

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Manajemen Resiko

Manajemen resiko adalah suatu proses komprehensif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengendalikan resiko yang ada dalam suatu kegiatan. Resiko adalah bagian yang tidak terpisahkan dari setiap usaha, yang selalu mengandung unsur ketidak pastian. Oleh karena itu resiko tersebut akan selalu dihadapi sebagai konsekuensi setiap kegiatan yang dilakukan.

Analisa resiko mempunyai dua bagian : pertama, adalah memperkirakan kemungkinan/pejuang kegagalan dan kedua adalah memperkirakan konsekuensi/dampak kegagalan yang telah diestimasi. Dalam bentuk sederhana, bagai pertama menjawab “ apakah hal tersebut akan terjadi “ dan bagian kedua menjawab “ seberapa besar konsekuensinya “. (Kent, 2004).

Peluang kegagalan adalah suatu ukuran seberapa sering sesuatu dapat terjadi, seringkali dinyatakan sebagai frekuensi per tahun atau kadang –kadang dinyatakan dalam sekali kejadian dalam sekian tahun. Konsekuensi kegagalan adalah suatu ukuran seberapa besar dampak dari kejadian, sebagai contoh jumlah kematian, kerugian keuangan atau kerugian produksi.

Jadi, ukuran suatu resiko adalah suatu kombinasi ukuran peluang kegagalan dan konsekuensi kegagalan (DnV RP F107,2001). Jika hanya mengacu kepada peluang akan menyebabkan konsentrasi pada sumber yang sering terjadi tetapi kemungkinannya merupakan kejadian yang tidak signifikan, sebaliknya jika hanya mengacu kepada konsekuensi akan menyebabkan konsentrasi pada sumber yang berdampak besar yang jarang terjadi, akan tetapi apabila mengacu kepada resiko akan dapat memperhatikan kejadian- kejadian penting dalam bentuk kombinasi peluang dan konsekuensi secara bersamaan dan oleh karenanya sumberdaya yang ada akan paling efektif diaplikasikan untuk

mengurangi potensi dampak kecelakaan yang menyebabkan kematian, kerugian asset dan kerusakan lingkungan.

Analisis resiko merupakan kegiatan utama dari manajemen resiko, yaitu proses evaluasi resiko dan mengalokasikan sumber daya untuk mengendalikan resiko dan biaya. Sebagaimana didefinisikan, resiko merupakan kombinasi dari peluang kejadian dan konsekuensinya :

$$R_i = P_i \times C_i \quad (2.1)$$

Dimana :

R = resiko

P = kemungkinan kegagalan (1 / time)

