

TEKNIK DAN METODE IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	4
1 IDENTIFIKASI RISIKO	5
2 ANALISIS RISIKO	6
3 TEKNIK ANALISIS RISIKO	7
3.1 <i>Brainstorming</i>	7
3.2 Wawancara Terstruktur atau Semi-Terstruktur	8
3.3 Teknik <i>Delphi</i>	10
3.4 Checklist	11
3.5 Studi <i>Hazard and Operability</i> (HAZOP)	12
3.6 Studi <i>Hazard Identification</i> (HAZID)	14
3.7 <i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> (HACCP)	15
3.8 <i>Environmental Risk Assessment</i>	18
3.9 <i>Structured "What-if" Technique</i> (SWIFT)	20
3.10 <i>Scenario Analysis</i>	22
3.11 <i>Business Impact Analysis</i> (BIA)	26
3.12 Root Cause Analysis (RCA)	28
3.13 <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)	30
3.14 <i>Fault Tree Analysis</i>	33
3.15 Event Tree Analysis (ETA)	36
3.16 <i>Cause and Consequence Analysis</i>	38
3.17 Cause-and-Effect Analysis	41
3.18 Decision Tree	43
3.19 <i>Bow Tie Analysis</i>	45
3.20 Markov Analysis	46

3.21	Simulasi Monte Carlo	48
3.22	<i>Risk Impact</i> Analysis	50
DAFTAR PUSTAKA		53

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Contoh Pertanyaan Wawancara	9
Tabel 2 Contoh Format Teknik Delphi	11
Tabel 3 Contoh Checklist Manajemen Risiko	12
Tabel 4 Contoh Hasil Studi HAZOP	14
Tabel 5 Ekspektasi NPV Proyek	25
Tabel 6 Deskripsi Simbol Fault Tree Analysis	34
Tabel 7 Aturan Persamaan Boolean	35
Tabel 8 Data Contoh Perhitungan Analisis Markov 1	47
Tabel 9 Data Contoh Perhitungan Analisis Markov 2	48
Tabel 10 Contoh Perhitungan Probabilitas Transisi.....	48
Tabel 11 Contoh Diagram Transisi	48
Tabel 12 Contoh Proyeksi Keuangan Simulasi Monte Carlo.....	49
Tabel 13 Contoh Hasil Simulasi Monte Carlo	50
Tabel 14 Contoh Kriteria Risiko Kuantitatif	51
Tabel 15 Contoh Perhitungan Dampak Kuantitatif	51
Tabel 16 Contoh Kriteria Dampak Risiko Kualitatif	52

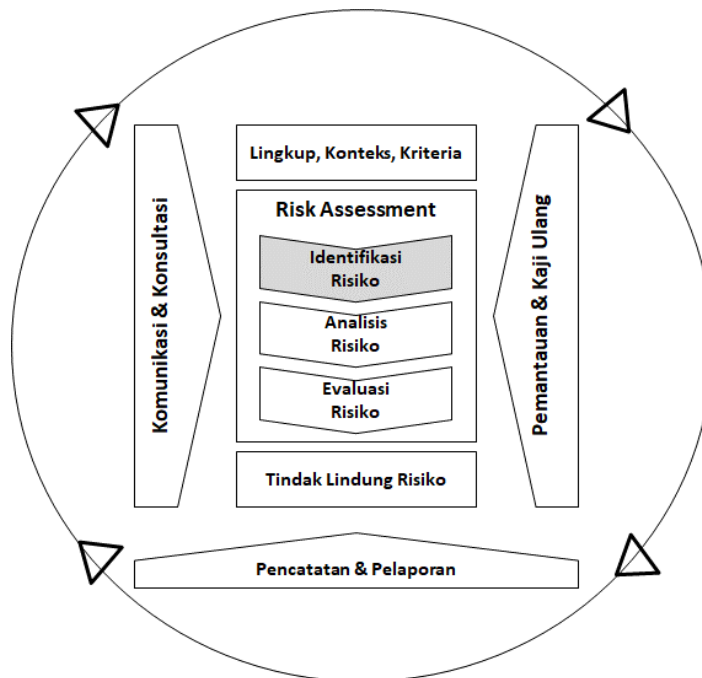
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Posisi Identifikasi Risiko Dalam Proses Manajemen Risiko	5
Gambar 2 Posisi Analisis Risiko dalam Proses Manajemen Risiko	6
Gambar 3 Skema Scenario Analysis.....	22
Gambar 4 Contoh Decision Tree	24
Gambar 5 Probabilitas Gabungan <i>Decision Tree</i>	24
Gambar 6 NPV Decision Tree	25
Gambar 7 Contoh Fault Tree Analysis.....	36
Gambar 8 Skema Event Tree Analysis	37
Gambar 9 Contoh Event Tree Analysis	38
Gambar 10 Skema Cause-Consequences Analysis.....	39
Gambar 11 Skema Ishikawa/Fishbone Diagram	41
Gambar 12 Skema Sebab-Akibat Dalam Bentuk Tree.....	42
Gambar 13 Contoh Decision Tree	44
Gambar 14 Contoh Bow Tie Analysis	46

1. IDENTIFIKASI RISIKO

Identifikasi risiko adalah proses menemukan, mengenali dan mencatat risiko. Dalam proses manajemen risiko, identifikasi risiko merupakan bagian yang dilakukan paling terdahulu dalam proses assessmen risiko. Posisi identifikasi risiko dalam proses manajemen risiko berdasarkan ISO 31000 adalah sebagai berikut:

Tujuan dari identifikasi risiko adalah untuk mengidentifikasi hal-hal, kejadian-kejadian atau situasi yang mungkin terjadi yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan organisasi termasuk penyebab dan sumber risiko, deskripsi kejadian risiko dan dampaknya terhadap



tujuan organisasi.

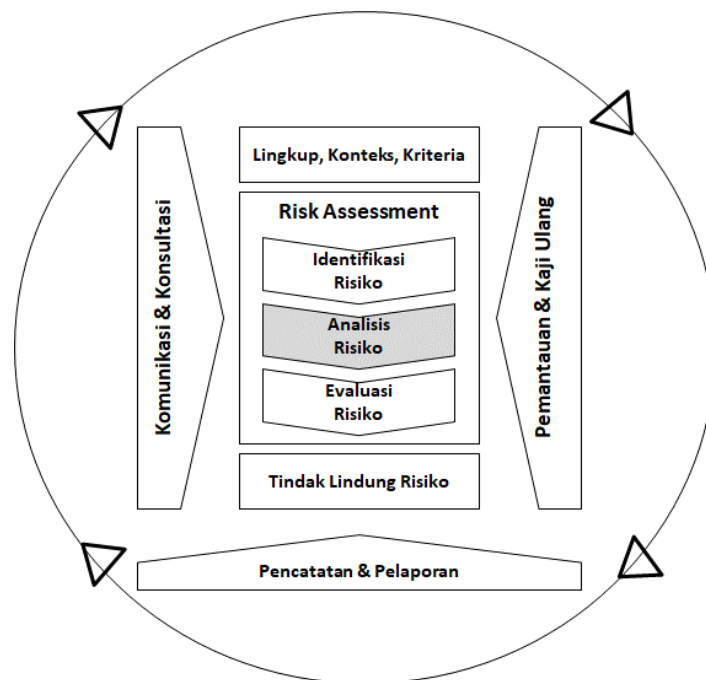
Gambar 1. Posisi Identifikasi Risiko Dalam Proses Manajemen Risiko

Tujuan dari identifikasi risiko adalah untuk mengidentifikasi hal-hal, kejadian-kejadian atau situasi yang mungkin terjadi yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan organisasi termasuk penyebab dan sumber risiko, deskripsi kejadian risiko dan dampaknya terhadap tujuan organisasi. Setelah risiko diidentifikasi, organisasi harus mengidentifikasi pengendalian yang telah dilakukan terhadap risiko tersebut.

Organisasi harus menerapkan metode dan teknik identifikasi risiko dan teknik yang sesuai dengan tujuan, kapabilitas, dan karakter risiko yang dihadapi. Identifikasi risiko harus dilakukan berdasarkan Informasi yang relevan dan terbaru serta melibatkan orang-orang yang memiliki kemampuan dan pengetahuan yang sesuai.

2. ANALISIS RISIKO

Analisis risiko adalah proses mengembangkan pemahaman terhadap suatu risiko. Analisis risiko memberikan masukan untuk proses evaluasi risiko dan dalam mengambil keputusan apakah suatu risiko perlu dikendalikan dan memilih strategi dan metode pengendalian yang tepat. Analisis risiko merupakan bagian dari tahap assessmen risiko dalam proses manajemen risiko dan dilakukan terhadap risiko-risiko yang telah diidentifikasi dalam proses identifikasi risiko. Posisi analisis risiko dalam proses manajemen risiko berdasarkan ISO 31000 adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Posisi Analisis Risiko dalam Proses Manajemen Risiko

Analisis risiko mencakup analisis terhadap penyebab dan sumber risiko, dampak positif atau negatif dari suatu risiko, dan kemungkinan suatu risiko dapat terjadi. Faktor-faktor yang

mempengaruhi dampak dan kemungkinan kejadian risiko harus diidentifikasi. Efisiensi dan efektifitas pengendalian risiko yang telah diterapkan sebelumnya juga harus dipertimbangkan. Keterkaitan yang mungkin terjadi di antara risiko-risiko yang telah diidentifikasi juga perlu dipertimbangkan.

3. TEKNIK ANALISIS RISIKO

1.1 *Brainstorming*

Brainstorming dilakukan dengan mendorong diskusi bebas antara orang-orang yang memiliki pengetahuan dan keahlian untuk mengidentifikasi, menganalisis dan mengetahui opsi-opsi penanganan risiko. Teknik ini perlu difasilitasi dengan efektif untuk dapat menstimulasi diskusi, mengarahkan diskusi kearah yang tepat dan menangkap isu-isu yang muncul dalam diskusi.

Brainstorming dapat dilakukan secara formal ataupun informal. *Brainstorming* formal dilakukan dengan lebih terstruktur dan peserta diharapkan sudah mempersiapkan diri terlebih dahulu dan memiliki tujuan dan hasil yang jelas. *Brainstorming* informal lebih tidak terstruktur dan biasa terjadi secara alami.

Brainstorming dapat digunakan sendiri atau bersama-sama dengan teknik lainnya dan dapat diterapkan di bagian manapun dalam manajemen risiko. *Brainstorming* sangat berguna untuk mengidentifikasi risiko dalam bisnis baru atau teknologi baru yang memerlukan ide-ide kreatif.

Empat peraturan dasar *brainstorming*:

- ***Suspend Judgment***, semua anggota tim harus menahan diri, tidak menghakimi ide, pendapat dan gagasan yang diajukan oleh anggota lain
- ***Record all Ideas***, ada seseorang yang dapat menjadi notulen, mencatat semua ide, pendapat ataupun gagasan yang diajukan, walaupun ide tersebut belum tentu digunakan

- **Encourage "Piggy-backing" ideas**, koordinator atau fasilitator mendorong untuk membangun ide, pendapat atau gagasan baru atau tambahan dari ide yang sudah pernah dijalankan atau dikemukakan
- **Think out of the box**, yakni mendorong untuk mengeluarkan pemikiran yang baru, tidak mengulang ide atau pendapat yang sudah ada.

Brainstorming akan berhasil apabila semua orang dapat menggali ide kreatif dalam suasana bebas, tanpa kritik dan mau mendengarkan pendapat yang berbeda dari perspektif kita.

Proses *brainstorming* formal adalah sebagai berikut:

- Fasilitator mempersiapkan petunjuk dan konteks awal sebelum *brainstorming* dimulai.
- Memastikan semua anggota yang ikut *Brainstorming* mengetahui terlebih dahulu dengan jelas tujuan dari *brainstorming* tersebut, sehingga semua orang yang hadir dapat mempersiapkan diri.
- Pastikan bahwa anggota yang ikut dalam *brainstorming* mengerti ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas.
- Suasana harus santai dan nyaman, agar peserta dapat mengungkapkan ide atau gagasan dengan terbuka.
- Memastikan peserta mengetahui peraturan dasar dari *brainstorming*.
- Mencatat semua ide dengan cara yang dapat dilihat dengan jelas oleh seluruh tim.
- Setelah selesai semua anggota tim mengeluarkan ide, gagasan dan pendapat. Seluruh tim me-review semua ide dan memastikan semua peserta memahami apa yang dimaksud dan mengevaluasi seluruh daftar, menghilangkan duplikasi dan mengkombinasi yang sejenis.

1.2 Wawancara Terstruktur atau Semi-Terstruktur

Dalam wawancara terstruktur, pewawancara akan menanyakan pertanyaan-pertanyaan yang sudah disiapkan sebelumnya yang mendorong narasumber untuk melihat suatu situasi dari sudut pandang baru dan mengidentifikasi risiko dari sudut pandang tersebut. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan cara serupa namun dapat melibatkan diskusi dan eksplorasi lebih lanjut.

Wawancara dapat dilakukan jika terdapat kesulitan dalam mengumpulkan orang yang diperlukan untuk melakukan *brainstorming*, atau jika diskusi bebas kurang tepat digunakan untuk pihak atau permasalahan tertentu. Wawancara sering dilakukan dalam mengidentifikasi risiko atau menilai efektivitas penanganan risiko.

Proses wawancara dilakukan sebagai berikut:

- Mempersiapkan daftar pertanyaan untuk memandu pewawancara. Pertanyaan harus sederhana dan bersifat terbuka, dengan bahasan yang sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan narasumber dan hanya mencakup satu isu untuk setiap pertanyaan.
- Mengajukan pertanyaan yang telah disiapkan kepada narasumber. Pertanyaan harus bersifat terbuka untuk memungkinkan elaborasi. Pewawancara harus berhati-hati agar tidak mengarahkan narasumber.
- Jawaban harus diterima secara fleksibel agar pewawancara dapat mengeksplorasi bagian-bagian yang diperlukan.

