



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS AKAR PENYEBAB KECELAKAAN KEBAKARAN
PADA INDUSTRI MINYAK DAN GAS BUMI DENGAN
MENGUNAKAN METODE TAPROOT®
DI INDONESIA TAHUN 2006 – 2010**

TESIS

MARULI C TAMPUBOLON

0906593044

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK**

JANUARI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS AKAR PENYEBAB KECELAKAAN KEBAKARAN
PADA INDUSTRI MINYAK DAN GAS BUMI DENGAN
MENGUNAKAN METODE TAPROOT®
DI INDONESIA TAHUN 2006 – 2010**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

MARULI C TAMPUBOLON

0906593044

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JANUARI 2012**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MARULI C TAMPUBOLON

NPM : 0906593044

Mahasiswa Program : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tahuna Akademik : 2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan tesis saya yang berjudul :

“Analisis Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Industri Minyak dan Gas Bumi dengan Menggunakan Metode TapRoot® di Indonesia Tahun 2006 – 2010”

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Januari 2012



Maruli C Tampubolon

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : MARULI C TAMPUBOLON

NPM : 0906593044

Tanda tangan :



Tanggal : 20 Januari 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis yang diajukan oleh :
Nama : MARULI C TAMPUBOLON
NPM : 0906593044
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul : “Analisis Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Industri Minyak dan Gas Bumi dengan Menggunakan Metode TapRoot® di Indonesia tahun 2006 – 2010”

Tesis ini telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI


Pembimbing : dra. Fatma Lestari, M.Si., Ph.D



Penguji : Doni H. Ramadhan, S.K.M., M.K.K.K., Ph.D



Penguji : Dr. dr. Zulkifli Djunaidi, M.App.Sc



Penguiji : Muhiddin, S.T., M.K.K.K.



Penguji : Ir. Muhammad Dulpi, M.K.K.K.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 20 Januari 2012

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat-Nya akhirnya saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, karena kasih, kebaikan dan kemurahan serta penyertaan-Nya selama mengerjakan tesis ini.
2. Ibu Fatma Lestari selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, arahan dan dukungan serta waktu dalam penyusunan sampai tesis ini.
3. Bapak Doni Hikmat Ramadhan selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya.
4. Bapak Zulkifli Djunaidi selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya.
5. Bapak Muhiddin selaku penguji yang telah meluangkan waktunya.
6. Bapak M. Dulpi selaku penguji yang telah meluangkan waktunya.
7. Istri dan anak-anakku tercinta, yang selalu mendoakan dan menyemangati saya dalam penyusunan tesis ini.
8. Orangtua tercinta dan saudara-saudara saya yang telah memberikan dorongan moril selama ini.
9. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2009 MK3, yang selalu mendorong saya untuk segera menyelesaikan tesis.
10. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya tesis yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 20 Januari 2012

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MARULI C TAMPUBOLON
NPM : 0906593044
Program Studi : Magister
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalty Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Industri Minyak dan Gas Bumi dengan Menggunakan Metode TapRoot® di Indonesia Tahun 2006 – 2010”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasi tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 20 Januari 2012

Yang Menyatakan



Maruli C Tampubolon

ABSTRAK

Nama : MARULI C TAMPUBOLON
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul : “Analisis Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Industri Minyak dan Gas Bumi dengan Menggunakan Metode TapRooT® Di Indonesia Tahun 2006 – 2010”

Setiap tahun selalu terjadi kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia dan menimbulkan kerugian yang besar baik materi, peralatan, lingkungan dan manusia serta terganggunya proses produksi. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya-upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan kebakaran tersebut dengan mencari akar penyebabnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain deskriptif analitik. Penelitian dilakukan pada kecelakaan kebakaran tahun 2006-2010 di wilayah Indonesia dengan mengambil data sekunder dari Ditjen Migas. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor penyebab kecelakaan kebakaran yang terjadi pada industri migas di Indonesia pada tahun tersebut adalah disebabkan faktor manusia sebesar 41,67% atau 15 kejadian, faktor peralatan 41,67% atau 15 kejadian, faktor alam (gempa bumi) 1 kejadian atau 2,78% dan faktor lain sebesar 13, 89% atau 5 kejadian. Sedangkan akar penyebab (*root cause*) utama kecelakaan kebakaran tersebut pada faktor manusia adalah tidak adanya pengawasan (11 kejadian) dan untuk faktor peralatan disebabkan kurangnya program pemeliharaan yang bersifat pencegahan/ prediksi (10 kejadian).

Kata kunci :
Kecelakaan, Kebakaran, Industri Migas

ABSTRACT

Name : MARULI C TAMPUBOLON
Study Program : Public Health
Title : “Analysis of Root Causes of Accidents Fire On Oil and Gas Industry Using the TapRoot® method in Indonesia On 2006 – 2010”

Every year always happened a fire accident on the oil and gas industry in Indonesia and caused huge losses both on the material, equipment, environment and people and disruption of the production process too. Therefore, efforts need to be done to prevent the occurrence of fire accidents is by finding the root cause. This study aims to analyze the root causes of fire accidents. This study is a qualitative research design with descriptive analytic. The study was conducted in a fire accident years 2006-2010 in the territory of Indonesia by taking a secondary data from the Directorate General of Oil and Gas. Research results indicate that these factors cause a fire accident that occurred on oil and gas industry in Indonesia for the year was caused by human performance difficulty of 41.67% or 15 events, equipment difficulty 41.67% or 15 incidents, natural disaster factors (earthquakes) 1 incidents or 2.78%, and other factors of 13, 89% or 5 events. While the root cause a major fire accident on the human factor is the lack of supervision (11 events) and to factor due to lack of equipment maintenance programs that are preventive/predictive (10 events).

Key words : Accidents, Fires, Oil and Gas Industry

RIWAYAT HIDUP

Nama : Maruli C Tampubolon
Tempat/Tanggal Lahir : Sipoltong / 8 Juli 1974
Agama : Kristen Protestan
Alamat : Jln. Durian III No. 22, Depok
Pendidikan :

1. SD Negeri 1 Bakal Julu, lulus tahun 1987
2. SMP Negeri Bakal Julu, lulus tahun 1990
3. SMA Negeri 1 Sidikalang, lulus tahun 1993
4. S-1 Teknik Metalurgi UI, lulus tahun 1998

Pekerjaan : Inspektur Migas Ditjen Migas, tahun 2006-sekarang

DAFTAR ISI

JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti.....	5
1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan.....	5
1.4.3 Manfaat Bagi Institusi Akademik.....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecelakaan.....	6
2.1.1 Definisi Kecelakaan.....	6
2.1.2 Teori Penyebab Kecelakaan	7
2.2 Analisis Kecelakaan.....	18
2.2.1 Metode <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	18
2.3 Analisis Kecelakaan Dengan Metode TapRoot®.....	22
2.3.1 <i>Root Cause Tree</i>	25
2.3.2 Faktor Peralatan.....	35
2.3.3 Tindak Lanjut.....	36
2.4 Kebakaran.....	39
2.4.1 Pengertian Kebakaran.....	39
2.4.2 Teori Api.....	39

BAB 3. KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori.....	43
3.2 Kerangka Konsep.....	44
3.3 Definisi Operasional.....	45

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian.....	51
4.2 Unit Analisis.....	51
4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	51
4.4 Sumber Data.....	51
4.5 Pengolahan dan Analisis Data.....	51
4.6 Tahapan Mendapatkan Akar Penyebab.....	53

BAB 5. HASIL PENELITIAN

5.1 Kecelakaan Kebakaran Industri Migas Indonesia.....	55
5.1.1 Gambaran Umum Industri Migas Indonesia.....	55
5.1.2 Model Penyelidikan Kecelakaan Kebakaran.....	58

5.1.3 Pelaporan Kecelakaan Kebakaran.....	59
5.2 Data Laporan Kecelakaan Kebakaran.....	60
5.3 Penyebab Awal Kecelakaan Kebakaran.....	62
5.4 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia.....	63
5.4.1 Penyebab Dasar.....	63
5.4.2 Akar Penyebab	63
5.5 PenyebabKecelakaan Akibat Faktor Peralatan.....	65
5.5.1 Penyebab Dasar.....	65
5.5.2 Akar Penyebab	66
 BAB 6. PEMBAHASAN	
6.1 Keterbatasan Penelitian.....	68
6.2 Kecelakaan Kebakaran Industri Migas Indonesia.....	68
6.2.1 Gambaran Umum.....	68
6.2.2 Faktor Penyebab Awal.....	70
6.3 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia.....	72
6.3.1 Penyebab Dasar.....	72
6.3.2 Akar Penyebab.....	73
6.4 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Peralatan.....	78
6.4.1 Penyebab Dasar.....	78
6.4.2 Akar Penyebab.....	80
 BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan.....	83
7.2 Saran.....	84
7.2.1 Bagi Perusahaan.....	84
7.2.2 Bagi Pemerintah.....	85
 DAFTAR PUSTAKA.....	 86
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Batang Jumlah Kasus Kebakaran (Industri Minyak dan Gas di Indonesia (telah diolah kembali).....	2
Gambar 2.1 Lima Faktor Dalam Rangkaian Kecelakaan (Heinrich, Peterson dan Roos,1980).....	8
Gambar 2.2 Empat Faktor Sistem Keselamatan: 4 Ms (Brauer, 2006).....	10
Gambar 2.3 Reason's <i>Swiss Cheese Model</i> (Reason, 1997).....	14
Gambar 2.4 Loss Caution Model, Frank E.Bird Jr. (1990).....	16
Gambar 2.5 Teori Gunung Es Bird.....	17
Gambar 2.6 Gambaran Akar Masalah sebagai Penyebab Kecelakaan dalam Model TapRoot (Paradies dan Unger, 2008).....	22
Gambar 2.7 Alur Hirarki <i>Root Cause Tree</i> (Paradies dan Unger, 2008).....	27
Gambar 2.8 Segitiga Api.....	40
Gambar 2.9 <i>Tetrahedron Fire</i>	41
Gambar 3.1 Kerangka Teori.....	43
Gambar 3.2 Kerangka Konsep.....	44
Gambar 5.1 Diagram Waktu Kejadian Kecelakaan.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahapan Proses TapRoot® Dalam Penyelidikan Kecelakaan.....	25
Tabel 2.2 Tabel SMARTER.....	37
Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	45
Tabel 4.1 Diagram alir untuk memperoleh akar penyebab karena Faktor manusia...	53
Tabel 4.2 Diagram alir penyebab kecelakaan kebakaran karena faktor peralatan.....	54
Tabel 5.1 Jumlah Kecelakaan Kebakaran.....	60
Tabel 5.2 Persentase Kecelakaan Kebakaran Berdasarkan Jenis Kegiatan.....	62
Tabel 5.3 Penyebab Awal Kecelakaan Kebakaran.....	62
Tabel 5.4 Penyebab Dasar Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia.	63
Tabel 5.5 Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Faktor Manusia.....	64
Tabel 5.6 Penyebab Dasar Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Peralatan.....	65
Tabel 5.7 Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Faktor Peralatan.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

