

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis Kerusakan**

Menurut Ansor (2013), Analisa kerusakan digunakan untuk mendeteksi sumber penyebab dari kerusakan yang muncul seringkali terjadi kesalahan pada saat mengidentifikasi sumber dari kerusakan sebuah komponen, lebih-lebih satu sistem peralatan yang terdiri dari puluhan atau bahkan ratusan komponen. Sehingga sesaat setelah dilakukan tindakan perawatan berupatindakan pencegahan dan perbaikan, peralatan masih belum memberikan performa sesuai yang diharapkan. Karena itu dibutuhkan alat bantu untuk mendeteksi sekaligus melakukan analisa terhadap kerusakan yang sistematis agar diperoleh keputusan yang tepat.

##### **2.1.1 Identifikasi Potensi Risiko Kerusakan**

Risiko potensial adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dengan dampak negatif terhadap suatu sistem/operasi. Potensial risiko dapat berakibat terjadinya suatu kegagalan dan kerusakan yang pada akhirnya menyebabkan suatu bahaya. Hasil yang akan diperoleh dari identifikasi potensial risiko adalah skala yang menunjukkan tingkat pengaruh risiko dan bahaya yang dapat dijelaskan sebagaimana berikut :

###### **a. Skala Umum**

###### **- Skala Luas**

Pada skala ini, kejadian yang tidak diinginkan berdampak pada terhentinya kegiatan produksi dan proses peralatan, disamping itu pengaruh yang terjadi memiliki jangkauan luas dan membahayakan terhadap lingkungan dan manusia.

###### **- Skala Menengah**

Pada Klarifikasi ini, kejadian yang tidak diinginkan berdampak pada tidak berjalannya kegiatan operasional dan kelangsungan produksi secara teknis dan manajemen.

###### **- Skala Rendah**

Kejadian yang tidak dikehendaki hanya berdampak pada peralatan di area sekitarnya dalam bentuk gangguan kegagalan maupun kerusakan

b. Skala Khusus

- Makro (Mekanikal/Fisikal)

Kondisi yang terjadi merupakan asal dan sebab terjadinya kegagalan dan kerusakan yang berakibat terjadinya risiko dan bahaya yang dapat dilihat tanpa alat bantu khusus seperti temperatur tinggi/rendah, tekanan tinggi/rendah benturan dan gesekan getaran, persinggungan antar material, laju dan jenis aliran fluida, kelokan dan lengkungan, terkonsentrasinya material/fluida dan potensial korosi/erosi/kelelahan serta lainnya.

- Mikro (Karakteristik/Komposisi Material)

Kondisi yang terjadi merupakan asal dan sebab terjadinya kegagalan dan kerusakan yang berakibat terjadinya risiko dan bahaya yang dapat dilihat dengan alat bantu khusus karena berhubungan struktur, karakter dan komposisi material seperti ruang kosong, pertumbuhan kristal, batas butir/kristal, pengerasan permukaan/struktur dalam dan komposisi struktur material/antar material serta lainnya.

### **2.1.2 Penyebab Risiko dan Bahaya**

Penyebab dari risiko dan bahaya dapat menyebabkan kegagalan atau kerusakan. Kegagalan merupakan tidak berfungsi/bekerja/beroperasinya suatu sistem sebagaimana mestinya akibat sebab tertentu. Kegagalan dapat disebabkan oleh :

- Kegagalan desain dan konstruksi
- Kegagalan bahan dan fabrikasi
- Kegagalan instalasi/pemasangan
- Kegagalan perawatan
- Kegagalan pemantauan selama operasi
- Kegagalan sumber daya manusia
- Kegagalan pada prediksi situasi dan kondisi sekitar

## **2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan dengan menentukan mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan hal ini untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineer* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem. Secara umum, *Failure Mode and Effect Analysis* didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu :

1. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya.
2. Efek dari kegagalan tersebut.
3. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan penyebab kegagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan sistem, desain, dan proses. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam sebuah industri manufaktur, yaitu :

1. *System*, berfokus pada fungsi sistem secara global
2. *Design*, berfokus pada desain produk
3. *Process*, berfokus pada proses produksi, dan perakitan
4. *Service*, berfokus pada fungsi jasa
5. *Software*, berfokus pada fungsi *software*

