

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka akan diuraikan berbagai teori atau referensi yang berkaitan dan menunjang permasalahan pada penelitian. Tinjauan pustaka bertujuan untuk mendalami landasan teori, dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Tinjauan pustaka bersumber dari buku, hasil penelitian, majalah ilmiah, dan bahkan informasi ilmiah dari media internet.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan berkenaan dengan manajemen risiko dan limbah cair yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini. Berikut merupakan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya:

1. Azlia (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Risiko Lingkungan Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT SIER (PERSERO) Dengan Pendekatan *Risk Management*” menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi *hazard* dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan risiko tertinggi yang akan dimitigasi. Dari hasil penelitian, didapatkan hasil identifikasi berupa enam risiko yaitu limbah cair meluber, limbah cair tercecer, lumpur *primary* tercecer, lumpur biologis tercecer, pekerja terpapar limbah cair/lumpur dan penurunan kualitas efluen. Dari hasil penilaian risiko didapatkan bahwa risiko penurunan kualitas efluen mempunyai dampak yang paling besar terhadap lingkungan. Sementara penilaian risiko berdasarkan probabilitas risiko lumpur *primary* tercecer, lumpur biologis tercecer dan pekerja terpapar limbah cair/lumpur pasti terjadi. Sedangkan likelihood risiko limbah cair meluber dan penurunan kualitas efluen  $< 0,2$  serta limbah cair tercecer 0,1. Pemetaan *risk matrix* menyebutkan bahwa risiko penurunan kualitas merupakan risiko yang *moderate* dan kelima risiko yang lain termasuk risiko yang *trivial*.
2. Indradewi (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Manajemen Risiko Lingkungan Limbah Berbahaya Beracun (B3) Berdasarkan Penilaian Risiko Dengan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP)” dari hasil penelitiannya didapatkan identifikasi risiko pada sistem menunjukkan adanya lima risiko, yaitu limbah tumpah saat penyimpanan dan pengiriman; paving rusak saat

penyimpanan; pengiriman dan pemanfaatan. Berdasarkan penilaian risiko dengan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) diketahui bahwa risiko paving rusak saat pemanfaatan memiliki nilai risiko berdasarkan dampak yang paling besar, yaitu rentang 0-1 nilai risikonya 0.7. Hasil pemetaan risiko menunjukkan risiko lumpur tumpah saat penyimpanan dan pengiriman; paving rusak saat penyimpanan dan pengiriman merupakan risiko yang rendah, sedangkan risiko paving rusak saat pemanfaatan merupakan risiko yang signifikan. Dengan *Root Cause Analysis* (RCA) diketahui bahwa seluruh risiko pada pengelolaan lumpur B3 disebabkan oleh faktor teknis dan manusia.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

| Karakteristik Penelitian | Penelitian             |                                |                            |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                          | Wifqi Azlia (2008)     | Nur Oktavetri Indradewi (2008) | Penelitian ini             |
| Metode                   | FMEA dan AHP           | <i>Fuzzy</i> AHP dan RCA       | FMEA dan RCA               |
| Obyek Penelitian         | IPAL PT SIER (PERSERO) | Lumpur B3 PT. A dan PT. B      | IPAL PT ALP Petro Industry |

## 2.2 Limbah Cair

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dimana masyarakat bermukim, disanalah berbagai jenis limbah akan dihasilkan. Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah mengandung bahan pencemar yang bersifat racun dan bahaya.

Dalam kegiatan industri, limbah yang dihasilkan memiliki empat karakteristik, diantaranya:

1. Limbah cair, biasanya dikenal sebagai entitas pencemar air. Komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik, dan bahan buangan anorganik.
2. Limbah padat.
3. Limbah gas dan partikel.

Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya dalam suatu sumberdaya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Karakteristik limbah cair dilihat dari sifat-sifat yg dimiliki seperti sifat fisika, kimia dan biologis dengan melihat parameter yang diukur:

1. Sifat fisika (padatan total, kekeruhan, DHL, bau, suhu, warna).
2. Sifat kimia:
  - a. Organik: BOD, COD, protein, karbohidrat, minyak dan lemak, phenol, pestisida dan bahan-bahan kimia untuk pertanian.
  - b. Anorganik dan gas: pH, Chlorida, Nitrogen, Phosphor, Sulfur, logam-logam berat.
  - c. Gas: DO, H<sub>2</sub>S, metana.
3. Sifat Biologis dengan melihat golongan mikroorganisme yg terdapat dalam limbah cair tersebut maupun organisme pathogen yang ada.

### 2.2.1 Teknologi Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, sehingga limbah tidak mengganggu lingkungan penerima limbah.