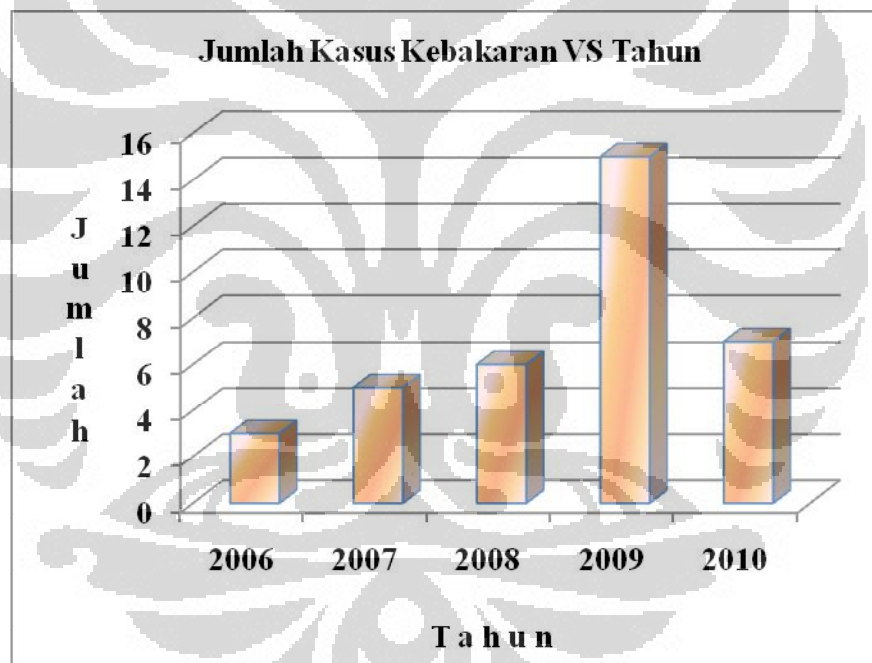
1.1 Latar Belakang

Minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber alam strategis tidak terbarukan yang dikuasai oleh negara serta merupakan komoditas vital yang menguasai hajat hidup orang banyak dan mempunyai peranan penting dalam perekonomian nasional sehingga pengelolaannya harus dapat secara maksimal memberikan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat Indonesia. Kegiatan usaha migas ini menjadi industri strategis karena merupakan sumber devisa negara sekaligus energi primer, bahan bakar dan sebagai bahan baku industri. Kegiatan ini mempunyai potensi bahaya yang tinggi dimana dapat merugikan manusia, harta benda dan proses serta lingkungan. Potensi bahaya dapat terjadi mulai dari tahap eksplorasi, produksi/ eksploitasi, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan niaga. Salah satu potensi bahaya yang sangat ditakutkan di industri migas adalah kebakaran. Hal ini disebabkan pada industri migas mengelola bahan berbahaya yang memiliki tingkat risiko kebakaran yang tinggi yaitu minyak dan gas.

Kebakaran, ledakan dan pencemaran lingkungan dapat mengakibatkan kerugian serius yang tidak dapat diprediksi menyangkut kehidupan dan kerugian bisnis di industri hidrokarbon saat ini. Masalah ini mulai muncul saat lahirnya industri petroleum dan industri kimia selama abad pertengahan. Masalah ini terus berlanjut dan mengakibatkan dampak finansial yang terus meningkat (Nolan, 1996). Kecelakaan yang terjadi di kegiatan usaha migas tersebut merupakan hasil akhir dari suatu aturan yang ada dan kondisi kerja yang tidak aman. Walaupun demikian adanya resiko yang dapat berakibat terjadinya kecelakaan seperti kebakaran tersebut seharusnya dapat dicegah dan diminimalisasi, karena kecelakaan tidak dapat terjadi dengan sendirinya.

Berdasarkan data kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia yang tercatat di Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi dalam kurun waktu lima tahun yaitu dari tahun 2006-2010, diketahui bahwa telah terjadi kebakaran

sebanyak 36 kali. Setiap tahun selalu ada kecelakaan ataupun insiden yang diakibatkan oleh kebakaran baik pada kegiatan hulu (*upstream*) maupun kegiatan hilir (*downstream*). Kejadian kebakaran pada kegiatan hulu diketahui sebanyak 16 kali dan 20 kejadian pada kegiatan hilir. Kebakaran ini telah menyebabkan korban jiwa sebanyak 7 orang, luka bakar berat 4 orang, luka bakar sedang 3 orang, dan luka bakar ringan 9 orang serta diperkirakan kerugian material mencapai ratusan milyar rupiah. Data kecelakaan kebakaran ini menunjukkan bahwa kinerja dibidang keselamatan kerja pada industri migas belum sepenuhnya baik. Akibat kecelakaan kebakaran ini sangat besar dampak kerugiannya terhadap pemerintah secara umum dan khususnya perusahaan. Dalam grafik di bawah ini digambarkan kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia dalam lima tahun terakhir.



Sumber: Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas

Gambar 1.1 Diagram Batang Jumlah Kasus Kebakaran Industri Minyak dan Gas di Indonesia (Telah diolah Kembali)

Kebakaran di industri migas khususnya pada kegiatan hulu (*upstream*) menimbulkan kerugian bagi negara karena usaha pertambangan migas di Indonesia menggunakan sistem *production sharing contract* dimana semua biaya yang timbul ditanggung oleh negara melalui *cost recovery*. Oleh karena itu

pemerintah sangat memperhatikan masalah-masalah yang berkaitan dengan pembinaan dan pengaturan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Salah satu peristiwa kebakaran pada industri migas di Indonesia yang menyita perhatian masyarakat dan pemerintah adalah kebakaran tangki penyimpanan bahan bakar minyak premium di Depot Plumpang pada awal tahun 2009. Kebakaran ini menjadi perhatian selain karena lokasinya berada di ibukota, juga karena merupakan aset vital negara. Diperkirakan kebakaran ini menimbulkan kerugian sampai puluhan milyar rupiah dan menyebabkan satu orang pekerja meninggal dunia. Kejadian ini menjadi pelajaran yang sangat berarti bagi pemerintah dalam melakukan pembinaan dan pengawasan pada perusahaan-perusahaan migas.

Pemerintah melalui Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi telah berupaya melakukan pembinaan dan pengawasan baik melalui perangkat ketentuan peraturan yang mengatur aspek keselamatan kerja maupun melakukan pengawasan langsung ke lapangan melalui inspeksi rutin secara berkala. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya-upaya pencegahan kecelakaan kebakaran. Agar usaha pencegahannya tepat sasaran, maka upaya pencegahan tersebut harus didasari dengan analisis penyebab kecelakaan yang lengkap, rinci dan akurat.

Dari laporan kejadian ataupun laporan investigasi kecelakaan kebakaran yang ada di Ditjen Migas, tergambar bahwa penyebab kebakaran belum sepenuhnya menemukan akar penyebab (*root cause*). Analisis penyebab kebakaran yang ada dilakukan menggunakan berbagai metode tergantung metode yang ada pada perusahaan masing-masing. Demikian juga hasil penyelidikan yang dilakukan pemerintah belum secara jelas terlihat apa yang menjadi akar permasalahannya. Hasil penyelidikan diketahui lebih banyak menemukan penyebab langsung yang berkaitan dengan teori segititiga api dan sedikit saja yang mendapatkan akar permasalahan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam dengan menggunakan satu metode untuk mendapatkan akar permasalahan yang sebenarnya dan diharapkan dapat dilakukan tindakan perbaikan untuk mencegah terjadinya kebakaran kembali.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia dengan menggunakan pendekatan

konsep analisis akar penyebab (*root causes analysis/ RCA*). Salah satu metode yang digunakan adalah metode TapRoot®. Dengan menggunakan metode ini diharapkan didapat akar penyebab (*root cause*) sehingga usaha pencegahannya dapat dilakukan dengan tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia setiap tahun selalu terjadi yang menimbulkan kerugian yang besar baik materi, peralatan, lingkungan, dan manusia seperti cedera atau kematian serta terganggunya proses produksi. Berbagai upaya pencegahan telah dilakukan oleh perusahaan dan pemerintah, tetapi masih tetap terjadi kecelakaan kebakaran. Pemerintah sebagai regulator mempunyai tanggung jawab untuk menjaga ketahanan energi nasional, harus secara terus menerus melakukan penelitian untuk menemukan sebab-sebab terjadinya kebakaran tersebut. Oleh karena itu, permasalahan yang diteliti dapat dirumuskan apakah yang menjadi akar penyebab (*root cause*) kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kecelakaan kebakaran yang terjadi pada industri migas di Indonesia tahun 2006 – 2010.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui penyebab dasar kecelakaan kebakaran akibat faktor kinerja manusia.
2. Mengetahui penyebab dasar kecelakaan kebakaran akibat faktor peralatan.
3. Mengetahui akar-akar penyebab dari kecelakaan kebakaran yang terjadi dalam industri migas di Indonesia.
4. Mengetahui akar penyebab utama dari kecelakaan kebakaran yang terjadi dalam industri migas di Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

Sebagai sarana dalam menerapkan keilmuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja khususnya dalam menganalisis akar penyebab kebakaran pada industri migas di Indonesia.

1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan

Sebagai masukan untuk lebih meningkatkan kinerja penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya upaya-upaya untuk mencegah terjadinya kebakaran.