Contoh pertanyaan wawancara manajemen risiko adalah sebagai berikut:

1. Dalam usaha pencapaian target/sasaran pekerjaan dari unit/satuan kerja/fungsi Anda, hambatan/kendala apa yang Anda alami?
2. Bagaimana cara mengatasi hambatan/kendala tersebut dan unit/satuan kerja/fungsi mana yang paling bertanggung jawab dalam hal tersebut?
3. Apa upaya preventif yang dilakukan untuk mencegah terjadinya hambatan/kendala tersebut?
4. Berdasarkan hambatan/kendala yang Anda jelaskan, yang mana menurut Anda yang berdampak paling berbahaya bagi unit/satuan kerja/fungsi Anda dan untuk keseluruhan kegiatan operasional Korporat ini?

Tabel 1. Contoh Pertanyaan Wawancara

1.3 Teknik *Delphi*

Teknik *Delphi* bertujuan untuk memperoleh konsensus pendapat dari orang-orang yang pakar di bidangnya. Perbedaan utama Teknik *Delphi* dari *brainstorming* adalah setiap pakar memberikan opininya secara individu dan anonim namun dapat melihat pandangan pakar lain selama *Delphi* dilakukan. Teknik *Delphi* dapat dilakukan di tahapan manapun dalam manajemen risiko di mana diperlukan konsensus opini dari pakar-pakar di bidangnya.

Proses teknik *Delphi* adalah sebagai berikut:

- Membentuk tim pelaksana teknik *Delphi*
- Memilih pakar-pakar yang akan dijadikan narasumber
- Mempersiapkan kuesioner tahap pertama
- Mengirimkan kuesioner tersebut kepada masing-masing narasumber secara individu
- Menganalisis dan menggabungkan informasi yang diterima dari tahap pertama, kemudian mengirimkan hasilnya kepada narasumber
- Narasumber memberikan respons dan proses ini diulang sampai terjadi konsensus

Contoh format teknik *delphi* adalah sebagai berikut:

	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Instrumen	Kuesioner Tahap 1	Kuesioner Tahap 2	Kuesioner Tahap 3	Kuesioner Tahap 4
Sumber Data	Studi literatur	Literatur dan	Hasil kuesioner	Hasil kuesioner
Kuesioner		hasil kuesioner tahap 1	tahap 2 yang telah dianalisis	tahap 3
Jumlah narasumber	20	20	20	20
Jumlah narasumber yang merespon	19	18	16	19
Temuan	Mengidentifikasi risiko yang	Penyebab, dampak, dan kemungkinan	Besaran risiko setelah dibandingkan	Konfirmasi besaran risiko

	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
	mempengaruhi tujuan organisasi	terjadinya masing-masing risiko	dengan risiko appetite perusahaan	
Analisis data		Persentase, rata-rata, standar deviasi	Kalkulasi besaran risiko	Kalkulasi besaran risiko

Tabel 2. Contoh Format Teknik Delphi

Kelebihan teknik *Delphi* adalah memungkinkan pendapat yang tidak populer muncul karena pemberian pendapat yang dilakukan secara anonim, mencegah pihak tertentu mendominasi pendapat yang muncul, menumbuhkan rasa memiliki terhadap konsensus yang dihasilkan, dan tidak perlu mengumpulkan orang-orang yang diperlukan secara fisik.

Keterbatasannya adalah teknik ini memerlukan banyak waktu dan tenaga serta menuntut narasumber untuk dapat mengungkapkan pendapat dengan secara tertulis.

1.4 Checklist

Checklist adalah daftar bahaya, risiko atau kegagalan yang dibuat berdasarkan pengalaman, baik melalui penilaian risiko terdahulu atau informasi historikal. *Checklist* dapat digunakan untuk melakukan identifikasi risiko atau menilai efektivitas pengendalian risiko. *Checklist* juga digunakan bermanfaat untuk memeriksa apakah semua aspek telah tercakup setelah teknik lain dilakukan untuk mengidentifikasi risiko baru.

Checklist dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menetapkan lingkup kegiatan.
- Mengembangkan *checklist* yang dapat mencakup lingkup yang telah ditetapkan dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
- Tim atau perorangan memeriksa *checklist* dalam setiap elemen proses atau sistem dan menilai apakah hal yang terdapat dalam *checklist* sudah terpenuhi.

Contoh *checklist* manajemen risiko adalah sebagai berikut:

No	Deskripsi Pertanyaan	Ya	Tidak	Lainnya
Risiko Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan				
a	Apakah seluruh pekerja proyek/karyawan telah mendapatkan <i>safety training</i> ?			
b	Apakah terdapat jabatan <i>safety manager</i> dalam organisasi proyek/kantor?			
Risiko Teknikal				
a	Apakah sistem pengadaan di proyek/perusahaan telah sesuai ketentuan yang berlaku?			
b	Apakah proyek/perusahaan tidak mengalami hambatan dalam sistem pengadaan?			
Risiko Eksternal				
a	Apakah <i>partner</i> memiliki <i>corporate rating</i> pada <i>investment grade</i> ?			
b	Apakah <i>partner</i> memiliki pengalaman dan kapasitas pada proyek migas?			
Risiko Organisasi				
a	Apakah berkurangnya SDM berpengalaman tidak menghambat proyek/operasi perusahaan?			
b	Apakah berkurangnya pekerja yang berbakat tidak menghambat proyek/operasi?			

Tabel 3. Contoh Checklist Manajemen Risiko

1.5 Studi *Hazard and Operability* (HAZOP)

Studi HAZOP adalah pemeriksaan terstruktur terhadap produk, proses, prosedur atau sistem yang sudah ada ataupun yang sedang direncanakan. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko terhadap tujuan, personil, peralatan, lingkungan ataupun organisasi. Tim studi HAZOP juga diharapkan dapat memberikan solusi penangana risiko jika memungkinkan.

Proses Studi HAZOP bersifat kualitatif dan dilakukan berdasarkan kata kunci yang mempertanyakan bagaimana suatu tujuan rancangan atau kondisi operasi tidak dapat

terpenuhi dalam setiap langkah rancangan, proses, prosedur ataupun sistem. Studi HAZOP umumnya dilaksanakan oleh tim multi-disiplin.

Studi HAZOP umumnya dilakukan di tahap rancangan di mana rancangan suatu proses telah tersedia secara utuh dan terperinci, namun perubahan rancangan masih dapat diakomodasi. HAZOP juga dapat dilakukan di tahap operasi namun perubahan di tahap ini dapat membutuhkan biaya yang tinggi.

Tahapan HAZOP umumnya adalah sebagai berikut:

- Memilih orang memiliki tanggung jawab dan otoritas yang mencukupi untuk melaksanakan studi HAZOP
- Mendefinisikan tujuan dan lingkup studi
- Menetapkan sekumpulan kata kunci untuk studi. Contoh guideword yang dapat digunakan adalah “Terlalu cepat”, “Terlambat”, “Terlalu banyak”, “Terlalu sedikit”, “Terlalu panjang”, “Terlalu pendek”, “kesalahan arah”, “Kesalahan barang”, “Kesalahan kegiatan” dan sebagainya
- Membentuk tim studi HAZOP. Tim umumnya bersifat multi-disiplin dan harus mencakup personil desain dan operasi yang memiliki keahlian teknis untuk mengevaluasi simpangan-simpangan yang dapat terjadi dari rancangan yang ada saat ini. Tim juga direkomendasikan untuk mengikutsertakan orang yang tidak terlibat dalam sistem yang sedang dinilai untuk memberikan pandangan yang independen
- Melakukan workshop yang mencakup:
 - Memecah sistem menjadi elemen yang lebih kecil atau subsistem
 - Menyetujui tujuan desain dari masing-masing subsistem dan mengaplikasikan kata kunci terhadap hal-hal yang terdapat dalam masing-masing subsistem untuk mengidentifikasi simpangan yang dapat mengakibatkan hasil yang tidak diinginkan
 - Menyetujui penyebab dan dampak dari setiap hasil yang tidak diinginkan yang telah teridentifikasi dan menyarankan penanganan dan pencegahan yang diperlukan

- Mendokumentasikan diskusi dan menyetujui langkah-langkah yang akan diambil untuk menangani risiko yang telah diidentifikasi

Contoh hasil studi HAZOP adalah sebagai berikut:

Kata Kunci	Deviasi	Penyebab	Dampak	Pengendalian
Kerusakan	Kerusakan Variable Message Sign (VMS)	Kerusakan komponen	Informasi pengguna jalan tidak update	Preventive maintenance
	Kerusakan pada Pier Head	Material tidak tepat	Kecelakaan	Pemeriksaan rutin

Tabel 4. Contoh Hasil Studi HAZOP

1.6 Studi Hazard Identification (HAZID)

Studi HAZID adalah metode sistematis dan bersifat *high level* yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya-bahaya yang dapat mengancam pencapaian tujuan suatu system atau proyek. Studi ini umumnya dilakukan di fase perancangan awal. Studi HAZID mencakup semua aspek proyek ataupun sistem, baik permasalahan internal seperti konstruksi, *commissioning*, operasi dan perawatan hingga faktor eksternal seperti dampak lingkungan dan komunitas sekitar.

Tujuan dari HAZID adalah:

- Mengidentifikasi bahaya utama yang terkait dalam suatu proyek atau sistem.
- Mengidentifikasi proses atau fase dalam proyek atau sistem yang dapat menyebabkan munculnya suatu bahaya.
- Mempertimbangkan bahaya yang dapat muncul dalam setiap alternatif rancangan proses.
- Mengidentifikasi perubahan besar yang dapat terjadi terhadap rancangan sistem.

Studi HAZID umumnya merupakan *milestone* kunci dalam fase rancangan konseptual, *Front-End Engineering Design* (FEED) atau *Front-end Loading* (FEL). Studi dilakukan oleh tim multidisipliner yang dipandu dengan menggunakan *checklist* ataupun kata kunci.

Untuk setiap bahaya yang telah teridentifikasi, tim akan mendiskusikan hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya bahaya tersebut, dampak yang dapat terjadi, pencegahan atau mitigasi yang diperlukan dalam rancangan untuk mengatasi bahaya tersebut dan rekomendasi yang diperlukan.

Contoh hasil identifikasi HAZID adalah sebagai berikut:

No	Kata Kunci	Sub No.	Kejadian	Hazard	Risiko
1	Kegagalan Utilitas	a	Power	Overheat	Kebakaran
		b	Sistem Hidrolik pada Crane	Muatan Terjatuh	Kecelakaan kerja
2	Benda Jatuh	a	Girder Jatuh	Kecelakaan Kerja, Kerusakan Peralatan	
3	Bencana Alam (Act of God)	a	Gempa Bumi	Kecelakaan Kerja, Kerusakan Lingkungan	
		b	Sambaran Petir		
4	Kecelakaan dari Sumber Eksternal	Tabrakan Kendaraan		Kerusakan Sparepart Kendaraan, Api	Kerusakan Properti, Cedera, Kerusakan Lingkungan

Tabel 5. Contoh Hasil Studi HAZID

1.7 Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)

HACCP merupakan proses terstruktur untuk mengidentifikasi *hazard* dan menerapkan pengendalian atas *hazard* tersebut di bagian yang relevan dalam suatu proses untuk menjaga kehandalan dan keamanan suatu produk.

HACCP dilakukan dengan melakukan analisis terhadap diagram alur atau diagram proses dari suatu proses dan mengidentifikasi *hazard* yang dapat mempengaruhi kualitas, keamanan atau kehandalan proses tersebut

HACCP dilakukan dengan mengikuti tujuh prinsip berikut:

- Mengidentifikasi *hazard* dan penanganan hazard yang terkait.
- Menentukan titik dalam proses di mana hazard dapat dikendalikan dan dieliminasi (*Critical Control Point* atau CCP).

- Menentukan batasan kritis yang diperlukan untuk mengendalikan hazard. Dalam kata lain setiap CCP harus beroperasi dalam parameter tertentu untuk memastikan *hazard* dapat dikendalikan.
- Mengawasi batasan kritis setiap CCP dengan interval yang telah ditentukan.
- Menentukan tindakan korektif jika proses melebihi batasan kritis yang sudah ditetapkan.
- Menetapkan prosedur verifikasi.
- Mengimplementasikan proses pencatatan dan dokumentasi untuk setiap langkah.

Dokumentasi dari proses ini mencakup Kertas Kerja Analisis *Hazard* dan Rencana HACCP. Kertas Kerja Analisis *Hazard* mencakup hal-hal berikut untuk setiap langkah dalam suatu proses:

- *Hazard* yang dapat terjadi, dapat dikendalikan dan dapat memburuk dalam suatu langkah dalam proses
- Seberapa signifikan *hazard* tersebut berdasarkan dampak, probabilitas, pengalaman data dan sumber literatur beserta dengan justifikasinya
- Penanganan yang dapat dilakukan untuk setiap *hazard*
- Apakah pengawasan dan pengendalian dapat dilakukan di langkah ini, atau apakah langkah ini merupakan CCP

Rencana HACCP menggambarkan prosedur yang harus diikuti untuk mengendalikan hazard dari suatu proses. Rencana ini berisi daftar dari setiap CCP dan hal-hal sebagai berikut untuk setiap CCP:

- Batas kritis untuk mencegah *hazard*.
- Kegiatan pengawasan dan pengendalian yang diperlukan.
- Langkah perbaikan yang dibutuhkan jika batas kritis terlewat.
- Kegiatan verifikasi dan pencatatan yang diperlukan.