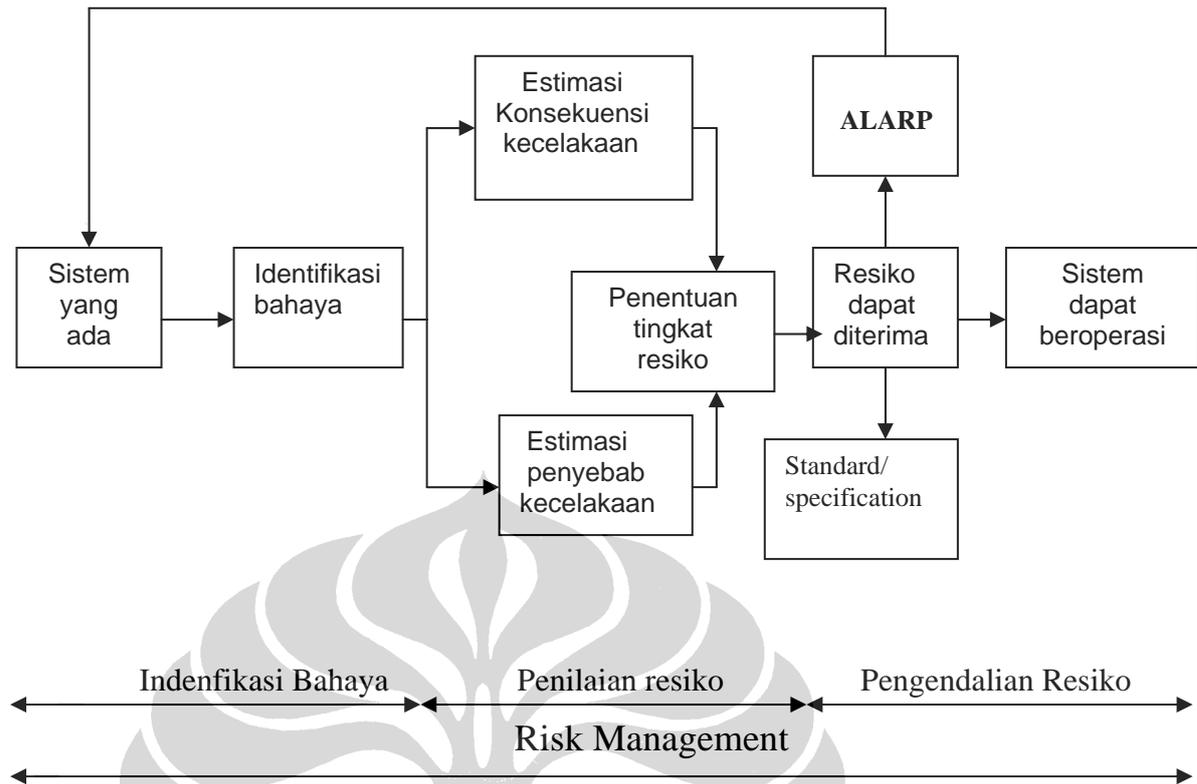
C = konsekuensi kegagalan (\$)

Secara umum sebelum melakukan analisa resiko, tahap yang lazim dilakukan adalah mengidentifikasi bahaya – bahaya yang timbul. Tujuan dari identifikasi bahaya adalah untuk mendefinisikan sejumlah skenario yang mewakili semua kasus yang mungkin. Pada operasi pipa penyalur *gas* bahaya yang mungkin timbul adalah : kebakaran (paparan langsung atau radiasi panas), ledakan (deflagrasi), pencemaran.

Kegagalan yang menyebabkan kebocoran dapat terjadi dengan berbagai cara :

- dalam keadaan normal (sebagai contoh, korosi atau erosi pada pipa atau karena dampak eksternal)
- dalam keadaan tidak normal (contoh, tekanan melebihi tekanan desain)
- Akibat kesalahan operator
- Akibat kegagalan system keselamatan

Secara sederhana algoritma dalam melakukan analisa resiko dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar. 2.1 Diagram Risk Management

Secara garis besar, manajemen resiko mengandung tiga elemen utama yaitu :

- Identifikasi Bahaya (*Hazards Identification*)
- Penilaian Resiko (*Risk Assessment*)
- Pengendalian Resiko (*Risk Control*)

2.1.1 Identifikasi Bahaya

Langkah awal dalam melakukan manajemen resiko adalah identifikasi bahaya untuk mengetahui apa saja potensi bahaya yang ada dalam kegiatan operasi transmisi minyak dan gas. Identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan berbagai teknik baik yang bersifat kualitatif, semi ataupun kuantitatif.

Beberapa macam teknik yang banyak digunakan di lingkungan Migas adalah :

- *Hazard analysis*
- *Facilities hazard analysis*
- *Operations and support hazard analysis*
- *HAZOP*
- *What if checklist*
- *Fault tree analysis*
- *Failure modes and effect analysis*
- *Human factors analysis*
- *Software safety analysis*
- *Risk Scoring*

