



1. Pendekatan keselamatan industri (*Industrial Safety*). Pendekatan ini didasari pada pemikiran bahwa ditempat kerja tenaga kerja akan bertemu dengan sarana produksi sehingga dapat membahayakan pekerja. Oleh karena itu upaya yang dilakukan yaitu dengan cara penggunaan alat pelindung diri (APD), poster keselamatan kerja, peraturan keselamatan kerja, inspeksi, dan lain-lain.
2. Pendekatan keselamatan operasi (*Operation Safety*). Pendekatan ini diintegrasikan dalam pengelolaan operasi melalui peralatan dan saran (pendekatan perekayasa) serta kemampuan SDM dan pengawasan administratif pelaksanaan operasi.

## 2.2 Manfaat Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut (Schuler, 1999 dikutip oleh Kusuma, 2010), apabila perusahaan dapat melaksanakan program keselamatan dan kesehatan kerja dengan baik, maka perusahaan akan dapat memperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas karena menurunnya jumlah hari kerja yang hilang.
2. Meningkatnya efisiensi dan kualitas pekerja yang lebih komitmen.
3. Menurunnya biaya-biaya kesehatan dan asuransi.
4. Tingkat kompensasi pekerja dan pembayaran langsung yang lebih rendah karena menurunnya pengajuan klaim.
5. Fleksibilitas dan adaptabilitas yang lebih besar sebagai akibat dari partisipasi dan ras kepemilikan.
6. Rasio seleksi tenaga kerja yang lebih baik karena meningkatkan citra perusahaan.
7. Perusahaan dapat meningkatkan keuntungannya secara substansial.

Menurut (Robiana Modjo, 2007 dikutip oleh Kusuma, 2010), manfaat penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan antara lain:

1. Pengurangan Absentisme. Perusahaan yang melaksanakan program keselamatan dan kesehatan kerja secara serius, akan dapat menekan angka risiko kecelakaan dan penyakit kerja dalam tempat kerja, sehingga karyawan yang tidak masuk karena alasan cedera dan sakit akibat kerja pun juga semakin berkurang.

2. Pengurangan Biaya Klaim Kesehatan. Karyawan yang bekerja pada perusahaan yang benar-benar memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja karyawannya kemungkinan untuk mengalami cedera atau sakit akibat kerja adalah kecil, sehingga makin kecil pula kemungkinan klaim pengobatan atau kesehatan dari mereka.
3. Pengurangan *Turnover* Pekerja. Perusahaan yang menerapkan program K3 mengirim pesan yang jelas pada pekerja bahwa manajemen menghargai dan memperhatikan kesejahteraan mereka, sehingga menyebabkan para pekerja menjadi merasa lebih bahagia dan tidak ingin keluar dari pekerjaannya.
4. Peningkatan Produktivitas. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Wahyu, 2006 dikutip oleh Kusuma, 2010) di CV. Sahabat klaten menunjukkan bahwa baik secara individual maupun bersama-sama program keselamatan dan kesehatan kerja berpengaruh positif terhadap produktivitas kerja.

Manfaat program keselamatan dan kesehatan kerja yang terkelola dengan baik adalah (Malthis, 2002 dikutip oleh Kusuma, 2010):

1. Penurunan biaya premi asuransi.
2. Menghemat biaya litigasi.
3. Lebih sedikitnya uang yang dibayarkan kepada pekerja untuk waktu kerja mereka yang hilang.
4. Biaya yang lebih rendah untuk melatih pekerja baru.
5. Menurunnya lembur.
6. Meningkatnya produktivitas.

### 2.3 Faktor-faktor Potensi Bahaya pada Kesehatan

Suatu bahaya kesehatan akan muncul bila seseorang kontak dengan sesuatu yang dapat menyebabkan gangguan atau kerusakan bagi tubuh ketika terjadi pajanan (“*exposure*”) yang berlebihan. Bahaya kesehatan dapat menyebabkan penyakit yang disebabkan oleh pajanan suatu sumber bahaya di tempat kerja. Potensi bahaya kesehatan yang biasa di tempat kerja berasal dari lingkungan kerja antara lain (Suma'mur, 1981) :

1. Bahaya Faktor Kimia bisa melalui pernapasan mulut atau hidung, zat beracun dapat masuk ke dalam paru-paru. Seorang dewasa saat istirahat menghirup sekitar lima liter udara per menit yang mengandung debu, asap, gas atau uap. Beberapa zat, seperti *fiber* atau serat, dapat langsung melukai paru-paru. Lainnya diserap ke dalam aliran darah dan mengalir ke bagian lain dari tubuh. Bahan kimia dapat memasuki tubuh jika makan makanan yang terkontaminasi, makan dengan tangan yang terkontaminasi atau makan di lingkungan yang terkontaminasi. Zat di udara juga dapat tertelan saat dihirup, karena bercampur dengan lendir dari mulut, hidung atau
2. Bahaya Faktor Fisik adalah faktor di dalam tempat kerja yang bersifat fisika antara lain kebisingan, penerangan, getaran, iklim kerja, gelombang mikro dan sinar ultra ungu. Faktor-faktor ini mungkin bagian tertentu yang dihasilkan dari proses produksi atau produk samping yang tidak diinginkan.
3. Bahaya Faktor Biologi akibat kerja sangat beragam jenisnya. Seperti pekerja di pertanian, perkebunan dan kehutanan termasuk di dalam perkantoran yaitu *indoor air quality*, banyak menghadapi berbagai penyakit yang disebabkan virus, bakteri.
4. Bahaya Faktor Ergonomi merupakan bahaya yang timbul karena alat kerja, lingkungan kerja, atau cara kerja yang dirancang tidak sesuai dengan kemampuan tubuh manusia secara fisik maupun kejiwaan.