### **2.2.1 Tujuan FMEA**

Berikut ini adalah tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan *FMEA* :

1. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
3. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses

4. Untuk membantu fokus *engineer* dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Dari penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* pada perusahaan, maka akan dapat diperoleh keuntungan -keuntungan yang sangat bermanfaat untuk perusahaan, antara lain:

1. Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk.
2. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan.
4. Mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk.
5. Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko.
6. Membantu menganalisis proses manufaktur baru.
7. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
8. Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para *engineer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
9. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses. Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

### **2.2.2 Prosedur *FMEA***

Menurut Juliana dkk (2017), Bentuk kegiatan *FMEA* adalah tidaklah baku. Setiap perusahaan memiliki bentuknya masing-masing untuk mencerminkan kepentingan organisasi dan permasalahan pada pelanggan. Arah kriteria nilai juga tidak bersifat universal jadi tidak ada standar yang tetap. Sistem kriteria nilai setiap perusahaan mencerminkan kepentingan organisasi, proses, produk dan kebutuhan pelanggan.

Pada umumnya, ada dua cara untuk memformulasikan panduan pengkelasan, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Di pihak lain, nilai numeriknya bisa dari 1 sampai 5 atau 1 sampai 10, dan kisaran 1 sampai 10 lebih sering

digunakan. Sebenarnya tidak ada panduan pengkelasan atau penetapan kriteria nilai tertentu dalam kegiatan *FMEA*.

Bentuk umum yang biasanya digunakan dalam kegiatan *FMEA* dibagi 3 bagian. Bagian pertama, poin 1 sampai 9 mencerminkan pendahuluan. Tidak ada satupun dari poin tersebut yang merupakan keharusan, tetapi memang menambah informasi untuk kegiatan *FMEA* dan memberikan informasi yang penting yang mungkin dibutuhkan dalam latihan penyusunan *FMEA*.

Bagian kedua mencakup poin 10 sampai 23. Poin-poin ini merupakan hal yang penting untuk kegiatan *FMEA*. Urutan kolom mungkin bisa berubah, dan mungkin jumlah kolom bisa bertambah tetapi tidak ada kolom yang bisa diganti poin 10 sampai 23 bisa dipandang sebagai inti dari kegiatan proses *FMEA*.

Bagian ketiga, poin 24 dan 25 adalah bagian yang memberikan ciri pada proses penyelesaian kegiatan *FMEA*. Meskipun bukan keharusan, tapi mencerminkan kepemilikan dan pertanggung jawaban sebuah tim untuk menangani proyek penyusunan jam kerja *FMEA*. Pencil ini bisa dianggap sebagai penutup *FMEA*.

Seluruh nomer di dalam kurung merupakan nomor-nomor yang ditandai untuk mendiskusikan bentuk. Berikut ini adalah urutannya :

1. Proses Identifikasi (1)

Mengidentifikasi proses atau merancang nama atau nomor-nomor referensi atau kode proses yang sesuai.

2. Nama Bagian (1A)

Dalam hal tertentu nama atau nomor bagian diidentifikasi. Biasanya nomor bagian pelaksanaannya terakhir yang diidentifikasi.

3. *Manufacturing and/or Design Responsibility* (2)

Menyebutkan tanggung jawab utama untuk sebuah proses (mesin, material dan sebagainya). Menyebutkan aktifitas yang berpengaruh pada desain sistem, rancang bangun serta komponennya jika ada. Ini harus digunakan untuk titik referensi silang desain atau rancang bangun.