Proses yang dipilih didasarkan karakteristik limbah cairnya. Pengolahan limbah cair dapat dilakukan melalui:

#### 1. Pengolahan Fisika

Pengolahan secara fisika dilakukan pada limbah cair dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung tanpa penambahan bahan kimia atau tanpa melalui penghancuran secara biologis.

Pengolahan secara fisika meliputi:

- a. Penyaringan (*screening*) untuk proses pemisahan padatan tak terlarut yang bentuknya cukup besar.
- b. *Comminution* untuk menghancurkan atau mereduksi padatan yg tidak seragam menjadi bagian yang lebih kecil dan seragam dengan *comminutor*.
- c. Penyeragaman aliran (*flow equalization*) untuk membuat kecepatan aliran konstan dengan bak equalisasi.
- d. Pencampuran (*mixing*) dilakukan jika dikombinasikan dengan penambahan bahan kimia dengan menggunakan hidraolik air atau tangki.
- e. Penggumpalan untuk memperbesar ukuran partikel tak terlarut sehingga menjadi lebih berat dan mudah mengendap di dasar sehingga pemisahan padatan tidak terlarut lebih mudah melalui pada proses berikutnya (pengendapan).

- f. Pengendapan (sedimentasi) untuk memisahkan partikel-partikel tersuspensi yang lebih berat dari air sehingga kotoran-kotoran mengendap dengan gaya beratnya sendiri (gaya gravitasi).
- g. Pengapungan (*floatation*) untuk pemisahan padatan dari air. Ini diperlukan jika densitas partikel lebih kecil dibanding densitas air sehingga cenderung mengapung, sehingga perlu ditambahkan gaya ke atas dengan memasukkan udara ke dalam air. Misal dalam proses pemisahan lemak dan minyak.
- h. Penyaringan (*filtration*) untuk proses pengolahan limbah yang masih mengandung zat-zat tersuspensi melalui suatu media seperti pasir atau kerikil dengan ukuran tertentu.

## 2. Pengolahan Kimia

Pengolahan secara kimia merupakan proses pengolahan limbah dimana penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung dengan adanya mekanisme reaksi kimia (penambahan bahan kimia ke dalam proses).

Pengolahan secara kimia meliputi :

- a. Pengendapan seraca kimia, yaitu pengolahan dengan menambahkan bahan kimia pengendap (*alum ferrous sulfate*) untuk mengubah bentuk fisik padatan dan tersuspensi sehingga mudah dipisahkan.
- b. Perpindahan gas adalah proses perpindahan dari fase gas ke fase lain biasanya ke cair, misalnya pada proses aerob dengan aerator.
- c. Adsorpsi merupakan proses pengambilan suatu bahan terlarut diantara dua permukaan dari dalam larutan, misalnya dengan karbon aktif.
- d. Desinfeksi yaitu dengan menambahkan bahan kimia seperti chlorine, dengan pemanasan, radiasi, dll untuk menghambat aktifitas organisme patogen.
- e. Dechlorinasi yaitu penghilangan sisa chlorine setelah proses chlorinasi dengan menggunakan karbon aktif.

## 3. Pengolahan Biologis

Pengolahan secara biologis merupakan sistem pengolahan yang didasarkan pada aktivitas mikroorganisme dalam kondisi aerobik atau anaerobik ataupun penggunaan organisme air untuk mengabsorpsi senyawa kimia dalam limbah cair.

Pengolahan secara biologis meliputi

- a. Pengolahan secara aerob, bahan-bahan organik dalam limbah cair dapat diuraikan/ dipecah oleh mikroorganisme aerob menjadi bahan yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerob.

- b. Pengolahan secara anaerob dengan peran mikroorganisme yg bersifat anaerob.
- c. Pengolahan secara fakultatif dengan peran bakteri yang bersifat fakultatif, yaitu dapat berfungsi sebagai organisme aerob bila ada oksigen dan sebagai organisme anorganik bila tidak ada oksigen.

### 2.2.2 Parameter Pengukuran Kualitas Air Limbah

Parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah:

1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dipergunakan untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme (secara biokimiawi).
2. COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (menggunakan oksidator yang kuat seperti asam dikromat & asam sulfat atau potasium permanganat dan asam sulfat dengan katalis garam perak dan garam merkuri).
3. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah total padatan tersuspensi, yaitu padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung.
4. DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan mg/l. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka derajat pengotoran semakin kecil.
5. Lumpur (*Sludge*) adalah jumlah endapan yang tersisa setelah mengalami penguapan pada suhu 103-105 °C dari suatu air limbah.
6. Lumpur aktif (*Activated Sludge*) adalah endapan lumpur yang berasal dari limbah cair yang telah mengalami pemberian udara (aerasi) secara teratur. Lumpur ini berguna untuk mempercepat proses stabilisasi dari limbah cair. Lumpur ini banyak mengandung bakteri pengurai, sehingga sangat baik digunakan untuk menguraikan zat organik pada limbah cair yang masih baru.

