistem dari *effectiveness* peralatan yang digunakan dalam proses produksi minyak bumi maka akan didapatkan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya. Sehingga dapat diambil kebijakan untuk meningkatkan *effectiveness* dari peralatan tersebut, yaitu dengan cara memperbaiki perilaku dari sistem sesuai dengan yang diinginkan.

2.3.2. Pembentukan Model.

Dalam pembentukan model yang perlu diketahui adalah batasan – batasan yang memisahkan antara sistem dengan lingkungannya dan menetapkan komponen-komponen pembentuk sistem tersebut yang akan diikutkan dalam model atau tidak. Kemudian harus diperhatikan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perilaku sistem.

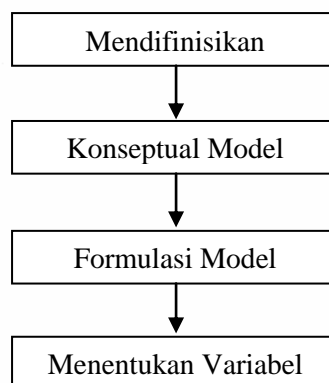
Kriteria yang harus dipenuhi dalam pembentukan suatu model dari suatu sistem adalah :

1. Model harus mewakili sistem nyata
2. Model merupakan penyederhanaan dan kompleknya sistem, sehingga diperbolehkan adanya penyimpangan pada batas-batas tertentu.

Untuk itu langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam pembuatan suatu model adalah :

1. Mendefinisikan masalah, yaitu menjelaskan tujuan pemakaian model, dan apabila mekanisme model dianggap benar maka proses dalam pemodelan akan lancar.
2. Konseptual model menunjukkan antar variable yang menentukan perilaku sistem. Model ini menguraikan tentang tujuan studi yaitu memberikan indikasi performa apa yang ingin dicapai kemudian memberikan kerangka yang membentuk formasi tersebut.
3. Formulasi model adalah proses merumuskan perilaku model dalam fungsi suatu variable terhadap variable lainnya. Formulasi model merupakan suatu usaha dalam membangun model formal yang menunjukkan ukuran performa sistem.
4. Menentukan variabel-variabel yang signifikan dalam mempengaruhi sistem dan menyelidiki interelasi antar variable.

Untuk lebih mudahnya dalam mengerti urutan-urutan dari langkah pembentukan model di atas dapat dilihat dalam flow diagram gambar 2.1 di bawah.



Gambar 2.1 Flow Proses Pembuatan Model

2.3.3. Pemodelan Dengan Sistem Dinamis.

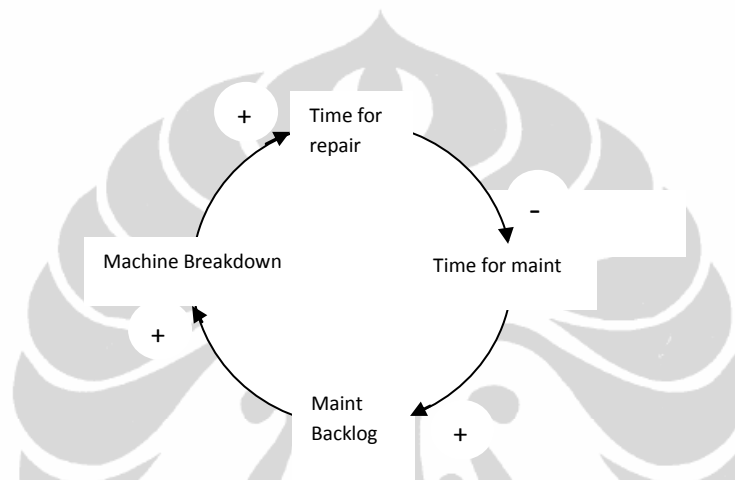
Memodelkan sistem dinamik yang merupakan sistem yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu, mempunyai beberapa tahap yang mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menyusun diagram sistem dalam tingkatan yang tinggi yang menggambarkan bagian-bagian utama dari model simulasi yang akan dibuat. Diagram ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan *Causal Loop Diagram* (CLD). Dengan adanya diagram sistem tingkat tinggi ini pemodel akan memiliki gambaran mengenai komponen-komponen sistem yang dapat membantu dalam memilih komponen-komponen yang kiranya perlu disertakan ke dalam model.
2. Mendefinisikan tipe-tipe variabel seperti *stock*, *flow*, *auxiliary* dan sebagainya dan membuat diagram alir (*stock – flow diagram*), yang dapat dilakukan dengan mengacu pada *Causal Loop Diagram* yang telah dibuat sebelumnya. Variabel-wariabel yang telah kita pilih dan definisikan hubungan kausalitasnya pada tahap pembuatan CLD ditentukan apakah tergolong *stock*, *flow* atau *auxiliary*.
3. Mengumpulkan data detail yang relevan yang akan digunakan sebagai masukan dalam proses simulasi.
4. Membuat model simulasi computer berdasarkan CLD maupun SFD yang telah dibuat sebelumnya. Langkah ini melibatkan perangkat piranti lunak Powersim.