4. Tanggung jawab personal (2A)  
Kadang-kadang perlu menyebutkan orang yang bertanggung jawab atas kegiatan FMEA.
5. Keterkaitan dengan area lain (3)  
Mentionkan nama orang lain atau aktifitas (dalam organisasi) yang mempengaruhi atau terlihat dalam rancang bangun bagian tersebut.
6. *Involvement of Suppliers or Others* (4)  
Mengidentifikasi orang lain, supplier dan hal-hal diluar organisasi yang mempengaruhi desain dari yang terlibat dalam desain bagian, manufaktur atau rancang bangun.
7. *Model or Product* (5)  
Mentionkan model atau produk beserta prosesnya (manufaktur dan rancang bangun)
8. *Engineering Release Date* (6)  
Mengidentifikasi tanggal (hari-bulan-tahun) yang sudah dijadwalkan untuk peluncuran produk.
9. Tanggal Produksi Fungsi (6A)  
Mengidentifikasi tanggal-tanggal pada (hari-bulan-tahun) dan sebagai tinjauan bisa menggunakan tanggal untuk laporan dan sebagainya.
10. *Prepared by* (7)  
Pada umumnya, nama pelaksana proses yang bertanggung jawab atas FMEA dicatat.
11. *FMEA date original* (8)  
Mencatat tanggal (hari-bulan-tahun) mulai dari awal pelaksanaan kegiatan FMEA.
12. *FMEA date-revision* (9)  
Mencatat tanggal (hari-bulan-tahun) revisi terakhir.
13. Proses *Function* (10)  
Menjelaskan fungsi dan proses yang akan dilaksanakan, fungsi ini biasanya dilihat dari spesifikasi desain.

14. *Potential Failure Mode* (11)

Kecenderungan kegagalan potensial, tentang hilangnya fungsi proses kegagalan spesifik. Kegagalan proses terjadi jika sebuah produk tidak cukup terlindung dan resiko rugi, kegagalan untuk melaksanakan fungsinya secara aman (seperti yang didefinisikan pada spesifikasi pekerjaan), atau kegagalan untuk mengurangi konsekuensi yang tak ada terelakkan.

15. *Potential Effect of Failure* (12)

Efek potensial dari suatu kegagalan adalah konsekuensi kegagalannya untuk proses, operasi, produk, pelanggan atau aturan pemerintah di masa yang akan datang. Pertanyaan yang biasanya muncul adalah : "Apa pengalaman yang terjadi yang merupakan akibat dari kecenderungan kegagalan?"

16. *Critical Charateristic* (13)

Berisikan karakter-karakter kritis yang biasanya berhubungan dengan desain *FMEA* karena perangkat keras yang dibuat telah melewati tahap desain terlebih dahulu.

17. *Severity of Effects* (14)

Keseriusan adalah tingkatan yang mengindikasi keseriusan efek kecenderungan kegagalan proses yang potensial. Keseriusan diterapkan pada efek kecenderungan kegagalan.

18. *Potential Cause of Failure* (15)

Penyebab kecenderungan kegagalan proses adalah defisiensi yang mengakibatkan kecenderungan kegagalan. Beberapa teknik yang bisa digunakan diantaranya adalah *brainstorming*, *Fishbone Diagram*, *FTA*, analisa sebab akibat, analisa diagram blok dan labelafinitas.

19. *Occurance* (16)

Frekuensi kejadian adalah nilai yang berkaitan dengan perkiraan frekuensi dan atau jumlah kumulatif kegagalan yang bisa terjadi karena sebab-sebab tertentu terhadap sejumlah komponen yang diproduksi pada tingkat control tertentu, (biasanya hal inintergantung pada proses desainya). Untuk mengidentifikasi frekuensi setiap sebab seseorang bisa

menggunakan model matematis (di luar cakupan skripsi ini) atau menggunakan jumlah kumulatif dan kegagalan komponen seperti yang diterapkan pada skripsi ini.

20. *Detection Method (17)*

Merupakan metode pengujian, prosedur analisa yang digunakan untuk pendeteksian suatu kegagalan, ini sangat beragam diantaranya ada yang dengan cara *brainstorming*, audit, metode sampel secara statistik atau teknik lain yang lebih spesifik seperti finite elemen analisis, *military standart* dan lain-lain.

21. *Detection (18)*

Deteksi adalah nilai yang berhubungan dengan nilai dimana pengendalian proses untuk mendeteksi akar kecenderungan kegagalan tertentu sebelum suatu komponen meninggalkan area manufaktur. Untuk mengidentifikasi nilai deteksi, seseorang harus memperkirakan kemampuan setiap kontrol yang diidentifikasi dalam poin 17 untuk mendeteksi sebelum sampai kepada pelanggan.

