

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1. Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu usaha untuk mengetahui, menganalisa serta mengendalikan risiko dalam setiap kegiatan perusahaan dengan tujuan untuk memperoleh efektifitas dan efisiensi yang lebih tinggi (Darmawi, 1990).

3.1.1. Pengertian risiko

Darmawi (1990) mengutip dari Vaughn (1978) yang mengemukakan beberapa definisi risiko sebagai berikut:

a. *Risk is the chance of loss* (Risiko adalah kans kerugian)

Chance of loss biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu keterbukaan (*exposure*) terhadap kerugian atau suatu kemungkinan kerugian.

b. *Risk is the possibility of loss* (Risiko adalah kemungkinan kerugian)

Istilah "*Possibility*" berarti bahwa probabilitas sesuatu peristiwa berada di antara nol dan satu. Definisi ini barangkali sangat mendekati dengan pengertian risiko yang dipakai sehari-hari. Akan tetapi definisi ini agak longgar, tidak cocok dipakai dalam analisis kuantitatif.

c. *Risk is uncertainty* (Risiko adalah ketidakpastian)

Tampaknya ada kesepakatan bahwa risiko berhubungan dengan ketidakpastian (*Uncertainty*) yaitu adanya risiko itu sendiri karena adanya ketidakpastian.

d. *Risk is the dispersion of actual from expected* (Risiko merupakan penyebaran hasil aktual dari hasil yang diharapkan)

Ahli statistik mendefinisikan risiko sebagai derajat penyimpangan sesuatu nilai di sekitar suatu posisi sentral atau di sekitar titik rata-rata.

e. *Risk is the probability of any outcome different from the one expected* (Risiko adalah probabilitas sesuatu *outcome* berbeda dengan *outcome* yang diharapkan)

Variasi lain dari konsep risiko sebagai suatu penyimpangan yaitu risiko merupakan probabilitas obyektif bahwa *outcome* yang aktual dari suatu kejadian berbeda dari *outcome* yang diharapkan. Probabilitas obyektif dimaksudkan sebagai frekuensi relatif yang didasarkan pada perhitungan ilmiah.

Carbone dan Tippet (2004) menyebutkan bahwa risiko adalah kondisi atau kejadian yang bersifat tidak pasti yang apabila terjadi dapat berdampak positif atau negatif terhadap tujuan proyek.

3.1.2. Tujuan manajemen risiko

Tujuan dari manajemen risiko yaitu pembagian secara tepat sumber yang terbatas sebagai usaha mengendalikan perbedaan dalam rangka peningkatan kualitas dan mengurangi biaya seefisien dan seefektif mungkin.

Pelaksanaan manajemen risiko berdasarkan pada dua konsep dasar yaitu:

a. *A holistic view of variation*

Holistic bermakna memfokuskan seluruh sistem yang lengkap dan tidak hanya sekedar sebuah analisa, perlakuan dan pemisahan ke dalam bagian-bagiannya.

b. *Identification process* (Proses identifikasi),
Assessment process (Proses penilaian), dan
Mitigation process (Proses pengendalian).

Manajemen risiko dapat diterapkan pada proses perancangan produk baru atau juga untuk produk yang sudah ada. Manajemen risiko membutuhkan penggabungan dan keikutsertaan semua aspek yang berpengaruh pada kualitas produk, termasuk perancangan desain, proses produksi, kualitas, perancangan sistem, pelanggan dan penyedia (*supplier*). Dalam manajemen risiko, ada tiga hal utama yang harus dilakukan, yaitu proses identifikasi, proses pengukuran/penilaian, dan proses pengendalian.

3.1.3. Proses identifikasi

Salah satu tujuan dari manajemen risiko adalah secara cepat mengidentifikasi daerah yang memiliki dampak terbesar dari suatu produk.

Langkah awal dalam proses identifikasi adalah sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi suara dari konsumen

Pada tahap awal perancangan produk, anggota tim perancangan harus mengumpulkan informasi mengenai keinginan konsumen. Suara konsumen dapat dihimpun melalui bagian pemasaran, pengendalian kualitas atau proses produksi.

b. Identifikasi perincian dan kebutuhan

Suara konsumen secara khusus ada dalam bentuk umum bukan secara teknik, sehingga perlu diterjemahkan menjadi bentuk kebutuhan secara teknik dalam perancangan produk selanjutnya yang akan dibuat.

c. Identifikasi terhadap *Critical System Requirement* (CSR)

CSR dapat digunakan sebagai masukan dalam rangkaian identifikasi. Untuk perancangan baru, dokumen kebutuhan dan perancangan sebelumnya digunakan untuk mengidentifikasi sistem secara terperinci. Untuk produk baru dan produk yang sudah ada, CSR dapat diidentifikasi dari beberapa sumber antara lain:

1. *Requirements Document*
2. *Interface Document*
3. *Failure Modes* dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)
4. *Manufacturing/Producibility Requirements*
5. *Customer Complaint and Warranty*
6. *Quality Plans and Reports*

3.1.4. Proses penilaian

Adapun proses penilaian suatu produk dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Penilaian saat pengembangan produk

Pada saat ini sistem diurutkan berdasarkan tingkat risiko yang terjadi, karena perancangan produk baru belum ada maka tim perancangan produk harus bersandar pada contoh, data sejarah dan prototipe produk dalam memprediksikannya.

Ada 4 langkah yang dilakukan dalam penilaian saat pengembangan produk, yaitu:

1. Menilai kekerapan cacat dan efeknya pada produk
 - a) Menghitung kemungkinan kegagalan tiap sistem.
 - b) Mengidentifikasi potensi penyebab kegagalan dari komponen dan proses.
2. Menghitung biaya produk cacat untuk setiap sistem
3. Menghitung risiko dan memasukkan ke dalam kategori sistem
4. Membuat laporan hasilnya

b. Penilaian saat proses produksi

Selama proses produksi, produk cacat dan biaya dari produk cacat dapat ditentukan. Pada proses produksi, dilakukan pengumpulan semua data mengenai biaya dan total cacat untuk menghitung biaya total yang terjadi dari adanya variasi produk.

Langkah-langkah penilaian pada produk yang sedang dalam proses produksi, antara lain:

1. Mengukur rata-rata produk cacat

Pengukuran rata-rata produk cacat dilakukan dengan menggunakan sejumlah sumber data yang tersedia ataupun melalui pengambilan sampel yang terjadi dalam periode tertentu.

2. Menghitung efek biaya dari tiap perbedaan/ketidaksesuaian

Penghitungan biaya dapat ditentukan dari awal proses atau dengan mengidentifikasi biaya dari tiap komponen dan prosesnya yang berhubungan secara langsung.

3. Membuat rencana penyimpanan data

Pembuatan metode untuk menyimpan data biaya dan total cacat dibuat berdasarkan banyaknya perbedaan jenis data yang ada.

4. Melakukan analisa efektivitas dari sistem pengendalian kualitas yang ada dengan menggunakan *scatter diagram* dan matrik kualitas efektivitas.

5. Dokumentasi

Hasil seluruhnya dibuat menjadi satu dokumentasi.

3.1.5. Proses pengendalian

Tujuan utama tahap pengendalian adalah mengambil tindakan perbaikan setelah proses identifikasi dan penilaian. Tahap ini diharapkan mampu mengurangi sumber yang berpengaruh besar pada sistem.

Strategi pengendalian dapat berupa:

- a. Perubahan desain
- b. Perubahan dan perbaikan proses produksi
- c. Memantau proses produksi
- d. Percobaan dan pengecekan

Ada beberapa metode analisa risiko yang dapat digunakan antara lain:

a. *Hazard and Operability* (HAZOP)

Hazard and Operability menggunakan pendekatan *bottom-up*, yang ideal digunakan untuk suatu rancangan baru atau rancangan yang sangat kompleks. Langkahnya yaitu:

1. Parameter rancangan (*design parameter*) diantaranya: aliran, temperatur, tekanan, level (berat), komposisi, reaksi, waktu, dan rangkaian.
2. Kata penuntun (*guide word*), yaitu: lebih, kurang, tidak, baik, dan kata lainnya.