1.4.3 Manfaat Bagi Institusi Akademik

Memberi tambahan perbendaharaan ilmu dan pengetahuan dalam menganalisis akar penyebab kecelakaan kebakaran pada industri migas.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor akar penyebab kecelakaan kebakaran pada industri migas yang beroperasi di Indonesia dengan menggunakan metode TapRoot®. Oleh karena itu, penelitian dilakukan pada seluruh perusahaan minyak dan gas yang berada di Indonesia baik yang beroperasi pada kegiatan hulu maupun kegiatan hilir yang mengalami kecelakaan kebakaran dalam kurun waktu tahun 2006–2010.

Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder berdasarkan laporan kejadian atau laporan investigasi yang tercatat di Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas. Penelitian ini bersifat kualitatif dengan hanya mengolah data sekunder tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecelakaan

2.1.1 Definisi Kecelakaan

Banyak definisi kecelakaan yang telah dikemukakan oleh beberapa peneliti dan umumnya mempunyai kesamaan dan saling melengkapi.

Kecelakaan adalah kejadian yang tidak direncanakan dan tidak dikontrol dimana terjadi aksi dan reaksi pada suatu objek, zat, orang atau hasil radiasi yang menyebabkan orang cedera atau mungkin hal itu terjadi (Heinrich, Peterson dan Roos, 1980).

Menurut Bird dan Germain (1986), kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan, yang dapat mengakibatkan cedera pada manusia, kerusakan pada harta benda atau kerugian proses. Kejadian tersebut dapat terjadi ditempat kerja maupun diluar lingkungan kerja. Kejadian ini biasanya terjadi karena adanya kontak dengan sumber energi antara lain energi kinetik, energi listrik, energi kimia, energi panas dan lain-lain.

Dalam UU No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, kecelakaan kerja diartikan sebagai suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki, yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktifitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia atau harta benda. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 3 tahun 1998 tentang Tata Cara Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan, kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban manusia dan harta benda.

Dari definisi-definisi tentang kecelakaan tersebut, secara umum kecelakaan kerja itu mengandung unsur-unsur:

- Kejadian yang tidak diduga karena dibelakang peristiwa kecelakaan tidak terdapat unsur kesengajaan dan perencanaan.
- Tidak diinginkan atau diharapkan, karena setiap peristiwa kecelakaan akan selalu disertai kerugian baik fisik maupun mental.

- Selalu menimbulkan kerugian dan kerusakan yang sekurang-kurangnya menyebabkan gangguan proses kerja.

2.1.2 Teori Penyebab Kecelakaan

Dalam proses terjadinya kecelakaan terkait empat unsur produksi yaitu orang, peralatan, bahan/ material dan lingkungan yang saling berinteraksi dan bersama-sama menghasilkan suatu produk atau jasa. Kecelakaan terjadi dalam proses interaksi tersebut yaitu ketika terjadi kontak antara manusia dengan alat, material dan lingkungan juga dimana seseorang berada.

Kecelakaan dapat terjadi karena kondisi alat atau material yang kurang baik atau berbahaya. Kecelakaan juga dapat dipicu oleh kondisi lingkungan kerja yang tidak aman. Di samping itu, kecelakaan juga dapat bersumber dari manusia yang melakukan kegiatan di tempat kerja dan menangani alat atau material.

Saat ini banyak dikembangkan model atau teori kecelakaan oleh para ahli seperti Heinrich, Frank Bird, James Reason, Peterson dan lainnya. Mereka mengemukakan berbagai teori kecelakaan mulai dari perspektif kesalahan manusia, manajemen, sistem dan perilaku.

1. Teori Domino Heinrich

Teori ini diperkenalkan oleh H.W. Heinrich pada tahun 1930. Menurut Heinrich, 88% kecelakaan disebabkan oleh perbuatan/ tindakan tidak aman dari manusia (*unsafe act*), sedangkan sisanya disebabkan oleh hal-hal yang tidak berkaitan dengan kesalahan manusia, yaitu 10% disebabkan oleh kekeliruan, kesalahan yang dilakukan manusia. Menurutnya, tindakan dan kondisi yang tidak aman akan terjadi bila manusia berbuat suatu kekeliruan. Hal ini lebih jauh menurutnya disebabkan karena faktor karakteristik manusia itu sendiri yang dipengaruhi oleh keturunan dan lingkungannya.

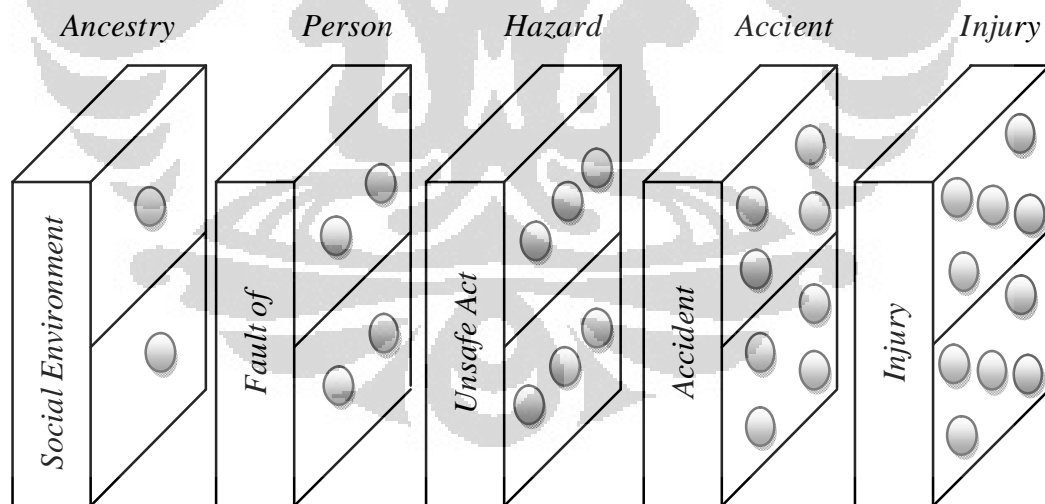
Teori ini menggambarkan rangkaian penyebab kecelakaan secara berurutan, yang digambarkan dalam lima kartu domino yang berdiri sebagai satu kesatuan. Jika satu domino jatuh maka domino ini akan menimpa domino-domino lainnya hingga domino yang terakhirpun jatuh, artinya terjadi kecelakaan. Jika

salah satu dari domino (sebab-sebab) itu dihilangkan, misalnya kita melakukan tindakan keselamatan kerja yang benar, maka tidak akan ada kecelakaan.

Lima faktor dalam teori ini yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan yang saling berurutan yaitu:

1. Sifat bawaan atau faktor keturunan seseorang dan lingkungan sosial (*ancestry and social environment*). Faktor karakteristik manusia itu sendiri dan lingkungannya yang mempengaruhi perkembangan karakteristiknya.
2. Kesalahan orang (*fault of person*), seperti kecerobohan, temperamental, gugup, mengabaikan praktek-praktek yang aman dan lain-lain.
3. Tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan potensi bahaya mekanikal atau fisik sebagai penyebab langsung kecelakaan.
4. Kecelakaan (*accident*), seperti terjatuh, tertabrak, terhantam material atau mesin dan lain-lain, merupakan tipe kecelakaan yang mengakibatkan cedera.
5. Cedera (*injury*), seperti luka, patah tulang dan lain-lain merupakan akibat langsung dari kecelakaan.

(Heinrich, Peterson dan Roos, 1980)



**Gambar 2.1 Lima Faktor Dalam Rangkaian Kecelakaan
(Heinrich, Peterson dan Roos, 1980)**

Ada dua hal penting dalam teori domino Heinrich ini, yaitu:

1. Cedera (*injury*) disebabkan oleh faktor-faktor tindakan sebelumnya.
2. Pemindahan kejadian yang dapat menimbulkan insiden, terutama pekerja yang bertindak tidak aman atau kondisi tempat kerja yang berpotensi menimbulkan bahaya, dapat mencegah terjadinya kecelakaan dan cedera.

Heinrich percaya bahwa tindakan tidak aman lebih banyak menyebabkan kecelakaan daripada kondisi tidak aman. Oleh karena itu, filosofi pencegahan kecelakaan berfokus pada penghilangan tindakan tidak aman dan faktor yang berhubungan dengan manusia.

2. Teori Multi Penyebab (*Multiple Factor Theory*)

Teori Domino diyakini banyak ahli terlalu sederhana. Kecelakaan terjadi dimungkinkan disebabkan oleh berbagai faktor tindakan secara bersamaan. Dalam teori ini, kombinasi faktor-faktor tersebut secara acak menyebabkan terjadinya insiden atau kecelakaan.

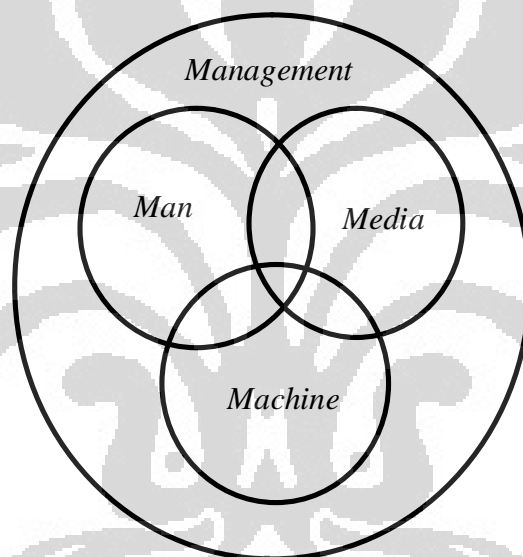
Groose dalam teorinya tentang multi penyebab ini, memakai 4 Ms untuk menunjukkan penyebab kecelakaan yaitu: *man*, mesin (*machine*), media, dan manajemen (Brauer, 2006). *Man* merujuk kepada orang. *Machine* merujuk kepada alat, peralatan atau kendaraan yang berkontribusi menyebabkan kecelakaan. Media meliputi kondisi sekitar lingkungan terjadinya kecelakaan, seperti cuaca, permukaan jalan dan sebagainya. Sedangkan manajemen adalah yang mengatur ketiga faktor tersebut ada dan dijalankan.

Dalam teori ini, masing-masing faktor mempunyai karakteristik yang perlu diidentifikasi dalam hal terjadinya kecelakaan.