22. *Risk Priority Number (RPN) (19)*

Angka ini merupakan hasil perkalian dan keseriusan (*severity*), frekuensi (*occurance*), dan deteksi (*detection*). RPN membatasi prioritas kegagalan dan memberikan susunan rangking, dan nilai suatu modus kesalahan atau kegagalan yang timbul. Dalam tujuan *FMEA* harus selalu diketahui bahwa tujuan kegiatannya ialah penurunan nilai RPN dengan tindakan yang dilakukan.

23. *Recommended Action (20)*

Tujuan rekomendasi tindakan pada *FMEA* adalah mengurangi tingkat keseriusan, dan nilai frekuensi yang timbul serta meningkatkan kemampuan deteksi terhadap modus kesalahan atau kegagalan.

24. *Responsible Area or Person and Completion Date (21)*

Memberikan informasi orang atau bidang yang bertanggung jawab dan tanggal pencapaian target untuk tindakan yang direkomendasikan.



25. *Action Taken (22)*

Hal ini merupakan tindak lanjut dan rekomendasi dan tidak berarti suatu yang telah dilaksanakan. Hal ini yang ditujukan untuk memberikan arahan kepada pelaksana, tindakan apa saja yang harus diambil apabila timbul suatu modus kesalahan atau kegagalan.

26. *Revised RPN (23)*

Tim *FMEA* akan mengevaluasi atau mengkaji ulang konsekuensi tingkat keseriusan, nilai frekuensi dan deteksi yang dilakukan sebelumnya. Kemudian dilakukan perhitungan RPN baru untuk kemudian dilakukan penelitian setelah modus kesalahan atau kegagalan ditindak lanjuti. Sekarang kita dapat melihat perubahan bahwa modus kesalahan atau kegagalan yang saat pertama dinilai kini tidak lagi menjadi prioritas utama dan modus kesalahan atau kegagalan lainnya yang dulu lebih rendah mungkin sekarang mendapatkan prioritas utama. Hal ini merupakan tindakan yang mengarah ke perbaikan berkelanjutan.

27. *Approval Signatures (24)*

Mendefinisikan wewenang untuk mengolah *FMEA*. Nama dan judul tergantung pada organisasi. Nama yang khas mungkin adalah manajer pelaksana.

28. *Concurrance Signatures (25)*

Mendefinisikan tanggung jawab untuk kewenangan penyempurnaan dan implementasi *FMEA*.

Pada penelitian ini, poin-poin yang digunakan dalam proses kegiatan *FMEA* dibagi menjadi 3 bagian. Yaitu :

- a. Pendahuluan. Yang berisi tentang pembahasan kegiatan *FMEA*, tempat dan waktu kegiatan *FMEA* dan anggota tim kegiatan *FMEA*.
- b. Penentuan kegiatan inti. Yang berisi tentang identifikasi proses *FMEA* meliputi penentuan *part* atau bagian, *failure mode*, *failure cause*, *failure effect*, penilaian *severity*, penilaian *occurrence*, penilaian *detection* dan penentuan hasil *risk priority number (RPN)*.
- c. Usulan perbaikan

### 2.2.3 Menentukan *Severity*, *Occurrence*, *Detection* dan RPN

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim *FMEA* harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number*.

#### a. *Severity*

*Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di rating mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk dan penentuan terhadap rating terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 *Severity Rating*

AKIBAT	KRITERIA	RANK
Berbahaya tanpa peringatan	Mungkin berbahaya bagi mesin atau operator perakitan. Memiliki ranking kehebatan tinggi ketika modus kegagalan potensial yang mempengaruhi operasi yang aman dan / atau melibatkan tidak terpenuhinya regulasi yang ada. Kegagalan akan terjadi tanpa ada peringatan sebelumnya	10
Berbahaya dengan peringatan	Mungkin berbahaya bagi mesin atau operator perakitan. Memiliki ranking kehebatan tinggi ketika modus kegagalan potensial terjadi yang mempengaruhi operasi yang aman dan/atau melibatkan tidak terpenuhinya regulasi yang ada. Kegagalan akan terjadi didahului peringatan sebelumnya	9
Sangat tinggi	Gangguan utama terhadap garis produksi. 100% produk mungkin memiliki goresan. <i>Item</i> tidak dapat dioperasikan, kehilangan fungsi utama. Pelanggan sangat kecewa.	8
Tinggi	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus dipilih dan memiliki goresan. <i>Item</i> bisa beroperasi tapi dengan level pengoperasian yang berkurang. Pelanggan kecewa.	7
<i>Moderate</i>	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin memiliki goresan (tanpa penyortiran). <i>Item</i> bisa beroperasi tapi beberapa item yang nyaman tidak bisa dioperasikan. Pelanggan memiliki pengalaman ketidaknyamanan.	6
Rendah	Gangguan minor terhadap garis produksi. 100% produk mungkin harus di <i>re-work</i> . <i>Item</i> dapat beroperasi, akan	5