HAZOP digunakan untuk analisa sistem yang memiliki deviasi dari fungsi seharusnya. Deviasi fungsi merupakan kegagalan dari sistemnya. Pada *medical device*, HAZOP digunakan untuk menganalisis alat yang berhubungan langsung terhadap pasien, seperti makanan dan obat-obatan.

b. *Fault Tree Analysis* (FTA)

FTA menggunakan pendekatan analisis *top-down*. Dimulai dengan suatu akibat yang tidak diinginkan atau kejadian paling awal kemudian dicari penyebabnya, untuk kemudian memecah penyebab terjadinya kegagalan tersebut dengan menggunakan pohon logika. FTA umumnya digunakan untuk analisis dimana setiap kejadian dapat diestimasi dari data umum.

c. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA dapat menggunakan dua pendekatan yaitu *bottom-up* dan *top-down*. Hanya saja FMEA lebih efektif digunakan untuk peralatan yang terdiri atas komponen-komponen mekanik dan elektrik.

3.2. *Failure and Mode Effect Analysis* (FMEA)

3.2.1. Sejarah dan definisi FMEA

Metode FMEA pertama kali dikembangkan oleh kalangan militer Amerika Serikat, melalui prosedur militer MIL-P-1629 dengan judul "*Procedures for Performing a Failure Modes, Effects and Critically Analysis*" pada tanggal 9 November 1949. Saat itu metode ini dipakai sebagai suatu teknik evaluasi reliabilitas untuk mengevaluasi akibat dari kegagalan sistem perlengkapan. Kegagalan diklasifikasikan berdasarkan

kesuksesan misi dan keselamatan personel/perlengkapan. Batasan personel/perlengkapan diambil secara langsung dari abstrak yang tercatat dalam standar militer MIL-STD-1629.

Berbagai macam pengertian FMEA antara lain:

- a. FMEA adalah sebuah pendekatan sistematis menggunakan metode tabular untuk membantu proses berpikir *engineer* dalam mengidentifikasi moda kegagalan yang potensial dan akibat-akibatnya (Ford Motor Company, 1992).
- b. FMEA merupakan sebuah metode untuk menjamin kualitas secara preventif yang melibatkan penelitian dan penaksiran seluruh penyebab dan akibat dari seluruh moda kegagalan yang mungkin terjadi dalam sebuah sistem pada tahap pengembangan paling awal (Wirth et al, 1996).
- c. Fachrudin (2006) mengutip dari Sveyen (2004) yang menyebutkan bahwa FMEA merupakan teknik analisis yang digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengeliminasi kegagalan potensial dari sistem, desain atau proses sebelum mencapai pelanggan. FMEA merupakan alat dalam menganalisis keandalan dan penyebab kegagalan serta mengendalikan suatu proses untuk mencapai persyaratan keandalan, keindahan dari performansi produk dan keamanan produk dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan, desain produk, dan desain proses.

d. Menurut Unit *Engineering* PT MAK (2004), FMEA secara umum dapat didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi 3 hal, yaitu:

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

3.2.2. Tujuan FMEA

Adapun tujuan FMEA menurut Unit *Engineering* PT MAK (2004) antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi moda kegagalan yang potensial dan tingkat keparahan dari tiap akibat yang ditimbulkan.
- b. Untuk mengidentifikasi poin utama dan vital dari setiap moda kegagalan.
- c. Untuk mengurutkan dan mendapatkan prioritas potensi kegagalan dari sistem, desain dan proses.
- d. Untuk membantu *engineer* dalam memusatkan perhatian pada kekurangan produk dan proses yang penting serta membantu mencegah terjadinya kegagalan pada produk.

3.2.3. Tipe FMEA

FMEA memiliki beberapa tipe. Beberapa tipe diantaranya lebih sering digunakan dari yang lainnya. Tipe-tipe FMEA tersebut adalah:

- a. *System* : berfokus pada fungsi sistem secara global.
- b. *Design* : berfokus pada komponen dan subsistem.

- c. *Process* : berfokus pada proses produksi dan perakitan.
- d. *Service* : berfokus pada fungsi jasa.
- e. *Software* : berfokus pada fungsi *software*.

Tiga tipe pertama yang disebutkan di atas lebih sering digunakan. Adapun perbedaan yang terdapat pada tiga tipe tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perbedaan antara FMEA sistem, desain dan proses (Ford Motor Company, 1992)

FMEA SISTEM	FMEA DESAIN	FMEA PROSES
a. Digunakan untuk menganalisa sistem dan sub sistem pada tahap konsep dan perancangan awal.	a. Digunakan untuk menganalisa produk sebelum dilanjutkan ke rantai produksi.	a. Digunakan untuk menganalisa proses produksi dan proses
b. Titik berat pada moda kegagalan yang berhubungan dengan fungsi dari sistem. Termasuk pengaruh dari sistem dengan sistem lainnya, dan pengaruh yang terjadi diantara elemen sistem.	b. Titik berat pada potensi moda kegagalan dari produk yang disebabkan oleh kelemahan desain.	perakitannya. b. Titik berat pada potensi moda kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan proses produksi atau proses perakitan.

3.2.4. Manfaat FMEA

Menurut Ford Motor Company (1992), penggunaan FMEA dapat memberikan banyak manfaat bagi perusahaan. Secara umum, manfaat FMEA antara lain:

- a. Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk-produk yang dihasilkan perusahaan.
- b. Meningkatkan citra dan daya saing perusahaan.
- c. Membantu dalam meningkatkan kepuasan konsumen.
- d. Mengurangi biaya dan waktu pengembangan produk
- e. Mendokumentasikan dan melacak tindakan-tindakan yang pernah diambil untuk mengurangi risiko.

Adapun bila dilihat lebih detail, masing-masing FMEA memberikan manfaat yang lebih terperinci.

a. FMEA Sistem

1. Membantu memilih alternatif desain sistem yang optimum.
2. Membantu membangkitkan *rating* kejadian moda kegagalan yang dapat digunakan untuk memperkirakan apakah alternatif desain sistem tertentu dapat mencapai target keandalannya.
3. Meningkatkan kemungkinan telah dipertimbangkannya semua efek potensial dari moda kegagalan subsistem, perakitan, dan komponen.
4. Mengidentifikasi moda kegagalan sistem yang potensial yang disebabkan oleh interaksi sistem dengan sistem lain dan atau interaksi dengan subsistem.
5. Membantu menentukan perlu tidaknya tambahan perangkat keras atau peralatan.
6. Merupakan dasar untuk mengembangkan prosedur diagnostik pada tingkat sistem.

7. Merupakan dasar untuk mengembangkan teknik manajemen kesalahan sistem.

b. FMEA Desain

1. Membantu mengidentifikasi moda kegagalan produk yang potensial lebih awal dalam fase pengembangan produk.
2. Meningkatkan kemungkinan telah dipertimbangkannya semua moda kegagalan produk yang potensial beserta akibat-akibatnya pada level perakitan yang lebih tinggi.
3. Membantu dalam mengidentifikasi masalah keamanan yang potensial sehingga tindakan perancangan produk dapat digunakan untuk mengurangi kegagalannya.
4. Membantu dalam mengevaluasi kebutuhan dan alternatif desain produk.
5. Menyediakan informasi untuk membantu merencanakan sebuah *Design Verification Test Program* produk yang menyeluruh.
6. Membantu mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan yang potensial.
7. Mengembangkan prioritas untuk tindakan perbaikan desain.
8. Mendokumentasikan alasan-alasan rasional dibalik perubahan desain produk untuk membimbing pengembangan ke arah desain produk di masa mendatang.

c. FMEA Proses

1. Membantu dalam menganalisis proses-proses perakitan dan *manufacturing* baru.

2. Meningkatkan kemungkinan telah dipertimbangkannya semua moda kegagalan proses perakitan dan atau *manufacturing* yang potensial beserta akibat-akibatnya.
3. Mengidentifikasi kekurangan proses untuk memudahkan *engineer* dalam memusatkan perhatian pada pengendalian untuk mengurangi terjadinya tingkat kejadian produk yang tidak dapat diterima, atau pada metode untuk meningkatkan deteksi terhadap produk yang tidak dapat diterima.
4. Mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan serta membantu dalam pengembangan *Manufacturing Control Plans* yang menyeluruh.
5. Mengembangkan prioritas untuk tindakan perbaikan proses.
6. Mendokumentasikan alasan-alasan rasional dibalik perubahan proses untuk membimbing pengembangan ke arah proses perakitan atau *manufacturing* di masa mendatang.