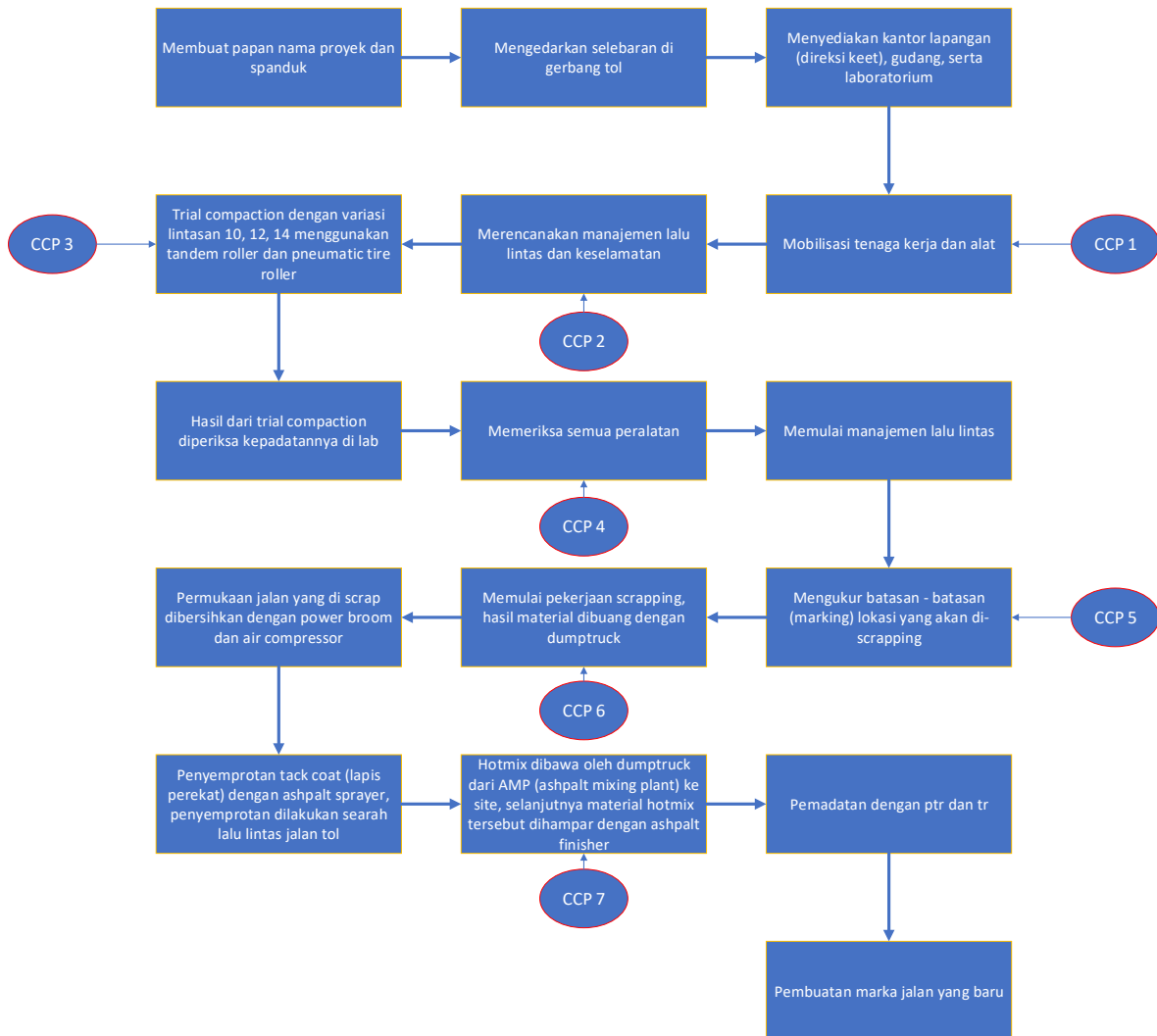
Kelebihan HACCP adalah sebagai berikut:

- Merupakan proses terstruktur yang dapat memberikan bukti dokumentasi untuk mengendalikan kualitas serta mengidentifikasi dan mengendalikan risiko.

- Fokus pada praktikalitas, terutama mengenai bagaimana dan kapan suatu risiko dapat dikendalikan dalam suatu proses.
- Mampu mengendalikan risiko dalam suatu proses secara keseluruhan dan tidak bergantung pada produk akhir..
- Mampu mengidentifikasi risiko yang terjadi karena tindakan manusia dan bagaimana risiko ini dapat dapat dikendalikan

Keterbatasannya adalah HACCP perlu dikombinasikan dengan teknik lain untuk dapat mengidentifikasi risiko dan pengendaliannya.

Contoh HACCP dalam pekerjaan Scrapping, Folding, Overlay (SFO) perawatan jalan tol:



Gambar 3. Contoh hasil analisis HACCP

1.8 Environmental Risk Assessment

Environmental Risk Assessment digunakan untuk menilai risiko yang dapat mempengaruhi tumbuhan, hewan, dan manusia yang diakibatkan oleh paparan bahaya lingkungan. (Tumpahan bensin di jalan tol, pembuangan limbah B3 tidak sesuai prosedur, Terjadi longsor, dsb). Metode ini dilakukan dengan menganalisis bahaya lingkungan serta sumbernya, bahaya tersebut dapat mempengaruhi suatu populasi serta jalur yang ditempuh oleh bahaya tersebut untuk mencapai suatu populasi.

Metode ini dilakukan dengan menggunakan data mengenai sifat dan ciri-ciri bahaya, populasi yang dapat dipengaruhi dan bagaimana kedua hal tersebut berinteraksi. Data ini umumnya diperoleh berdasarkan penelitian laboratorium atau epidemiologi.

Prosedur dari metode ini adalah sebagai berikut:

- Perumusan Masalah – Termasuk di dalamnya menetapkan cakupan penilaian dan mendefinisikan cakupan populasi dan bahaya yang akan dianalisis.
- Identifikasi Bahaya – Mengidentifikasi segala sumber bahaya yang menjadi cakupan penelitian. Identifikasi biasa dilakukan dengan tenaga ahli dan studi literatur.
- Analisis Bahaya – Memahami sifat bahaya dan bagaimana bahaya tersebut berinteraksi dengan suatu populasi.
- Analisis Paparan – Memeriksa bagaimana zat berbahaya dan residunya dapat mencapai suatu populasi beserta dengan jumlahnya. Langkah ini biasa dilakukan menggunakan *Pathway Analysis* (**“Suatu teknik untuk menganalisis hubungan sebab akibat yang terjadi pada regresi berganda jika variabel bebasnya mempengaruhi variabel tergantung tidak hanya secara langsung tetapi juga secara tidak langsung”.** (Robert D. Retherford 1993)) yang mempertimbangkan rute yang dapat dilalui oleh bahaya, halangan yang dapat mencegahnya mencapai target dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi besarnya paparan.
- Karakterisasi Risiko – Dalam langkah ini informasi dari Analisis Bahaya dan Analisis Paparan digabungkan untuk mengetahui dampak dan kemungkinan paparan suatu bahaya jika semua rute paparan digabungkan.

Kelebihan dari metode ini adalah dapat memberikan pemahaman yang terperinci mengenai sifat dari suatu risiko dan faktor-faktor yang dapat meningkatkan risiko. *Pathway Analysis* juga bermanfaat untuk mengidentifikasi dimana pengendalian risiko dapat ditingkatkan. Kekurangan metode ini adalah metode ini memerlukan data yang berkualitas namun sering kali tidak tersedia atau mengandung banyak ketidakpastian.

1.9 Structured “What-if” Technique (SWIFT)

SWIFT awalnya dikembangkan sebagai alternatif HAZOP yang lebih sederhana. Metode ini merupakan metode yang sistematis, berbasis tim dan menggunakan kata kunci untuk memfasilitasi workshop dan menstimulasi partisipan untuk mengidentifikasi risiko. Tim dan fasilitator mengkombinasikan frase standar ‘bagaimana-jika’ dan ‘kata kunci’ untuk memeriksa bagaimana suatu sistem, organisasi atau prosedur dapat dipengaruhi oleh suatu simpangan dari operasi dan tindakan yang normal SWIFT umumnya digunakan dalam sistem yang lebih tidak terperinci dibandingkan HAZOP.

Sistem, prosedur atau organisasi yang akan diperiksa harus didefinisikan terlebih dahulu sebelum SWIFT dapat dimulai. Fasilitator harus menetapkan konteks internal dan eksternal harus ditetapkan melalui wawancara dan studi dokumen, skema dan gambaran. Dalam tim studi harus mencakup tenaga ahli dari bidang-bidang yang terkait yang telah diseleksi. Sebisa mungkin perwakilan dari setiap pemangku kepentingan dapat hadir beserta dengan orang-orang yang memiliki pengalaman yang relevan.

Proses umum SWIFT adalah sebagai berikut:

- Sebelum studi dimulai, fasilitator mempersiapkan daftar ‘kata kunci’ yang dibuat untuk memfasilitasi penilaian risiko yang komprehensif.
- Dalam workshop, konteks eksternal dan internal sistem serta lingkup studi didiskusikan dan disetujui
- Fasilitator meminta partisipan untuk mendiskusikan:
 - Risiko yang telah diketahui
 - Pengalaman atau insiden yang pernah terjadi
 - Pengendalian yang sudah ada
 - Tuntutan atau batasan regulasi
- Diskusi difasilitasi dengan membuat pertanyaan menggunakan frase ‘Bagaimana-jika’ dan ‘kata kunci’
- Risiko-risiko dicatat dan tim mempertimbangkan pengendalian yang sudah ada
- Deskripsi risiko, penyebabnya, dampaknya dan pengendalian yang sudah ada dikonfirmasi dan dicatat

- Tim mempertimbangkan apakah pengendalian sudah cukup dan efektif. Jika belum, tim mempertimbangkan pengendalian tambahan yang diperlukan
- Dalam diskusi ini pertanyaan 'Bagaimana jika' tambahan diajukan untuk mengidentifikasi risiko lainnya
- Fasilitator menggunakan daftar prompt word untuk mengarahkan diskusi dan mengusulkan isu dan skenario tambahan untuk didiskusikan oleh tim
- Metode kualitatif atau semi-kuantitatif dapat digunakan untuk memprioritaskan risiko.

Hasil dari metode ini adalah risk register yang mencakup rencana penanganan risiko yang diurutkan berdasarkan prioritas.

Contoh analisis SWIFT dalam kegiatan operasional di gerbang tol.

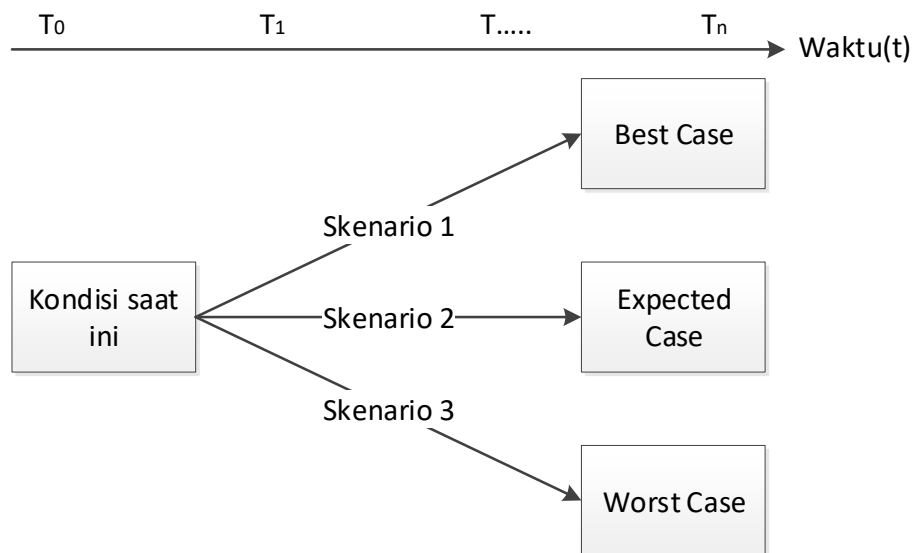
Langkah Proses	Kata Kunci	What if...? / How could...?	Dampak Langsung	Hasil	Prioritas Risiko
					Tinggi, Moderat-Tinggi, Moderat, Rendah-Moderat, Rendah
Ketepatan waktu penyampaian laporan volume lalu lintas	Technologies and tools	Kabel komunikasi FO dari Gerbang ke Kantor Cabang terputus	Sebagian data volume lalin tidak terkirim ke Cabang	Pelaksanaan pelaporan volume lalin dan HPT terganggu	Moderat
Pelayanan kepada pemakai jalan berjalan baik dan lancar	Technologies and tools	Radio komunikasi tidak berfungsi	Audio hasil transmit tidak dapat diterima	Pelaksanaan tugas pelayanan kepada pemakai jalan terganggu	Moderat
Transaksi di gerbang tol berjalan dengan baik dan lancar	Hazard	Kebakaran di gardu tol	Terjadi antrian di gerbang tol	Kehilangan pendapatan	Moderat-Rendah

Tabel 6. Contoh hasil analisis SWIFT

1.10 Scenario Analysis

Analisis Skenario adalah model yang mendeskripsikan bagaimana masa depan akan terjadi. Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi risiko dengan mempertimbangkan keadaan di masa depan dan mempertimbangkan dampak yang mungkin terjadi. Skenario 'best case', 'worst case' dan 'expected case' dapat digunakan untuk menganalisis dampak potensial dan kemungkinan terjadinya sebagai bentuk analisis sensitivitas dalam menganalisis risiko.

Analisis skenario dilakukan dengan mempertimbangkan perubahan-perubahan besar yang terjadi dalam 50 tahun terakhir hingga saat ini di bidang teknologi, preferensi konsumen, keadaan sosial dan sebagainya. Skenario analisis tidak bisa memprediksi kemungkinan terjadinya perubahan-perubahan tersebut namun dapat memberi gambaran mengenai dampaknya dan membantu organisasi dalam membangun kapabilitas untuk menghadapinya. Metode ini dapat digunakan untuk membantu membuat kebijakan dan rencana strategis dan mempertimbangkan aktivitas yang saat ini dilakukan.