	tetapi beberapa item dapat dioperasikan dengan nyaman dalam level	
Performa berkurang	Pengalaman pelanggan berupa ketidakpuasan. Sangat rendah Gangguan minor terhadap garis produksi. Produk mungkin perlu untuk di sortir dan porsi untuk di <i>rework</i> . Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan.	4
Minor	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus di <i>re-work</i> secara <i>on-line</i> , tapi diluar stasiun kerja. Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan.	3
Sangat minor	Gangguan minor terhadap garis produksi. Porsi dari produk mungkin harus di <i>re-work</i> secara <i>on-line</i> , tapi diluar stasiun kerja. Penyesuaian yang kecil tidak sesuai. Kecacatan diketahui oleh pelanggan tertentu.	2
Tidak ada	Tidak ada efek	1

Sumber : Besterfield (1999)

b. *Occurrence*

Apabila sudah ditentukan rating pada proses *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurrence*. *Occurrence* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Penentuan nilai *occurrence* bisa dilihat berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 *Occurance Rating*

<b>PROBABILITY</b>	<b>POSSIBLE RATES</b>	<b>RANK</b>
Sangat tinggi : Kegagalan hampir tak dapat dihindari	>1 dalam 2	10
	1 dalam 3	9
Tinggi : Secara general berasosiasi dengan proses sebelumnya yang sering gagal	1 dalam 8	8
	1 dalam 20	7
Moderat : Secara general berasosiasi dengan proses sebelumnya yang memiliki	1 dalam 80	6
	1 dalam 400	5
kegagalan yang kadang kadang terjadi	1 dalam 2000	4
Rendah : Kegagalan yang kecil berasosiasi dengan proses yang sama	1 dalam 15000	3
Sangat rendah : Hanya Kegagalan yang kecil berasosiasi dengan proses yang hampir identik	1 dalam 150000	2

<i>Remote</i> : Kegagalan tidak boleh terjadi. Tidak ada kegagalan yang pernah berasosiasi dengan proses yang hampir identik	1 dalam 1500000	1
--	-----------------	---

Sumber : Besterfield (1999)

c. *Detection*

Setelah diperoleh nilai *occurance*, selanjutnya adalah menentukan nilai *detection*. *Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Penentuan nilai *detection* bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3. *Detection Rating*

<b>DETEKSI</b>	<b>KRITERIA</b>	<b>RANK</b>
Absolut tak mungkin	Tidak tersedia kendali yang diketahui untuk mendeteksi modus kegagalan	10
Sangat tipis	Sangat tipis kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	9
Tipis	Tipis kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	8
Sangat rendah	Sangat rendah kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	7
Rendah	Rendah kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	6
Cukup	Cukup kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	5
Sedang	Sedang kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	4
Tinggi	Tinggi kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	3
Sangat tinggi	Sangat tinggi kemungkinan kendali sekarang mampu mendeteksi modus kegagalan	2
Hampir pasti	Kontrol saat ini hampir pasti untuk mendeteksi modus kegagalan. Keandalan kendali deteksi diketahui dengan proses yang sama	1

Sumber : Besterfield (1999)

d. RPN

Setelah mendapatkan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*, maka akan diperoleh nilai RPN, dengan cara mengkalikan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*