2.3.3.1. Causal Loop Diagram (CLD).

Dalam CLD hubungan kausalitas antara variabel digambarkan dengan tanda panah dari variabel yang mempengaruhi kepada variabel yang dipengaruhi. Setiap tanda panah diberikan simbol plus (+) atau minus (-) yang menggaambarkan polaritas hubungan tersebut. Polaritas plus (+) menunjukkan hubungan yang memperkuat yang artinya setiap pertumbuhan pada variabel yang mempengaruhi akan menyebabkan pula pertumbuhan dari variabel yang dipengaruhi, dan setiap penurunan variabel yang mempengaruhi akan

mengakibatkan penurunan pula pada variabel yang dipengaruhi. Sebaliknya polaritas minus (-) menunjukkan hubungan yang melemahkan, yang artinya setiap pertumbuhan pada variabel yang mempengaruhi akan mengakibatkan penurunan pada variabel yang dipengaruhi dan setiap penurunan variabel yang mempengaruhi akan mengakibatkan pertumbuhan pada variabel yang dipengaruhi, dan begitu seterusnya. Gambar 2.2 adalah contoh sederhana dari kausal positif yang menggambarkan hubungan yang saling memperkuat.



Gambar 2.2 Causal Loop Diagram

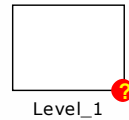
Dalam contoh di gambar 2.2 menunjukkan adanya kausal positif dalam suatu jumlah mesin yang *breakdown* bahwa dengan semakin banyak maintenance yang backlog maka akan memperbesar jumlah mesin yang *breakdown* yang selanjutnya akan menyebabkan waktu untuk perbaikan harus lebih banyak lagi.

Kausal yang negative dapat mengambil contoh seperti gambar 2.2. Dalam contoh ini diambil contoh tentang waktu untuk repair bertambah akan mengurangi waktu untuk pemeliharaan.

2.3.3.2. Stock Flow Diagram (SFD)

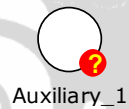
Dalam stock flow diagram terdapat sejumlah komponen yang diwakili oleh simbolnya masing-masing, simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut :

1. Level / Stock, mewakili variabel yang berfungsi sebagai stock /level : yaitu seperti sebagai penampung dari masukan dan keluaran, misalnya dalam contoh di atas bahwa Mesin Breakdown yang akan ditampung dalam stock ini.



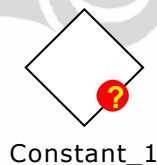
Gambar 2.3 Level / Stock

2. Auxiliary, mewakili variabel yang berfungsi sebagai perantara antara stock dan flow atau auxiliary lainnya, misalnya dalam sistem pemeliharaan waktu untuk perbaikan akan menjadi perantara.