1. Orang atau manusia, karakteristiknya antara lain: psikologis, jenis kelamin, umur, tinggi badan, tingkat keahlian, jumlah pelatihan yang diikuti, kekuatan, bentuk tubuh, motivasi, emosionalnya dan lain-lain.
2. Mesin, karakteristiknya meliputi ukuran, berat, bentuk, sumber energi yang digunakan untuk menggerakannya, tipe pergerakan atau perpindahannya, keberadaan alat kontrol dan material konstruksinya.

3. Media, karakteristiknya antara lain kondisi udara di dalam ataupun di luar gedung, salju atau air di jalanan dan sebagainya.
4. Manajemen, karakteristiknya meliputi gaya manajemen, struktur organisasi, kebijakan, peraturan keselamatan, prosedur dan alur komunikasi.

Teori ini sangat bermanfaat digunakan untuk dalam usaha pencegahan kecelakaan. Teori ini membantu mengidentifikasi karakteristik atau faktor yang terlibat dalam aktivitas. Karakteristik dapat dianalisis untuk melihat kombinasi yang paling mungkin menyebabkan kecelakaan. Karakteristik ini secara langsung dapat digunakan menyelidik untuk mendapatkan penyebab kecelakaan tersebut.



Gambar 2.2 Empat Faktor Sistem Keselamatan: 4 Ms (Brauer, 2006)

3. Teori Faktor Manusia (*Human Factors Theory*)

Istilah *human factors* sering diaplikasikan pada beberapa faktor yang berhubungan dengan manusia karena *human factors* merupakan elemen manusia yang paling fleksibel dan merupakan bagian penting dari sebuah sistem. Salah satu penerapan dari *human factors* ini adalah SHELL model. SHELL model merupakan model yang sangat membantu dalam memahami *human factors*.

Konsep ini pertama kali dikembangkan oleh Edward pada tahun 1972 dimana konsep *human factors* hanya terdiri dari lingkungan-manusia-mesin. Kemudian tahun 1975, Hawkins mengembangkan konsep SHELL dengan

menginterpretasikan dari inisial awal tiap-tiap komponen yaitu: *liveware* (manusia), *hardware* (mesin), *software* (prosedur, simbologi, dll) dan *environment* (situasi dimana sistem LHS harus berfungsi). Keempat komponen tersebut saling berinteraksi satu sama lain. Hubungan keempat komponen ini akan diuraikan di bawah ini.

a. *Liveware* (Manusia)

Manusia merupakan pusat perhatian dalam model ini, karena manusia merupakan komponen yang paling kritis dan fleksibel di dalam sistem, serta mempunyai kemampuan tetapi memiliki keterbatasan. Garis tepi dari tiap komponen ini bukan garis lurus, begitu juga komponen lainnya, sehingga interaksi manusia dengan komponen lain harus cermat dan benar-benar sesuai untuk menghindari adanya kecelakaan. Ada beberapa karakteristik yang perlu dipahami dari komponen utama ini, diantaranya:

1. Ukuran dan bentuk fisik (*physical size and shape*)

Desain area kerja dan peralatan harus disesuaikan dengan ukuran tubuh, jangkauan dan kenyamanan yang bervariasi sesuai umur, suku dan jenis kelamin.

2. Kebutuhan fisik (*physical needs*)

Berkaitan dengan kebutuhan fisik manusia seperti makanan, air dan oksigen.

3. Karakteristik masukan (*input characteristic*)

Manusia dilengkapi dengan panca indra untuk mengenal suatu stimulus, tetapi hal ini sangat subjektif dan bisa mengalami penurunan fungsi baik karena usia atau faktor yang lain.

4. Proses informasi (*information processing*)

Kemampuan manusia memiliki keterbatasan dalam mengolah informasi. Kegagalan dari sistem peringatan tanda bahaya dan *instrument* yang buruk disebabkan oleh ketidakmampuan dan keterbatasan manusia mengolah sistem. Tidak hanya itu, daya ingat baik jangka pendek maupun panjang juga berpengaruh, seperti halnya motivasi dan stress yang ada pada tiap individu.

5. Karakteristik keluaran (*output characteristic*)

Informasi yang masuk akan diolah dan diproses, kemudian disampaikan ke otot-otot untuk memberikan respon baik berupa gerakan maupun isyarat-isyarat tubuh yang menandakan sebuah komunikasi.

6. Toleransi lingkungan (*environmental tolerance*)

Suhu, tekanan, kelembaban, kebisingan, pencahayaan, ruang tertutup, suasana membosankan atau lingkungan kerja yang penuh tekanan juga dapat mempengaruhi.

b. Liveware-Hardware

Hubungan antara manusia dengan mesin paling sering dipertimbangkan ketika membicarakan sistem manusia-mesin. Desain tempat duduk harus disesuaikan dengan karakteristik tubuh manusia dan pekerjaannya. Tampilan (warna/bentuk) harus mudah dimengerti dan diletakkan pada posisi yang mudah dijangkau.

c. Liveware-Software

Interaksi ini menekankan hubungan manusia dan aspek-aspek non fisik dari sistem seperti prosedur, buku panduan, *check-list*, simbologi dan program komputer. Masalah yang terjadi pada interaksi ini cenderung sulit diselesaikan (sebagai contoh, kesalahan mempersiapkan *check-list* atau simbologi).

d. Liveware-Environment

Merupakan interaksi manusia terhadap perubahan lingkungannya dan juga bagaimana mengadaptasikan lingkungan terhadap manusia. Sebagai contoh, pemasangan *exhaust-fan*, *air conditioner*, pengaturan tekanan udara pada kabin pesawat terbang.

e. Liveware-Liveware

Merupakan interaksi antara manusia dengan manusia. Manusia merupakan bagian dari tim kerja. Tim merupakan suatu fungsi yang bukan hanya dinilai dari kualitas tiap-tiap orang di dalamnya, melainkan bagaimana suatu kepemimpinan, kerjasama dan interaksi antar individu diterapkan di dalamnya.

4. Teori Kesalahan Manusia (*Human Error Theory*)

Teori ini dikembangkan berdasarkan pengertian bahwa *human error* atau kesalahan manusia merupakan gambaran tindakan seseorang yang berbeda dari yang diinginkan dan ia harus bertanggung jawab atas konsekuensi perilaku tersebut. Pengelompokan *human error* yang pertama kali dilakukan oleh Heinrich (1931) yang menyebutkan bahwa kecelakaan terjadi karena adanya tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman. Kemudian Rasmunssen (1987), berpendapat bahwa *human error* dapat terjadi berdasarkan *skill based*, *rule based* dan *knowledge based*. Selain itu, James Reason (1987) juga mengemukakan pendapatnya bahwa *human error* dapat terjadi karena *slips*, *lapses*, *mistake* dan *violation*.

Kesalahan manusia juga berarti sebuah kegagalan manusia (*human failure*) untuk melakukan suatu tugas secara memuaskan dan kegagalan tersebut bukan disebabkan faktor-faktor yang tidak bisa dikendalikan oleh manusia. *Swiss Cheese Model* merupakan salah satu model yang dikembangkan oleh James Reason sebagai model yang menjelaskan tentang *human error*.

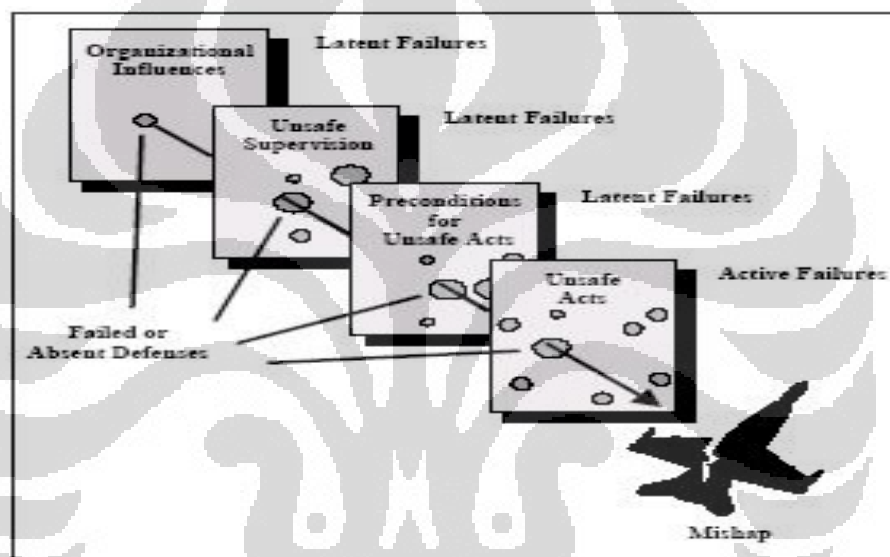
5. Teori *Swiss Cheese Model*

Teori ini dikembangkan oleh James Reason tahun 1990 yang menjelaskan kecelakaan berdasarkan kesalahan manusia. Model ini tidak hanya fokus pada kesalahan operator semata tetapi juga karena kesalahan manusia dalam manajemen dan pengawasan.

Model *Swiss Cheese* dibentuk berdasarkan hubungan antara potensi bahaya (*hazard*), pertahanan (*defenses*), dan kerugian (*losses*). Dalam model ini diidentifikasi tiga tingkat pertahanan yaitu berdasarkan faktor organisasi, faktor tempat kerja dan faktor manusia. Setiap pertahanan memungkinkan terbentuk lubang-lubang. Jumlah dan ukuran lubang-lubang ini akan menentukan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Kegagalan dalam teori digambarkan sebagai lubang pada keju, dimana keju itu sendiri diibaratkan sebagai mekanisme pertahanan untuk mencegah terjadinya kecelakaan.

Model ini terdiri dari empat tahapan atau lapisan (*layers*), dimana pada setiap tahap merupakan penyebab-penyebab terjadinya kecelakaan dan setiap tahap memiliki mekanisme pertahanan. Keempat tahapan tersebut adalah tindakan

tidak aman (*unsafe act*), kondisi awal untuk tindakan tidak aman (*preconditions for unsafe acts*), pengawasan yang tidak aman (*unsafe supervision*) dan pengaruh organisasi (*organizational influences*). Tindakan tidak aman disebut sebagai kegagalan aktif (*active failure*), selanjutnya ketiga tahap lainnya dikategorikan sebagai kegagalan laten (*latent failure*). Kegagalan aktif (*active failure*) adalah kegagalan yang terjadi pada saat adanya kontak antara manusia dan beberapa aspek pada sistem yang lebih luas. Sedangkan kegagalan laten adalah kegagalan yang tidak tampak/ terlihat atau tidak terdeteksi yang dapat menyebabkan kerugian.