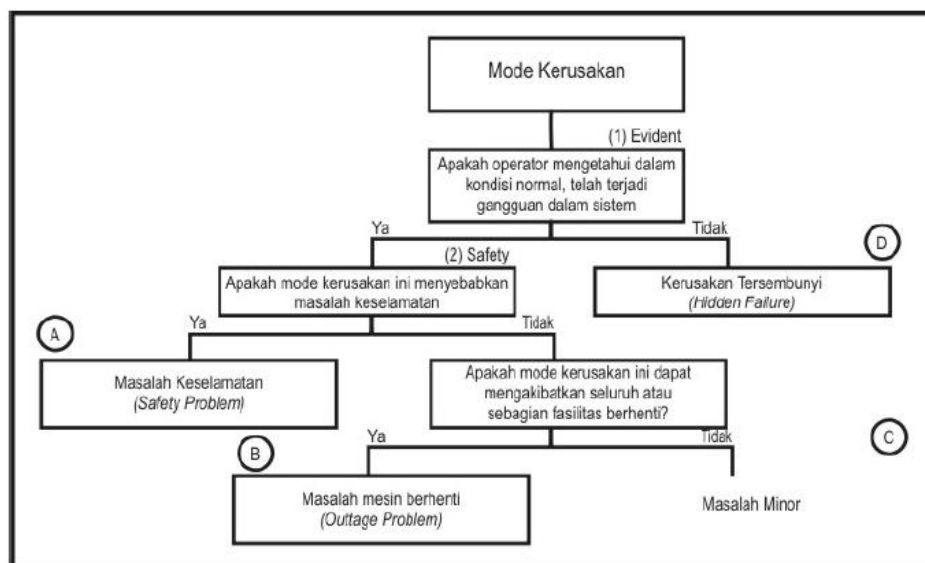
$$\text{RPN} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai yang terendah. Setelah itu, kegiatan proses produksi yang mempunyai nilai RPN besar dan mempunyai peranan penting dalam suatu kegiatan produksi, dilakukan usulan perbaikan untuk menurunkan tingkat kecacatan produk.

### 2.3 Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Prioritas suatu mode kerusakan dapat diketahui dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan dalam LTA ini. Analisis kekritisan menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

- Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam sistem?
- Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan?
- Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti?



Gambar 2.1. Struktur *Logic Tree Analysis*

- d. *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori, yakni:
1. Kategori A (*Safety problem*) jika *failure mode* mempunyai konsekuensi *safety* terhadap personel maupun lingkungan.
  2. Kategori B (*Outage problem*) jika *failure mode* mempunyai konsekuensi terhadap operasional *plant* (mempengaruhi kuantitas ataupun kualitas *output*) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
  3. Kategori C (*Economic problem*), jika *failure mode* tidak berdampak pada *safety* maupun operasional *plant* dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.
  4. Kategori D (*Hidden failure*) jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure*, yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B, dan kategori D/C.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

1. Ratnanto Fitriadi, dkk (2015)

Dalam penelitiannya yang berjudul “*Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Packer Semen Di Tuban IV Dengan Pendekatan FMEA dan LTA*” pada PT. Semen Indonesia. Penelitian ini bertujuan memberikan usulan perbaikan pada performansi mesin packer unit Tuban IV di PT Semen Indonesia. Sistem produksi semen yang kontinyus memberikan konsekuensi bahwa performansi dan keandalan mesin untuk siap berproduksi sangat berpengaruh terhadap kapasitas produksi. Terganggunya kinerja mesin packer akibat tidak beroperasi penuh dengan 8 spout merupakan permasalahan yang ingin diteliti. Kondisi tersebut dipengaruhi karena *buffer, filling tube, air cylinder, rubber house, contactor motor dan bag holder*. Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* melakukan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan dari suatu sistem atau peralatan. *Logic Tree Analysis (LTA)* mengklasifikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori untuk menentukan tingkat prioritas dalam

penangan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya. Dengan membuat *worksheet FMEA* dapat diketahui *failure mode*, *failure cause* dan *effect analysis* dari tidak bekerjanya spout secara optimal. Kemudian dilakukan penentuan nilai *risk priority number* RPN dari *occurrence*, *safety* dan *detection*. Didapatkan 7 *failure mode* yaitu: kantong semen tidak mau lepas dari spout pengisian, pengisian kantong semen tidak bisa penuh dan kantong berputar-putar dalam mesin packer, kantong semen terbang dan pecah dalam mesin packer, breaker motor pada spout trip ketika batas pengisian, kantong semen telat lepas dan spout melempar kantong tidak teratur, spout tidak mau mengisi dan mesin tiba-tiba mati ketika sudah mulai berjalan. Berdasarkan analisa *LTA* mode kegagalan yang berdampak pada kerugian ekonomi adalah lubang aerasi filling tube aus, contactor motor rusak/ kemasukan debu dan slipring bermasalah. Sehingga usulan sistem perawatan yang difokuskan kepada ketiga parts tersebut secara *preventif*.