Gambar 2.4 Auxiliary

3. Konstanta, mewakili variabel yang nilainya bersifat konstan dalam arti kata tidak berubah selama simulasi berlangsung, misalnya waktu total untuk pelaksanaan pemeliharaan adalah konstan.



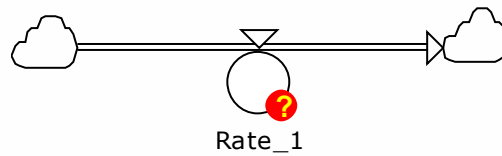
Gambar 2.5 Konstanta

4. Flow tanpa rate, mewakili aliran material / informasi baik menuju ataupun meninggalkan sebuah stock/level.



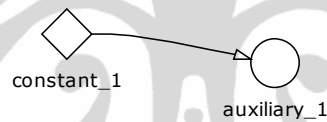
Gambar 2.6 Flow Tanpa Rate

5. Flow dengan rate, mendefinisikan secara lebih specific aliran material / informasi baik menuju atau meninggalkan sebuah stock / level.



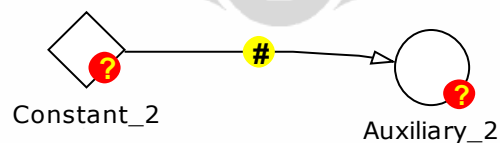
Gambar 2.7 Flow Dengan Rate

6. Link, menggambarkan terdapatnya hubungan antara *stock*, *flow* maupun *auxiliary*



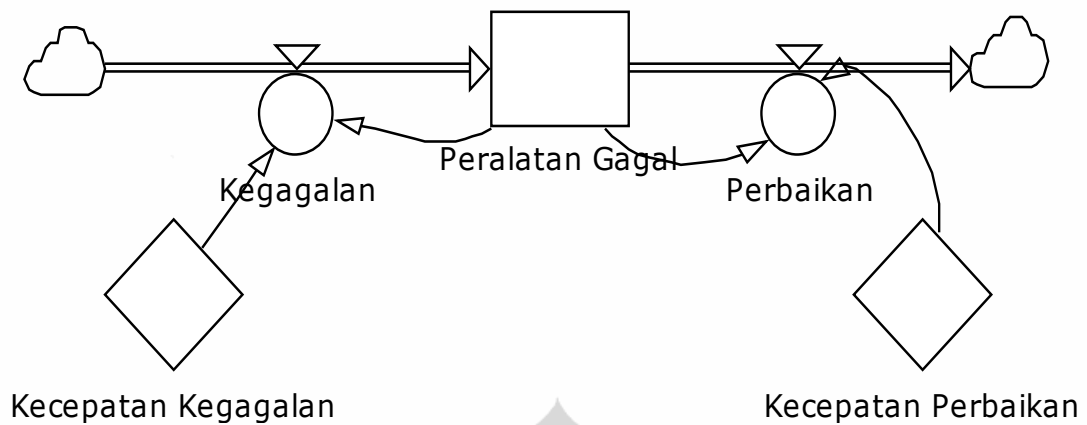
Gambar 2.8 Link

7. Link dengan delay, menggambarkan hubungan antara *stock*, *flow* maupun *auxiliary* yang disertai dengan jeda / *delay*.



Gambar 2.9 Link Dengan Delay

Gambar 2.10 adalah sebuah contoh sederhana dari model sistem dinamis yang menggambarkan stock dari kegagalan suatu peralatan.



Gambar 2.10 Contoh Diagram Stock and Flow

Dalam contoh ini diperlihatkan bagaimana jumlah peralatan yang gagal apabila laju kegagalan dan laju perbaikan didapatkan. Maka jika model dijalankan akan didapatkan jumlah peralatan yang rusak setiap saat.

