

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahaya

Hazard atau bahaya merupakan sumber potensi kerusakan atau situasi yang berpotensi untuk menimbulkan kerugian. Sesuatu disebut sebagai sumber bahaya hanya jika memiliki risiko menimbulkan hasil yang negatif (Cross, 1998).

Bahaya diartikan sebagai potensi dari rangkaian sebuah kejadian untuk muncul dan menimbulkan kerusakan atau kerugian. Jika salah satu bagian dari rantai kejadian hilang, maka suatu kejadian tidak akan terjadi. Bahaya terdapat dimana-mana baik di tempat kerja atau di lingkungan, namun bahaya hanya akan menimbulkan efek jika terjadi sebuah kontak atau eksposur. (Tranter, 1999)

Dalam *terminology* keselamatan dan kesehatan kerja (K3), bahaya diklasifikasikan menjadi 2 (dua), yaitu:

1. Bahaya Keselamatan Kerja (*Safety Hazard*)

Merupakan jenis bahaya yang berdampak pada timbulnya kecelakaan yang dapat menyebabkan luka (*injury*) hingga kematian, serta kerusakan *property* perusahaan. Dampaknya bersifat akut. Jenis bahaya keselamatan antara lain:

- a. Bahaya Mekanik, disebabkan oleh mesin atau alat kerja mekanik seperti tersayat, terjatuh, tertindih dan terpeleset.
- b. Bahaya Elektrik, disebabkan peralatan yang mengandung arus listrik
- c. Bahaya Kebakaran, disebabkan oleh substansi kimia yang bersifat *flammable* (mudah terbakar)
- d. Bahaya peledakan, disebabkan oleh substansi kimia yang sifatnya *explosive*.

2. Bahaya Kesehatan Kerja (*Health Hazard*)

Merupakan jenis bahaya yang berdampak pada kesehatan, menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja. Dampaknya bersifat kronis. Jenis bahaya kesehatan antara lain:

- a. Bahaya Fisik, antara lain kebisingan, getaran, radiasi ion dan non-pengion, suhu ekstrim dan pencahayaan.

- b. Bahaya Kimia, antara lain yang berkaitan dengan material atau bahan seperti antiseptik, aerosol, insektisida, *dust, mist, fumes, gas, vapor*.
- c. Bahaya Ergonomi, antara lain *repetitive movement, static posture, manual handling* dan postur janggal.
- d. Bahaya Biologi, antara lain yang berkaitan dengan makhluk hidup yang berada di lingkungan kerja yaitu bakteri, virus, protozoa dan fungi (jamur) yang bersifat patogen.
- e. Bahaya Psikologi, antara lain beban kerja yang terlalu berat, hubungan dan kondisi kerja yang tidak nyaman.

2.2. 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 berbahaya yang spesifik”. (Cross, 1998)

Pengertian risiko menurut AS/NZS 4360:2004 adalah sebagai peluang munculnya suatu kejadian yang dapat menimbulkan efek terhadap suatu objek. 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. Formula umum yang digunakan untuk melakukan perhitungan nilai risiko dalam AS/NZS 4360:2004 adalah:

$$\text{“Risk = Consequence x Likelihood”}$$

Dalam buku *Risk Assesment and Management Handbook: For Environmental, Health, and Safety Profesional*, risiko dibagi menjadi 5 (lima) macam, antara lain:

1. Risiko Keselamatan (*Safety Risk*)

Risiko ini secara umum memiliki ciri-ciri antara lain probabilitas rendah (*low probability*), tingkat paparan yang tinggi (*high-level exposure*), tingkat konsekuensi kecelakaan yang tinggi (*high-consequence accident*), bersifat akut, dan menimbulkan efek secara langsung. Tindakan pengendalian yang harus dilakukan dalam respon tanggap darurat adalah dengan mengetahui penyebabnya secara jelas dan lebih fokus pada keselamatan manusia dan pencegahan timbulnya kerugian terutama pada area tempat kerja.

2. Risiko Kesehatan (*Health Risk*)

Risiko ini memiliki ciri-ciri antara lain memiliki probabilitas yang tinggi (*high probability*), tingkat paparan yang rendah (*low level exposure*), konsekuensi yang rendah (*low-consequence*), memiliki masa laten yang panjang (*long-latency*), *delayed effect* (efek tidak langsung terlihat) dan bersifat kronik. Hubungan sebab akibatnya tidak mudah ditentukan. Risiko ini fokus pada kesehatan manusia terutama yang berada di luar tempat kerja atau fasilitas.

3. Risiko Lingkungan dan Ekologi (*Environmental and Ecological Risk*)

Risiko ini memiliki ciri-ciri antara lain melibatkan interaksi yang beragam antara populasi dan komunitas ekosistem pada tingkat mikro maupun makro, ada ketidakpastian yang tinggi antara sebab dan akibat, risiko ini fokus pada habitat dan dampak ekosistem yang mungkin bisa bermanifestasi jauh dari sumber risiko.

4. Risiko Kesejahteraan Masyarakat (*Public Welfare/Goodwill Risk*)

Ciri dari risiko ini lebih berkaitan dengan persepsi kelompok atau umum tentang *performance* sebuah organisasi atau produk, nilai *property*, estetika, dan penggunaan sumber daya yang terbatas. Fokusnya pada nilai-nilai yang terdapat dalam masyarakat dan persepsinya.

5. Risiko Keuangan (*Financial Risk*)

Ciri-ciri dari risiko ini antara lain memiliki risiko yang jangka panjang dan jangka pendek dari kerugian *property*, yang terkait dengan perhitungan asuransi, pengembalian investasi. Fokusnya diarahkan pada kemudahan pengoperasian dan aspek finansial. Risiko ini pada umumnya menjadi pertimbangan utama, khususnya bagi *stakeholder* seperti para pemilik perusahaan/pemegang saham dalam setiap pengambilan keputusan dan kebijakan organisasi, dimana setiap

pertimbangan akan selalu berkaitan dengan finansial dan mengacu pada tingkat efektivitas dan efisiensi.

2.3. 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 didefinisikan sebagai proses untuk menghilangkan atau meminimalkan efek merugikan terhadap risiko yang dimiliki oleh sebuah sistem kerja (Djunaedi, 2005).