## 2.4 Kecelakaan Kerja

Kecelakaan adalah kejadian yang tak terduga dan tidak diharapkan. Tak terduga oleh karena dibelakang peristiwa itu tidak terdapat unsur kesengajaan, lebih-lebih dalam bentuk perencanaan. Tidak diharapkan oleh karena peristiwa kecelakaan disertai kerugian material ataupun penderitaan dari yang paling ringan sampai kepada yang paling berat. Kecelakaan kerja terbagi menjadi dua golongan penyebab yaitu tindakan manusia yang tidak mematuhi keselamatan (*unsafe human acts*) dan keadaan-keadaan lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*). Kecelakaan akibat kerja merupakan kecelakaan berhubungan dengan hubungan pekerja pada perusahaan. Hubungan kerja disini dapat berarti, bahwa kecelakaan

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terjadi dikarenakan oleh pekerjaan atau pada waktu melaksanakan pekerjaan (Suma'mur, 1981).

## 2.5 Dampak Kecelakaan kerja

Kecelakaan kerja menimbulkan kerugian bagi pekerja, perusahaan, masyarakat, dan lingkungan alam. padahal kejadian tersebut dapat dicegah. Berikut merupakan masing-masing dampak kecelakaan (Gunawan, 2015):

1. Kerugian bagi pekerja, kecelakaan dapat menyebabkan pekerja mengalami cacat tetap, trauma kejiwaan, kesedihan keluarga, dan beban masa depan keluarga.
2. Kerugian bagi perusahaan, kecelakaan kerja menimbulkan biaya ekonomi besar bagi perusahaan. Biaya ini mencakup biaya pengobatan, biaya P3K, ganti rugi, kerusakan harta, keterlambatan produksi, upah lembur, waktu ekstra pegawai, penurunan produktivitas korban, biaya melatih pekerja baru, waktu dan biaya administrasi, citra buruk di masyarakat, serta moral kerja yg menurun.
3. Kerugian bagi masyarakat, kecelakaan tersebut dapat menimbulkan biaya sosial jangka panjang karena korban tidak dapat bekerja lagi seperti semula.
4. Kerusakan Lingkungan, dari kecelakaan yang terjadi sering kali menimbulkan kerusakan alam sekitar yang cukup parah.

## 2.6 Klasifikasi Kecelakaan Akibat Kerja

Klasifikasi kecelakaan akibat kerja menurut Organisasi Perburuhan Internasional tahun 1962 adalah sebagai berikut (Suma'mur, 1989):

1. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan antara lain:
  - a. Terjatuh
  - b. Tertimpa benda jatuh
  - c. Tertumbuk atau terkena benda-benda, terkecuali benda jatuh
  - d. Terjepit oleh benda
  - e. Gerakan-gerakan melebihi kemampuan
  - f. Pengaruh suhu tinggi
  - g. Terkena arus listrik

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- h. Kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi
2. Klasifikasi menurut penyebab antara lain:
  - a. Mesin
  - b. Alat angkut dan alat angkat
  - c. Peralatan lain
  - d. Bahan-bahan, zat-zat dan radiasi
  - e. Lingkungan
3. Klasifikasi menurut sifat luka atau kelainan, antara lain:
  - a. Patah tulang
  - b. Regang otot atau urat
  - c. Memar dan luka dalam lainnya
  - d. Luka bakar
  - e. Keracunan mendadak
  - f. Amputasi
  - g. Luka di permukaan
4. Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka di tubuh, antara lain:
  - a. Kepala
  - b. Leher
  - c. Badan
  - d. Anggota atas
  - e. Anggota bawah
  - f. Kelainan umum

## 2.7 Pengertian Risiko

Risiko adalah kemungkinan atau potensi terjadinya sesuatu yang menimbulkan kerugian. Besar atau tingginya risiko ini ditentukan oleh gabungan antara besarnya tingkat kerusakan dari dampak kejadian yang tak diharapkan tersebut. Makin tinggi kemungkinan kejadian dan makin parah dampak kejadian, maka makin tinggi pula risiko yang akan dihadapi (Gunawan, 2015). Vaughan yang diterjemahkan oleh (Herman Darmawi, 1997 dikutip oleh Oktaviani, 2014) mengemukakan beberapa definisi risiko sebagai berikut:

1. *Risk is the chance of loss* (risiko adalah kans kerugian). *Chance of Loss* biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu keterbukaan terhadap kerugian atau suatu kemungkinan Kerugian. sebaliknya jika disesuaikan dengan istilah yang dipakai dalam statistik, maka *chance* sering dipergunakan untuk menunjukkan tingkat probabilitas akan munculnya situasi tertentu.
2. *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 secara kuantitatif
3. *Risk is uncertainty* (risiko adalah ketidakpastian) Tampaknya ada kesepakatan bahwa risiko berhubungan dengan ketidakpastian. Karena itulah ada penulis yang mengatakan bahwa risiko itu sama artinya dengan ketidakpastian.

Risiko pada umumnya dipandang sebagai sesuatu yang negatif, seperti kehilangan, bahaya, dan konsekuensi lainnya. Kerugian tersebut merupakan bentuk ketidakpastian yang seharusnya dipahami dan dikelola secara efektif oleh organisasi sebagai bagian dari strategi sehingga dapat menjadi nilai tambah dan mendukung pencapaian tujuan organisasi (Soputan, 2014).