Dimana $T_0 - T_n$ = Satuan Waktu ke-0 hingga ke-n

Gambar 4 Skema Scenario Analysis

Analisis skenario dapat digunakan untuk mengantisipasi kesempatan dan ancaman yang mungkin terjadi dan dapat digunakan untuk berbagai jenis risiko dalam jangka pendek

maupun panjang. Untuk jangka pendek, skenario dapat diekstrapolasi dari kondisi saat ini dengan menggunakan data yang relevan. Untuk jangka panjang atau kondisi di mana data tidak tersedia, analisis skenario harus dilakukan secara imajinatif.

Analisis skenario dilakukan dengan melibatkan orang-orang yang memiliki pemahaman mengenai perubahan yang akan terjadi dan imajinasi untuk memperkirakan masa depan tanpa harus mengekstrapolasi dari data masa lalu. Data-data mengenai perubahan yang sudah terjadi akan bermanfaat dalam metode ini.

Analisis skenario dapat dilakukan secara formal maupun informal. Setelah membentuk tim, menetapkan media komunikasi yang relevan dan menentukan konteks permasalahan yang akan dibahas, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi perubahan-perubahan yang akan terjadi di masa depan. Hal ini memerlukan penelitian mengenai trend yang sedang terjadi, kemungkinan waktu terjadinya perubahan dan pemikiran yang imajinatif mengenai masa depan.

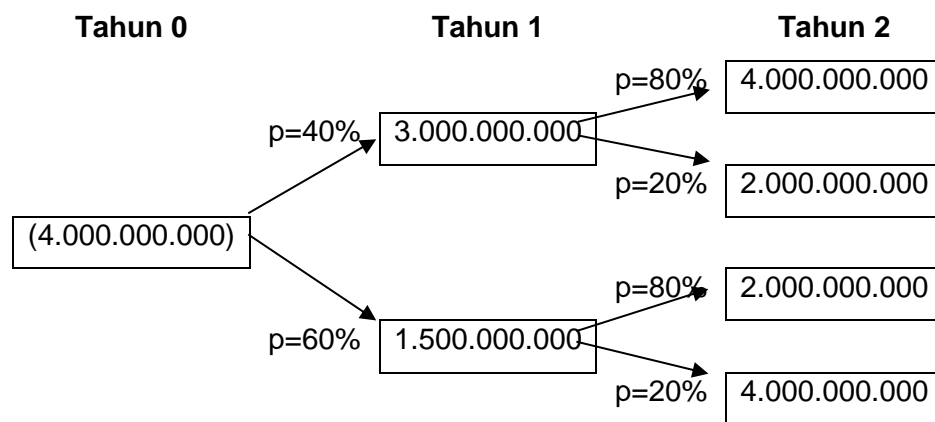
Perubahan yang dibahas dapat mencakup:

- Perubahan eksternal seperti teknologi, regulasi dan demografi
- Keputusan yang perlu diambil di masa depan, namun dapat memiliki beberapa kemungkinan dampak
- Kebutuhan pemangku kepentingan dan perubahannya di masa depan

Setelah perubahan diidentifikasi, dikembangkan suatu skenario terperinci untuk setiap perubahan yang akan terjadi yang berisi bagaimana perubahan akan terjadi dan apa dampaknya. Skenario-skenario ini digunakan untuk mengevaluasi permasalahan yang sudah ditetapkan sebelumnya.

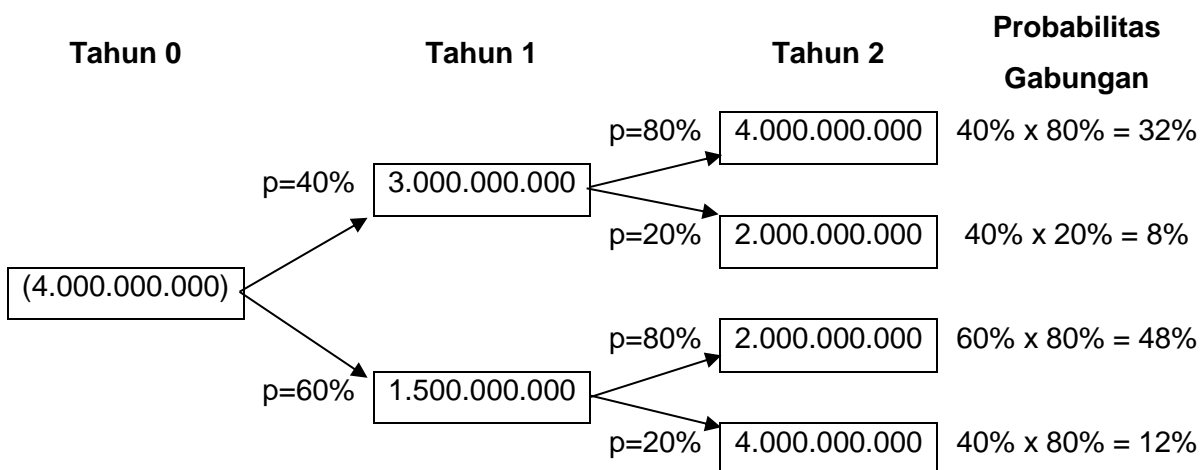
Contoh aplikasi dari dari scenario analysis adalah *decision tree*. Metode ini menggambarkan skenario masa depan dalam bentuk tree. Contohnya adalah sebagai berikut.

"Perusahaan berencana membangun ruas jalan tol baru dengan biaya investasi sebesar Rp4.000.000.000. Arus kas tahun pertama memiliki kemungkinan 40% sebesar Rp3.000.000.000 dan kemungkinan 60% sebesar Rp1.500.000.000. Jika arus kas di tahun pertama sebesar Rp3.000.000 maka ada 80% kemungkinan arus kas di tahun kedua sebesar \$4.000.000.000 dan 20% kemungkinan sebesar Rp2.000.000.000. Jika arus kas tahun pertama adalah sebesar Rp1.500.000.000 maka terdapat 80% kemungkinan arus kas tahun kedua sebesar Rp2.000.000.000 dan 20% kemungkinan sebesar Rp4.000.000.000. Decision tree dari arus kas proyek ini adalah sebagai berikut:



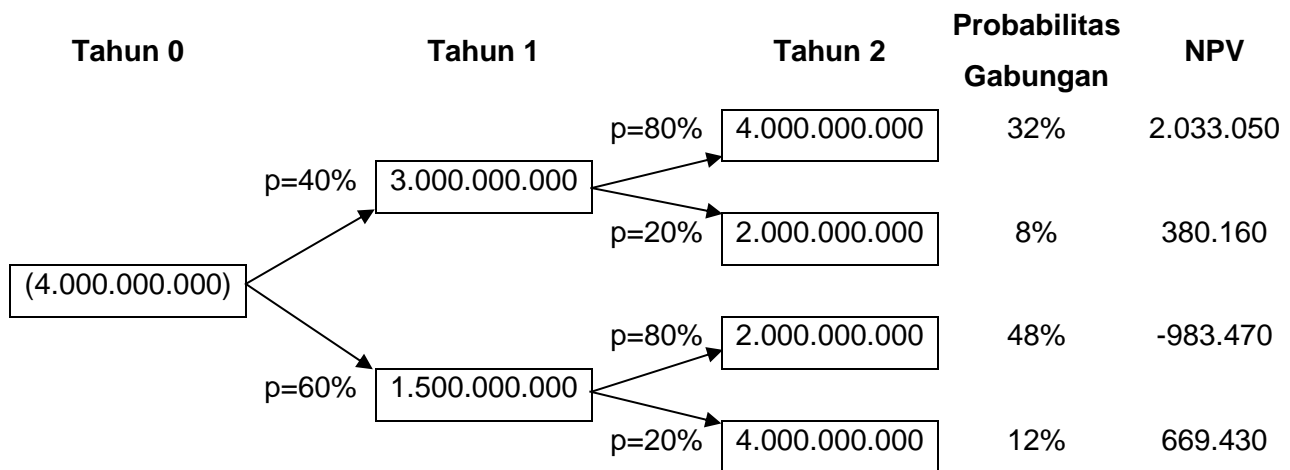
Gambar 5 Contoh Decision Tree

Setelah decision tree dibentuk. Langkah berikutnya adalah menghitung kemungkinan terjadinya masing-masing hasil akhir dari decision tree. Perhitungan kemungkinan dari masing-masing cabang decision tree adalah sebagai berikut:



Gambar 6 Probabilitas Gabungan Decision Tree

Setelah probabilitas gabungan dihitung, langkah selanjutnya adalah menghitung NPV (nilai sekarang dari keuntungan di masa depan) dari masing-masing cabang decision tree. Dengan menghasumsikan tingkat diskon sebesar 10%, NPV dari masing-masing cabang decision tree adalah sebagai berikut:



Gambar 7 NPV Decision Tree

Setelah NPV dari masing-masing cabang dihitung, langkah selanjutnya adalah mengalikan masing-masing NPV cabang dengan probabilitasnya untuk menghitung ekspektasi NPV dari setiap cabang. ekspektasi NPV setiap cabang kemudian dijumlahkan untuk memperoleh ekspektasi NPV proyek secara keseluruhan. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Probabilitas Gabungan	NPV	eNPV
32%	2.033.050	650.580
8%	380.160	30.410
48%	-983.470	-472.070
12%	669.430	80.330
Jumlah		289.250

Tabel 7 Ekspektasi NPV Proyek

1.11 *Business Impact Analysis (BIA)*

BIA digunakan untuk menganalisis bagaimana risiko-risiko yang paling utama dapat mempengaruhi operasi organisasi dan mengkuantifikasi kapabilitas yang diperlukan untuk mengelolanya. BIA bertujuan untuk memahami:

- Proses atau fungsi bisnis kritikal yang paling penting, sumber daya yang digunakan dan saling ketergantungan yang terdapat dalam organisasi.
- Bagaimana kejadian risiko dapat mempengaruhi tujuan bisnis.
- Kapasitas dan kapabilitas yang dibutuhkan untuk mengelola risiko dan mengembalikan organisasi ke tingkat operasi yang dapat diterima.

Untuk melakukan BIA diperlukan:

- Tim pelaksana analisis.
- Informasi mengenai tujuan, lingkungan, operasi dan saling ketergantungan dalam perusahaan.
- Rincian kegiatan dan operasi organisasi, termasuk proses, sumber daya, hubungan dengan organisasi lain, dan pemangku kepentingan.
- Dampak keuangan dan operasional dari kegagalan proses yang penting.
- Kuesioner.
- Daftar narasumber dari bidang organisasi dan/atau pemangku kepentingan yang relevan.

BIA dapat dilakukan menggunakan kuesioner, wawancara, workshop atau gabungan ketiganya untuk memahami proses kritikal dalam organisasi, dampak kegagalan proses tersebut, waktu yang diperlukan untuk perbaikan dan sumber daya yang diperlukan.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Mengkonfirmasi proses kritikal dan tujuan organisasi untuk menentukan seberapa penting suatu proses.
- Menentukan dampak dari suatu gangguan terhadap proses-proses yang paling penting dalam hal keuangan dan operasional.
- Mengidentifikasi saling ketergantungan proses terhadap pemangku kepentingan eksternal dan internal.

- Menentukan sumber daya yang tersedia saat ini dan jumlah sumber daya minimum yang diperlukan untuk dapat beroperasi di tingkat minimum setelah gangguan terjadi
- Mengidentifikasi alternatif perbaikan atau pencadangan yang ada saat ini atau direncanakan untuk diimplementasi dan menentukan apakah diperlukan tambahan alternatif perbaikan atau pencadangan.
- Menentukan waktu *Maximum Acceptable Outage* (MAO) untuk setiap kejadian risiko. MAO adalah waktu maksimum yang dapat ditoleransi organisasi jika suatu risiko terjadi.
- Menentukan *Recovery Time Objectives* (RTO) untuk peralatan teknologi informasi yang terpenting. RTO adalah target waktu untuk mengembalikan kapabilitas peralatan dan teknologi informasi yang paling penting.
- Mengkonfirmasi tingkat kesiapan suatu proses dalam menangani risiko, termasuk di dalamnya mengevaluasi cadangan yang ada dalam proses atau pemasok alternatif.

Hasil dari BIA adalah sebagai berikut:

- Daftar prioritas proses yang paling penting beserta dengan salingketergantungannya.
- Dokumentasi dampak keuangan dan operasional dari kegagalan suatu proses kritikal.
- Sumber daya yang diperlukan untuk proses kritikal.
- Rentang waktu nonaktif proses kritikal jika suatu risiko terjadi.

Kelebihan & kekurangan dari BIA adalah:

Kelebihan



- ☐ Memahami proses-proses kritikal yang penting bagi organisasi dapat membantu organisasi mencapai tujuannya.
- ☐ Memahami sumber daya yang diperlukan.
- ☐ Membuka kesempatan untuk memperbaiki proses organisasi.

Kekurangan



- ☐ Partisipan bisa jadi kurang memiliki pengetahuan untuk berkontribusi dalam kuesioner, wawancara atau workshop.
- ☐ Dinamika antar pribadi dapat mempengaruhi hasil analisis.
- ☐ Ekspektasi perbaikan dapat terlalu sederhana atau optimis.
- ☐ Sulit untuk membangun pemahaman yang cukup terhadap operasi dan kegiatan organisasi.

Contoh contoh hasil pengisian kuesioner BIA terkait penutupan ruas jalan tol:

Pertanyaan	15 Menit	30 Menit	1 Jam	2 Jam	6 Jam
Skala asesmen: 1 – Sangat Kecil, 2 – Kecil, 3 – Sedang, 4 – Besar, 5 – Sangat Besar					
1. Bagaiamanakah dampak bagi pengguna jalan?	2	3	4	5	5
2. Bagaiamanakah dampak terhadap reputasi perusahaan?	1	1	3	4	5
3. Bagaiamanakah dampak terhadap proses kerja perusahaan?	2	2	2	2	3

Tabel 8. Contoh hasil pengisian kuesioner Business Impact Analysis

1.12 Root Cause Analysis (RCA)

RCA dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab paling awal dari suatu risiko. RCA biasa dilakukan untuk mengevaluasi suatu kerugian besar namun dapat juga digunakan untuk menganalisis kerugian yang bersifat global dan menentukan di mana perbaikan dapat diimplementasi. RCA dilakukan menggunakan data-data yang dikumpulkan mengenai suatu kerugian atau kerusakan. Data dari kerugian serupa juga dapat dipertimbangkan dalam analisis.