## 2. Hafidh Munawir, dkk (2014)

Dalam penelitiannya yang berjudul “*Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai Dengan Metode FMEA dan LTA*” pada PT. Primatexco Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan mesin dan usulan perbaikan terhadap Mesin Sizing 1 Baba Sangyo Kikai menggunakan metode *FMEA* dan *LTA*. Dari hasil penelitian diketahui penyebab kerusakan berdasarkan nilai *RPN* tertinggi yaitu : Penjadwalan penggantian bearing braket yang tidak berskala sehingga menyebabkan bearing brake pully ambrol, Kurangnya pemberian pelumas dan kurangnya pembersihan rutin pada bearing sehingga berakibat keausan bearing pada *size box*, Beban pada mesin sizing yang melakukan proses produksi terus menerus demi mengejar target pesanan sehingga mengakibatkan bottom roll ambrol, Kurangnya perbaikan maupun pengecekan pada main motor sehingga menyebabkan shaft pully motor mengalami kerusakan. Dari hasil analisa menggunakan *Logic Tree Analysis (LTA)* dapat diketahui bahwa Bearing braket pully

ambrol, Bearing aus, Bottom roll ambrol (bearing dan seal), Shaft pully motor, Bearing dan v-belt aus masuk dalam kategori B yaitu mempunyai konsekuensi terhadap operasional plant (mempengaruhi kuantitas dan kualitas output) yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan. Usulan perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan yaitu :  
Sebaiknya dalam melakukan pekerjaan, operatornya sudah melakukan SOP dengan baik dan benar, Melakukan penjadwalan penggantian pada semua komponen terutama pada komponen yang sering mengalami keausan, Sebaiknya melakukan perawatan rutin tiap minggu atau pun tiap 1 bulan sekali, Penyediaan sparepart/ komponen yang sering mengalami penggantian, Sebaiknya operator juga diberi pengarahan bagaimana menggunakan mesin agar tidak cepat mengalami kerusakan, Memprioritaskan pekerjaan perbaikan/pengantian komponen apabila terjadi kerusakan sesuai dengan rating tertinggi nilai *Risk Priority Number (RPN)*.

3. David Kurnia Setiawan Handjoyo, dkk (2017)

Dalam penelitiannya yang berjudul “*Identifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Asphalt Mixing Plant (AMP) PT Puri Sakti Perkasa Menggunakan Metode FMEA & LTA*” pada PT. Puri Sakti Perkasa. Variabel penelitiannya adalah Identifikasi Penyebab Kerusakan Mesin *Asphalt Mixing Plant (AMP) PT Puri Sakti Perkasa* menggunakan metode FMEA & LTA. PT Puri Sakti Perkasa merupakan salah satu perusahaan kontraktor yang fokus dalam penyediaan aspal. Dalam proses produksinya, dibutuhkan bantuan mesin utama yaitu *Asphalt Mixing Plant (AMP)*, sehingga jika terjadi kerusakan komponen mesin AMP yang menyebabkan mesin tersebut tidak dapat beroperasi maka akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Maka dari itu, PT Puri Sakti Perkasa berusaha menyusun kebijakan perawatan untuk mesin AMP. Penyusunan kebijakan perawatan dilakukan karena meningkatnya frekuensi kerusakan mesin AMP beberapa tahun terakhir (2015-2016). Berdasarkan kondisi tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan



identifikasi awal penyebab kerusakan komponen mesin AMP menggunakan *Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)* dan *Logic Tree Analysis (LTA)*. Hasil dari analisis tersebut akan menunjukkan komponen mesin mana saja yang perlu diberi perhatian lebih dalam menyusun kebijakan perawatan kedepannya.