Menurut sumber-sumber penyebabnya, risiko dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Risiko Internal, yaitu risiko yang berasal dari dalam perusahaan itu sendiri.
2. Risiko Eksternal, yaitu risiko yang berasal dari luar perusahaan atau luar perusahaan.
3. Risiko Keuangan, adalah risiko yang disebabkan oleh faktor-faktor ekonomi dan keuangan, seperti perubahan harga, tingkat bunga, dan mata uang.
4. Risiko Operasional, adalah semua risiko yang tidak termasuk risiko keuangan. Risiko operasional disebabkan oleh faktor-faktor manusia, alam, dan teknologi.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.8 Manajemen Risiko

Secara umum Manajemen risiko didefinisikan sebagai proses, mengidentifikasi, mengukur dan memastikan risiko dan mengembangkan strategi untuk mengelola risiko tersebut. Dalam hal ini manajemen risiko akan melibatkan proses-proses, metode dan teknik yang membantu manajer maksimumkan probabilitas dan konsekuensi dari *event* positif dan minimasi probabilitas dan konsekuensi *event* yang berlawanan. Sedangkan manajemen risiko dalam K3 adalah suatu upaya mengelola risiko untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan secara komprehensif, terencana dan terstruktur dalam suatu sistem yang baik. Sehingga memungkinkan manajemen untuk meningkatkan hasil dengan cara mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang ada (Oktaviani, 2014).

### 2.8.1 Analisa risiko

Merupakan metode mengidentifikasi risiko dan menilai kerusakan yang mungkin disebabkan, sebagai alasan perlunya perlindungan keamanan. Analisa risiko memiliki tiga tujuan, yaitu (Oktaviani, 2014) :

1. Mengidentifikasi risiko
2. Menghitung dampak dari ancaman
3. Memberikan perbandingan biaya atau manfaat antara dampak risiko dengan biaya.

Analisa risiko pada umumnya dilakukan setelah melakukan identifikasi terhadap sebuah risiko. Setelah melakukan identifikasi risiko, maka tahap berikutnya adalah pengukuran risiko dengan cara melihat potensial terjadinya seberapa besar *severity* (kerusakan) dan probabilitas terjadinya risiko tersebut. Penentuan probabilitas terjadinya suatu *event* sangatlah subyektif dan lebih berdasarkan nalar dan pengalaman. Beberapa risiko memang mudah untuk diukur, namun sangatlah sulit untuk memastikan probabilitas suatu kejadian yang sangat jarang terjadi. Sehingga pada tahap ini sangatlah penting untuk menentukan dugaan yang terbaik supaya nantinya kita dapat memprioritaskan dengan baik dalam implementasi perencanaan manajemen risiko. Kesulitan dalam pengukuran risiko



adalah menentukan kemungkinan terjadi suatu risiko karena informasi statistik tidak selalu tersedia untuk beberapa risiko tertentu. Selain itu, mengevaluasi dampak *severity* (kerusakan) seringkali cukup sulit untuk aset immateriil (Oktaviani, 2014).

## 2.9 Pengambilan Keputusan

Keputusan (*decision*) secara harfiah berarti pilihan (*choice*). Pilihan yang dimaksud di sini adalah pilihan dari dua atau lebih kemungkinan, atau dapat dikatakan pula sebagai keputusan dicapai setelah dilakukan pertimbangan dengan memilih satu kemungkinan pilihan. Seperti yang diungkapkan oleh Gito Sudarmo, bahwa keputusan terkait dengan ketetapan atau penentuan suatu pilihan yang diinginkan. Definisi tersebut mengandung pengertian, dalam keputusan yaitu, ada pilihan atas dasar logika atau pertimbangan, ada beberapa alternatif yang harus dipilih salah satu yang terbaik, dan ada tujuan yang ingin dicapai dan keputusan itu makin mendekati pada tujuan tersebut. Setelah dipahami pengertian keputusan, selanjutnya dikutipkan pendapat para ahli mengenai pengertian pengambilan keputusan (Pramudhita, 2015).

Menurut Steiner pengambilan keputusan didefinisikan sebagai suatu proses manusiawi yang didasari dan mencakup baik fenomena individu maupun sosial, didasarkan pada premis nilai dan fakta, menyimpulkan sebuah pilihan dari antar alternatif dengan maksud bergerak menuju suatu situasi yang diinginkan. Pengertian ini menunjukkan bahwa pengambilan keputusan merupakan suatu proses pemilihan alternatif terbaik dari beberapa alternatif secara sistematis untuk ditindaklanjuti (digunakan) sebagai suatu cara pemecahan masalah (Nuraini, 2015).

### 2.9.1 Pengambilan Keputusan Multi Kriteria

*Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah *alternative* berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Kriteria biasanya berupa ukuran-ukuran, aturan-aturan atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Tujuan MCDM adalah memilih alternatif terbaik dari beberapa alternatif eksklusif

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang saling menguntungkan atas dasar performansi umum dalam bermacam kriteria (atau atribut) yang ditentukan oleh pengambil keputusan (Nuraini, 2015).

Terdapat empat langkah pengambilan keputusan dalam MCDM meliputi (Pramudhita, 2015):

1. Identifikasi masalah.
2. Menyusun preferensi.
3. Mengevaluasi alternatif
4. Menentukan alternatif terbaik.

## 2.10 *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*

*Failure Mode* diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. Dari *failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses dan pengaruhnya terhadap perusahaan. FMEA disini adalah *FMEA Process* untuk mendeteksi risiko yang teridentifikasi pada saat proses (Rahman, 2014).

Terdapat beberapa pengertian *Failure Mode Effects Analysis (FMEA)*, diantaranya adalah sebagai berikut (Rahman, 2014):

1. FMEA didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut, mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan, dan mendokumentasikan seluruh proses.
2. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu *mode* kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Menurut Roger D. Leitch, definisi dari FMEA adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari *engineer* selama perancangan dan pengembangan. Analisa tersebut biasa disebut analisa “*bottom up*”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalanyang berbeda.