Jika RCA perlu dilakukan, sekelompok tenaga ahli dikumpulkan untuk melaksanakan analisis dan menyusun rekomendasi. Jenis tenaga ahli yang diperlukan bergantung pada jenis kerugian yang terjadi. Langkah dasar dalam melakukan RCA adalah sebagai berikut:

- Membentuk tim
- Menetapkan tujuan dan cakupan RCA
- Mengumpulkan data dan bukti dari suatu kerugian
- Melakukan analisis terstruktur untuk menemukan akar penyebab
- Menyusun solusi dan rekomendasi
- Mengimplementasikan rekomendasi
- Memantau implementasi rekomendasi

Analisis terstruktur yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

- Teknik “5 why’s”, yaitu menanyakan pertanyaan “mengapa?” berulang kali hingga akar penyebab ditemukan.
- *Failure Mode and Effects Analysis*.
- *Fault Tree Analysis*.
- Diagram *Fishbone* atau Ishikawa.
- Pemetaan akar penyebab.

Hasil dari RCA adalah sebagai berikut:

- Dokumentasi data dan bukti yang dikumpulkan.
- Hipotesis yang dipertimbangkan.
- Kesimpulan mengenai akar penyebab yang paling mungkin.
- Rekomendasi perbaikan.

Kelebihan & kekurangan RCA adalah sebagai berikut:

Kelebihan



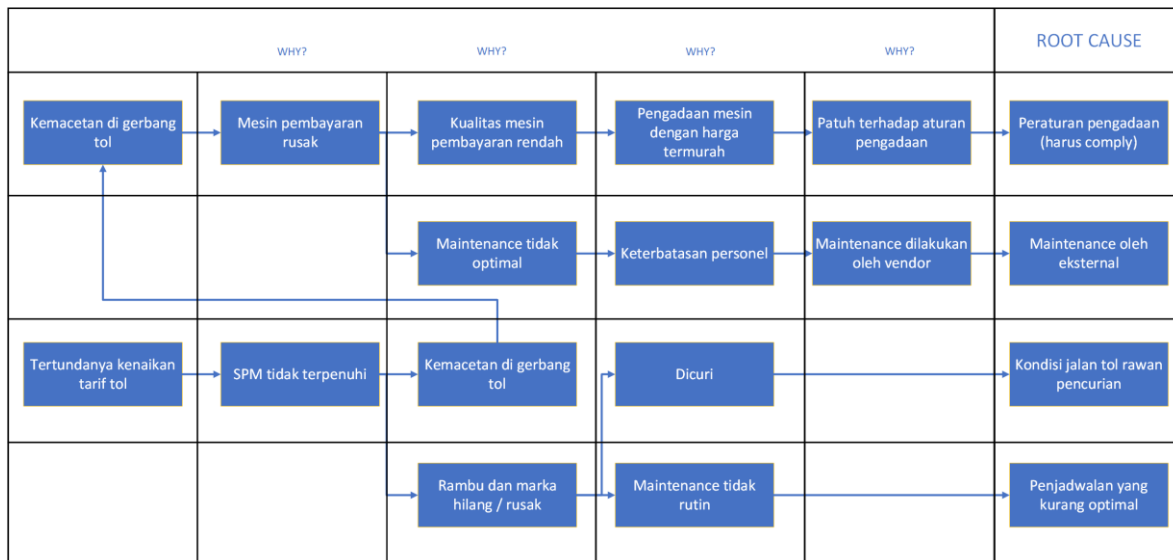
- ☐ Keterlibatan tenaga ahli dalam tim.
- ☐ Analisis dilakukan secara terstruktur.
- ☐ Mempertimbangkan semua hipotesa yang mungkin terjadi.
- ☐ Hasil terdokumentasi.

Kekurangan



- ☐ Tenaga ahli yang diperlukan bisa jadi tidak tersedia.
- ☐ Bukti atau data yang penting bisa jadi telah hancur dalam kejadian, atau dalam proses pembersihan.

Contoh Analisis RCA pada kemacetan di gerbang tol:



Gambar 8. Contoh hasil analisis Root Cause Analysis

1.13 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh engineers untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA

merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem.

Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu:

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

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

- *System*, berfokus pada fungsi sistem secara global.
- *Design*, berfokus pada desain produk.
- *Process*, berfokus pada proses produksi, dan perakitan.
- *Service*, berfokus pada fungsi jasa.
- *Software*, berfokus pada fungsi *software*.

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

- Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
- Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan.
- Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses.
- Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Dari penerapan FMEA pada perusahaan, maka akan dapat diperoleh keuntungan – keuntungan yang sangat bermanfaat untuk perusahaan, antara lain:

- Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk.
- Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
- Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan.
- Menurangi waktu dan biaya pengembangan produk.
- Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi risiko.

Sedangkan manfaat khusus dari Process FMEA bagi perusahaan adalah:

- Membantu menganalisis proses manufaktur baru.
- Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
- Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para engineer dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
- Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.
- Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

Output dari Process FMEA adalah:

- Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses.
- Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
- Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

FMEA merupakan dokumen yang berkembang terus. Semua pembaharuan dan perubahan siklus pengembangan produk dibuat untuk produk atau proses. Perubahan ini dapat dan sering digunakan untuk mengenal mode kegagalan baru. Mengulas dan memperbaharui

FMEA adalah penting terutama ketika:

- Produk atau proses baru diperkenalkan.
- Perubahan dibuat pada kondisi operasi produk atau proses diharapkan berfungsi.
- Perubahan dibuat pada produk atau proses (dimana produk atau proses berhubungan). Jika desain produk dirubah, maka proses terpengaruh begitu juga sebaliknya.
- Konsumen memberikan indikasi masalah pada produk atau proses.

Contoh FMEA pada sistem pembayaran di gerbang tol:

Failure Mode Effects Analysis											
Deskripsi Sistem:		Gerbang Tol									
Mode Operasi:		Pembayaran pada Gardu Tol									
Nomor Barang	Deskripsi Barang	Fungsi	FM ID	Failure Mode	Efek Lokal	Efek Lanjutan yang Lebih Tinggi	Efek Akhir	Severity	Metode Deteksi	Ketentuan Kompensasi	Komentar
1.1.1	Power Generator	Menyediakan listrik untuk operasional gerbang tol	1	Gagal beroperasi	Tidak ada efek pada fase ini	Sistem down	Kehilangan pendapatan	IV	Tidak terdeteksi		
			2	Arus pendek	Percikan api	Kebakaran	Kehilangan pendapatan	IV	Indikasi pada mesin		
1.1.2	Mesin Transaksi E-Money	Sarana pembayaran pengguna jalan tol dan pendapatan bagi perusahaan	1	Gagal beroperasi	Keluhan pengguna jalan tol	Kemacetan	Menurunnya SPM Ruas Tol	IV	Indikasi pada mesin		

Tabel 9. Contoh hasil analisis FMEA

1.14 Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis merupakan analisis induktif yaitu suatu kejadian disebabkan oleh kejadian sebelumnya. Kejadian sebelumnya disebabkan oleh kejadian lain lebih lanjut, kegagalan komponen atau kegagalan operator (manusia). Masing-masing kegagalan tersebut dianalisis lebih lanjut penyebabnya sehingga sampai pada kondisi kejadian dasar (*basic event*)

Fault Tree Analysis dapat untuk mengkuantifikasi kegagalan sistem, komponen, fungsi atau operasi. Model *Fault Tree Analysis* dapat dipergunakan untuk menentukan :

- Kombinasi beberapa kegagalan
- Probabilitas gagal
- Titik lemah (kritis) pada sistem, komponen, fungsi atau operasi

Kejadian puncak (*Top Event*) dari *Fault Tree Analysis* menunjukkan kejadian atau kondisi yang tidak diinginkan (*undesired event/undesired state*) dari suatu sistem sehingga hasilnya merupakan kegagalan atau ketidaktersediaan (*unavailability*) sistem. Penyusunan *Fault Tree Analysis* merupakan proses berulang dengan mendapatkan umpan balik dari proses PSA lainnya.

Perhitungan *Fault Tree Analysis* sesuai dengan hukum aljabar Boolean. Pengertian tentang minimal *cut set* ini sangat penting dalam konsep PSA, karena minimal *cut set* ini berhubungan dengan komponen atau kejadian dasar yang kritis yaitu bila komponen kritis atau kejadian dasar ini terjadi maka memungkinkan terjadinya kejadian puncak.

Di dalam penyusunan *Fault Tree Analysis* dilakukan tahapan sebagai berikut :

- Menentukan kejadian atau kondisi yang tidak diinginkan sebagai kejadian puncak
- Menganalisis penyebab terjadinya kejadian puncak secara mundur dengan menggunakan gerbang logika, seperti terlihat berikut ini:

Simbol	Nama	Deskripsi
	Gerbang AND	Kejadian keluaran akan terjadi jika seluruh kejadian masukan terjadi
	Gerbang OR	Kejadian keluaran akan terjadi jika salah satu kejadian masukan terjadi
	Event	Definisi dari suatu kejadian
	Basic Event	Akar penyebab dari suatu kejadian
	Undeveloped Event	Kejadian yang masih belum diketahui penyebabnya

Tabel 10 Deskripsi Simbol Fault Tree Analysis

- Analisis diuraikan lebih lanjut sampai basic event ditemukan

Didalam menyelesaikan *Fault Tree Analysis* dilakukan tahapan sebagai berikut :

- Mengubah logika *Fault Tree Analysis* menjadi persamaan boolean

- Menyederhanakan (mereduksi) persamaan boolean menjadi bentuk sederhana, dengan aturan sebagai berikut:

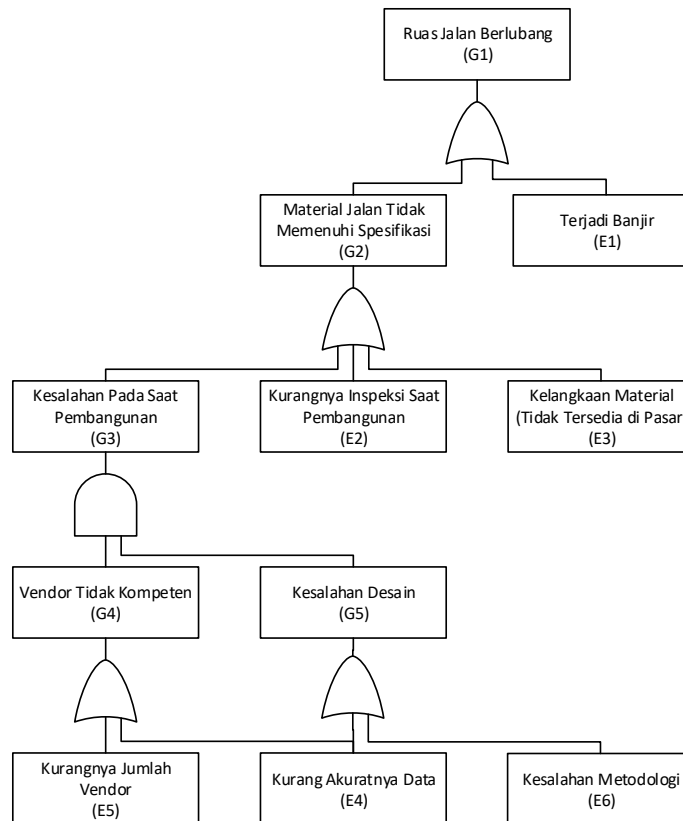
Aturan	Operasi
Komutatif	$A+B=B+A$ $A \times B=B \times A$
Asosiatif	$A+B+C=(A+B)+C=A+(B+C)$ $A \times B \times C=(A \times B) \times C=A \times (B \times C)$
Distributif	$A \times (B+C)=(A \times B)+(A \times C)$
Idempotent	$A+A=A$ $A \times A=A$
Himpunan Nol	$A+0=A$ $A \times 0=0$
Himpunan Universal	$A+1=1$ $A \times 1=A$
Absorbsi	$A+(A \times B)=A$

Tabel 11 Aturan Persamaan Boolean

Contoh Fault Tree Analysis sebagai berikut.

“Misal kondisi yang tidak di inginkan atau sebagai kejadian puncak adalah “Ruas jalan berlubang” Kondisi ini disebabkan oleh 2 hal yaitu: “Material jalan tidak memenuhi spesifikasi” atau “Terjadi banjir”, sehingga kondisi ini digambarkan dengan gerbang OR. Selanjutnya “Material jalan tidak memenuhi spesifikasi” dianalisis disebabkan karena “Kesalahan pada saat pembangunan” atau “Kurangnya inspeksi saat pembangunan” atau “Kelangkaan material (tidak tersedia di pasar)”. 2 kejadian terakhir merupakan kejadian dasar, sedangkan kejadian pertama perlu dianalisis lebih lanjut. “Kesalahan pada saat pembangunan” disebabkan karena “Vendor tidak kompeten” dan “Kesalahan desain”, sehingga dalam kondisi ini gerbang yang sesuai adalah gerbang “AND”. Selanjutnya “Vendor tidak kompeten” disebabkan “Kurangnya jumlah vendor” atau “Kurang akuratnya data”, dan gerbang yang sesuai adalah gerbang “OR”. Hal ini berlaku pula untuk kejadian “Kesalahan Desain”.