### 2.3 Risiko

Kata risiko dipercaya berasal dari Bahasa Arab yaitu *rizk* yang berarti hadiah yang tidak terduga dari surga. Sedangkan kamus Webster memberikan pengertian negatif yaitu kemungkinan kehilangan, luka, kerugian atau kerusakan. Dalam IEC/TC56 (AS/NZS 3931) Analisis Risiko Sistem Teknologi mengartikan risiko sebagai

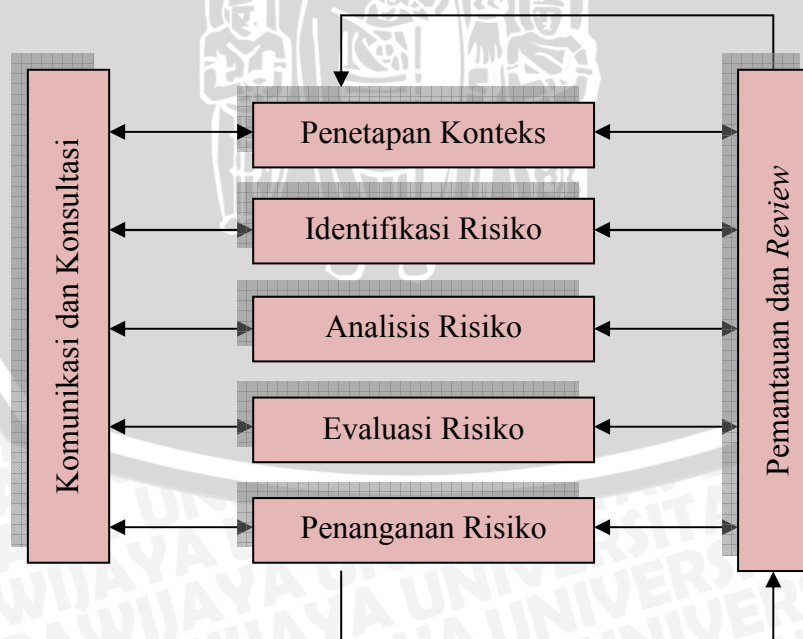
kombinasi dari frekuensi, atau probabilitas munculnya, dan konsekuensi dari suatu kejadian bahaya yang spesifik.

Pengertian risiko menurut AS/NZS 4360:2004 adalah sebagai peluang munculnya suatu kejadian yang dapat menimbulkan efek terhadap suatu obyek. Risiko diukur berdasarkan nilai *likelihood* (kemungkinan munculnya sebuah peristiwa) dan *consequence* (dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut). Risiko dapat dinilai secara kualitatif, semi-kuantitatif atau kuantitatif.

### 2.3.1 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan bagian dari sebuah sistem manajemen, merupakan tahap awal dari proses peningkatan secara berkelanjutan yang diterapkan pada sebuah perusahaan atau organisasi. Manajemen risiko dapat diidentifikasi sebagai proses untuk menghilangkan atau meminimalkan efek merugikan terhadap risiko yang dimiliki oleh sebuah sistem kerja.

Manajemen risiko adalah metode yang tersusun secara logis dan sistematis, banyak terdapat teknik yang digunakan dalam melakukan manajemen risiko tergantung terhadap tipe risiko, namun sebagian besar memiliki rangkaian kegiatan yang sama yaitu identifikasi bahaya, evaluasi nilai risiko dan pengendalian. Proses ini dapat diterapkan pada semua tingkatan kegiatan, jabatan, proyek, produk maupun aset.



Gambar 2.1 Elemen Utama Manajemen Risiko

## 2.4 Proses Penerapan Manajemen Risiko

Manajemen Risiko dengan mengadopsi Standar Australian/New Zealand (AS/NZS) 4360:2004 dilakukan melalui tujuh tahapan:

### 2.4.1 Tahap Komunikasi dan Konsultasi

Melakukan komunikasi dan konsultasi dengan pengambil keputusan internal maupun eksternal terkait dengan proses manajemen risiko secara keseluruhan. Selain itu komunikasi dan konsultasi juga dilakukan sebagai tindak lanjut dari hasil manajemen risiko yang telah dilakukan untuk langkah pembangunan.

Proses yang dilakukan untuk merencanakan, mengkomunikasikan dan mengkonsultasikan proses manajemen risiko yang sedang berjalan.

### 2.4.2 Tahap Penetapan Konteks

Merupakan langkah awal dari aktivitas manajemen risiko, tujuannya untuk menentukan parameter proses termasuk kriteria risiko yang akan dilakukan penilaian. Hal-hal yang dilakukan meliputi menetapkan strategi, kebijakan organisasi dan ruang lingkup manajemen risiko yang akan dilaksanakan.