Gambar 2.3 Reason's Swiss Cheese Model (Reason, 1997)

6. Teori Haddon (*Energy Theory*)

William Haddon mengajukan teori ini berdasarkan pendekatan bahwa kecelakaan dan *injury* yang terjadi oleh karena perpindahan atau transfer energi. Kecelakaan terjadi disebabkan energi terlepas secara tiba-tiba, tidak direncanakan dan tidak terkontrol melebihi toleransi yang mengenai orang atau properti seperti badai, kebakaran, cahaya dan kendaraan. Dalam teori energi ini, jumlah energi diartikan sebagai energi yang dipindahkan dan laju perpindahan energi dihubungkan dengan jenis dan *severity injury*. Kadang-kadang teori ini disebut *energy release theory* karena laju energi yang dilepaskan merupakan komponen penting.

Dalam teori ini, Haddon memberikan 10 strategi untuk mencegah atau mengurangi kerugian yaitu:

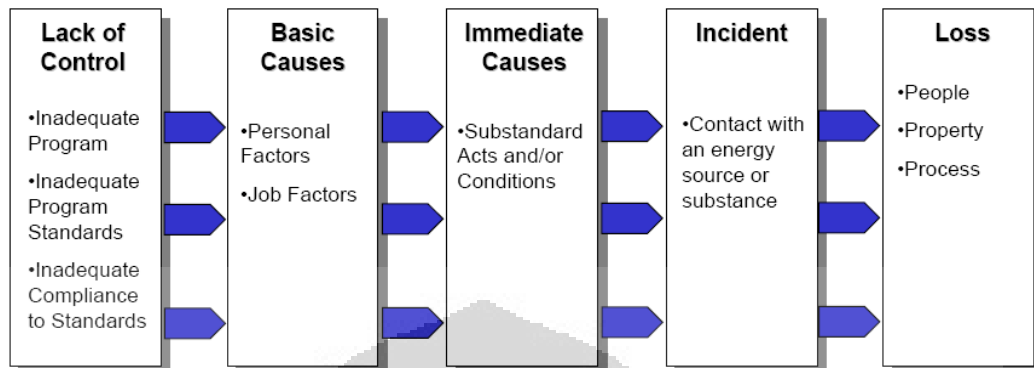
1. *Prevent the marshaling of energy*, tidak memproduksi energi atau mengubah bentuk energi tersebut ke bentuk lain sehingga tidak menyebabkan kecelakaan.
2. *Reducing the amount of energy marshalled*, meminimalkan jumlah potensi bahaya atau *hazard*.
3. *Prevent the release of energy*, mengendalikan *hazard* dengan sistem pengaman.
4. *Modify the rate of release*, mengurangi laju pelepasan energi.
5. *Separate in space or time*, memisahkan *hazard* dari target baik berdasarkan ruang dan waktu.
6. *Interpose material barriers*, memakai pengaman untuk memisahkan *hazard* dari target.
7. *Modify shock concentration surfaces*, membuat bentuk permukaan yang memungkinkan kontak dengan manusia lebih rata, seperti sudut lebih bundar atau bulat.
8. *Strengthen the target*, membuat target lebih kuat atau tangguh.
9. *Limit the damage*, mengurangi kerusakan ketika *hazard* mengenai target dengan mendeteksi kerusakan secara cepat dan melakukan penanggulangan secara terus menerus.
10. *Rehabilitate persons and objects*, segera melakukan pemeriksaan kesehatan orang atau memperbaiki peralatan yang mengalami kerusakan.

(Brauer, 2006)

7. Loss Causation Model (Bird, 1990)

Teori domino Bird merupakan modifikasi dari teori kecelakaan Heinrich. Dalam teori ini dilakukan modifikasi pada domino ke 4 dan 5, yaitu *fault of person* dan *social environment* menjadi penyebab dasar dan kelemahan kontrol manajemen. Teori ini relatif sederhana karena berisikan petunjuk yang memudahkan penggunaannya untuk memahami bagaimana menemukan fakta

penting dalam rangka mengendalikan meluasnya kecelakaan dan kerugian termasuk persoalan manajemen.



Gambar 2.4 Loss Causation Model, Frank E. Bird Jr. (1990)

a. Kurangnya Kontrol Manajemen (*Lack of Management*)

Lemahnya pengawasan disini adalah kurangnya pengawasan sebagai suatu fungsi manajerial professional yang harus dilaksanakan oleh semua anggota yang terlibat dalam manajemen.

Ada 3 unsur umum yang menyebabkan kurangnya kontrol manajemen, yang antara lain adalah :

1. Program yang tidak cukup baik karena tidak ada dalam sistim
2. Program standar yang tidak memadai
3. Pemenuhan terhadap standar yang tidak memadai

b. Penyebab Dasar (*Basic Causes*)

Adalah faktor-faktor yang berkontribusi dalam terjadinya suatu kecelakaan yang berperan sebagai pencetus awal terjadinya kecelakaan (Frank Bird, 1990). Penyebab dasar dibagi menjadi 2 yaitu :

1. *Human Factor* (faktor manusia) seperti : kemampuan fisik / fisiologis yang tidak memadai, stres fisik atau fisiologis, dll
2. Faktor Pekerjaan, seperti : kepemimpinan dan/atau supervisi yang tidak memadai, pembelian yang kurang memadai, dll

c. Penyebab Langsung (*Immediate Causes*)

Penyebab langsung adalah suatu keadaan / kondisi yang dapat dilihat dan dirasakan langsung, dan secara umum penyebab langsung dibagi menjadi dua, yaitu: tindakan-tindakan yang tidak aman (*unsafe acts*) dan kondisi-

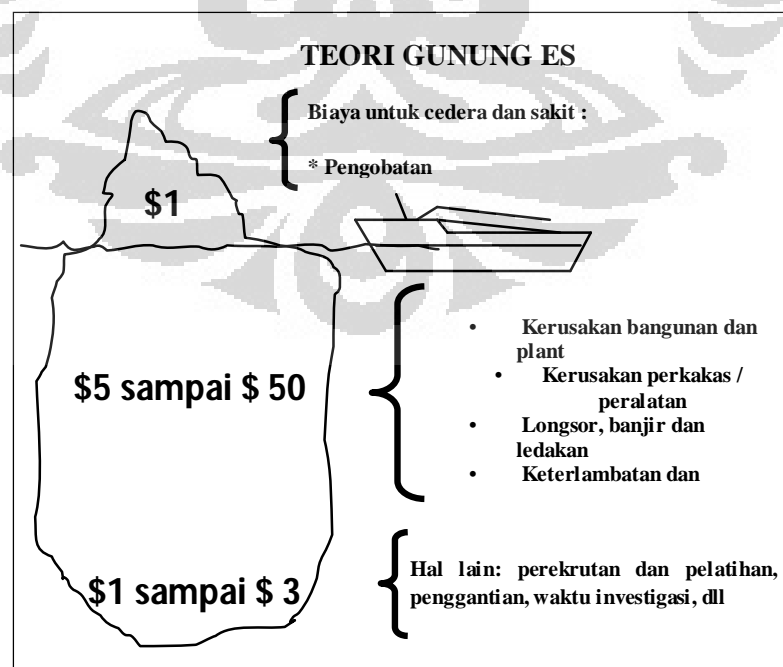
kondisi yang tidak aman (*unsafe conditions*) yang dapat memungkinkan terjadinya insiden.

d. Insiden

Peristiwa atau kejadian yang terjadi sebelum kerugian, peristiwa dapat menyebabkan cedera atau kerusakan. Contoh kejadian insiden menurut ILCI *Loss Caution Model* seperti: terhempas (menabrak atau membentur), terpukul oleh (terbentur oleh objek bergerak), terperangkap (terjepit), dll.

e. Kerugian

Suatu kecelakaan yang terjadi pasti akan menimbulkan kerugian. Besarnya kerugian akibat kecelakaan kerja dapat diasumsikan dalam teori gunung es. Bagian atas dari gunung es yang terlihat dipermukaan air menunjukkan besarnya kerugian/ biaya langsung yang dapat dihitung sedangkan bagian yang berada dibawah permukaan menunjukkan biaya yang tidak langsung yang jumlahnya lebih banyak, yang seluruhnya ditanggung oleh perusahaan. Perbandingan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung berkisar 1:6 sampai 1:53. Akibat dari terjadinya kecelakaan adalah kerugian. Kerugian yang terlihat nyata atau biaya langsung adalah cedera pada manusia, kerusakan harta benda, dan terganggunya proses kerja (Bird, 1990).



Gambar 2.5 Teori Gunung Es Bird

2.2 Analisis Kecelakaan

Analisis kecelakaan merupakan metode untuk menguji dan mengevaluasi semua bukti-bukti dan rekaman identifikasi selama penyelidikan kecelakaan. Menganalisis penyebab kecelakaan adalah hal yang paling sulit sekaligus paling penting yang harus dilakukan oleh manajemen. Analisis kecelakaan dilakukan untuk menemukan sebab atau penyebab kecelakaan dan selanjutnya membuat usaha-usaha untuk mencegah tidak terjadi kecelakaan yang sama.

Analisis kecelakaan dilakukan dalam empat tahapan yaitu:

1. Pengumpulan fakta-fakta sebagai gambaran terjadinya kecelakaan
2. Menganalisa fakta-fakta yang relevan
3. Membuat kesimpulan, jika kronologis kecelakaan cukup informatif maka kesimpulan dapat digambarkan tentang faktor penyebab dan kontribusinya
4. Membuat tindakan pencegahan atau rekomendasi untuk mencegah tidak terjadi kecelakaan yang sama.

Banyak metode yang digunakan dalam menganalisis kecelakaan dengan berbagai tingkat kerumitannya. Salah satu metode yang digunakan dalam menemukan akar permasalahan adalah *root cause analysis* (RCA). *Root cause analysis* membantu mengidentifikasi apa, bagaimana dan mengapa sesuatu itu terjadi. Mengidentifikasi akar penyebab (*root causes*) adalah kunci utama dalam melakukan pencegahan tidak terulangnya kejadian tersebut.