Berikut gambar Fault Tree Analysis nya:



Gambar 9 Contoh Fault Tree Analysis

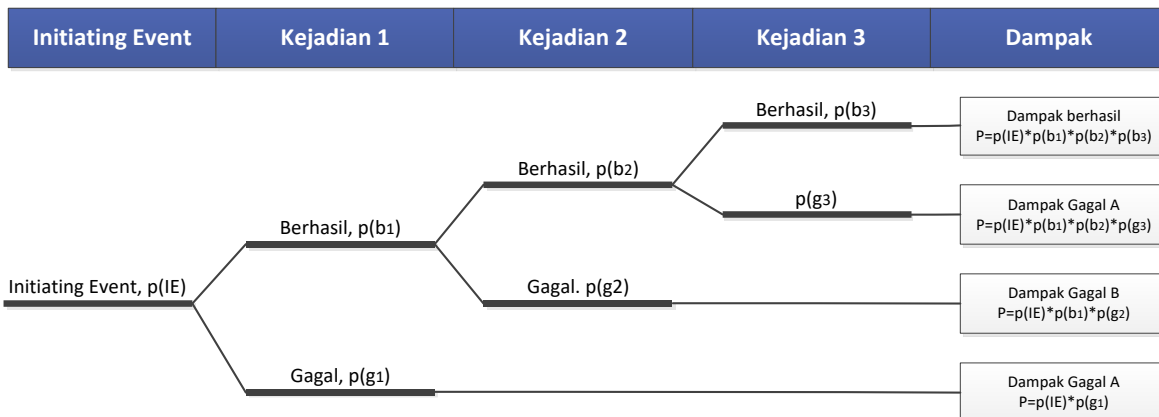
1.15 Event Tree Analysis (ETA)

Event tree analysis adalah teknik analisis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi urutan peristiwa dalam skenario kecelakaan yang potensial. ETA menggunakan struktur pohon logika visual yang dikenal sebagai pohon kejadian (ET). Tujuan dari ETA adalah untuk menentukan apakah suatu kejadian akan berkembang menjadi sebuah kecelakaan serius atau jika peristiwa tersebut dapat dikendalikan oleh sistem keselamatan dan prosedur yang diterapkan dalam desain sistem. ETA dapat menghasilkan berbagai kemungkinan hasil keluaran dari sebuah kejadian awal, dan dapat memprediksi kemungkinan terjadinya kecelakaan untuk setiap hasil keluaran.

Langkah langkah melakukan ETA adalah sebagai berikut:

- Mendefinisikan cakupan dan batasan dari sistem yang akan dianalisis.

- Mengidentifikasi risiko-risiko yang dapat muncul dari desain sistem.
- Mengidentifikasi *Initiating Event* atau kejadian yang dapat mengubah kondisi sistem dan mengawali rangkaian kejadian risiko.
- Mengidentifikasi *intermediate event* atau rangkaian kejadian yang mengikuti initiating event yang akan berujung pada dampak risiko.
- Gambarkan rangkaian kejadian dalam *event tree* diagram. Bentuk dasar *event tree* diagram adalah sebagai berikut:

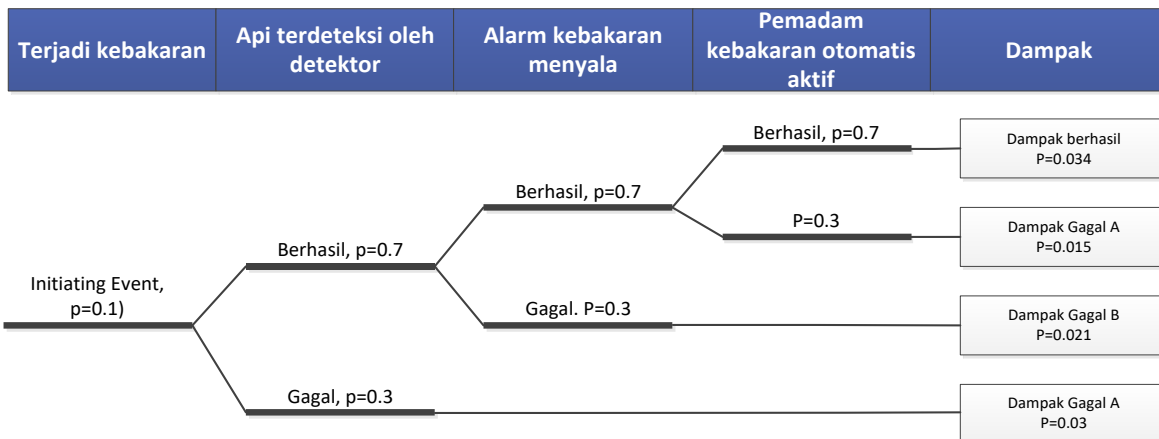


Gambar 10 Skema Event Tree Analysis

- Hitung kemungkinan keberhasilan dan kegagalan dari suatu kejadian
- Identifikasi dampak dari kejadian
- Evaluasi apakah dampak dari kejadian dapat diterima
- Rekomendasikan perbaikan yang perlu diterapkan
- Dokumentasikan hasil ETA dan perbarui hasil analisis dengan informasi terbaru

Contoh Event Tree Analysis adalah sebagai berikut.

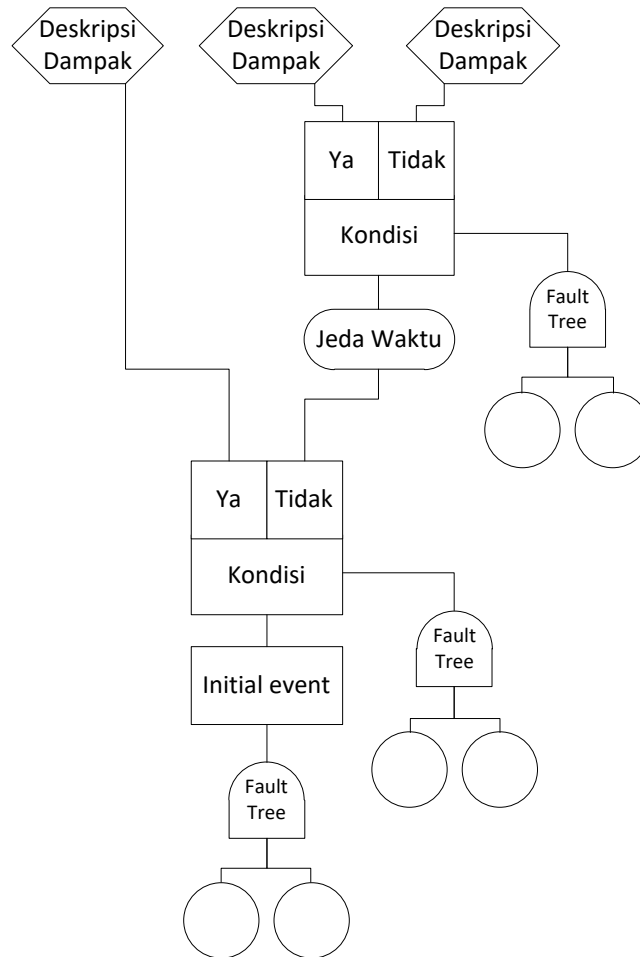
“Jika terjadi kebakaran, kejadian berikutnya adalah api akan terdeteksi oleh detector. Setelah terjadi kebakaran terdapat 70% kemungkinan api dideteksi oleh detector. Jika api dideteksi oleh detector ada 70% kemungkinan alarm kebakaran akan menyala. Setelah alarm kebakaran menyala ada 70% kemungkinan pemadam api akan aktif secara otomatis. ETA yang dihasilkan adalah sebagai berikut adalah sebagai berikut”:



Gambar 11 Contoh Event Tree Analysis

1.16 Cause and Consequence Analysis

Cause-consequences analysis adalah gabungan dari FTA dan ETA dan memberikan gambaran lebih lengkap atas suatu risiko mulai dari akar penyebabnya hingga dampaknya. Analisis dimulai dari suatu kejadian risiko dan mencari akar penyebabnya menggunakan FTA dan mengidentifikasi dampaknya menggunakan logika ya/tidak untuk menilai dampak yang akan terjadi jika *control* yang sudah diterapkan gagal atau berhasil berfungsi. Secara umum diagram konseptual *cause-consequences analysis* adalah sebagai berikut:

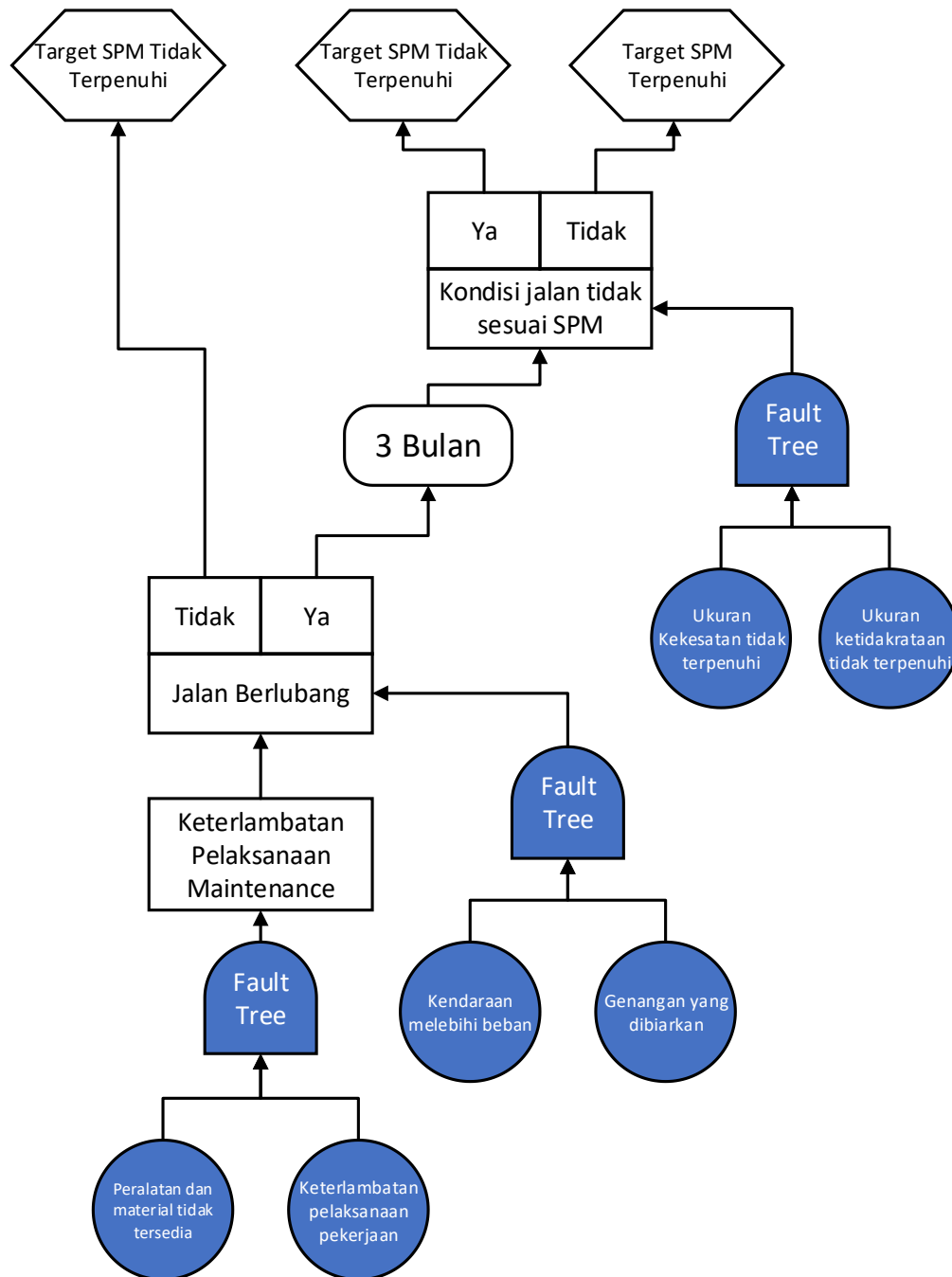


Gambar 12 Skema Cause-Consequences Analysis

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- Identifikasi *critical event* atau *initiating event*
- Bangun FTA yang berujung pada *intiating event*
- Identifikasi kondisi-kondisi yang akan terjadi jika *initial event* terjadi
- Buat jalur menuju dampak dari kejadian tergantung dari kondisi-kondisi yang dilalui, serupa dengan analisis ETA
- Hitung probabilitas dari setiap kondisi untuk menghitung probabilitas dari dampak

Contoh Cause – Consequences Analysis atas pemenuhan Target Standar Pelayanan Minimum (SPM):



Gambar 13. Contoh Cost – Consequences Analysis

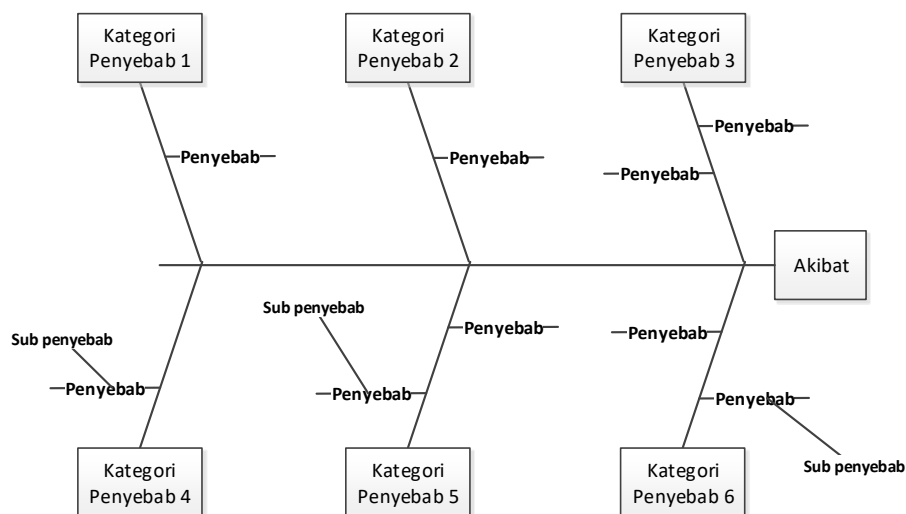
1.17 Cause-and-Effect Analysis

Cause and Effect Analysis atau analisis Sebab-Akibat adalah metode terstruktur untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab dari suatu risiko. Metode ini menggolongkan penyebab-penyebab risiko dalam kategori untuk memudahkan dalam melakukan identifikasi. Informasi penyebab ini ditampilkan dalam diagram *fishbone* atau diagram Ishikawa