Proses untuk mendefinisikan parameter dasar dalam pengelolaan risiko dengan pemahaman mengenai lingkungan eksternal&internal dalam penerapan manajemen risiko. Penetapan konteks juga digunakan untuk mengembangkan pemahaman mengenai komitmen dan kemampuan Perusahaan dalam menentukan apakah suatu risiko dapat diterima atau tidak serta membentuk dasar bagi pilihan penanganan risiko (mitigasi).

### 2.4.3 Tahap Risk Assessment

Proses yang terdiri dari identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko. *Risk Assessment* bertujuan untuk menggali setiap risiko yang berpotensi menghambat pencapaian tujuan dan sasaran Perusahaan yang kemudian dinilai tingkat risikonya (TR) sehingga menghasilkan prioritas risiko untuk menentukan risiko-risiko mana saja yang perlu segera mendapatkan perhatian atau penanganana risiko (mitigasi) lebih lanjut.

#### 1. Identifikasi Risiko

Mengidentifikasi dimana, kapan, mengapa dan bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya risiko untuk analisa lebih lanjut. Proses sistematis untuk

menjaring setiap risiko yang berpotensi menghambat pencapaian tujuan dan sasaran Perusahaan sehingga tidak ada risiko potensial yang tidak teridentifikasi.

Tujuan dari dilakukannya identifikasi risiko adalah untuk mengembangkan daftar komprehensif tentang sumber risiko dan kejadian yang mengikutinya dan dapat menghambat pencapaian tujuan. Dalam proses identifikasi risiko terdapat beberapa hal yang memiliki keterkaitan dengan sebuah risiko, antara lain: sumber risiko, insiden, konsekuensi, penyebab kejadian, pengendalian, waktu dan tempat.

Informasi yang baik dan berkualitas penting dalam identifikasi risiko. Titik awal identifikasi dapat diperoleh dari informasi masa lalu tentang organisasi serupa, kemudian dilakukan diskusi dengan *stakeholder* mengenai isu yang terkait saat ini. Sumber informasi yang dapat digunakan sebagai dasar identifikasi risiko yaitu: pengalaman, saran para ahli, wawancara, diskusi, laporan klaim asuransi, survei, kuesioner, *checklist*, dan *incident database*.

## 2. Analisis Risiko

Mengidentifikasi dan mengevaluasi pengendalian yang sudah ada. Menentukan tingkatan probabilitas dan konsekuensi yang akan terjadi, kemudian menentukan tingkatan risiko yang ada.

Analisis risiko adalah sistematis penggunaan dari informasi yang tersedia untuk mengidentifikasi *hazard* dan untuk memperkirakan suatu risiko terhadap individu, populasi, bangunan atau lingkungan (Kolluru, 1996).

Inti dari analisis risiko adalah mengenai pengembangan pemahaman tentang risiko. Dalam analisis risiko terdapat data pendukung yang digunakan sebagai pertimbangan pengambilan keputusan tentang cara pengendalian yang paling tepat dan paling *cost-effective* (AS/NZS 4360:2004).

Melakukan penilaian risiko berdasarkan kriteria risiko yang telah ditetapkan dari risiko yang sudah diidentifikasi. Interval tingkat kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan konsekuensinya (*consequence*) dimulai dari 1 sampai 5. Risiko yang dinilai adalah risiko yang telah dipertimbangkan efektivitas pengendaliannya dengan memperkirakan besarnya kemungkinan terjadinya dan besarnya konsekuensi yang ditimbulkan. Perumusan dalam model risiko standar:

$$\text{Tingkat Risiko (TR)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Consequence (C)} \quad (2.1)$$

Dengan begitu dapat diketahui tingkat risiko yang akan menjadi hambatan. Tingkat risiko yang tertinggi adalah 25 (L=5, C=5) sedangkan tingkat risiko yang terendah adalah 1 (L=1, C=1).



Metode Analisis Risiko ada tiga (3) macam, diantaranya:

a. Metode Kualitatif

Analisa kualitatif menggunakan bentuk kata atau skala deskriptif untuk menjelaskan seberapa besar potensi risiko yang akan diukur. Hasilnya dapat dikategorikan dalam risiko rendah, risiko sedang, dan risiko tinggi. Analisis kualitatif digunakan untuk kegiatan *screening* awal pada risiko yang membutuhkan analisis lebih rinci dan lebih mendalam.