3.2.5. Pelaksanaan FMEA dan prosedur pembuatan FMEA

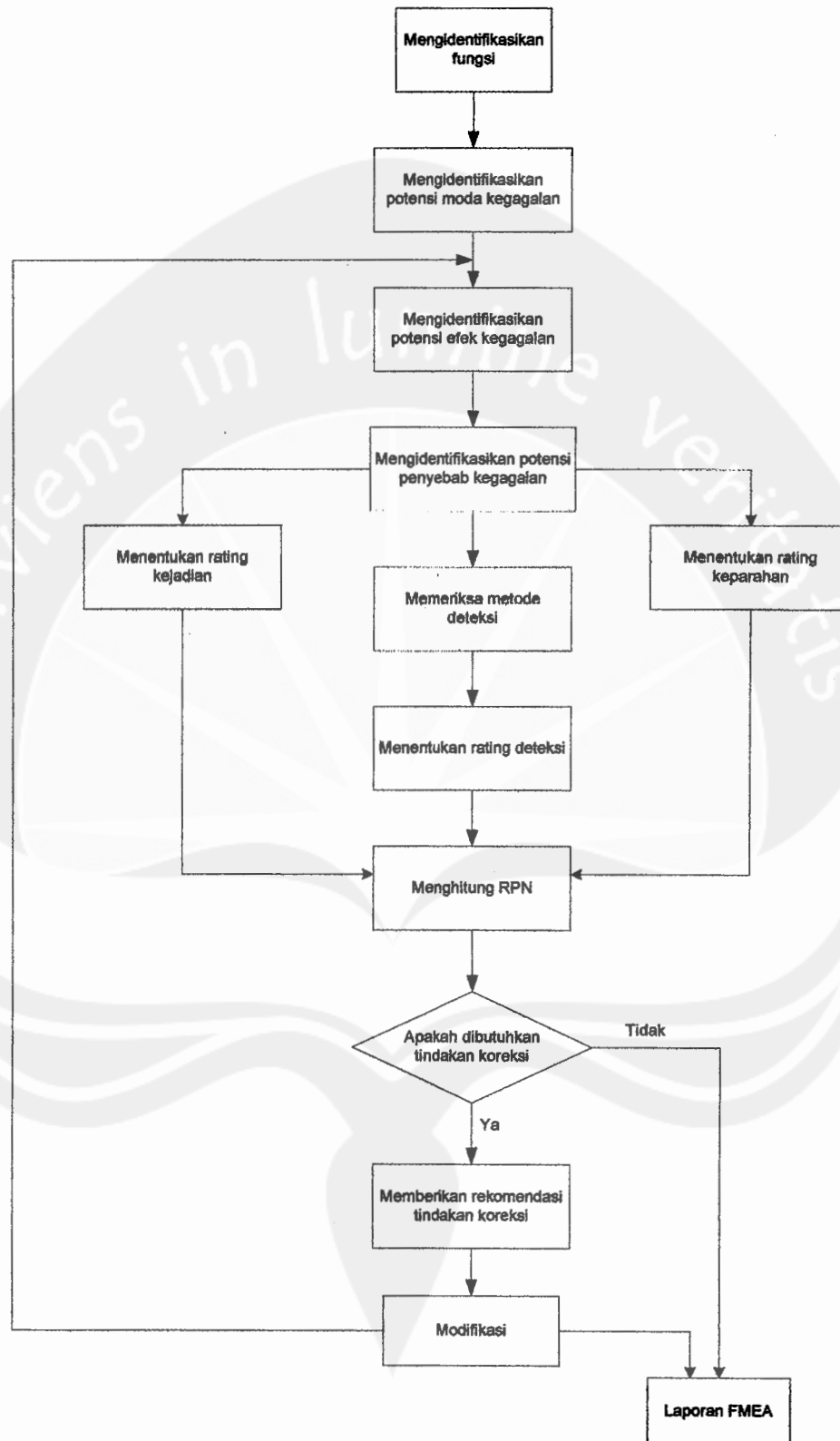
Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) telah lama digunakan sebagai alat perencanaan dalam pengembangan proses, produk dan pelayanan. Dalam mengembangkan FMEA, tim mengidentifikasi moda kegagalan dan tindakan yang dapat mengurangi atau menghilangkan kegagalan yang potensial terjadi. Input dicoba didapatkan dari sekelompok ahli yang meliputi berbagai bidang seperti desain, tes, kualitas, lini produk, pemasaran, manufaktur dan konsumen untuk memastikan semua moda kegagalan potensial teridentifikasi. FMEA

kemudian digunakan selama penyebaran produk atau jasa untuk mencari dan memecahkan kesulitan serta menentukan tindakan perbaikan (Carbone dan Tippet, 2004).

Menurut Ford Motor Company (1992), FMEA merupakan dokumen yang berkembang secara simultan sesuai dengan perubahan yang terjadi pada suatu produk atau proses. Perubahan ini dapat dan sering digunakan untuk mengenali moda kegagalan baru sehingga mengulas atau memperbaharui FMEA adalah penting terutama ketika:

- a. Produk atau proses baru diperkenalkan.
- b. Perubahan dibuat pada kondisi operasi produk atau proses diharapkan berfungsi.
- c. Perubahan dibuat pada produk atau proses (produk dan proses berhubungan), misalnya jika disain produk diubah maka proses terpengaruh, begitu sebaliknya.
- d. Konsumen memberikan indikasi masalah pada produk atau proses.

Gambar 3.1 adalah gambar diagram alir yang menunjukkan prosedur dari pelaksanaan FMEA.



Gambar 3.1. Prosedur pelaksanaan FMEA (Unit Engineering PT MAK, 2004)

Dari Gambar 3.1 dapat dijelaskan langkah-langkah pembuatan FMEA sebagai berikut:

a. Identifikasi fungsi

Dalam proses identifikasi fungsi, pada FMEA sistem terlebih dahulu diuraikan menjadi elemen dalam dan luar sistem serta fungsi sistem berdasarkan persyaratan keamanan, keselamatan, peraturan pemerintah dan pertimbangan lainnya.

Tahapan-tahapan dalam mengidentifikasi fungsi pada FMEA sistem adalah sebagai berikut:

1. Membuat daftar semua fungsi sistem yang terbagi dalam beberapa level dan sub level dan pembatas elemen dalam dan luar sistem.

Hal ini dapat dibantu dengan menggunakan kombinasi kata kerja dan kata benda untuk menggambarkan fungsi sistemnya.

2. Membuat diagram blok fungsional sistem

Diagram blok fungsional sistem menunjukkan elemen-elemen pada sistem yang bisa diuraikan. Identifikasi elemen utama sistem sangat penting untuk dapat memahami interaksi elemen dengan elemen di dalam maupun di luar sistem.

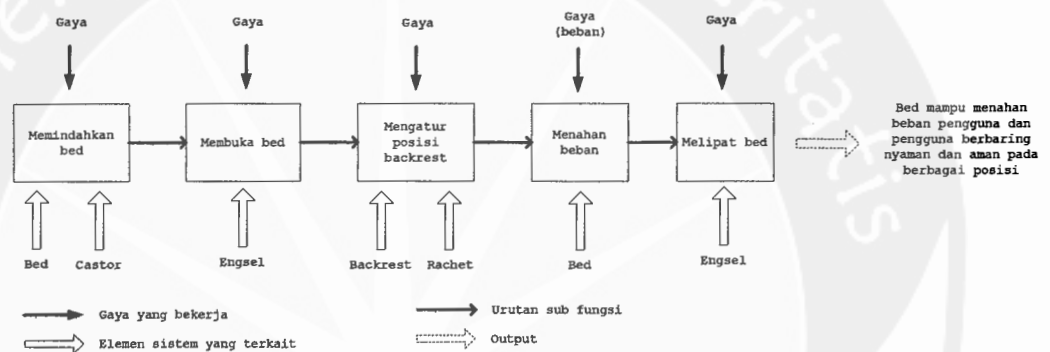
Ada beberapa garis besar dalam membuat diagram blok fungsional sistem ini yaitu:

- a) Memulai dari level tertinggi kepentingan
- b) Menentukan elemen-elemen dalam dan luar sistem pada level
- c) Memastikan setiap fungsi sudah masuk dalam blok elemen (dalam maupun luar)