4. Menurut John Moubray, definisi dari FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu (Rahman, 2014):

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 sebuah teknik yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan potensial, *error*, dan masalah yang diketahui dari sistem, desain, proses, atau jasa sebelum hal tersebut sampai ke pelanggan. Analisa dari evaluasi dapat dilakukan melalui dua cara. Pertama, menggunakan data historis seperti data mengenai produk atau jasa, komplain pelanggan, dan beberapa informasi tersedia untuk mencari kegagalan. Kedua, melalui sistem statistik, model matematis, dan simulasi. Menggunakan FMEA bukan berarti bahwa pendekatan yang satu adalah lebih baik dari yang lain, atau data tersebut lebih akurat dibandingkan data yang lain. Keduanya dapat menjadi efisien, akurat, dan benar jika dilaksanakan secara benar dan sesuai (Rahman, 2014)

### 2.10.1 Langkah-langkah Metode FMEA

Berikut ini merupakan langkah-langkah pengerjaan metode FMEA (Kustianingsih, 2011) :

1. Penjabaran Proses atau produk beserta fungsinya
2. Membuat blok diagram, yaitu diagram yang menunjukkan komponen atau langkah proses.
3. Mengidentifikasi potensi kegagalan yang dapat terjadi.
4. Mendaftarkan setiap kegagalan, untuk fungsi dari setiap komponen, sub sistem, sistem atau proses tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan.
5. Mendeskripsikan efek dari setiap kegagalan
6. Menganalisis tingkat keseriusan (*Severity*) terjadinya kegagalan
7. Menganalisis tingkat kemungkinan (*Probability*) terjadinya kegagalan
8. Menganalisis tingkat deteksi (*Detection*) terhadap kegagalan

### 2.10.2 Faktor-faktor Penilaian FMEA

Berikut ini merupakan Faktor penilaian dalam FMEA terdiri atas (Puspita Sari, 2014):

1. *Severity* (S) adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besarkah tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan tinggi. Dengan demikian, apabila efek yang terjadi bukan merupakan efek yang kritis, maka nilai *severity* pun akan sangat rendah. Berikut merupakan rating penilaian *saverity* dengan skala 1-10:

Tabel 2.1 Rating penilaian *saverity*

Rating	Dampak Kerusakan Yang Terjadi
1-2	Tidak ada persyaratan hukum; Cedera kecil (pengaruh buruk yang dapat diabaikan); Gangguan kecil; Kerugian materi kecil
3-4	Cedera ringan; Memerlukan perawatan P3K (langsung dapat ditangani di lokasi kejadian); kerugian materi sedang.

(Sumber : Hasil *Interview* atau Wawancara)

Tabel 2.1 Rating penilaian *saverity* (Lanjutan)

Rating	Dampak Kerusakan Yang Terjadi
5-6	Cedera sedang; Hilangnya hari kerja; Memerlukan perawatan medis; Kerugian materi cukup besar.
7-8	Cedera berat; Cacat mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total, kerugian material besar.
9-10	Kematian, kerugian materi yang sangat besar

(Sumber : Hasil *Interview* atau Wawancara)

2. *Probability* (O), adalah kemungkinan atau *probability* bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa proses. *Probability* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi. Berikut merupakan rating penilaian *Probability* dengan skala 1-10:

Tabel 2.2 Rating penilaian *Probability*

Rating	Probabilitas	Keterangan
1-2	Jarang terjadi ( <i>rare</i> )	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu.
3-4	Kecil kemungkinan terjadi ( <i>unlikely</i> )	Mungkin terjadi sewaktu-waktu.
5-6	Mungkin dapat terjadi	Dapat terjadi sewaktu-waktu.
7-8	Cenderung terjadi ( <i>likely</i> )	Sangat mungkin terjadi pada semua keadaan.
9-10	Hampir pasti akan terjadi ( <i>almost certain</i> )	Terjadi hampir pada semua keadaan.

(Sumber: Hasil *Interview* atau Wawancara)

3. *Detection* (D). Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.3 Rating penilaian *Detection*

Rating	Keterangan
1-2	Sangat mudah
3-4	Mudah
5-6	Sedang
7-8	Sulit
9-10	Sangat sulit

(Sumber: Hasil *Interview* atau Wawancara)

### 2.10.3 Contoh *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*

Berikut merupakan contoh-contoh metode *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)* (Sinaga, 2014) :

Tabel 2.4 Contoh FMEA Pada Analisis Risiko Kecelakaan Proyek

No	Jenis Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Mode Kegagalan ( <i>Failure Mode</i> )	<i>Risk Assesment</i>		
				<i>Probability</i>	<i>Severity</i>	<i>Detection</i>
1	Pekerjaan persiapan	1.Pengukuran dan pematokan	a. terpeleset akibat lokasi terjal	3,75	1	1,25
			b. tertabrak kendaraan yg melintas	1,75	3,5	3
		2.Instalasi Listrik kerja	a. tersengat aliran listrik/arus	2,5	5	2
			b. tersandung kabel saat bekerja	2,75	2	1
			c. kabel rusak karena terlindas alat	5	3	1
		3.Mobilisasi peralatan	a. kecelakaan saat mobilisasi alat	3	4	1
			b. kendaraan berat tidak jalan	2	3	3
		4.Mobilisasi besi beton dengan alat angkat crane dan cara manual	a. tertimpa seling crane yang putus	3	5	3
			b. tersandung besi beton	1,5	3	1
			c. tertimpa besi beton	5	3	1
d. material terlambat datang	4		2	1		

(Sumber : Sinaga, 2014)

Tabel 2.5 Contoh FMEA Pada Analisis Risiko Kecelakaan Produksi

No	Proses	Risiko Kecelakaan ( <i>Failure Mode</i> )		Efek Risiko ( <i>Failure Effect</i> )
1.	Proses Pemotongan	F1	Kejatuhan Pipa	Memar
		F2	Tangan Terjepit mesin <i>cutting</i>	Terluka
		F3	Terkena Putaran Gergaji mesin <i>cutting</i>	
		F4	Mata terkena gram pada proses <i>cutting</i>	Cedera Pada Mata