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. Manajemen risiko dapat memberikan manfaat optimal jika diterapkan sejak awal kegiatan. Walaupun demikian manajemen risiko dapat dilakukan pada tahap pelaksanaan maupun operasional kegiatan. (Djunaedi, 2005)

Berdasarkan AS/NZS 4360:2004 terdapat beberapa keuntungan yang akan diperoleh oleh perusahaan jika menerapkan manajemen risiko, antara lain:

1. *Fewer Surprise*. Pengendalian kejadian yang tidak diinginkan adalah dengan cara identifikasi dan melakukan usaha untuk menurunkan probabilitas dan mengurangi efek buruk. Meskipun kejadian tidak dapat dihindari, namun perusahaan telah mampu menghadapi dengan perencanaan dan persiapan.
2. *Exploitation of opportunity*. Sikap pencarian kemungkinan akan meningkat jika seseorang memiliki kepercayaan diri akan pengetahuan mereka tentang risiko dan memiliki kemampuan untuk mengendalikannya.
3. *Improved planning, performance and effectiveness*. Akses terhadap informasi strategis tentang organisasi, proses serta lingkungan membuka kesempatan untuk muncul ide baru dan perencanaan yang lebih efektif.

Hal ini dapat meningkatkan kemampuan perusahaan dalam memperbesar *opportunity*, mengurangi hasil negatif dan mencapai performa yang lebih baik.

4. *Economy and Efficiency*. Keuntungan dalam hal ekonomi dan efisiensi akan tercapai dengan lebih fokus pada sumber daya, perlindungan aset, dan menghindari biaya kesalahan.
5. *Improved Stakeholder Realtionship*. Manajemen risiko mendorong komunikasi antara organisasi dengan *stakeholder* mengenai alasan pengambilan suatu keputusan sehingga tercipta komunikasi dua arah.
6. *Improved information for decision making*. Manajemen risiko menyediakan informasi dan analisis akurat sebagai penunjang pengambilan keputusan dalam hal investasi dan *merger*.
7. *Enhanced reputation*. Investor, pemberi dana, *suppliers*, dan pelanggan akan lebih tertarik terhadap perusahaan yang telah dikenal melakukan manajemen risiko dengan baik.
8. *Director protection*. Dengan manajemen risiko yang baik maka pekerja akan lebih hati-hati dan waspada terhadap risiko, maka akan menghindarkan dari masalah.
9. *Accountability, assurance and governance*. Keuntungan dan kelangsungan akan diperoleh dengan melaksanakan dan mendokumentasikan pendekatan yang dilaksanakan perusahaan.
10. *Personal wellbeing*. Manajemen risiko terhadap risiko pribadi secara umum akan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan pribadi.

Komponen utama yang terdapat dalam manajemen risiko yang dikeluarkan oleh AS/NZS 4360:2004 antara lain:

1. 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 pengembangan.

2. Penetapan Tujuan

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.

3. Identifikasi Risiko

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

4. Analisis Risiko

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

5. Evaluasi Risiko

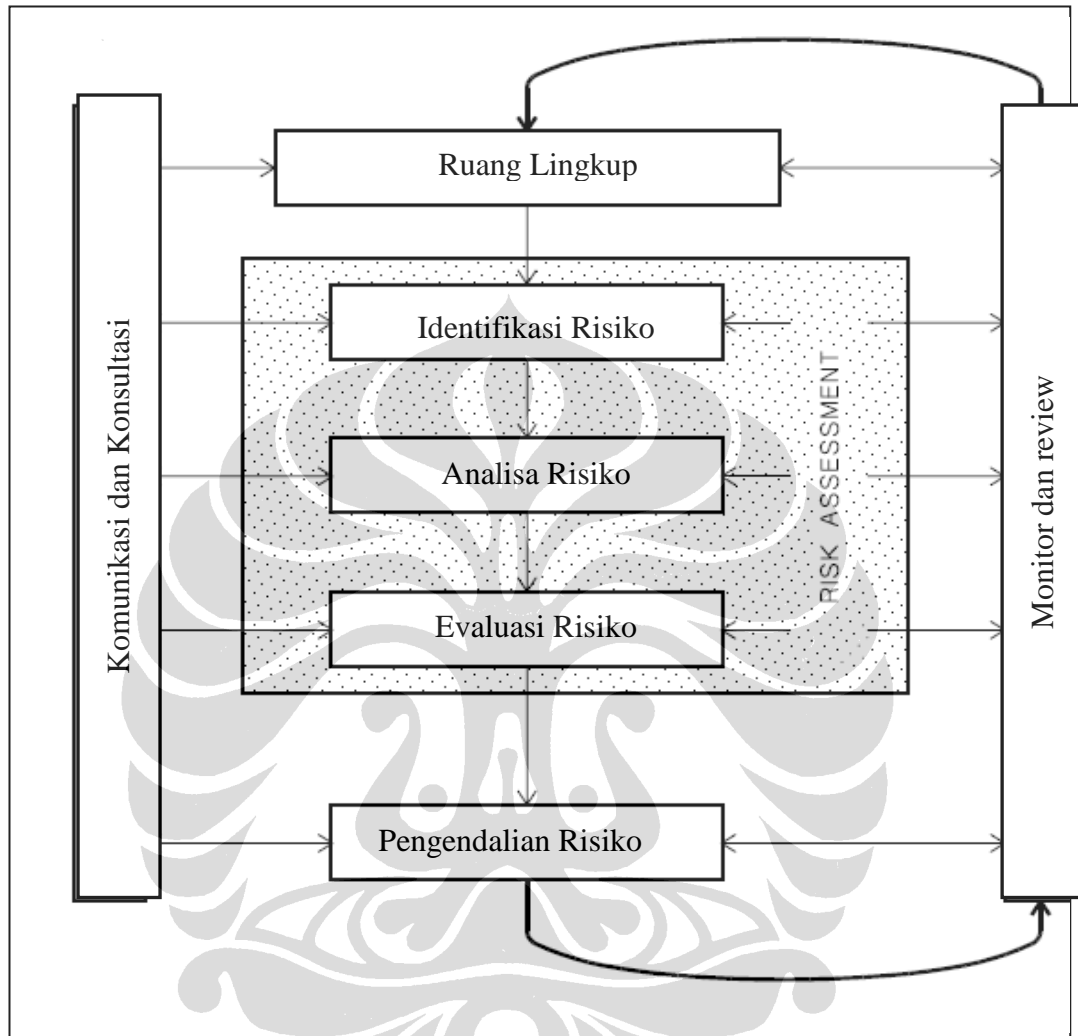
Membandingkan tingkat risiko yang ada dengan kriteria standar. Hal ini memungkinkan untuk melakukan penentuan prioritas dalam pengambilan keputusan pengendalian.