2.4. Failure Mode and Effect Analysis.

Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu teknik rekayasa yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan dan membuang potensi masalah dari suatu sistem, desain dan poses sebelum kegagalan tersebut teridentifikasi konsumen [Omdal, 1988, Stamatis 1995]. Definisi lain menurut British Standard adalah Suatu metode analisa keandalan yang ditujukan untuk mengidentifikasi kegagalan yang memiliki konsekuensi pengaruh terhadap fungsionalitas dari suatu sistem [Hawkins and Woolons, 1998]. Istilah *failure mode* yang menjadi sentral dalam tradisional / konvensional FMEA menurut beberapa sumber memiliki arti yang beragam. Menurut *Automotive Industry Action Group* (AIAG), *failure mode* berarti suatu cara bagaimana suatu produk atau proses dapat mengalami kegagalan untuk menjalankan fungsi yang menjadi targetnya. Sedangkan menurut MIL-STD-1629A tahun 1995 *failure mode* berarti deskripsi suatu sebab akibat yang tidak diinginkan dari suatu rantai kejadian.

Dalam analisa tesis ini menggunakan FMEA sebagai tool untuk mencari sebab akibat dan solusi untuk memecahkan masalah dalam peningkatan performance dari suatu peralatan dalam rangka menjaga kelanjutan dari proses produksi minyak dan gas bumi di suatu lapangan lepas pantai. Dan dalam proses FMEA dalam garis besarnya ada tiga fase yang harus dilalui, seperti dalam tabel 2.2. di bawah.

Tabel 2.2 Tiga Fase Analisa FMEA

Fase	Pertanyaan	Hasil
Identifikasi	Apa ada yang salah	Kegagalan : Sebab Akibat
Analisa	Bagaimana kegagalan terjadi & apa konsekuensinya	Evaluasi Prioritas resiko
Tindakan	Apa yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak dan sebab dari kegagalan	Redesain sistem, proses, modifikasi SOP dan sebagainya

2.4.1 Tipe FMEA dan Keuntungan Pemakaian.

Beberapa tipe *Failure Mode Effect Analysis* yang dibedakan berdasarkan kegunaanya adalah sebagai berikut :

- 1 *System FMEA* : digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem pada tahap desain awal. Fokus pada potential failure mode yang berhubungan dengan fungsi sistem dan subsistem.
- 2 *Design FMEA* : digunakan untuk menganalisa produk sebelum diproduksi. Suatu FMEA untuk desain fokus pada potential failure modes yang disebabkan oleh kekurangan dalam desain.
- 3 *Process FMEA* : digunakan untuk menganalisa proses produksi, perakitan dan kegiatan transaksi. Suatu FMEA untuk proses fokus pada potential failure modes yang disebabkan oleh kekurangan dalam proses.

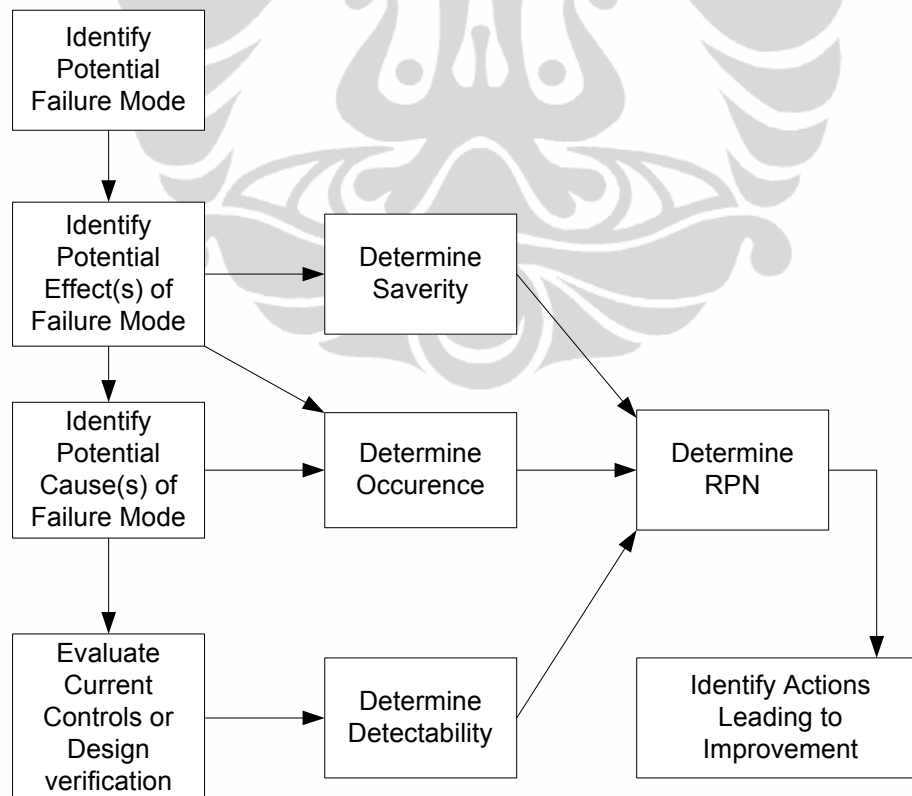
Dalam tesis ini akan digunakan Proses FMEA untuk menganalisa faktor faktor penyebab adanya kerugian. Penggunaan proses ini karena dalam sistem ini adalah proses yang sudah berjalan dan menghasilkan produk.