2.2.1 Metode *Root Cause Analysis* (RCA)

Root cause analysis (RCA) adalah suatu proses yang dirancang untuk melakukan investigasi dan mengelompokkan akar masalah dari setiap kejadian yang berhubungan dengan keselamatan, kesehatan, lingkungan, mutu, kehandalan dan pengaruh produksi. RCA merupakan proses identifikasi faktor penyebab dengan menggunakan teknik yang dirancang berfokus pada identifikasi dan pemecahan masalah. Singkatnya, RCA adalah alat yang dirancang untuk membantu mengidentifikasi tidak hanya apa dan bagaimana suatu kejadian terjadi, tetapi juga mengapa kejadian tersebut terjadi.

Empat tahap proses dalam RCA yang harus diikuti yaitu: pengumpulan data, membuat bagan faktor penyebab (*causal factor*), mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) dan membuat rekomendasi dan implementasinya.

Metode RCA harus secara benar mengikuti elemen-elemen ini yaitu: mengidentifikasi masalah, penentuan pentingnya masalah, mengidentifikasi penyebab langsung sebelumnya dan masalah disekitarnya, mengidentifikasi alasan mengapa penyebab sebelumnya masih ada dan menjadi akar penyebab. Dalam menemukan akar penyebab dengan metode ini, dapat dilakukan dengan teknik secara otomatis dan manual.

Beberapa teknik yang biasa digunakan memecahkan masalah dalam RCA ini antara lain: *5 Why's*, *fault tree analysis* (FTA), *fishbone diagram*, *Kepner-Tregoe analysis*, *change analysis* dan *TapRoot® RCA*. Masing-masing teknik mempunyai kelebihan dan kelemahan.

1. *5 Why Analysis*

Teknik ini sangat konseptual dan pendekatannya berdasarkan fakta untuk menganalisis akar penyebab. Teknik ini diadopsi dari konsep sistem manajemen Jepang yaitu Kaizen. Pertama kali diperkenalkan oleh Mr. Shingo di dalam pabrik yang memproduksi rantai. Mr. Shingo secara terus menerus lima kali atau lebih bertanya mengapa untuk mendapatkan akar permasalahan yang sebenarnya. Dengan pertanyaan ini membantu pekerja menceritakan permasalahan dan mendapatkan sumber permasalahan. *5 Why* dapat membantu secara cepat menemukan akar permasalahan dan sekaligus upaya pencegahannya.

Konsep dalam teknik *5 Why* sangat sederhana yaitu terdiri dari lima tahapan sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi masalah
- b. Mengajukan pertanyaan: mengapa hal ini terjadi? Untuk semua penyebab yang ada dalam pikiran kita
- c. Setiap penyebab diidentifikasi dengan mengajukan pertanyaan kembali: mengapa hal ini terjadi?
- d. Mengulangi kembali dua sampai tiga kali tahap dengan mengajukan pertanyaan 'mengapa' lima kali.

e. Menemukan solusi dan mencegah akar penyebab secara menetap.

Kelebihan teknik 5 *Why* ini antara lain:

- Sederhana, mudah digunakan dan tidak diperlukan alat tambahan
- Efektif, secara cepat menemukan akar permasalahan dan upaya pencegahannya
- Komprehensif, membantu menentukan hubungan antara berbagai penyebab masalah
- Fleksibel, dapat dikombinasikan dengan teknik pemecahan masalah yang lain
- Menarik, sangat alami.
- Murah, tidak ada tambahan biaya, cukup dengan latihan saja.

Sedangkan kelemahan dari teknik ini adalah penyebab masalah hanya berdasarkan opini satu orang, hanya satu akar permasalahan yang dapat diidentifikasi dari setiap pertanyaan dan hanya orang yang sangat berpengalaman yang dapat melakukannya.

2. *Fault Tree Analysis (FTA)*

FTA adalah suatu teknik deduktif yang difokuskan pada suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan selanjutnya dicari penyebab-penyebab dari kejadian tersebut. FTA menggunakan suatu diagram yang diawali dengan kejadian yang dikehendaki sebagai *top event* dan selanjutnya ditelusuri kombinasi kejadian yang menyebabkan terjadinya *top event*.

FTA dilakukan dengan pendekatan yang bersifat top down yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *top event* sampai kepada suatu kegagalan dasar.

3. *Fishbone* atau *Ishikawa Diagram*

Teknik ini mungkin yang paling tua dan paling banyak diketahui dalam menganalisis akar permasalahan. Biasanya teknik ini digunakan dengan mengklasifikasikan kemungkinan penyebab dalam empat area yaitu manusia, metoda, bahan dan mesin.

Dalam teknik ini setiap orang dapat terlibat dan memberi saran tambahan ataupun opini yang mungkin menjadi penyebab permasalahan. Oleh karena itu teknik sangat baik dalam mendapatkan pendapat-pendapat setiap individu dan inilah yang menjadi kelebihan teknik ini. Sedangkan kelemahan teknik ini terletak pada keterbatasan setiap orang dalam menjelaskan atau mengurai berbagai tingkat pertanyaan mengapa. Bahkan yang paling buruk jika opini-opini tersebut diambil suara terbanyak dalam menentukan akar permasalahannya.

4. *Kepner-Tregoe Analysis*

Komponen utama teknik ini meliputi analisis masalah, analisis potensi masalah, analisis situasi dan analisis keputusan. Analisis masalah berisi bentuk analisis akar penyebab, sedangkan analisis keputusan berfokus pada bagaimana mengevaluasi kemungkinan penyebab lain berdasarkan fakta sebagai opsi akar penyebab. Teknik ini sangat baik dalam menginvestigasi permasalahan dan bahkan dapat menemukan akar masalah yang lebih spesifik serta memberi alternatif tindakan perbaikan yang baik.

5. *Change Analysis*

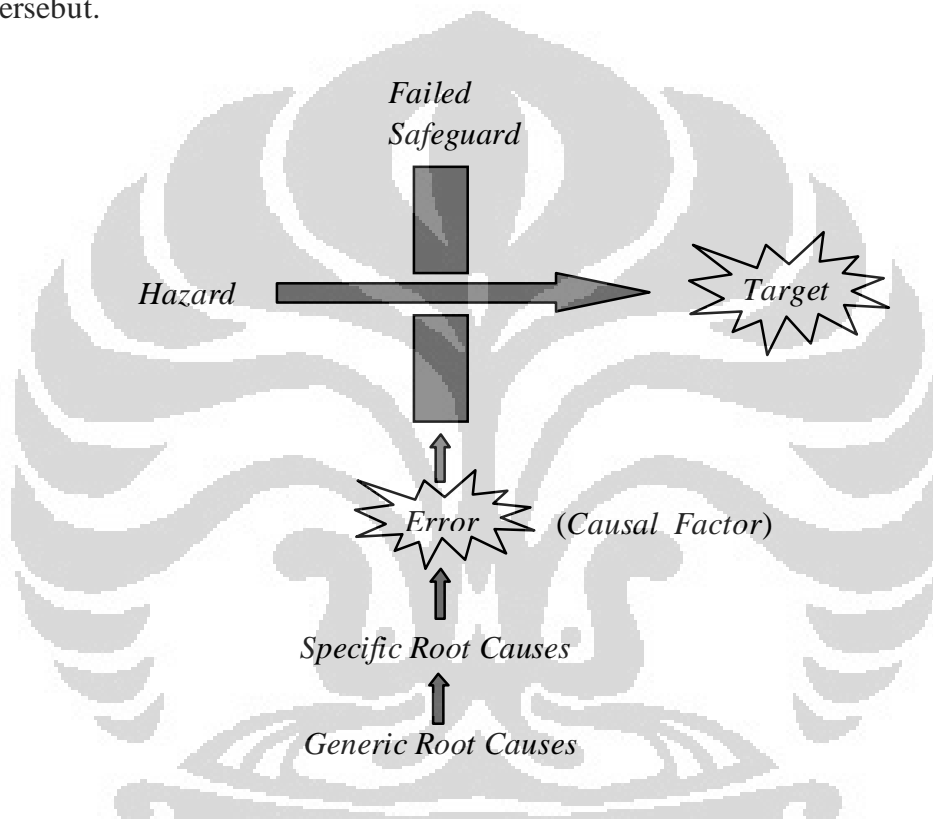
Dalam menganalisis masalah, teknik ini selalu menggunakan perbandingan apa yang seharusnya terjadi dengan apa yang telah terjadi, tetapi tidak berusaha mendapatkan akar penyebab, tindakan perbaikan dan pencegahan masalah pada masa depan.

6. *TapRooT® RCA*

TapRooT® adalah suatu sistem, pelatihan dan perangkat lunak untuk menganalisis akar penyebab permasalahan. Sistem TapRooT® menolong orang memecahkan masalah dengan menemukan akar penyebab masalah secara pasti dan ketika akar penyebab masalah tersebut dikoreksi, maka diharapkan tidak terjadi lagi kejadian serupa. Metode ini digunakan sampai ditemukan *Root Cause*, kebenaran dari kemampuan menggali data ke peralatan, kejujuran pelaku, penyelidikan, mudah pada tingkat pelatihan bagi penyelia tentang TapRooT®.

2.3 Analisis Kecelakaan Dengan Metode TapRoot®

Model TapRoot® dikembangkan dari berbagai model penyebab kecelakaan seperti *Reason's Swiss Cheese Model*, teori Haddon dan sebagainya. Dalam sistem TapRoot® memperkenalkan model penyebab kecelakaan dengan konsep bahwa kecelakaan terjadi dimulai dari tindakan-tindakan yang menimbulkan kesalahan-kesalahan dalam sistem pengamanan dan kesalahan ini pada dasarnya mempunyai akar yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan tersebut.



Gambar 2.6 Gambaran Akar Masalah Sebagai Penyebab Kecelakaan dalam Model TapRoot® (Paradies dan Unger, 2008)

Dalam model TapRoot®, setiap kesalahan (*error*) disebut sebagai faktor penyebab (*causal factor*). Setiap faktor penyebab paling sedikit mempunyai satu akar penyebab yang khusus (*specific root cause*) dan mungkin mempunyai satu atau lebih akar penyebab yang lebih umum (*generic root cause*). Hampir semua *specific root cause* berhubungan dengan tipe kesalahan manusia (*human error*) (Paradies dan Unger, 2008).