Pemilihan teknik yang digunakan tergantung kebutuhan, kedalaman kajian yang diinginkan, sifat operasi dan peralatan yang digunakan. Untuk kajian jalur pipa ini digunakan metoda *Risk scoring index* diterapkan pada analisa operasi pipa penyalur. Aplikasi dari sistem ini adalah analisis penyebab kegagalan yang digunakan untuk menghitung seberapa indeks resiko tingkat kegagalan suatu alat. Model ini dapat diterapkan pada fase operasi. Hasil dari analisis ini adalah daftar skor relatif dan disajikan dalam bentuk angka numerik. Cara analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Identifikasi bahaya menggunakan dua pendekatan yaitu dari jenis bahaya dan bumber bahaya. Jenis bahaya yang dapat terjadi dikategorikan atas :

- Bahaya Kimiawi
- Bahaya Mekanis
- Bahaya Listrik
- Bahaya Fisis
- Bahaya Biologis
- Bahaya Ergonomis

Sumber bahaya yang mungkin terjadi dalam pengoperasian pipa dikelompokkan atas :

- Manusia termasuk masyarakat sekitarnya
- Peralatan

- Prosedur kerja dan perundangan
- Lingkungan

Potensi Bahaya yang timbul selanjutnya dijadikan bahan dalam menentukan peringkat resiko

2.1.2 Penilaian Resiko

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dilakukan penilaian resiko untuk menentukan besarnya resiko dan peringkatnya. Penilaian resiko dilakukan berdasarkan kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan keparahan yang mungkin terjadi (*severity*). Penilaian resiko dapat dilakukan dengan berbagai cara namun secara garis besar dapat dilakukan dengan pendekatan kualitatif, semi kuantitatif dan kuantitatif. Pemilihan metoda ini sangat tergantung kebutuhan dan sasaran yang ingin dicapai.

2.1.3 Pengendalian Resiko

Berdasarkan hasil penilaian resiko dapat diketahui peringkat resiko sehingga dapat dirancang strategi pengendaliannya. Secara umum pengendalian resiko dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

- a. Dihindari (*avoidance*)
- b. Dikurangi (*risk reducing*)
- c. Dialihkan (*risk transfer*)
- d. Diambil alih

2.2 Berbagai Model Penilaian Resiko

Sebagaimana disadari bahwa dimana ada suatu sistem perpipaan gas atau minyak yang dipasang dan dioperasikan, maka disana akan ada suatu potensi atau resiko bahaya. Sebagai konsekuensi untuk melindungi benefit dari fungsi sistem perpipaan tersebut, maka resiko bahaya harus dikelola dan di kendalikan

sedemikian rupa sampai pada kondisi bahaya yang seminimal mungkin (Kent, 2004).

Dalam upaya mengelola dan mengendalikan resiko bahaya maka perlu pemahaman yang menyeluruh terhadap sistem perpipaan yang di pasang, apabila kita tidak dapat memprediksi secara akurat seluruh potensi resiko yang ada pada sistem perpipaan tersebut, maka setidaknya kita kita dapat berupaya untuk menentukan faktor-faktor penting yang mungkin berkontribusi terhadap kemungkinan penyebab kegagalan pada sistem perpipaan tersebut.

Sebagai langkah awal dalam manajemen resiko adalah melakukan penilaian resiko dari faktor- faktor dominan yang diasumsikan menjadi penyebab kegagalan pada sistem perpipaan, dengan demikian kita dapat melakukan manajemen resiko secara efektif. Untuk melaksanakan penilaian resiko maka diperlukan suatu perangkat penilaian yang baku, yang dapat dipakai sebagai acuan atau standar penilaian. Dalam upaya untuk mendapatkan suatu standar penilaian resiko, maka di kembangkan suatu Model penilaian resiko.

Model penilaian resiko adalah suatu pedoman atau panduan yang dapat dipakai sebagai acuan dalam melaksanakan pendekatan penilaian terhadap pelaksanaan manajemen resiko pada suatu sistem perpipaan distribusi gas dan dan atau minyak.