6. Pengendalian Risiko

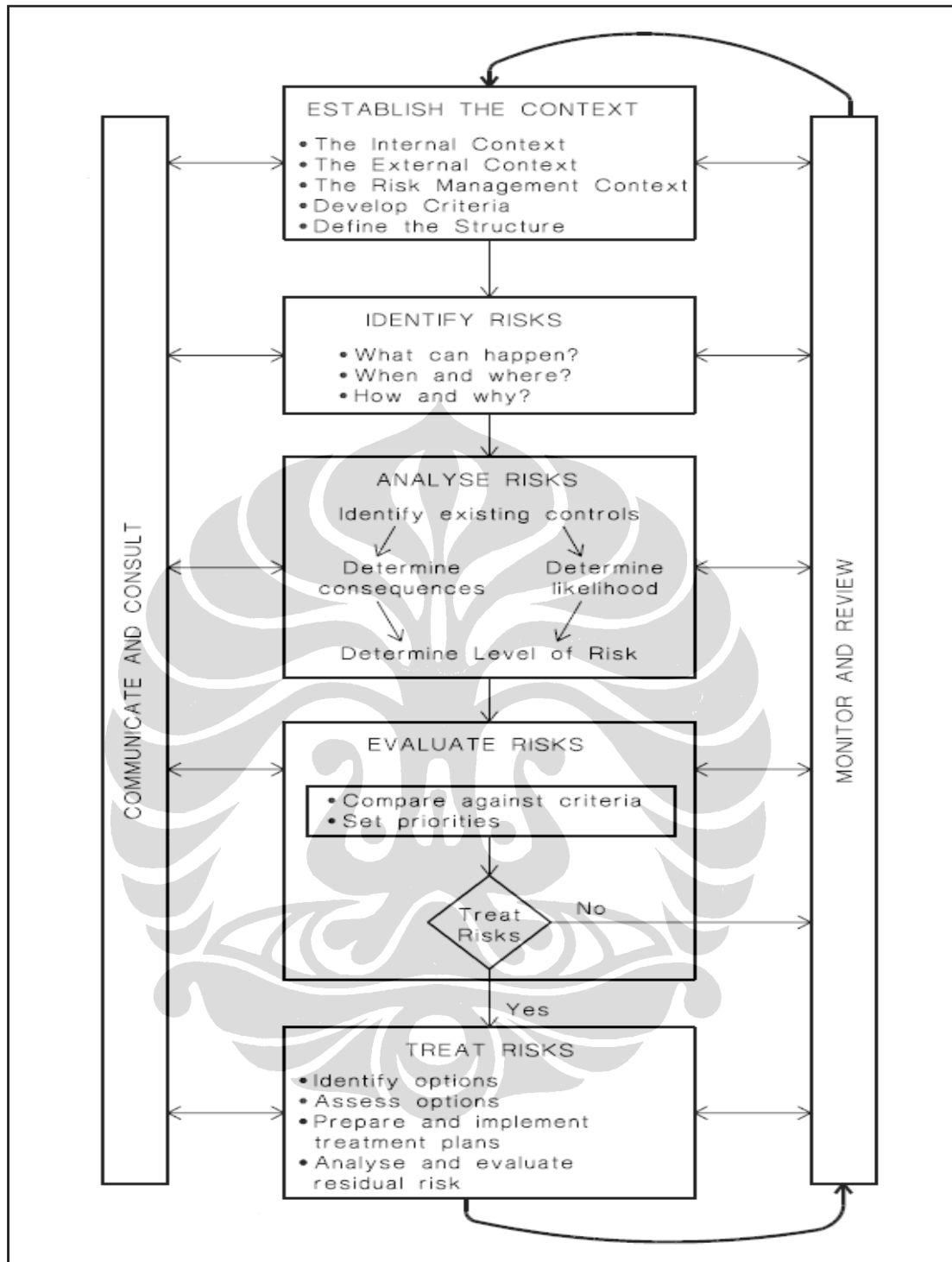
Melakukan penurunan derajat probabilitas dan konsekuensi yang ada dengan berbagai alternatif metode pengendalian.

7. Monitor dan Review

Monitor dan review terhadap hasil sistem manajemen risiko yang dilakukan serta mengidentifikasi perubahan yang perlu dilakukan.



Gambar 2.1. Gambaran Proses Manajemen Risiko AS/NZS 4360:2004



Gambar 2.2. Proses Manajemen Risiko detail (Sumber: AS/NZS 4360:2004)

2.4. Identifikasi Risiko

Tujuan dari dilakukannya identifikasi risiko adalah untuk mengembangkan daftar komprehensif tentang sumber risiko dan kejadian yang mengikutinya yang

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. (HB 436:2004)

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, kuisisioner, *checklist*, dan *incident database*. (HB 436:2004)

Metode identifikasi merupakan teknik yang dikembangkan untuk mengenal dan mengevaluasi berbagai bahaya yang terdapat dalam proses kerja. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi potensi bahaya dalam kegiatan industri adalah sebagai berikut: (Kolluru, 1996)

1. *What if/check list*

Dalam metode ini setiap proses dipelajari melalui pendekatan *brainstorming* untuk memformulasikan setiap pertanyaan meliputi kejadian yang akan menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan. Masing-masing pertanyaan dibagi kedalam tahapan operasi, teknik, pemeliharaan dan inspeksi.

Setiap pertanyaan tersebut mempertimbangkan skenario terjadinya insiden, identifikasi konsekuensi, menggunakan penilaian kualitatif untuk menentukan tingkat keparahan konsekuensi, kemungkinan dari semua risiko yang ada dan membuat rekomendasi untuk mengurangi bahaya. Metode *what-if/checklist* dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahaya potensial dari setiap tahapan proses. Metode ini akan efektif bila dilakukan oleh tim yang berpengalaman untuk evaluasi suatu proses.

2. HAZOPS

Hazard and Operability Study (HAZOPS) digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan dari operasional proses yang dapat mempengaruhi efisiensi produksi dan keselamatan. HAZOPS merupakan metode identifikasi risiko yang berfokus pada analisis terstruktur mengenai operasi yang berlangsung.