b. Metode Semi-Kuantitatif

Metode ini merupakan kombinasi antara angka yang bersifat subyektif pada kecenderungan dan dampak dengan rumus (*formula*) matematika, yang menghasilkan tingkat risiko yang dapat dibandingkan dengan kriteria yang ditetapkan. Metode semi-kuantitatif ini berguna untuk mengidentifikasi dan memberikan peringkat (*ranking*) dari suatu kejadian yang berpotensi untuk menimbulkan konsekuensi yang parah, seperti kerusakan peralatan, gangguan terhadap bisnis, cedera pada manusia, dan lain-lain (Kolluru, 1996).

c. Metode Kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan nilai numerik untuk nilai *consequence* dan *likelihood* dengan menggunakan data dari berbagai sumber. Kualitas dari analisis tergantung pada akurasi dan kelengkapan data yang ada, serta validitas model yang digunakan. *Consequence* dapat dihitung dengan metode modeling hasil dari kejadian atau kumpulan kejadian atau dengan memperkirakan kemungkinan dari studi eksperimen atau data sekunder/ data terdahulu. Analisis dengan metode ini dapat menggunakan teknik *Value at Risk* (VaR) untuk risiko keuangan dan teknik *Operasional Value at Risk* (OpVaR) untuk risiko non-keuangan.

3. Evaluasi Risiko

Membandingkan tingkat risiko yang ada dengan kriteria standar. Hal ini memungkinkan untuk melakukan penentuan prioritas dalam pengambilan keputusan pengendalian.

Proses perbandingan antara tingkat risiko yang dihasilkan dalam tahap analisis dengan *risk tolerance* yang telah ditetapkan perusahaan.

#### 2.4.4 Tahap Penanganan Risiko

Melakukan penurunan derajat probabilitas dan konsekuensi yang ada dengan berbagai alternatif metode pengendalian. Proses tindak lanjut dari hasil evaluasi risiko

untuk menentukan penanganan risiko (mitigasi). Risiko dapat ditangani dengan menggunakan satu opsi atau lebih. Opsi penanganan risiko tidak bersifat *mutually-exclusive* (satu risiko satu opsi) atau satu opsi cocok untuk semua risiko. Opsinya meliputi:

1. Menghindari Risiko, tidak melakukan aktivitas yang akan mendatangkan risiko dengan memilih alternatif aktivitas lain yang bisa diterima atau risikonya lebih rendah.
2. Mengurangi Tingkat Kemungkinan Terjadinya Risiko.
3. Mengurangi Konsekuensi Risiko.
4. Memindahkan Risiko, dengan melibatkan pihak lain untuk menanggung atau membagi beberapa bagian risiko.
5. Menerima Risiko. Risiko dapat diterima bila:
  - a. Level risiko rendah.
  - b. Tidak tersedia biaya penanganan untuk risiko tersebut.
  - c. Biaya penanganan lebih tinggi dari manfaat yang diperoleh.

#### **2.4.5 Tahap Pemantauan dan *Review* Risiko**

Pemantauan dan *Review* terhadap hasil sistem manajemen risiko yang dilakukan serta mengidentifikasi perubahan yang dilakukan. Proses untuk melakukan *review* atas pengelolaan risiko, evaluasi efektivitas penanganan risiko (mitigasi), dan pemantauan terhadap rencana penerapan manajemen risiko.

### **2.5 Manajemen Risiko Lingkungan**

Menurut Stoklosa (1999) manajemen risiko lingkungan adalah proses secara sistematis untuk mengidentifikasi bahaya lingkungan, menganalisa kemungkinan dan konsekuensi, serta mengatur hasil tingkat risiko. Manajemen risiko lingkungan adalah aplikasi sistematis dari kebijaksanaan manajemen, prosedur dan praktek dalam mengkomunikasikan, menetapkan keadaan, mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, memperlakukan, memonitor, dan meninjau ulang risiko terhadap lingkungan. Menurut *The Standards Australia/New Zealand* (AS/NZS 4360:2004) prosedur utama melakukan manajemen risiko lingkungan ada empat.

### 2.5.1 *Problem Formulation*

Merupakan proses untuk mengevaluasi dugaan tentang mengapa suatu efek terhadap lingkungan sudah terjadi, atau dapat terjadi dari aktivitas manusia. Tahap ini merupakan tahap awal dari keseluruhan penilaian risiko lingkungan:

1. Mengidentifikasi dan menggambarkan permasalahan,
2. Mengumpulkan dan mengintegrasikan informasi yang tersedia,
3. Mengembangkan suatu model konseptual yang menyangkut permasalahan,
4. Mengembangkan suatu rencana analisis risiko.

Model konseptual tersebut dilakukan pembaharuan selama melakukan penyelidikan ketika data dan informasi sudah tersedia. Model konseptual ini meliputi :

1. Hubungan antara aktivitas manusia, risiko, dan sumber risiko,
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemungkinan (*likelihood*) dari permasalahan yang terjadi,
3. Pengaruh pada ekosistem (*consequence*).