Tujuan pembuatan model penilaian resiko ini untuk memperkuat manajemen resiko dan dipergunakan sebagai perangkat/alat dalam melakukan kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap program manajemen resiko sistem perpipaan minyak/gas. Model ini bersifat ringkas, jelas dan mudah dalam penggunaannya. Perangkat ini dipergunakan sebagai alat pengumpul data dalam kegiatan monitoring yang dapat dilakukan oleh operator di lapangan dan sebagai input data untuk evaluasi bagi pembuat keputusan.

Dalam pembentukan model dilakukan pendekatan yang agak menyimpang dari prosedur ilmiah yang lazim. Dalam aspek-aspek resiko banyak dilakukan berdasarkan padan intuisi yang tidak selalu mudah dibuktikan, oleh karena itu faktor subyektivitas juga berperan dalam pembentukan model pembentukan resiko.

Analisa resiko merupakan kombinasi dari aspek logika, pengalaman, dan data historik. Perangkat model penilaian resiko haruslah mudah dimengerti, dan mudah untuk memodifikasi penilai tersebut. Dengan demikian perangkat model penilai resiko bersifat aplikatif dan mengakomodasikan setiap perubahan yang terjadi dalam desain, operasi maupun pemeliharaan sistem perpipaan.

Dalam mengembangkan perangkat model penilaian resiko beberapa hal yang menjadi pertimbangan adalah :

- Alasan atau justifikasi yang mendukung dalam menetapkan komponen-komponen dan parameter-parameter dalam model penilaian resiko.
- Pertimbangan konsep kualitas dan biaya manajemen serta hubungannya terhadap manajemen resiko.
- Asumsi dasar dan struktur proses evaluasi.
- Penetapan seksi dan klasifikasi aktivitas jalur pipa sebagai atribut atau prevensi.
- Aktivitas dan karakteristik lingkungan sekitar jalur pipa.
- Data-data historikal mengenai kegagalan sistem perpipaan.
- Faktor kepadatan penduduk.
- Bahaya produk dan faktor dispersi.
- Teknik penanganan dan evaluasi data dan lain-lain.

Di kalangan analis resiko terdapat berbagai macam model penilaian untuk mengukur tingkat resiko suatu sistem yang diamati, di antaranya :

1. *Hazard analysis*
2. *Facilities hazard analysis*
3. *Operations and support hazard analysis*

4. *HAZOP*
5. *What if checklist*
6. *Fault tree analysis*
7. *Failure modes and effect analysis*
8. *Human factors analysis*
9. *Software safety analysis*
10. *Risk Scoring*

Hazard analysis dapat diterapkan pada semua jenis industri. Aplikasi sistem ini adalah mengindikasikan sistem/sub sistem, bahaya-bahaya yang timbul, pengendalian, konsekuensi analisis, *hazard tracking* dan melakukan investigasi kegagalan. Model ini dapat diterapkan pada semua siklus aktivitas. Hasil dari analisis ini adalah teridentifikasinya bahaya, sistem pengendalian konsekuensi secara total, dan tersedianya *hazard tracking*. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 1-3 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 3-12 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti training dan memahami sistem dengan baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini cukup moderat (Nicholas, 1997).

Facilities hazard analysis cocok diterapkan pada industri manufaktur. Aplikasi dari sistem ini adalah mengidentifikasi dan menilai bahaya instalasi dan melakukan investigasi kecelakaan. Model ini dapat diterapkan pada semua siklus aktivitas. Hasil dari analisis ini adalah evaluasi total bahaya instalasi sistem penilaian dan pengendalian bahaya, dan tersedianya *hazard tracking*. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 3-5 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 2-4 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti pelatihan dan memahami sistem dengan baik.

Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini cukup *moderat* (Nicholas, 1997).

Operations and support hazard analysis sesuai apabila diterapkan pada industri penerbangan. Aplikasi dari sistem ini adalah mengidentifikasi dan menilai bahaya, sistem pengendalian, konsekuensi yang berhubungan dengan *human error* dan model penegdaliannya. Model ini dapat diterapkan pada siklus operasi, perawatan. Hasil dari analisis ini adalah evaluasi total bahaya sistem operasi dan prosedur, input terhadap prosedur dan manual. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 5-10 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 5-10 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti pelatihan dan memahami sistem dengan baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *minor moderat* (Nicholas, 1997).