Beberapa peraturan baku digunakan dalam membuat 2 macam diagram blok fungsional sistem untuk menggambarkan (Unit *Engineering* PT MAK, 2004):

a) Struktur fungsi dan struktur subfungsi sistem

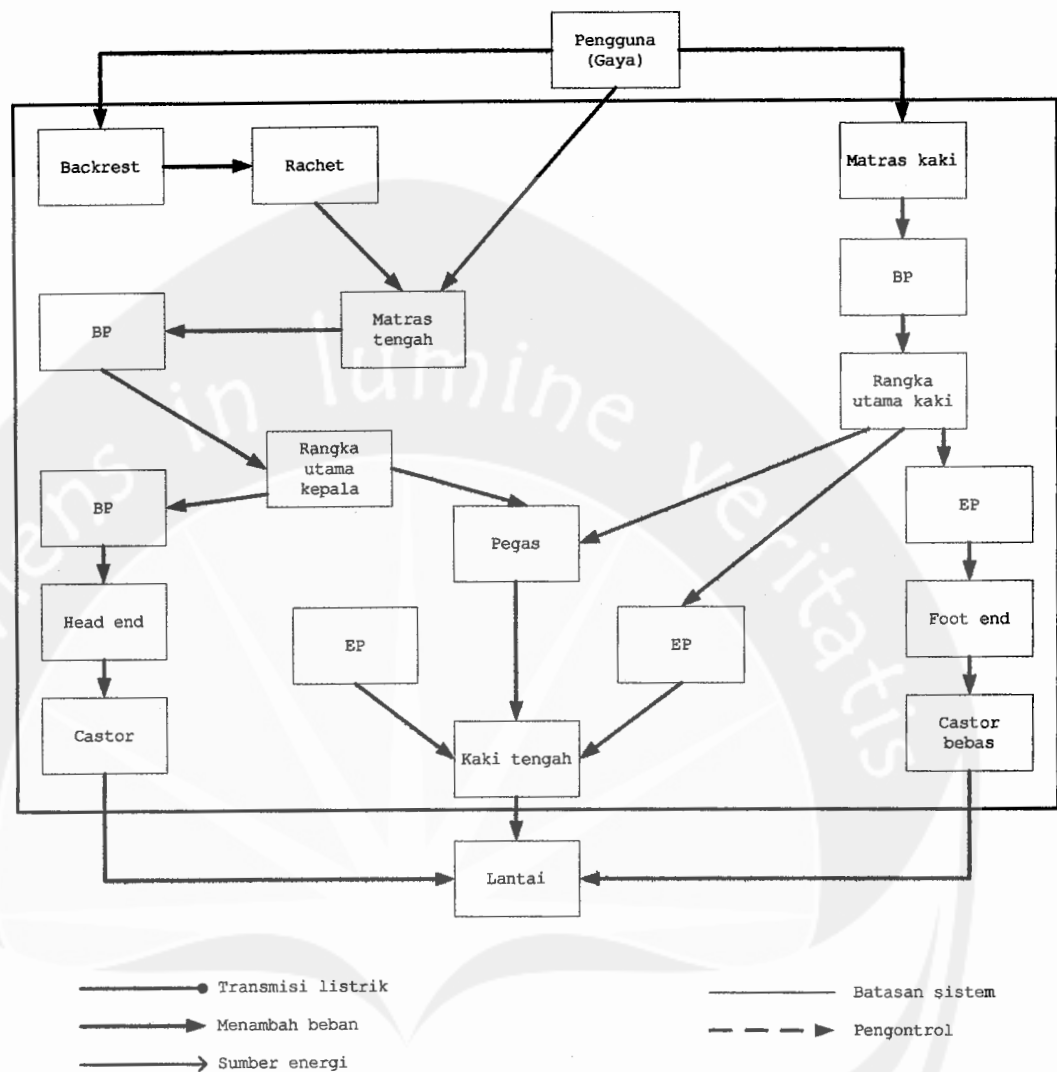
Contoh pembuatan diagram blok fungsional beserta keterangannya untuk menggambarkan struktur fungsi dan subfungsi sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Struktur fungsi sistem *Folding Bed* (Unit *Engineering* PT MAK, 2004)

b) Hubungan fungsional keseluruhan sistem

Contoh pembuatan diagram blok fungsional beserta keterangannya untuk menggambarkan hubungan fungsional sistem dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Hubungan fungsional sistem *Folding Bed*
 (Unit Engineering PT MAK, 2004)

Adapun pada FMEA desain, identifikasi fungsi dilakukan terhadap komponen dan sub rakitan produk. Cara penentuan fungsi menggunakan deskripsi dua kata yang terdiri atas kata kerja dan kata benda dan sedapat mungkin kata benda terukur. Sebisa mungkin menghindari penggunaan kata kerja umum seperti menyediakan, memfasilitasi dsb untuk menggambarkan persyaratan fungsional.

b. Identifikasi potensi moda kegagalan sistem produk

Untuk setiap fungsi yang telah diidentifikasi, ditentukan moda kegagalan yang mungkin terjadi. Moda kegagalan potensial digambarkan dalam terminologi hilangnya fungsi atau sebagai negasi fungsi. Yang terpenting dalam tahap ini adalah melakukan *brainstorming* moda kegagalan potensial. Untuk mengetahui pengertian dari moda kegagalan, yang harus diketahui adalah pengertian dari kegagalan terlebih dahulu. Kegagalan merupakan ketidakmampuan suatu produk untuk menjalankan fungsi yang dikandungnya sesuai dengan standar performansi yang diinginkan pemakai, baik itu dilihat dari konteks sistem, desain ataupun prosesnya.

Pada suatu produk harus diketahui ciri-ciri yang dimiliki. Jika ada suatu penyimpangan dari ciri-ciri yang dimiliki produk tersebut maka dinyatakan dalam suatu kegagalan produk.

c. Identifikasi potensi efek kegagalan dan *rating* keparahan (*severity*).

Efek kegagalan merupakan akibat yang terjadi jika moda kegagalan timbul. Untuk mengidentifikasi efek moda kegagalan maka perlu membahas data layanan dan dokumen yang serupa yang ada di perusahaan maupun data-data yang berhubungan lainnya, kemudian menentukan konsekuensi dari kegagalan fungsi tersebut terhadap sistem, desain dan proses. Pada FMEA sistem, perlu juga mempertimbangkan konsekuensi pada sistem lain dan pelanggan yang menggunakan sistem. Sedangkan pada FMEA desain, perlu mempertimbangkan konsekuensi terhadap rakitan produk

dan komponen lainnya. Adapun pada FMEA proses perlu juga mempertimbangkan konsekuensi pada proses selanjutnya dan kinerja produk secara keseluruhan. Tingkat keparahan (*severity*) adalah *rating* yang berhubungan dengan tingkat keparahan efek yang ditimbulkan oleh moda kegagalan. *Rating* keparahan diperoleh dengan melihat efek kegagalan yang timbul. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3.2. Efek di-*rating* pada skala 1 sampai 10, dengan 10 sebagai tingkat keparahan yang paling tinggi.

Tabel 3.2. Rating keparahan (Unit Engineering PT MAK, 2004)

Efek	Rating	Kriteria
Tanpa efek	1	Tanpa efek
Efek yang sangat ringan	2	Pelanggan tidak terpengaruh. Efek yang sangat ringan pada alat atau kinerja sistem
Efek ringan	3	Pelanggan tidak terpengaruh. Efek yang ringan pada alat atau kinerja sistem
Efek minor	4	Pelanggan mengalami pengaruh yang kecil. Efek minor pada alat atau kinerja sistem
Efek menengah	5	Pelanggan mengalami beberapa ketidakpuasan. Efek menengah pada alat atau kinerja sistem.

Tabel 3.2. Lanjutan

Efek	Rating	Kriteria
Efek signifikan	6	Pelanggan mengalami ketidaksenangan. <i>Performance</i> alat menurun tapi tetap bisa beroperasi dan aman. Kerugian partial pada fungsi sistem tetapi bisa dioperasikan
Efek mayor	7	Pelanggan tidak terpuaskan (kecewa). Kinerja alat sangat terpengaruh tapi terkendali dan aman. Fungsi sistem terganggu
Efek ekstrim	8	Pelanggan sangat kecewa peralatan tidak bisa dioperasikan dengan aman. Sistem tidak beroperasi
Efek serius	9	Efek berbahaya potensial. Mampu menghentikan peralatan tanpa kecelakaan-kegagalan bertahap
Efek berbahaya	10	Efek berbahaya. Efek tiba-tiba yang berhubungan dengan keamanan

d. Menentukan potensi penyebab kegagalan sistem dan *rating* kejadian (*occurrence*)

Suatu kegagalan pasti ada penyebabnya. Penyebab kegagalan ini berasal dari banyak hal, seperti sistem, desain dan proses pada suatu produk. Bukan

hanya itu saja, tetapi kegagalan bisa saja terjadi pada tahap awal seperti pemilihan material yang tidak baik/sesuai serta kontrol yang tidak intensif. Agar menghasilkan suatu produk yang memiliki keandalan yang tinggi maka diperlukan pemahaman penyebab kegagalan, sehingga kegagalan dan ketidaksesuaian dapat diminimalkan.

Faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan produk, antara lain:

1. Defisiensi dalam desain
2. Defisiensi dalam pemilihan material.
3. Defisiensi dalam penggunaan material
4. Defisiensi dalam pemrosesan produk.
5. Defisiensi dalam perakitan produk.
6. Kondisi pekerja yang tidak baik.
7. Lingkungan kerja yang tidak kondusif.
8. Tempat kerja yang tidak ergonomis.
9. Sistem inspeksi dan uji coba yang tidak intensif dilakukan.
10. Sistem penyimpanan material yang tidak baik.
11. Kerusakan material pada saat proses transportasi dari *supplier* atau dari area pabrik lainnya.
12. Pengerjaan ulang yang tidak baik.
13. Kerusakan pada mesin.
14. Kurangnya *tools*.
15. Minimnya pengetahuan dan *skill* pekerja.
16. Kurangnya pemanasan pada material jika materialnya adalah plastik.
17. Kurangnya *set up* pada mesin.
18. Proses pemeliharaan yang tidak berkelanjutan.

19. Penggunaan *molding* yang telah lama dan telah mengalami keausan.

Tingkat kejadian (*occurrence*) adalah *rating* yang berhubungan dengan estimasi jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada elemen dengan jumlah yang ditentukan yang diproduksi dengan metode pengendalian yang digunakan saat ini. *Rating* kejadian dapat diestimasi dengan beberapa alternatif. Pertama, apabila proses dikendalikan dengan *Statistical Process Control* (SPC) atau proses mirip dengan proses yang mewakili atau terdahulu maka digunakan data indeks kapabilitas proses (Cpk). Indeks Cpk mewakili kemampuan sesungguhnya dari suatu proses dengan nilai tertentu, yang didapat melalui formulasi:

$$Cpk = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right\} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- USL : Batas atas dari spesifikasi produk
- LSL : Batas bawah dari spesifikasi produk
- μ : Rata-rata proses
- σ : Standar deviasi proses

Kedua, menggunakan jumlah kegagalan kumulatif yang muncul pada setiap 1000 komponen atau CNF (*Cumulative Number of Failure*)/1000. CNF/1000 dapat diestimasi dari sejarah tingkat kegagalan proses manufaktur dan perakitan pada komponen yang mirip atau yang dapat mewakili jika estimasi dari kegagalan komponen yang dimaksud tidak dapat ditentukan.

Ketiga, apabila merupakan proses baru atau tidak tersedia data statistik maka digunakan penelitian keteknikan yang berdasarkan konsensus tim.

Kriteria pemilihan *rating* tingkat kejadian dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kriteria pemilihan Rating tingkat kejadian
(Unit Engineering PT MAK, 2004)

Jika:	Maka digunakan:	Untuk memilih rating berdasarkan kolom:
Proses dikendalikan dengan <i>Statistical Process Control</i>	Data statistik (kapabilitas proses atau distribusi aktual)	Cpk
Proses mirip dengan proses yang mewakili atau proses terdahulu	Data statistik dari proses yang mewakili atau yang terdahulu	Cpk
Terdapat sejarah kegagalan pada komponen yang mirip atau mewakili	Data sejarah kegagalan kumulatif dan atau bilangan produksi cacat	CNF / 1000
Proses baru dan atau tidak tersedia data statistik	Penelitian keteknikan	Kriteria subjektif-menggunakan konsensus tim

Adapun *rating* tingkat kejadian dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Rating tingkat kejadian (Unit Engineering PT MAK, 2004)

Kejadian	Rating	Cpk	CNF / 1000	Kriteria
Hampir tidak ada	1	\geq 1,67	$< 0,00058$ (<1 dari 1.500.000)	Tidak ada kemungkinan kegagalan. Sejarah proses yang mirip tidak menunjukkan adanya kegagalan
Jarang	2	\geq 1,50	0,0068 (1 dari 150.000)	Kemungkinan sangat jarang terjadi kegagalan
Sangat kecil	3	\geq 1,33	0,063 (1 dari 15.000)	Kemungkinan jarang terjadi kegagalan
Kecil	4	\geq 1,17	0,46 (1 dari 2000)	Kemungkinan sangat sedikit terjadi kegagalan
Rendah	5	\geq 1,00	2,7 (1 dari 400)	Kemungkinan sedikit terjadi kegagalan
Medium	6	\geq 0,83	12,4 (1 dari 80)	Kemungkinan menengah terjadi kegagalan
Agak tinggi	7	\geq 0,67	46 (1 dari 20)	Kemungkinan agak tinggi terjadi kegagalan

Tabel 3.4. Lanjutan

Kejadian	Rating	Cpk	CNF / 1000	Kriteria
Tinggi	8	\geq 0,51	134 (1 dari 8)	Kemungkinan tinggi terjadi kegagalan
Sangat tinggi	9	\geq 0,33	316 (1 dari 3)	Kemungkinan sangat tinggi terjadi kegagalan
Hampir selalu	10	$<$ 0,33	$>$ 316 ($>$ 1 dari 3)	Kemungkinan hampir pasti terjadi kegagalan. Dalam sejarah desain yang mirip menunjukkan sangat banyak kegagalan

e. Menentukan metode deteksi dan *rating* deteksi

Rating deteksi tergantung pada metode pengendalian yang digunakan saat ini. *Rating* deteksi adalah ukuran kemampuan metode pengendalian untuk mendeteksi penyebab atau mekanisme kegagalan, atau kemampuan metode pengendalian untuk mendeteksi moda kegagalan. *Rating* deteksi dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Rating Deteksi (Unit Engineering PT MAK, 2004)

Deteksi	Rating	Kriteria
Hampir pasti	1	Metode pencegahan tersedia pada tahap awal konsep.
Sangat tinggi	2	Program analisis komputer pencegahan tersedia dalam tahap awal konsep.
Tinggi	3	Teknik simulasi atau pemodelan tersedia dalam tahap awal konsep.
Cukup tinggi	4	Pengujian dalam prototipe awal elemen sistem.
Menengah	5	Pengujian dalam pra produksi elemen sistem.
Rendah	6	Pengujian dalam elemen sistem yang mirip.
Kecil	7	Pengujian pada alat dengan prototipe elemen sistem terpasang.
Sangat kecil	8	Pengujian keandalan pada alat dengan elemen sistem terpasang.
Sedikit	9	Hanya tersedia metode tak terbukti atau tidak dapat dipercaya.
Hampir tidak terdeteksi	10	Tidak diketahui metode deteksi yang sesuai.

Metode-metode deteksi yang digunakan PT MAK antara lain:

1. Uji pada tahap awal konsep

Pengujian pada tahap awal konsep ini dilakukan dengan perhitungan matematis dan atau kinematis maupun pendekatan teoritis. Gejala kegagalan pada komponen atau rakitan produk telah dapat diprediksi sejak tahap awal konsep yaitu pada tahap desain produk dan dapat diantisipasi dengan perhitungan matematis dan atau kinematis maupun pendekatan teoritis yang cukup.

2. Uji analisis komputer

Apabila hasil uji pada tahap awal konsep terhadap gejala kegagalan masih meragukan, dilakukan uji dengan mensimulasikan performa komponen, sub rakitan dan rakitan produk menggunakan program analisis komputer. Uji ini dilakukan pada tahap desain produk.

3. Uji simulasi atau pemodelan

Apabila hasil uji analisis komputer masih meragukan, dilakukan uji dengan mensimulasikan performa elemen produk lain yang mirip dengan elemen produk yang bersangkutan menggunakan program analisis komputer. Uji ini dilakukan pada tahap desain produk.

4. Uji prototipe awal

Pengujian ini dilakukan setelah desain produk diwujudkan menjadi prototipe fungsional atau prototipe profesional. Pengujian dilakukan terhadap komponen produk untuk menguji keterpenuhan fungsinya secara sistem (hubungan komponen itu

sendiri dengan komponen lain) dan desain (komponen itu sendiri).

5. Uji pra produksi

Pengujian ini dilakukan pada prototipe komersial untuk menguji keterpenuhan fungsi dari komponen, sub rakitan dan rakitan produk.