Dalam penggunaan tool FMEA tentunya memberikan beberapa keuntungan antara lain sebagai berikut :

1. Meningkatkan kualitas, kehandalan dan keamanan produk
2. Membantu meningkatkan kepuasan customer (internal dan eksternal)
3. Mendokumentasi dan melacak tindakan yang diambil untuk mengurangi resiko

2.4.2. Langkah-langkah Failure Modes Effect Analysis (FMEA)

Dalam pelaksanaan FMEA pada dasarnya mempunyai beberapa langkah yang bisa diikuti untuk mendapatkan hasil. Adapun langkah – langkah tersebut dapat di jelaskan dalam diagram di bawah. (gambar 2.11)



Sumber : Potential Failure Mode and Effect Analysis Reference, AIAG, 1995

Gambar 2.11 FMEA Road Map

Dari road map tersebut bisa dijelaskan bahwa langkah pertama dalam FMEA adalah mengidentifikasi potensial – potensial yang ada yaitu; potensial kegagalan, potensial efek dari failure modes, potensial penyebab dari failure modes dan evaluasi kontrol yang ada atau verifikasi desain. Langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat keparahan , tingkat keseringan terjadi dan tingkat bisa di deteksi atau tidaknya

Dan selanjutnya akan diteruskan dengan menghitung Risk Priority Number untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan.

2.4.3 Risk Priority Number (RPN).

Risk Priority Number adalah suatu bentuk nilai yang akan menunjukkan prioritas yang harus dilakukan improvement / perbaiki dari suatu sistem supaya tidak terjadi kegagalan. Adapun nilai RPN diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$RPN = Severity Rating \times Occurrence Rating \times Detection Rating \quad (2.7)$$

Dimana :

1. *Severity Rating* : Tingkat keseriusan akibat dari *failure modes* tersebut dan diberikan rating nilai antara 1 – 10 (1 : tidak berpengaruh dan 10 : sangat berpengaruh / kritis)
2. *Occurrence Rating* : Tingkat kegagalan selama masa guna sistem, desain atau proses, nilai dalam bentuk rating antara 1 – 10 (1 : jarang terjadi hampir tidak pernah dan 10 : sulit untuk dihindari terjadinya)
3. *Detection Rating* : Tingkat kemudahan dalam mendeteksi suatu kegagalan, dan diberikan nilai antara 1 – 10 (1 : terjadinya pasti terdeteksi dan 10 : kegagalan hampir pasti tidak terdeteksi).