Dalam HAZOPS ini dipelajari setiap tahapan proses untuk mengidentifikasi semua penyimpangan dari kondisi operasi yang normal, mendeskripsikan bagaimana bisa terjadi dan menentukan perbaikan dari penyimpangan yang ada.

3. FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode identifikasi risiko dengan menganalisis berbagai pertimbangan kesalahan dari peralatan yang digunakan dan mengevaluasi dampak dari kesalahan tersebut. Kelemahan metode ini adalah tidak mempertimbangkan kesalahan manusia. Dalam hal ini FMEA mengidentifikasi kemungkinan abnormal atau penyimpangan yang dapat terjadi pada komponen atau peralatan yang terlibat dalam proses produksi serta konsekuensi yang ditimbulkan.

4. FTA

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk memprediksi atau sebagai alat investigasi setelah terjadinya kecelakaan dengan melakukan analisis proses kejadian. FTA nantinya akan menghasilkan *quantitative assesment* dari probabilitas kejadian yang tidak diinginkan.

FTA merupakan metode yang paling efektif dalam menemukan inti permasalahan karena dapat menentukan bahwa kerugian yang ditimbulkan tidak berasal dari satu kegagalan. FTA merupakan kerangka berpikir terbalik, dimana evaluasi berawal dari insiden kemudian dikaji penyebab dan akar penyebabnya.

5. ETA

Event Tree Analysis (ETA) adalah metode yang menunjukkan dampak yang mungkin terjadi diawali dengan mengidentifikasi pemicu kejadian dan proses dalam setiap tahapan yang menimbulkan terjadinya kecelakaan. Sehingga dalam ETA perlu diketahui pemicu dari kejadian dan fungsi sistem keselamatan atau prosedur kegawatdaruratan yang tersedia untuk menentukan langkah perbaikan dampak yang ditimbulkan oleh pemicu kejadian.

6. JHA

Job Hazard Analysis (JHA) adalah teknik yang berfokus pada tahapan pekerjaan sebagai cara untuk mengidentifikasi bahaya sebelum suatu kejadian yang tidak diinginkan muncul. Metode ini lebih fokus pada interaksi antara

pekerja, tugas/pekerjaan, alat dan lingkungan. Setelah diketahui bahaya yang tidak bisa dikendalikan, maka dilakukan usaha untuk menghilangkan atau mengurangi risiko bahaya ke tingkat level yang bisa diterima. (OSHA 3071)

JHA dapat diterapkan dalam berbagai macam jenis pekerjaan, namun terdapat beberapa prioritas pekerjaan yang perlu dilakukan JHA, antara lain:

- Pekerjaan dengan tingkat kecelakaan/sakit yang tinggi
- Pekerjaan yang berpotensi menyebabkan luka, cacat atau sakit meskipun tidak terdapat insiden yang terjadi sebelumnya
- Pekerjaan yang bila terjadi sedikit kesalahan kecil dapat memivu terjadinya kecelakaan parah atau luka
- Pekerjaan yang baru atau mengalami perubahan dalam proses dan prosedur
- Pekerjaan cukup kompleks untuk ditulis instruksi pelaksanaannya.

<i>Job Title:</i>	<i>Job Location:</i>	<i>Analyst</i>	<i>Date</i>
<i>Task #</i>	<i>Task Description:</i>		
<i>Hazard Type:</i>	<i>Hazard Description:</i>		
<i>Consequence:</i>	<i>Hazard Controls:</i>		
<i>Rational or Comment:</i>			

Gambar 2.3. Form JHA (OSHA 3071)

2.5. Analisis Risiko

Analisis risiko adalah sistematika 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)

Metode analisis yang digunakan bisa bersifat kualitatif, semi-kuantitatif, atau kuantitatif bahkan kombinasi dari ketiganya tergantung dari situasi dan kondisi. Urutan kompleksitas serta besarnya biaya analisis, dari kecil hingga besar adalah : kualitatif, semi-kuantitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang level risiko. Setelah itu dapat dilakukan analisis semi-kuantitatif ataupun kuantitatif untuk lebih merinci risiko yang ada. (AS/NZS 4360:2004)

2.5.1. Tipe-tipe Analisis Risiko

a. Analisa Kualitatif

Analisis 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 skrining awal pada risiko yang membutuhkan analisis lebih rinci dan lebih mendalam. Analisis kualitatif digunakan saat:

- Penilaian secara kuantitatif tidak diperlukan
- Pelaksanaan skrining awal sebagai dasar untuk melaksanakan analisis yang lebih detail
- Level risiko tidak terdapat batasan waktu dan data numerical untuk analisis
- Tidak terdapat data numerical atau data tidak mencukupi untuk melakukan analisis kuantitatif.

b. Analisis Semi-kuantitatif

Metode semikuantitatif merupakan metode yang mengkombinasikan 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 semikuantitatif 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)

Pada analisis semi-kuantitatif, skala kualitatif yang telah disebutkan di atas diberi nilai. Setiap nilai yang diberikan haruslah menggambarkan derajat konsekuensi maupun probabilitas dari risiko yang ada. Diperlukan kehati-hatian dalam menggunakan analisis semi-kuantitatif, karena nilai yang dibuat belum tentu mencerminkan kondisi objektif dari sebuah risiko. Ketepatan perhitungan tergantung dari pengetahuan para ahli dari berbagai disiplin ilmu terhadap proses terjadinya sebuah risiko. (AS/NZS 4360:2004)

Salah satu metode analisis semikuantitatif adalah kalkulasi risiko berdasarkan formula matematika Fine (Dickson, 2001). Menurut Fine probabilitas mempunyai 2 komponen yaitu tingkat kemungkinan (*Likelihood*) dari bahaya untuk muncul dan derajat/frekuensi kemunculan (*Exposure*). Dengan begitu ada tiga komponen yang dijadikan kriteria yang dianalisis yaitu:

1. Tingkat kemungkinan (*Likelihood*) bahaya untuk terjadi
2. Frekuensi terpajan (*Exposure*) bahaya
3. Konsekuensi (*Consequences*) dari bahaya tersebut