6. Uji elemen mirip

Uji ini dilakukan pada prototipe komersial yang menggunakan komponen yang memiliki kemiripan (kemiripan bentuk atau kesamaan fungsi) dengan komponen produk lain.

7. Uji prototipe dengan elemen terpasang

Pengujian ini dilakukan pada prototipe komersial yang belum mengalami pengujian apapun sebelumnya dengan menggunakan komponen-komponen sebenarnya.

8. Uji produk dengan elemen terpasang

Pengujian ini dilakukan pada produk jadi (produk yang sudah selesai diproduksi) yang belum mengalami pengujian apapun sebelumnya. Pengujian yang dilakukan biasanya berupa uji beban dengan meletakkan sejumlah beban yang ekstrim diatas produk.

9. Uji dengan perkiraan

Pengujian berupa perkiraan yang tidak berdasar.

10. Tanpa uji deteksi

Produk langsung diproduksi tanpa uji deteksi sama sekali.

Prototipe dapat dibagi ke dalam tiga jenis prototipe, yaitu:

1. Prototipe fungsional

Pada prototipe ini desain diwujudkan dalam bentuk yang belum lengkap secara keseluruhan menggunakan proses manufaktur sebenarnya, dimana aspek yang dievaluasi hanya dari sisi fungsi.

2. Prototipe profesional

Selain menitikberatkan pada fungsi, prototipe juga menitikberatkan pada bentuk sebenarnya secara keseluruhan dari produk yang dikembangkan meskipun belum menggunakan proses manufaktur secara penuh.

3. Prototipe komersial

Pada prototipe jenis ini sudah memiliki kelengkapan bentuk dan sudah dibuat dengan proses manufaktur sesuai yang telah direncanakan.

Dalam pelaksanaannya, pembuatan prototipe produk tidak harus selalu meliputi 3 jenis prototipe tersebut karena tetap harus mempertimbangkan jenis dan fungsi produk yang akan dibuat. Apabila produk yang dibuat memiliki fungsi yang sederhana, biasanya desain langsung diwujudkan dalam prototipe komersial. Jenis prototipe yang paling jarang dibuat adalah prototipe profesional.

Pada tiap-tiap jenis prototipe dilakukan dua jenis pengujian, yaitu:

1. Verifikasi desain

Meninjau desain melalui transformasi desain ke dalam bentuk prototipe fungsional, profesional dan komersial yang selanjutnya prototipe tersebut dievaluasi kesesuaiannya terhadap persyaratan

fungsi, persyaratan estetika, ergonomik, manufaktur dan aspek komersialnya.

2. Validasi desain

Desain yang dilakukan validasi dilihat dari sisi kesesuaiannya terhadap persyaratan-persyaratan produksi dan mutu produk di jalur produksi untuk kepentingan produksi perdana yang berhubungan dengan QECP (*Quality Confirmation for the first product*).

f. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN)

RPN adalah hasil kali nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$RPN = Sev \times Occ \times Det \quad (3.2)$$

Dengan:

Sev = *Rating severity* atau tingkat keparahan efek kegagalan

Occ = *Rating occurrence* atau tingkat kemungkinan munculnya penyebab kegagalan

Det = *Rating detection* atau tingkat deteksi metode pengendalian yang digunakan saat ini

Rating dan RPN hanya digunakan untuk mengurutkan dan melihat tingkatan nilai pada hasil identifikasi terhadap kelemahan yang potensial sehingga dapat dipertimbangkan tindakan-tindakan rekomendasi yang mungkin diambil untuk mengurangi kelemahan tersebut sehingga akan diperoleh proses yang lebih handal dan dapat meminimalisasi kegagalan yang akan terjadi. Urutan tertinggi dari nilai RPN dengan batasan tertentu sesuai hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan akan diberikan tindakan rekomendasi pencegahan.

g. Menganalisis hasil dan memberi rekomendasi tindakan yang perlu diambil

Tindakan diambil untuk mengurangi *rating severity*, *occurrence*, dan *detection*. Tindakan rekomendasi perbaikan perlu dipertimbangkan pada kondisi sebagai berikut:

1. Efek kegagalan yang memiliki *rating severity* 9 atau 10.
2. Hasil kali *rating severity* dan *occurrence* dari suatu moda kegagalan atau penyebab moda kegagalan tinggi (berdasarkan konsensus tim).
3. Kombinasi moda kegagalan-penyebab kegagalan, moda kegagalan-metode pengendalian yang digunakan saat ini memiliki RPN yang tinggi (berdasarkan konsensus tim).

Dalam rangka untuk mengurangi *rating severity*, *occurrence*, dan *detection* yang sangat tinggi tersebut, dapat dipertimbangkan tindakan-tindakan rekomendasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6. Rekomendasi tindakan yang dapat diambil
(Unit Engineering PT MAK, 2004)**

Untuk mengurangi:	Tindakan yang dapat dipertimbangkan:	Tujuan:
<i>Severity</i>	Mengubah desain (contohnya ukuran atau material)	Untuk mengurangi mode kegagalan
<i>Occurrence</i>	Mengubah desain atau proses	Untuk mencegah penyebab kegagalan atau mengurangi tingkat kemunculannya
<i>Detection</i>	Menambah atau mengembangkan metode pengendalian	Meningkatkan kemampuan untuk mendeteksi mode kegagalan atau mendeteksi penyebab kegagalan sebelum munculnya kegagalan

3.3. Risk Failure and Mode Effect Analysis (RFMEA)

3.3.1. Definisi RFMEA

Menurut Carbone dan Tippet (2004), RFMEA merupakan sebuah *tool* untuk mengidentifikasi, mengukur dan menghilangkan atau mengurangi risiko-risiko dalam suatu lingkungan proyek versus aspek-aspek teknis produk yang telah diidentifikasi sebelumnya dalam FMEA. RFMEA digunakan dalam hubungannya dengan pengembangan FMEA untuk desain produk, pengembangan produk dan perluasan pelayanan.

3.3.2. Tujuan RFMEA

Tujuan RFMEA antara lain sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi dan mengurangi risiko dari suatu proyek.
- b. Menghindari kenaikan biaya yang melampaui anggaran.
- c. Menghindari keterlambatan penyelesaian proyek dari jadwal.
- d. Menghindari tidak tercapainya target performansi yang kritis atau penting.