Dan sebagai acuan dalam membuat rating tersebut dapat diambil dalam tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Nilai Failure Mode and Effect Analysis

Nilai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Occurrence	Hampir tidak pernah terjadi		Sangat jarang terjadi, relative sedikit			Kadang-kadang terjadi (moderate)		Sering terjadi (High)	Sulit untuk dihindari (very high)	
Severity	Tidak berpengaruh	Sedikit berpengaruh, tidak terlalu kritis		Cukup berpengaruh (cukup kritis)			Sangat berpengaruh, kritis		Pasti berpengaruh, sangat merugikan	
Detection	Pasti terdeteksi		Kemungkinan besar terdeteksi		Mungkin terdeteksi		Kemungkinan kecil terdeteksi		Mungkin tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

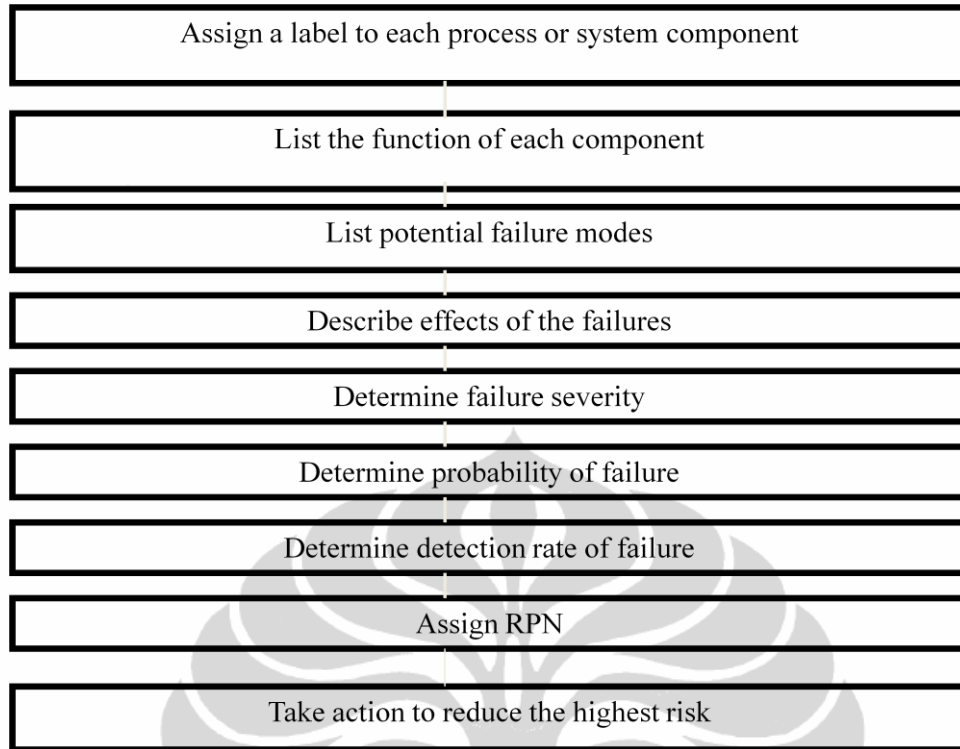
Sumber : Potential Failure Mode and Effect Analysis Reference, AIAG, 1995

2.4.4 FMEA Prosedur

Dalam membuat FMEA ada beberapa prosedur atau guide line untuk membuat. Prosedure tersebut adalah.

1. Buat kolom-kolom dalam sebuah spreadsheet. Beri nama masing-masing kolom tersebut sebagai berikut : *Modes of Failure*, *Cause of Failure*, *Effect of Failure*, *Frequency of Occurrence*, *Degree of Severity*, *Chance of Detection*, *Risk Priority Number (RPN)*, dan *Rank*
2. Identifikasi semua *modes of failure* (modus kegagalan) yang mungkin, dapat dilakukan dengan *brainstorming* atau hasil dokumentasi dari diagram CFME
3. Identifikasi semua penyebab kegagalan yang mungkin untuk setiap modus kegagalan (*modes of failure*) di atas
4. Tentukan efek dari tiap kegagalan tersebut. Identifikasi akibat potensial dari kegagalan terhadap pelanggan, produk, dan proses

Dan berikut adalah flow dari prosedur di atas.



Sumber : Potential Failure Mode and Effect Analysis Reference, AIAG, 1995

Gambar 2.12 FMEA Flow Chart