Tabel 2.1 : Rating Penilaian Analisis Semi-kuantitatif

Faktor	Tingkatan	Deskripsi	Rating
Consequence (Konsekuensi) akibat yang mungkin ditimbulkan dari suatu kejadian/peristiwa	<i>Catastrophe</i>	Kerusakan fatal/parah beragam fasilitas lebih dari \$1 juta, aktivitas dihentikan, terjadi kerusakan lingkungan yang sangat luas.	100
	<i>Disaster</i>	Kematian, kerusakan permanen yang bersifat lokal terhadap lingkungan, kerugian \$ 500.000 - \$ 2000.000	50

	<i>Very Serious</i>	Terjadi cacat permanen/penyakit parah, kerusakan lingkungan yang tidak permanen, dengan kerugian \$50.000 - \$500.000	25
	<i>Serious</i>	Terjadi dampak yang serius tapi bukan cedera dan penyakit parah yang permanen, sedikit berakibat buruk pada lingkungan, dengan kerugian \$5000 - \$50.000	15
	<i>Important</i>	Mebutuhkan penanganan medis, terjadi emisi buangan diluar lokasi, tetapi tidak mengakibatkan kerusakan, dengan kerugian \$500 - \$5000	5
	<i>Noticeable</i>	Terjadi cedera atau penyakit ringan, memar bagian tubuh, kerusakan kecil kurang dari \$500, kerusakan ringan atau terhentinya proses kerja sementara waktu, tetapi tidak mengakibatkan pencemaran diluar lokasi	1
Exposure (Paparan) frekuensi pemaparan terhadap bahaya/sumber risiko	<i>Continuously</i>	Sering terjadi dalam satu hari	10
	<i>Frequently</i>	Terjadi kira-kira satu kali dalam sehari	6
	<i>Occasionally</i>	Terjadi satu kali seminggu sampai satu kali sebulan	3
	<i>Infrequent</i>	Satu kali dalam sebulan sampai sekali dalam setahun	2
	<i>Rare</i>	Diketahui kapan terjadinya	1
	<i>Very rare</i>	Tidak diketahui kapan terjadinya	0,5
Likelihood (Kemungkinan) probabilitas terjadinya bahaya yang menyertai suatu kejadian/peristiwa	<i>Almost Certain</i>	Kejadian yang paling sering terjadi	10
	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadi kecelakaan 50%:50%	6
	<i>Unusual but possible</i>	Tidak biasa namun memiliki kemungkinan terjadi	3
	<i>Remotely possible</i>	Suatu kejadian yang sangat kecil kemungkinan terjadinya	1

	<i>Conceivable</i>	Tidak pernah terjadi kecelakaan dalam tahun-tahun pemaparan tetapi mungkin terjadi	0,5
	<i>Practically Impossible</i>	Sangat tidak mungkin terjadi	0,1

$$Risk = Consequence \times Exposure \times Likelihood$$

Tabel 2.2 : Level/Prioritas risiko Fine

Tingkat Risiko	Comment	Action
> 350	<i>Very high</i>	Penghentian aktivitas hingga risiko dikurangi mencapai batas yang diterima
180 – 350	<i>Priority 1</i>	Perlu dilakukan penanganan secepatnya
70 – 180	<i>Substantial</i>	Mengharuskan ada perbaikan secara teknis
20 – 70	<i>Priority 3</i>	Perlu diawasi dan diperhatikan secara berkesinambungan
< 20	<i>Acceptable</i>	Intensitas kegiatan yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin

(Sumber: Study Notes Prof. Jean Cross, 1998)

c. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan nilai numerik untuk nilai konsekuensi dan *likelihood* dengan menggunakan data dari berbagai sumber. Kualitas dari analisis tergantung pada akurasi dan kelengkapan data yang ada, serta validitas model yang digunakan. Konsekuensi dapat dihitung dengan menggunakan metode modeling hasil dari kejadian atau kumpulan kejadian atau dengan memperkirakan kemungkinan dari studi eksperimen atau data sekunder/data terdahulu. Konsekuensi digambarkan dalam lingkup keuangan, teknis atau efek pada manusia. (AS/NZS 4360:2004)

2.6. Hierarki Pengendalian

Pengendalian adalah proses, peraturan, alat, pelaksanaan atau tindakan yang berfungsi untuk meminimalisasi efek negatif atau meningkatkan peluang positif (AS/NZS 4360:2004). Hierarki pengendalian merupakan daftar pilihan pengendalian yang telah diurutkan sesuai dengan mekanisme pengurangan paparan, dengan urutan sebagai berikut: (Tranter, 1999)

1. Eliminasi

Eliminasi merupakan langkah awal dan merupakan solusi terbaik dalam mengendalikan paparan, namun juga merupakan langkah yang paling sulit untuk dilaksanakan. Kecil kemungkinan bagi sebuah perusahaan untuk mengeliminasi substansi atau proses tanpa mengganggu kelangsungan produksi secara keseluruhan. Sebagai contoh penghilangan timbal secara perlahan pada produksi bahan bakar.

2. Substitusi

Pada saat suatu sumber bahaya tidak dapat dihilangkan secara keseluruhan, maka pilihan kedua sebagai pencegahan adalah dengan mempertimbangkan alternatif proses atau material. Proses substitusi umumnya membutuhkan banyak *trial-and error* untuk mengetahui apakah teknik atau substansi alternatif dapat berfungsi sama efektif dengan yang sebelumnya. Penting untuk memastikan bahwa agen pengganti sudah diketahui dan memiliki bahaya atau tingkat toksisitas yang lebih rendah. Sebagai contoh penggunaan minyak daripada merkuri dalam barometer, penyapuan dengan sistem basah pada debu timbal dibandingkan dengan penyapuan kering.

3. Pengendalian *Engineering*

Tipe pengendalian ini merupakan yang paling umum digunakan. Karena memiliki kemampuan untuk merubah jalur transmisi bahaya atau mengisolasi pekerja dari bahaya. Tiga macam alternative pengendalian engineering antara lain dengan isolasi, guarding dan ventilasi.

- Isolasi, prinsip dari sistem ini adalah menghalangi pergerakan bahaya dengan memberikan pembatas atau pemisah terhadap bahaya maupun pekerja.