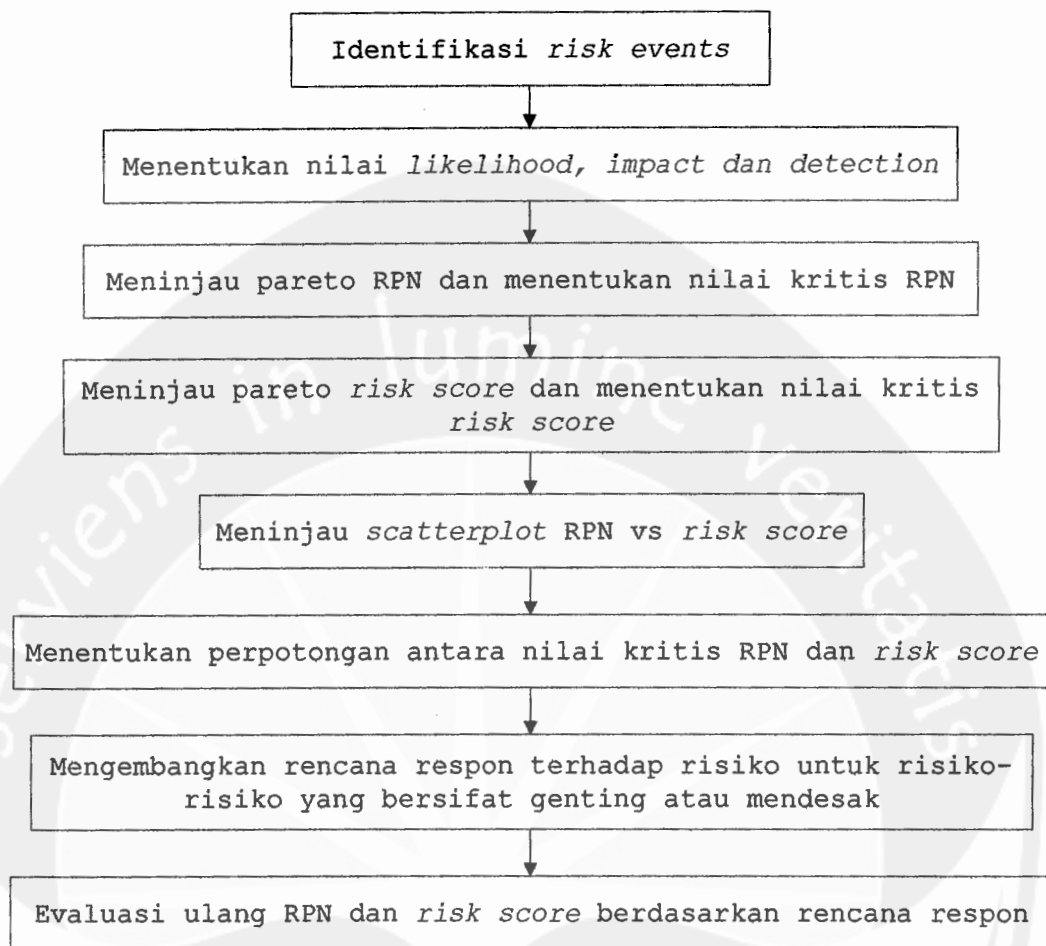
3.3.3. Manfaat RFMEA

Manfaat RFMEA adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi waktu yang dihabiskan untuk membuat perencanaan kemungkinan risiko.
- b. Penggunaan *risk score* dalam RFMEA membantu dalam menemukan metode deteksi baru untuk gejala risiko.
- c. Meningkatkan pembelajaran organisasional.

3.3.4 Prosedur pelaksanaan RFMEA

Prosedur RFMEA dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Prosedur RFMEA (Carbone dan Tippet, 2004)

Sesuai Gambar 3.2, langkah-langkah pembuatan RFMEA dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Identifikasi *Risk Events*

Tim melakukan *brainstorming* untuk menentukan *risk events*. Tim diarahkan untuk mengidentifikasi *risk events* dalam bentuk “Bila X terjadi, maka Y yang akan terjadi”, dimana X merupakan *risk event* sedangkan Y merupakan *impact*. *Impact* dapat berupa penangguhan waktu yang cukup serius, kenaikan biaya atau keduanya. Sebuah risiko mungkin saja memiliki banyak dampak, dan dalam kasus demikian, suatu *Risk*

ID diberikan untuk tiap *impact* yang teridentifikasi. Sementara *impact* dan perencanaan kemungkinan untuk risiko tertentu mungkin berbeda, nilai *likelihood* dan nilai *detection* untuk kejadian biasanya sama.

b. Menentukan nilai *likelihood*, *impact* dan *detection*

Nilai yang dimasukkan untuk *likelihood*, *impact* dan *detection* ditentukan berdasarkan *voting* tim. Tim akan mendiskusikan mengenai skor dan menyetujui sebuah nilai yang mungkin akan membutuhkan data tambahan dari para ahli atau meninjau RFMEA yang telah lalu. Dengan memiliki para profesional yang telah berpengalaman dari latar belakang yang berbeda-beda yang menyumbang untuk RFMEA, kualitas analisis dapat ditingkatkan dengan pesat. Prosedur pemberian skor tersebut diulang untuk faktor *impact* dan *detection*. Setelah nilai untuk ketiga faktor telah dimasukkan, kemudian mengkalkulasikan nilai *Risk Score* dan RPN.

Nilai *likelihood*, *impact* dan *detection* ditetapkan oleh tim proyek berdasarkan tabel standar, tidak seperti tabel standar yang disediakan untuk FMEA, dimana definisi atribut *impact* pada RFMEA dimodifikasi untuk lingkungan proyek. Tabel 3.7, 3.8 dan 3.9 merupakan panduan untuk menentukan nilai *likelihood*, *impact* dan *detection* untuk setiap risiko dalam RFMEA. Untuk proyek aktual, persentase biaya dan waktu pada Tabel 3.8 harus dikonversikan ke satuan waktu dan mata uang pada proyek yang bersangkutan.

Tabel 3.7. Panduan nilai *likelihood* (Carbone dan Tippet, 2004)

Nilai	Kriteria
9 atau 10	Sangat sering terjadi
7 atau 8	Mungkin akan terjadi
5 atau 6	Peluang sama antara terjadi atau tidak
3 atau 4	Kemungkinan tidak akan terjadi
1 atau 2	Sangat tidak mungkin terjadi

Tabel 3.8. Panduan nilai *impact* (Carbone dan Tippet, 2004)

Nilai	Kriteria	
9 atau 10	Jadwal	Dampak kejadian bersifat mayor dan berakibat > 20 % pada jalur kritis
	Biaya	Peningkatan biaya total proyek sebesar > 20 %
	Teknis	Efek dari jangkauan kejadian mengakibatkan produk jadi tidak dapat digunakan
7 atau 8	Jadwal	Dampak kejadian bersifat mayor dan berakibat 10 %- 20 % pada jalur kritis
	Biaya	Peningkatan biaya total proyek sebesar 10 % - 20 %
	Teknis	Efek dari jangkauan dapat mengubah output proyek dan mungkin tidak dapat digunakan oleh klien
5 atau 6	Jadwal	Mempengaruhi 5 % - 10 % dampak terhadap jalur kritis

Tabel 3.8. Lanjutan

Nilai	Kriteria	
5 atau 6	Biaya	Peningkatan biaya total proyek sebesar 5 % - 10 %
	Teknis	Efek dari jangkauan dapat mengubah output proyek dan membutuhkan persetujuan klien
3 atau 4	Jadwal	Mempengaruhi < 5 % dampak terhadap jalur kritis
	Biaya	Peningkatan biaya proyek sebesar < 5 %
	Teknis	Efek dari jangkauan kejadian bersifat minor namun membutuhkan perubahan jangkauan yang disetujui secara internal dan mungkin dengan klien
1 atau 2	Jadwal	Dampak tidak signifikan
	Biaya	Peningkatan biaya proyek tidak signifikan
	Teknis	Perubahan tidak diperhatikan

Deviasi terbesar dari FMEA standar adalah definisi untuk atribut deteksi. Dalam FMEA standar, nilai deteksi tertinggi berarti bahwa perusahaan tidak mempunyai kapabilitas deteksi untuk kesalahan sedangkan angka deteksi yang rendah dalam FMEA standar berarti bahwa perusahaan mempunyai cara untuk mendeteksi kesalahan sebelum terjadi dalam operasi hampir 100 % dari waktu.

Untuk FMEA, teknik atau metode deteksi didefinisikan sebagai kemampuan untuk mendeteksi *risk events* dengan waktu yang cukup untuk perencanaan kemungkinan dan tindakan terhadap risiko. Apabila tim tidak dapat menjamin dengan alasan yang lepat bahwa risiko dapat dideteksi sebagaimana adanya, dalam pengertian, mempunyai gejala yang tidak kentara, angka deteksi harus ditetapkan sebesar 10 saat perencanaan awal. Apabila risiko, seperti disebutkan oleh Carbone dan Tippet (2004) yang mengutip dari Pritchard (2000), seperti kereta pengangkut yang dapat terdengar bermil-mil jauhnya, maka nilai deteksi akan menjadi lebih kecil karena tim memiliki waktu yang cukup untuk merencanakan penanganan atau mengurangi risiko ketika gejala telah teridentifikasi. Nilai deteksi membantu lebih jauh dalam membuat peringkat risiko untuk penanganan risiko yang membutuhkan perhatian secepatnya. Sebenarnya penentuan deteksi bersifat subyektif, namun tidak lagi demikian apabila dibandingkan dengan penentuan *likelihood* dan *impact* untuk metode matriks risiko yang umum. Jadi nilai deteksi adalah suatu ukuran kemampuan dalam meramalkan terjadinya *risk event* yang spesifik. Risiko-risiko yang memiliki nilai deteksi tinggi mungkin memerlukan pengendalian atau pengawasan tambahan untuk peringatan pertama. Tujuannya adalah untuk mendeteksi risiko dengan ulasan kenaikan sebanyak mungkin. Nilainya terletak pada proses diskusi risiko yang tepat dan siap terhadap kenaikan *risk event* dengan lebih baik.