Langkah dasar *Cause and Effect Analysis* adalah sebagai berikut:

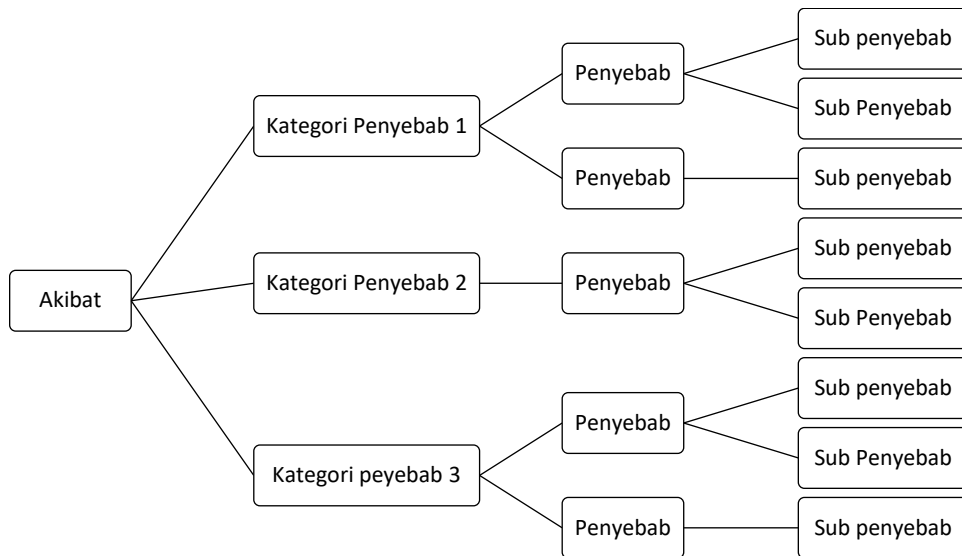
- Menentukan risiko atau akibat yang akan dianalisis, risiko ini dapat berdampak positif atau negatif tergantung keadaan
- Menentukan kategori utama dari penyebab risiko untuk dijadikan cabang utama dalam diagram
- Identifikasi setiap kemungkinan penyebab-penyebab yang tercakup dalam setiap kategori hingga selengkap-lengkapnyanya. Penyebab digambarkan sebagai ranting dari setiap cabang
- Periksa setiap cabang kategori untuk memastikan kelengkapan dan konsistensi
- Identifikasi penyebab yang paling mungkin berdasarkan opini dan bukti

Hasil dari analisis ini dapat direpresentasikan dalam Ishikawa Diagram atau Fishbone Diagram sebagai berikut:



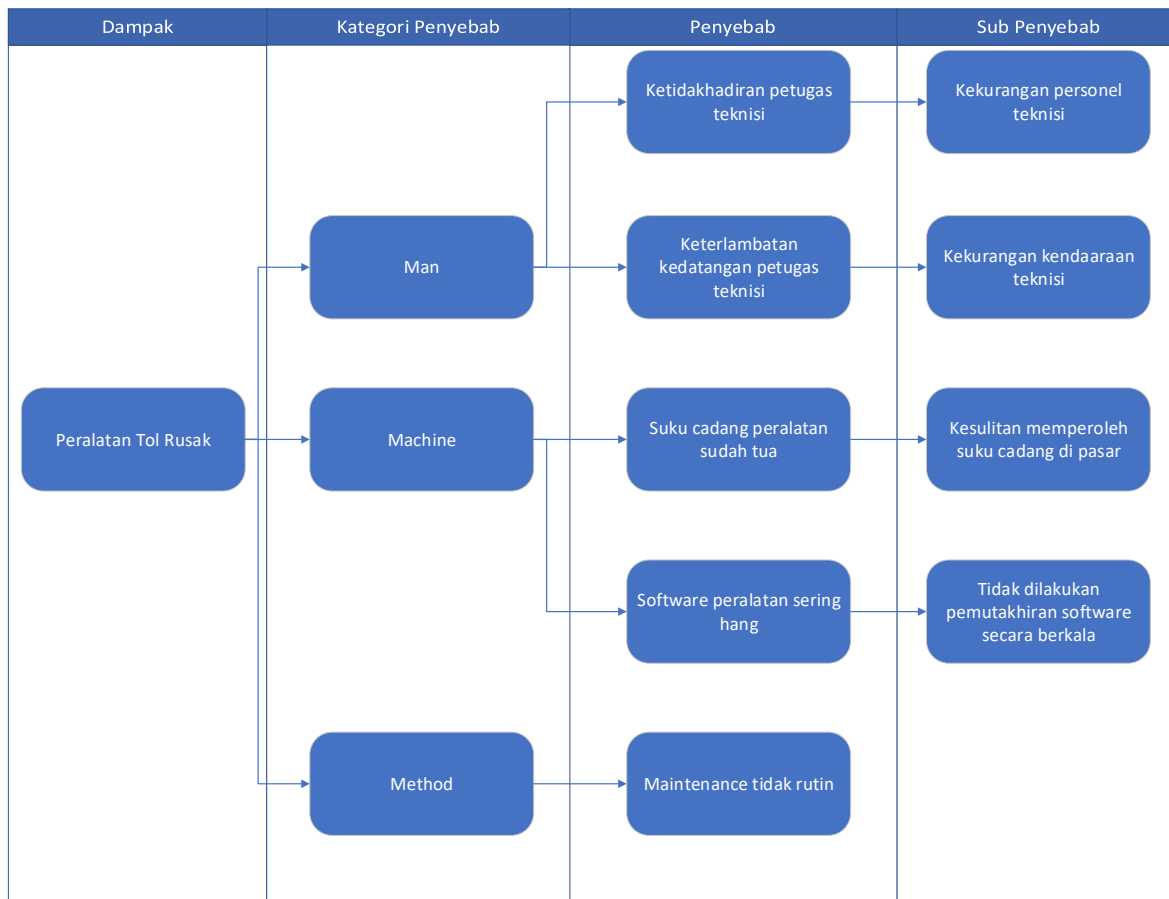
Gambar 14 Skema Ishikawa/Fishbone Diagram

Hasil analisis dapat juga direpresentasikan dalam bentuk tree sebagai berikut:



Gambar 15 Skema Sebab-Akibat Dalam Bentuk Tree

Contoh Cause & Effect Analysis peralatan pada gerbang tol:



Gambar 16. Contoh Cause & Effect Analysis

1.18 Decision Tree

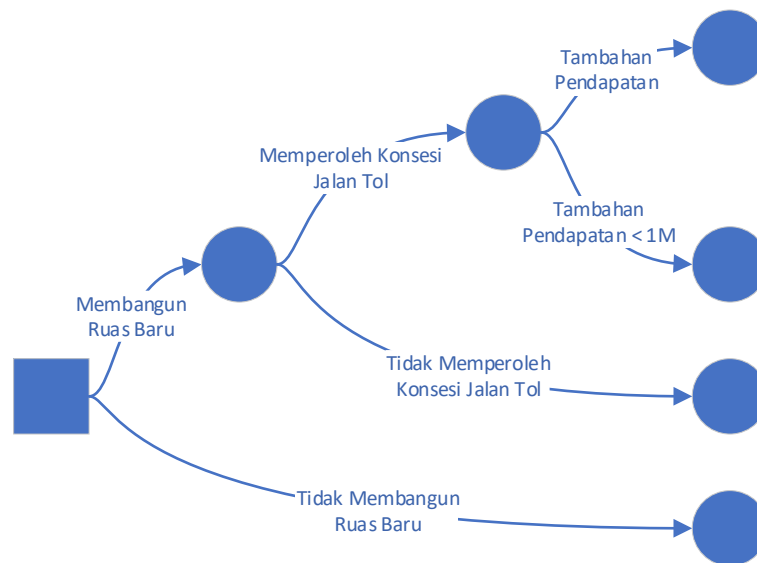
Analisis *decision tree* menggambarkan alternatif pengambilan keputusan dan hasilnya secara berurutan dengan memperhitungkan faktor ketidakpastian dari setiap hasil pengambilan keputusan.

Langkah pertama dalam analisis ini adalah mengidentifikasi keputusan-keputusan utama yang harus diambil dan ketidakpastian-ketidakpastian utama yang merupakan konsekuensi dari masing-masing pengambilan keputusan.

Langkah selanjutnya adalah membangun struktur *decision tree* yang akan digunakan dalam menghitung nilai dari suatu keputusan.

Contoh *Decision Tree* adalah sebagai berikut.

“Keputusan yang harus diambil adalah apakah akan membangun ruas jalan tol baru atau tidak. Jika membangun ruas jalan tol baru, maka akan muncul ketidakpastian.



Gambar 17 Contoh *Decision Tree*

Setelah struktur *decision tree* terbangun maka langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi biaya dan nilai dari masing-masing alternatif keputusan. Estimasi dilakukan dengan menghitung *discounted cashflow* yang dihasilkan dari masing-masing alternatif keputusan. Setelah jumlah *discounted cashflow* tersebut diperoleh, jumlah tersebut dikurangi dengan total biaya yang terjadi dalam masing-masing cabang *decision tree*.

Setelah nilai untuk masing-masing cabang dihitung, langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas kejadian masing-masing ketidakpastian yang terdapat dalam *decision tree*. Setelah seluruh probabilitas dan nilai dari masing-masing cabang *decision tree* diisi, Langkah berikutnya adalah menghitung nilai dari masing-masing node. Dimulai dari ujung cabang sebelah kanan dan bergerak dari kanan ke kiri, hitung nilai dari masing-masing node yang ditemui. Proses ini disebut “*Folding Back*” Cara menghitung nilai dari masing-masing node adalah sebagai berikut:

- Nilai dari decision node ada nilai node yang memiliki nilai paling besar diantara node-node yang bercabang dari decision node tersebut
- Nilai dari uncertainty node adalah jumlah dari masing-masing perkalian antara probabilitas kejadian dan nilai dari node-node yang bercabang dari uncertainty node tersebut. Nilai ini disebut Estimated Monetary Value (EMV)

Setelah proses folding back dilakukan dan nilai dari seluruh node dalam decision tree diketahui, maka akan diketahui urutan pengambilan keputusan yang memberikan nilai yang paling besar.”

1.19 Bow Tie Analysis

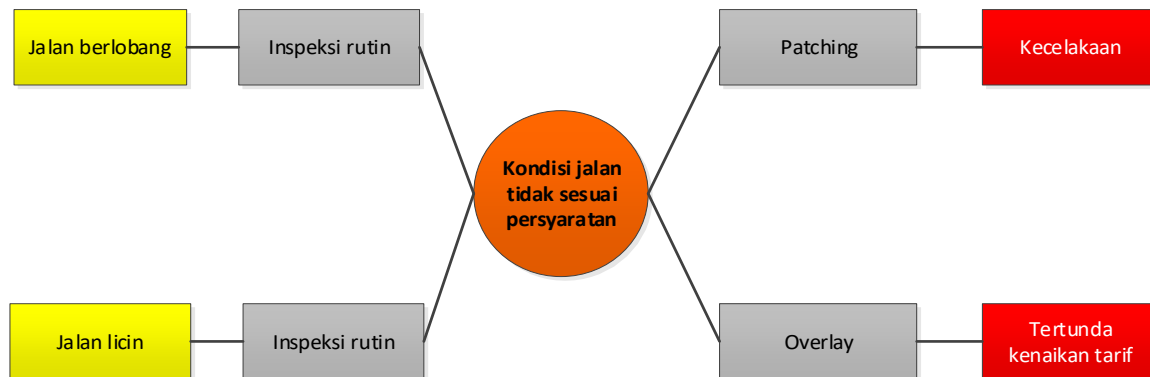
Analisis *bowtie* (dasi kupu-kupu) adalah metode diagramatis untuk menggambarkan dan menganalisis jalur suatu risiko dari penyebab hingga dampaknya. Metode ini sering dianggap sebagai kombinasi dari metode pohon kesalahan (FTA, *fault tree analysis*) yang menganalisis penyebab peristiwa dengan metode pohon peristiwa (ETA, *event tree analysis*) yang menganalisis dampak. Namun, *bowtie* lebih berfokus kepada penghambat (*barrier*) antara penyebab dan risiko, serta antara risiko dan dampak. Metode ini disebut *bowtie* karena diagram yang dihasilkan menyerupai dasi kupu-kupu dengan penyebab dan dampak masing-masing menjadi dua sayap kiri kanan yang mengapit peristiwa risiko di bagian tengah.

Proses analisis bowtie dapat diuraikan sebagai berikut:

- Gambarkan suatu peristiwa risiko tertentu dalam bentuk lingkaran sebagai pusat diagram, misalnya “Kondisi jalan tidak sesuai persyaratan”.
- Daftarkan penyebab peristiwa di bagian sebelah kiri, misalnya “Jalan berlubang”. Hubungkan tiap penyebab dengan peristiwa risiko di bagian tengah.
- Gambarkan penghambat yang mencegah tiap-tiap penyebab tersebut menimbulkan peristiwa risiko, misalnya “Inspeksi rutin”.
- Gambarkan faktor eskalasi (*escalation factor*) yang mungkin ada untuk tiap penyebab, misalnya “Jalan licin”. Tiap faktor eskalasi perlu dikontrol, misalnya “Inspeksi rutin”.
- Daftarkan dampak peristiwa di bagian sebelah kanan, misalnya “Kecelakaan”. Hubungkan tiap dampak dengan peristiwa risiko di bagian tengah.