HAZOP cocok diterapkan pada industri kimia/proses dan pengolahan bahan makanan. Aplikasi dari sistem ini adalah mengidentifikasi dan menilai bahaya proses, dan model pengendaliannya. Model ini dapat diterapkan pada siklus desain, operasi dan fase modifikasi. Hasil dari analisis ini adalah daftar komprehensif bahaya yang berhubungan dengan proses, teridentifikasinya konsekuensi apabila terjadi deviasi proses dan sarana pengendaliannya. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 6-12 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 3-4 minggu. Jumlah orang yang menjalankan metode ini 4 sampai 8 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti pelatihan sistem proses dan memahami sistem proses dengan baik. Biaya dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *moderat-expensive* (Nicholas, 1997).

What if cocok diterapkan pada industri kimia/proses dan manufaktur. Aplikasi dari sistem ini adalah review dan modifikasi sistem, mengidentifikasi

skenario bahaya yang mungkin, rencana tindak lanjut dan verifikasi kesesuaian terhadap keamanan. Model ini dapat diterapkan pada semua aktivitas. Hasil dari analisis ini adalah daftar bahaya yang berhubungan dengan keselamatan. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 12-25 hari, sedangkan untuk sistem kompleks membutuhkan waktu 2-4 minggu. Jumlah orang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti training sistem dan memahami sistem dengan baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *in-expensive* (Nicholas, 1997).

Fault tree analysis diterapkan pada industri penerbangan dan nuklir. Aplikasi dari sistem ini adalah review sistem untuk mengidentifikasi kejadian yang dapat menimbulkan bahaya dan melakukan investigasi. Model ini dapat diterapkan pada semua siklus aktivitas dengan syarat semua telah terpenuhi. Hasil dari analisis ini adalah daftar identifikasi kegagalan yang menimbulkan bahaya, prediksi kemungkinan kejadian yang paling kritis, daftar bahaya terseleksi, dan grafik kritikalitas. Cara analisis secara kualitatif dan kuantitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 9-18 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 6-13 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini ini adalah pernah mengikuti training sistem dan memahami sistem dengan baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *moderate-expensive* (Nicholas, 1997).

Failure modes and effects analysis diterapkan pada industri penerbangan dan nuklir. Aplikasi dari sistem ini adalah khusus pada analisis kehandalan yang digunakan untuk menghitung seberapa tingkat kegagalan suatu alat dan melakukan investigasi kecelakaan. Model ini dapat diterapkan setelah fase desain selesai. Hasil dari analisis ini adalah daftar kegagalan komponen alat, penyebab dan konsekuensinya dan identifikasi kegagalan pada satu titik. Cara analisis secara kualitatif dan kuantitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 2-8 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks

membutuhkan waktu antara 3-8 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti pelatihan sistem dan memahami sistem dengan sangat baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *moderate-expensive* (Nicholas, 1997).

Human factor analysis diterapkan pada semua jenis industri. Aplikasi sistem adalah sistem di mana manusia memainkan peranan penting dan investasi kecelakaan. Model ini dapat diterapkan semua fase tetapi lebih handal apabila diterapkan selama operasi. Hasil dari analisis ini adalah evaluasi human error dan bahaya yang ditimbulkan, konsekuensi dan kemungkinan pengendaliannya. Cara analisis secara kualitatif, untuk sistem yang sederhana hanya membutuhkan waktu antara 6-13 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu 6-10 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti training sistem dan memahami sistem dengan baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *moderate-expensive* (Nicholas, 1997).