#### 2.5.1.1 *Failure Mode and Effect Analysis*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu prosedur untuk menganalisis adanya potensi kegagalan di dalam suatu sistem. FMEA merupakan suatu alat yang menguji potensi adanya kegagalan pada produk atau proses, mengevaluasi prioritas risiko, dan membantu dalam menentukan tindakan perbaikan untuk menghindari permasalahan. FMEA juga didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan:

1. Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
2. Mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.
3. Mendokumentasikan seluruh proses.

Tahapan *FMEA* sendiri adalah:

1. Melakukan pengamatan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati.
3. Mengidentifikasikan akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure mode*.

4. Menetapkan nilai *Severity* (S). *Severity* merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan/kesalahan akibat susut dan pengaruhnya terhadap suatu sistem.
5. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
6. Menetapkan nilai *Occurance* (O). *Occurance* menunjukkan nilai keseringan/frekuensi suatu masalah yang terjadi karena *potential cause* dari susut.
7. Identifikasi kontrol proses saat ini (*current process control*) yang merupakan deskripsi dari kontrol untuk mencegah kemungkinan sesuatu yang menyebabkan mode kegagalan atau kerugian akibat susut.
8. Menetapkan nilai *Detection* (D). *Detection* menggambarkan seberapa mampu proses kontrol selama ini untuk mendeteksi ataupun mencegah terjadinya mode kegagalan atau kerugian akibat susut.
9. Nilai *RPN* (*Risk Priority Number*) didapatkan dengan jalan mengalikan nilai SOD (*Severity, Occurance, Detection*) dengan skala 1-10, sesuai dengan masing-masing pendefinisian peringkat nilai.
10. Nilai *RPN* menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai *RPN* maka menunjukkan semakin besar risiko yang terjadi.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.2)$$

Pada dasarnya tidak ada batasan khusus untuk mendefinisikan nilai 1 hingga 10 bagi masing-masing faktor penyusun *RPN* tersebut. Penetapan kriteria nilai biasanya didasarkan pada kondisi dan kebijakan perusahaan.

Tabel 2.2 FMEA Worksheet

| No | Component | Function | Function Failure | Potential Failure Mode | Potential Effect(s) of Failure | Risk |
|----|-----------|----------|------------------|------------------------|--------------------------------|------|
|    |           |          |                  |                        |                                |      |

### 2.5.1.2 Root Cause Analysis

*Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya risiko. RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian yang tidak diharapkan. RCA merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan “Kejadian apa yang terjadi?”, “Bagaimana kejadian itu terjadi?”, “Mengapa kejadian itu terjadi?”.

RCA memberikan pengetahuan dari masalah-masalah sebelumnya, kegagalan, dan kecelakaan. Salah satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan adalah dengan bertanya *why* (mengapa) beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah, *Root Cause(s)* adalah bagian dari beberapa faktor (kejadian, kondisi, faktor organisasional) yang memberikan kontribusi, atau menimbulkan kemungkinan penyebab dan diikuti oleh akibat yang tidak diharapkan, jika dieliminasi atau dimodifikasi akan bisa mencegah akibat yang tidak diharapkan. Langkah-langkah RCA antara lain:

1. Mengidentifikasi dan memperjelas definisi *undesired outcome* (suatu kejadian yang tidak diharapkan),
2. Mengumpulkan data,
3. Menempatkan kejadian-kejadian dan kondisikondisi pada *event and causal factor table*,
4. Lanjutkan pertanyaan “mengapa?” untuk mengidentifikasi *root causes* yang paling kritis.

### 2.5.2 Risk Analysis

*The Standards Australia/New Zealand* (AS/NZS 4360:2004) menjabarkan bahwa risiko adalah suatu kemungkinan dari suatu kejadian yang tidak diinginkan yang akan mempengaruhi suatu aktivitas atau obyek. Risiko tersebut diukur dalam *consequence* (konsekuensi) dan *likelihood* (kemungkinan/probabilitas). *Likelihood* merupakan kemungkinan dalam suatu periode waktu dari suatu risiko tersebut akan muncul. Perhitungan kemungkinan atau peluang yang sering digunakan adalah frekuensi. *Consequence* adalah suatu kejadian dari suatu akibat seperti kerugian. Perhitungan risiko dapat dirumuskan sebagai perkalian dari *Likelihood* dengan *Consequence*.

Analisis risiko mencakup pertimbangan mengenai sumber risiko, konsekuensi, dan kemungkinan dari risiko tersebut. Risiko dianalisa dengan mengkombinasikan nilai *likelihood* (probabilitas atau frekuensi) dan *consequence* (dampak atau efek). Menurut *The Standards Australia/New Zealand* (2004), masing-masing risiko dinilai secara kualitatif dalam lima kategori masing-masing terhadap *likelihood* dan *consequence*.