- Gambarkan penghambat yang mengurangi besar tiap-tiap dampak, misalnya “Patching”.

Contoh hasil analisis bowtie adalah sebagai berikut



Gambar 18 Contoh Bow Tie Analysis

1.20 Markov Analysis

Analisa Rantai Markov adalah suatu metode yang mempelajari sifat -sifat suatu variabel pada masa sekarang yang didasarkan pada sifat -sifatnya di masa lalu dalam usaha menaksir sifat-sifat variabel tersebut dimasa yang akan datang.

Konsep dasar analisis markov adalah state dari sistem atau state transisi, sifat dari proses ini adalah apabila diketahui proses berada dalam suatu keadaan tertentu, maka peluang berkembangnya proses di masa mendatang hanya tergantung pada keadaan saat ini dan tidak tergantung pada keadaan sebelumnya, atau dengan kata lain rantai Markov adalah rangkaian proses kejadian dimana peluang bersyarat kejadian yang akan datang tergantung pada kejadian sekarang. Informasi yang dihasilkan tidak mutlak menjadi suatu keputusan, karena sifatnya yang hanya memberikan bantuan dalam proses pengambilan keputusan.

Untuk mendapatkan analisa rantai markov ke dalam suatu kasus, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi yaitu sebagai berikut:

- Jumlah probabilitas transisi untuk suatu keadaan awal dari sistem sama dengan 1.
- Probabilitas-probabilitas tersebut berlaku untuk semua partisipan dalam sistem.

- Probabilitas transisi konstan sepanjang waktu.
- Kondisi merupakan kondisi yang independen sepanjang waktu.

Penerapan analisa markov cukup terbatas karena sulit menemukan masalah yang memenuhi semua syarat yang diperlukan untuk analisa markov, terutama persyaratan bahwa probabilitas transisi harus konstan sepanjang waktu (probabilitas transisi adalah probabilitas yang terjadi dalam pergerakan perpindahan kondisi dalam sistem).

Keadaan transisi adalah perubahan dari suatu keadaan (status) ke keadaan (status) lainnya pada periode berikutnya. Keadaan transisi ini merupakan suatu proses random dan dinyatakan dalam bentuk probabilitas. Probabilitas ini dikenal sebagai probabilitas transisi. Probabilitas ini dapat digunakan untuk menentukan probabilitas keadaan atau periode berikutnya.

Contoh Markov Analysis adalah sebagai berikut.

“Sebuah perusahaan mempunyai 220 unit mobil. Namun tidak semua mobil dapat beroperasi dikarenakan mesin rusak. Data mobil yang sedang aktif dan rusak adalah sebagai berikut:

Status	Jumlah mobil	
	Hari 1	Hari 2
Aktif	120	144
Rusak	100	76
Jumlah	220	220

Tabel 12 Data Contoh Perhitungan Analisis Markov 1

Dalam waktu dua hari ini terdapat perubahan, mobil yang beroperasi mengalami kerusakan, dan sebaliknya. Untuk mengetahui perubahan yang terjadi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Hari 1	Hari 2		Jumlah
Status	Aktif	Rusak	
Aktif	70	50	120
Rusak	74	26	100

Jumlah	144	76	220
---------------	-----	----	-----

Tabel 13 Data Contoh Perhitungan Analisis Markov 2

Dari data tersebut dapat dihitung :

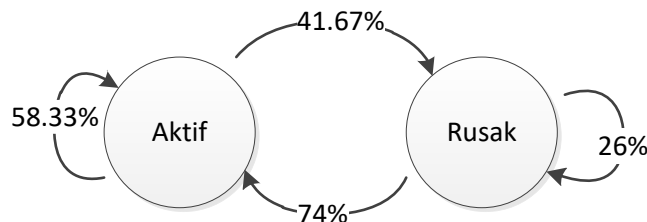
- Probabilitas transisi
- Probabilitas hari ke-2 aktif jika hari ke-1 aktif
- Probabilitas hari ke-2 rusak jika hari ke-1 aktif
- Probabilitas hari ke-2 aktif jika hari ke-1 mogok
- Probabilitas hari ke-2 rusak jika hari ke-1 rusak

probabilitas transisinya adalah sebagai berikut.

Hari 1 Status	Hari 2	
	Aktif	Rusak
Aktif	$70 / 120 =$ 58.33%	$50 / 120 =$ 41.67%
Rusak	$74 / 100 =$ 74%	$26 / 100 =$ 26%

Tabel 14 Contoh Perhitungan Probabilitas Transisi

Probabilitas transisi dapat direpresentasikan dengan diagram transisi sebagai berikut”:



Tabel 15 Contoh Diagram Transisi

1.21 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah teknik yang digunakan untuk memahami pengaruh risiko atau ketidakpastian terhadap model proyeksi keuangan, biaya, atau manajemen proyek. Dalam membangun model proyeksi atau model apapun yang melibatkan perkiraan kondisi di masa depan, akan terdapat asumsi-asumsi yang digunakan. Asumsi ini dapat berupa perkiraan imbal hasil investasi, biaya, atau waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan suatu

pekerjaan. Karena kondisi masa depan tidak dapat diketahui maka umumnya dibuat suatu perkiraan berdasarkan data historis, pengalaman atau pendapat ahli di bidangnya.

Dalam simulasi Monte Carlo dibuat angka acak untuk asumsi-asumsi yang digunakan dalam rentang tertentu. Model proyeksi kemudian dihitung ulang dengan menggunakan angka acak yang digunakan. Hasil perhitungan ulang kemudian dicatat dan proses ini diulang kembali.

Simulasi Monte Carlo umumnya melakukan proses ini dalam jumlah ratusan hingga ribuan kali. Setiap proses dilakukan dengan menggunakan angka acak yang berbeda. Proses ini digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian yang dapat terjadi di masa depan. Setelah simulasi dilakukan akan diperoleh data hasil perhitungan model untuk setiap angka acak yang digunakan. Hasil ini digunakan untuk mengetahui kemungkinan model untuk mencapai hasil tertentu.

Contoh Simulasi *Monte Carlo* adalah sebagai berikut.

“Suatu proyek memiliki proyeksi keuangan sebagai berikut dengan tingkat diskon sebesar 10%:

Tahun	0	1	2	3	4	5
Pendapatan		7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Biaya Operasi		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Biaya Investasi	20.000					
Arus Kas	(20.000)	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
Discounted	(20.000)	5.000	4.545	4.132	3.757	3.415
NPV	849,33					

Tabel 16 Contoh Proyeksi Keuangan Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo kemudian dilakukan terhadap biaya operasi proyek dengan rentang kenaikan dan penurunan sebesar 20% sebanyak sepuluh iterasi. Angka acak biaya proyek dan NPV proyek dengan menggunakan angka acak yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Iterasi	Biaya Operasi	NPV
1	1464,00	985,80
2	1754,00	(113,53)
3	1650,00	280,71
4	1743,00	(71,83)
5	1589,00	511,95
6	1327,00	1.505,13
7	1633,00	345,15
8	1585,00	527,11
9	1413,00	1.179,13
10	1223,00	1.899,38

Tabel 17 Contoh Hasil Simulasi Monte Carlo

Dari hasil simulasi Monte Carlo sebanyak 10 Iterasi tersebut dapat dilihat 2 Iterasi menghasilkan NPV yang bernilai negatif. Sehingga berdasarkan hasil simulasi monte carlo ini kenaikan atau penurunan sebesar 20% akan mengakibatkan kemungkinan sebesar 20% proyek akan bernilai NPV negatif.”

1.22 Risk Impact Analysis

Dampak dari suatu risiko dapat diukur secara kualitatif ataupun secara kuantitatif. Pengukuran risiko secara kuantitatif umumnya dilakukan dengan menghitung besarnya dampak risiko secara keuangan terhadap tujuan perusahaan sementara pengukuran dampak kuantitatif dilakukan melalui deskripsi kuantitatif dampak risiko terhadap tujuan perusahaan.

Untuk dapat membandingkan kedua metode pengukuran dampak risiko ini maka dapat dilakukan pengukuran secara semi-kuantitatif dengan membuat sistem penilaian berdasarkan skala dan kriteria tertentu.

Contoh Risk Impact Analysis yang dilakukan secara kuantitatif adalah sebagai berikut.

“Suatu perusahaan menetapkan bahwa risiko yang dapat mengurangi laba perusahaan sebesar 5% dikategorikan risiko dengan dampak yang sangat besar. Penilaian risiko dilakukan dengan skala 1 hingga 5 yang merepresentasikan dampak sangat kecil, kecil, sedang, besar dan sangat besar. Rentang skala untuk setiap kriteria dampak ditetapkan sama besarnya.

Jika Target laba perusahaan adalah sebesar Rp2.200.000.000.000,- (2.2 Triliun Rupiah). Batasan untuk risiko yang dampaknya sangat besar adalah sebesar Rp2.200.000.000.000,- * 5% = Rp110.000.000.000,-. Rentang penilaian untuk setiap kriteria dampak risiko adalah sebagai berikut:

Skala	Kriteria	Rentang
5	Sangat Besar	Di atas Rp88.000.000.000,-
4	Besar	Antara Rp66.000.000.000,- hingga Rp88.000.000.000,-
3	Sedang	Antara Rp44.000.000.000,- hingga Rp66.000.000.000,-
2	Kecil	Antara Rp22.000.000.000,- hingga Rp44.000.000.000,-
1	Sangat Kecil	Di bawah Rp22.000.000.000,-

Tabel 18 Contoh Kriteria Risiko Kuantitatif

Dampak risiko secara kuantitatif dilakukan dengan menjumlahkan seluruh dampak keuangan yang dapat timbul jika risiko terjadi. Sebagai contoh, risiko terjadinya kebakaran dapat berdampak pada Kerusakan aset peralatan kantor sebesar Rp1.000.000.000,-, kerusakan aset bangunan sebesar Rp50.000.000.000,-, biaya medis sebesar Rp500.000.000,-, dan terhentinya operasi perusahaan yang mengurangi laba perusahaan sebesar Rp5.000.000.000,-. Maka total dampak kuantitatif risiko terjadinya kebakaran adalah sebagai berikut:

Dampak Risiko	Kerugian keuangan
Kerusakan Aset Peralatan Kantor	Rp1.000.000.000,-
Kerusakan Aset Bangunan	Rp50.000.000.000,-
Biaya Medis	Rp500.000.000,-
Turunnya laba akibat terhentinya operasi	Rp5.000.000.000,-
Total	Rp56.500.000.000,-

Tabel 19 Contoh Perhitungan Dampak Kuantitatif

Total dampak keuangan risiko kebakaran adalah sebesar Rp56.500.000.000,-. Jika dampak ini diukur menggunakan skala kriteria risiko sebelumnya, maka Rp56.500.000.000,- termasuk dalam rentang skala 3 yaitu antara Rp44.000.000.000,- hingga Rp66.000.000.000,-. Maka risiko terjadinya kebakaran ditetapkan sebagai risiko dengan dampak “**Sedang**”.

Sementara untuk kriteria risiko yang dampaknya diukur secara kuantitatif, rentang penilaian dapat dilakukan dengan membuat deskripsi kualitatif untuk setiap skala risiko. Contoh rentang penilaian untuk risiko dengan dampak kualitatif adalah sebagai berikut”:

Skala	Kriteria	Reputasi	HSE	Strategis	SDM
5	Sangat Besar	Pemberitaan di media cetak dan media elektronik nasional dan pemberhentian BOD	Perawatan medis di RS > 5 orang atau ada yg cacat atau meninggal	Tidak Tercapainya Sasaran dan Kegagalan Mencapai Kinerja	Sebagian besar karyawan operasional mogok kerja
4	Besar	Pemberitaan di media cetak dan media elektronik nasional	Perawatan di rumah > 5 orang atau perawatan medis di RS s.d. 5 orang	Tertundanya Tercapainya Sasaran secara signifikan,	Sebagian besar karyawan dan SP tidak puas pada manajemen dan melakukan demo internal
3	Sedang	Pemberitaan surat kabar daerah	Perawatan ringan dengan kehilangan jam kerja > 5 orang atau perawatan di rumah s.d. 5 orang	Tertundanya Tercapainya Sasaran cukup besar	Sebagian karyawan kecewa dan berkomentar negatif, dan mempengaruhi orang lain dengan membuat berita negatif serta mengadu ke SP
2	Kecil	Reaksi masyarakat sekitar (demonstrasi)	Perawatan ringan dengan kehilangan jam kerja s.d. 5 orang	Tercapainya Sasaran hanya sedikit di bawah target	Sebagian karyawan kecewa dan berkomentar negatif
1	Sangat Kecil	Protes tertulis dari masyarakat	Perawatan ringan (first aid) tanpa kehilangan jam kerja	Hanya berdampak sangat kecil pada tercapainya sasaran	Reaksi perorangan

Tabel 20 Contoh Kriteria Dampak Risiko Kualitatif

DAFTAR PUSTAKA

- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000, Risk Management*
- International Organization for Standardization. (2009). *ISO/IEC 31010, Risk management – Risk assessment techniques*
- International Electrotechnical Commission. (2001). *IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide*
- International Organization for Standardization. (2005). *ISO 22000, Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain*
- International Electrotechnical Commission. (2006). *IEC 61078, Analysis techniques for dependability – Reliability block diagram and Boolean methods*
- International Electrotechnical Commission. (2006). *IEC 61165, Application of Markov techniques*
- International Electrotechnical Commission. (2006). *IEC 60812, Analysis techniques for system reliability – Procedures for failure mode and effect analysis (FMEA)*
- International Electrotechnical Commission. (2006). *IEC 61025, Fault tree analysis (FTA)*