(Sumber : Sinaga, 2014)

Tabel 2.5 Contoh FMEA Pada Analisis Risiko Kecelakaan Produksi (Lanjutan)

No	Proses	Risiko Kecelakaan ( <i>Failure Mode</i> )		Efek Risiko ( <i>Failure Effect</i> )
		F5	Mesin yang bising pada mesin <i>cuttting</i>	Menggangu Pendengaran
2.	Proses Forming	F6	Tangan Terjepit mesin <i>press hidrolis</i>	Memar
		F7	Tangan terbentur mesin <i>roll</i>	Patah Tulang
3.	Proses Pemetasan	F8	Mesin yang bising pada mesin <i>noching</i>	Menggangu pendengaran
		F9	Tergores <i>alloy</i> yang telah terpotong	Terluka
		F10	Terkena putaran mesin <i>noching</i>	
		F11	Mata terkena gram	Cedera pada mata

(Sumber : Sinaga, 2014)

#### 2.10.4 Rata-Rata Hitung (*Mean*)

*Mean* digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dari masing-masing kriteria *severity*, *probability*, dan *detection*. Perumusan dan perhitungan rata-rata hitung akan lebih mudah dilakukan dengan memakai simbol-simbol dari nilai data kuantitatif, yaitu  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , Bila mana ada  $n$  nilai data. Simbol  $n$  menyatakan bahwa data bersumber dari sampel. Rata-rata hitung biasanya dilambangkan dengan  $\bar{X}$  (Boediono, 2008).

$$\bar{X} = \frac{X_1+X_2+X_3+\dots+X_n}{n} \quad (2.1)$$

Dimana  $\bar{X}$  adalah jumlah semua nilai data dan  $n$  adalah banyaknya nilai data.

#### 2.11 *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)

TOPSIS merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh (Yoon dan Hwang, 1981 dikutip oleh Shalehah, 2014). Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan karena konsep dari TOPSIS sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana (Shalehah, 2014)

TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan terjauh dari solusi ideal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean* untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi ideal negatif terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut (Opricovic, 2004 dikutip oleh Shalehah, 2014). (Mahmoodzadeh, 2007 dikutip oleh Shalehah, 2014) menjelaskan bahwa metode TOPSIS didasarkan pada konsep bahwa alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif.

### 2.11.1 Langkah-langkah Metode TOPSIS

Berikut ini tahapan penyelesaian pengambilan keputusan dengan menggunakan metode TOPSIS (Abidin, 2016):

1. TOPSIS dimulai dengan membangun sebuah matriks keputusan.

$$X = [x_{ij}] \tag{2.2}$$

2. Menghitung matriks keputusan yang ternormalisasi.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \tag{2.3}$$

Keterangan :

$$j = 1, 2, 3, \dots, J; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$r_{ij}$  adalah nilai normalisasi dari  $x_{ij}$

3. Membuat matriks keputusan terbobot yang ternormalisasi. Perhitungan bobot setiap perbandingan kriteria. Adapun kriteria yang akan dihitung bobot nya yaitu *severity*, *probability* dan *detection*. Perhitungan perbandingan berat masing-masing kriteria didasarkan pada perhitungan nilai entropi dan kemudian mengubahnya menjadi berat digambarkan dalam langkah berikut (Wardhani, 2012) :

- a. Normalisasi data awal penilaian bobot dengan mengurangi tiap- tiap angka dengan nilai tertinggi pada pembobotan kriteria. Dalam hal ini lembar penilaian diberikan kepada kedua ahli K3 PT. Kunango Jantan.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.6 Bobot Kriteria

Bobot	Keterangan
1-2	Tidak Penting
3-4	Kurang Penting
5-6	Cukup Penting
7-8	Penting
9-10	Sangat Penting

(Sumber: Wardhani, 2012)

- b. Nilai yang diperoleh dari langkah pertama dibagi dengan total nilai untuk semua kriteria.

$$a_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_{i=1}^n k_{ij}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$k_{ij}$  adalah nilai kriteria ke-i, Sementara  $\sum_{i=1}^n k_{ij}$  adalah total nilai semua kriteria.

- c. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai entropy yang dirumuskan:

$$E_j = \left[ \frac{1}{\ln(m)} \right] \sum_{i=1}^n [a_{ij} \ln(a_{ij})] \quad (2.5)$$

Keterangan :

$m$  adalah jumlah pengambil keputusan.

- d. Dispersi dari tiap kriteria dapat dihitung dengan persamaan :

$$D_j = 1 - E_j \quad (2.6)$$

- e. Untuk mendapatkan bobot masing-masing kriteria harus dilakukan normalisasi nilai dispersi dengan persamaan sebagai berikut :

$$w_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \quad (2.7)$$

4. Hitung pembobotan ternormalisasi dari nilai yang diperoleh bobot kriteria menggunakan entropi  $w_j$  dengan nilai  $r_{ij}$  .

$$v_j = w_j \times r_{ij} \quad (2.8)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif, dapat ditentukan berdasarkan rating bobot ternormalisasi  $v_j$

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_1^+\} = \{(\max(\text{or min})v_{ij}|j \in J)\} \quad (2.9)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_1^-\} = \{(\max(\text{or min})v_{ij}|j \in J)\} \quad (2.10)$$

6. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan negatif. Jarak antara alternatif dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai berikut.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^j (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (2.11)$$

Jarak antara alternatif dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai berikut:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^j (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.12)$$

7. Perhitungan relatif *Risk Priority Index* (RPI) dari solusi ideal. Peringkat akhir dari alternatif-alternatif didapat dengan mengacu pada nilai relatif kedekatan terhadap solusi ideal untuk setiap kriteria yang dibandingkan, dengan demikian nilai terbesar dari RPI merupakan solusi ideal. Nilai perhitungan *Risk Priority Index* (RPI) dapat dihitung dengan menggunakan rumus.

$$RPI = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (2.13)$$

## 2.12 Pareto Diagram

Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli ekonomi dari italia bernama kali oleh seorang ahli ekonomi dari italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan yang seharusnya pertama kali diatasi maka kita akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat atau pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti (Wignjosoebroto, 2003).