Sistem TapRoot® merupakan proses dan teknik untuk investigasi/penyelidikan, menganalisis, dan mengembangkan tindakan perbaikan suatu

insiden/ kecelakaan secara sistematis dan objektif. Sasaran dari sistem TapRoot® ini adalah untuk menentukan faktor-faktor akar penyebab dari suatu insiden/ kecelakaan. Hal ini dicapai melalui pengembangan *flow chart* peristiwa yang terjadi, mengidentifikasi kondisi yang memberi pengaruh pada peristiwa yang dapat diidentifikasi sebagai faktor penyebab. TapRoot® berfokus pada kinerja dari sistem.

TapRoot® merupakan suatu sistem yang handal dalam menemukan akar penyebab dari kesalahan manusia dan kegagalan peralatan. Sistem penyelidikan kecelakaan dengan metode TapRoot® berguna untuk mencari aspek kinerja manusia dan peralatan yang menjadi penyebab kecelakaan, bahkan juga dapat dicari dari permasalahan bencana alam dan penyebab lain yang masih belum diketahui.

Dibawah ini beberapa keunggulan metode TapRoot® jika dibandingkan dengan metode lain sebagaimana yang telah dijelaskan di atas dalam menganalisis akar permasalahan.

1. Metode ini merupakan proses yang tertutup (*closed loop process*) dalam hal mendefinisikan masalah, mengidentifikasi masalah dan melakukan tindakan perbaikan.
2. Mengidentifikasi rangkaian dan kondisi kejadian yang lebih lengkap untuk memberikan gambaran kejadian.
3. Dalam menentukan akar penyebab, teknik ini mengandalkan pendapat yang paling utama yang didapat berdasarkan pengembangan definisi operasional dan pertanyaan.
4. Proses ini mendukung identifikasi penyebab umum, yang mana jika dilakukan tindakan perbaikan akan mencegah timbulnya permasalahan yang sama.
5. Dalam perangkat lunaknya (*software*) memiliki ratusan tindakan perbaikan yang dapat digunakan dalam mencegah terjadinya permasalahan.
6. Proses dalam metode ini didasari teori faktor manusia (*human factor theory*), dimana faktor orang adalah menjadi kunci utama suksesnya suatu organisasi dan sumber utama masalah adalah rancangan sebuah sistem dan proses penggunaannya.

7. Metode ini dapat digunakan oleh perseorangan dan tim.
8. Waktu yang digunakan dalam proses analisis lebih singkat dan cepat dengan hasil yang lebih memuaskan.

Metode TapRooT® merupakan suatu alat, perangkat lunak untuk menemukan akar penyebab yang sudah ada dan tercantum dalam Root Cause Tree®. Penyelidik atau investigator hanya mengikuti tahapan-tahapan analisis menuju daftar akar permasalahan yang sudah disiapkan. Akar penyebab hanya terbatas pada apa yang tercantum dalam Root Cause Tree®. Hal ini menjadi salah satu kelemahan atau keterbatasan dari metode TapRooT®. Data atau informasi yang tidak lengkap akan memberi hasil yang kurang akurat, sehingga akan mempengaruhi pada tindak lanjut pencegahan kecelakaan. Selain itu, metode TapRooT® ini hanya berfokus pada faktor manusia sebagai penyebab kecelakaan.

Penyelidikan kecelakaan dengan menggunakan sistem TapRooT® merupakan tipe penyelidikan kecelakaan bersifat reaktif, dimana penyelidikan dilakukan setelah insiden atau kecelakaan terjadi dan menyebabkan kerugian. Tujuh tahapan proses dalam penyelidikan kecelakaan pada sistem TapRooT® digambarkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Tahapan Proses TapRoot® Dalam Penyelidikan Kecelakaan

Tahapan	Teknik Yang digunakan
1. Rencana Investigasi	Spring SnapChart® Root Cause Tree® Equifactor®
2. Menentukan Rangkaian Kejadian	Summer SnapChart® Equifactor® CHAP Change Analysis
3. Menentukan Faktor Penyebab (<i>causal factors</i>)	Autum SnapChart® Equifactor® Safeguard Analysis
4. Menganalisis Faktor Penyebab untuk mendapatkan akar penyebab	Root Cause Tree®
5. Menganalisis <i>generic causes</i> dari setiap akar penyebab (<i>root causes</i>)	Root Cause Tree® Corrective Action Helper®
6. Mengembangkan dan Mengevaluasi tindakan perbaikan	Corrective Action Helper® SMARTER Matrix Safeguard Analysis
7. Laporan dan implementasi dari tindakan perbaikan	Winter SnapChart® TapRoot® Software

Sumber: Paradies dan Unger, 2008

2.3.1 *Root Cause Tree*®

Root Cause Tree® adalah bagian dari sistem TapRoot® untuk menganalisis akar penyebab dan menginvestigasi permasalahan. Seperti yang telah disebutkan di atas, setiap faktor penyebab (*causal factor*) akan dianalisis untuk mendapatkan akar permasalahan (*root cause*). Untuk menemukan *root cause* ini, didalam sistem TapRoot® menggunakan bagan pohon akar penyebab (*Root Cause Tree*®).

Root Cause Tree® merupakan lanjutan untuk menganalisis akar penyebab. *Root Cause Tree*® didisain untuk membantu investigator/penyelidik untuk mendapatkan akar penyebab atau permasalahan. Akar penyebab itu sendiri

didefinisikan sebagai penyebab dasar utama kecelakaan yang dapat diidentifikasi untuk dikontrol oleh manajemen secara permanen sehingga tidak terulang kejadian yang sama (Paradies dan Unger, 2008). *Root Cause Tree*® membantu penyelidik mengidentifikasi permasalahan kinerja peralatan dan manusia.

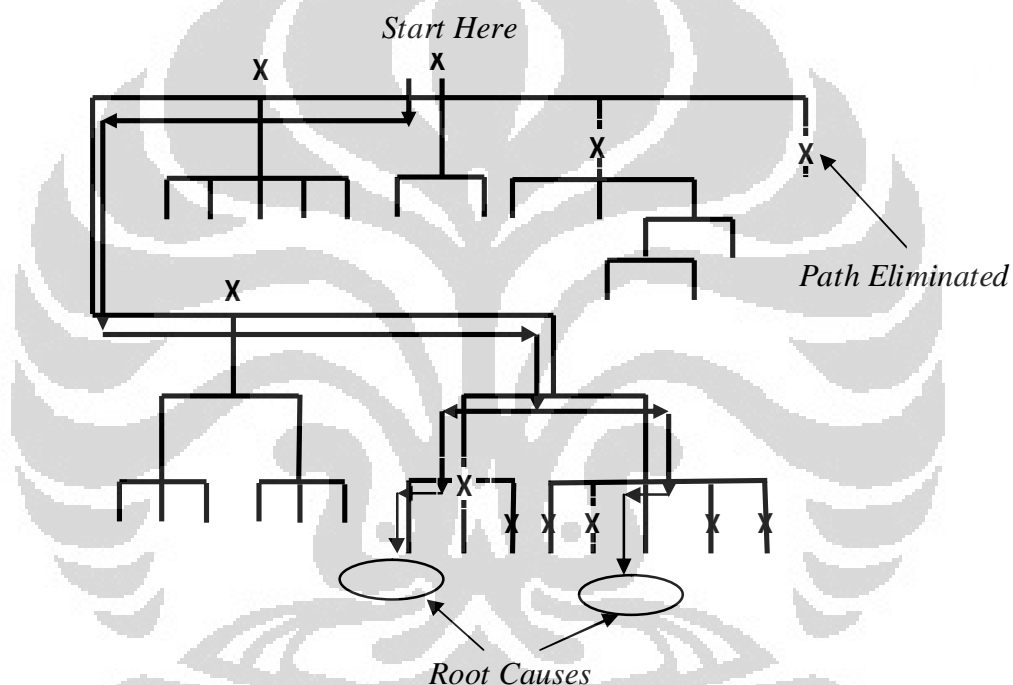
Root Cause Tree® dibuat dalam bentuk sebatang pohon. Tingkatan pohon ini terdiri dari 5 tingkatan. Gambar 2.5 secara grafik digambarkan hirarki bentuk pohon dari kategori paling umum di tingkat atas sampai pada akar penyebab yang spesifik (*specific root causes*) di tingkat dasar atau tingkat kelima.

Walaupun tidak ada simbol yang logis yang diperlihatkan di pohon tersebut, setiap titik cabang menunjukkan ketentuan dimana penyelidik diperbolehkan mengikuti satu atau lebih dari cabang-cabang itu guna mendapatkan akar penyebab.

Di bawah ini diuraikan secara sederhana tahapan pemakaian *Root Cause Tree*®.

1. Dimulai pada puncak atas pohon dengan satu faktor penyebab (*causal factor*) atau isu.
2. Turun ke bawah pohon yaitu memilih satu kategori yang cocok dengan *causal factor* dan menghilangkan kategori lainnya yang tidak sesuai.
3. Jika yang dipilih masalah kinerja manusia, maka 15 pertanyaan dalam pedoman pemecahan masalah kinerja manusia harus dijawab semuanya. Pertanyaan akan mengindikasikan kategori penyebab dasar untuk memeriksa akar penyebab
 - a. jika jawabannya “ya” untuk semua pertanyaan, kemudian akan dilanjutkan proses analisis masalah kinerja manusia. Selanjutnya akan dilakukan proses pemilihan kategori penyebab dasar, *near root causes* dan *root causes* yang sesuai
 - b. dalam metode sangat memungkinkan menemukan akar penyebab lebih dari satu
 - c. kadang-kadang akar penyebab tidak dapat ditemukan, hanya menemukan kategori penyebab dasar, hal ini disebabkan kekurangan informasi.

4. Jika yang dipilih masalah faktor peralatan, kemudian dilanjutkan memilih satu dari lima kategori. Kategori tersebut diuraikan lagi ke bawah sampai ditemukan akar masalah.
5. Jika yang dipilih faktor alam atau sabotase, maka *root cause tree* berhenti sampai disitu dan yang menjadi akar penyebabnya adalah faktor alam atau sabotase.
6. Jika yang dipilih faktor lain, maka *root cause tree* berhenti sampai disitu dan yang menjadi akar penyebabnya adalah hal lain tersebut yang sudah ditetapkan.