- Guarding, prinsip dari sistem ini adalah mengurangi jarak atau kesempatan kontak antara sumber bahaya dengan pekerja.
 - Ventilasi, cara ini paling efektif untuk mengurangi kontaminasi udara, berfungsi untuk kenyamanan, kestabilan suhu dan mengontrol kontaminan.
4. Pengendalian Administratif

Umumnya pengendalian ini merupakan salah satu pilihan terakhir, karena pengendalian ini mengandalkan sikap dan kesadaran dari pekerja. Pengendalian ini baik untuk jenis risiko yang rendah, sedangkan untuk tipe risiko yang signifikan harus disertai dengan pengawasan dan peringatan. Dengan kata lain sebelumnya sudah harus dilakukan pengendalian untuk mengurangi risiko bahaya serendah mungkin. Untuk situasi lingkungan kerja dengan tingkat paparan rendah/jarang, maka beberapa pengendalian yang berfokus terhadap pekerja lebih tepat diberikan, antara lain:

- Rotasi dan penempatan pekerja, metode ini bertujuan untuk mengurangi tingkat paparan yang diterima pekerja dengan membagi waktu kerja dengan pekerja yang lain. Penempatan pekerja terkait dengan masalah *fitness-for-work* dan kemampuan seseorang untuk melakukan pekerjaan.
- Pendidikan dan pelatihan, sebagai pendukung pekerja dalam melakukan pekerjaan secara aman. Dengan pengetahuan dan pengertian terhadap bahaya pekerjaan, maka akan membantu pekerja untuk mengambil keputusan dalam menghadapi bahaya.
- Penataan dan kebersihan, tidak hanya meminimalkan insiden terkait dengan keselamatan, melainkan juga mengurangi debu dan kontaminan lain yang bisa menjadi jalur pemajan. Kebersihan pribadi juga penting karena dapat mengarah kepada kontaminasi melalui ingesti, maupun kontaminasi silang antara tempat kerja dan tempat tinggal.
- Perawatan secara berkala terhadap peralatan penting untuk meminimalkan penurunan performance dan memperbaiki kerusakan secara lebih dini.
- Jadwal kerja, metode ini menggunakan prinsip waktu kerja, pekerjaan dengan risiko tinggi dapat dilakukan saat jumlah pekerja yang terpapar paling sedikit.

- Monitoring dan surveilan kesehatan, metode yang digunakan untuk menilai risiko dan memonitor efektivitas pengendalian yang sudah dijalankan.

5. PPE (*Personal Protective Equipment*)

Merupakan cara terakhir yang dipilih dalam menghadapi bahaya. Umumnya menggunakan alat, seperti: respirator, sarung tangan, overall dan apron, boots, kacamata, helm, alat pelindung pendengaran (*earplug, earmuff*), dll.

2.7. Kegiatan Operasional Pengeboran

Aktivitas dalam industri minyak dan gas bumi (MIGAS) terbagi menjadi dua tahapan utama, antara lain:

1. Tahap Eksplorasi, merupakan kegiatan yang dilakukan dalam rangka mencari cadangan MIGAS
2. Tahap Eksploitasi, merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memproduksi cadangan MIGAS yang telah ditemukan.

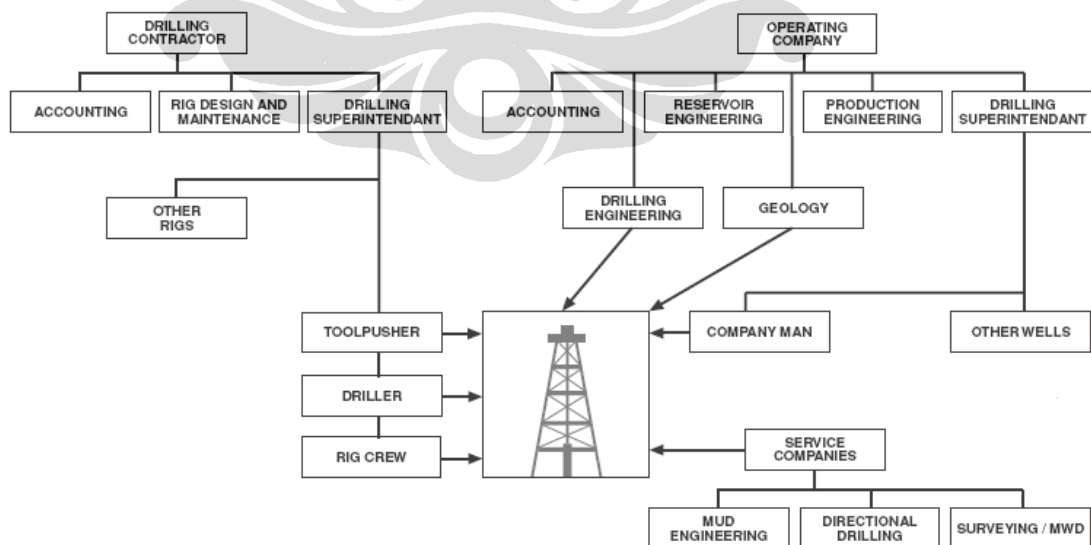
Dalam kedua tahapan di atas, kegiatan pengeboran hampir selalu dilakukan, selain sebagai alat untuk membuktikan adanya cadangan MIGAS, kegiatan pengeboran juga dilakukan pada masa eksploitasi untuk memproduksi MIGAS.

Pada tahap eksploitasi, terutama pada proses pengeboran terdapat beberapa tahapan pekerjaan, antara lain: (*HSE Officer OJT, 2008*)

- a. Persiapan lokasi pengeboran sumur, antara lain:
 - Pembukaan jalur akses dan lokasi
 - Pembuatan kolam lumpur
 - Pembuatan *cellar* (pondasi *rig*)
 - Persiapan sumber air
- b. *Rig moving*, yaitu proses pemindahan seluruh perlengkapan pengeboran ke lokasi sumur yang akan di bor.
- c. *Rigging up*, yaitu proses perakitan berbagai macam bagian penyusun sebuah *rig* pengeboran.
- d. *Final check*, pemeriksaan kesiapan semua sistem, yaitu *hoising, circulating, rotating, power*, BOP dan peralatan penunjang lainnya.

- e. *Kick off meeting*, rapat semua pihak yang terkait pada operasi untuk mengetahui semua program pengeboran yaitu *company man*, perwakilan *drilling contractor* dan semua perusahaan servis penunjang.
- f. *Spud in*, pembuatan lubang sumur awal untuk dipasang pipa konduktor sebagai tempat dudukan BOP
- g. *Drilling operation*, proses pembuatan sumur
- h. *Perforating and testing*, pemasangan pipa untuk proses produksi
- i. *Drilling completion*, setelah sumur mencapai kedalaman yang diinginkan maka sumur ditutup dengan memasang *christmas tree*.
- j. *Rigging down*, pembongkaran struktur penyusun *rig* untuk dipindahkan ke lokasi sumur baru.
- k. *Demobilisation*, proses pemindahan alat-alat dari lokasi sumur.