Berikut ini merupakan kegunaan dari diagram pareto (Wignjosoebroto, 2003) :

1. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi
2. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan, maka akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti. Dalam diagram pareto berlaku aturan 80/20, artinya yaitu 20% jenis kesalahan atau risiko dapat menyebabkan 80% kegagalan proses (Wignjosoebroto, 2003).

### 2.12.1 Langkah-Langkah Pembuatan Pareto Diagram

Langkah-langkah pembuatan pareto diagram dapat dijelaskan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2003):

1. Kelompokkan masalah yang ada dan nyatakan hal tersebut dalam angka yang bisa terukur secara kuantitatif.
2. Atur masing-masing penyebab atau masalah yang ada sesuai dengan pengelompokkan yang dibuat. Pengaturan dilaksanakan berurutan sesuai dengan besarnya nilai kuantitatif masing-masing. Selanjutnya gambarkan keadaan ini dalam bentuk grafik kolom. Penyebab nilai kuantitatif terkecil digambarkan paling kanan.
3. Buatlah grafik garis secara kumulatif (berdasarkan persentase penyimpangan) diatas grafik kolom. Grafik garis ini dimulai dari penyebab penyimpangan terbesar terus terkecil dan secara lengkap diagram pareto sudah bisa digambarkan.

### 2.13 Diagram Pohon atau *Fault Tree Analysis* (FTA)

Diagram pohon merupakan alat perencanaan yang digunakan untuk memetakan jalur dan tugas-tugas yang harus diselesaikan untuk mencapai sasaran

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

utama serta semua sub-sasaran yang terkait, mengatur urutan tugas dalam rencana implementasi dan memeriksa logika suatu rencana dengan cara mencari gap yang ada (Mustika, 2014).

Dalam pembuatan diagram pohon penting melakukan beberapa tahapan pengkajian yang digunakan untuk memetakan jalur dan tugas-tugas yang harus diselesaikan untuk mencapai sasaran utama serta semua sub-sasaran yang terkait, mengatur urutan tugas dalam rencana implementasi dan memeriksa logika diantaranya adalah memulai sesi diagram pohon, mengidentifikasi kembali judul pohon utama, menyusun tingkat *detail* selanjutnya dan mengkaji kembali diagram pohon (Mustika, 2014).

*Fault Tree Analysis* adalah teknik yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan resiko dan keandalan dari suatu sistem *engineering*. *Event* potensial yang menyebabkan kegagalan dari suatu sistem *engineering* dan probabilitas terjadinya *event* tersebut dapat ditentukan dengan FTA. Sebuah *Top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem (*system failure*), harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengkonstruksi FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan yang didefinisikan pada *Top event*. *Fault Tree* adalah sebuah model grafis yang terdiri dari beberapa kombinasi kesalahan (*fault*) secara paralel dan secara berurutan yang mungkin menyebabkan awal dari *failure event* yang sudah ditetapkan (Thomas Pyzdek, 2002 dikutip oleh Manullang, 2015).

FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*top down approach*” karena analisa ini berawal dari *system level (top)* dan meneruskannya ke bawah (Priyanta, 2000 dikutip oleh Mustika, 2014). Sistem dalam penelitian ini adalah pelaksanaan proyek dan kegagalan yang dimaksud adalah keterlambatan proyek. Langkah pertama bertujuan untuk mencari *top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem, ditentukan terlebih dahulu dalam menentukan sebuah model grafis FTA. Tahapan kedua, membuat model grafis *Fault Tree* (Priyanta, 2000 dikutip oleh Mustika, 2014).

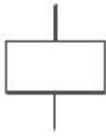



Model grafis FTA memuat beberapa simbol, yaitu simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol transfer. Simbol kejadian adalah berisi kejadian pada sistem yang dapat digambarkan dengan bentuk lingkaran, persegi, dan yang lainnya yang mempunyai arti setiap contoh dari simbol kejadian adalah *Intermediate event* dan *basic event*. Sedangkan simbol gerbang, menyatakan hubungan kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output*. Hubungan tersebut dimulai dari *top event* sampai ke *event* yang paling mendasar (Priyanta, 2000 dikutip oleh Mustika, 2014).

### 2.13.1 Simbol-Simbol Fault Tree Analysis (FTA)

Model grafis FTA mempunyai beberapa simbol kejadian seperti *intermediate event*, *basic event*, dan *undeveloped event*. Selain itu, juga ada simbol gerbang dan tranfer (Mustika, 2014).




Secara lengkap, simbol-simbol yang bisa digunakan dalam membangun diagram pohon sebagai berikut (Tarwaka, 2012 dikutip oleh Manullang, 2015):

Tabel 2.7 Simbol-simbol FTA

Simbol	Keterangan
	<i>Top Event</i> Kejadian puncak yang harus dijelaskan lebih rinci/insiden yang terjadi
	Gerbang <i>OR (OR Gate)</i> Kejadian ini di atas simbol muncul jika " <i>input event</i> " meskipun hanya salah satu dapat menyebabkan kejadian di atasnya.
	<i>Logic Gate (AND Gate)</i> Kejadian di atas simbol muncul jika semua " <i>input event</i> " bersama-sama menyebabkan kejadian di atasnya.
	<i>Transferred Event</i> Segitiga digunakan "sebagai simbol <i>transfer</i> ". Garis dari puncak segitiga menunjukkan " <i>transfer in</i> ", dan garis dari samping menunjukkan " <i>transfer out</i> ". Biasanya digunakan untuk menjamin bahwa perkembangan " <i>sub tree</i> " ada di halaman lain atau pada bagian diagram yang cocok.