Tabel 2.3 Analisis Risiko: Penilaian *Likelihood*

| <i>Level</i> | <i>Descriptor</i>     | <i>Description</i>                |
|--------------|-----------------------|-----------------------------------|
| A            | <i>Almost certain</i> | Kemungkinan terjadi sangat sering |
| B            | <i>Likely</i>         | Sering terjadi                    |
| C            | <i>Moderate</i>       | Terjadi                           |
| D            | <i>Unlikely</i>       | Terjadi kadang-kadang             |
| E            | <i>Rare</i>           | Kemungkinan jarang sekali terjadi |

Tabel 2.4 Analisis Risiko Kualitatif: Penilaian *Consequence*

| <i>Level</i> | <i>Descriptor</i>    | <i>Description</i>   |
|--------------|----------------------|--|
| A            | <i>Insignificant</i> | Tidak ada luka-luka, kerugian finansial rendah   |
| B            | <i>Minor</i>         | Membutuhkan pertolongan pertama, kerugian finansial sedang   |
| C            | <i>Moderate</i>      | Membutuhkan <i>medical treatment</i> , kerugian finansial tinggi   |
| D            | <i>Major</i>         | Menimbulkan kerugian yang luas, luka serius, kemampuan produksi terganggu, kerugian finansial yang besar |
| E            | <i>Catastrophic</i>  | Menyebabkan kematian, menimbulkan kerusakan yang serius, dan kerugian finansial yang sangat besar        |

### 2.5.3 Risk Characterization

*Risk Characterization* merupakan langkah terakhir dari suatu penilaian risiko, yaitu untuk mengetahui tingkatan risiko dari suatu kejadian. Tingkatan risiko tersebut dapat diketahui dengan mengelompokkan atau menggolongkan nilai *likelihood* dan *consequence* ke dalam suatu matriks risiko. Setelah diketahui nilai *consequence* dan *likelihood* yang ada, dapat diplotkan pada *Risk Matrix* untuk mengetahui seberapa tinggi risiko yang akan ditimbulkan.

Tabel 2.5 Matriks Risiko Lingkungan

| <i>Likelihood</i>           | <i>Consequence</i>        |                   |                      |                   |                          |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
|                             | 1<br><i>Insignificant</i> | 2<br><i>Minor</i> | 3<br><i>Moderate</i> | 4<br><i>Major</i> | 5<br><i>Catastrophic</i> |
| (A) <i>Almost certainly</i> | H                         | H                 | E                    | E                 | E                        |
| (B) <i>Likely</i>           | M                         | H                 | H                    | E                 | E                        |
| (C) <i>Moderate</i>         | L                         | M                 | H                    | E                 | E                        |
| (D) <i>Unlikely</i>         | L                         | L                 | M                    | H                 | E                        |
| (E) <i>Rare</i>             | L                         | L                 | M                    | H                 | H                        |

Sumber: AS/NZS 4360:1999 Risk Management In Security Risk Analysis, Brisbane, Australia, ISMCP1

Keterangan:

E (*Extreme risk*) : Tidak dapat ditoleransi perlu penanganan dengan segera.

H (*High risk*) : Tidak diinginkan dan hanya dapat diterima ketika pengurangan risiko tidak dapat dilaksanakan, perlu perhatian khusus dari pihak manajemen.

M (*Moderate risk*) : Diterima dengan persetujuan dan memerlukan tanggung jawab yang jelas dari manajemen.

L (*Low risk*) : Diterima dengan persetujuan oleh pihak manajemen dan dapat diatasi dengan prosedur yang rutin.