Seluruh kegiatan tersebut dilakukan oleh beberapa perusahaan yang bekerja sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Perusahaan kontraktor pengeboran bertanggung jawab terhadap proses pembangunan rig dan pengeboran sumur, perusahaan servis pendukung bertugas menyediakan alat *well completion, casing dan perforating*, serta perusahaan yang berperan dalam tahap eksplorasi. Berikut ini adalah struktur perusahaan yang terlibat dalam industri migas, terutama yang terlibat dengan kegiatan di lapangan :



Gambar 2.4. Struktur Personil Pengeboran (*Drilling Engineer*, 2004)

2.8. Bahaya Khusus Pengeboran

Pada area dan kedalaman tertentu dalam industri pengeboran, jika tidak dilakukan tindakan pencegahan yang tepat dan tidak dilaksanakan metode pengendalian maka akan timbul dua buah kondisi yang dapat menimbulkan sebuah bencana besar, yaitu timbulnya *blowout* dan muncul dan tersebarnya gas H₂S. (NIOSH, 1983)

2.8.1. *Blowout*

Blowout adalah keluarnya gas, minyak atau cairan formasi secara tidak terkontrol dari dalam lubang sumur yang dapat memicu terjadinya kebakaran, ledakan, kerusakan rig pengeboran, luka dan kematian.

Blowout muncul jika tekanan cairan formasi di annulus melebihi tekanan hidrostatik cairan sirkulasi, perbedaan tekanan yang besar terjadi secara tiba-tiba karena metode kontrol yang diterapkan gagal atau tidak berfungsi. Selama operasi pengeboran, lumpur berfungsi sebagai metode kontrol awal, jika terjadi peningkatan jumlah lumpur di *mud pit* maka itu sebagai tanda bahwa tekanan formasi melebihi tekanan cairan sirkulasi. Pertanda awal ini disebut sebagai *kick*, yang merupakan awal mula sebelum terjadinya *blowout*. Jika terjadi *kick* maka langkah yang harus diambil oleh *driller* adalah menutup BOP, kemudian menambah berat lumpur sehingga tekanan bisa seimbang kembali.

Jika kejadian *kick* tidak disadari secara dini atau teknik pengendalian tekanan yang dilaksanakan tidak mampu menanggulangi maka akan timbul *blowout*. *Blowout* yang kemudian diikuti dengan kebakaran dikategorikan sebagai *major hazard* karena dapat mengakibatkan kerusakan peralatan dan kehilangan waktu, serta dapat mengakibatkan pekerja terpapar kondisi yang sangat berbahaya.

2.8.2. H₂S

Gas *Hydrogen Sulphide* (H₂S) merupakan gas tidak berwarna yang sangat beracun. Gas ini dikategorikan hazard industri yang sangat berbahaya karena dua alasan, yaitu: tidak bisa mengandalkan penciuman sebagai peringatan awal dan serangan kerusakan indra secara tiba-tiba. Hidrogen disulfida telah diidentifikasi oleh NIOSH sebagai penyebab utama kematian secara tiba-tiba di tempat kerja.

Jalur pemaparan utama H₂S adalah melalui jalur pernapasan. Pada konsentrasi rendah (0,02 ppm) H₂S memiliki bau seperti telur busuk. Pada konsentrasi >10 ppm, dapat menyebabkan iritasi mata, membran hidung, tenggorokan dan paru paru. Pada konsentrasi 100-150 ppm H₂S dapat mematikan saraf penciuman (kerusakan saraf dapat lebih cepat pada konsentrasi tinggi dan waktu terpapar yang lama). Pada konsentrasi 200 ppm dan terpapar selama 30 menit, akan mengakibatkan tertimbunnya cairan di paru-paru (*lung oedema*). Pada konsentrasi diatas 500 ppm, pemaparan dalam waktu singkat akan mengakibatkan kehilangan keseimbangan dan kesadaran dalam waktu yang cepat tanpa ada tanda-tanda dan gejala awal. Terpapar H₂S pada 500 ppm dalam waktu sebentar atau lama, akan mengakibatkan kematian, karena nafas berhenti akan terjadi beberapa saat kemudian. (Rutledge, 2009)

Batas standard paparan H₂S untuk bekerja yang aman sudah dibuat oleh *ACGIH (American Counsel of Government Industrial Hygienists)*, secara umum pekerja yang fit dapat bekerja dengan aman di udara yang mengandung H₂S tanpa ada efek fisiologis dengan parameter sbb:

- **Threshold Limit Value (TLV)**
Orang bisa bekerja selama 8 jam sehari dengan terpapar H₂S 10 ppm (Time Weighted Average –TWA)
- **Short Term Exposure Limit (STEL)**
Orang bisa bekerja dengan aman selama 15 menit dengan terpapar H₂S 15 ppm. Dalam shift normal diperbolehkan kontak dengan H₂S maksimal 4 kali, namun dengan jarak waktu kontak minimal 60 menit.

Gas H₂S memiliki berat jenis lebih besar 1.2 kali dari udara, dan pada konsentrasi yang lebih tinggi akan terkumpul pada wilayah/tempat yang lebih rendah. Jika bercampur di udara dengan konsentrasi antara 4.3% - 46% memiliki sifat yang eksplosif. Akan terbakar dengan nyala biru dan menghasilkan gas yang tidak kalah beracun yaitu gas SO₂.