(Sumber: Tarwaka, 2012 dikutip oleh Manullang, 2015)

Tabel 2.7 Simbol-simbol FTA (Lanjutan)

Simbol	Keterangan
	<i>Undeveloped Event (Basic Event)</i> Suatu kejadian yang tidak perlu diuraikan lagi karena sudah tersedia informasi yang cukup.
	<i>Basic Event</i> Suatu kejadian yang tidak membutuhkan pengembangan lebih lanjut atau tidak perlu diuraikan lagi.
	Simbol Elips ( <i>Conditional Event</i> ) Simbol kondisi yang disisipkan di samping <i>event</i> untuk menunjukkan <i>event</i> itu hanya kan terjadi apabila kondisi tersebut dapat dipenuhi.

(Sumber: Tarwaka, 2012 dikutip oleh Manullang, 2015)

## 2.14 Tahapan Penyelesaian Pohon Diagram atau (FTA)

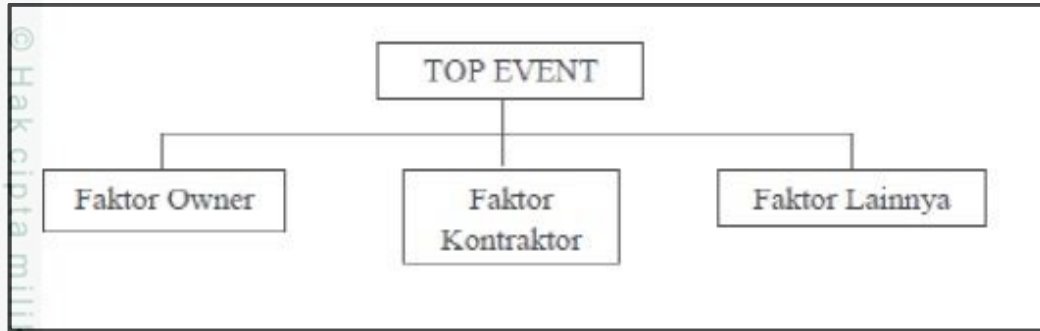
Adapun langkah-langkah pembuatan konstruksi FTA adalah sebagai berikut

(Amalia, 2012):

1. Menetapkan kejadian puncak (*top event*).
2. Menentukan *intermediate event* tingkat pertama terhadap kejadian puncak.
3. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat pertama ke *top event* dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
4. Menentukan *intermediate* tingkat atau *level* kedua
5. Menentukan hubungan *intermediate event* tingkat kedua ke *intermediate event* tingkat pertama dengan menggunakan gerbang logika (*logic gate*).
6. Melanjutkannya sampai ke *basic event*.

### 2.14.1 Top Event

Sebuah *Top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem (*system failure*), harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengkontruksi FTA. Sistem kemudian dianalisa untuk menemukan semua kemungkinan yang didefinisikan pada *top event*. Setelah mengidentifikasi *top event*, *event* yang memberi kontribusi secara langsung terjadinya *top event* diidentifikasi dan dihubungkan ke *top event* dengan memakai hubungan logika (*logical link*) (Priyanta, 2000 dikutip oleh Mustika, 2014).



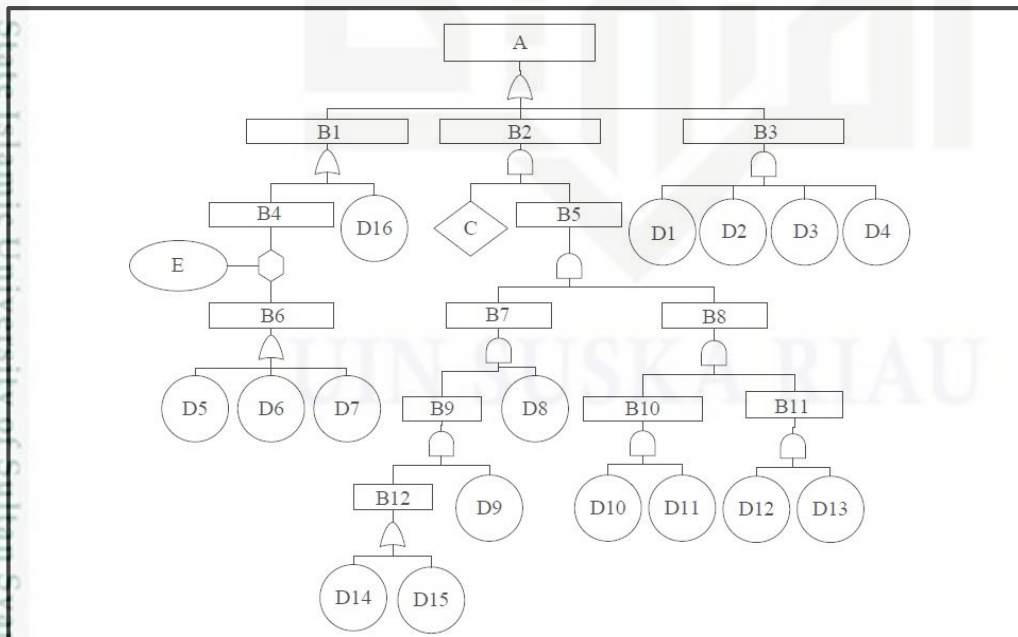
Gambar 2.1 TOP Event dan Sub-Sub Faktor TOP Event (Amalia, 2012)

### 2.14.2 Menentukan Intermediate Event

Penentuan *intermediate event* pada level pertama, langkah selanjutnya adalah penentuan *intermediate event* untuk level berikutnya serta penentuan *basic event*. Penentuan ini bertujuan untuk memperoleh hubungan antara *top event* dengan faktor-faktor yang menyebabkan terlambat. Maka langkah selanjutnya adalah melakukan penggambaran konstruksi FTA. Begitu juga seterusnya terhadap *intermediate level-level* berikutnya hingga sampai pada *basic event* (Amalia, 2012).