Tabel 3.9. Panduan nilai *detection* (Carbone dan Tippet, 2004)

Nilai	Kriteria
9 atau 10	Tidak ada metode deteksi yang tersedia atau diketahui yang dapat memberikan peringatan dengan waktu cukup untuk merencanakan kemungkinan
7 atau 8	Metode deteksi tidak terjamin dan tidak dapat diandalkan; atau keefektifan metode deteksi tidak diketahui untuk mendeteksi pada saat terjadinya
5 atau 6	Metode deteksi mempunyai keefektifan medium
3 atau 4	Metode deteksi mempunyai keefektifan yang cukup tinggi
1 atau 2	Metode deteksi sangat efektif dan hampir selalu mendeteksi risiko dengan waktu yang cukup

c. Meninjau pareto RPN dan menentukan nilai kritis RPN
Nilai RPN merupakan hasil perkalian dari *likelihood*, *impact* dan *detection*. Peninjauan pareto RPN dilakukan untuk menentukan nilai kritis RPN. Sebagaimana disebutkan oleh Carbone dan Tippet (2004) yang mengutip dari Bongiorno (2001) untuk FMEA, nilai ambang standar RPN untuk semua proyek tidak digunakan atau tidak disarankan dalam RFMEA. Nilai RPN tertentu dalam suatu proyek mungkin dapat dipertimbangkan bernilai sedang sedangkan pada proyek lain, mungkin merupakan risiko yang sangat

kritis untuk ditangani. Setiap proyek memiliki keunikannya sendiri, begitu pula dengan risiko-risiko dan nilai RPN yang berhubungan. Jadi analisis menggunakan pareto merupakan langkah penting dalam menentukan nilai yang akan digunakan.

d. Meninjau pareto *risk score* dan menentukan nilai kritis *risk score*

Risk score merupakan hasil perkalian dari *likelihood* dan *impact*. Diagram pareto yang sama juga dibuat untuk *Risk Score* untuk menentukan nilai kritis dalam pengukuran ini. Tidak ada aturan ilmiah dalam pemilihan nilai kritis. Pada beberapa kasus, pilihannya amat jelas sedangkan dalam kasus lain distribusinya halus dan berkelanjutan sehingga pemilihan menjadi sulit. Namun langkah ini sebenarnya baru merupakan titik mula karena nilai kritis dapat memberikan panduan dalam prioritasasi rencana respon terhadap risiko.

e. Meninjau *scatterplot* untuk RPN vs *risk score*

Membuat *scatterplot* RPN vs *risk score*. Pada tahap ini dianjurkan untuk tidak membuat ekspektasi bahwa data yang digambarkan harus cocok dengan pola apapun.

f. Menentukan perpotongan antara nilai kritis RPN dan *risk score*

Mencari perpotongan antara kedua nilai kritis untuk menentukan serangkaian risiko awal yang membutuhkan rencana respon seawal mungkin. *Risk events* yang memiliki nilai *risk score* dan RPN diatas nilai kritis harus diberikan prioritas dalam perencanaan respon awal.

Ada beberapa risiko yang mungkin memiliki nilai *risk score* tinggi, namun karena dapat diantisipasi dengan deteksi risiko yang cukup awal, risiko-risiko tersebut diberikan nilai *detection* rendah sehingga nilai RPN menjadi kecil. Tim harus mengevaluasi apakah risiko-risiko ini, bahkan apabila dapat dideteksi, akan cukup signifikan untuk mengusulkan pembuatan rencana respon awal. Apabila risiko-risiko tersebut terjadi, dapatkah proyek berlanjut? Bahkan kemampuan untuk mendeteksi risiko dengan cukup waktu untuk mengembangkan rencana respon terhadap risiko tidak akan terlalu bermanfaat apabila dampaknya terlalu hebat sehingga dapat mengakibatkan kegagalan proyek. Jadi kedua nilai *risk score* dan RPN harus dievaluasi karena tiap angka mengindikasikan tujuan yang berkaitan, yang belum terealisasi.

g. Mengembangkan rencana respon terhadap risiko untuk risiko-risiko yang bersifat genting atau mendesak
Tim harus mempertimbangkan strategi-strategi respon terhadap risiko (menghindari, memindahkan, mengurangi dan menerima) dan mendokumentasikan rencana respon yang disetujui.

h. Evaluasi ulang RPN dan *Risk Score* berdasarkan rencana respon

Menghitung ulang nilai *risk score* dan RPN berdasarkan tindakan yang disebutkan sebelumnya dalam rencana respon. Apabila angka RPN yang telah dihitung ulang tidak berada dibawah garis nilai kritis, tim harus merevisi rencana respon, meningkatkan metode deteksi atau membuat penolakan untuk menerima risiko yang telah disetujui bersama.

Dalam kasus ekstrim, apabila risiko tidak dapat dihindari, proyek dapat dihentikan karena risiko dipertimbangkan terlalu besar bila dilanjutkan.

3.4 Perbedaan FMEA dan RFMEA

FMEA merupakan bagian integral dari tingkat sertifikasi kualitas ISO-9000 dan QS-9000. Teknik tersebut digunakan dalam kerangka kerja yang luas dari pengembangan produk dan proses dengan sejumlah *tools* seperti FTA, APQP, QFD, DOE, SPC, 8-D dan sejenisnya (Carbone dan Tippet, 2004 mengutip dari FMEAC.COM, 2003). Metode FMEA merupakan tambahan yang biasa dalam proses pengelolaan risiko proyek karena kemudahan penggunaannya, format yang familiar dan struktur yang menyeluruh.

Metode dalam menerapkan format FMEA untuk risiko proyek disebut FMEA risiko proyek atau RFMEA. Teknik RFMEA tidak hanya merupakan cara lain dalam menganalisa risiko proyek tetapi juga dapat membantu memusatkan perhatian saat perencanaan kemungkinan risiko yang dibutuhkan di awal proyek terhadap risiko yang bersifat kritis atau mendesak. Carbone dan Tippet (2004) mengutip dari Pritchard (2000) yang mengidentifikasi untuk pertama kalinya bahwa teknik FMEA merupakan format yang lebih maju dan lebih mampu daripada format lain dalam mengenali risiko proyek.

Proses FMEA standar mengevaluasi moda kegagalan untuk menentukan *occurrence*, *severity* dan *detection*. Perkalian dari nilai-nilai tersebut menghasilkan suatu nilai yang disebut sebagai RPN (*Risk Priority Number*). RFMEA dikembangkan dalam batasan yang sama dengan

kekhasan FMEA. Dalam menggunakan pendekatan RFMEA, dibutuhkan beberapa modifikasi dari format standar FMEA.

Probabilitas risiko merupakan kemungkinan suatu risiko akan terjadi. Dalam FMEA istilah yang digunakan untuk probabilitas risiko adalah *occurrence* sedangkan dalam RFMEA istilah *likelihood* digunakan untuk atribut risiko ini karena skala probabilitas yang baku tidak dapat digunakan untuk semua risiko karena risiko-risiko tersebut tidak semuanya saling mempengaruhi atau saling bergantung.

Atribut kedua dalam FMEA disebut *severity* sedangkan dalam RFMEA disebut *impact*. Atribut *impact* dalam RFMEA didefinisikan sebagai dampak terhadap tujuan proyek apabila *risk events* terjadi.

Dalam RFMEA, nilai *likelihood* dan nilai *impact* dikalikan untuk mendapatkan *risk score* sedangkan nilai *risk score* ini tidak digunakan dalam FMEA. *Risk score* berguna untuk membantu dalam prioritisasi risiko yang bersifat kritis yang membutuhkan penanganan lebih dulu.

Perbandingan form standar FMEA dan RFMEA dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini:

Typical FMEA Columns	Failure ID	Failure Mode	Occurrence	Severity		Detection	RPN
Typical RFMEA Columns	Risk ID	Risk Event	Likelihood	Impact	Risk Score	Detection	RPN

**Gambar 3.5. Perbandingan form standar FMEA dan RFMEA
(Carbone dan Tippet, 2004)**

Pertama, kolom "Failure Mode" diganti "Risk Event". Kedua, istilah "Occurrence" diganti dengan "Likelihood". Ketiga, istilah "Severity" diganti dengan "Impact". Dan ditambahkan kolom "Risk Score" setelah kolom "Impact".

Kolom yang telah disesuaikan juga dapat ditambahkan ke form RFMEA sederhana pada Gambar 3.3 untuk mendokumentasikan kebutuhan proyek yang spesifik dan organisasi. Daftar dari tambahan contoh bidang yang dapat dimasukkan dalam RFMEA dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Kategori Risiko (misal : biaya, waktu, performansi/teknis)

Area fungsional

Fase Proyek

Nama Tugas atau WBS #

Strategi Respon (menghindari, memindahkan, mengurangi, menerima)

Rencana respon

Faktor-faktor RPN yang telah direvisi

Gambar 3.6. Bidang khusus lain dari RFMEA (Carbone dan Tippet, 2004)