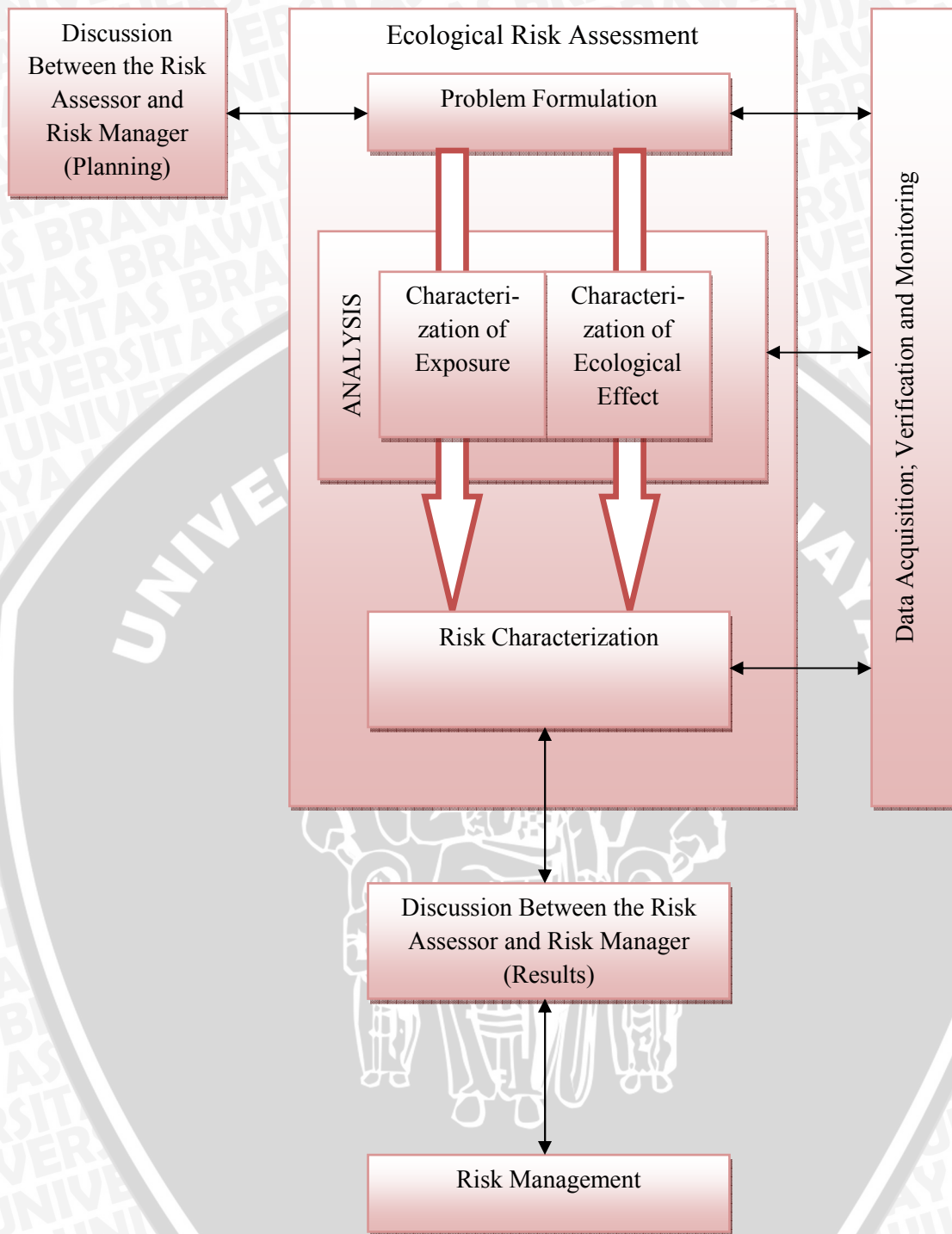
#### 2.5.4 Risk Management

*Risk Management* merupakan tahap di mana perusahaan dapat mempertimbangkan strategi alternatif untuk memperkecil atau mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan konsekuensi atau akibat yang ditimbulkan. Tahap ini disebut sebagai tahap mitigasi risiko. Mitigasi adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengeliminasi/mereduksi kemungkinan terjadinya *unexpected event*, atau mereduksi konsekuensi/akibat yang meliputi tindakan pengurangan risiko jangka panjang.

Pada tahap mitigasi ini dilakukan pengidentifikasian risiko, *hazard* yang dapat terjadi, mekanisme timbulnya dan mengestimasi tingkat risiko serta memprioritaskan risiko tersebut. Mitigasi dilakukan dengan memandang 2 aspek, yaitu:

1. Mitigasi Struktural, rekomendasi yang diberikan meliputi segala sesuatu yang berbentuk fisik, seperti perbaikan mesin.
2. Mitigasi Non-Struktural, rekomendasi yang diberikan meliputi segala sesuatu yang tidak berbentuk atau mengenai sistem manajemen, meliputi:
  - a. Kelembagaan
  - b. Prosedur
  - c. Perancangan undang-undang
  - d. Pendidikan dan pelatihan
  - e. Penelitian dan pengkajian
  - f. Peningkatan kewaspadaan.

Berdasarkan metode seperti yang telah dijelaskan di atas, hipotesis yang dapat diambil yaitu teridentifikasinya risiko dari masing-masing unit ataupun proses serta dapat diketahui nilai, tingkat risiko dan akar penyebabnya. Nilai dan tingkat risiko ini cukup penting sebagai acuan penanganan risiko dan tindakan yang diambil dalam mengatasi risiko-risiko yang timbul. Selain itu diketahuinya akar penyebab risiko sehingga risiko yang teridentifikasi dapat diatasi sesuai dengan sumber penyebabnya.



Gambar 2.2 *Framework* Manajemen Risiko Lingkungan

Sumber: US EPA, 1992