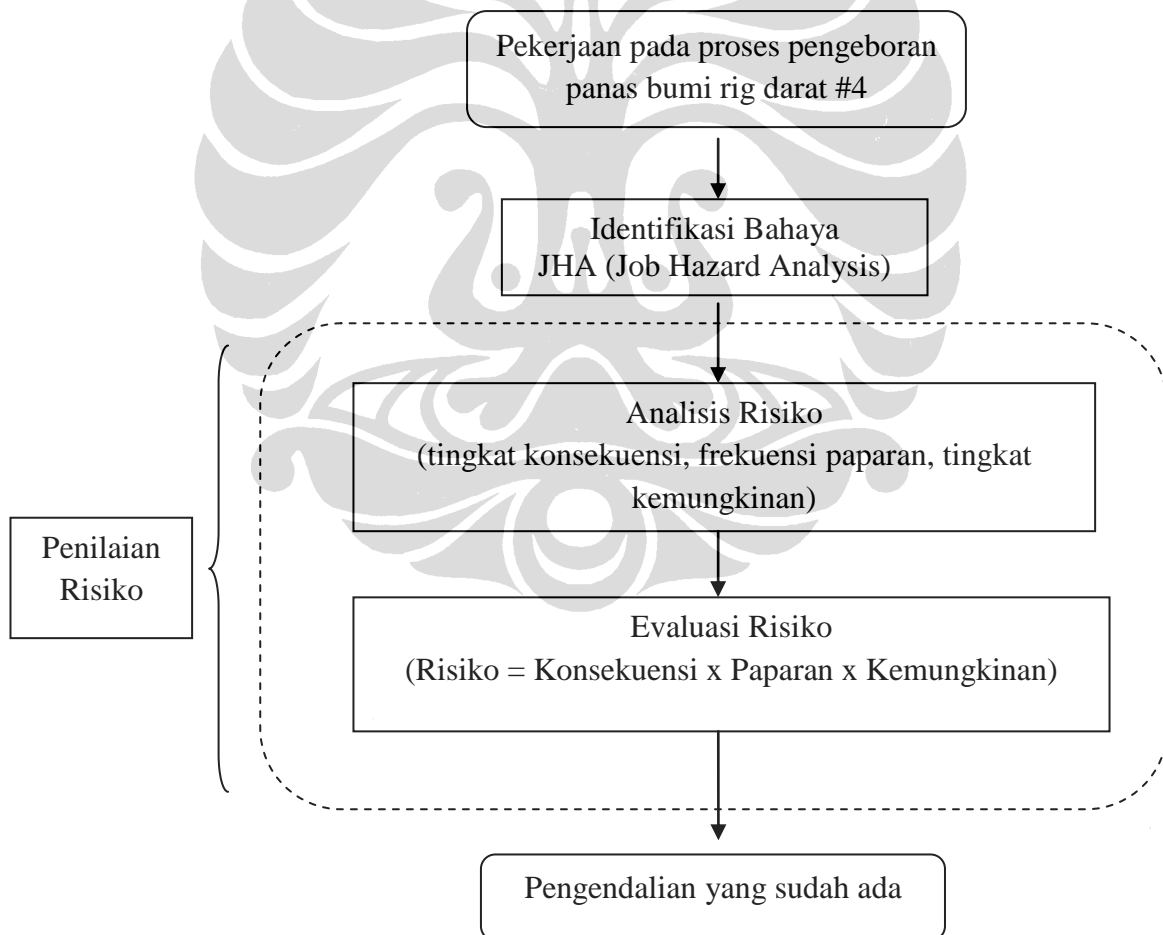
Pada industri pengeboran kemungkinan tersebarnya gas H₂S di udara pertama kali adalah melalui *shale shaker*, kemudian melalui jalur sirkulasi. Terdapat pula kemungkinan muncul gas H₂S saat proses memasukan dan mengeluarkan pipa dari dalam sumur. (NIOSH, 1983)

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1. Kerangka Konsep

Penelitian merupakan jenis penelitian deskriptif semi-kuantitatif, dimana dilakukan penilaian terhadap risiko yang dimiliki oleh pekerja dengan mengkombinasikan inspeksi di lapangan dengan teknik penilaian risiko. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan tahapan manajemen risiko dalam *Risk Management AS/NZS 4360:2004*. Sebelum melakukan analisis, diperlukan identifikasi terhadap bahaya yang ada, yang kemudian ditentukan tingkat konsekuensi, frekuensi paparan dan tingkat kemungkinan sebagai dasar penghitungan nilai risiko.



3.2. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Pekerjaan pada proses pengeboran panas bumi rig darat #4	Pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada setiap sistem operasional pembuatan sumur dalam proses pengambilan energi panas bumi	Wawancara, Observasi, SOP (Standard Operasional Prosedur)	Langkah-langkah pekerjaan pada setiap sistem operasional	Nominal
2	<i>Consequence</i> (Konsekuensi)	Akibat yang mungkin ditimbulkan dari suatu kejadian/peristiwa (Analisis Semi-kuantitatif AS/NZS 4360 :2004)	Observasi, wawancara, data sekunder, kriteria risiko Fine	<i>Catastrophe</i>	Ordinal
				<i>Disaster</i>	
				<i>Very Serious</i>	
				<i>Serious</i>	
				<i>Important</i>	
<i>Noticeable</i>					
3	<i>Exposure</i> (Paparasi)	Frekuensi paparan terhadap bahaya/sumber risiko (Analisis Semi-kuantitatif AS/NZS 4360 :2004)	Observasi, wawancara, data sekunder, kriteria risiko Fine	<i>Continuously</i>	Ordinal
				<i>Frequently</i>	
				<i>Occasionally</i>	
				<i>Infrequent</i>	
				<i>Rare</i>	
<i>Very rare</i>					
4	<i>Likelihood</i> (Kemungkinan)	Ukuran kemungkinan terjadinya bahaya yang menyertai suatu kejadian/peristiwa	Observasi, wawancara, data sekunder, kriteria risiko Fine	<i>Likely</i>	Ordinal
				<i>Unusual but possible</i>	
				<i>Remotely possible</i>	

		digambarkan dengan nilai antara 0 dan 1 (Analisis Semi-kuantitatif AS/NZS 4360 :2004)		<i>Conceivable</i>	
				<i>Practically Impossible</i>	
5	Analisis Risiko	Besar nilai risiko yang diperoleh dari Rumus nilai Risiko = Konsekuensi x Paparan x <i>likelihood</i> . (Analisis Semi-kuantitatif AS/NZS 4360 :2004)	Membandingkan dengan level risiko berdasarkan kriteria risiko Fine	<i>Very high</i>	Ordinal
				<i>Priority 1</i>	
				<i>Substantial</i>	
				<i>Priority 3</i>	
				<i>Acceptable</i>	
6	Pengendalian Risiko	Tindakan pencegahan yang sudah dilakukan perusahaan untuk mengurangi tingkat risiko keselamatan pada tahap operasional pengeboran panas bumi rig darat #4 di Gunung Salak	Observasi dan wawancara	Pengendalian yang sudah dilakukan di lapangan	Nominal