Software safety analysis diterapkan pada semua jenis industri yang menggunakan *safety-critical software*. Aplikasi dari sistem ini adalah model kegagalan sistem dan bahaya yang dapat dikendalikan dengan *software*. Aplikasi ini sangat handal apabila digunakan untuk sistem berbasis sekuens dan waktu. Model ini dapat diterapkan semua fase. Hasil dari analisis ini adalah *software* yang dapat mengkreasi sistem bahaya, mengidentifikasi dan mengendalikan melalui *software* yang telah diprogram untuk mereduksi resiko. Cara analisis secara kualitatif dan kuantitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 6-12 hari, sedangkan untuk sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 6-13 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 2 sampai 3 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti pelatihan

sistem dan memahami dengan baik. Biaya yang dibutuhkan metode ini *expensive* (Nicholas, 1997).

Risk scoring index diterapkan pada analisa operasi pipa penyalur. Aplikasi dari sistem ini adalah analisis penyebab kegagalan yang digunakan untuk menghitung seberapa indeks resiko tingkat kegagalan suatu alat. Model ini dapat diterapkan pada fase operasi. Hasil dari analisis ini adalah daftar skor relatif dan disajikan dalam bentuk angka numerik. Cara analisis secara kualitatif dan kuantitatif, untuk sistem yang relatif sederhana hanya membutuhkan waktu antara 2-8 hari, sedangkan sistem yang kompleks membutuhkan waktu antara 3 - 8 minggu. Jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini 1 sampai 2 orang analis. Kemampuan analis yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini adalah pernah mengikuti training sistem dan memahami sistem dengan sangat baik. Biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan metode ini *moderate*.(Nicholas,1997)

Model penilaian resiko (*risk scoring index*) yang dikembangkan oleh **W. Kent Mulhbauer** sangat cocok apabila diterapkan untuk menganalisa resiko pengoperasian pipa penyalur yang dikaitkan dengan bahaya yang ditimbulkan akibat gangguan pihak ketiga, korosi, disain & konstruksi dan kesalahan operasi.

Selain metoda yang telah disebutkan diatas, penulis tertarik pada model analisa resiko semi kualitatif dalam bentuk *Pipeline Risk Based Inspection* dengan bantuan software Cristal Ball seperti yang akan diuraikan lebih lanjut pada Bab Metodologi penelitian ini.

Metode ini termasuk dalam kategori *risk scoring index*, sangat baik diaplikasikan untuk sistem yang sederhana maupun kompleks, mudah dipelajari, baik untuk analisa kehandalan operasi mengkuantifikasikan setiap potensi resiko, menyediakan model resiko yang sudah baku, dapat dilakukan secara kualitatif ataupun kuantitatif, model sistem mendekati kenyataan di lapangan, cocok untuk analisa sistem yang mencakup area yang sangat luas, memiliki keluwesan bagi

evaluator dalam mengkuantifikasikan resiko, memberikan kebebasan bagi evaluator dalam menentukan tingkat resiko. Sangat cocok untuk analisis sistem perpipaan di darat.

Metode Risk Based Inspection (RBI) dikembangkan untuk optimasi perencanaan inspeksi berdasarkan resiko untuk peralatan bertekanan seperti sistem perpipaan, bejana tekan, tangki, ketel uap. Dengan penerapan metoda ini diharapkan usaha mitigasi resiko dilakukan atas dasar pengertian yang benar dari masing-masing ancaman bahaya sehingga tindakan pencegahan dan perbaikan yang tepat dapat dilakukan. Penerapan RBI akan memberikan hasil pengurangan resiko atas peralatan dan fasilitas yang dilakukan penilaian dan penerimaan/pengertian atas resiko yang ada saat ini (API 580, 2002).

Dengan menggunakan model ini hasil prediksi tingkat resiko perpipaan yang diharapkan berupa suatu nilai dari sebaran nilai resiko yang menunjukkan tingkat kepastian dalam rentang 80 – 90% dan prediksi parameter yang mempengaruhi nilai tingkat resiko tersebut. Sebagai catatan nilai resiko yang diperoleh merupakan kuantifikasi nilai probabilitas dan konsekuensi suatu kecelakaan yang mungkin terjadi.