### 2.14.3 Contoh Grafik Flaut Tree Analysis (FTA)

Berikut adalah contoh-contoh model grafis *Flaut Tree Analysis* (FTA) diantaranya adalah sebagai berikut (Amalia, 2012):



Gambar 2.2 Contoh Model Grafis FTA Pekerjaan Persiapan (Mustika, 2014)

Berdasarkan contoh model grafik FTA tersebut maka berikut ini adalah keterangan untuk nama *event* pada model grafis FTA pekerjaan persiapan diatas ditunjukkan pada tabel dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 2.8 Keterangan Model Grafis FTA Pekerjaan Persiapan

Event	Keterangan	Event	Keterangan
A	Keterlambatan pekerjaan persiapan	D2	Kurangnya pengawasan
B1	Faktor pengguna jasa	D3	Tidak melaksanakan peran
B2	Faktor kontraktor	D4	Kurang koordinasi
B3	Faktor konsultan pengawas	D5	Dokumen gambar kurang lengkap
B4	Perubahan tgl. dimulainya proyek	D6	Dok. spek. teknis kurang lengkap
B5	Sumber Daya Manusia kurang	D7	Dok. tender kurang lengkap
B6	Dokumen terlambat	D8	Terbatasnya jumlah tenaga kerja
B7	Tenaga kerja	D9	Tukang malas
B8	Tenaga ahli	D10	Kontrol kurang baik
B9	Kualitas kurang baik	D11	Kurang koordinasi
B10	Manajemen kurang baik	D12	Tidak segera memulai pekerjaan
B11	Kurang pengalaman kerja	D13	Masalah teknis dlm. memakai waktu
B12	Kecapaian	D14	Tukang puasa
C	Dana tidak mencukup	D15	Dikejar target
D1	Kontrol yang kurang baik	E	Keterlambatan tanda tangan kontrak

(Sumber: Mustika, 2014)

#### 2.14.4 Identifikasi Minimal Cut Set

Sebuah *fault tree* memberikan informasi yang berharga tentang berbagai kombinasi dari *fault event* yang mengarah pada *critical failure* sistem. Kombinasi dari berbagai *fault event* disebut dengan *cut set*. Pada terminologi *fault tree*, sebuah *cut set* didefinisikan sebagai *basic event* yang bila terjadi (secara simultan) akan mengakibatkan terjadinya *Top event* (Manullang, 2015).

Sebuah *cut set* dikatakan sebagai minimal *cut set* jika *cut set* tersebut tidak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai *cut set*. Jumlah *basic event* yang berbeda di dalam sebuah minimal *cut set* disebut dengan *orde cut set*. Untuk *fault tree* yang sederhana mendapatkan minimal *cut set* dengan tanpa menggunakan prosedur formal atau algoritma. Untuk *fault tree* yang lebih besar, maka diperlukan



sebuah algoritma untuk mendapatkan minimal *cut set* pada *fault tree*. MOCUS (*method for obtaining cut sets*) merupakan sebuah algoritma yang dapat dipakai untuk mendapatkan minimal *cut set* dalam sebuah *fault tree* (Manullang, 2015).

Notasi operator dalam logika Aljabar *Boolean* untuk gerbang OR atau penjumlahan *Boolean* mempunyai simbol (+). Sedangkan untuk gerbang AND mempunyai simbol (.) atau perkalian *Boolean*. Aljabar *Boolean* mempunyai hukum-hukum persamaan. Salah satu contohnya adalah hukum distributif dimana (Manullang, 2015):

Contoh hasil aljabar boolean grafik FTA pekerjaan persiapan sebagai berikut (Mustika, 2014):

Tabel 2.9 *Minimal Cut Set* Pekerjaan Persiapan

No	Kombinasi Event
1	E . D5
2	E . D6
3	E . D7
4	D16
5	D14 . D9 . D8 . D10 . D11 . D12 . D13 . C
6	D15 . D9 . D8 . D10 . D11 . D12 . D13 . C
7	D1 . D2 . D3 . D4

(Sumber: Mustika, 2014)

Hasil dari analisis *minimal cut set*, didapatkan *basic event* atau kejadian dasar yang mempengaruhi dan menyebabkan keterlambatan pekerjaan persiapan diantaranya adalah (Mustika, 2014):

Tabel 2.10 Analisis *Basic Event* Pekerjaan Persiapan

Event	Top Event	Event	Keterangan
B1	Faktor Pengguna Jasa	D5	Dokumen gambar kurang lengkap
		D6	Dok. spek. teknis kurang lengkap
		D7	Dok. tender kurang lengkap
		E	Keterlambatan tanda tangan kontrak
B2	Faktor kontraktor	D14	Tukang puasa
		D9	Tukang malas

(Sumber: Mustika, 2014)

Tabel 2.10 Analisis *Basic Event* Pekerjaan Persiapan (Lanjutan)

<i>Event</i>	<i>Top Event</i>	<i>Event</i>	<i>Keterangan</i>
		D10	Kontrol kurang baik
		D11	Kurang koordinasi
		D12	Tidak segera memulai pekerjaan
		C	Dana tidak mencukup
B3	Faktor konsultan pengawas	D1	Kontrol yang kurang baik
		D2	Kurangnya pengawasan
		D3	Tidak melaksanakan peran
		D4	Kurang koordinasi

(Sumber: Mustika, 2014)

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.