Gambar 2.7 Alur Hirarki *Root Cause Tree* (Paradies dan Unger, 2008)

Di bawah ini akan dijelaskan tahapan penggunaan *Root Cause Tree*® terutama dalam menemukan akar penyebab yang berhubungan dengan faktor kinerja manusia.

2.3.1.1 Tingkatan Pertama

Di mulai dengan menentukan faktor penyebab kecelakaan. Di lakukan identifikasi klasifikasi penyebab kecelakaan berdasarkan analisa awal (*causal factor*). Pada Tingkat pertama ini dipecah menjadi empat kategori faktor persoalan yaitu faktor kinerja manusia, faktor peralatan, faktor alam/ sabotase dan

faktor lain. Penyelidik dapat memilih atau mengeliminasi tiap kategori yang menjadi penyebab potensial.

1. Faktor Kinerja Manusia

Untuk menentukan permasalahan masuk dalam kategori ini, perlu dikembangkan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan kelemahan atau kekurangan kinerja manusia. Apakah permasalahan disebabkan oleh kesalahan manusia (*human error*), kesalahan yang sederhana, hal situasi yang kurang dihargai, hal kecil (terpeleset), tingkah laku atau pelanggaran peraturan? Selain itu, kecelakaan terjadi juga akibat hasil kinerja yang tidak benar, lupa atau suatu kelalaian, kesalahan asumsi, tidak menjalankan aturan, kesalahan dalam perhitungan atau tindakan manusia yang membuat konsekuensi yang tidak diinginkan/ tidak disengaja. Tindakan seseorang yang melaksanakan pekerjaan yang berbeda, padahal permasalahan dalam pekerjaan tersebut telah ada tindakan pencegahan. Juga kesalahan disain peralatan, sistem, kontrol atau *display* yang membuat manusia salah.

2. Faktor Peralatan

Masalah dapat dikategorikan dalam faktor ini, setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan apakah peralatan tersebut rusak atau tidak berfungsi dengan benar. Apakah peralatan rusak karena adanya bagian yang rusak, tidak ada atau kurangnya perencanaan perawatan, dan rancangan peralatan yang tidak baik? Atau berhubungan dengan sistem perangkat lunak peralatan yang rusak.

Kegagalan yang disebabkan oleh suatu operasi yang tidak benar, perawatan tidak benar, instalasi yang salah, penggunaan alat untuk tujuan yang tidak sesuai, rancangan/disain yang menyebabkan kinerja manusia menjadi kurang, tidak masuk dalam kategori ini tetapi masuk ke dalam kategori faktor kinerja manusia.

3. Faktor Alam atau Sabotase

Permasalahan yang dimasukkan dalam kategori ini adalah permasalahan yang terjadi karena disebabkan oleh faktor-faktor alam seperti tornado, gempa bumi, petir, longsor, kemarau yang panjang, topan, halilintar, badai salju, banjir, letusan vulkanik, atau bencana alam yang lain dimana tidak dapat dicegah dengan rancangan suatu fasilitas. Faktor yang lain yang berhubungan dengan tindakan sabotase seperti tindakan yang disengaja dengan maksud untuk membahayakan, tindakan kejahatan dengan maksud merusak, tindakan kriminal, tindakan teroris atau tindakan kekerasan untuk melukai orang.

4. Faktor Lain

Permasalahan yang termasuk dalam kategori ini adalah permasalahan yang tidak cukup rinci informasinya untuk menentukan bahwa penyebab kejadian oleh kategori faktor kinerja manusia, faktor peralatan, dan faktor fenomena alam/sabotase. Peristiwa tersebut tidak ada kaitannya dengan cakupan masalah faktor kinerja manusia, faktor peralatan, dan faktor fenomena alam/ sabotase. Saat ditemukan sesuatu yang lain, harus dicatat sebanyak mungkin informasi yang memungkinkan menjadi penyebabnya. Informasi-informasi ini menjadi alasan mengapa kategori ini tidak dapat diterapkan.

Setiap tingkatan TapRooT® memberikan pertanyaan yang merumuskan cabang, penyebab yang mendekati akar permasalahan atau bahkan akar permasalahan itu sendiri (*root cause*). Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat membantu memikirkan jenis masalah yang mungkin merupakan penyebab kecelakaan. Jika memang benar kategori penyebab pokok permasalahan, maka pertanyaan didefinisikan dengan jawaban “ya”.

2.3.1.2 Tingkatan Kedua

Pada tingkat ini dilakukan setelah ditentukan salah kategori kesulitan melalui proses identifikasi. Bila diidentifikasi kesulitan kinerja manusia pada tingkat pertama, kemudian bagan akan memberikan 15 pertanyaan ya atau tidak, dimana akan membantu penyelidik untuk menentukan kinerja dasar dan nantinya

akan membutuhkan tindakan lebih lanjut. Hal ini menitik beratkan pada seluruh sebab potensial dari kesulitan kinerja manusia.

Ada 15 pertanyaan yang menjadi pedoman untuk memecahkan masalah mengenai faktor kinerja manusia dan pertanyaan ini dibagi dalam tiga kelompok untuk mengetahui kinerja manusia secara individu, secara tim dan sistim manajemen.

Kinerja Individu

1. Apakah pekerja terlalu lelah, lemah, tertekan, bosan, kurang konsentrasi dan terbebani?

Digunakan untuk menemukan perilaku yang menyimpang dan pengontrol juga menghentikan pekerja dari tindakan yang berbahaya. Masalah yang dialami pekerja akan mengganggu aktifitas kerjanya dimana nantinya akan berakibat kinerja tidak dapat dipercaya. Pertanyaan ini tidak memasukkan keputusan yang disengaja oleh pekerja untuk indikasi mengabaikan suatu perintah atau persyaratan prosedur-prosedur.

2. Apakah pekerja seharusnya memiliki atau menggunakan prosedur tertulis?

Pertanyaan ini diberikan untuk kinerja pegawai yang tidak menggunakan prosedur kerja. Untuk menjawab pertanyaan ini, terlebih dahulu penyelidik harus mengetahui definisi prosedur yang diberikan oleh TapRooT® . Jadi kapan kita menjawab “ya” dalam pertanyaan ini? Jika kinerja pegawai salah dalam menjalankan pekerjaan dikarenakan tidak ada prosedur; prosedur tidak jelas untuk digunakan; pegawai lupa/ tidak memahami prosedur yang tepat/ isyarat yang digunakan; supervisor memiliki prosedur tetapi tidak melakukan pengarahan sebelum melakukan pekerjaan; prosedur tidak dicatat dalam paket kerja yang digunakan; tidak ada persyaratan untuk menggunakannya; pegawai lupa untuk menggunakannya; dan prosedur tidak sengaja untuk tidak digunakan.

3. Apakah ada kesalahan sewaktu menjalankan prosedur?

Pertanyaan ini menutupi kesalahan-kesalahan yang dibuat ketika menjalankan suatu prosedur. Mengenai prosedur yang diikuti benar atau tidak benar, pegawai mencoba untuk menggunakan prosedur atau tidak akan tetapi tetap membuat kesalahan, apa saja kesalahan yang prosedur gunakan, prosedur

yang diikuti tertulis atau tidak tertulis akan tetapi sulit untuk diikuti, prosedur dilakukan berdasarkan ingatan atau tidak.

4. Apakah sirine atau gambar peraga untuk mengenali dan menanggapi suatu keadaan tidak tersedia atau salah dimengerti?

Berfokuskan terhadap hubungan antar manusia dan mesin yang memerlukan pengenalan kondisi atau permasalahan dan pengertian apa yang terjadi.

5. Apakah gambar peraga untuk mengenali sirine, kendali, alat, atau perlengkapan diketahui atau digunakan tidak sesuai?
6. Apakah saudara memerlukan keterampilan atau pengetahuan tambahan untuk melakukan pekerjaan atau menanggapi keadaan atau mengenai tanggapan sistem?

Fokus terhadap ilmu pengetahuan, keahlian, dan kemampuan seseorang dalam menjalankan kinerja tugasnya. Kesesuaian kerja seseorang dalam pekerjaannya dan keikutsertaan pekerja dalam persyaratan pelatihan.

7. Apakah pekerjaan dilaksanakan dalam suasana kerja yang kurang menguntungkan, panas, lembab, gelap, berdesakan, atau berbahaya?

Fokus terhadap faktor lingkungan yang dapat menurunkan kinerja manusia.

8. Apakah pekerjaan melibatkan gerakan berulang, posisi yang tidak nyaman, getaran atau mengangkat beban berat?

Kinerja Tim

9. Apakah komunikasi lisan atau pergantian *shift* berpengaruh pada masalah ini? Maksudnya adalah untuk mengetahui masalah komunikasi.

10. Apakah kegagalan menyetujui siapa/ apa/ kapan/ dimana dalam pelaksanaan kerja berpengaruh dalam masalah ini?

Pertanyaan ini mengenai persiapan dan koordinasi kinerja tugas pekerja.

11. Apakah komunikasi yang diperlukan keluar batas-batas organisasi atau dengan fasilitas lain?

Bertujuan untuk mengetahui komunikasi dengan bagian diluar kinerja tim yang bekerja.

Sistem Manajemen

12. Apakah tugas dilaksanakan dengan tergesa-gesa atau secara jalan pintas?

Untuk mengidentifikasi waktu ketika peraturan, kebijakan, prosedur atau kontrol administrasi terlangkahi sehingga menyebabkan permasalahan.

13. Apakah manajemen telah diberitahu tentang masalah ini atau pernah terjadi sebelumnya?

Beberapa fokus dilakukan seperti: mengetahui apakah faktor penyebab atau pokok permasalahan sebelum terjadi dan tindakan perbaikan yang diambil untuk mencegah kecelakaan terjadi lagi, mengetahui pokok permasalahan ini pernah terjadi sebelumnya atau tidak, dan mengetahui tindakan perbaikan tidak efektif dalam mencegah terjadinya pokok permasalahan, mengetahui tindakan perbaikan untuk tipe permasalahan ini belum dilaksanakan karena pembiayaan atau kekurangan sumber daya lain, mengetahui pernah/ tidaknya terjadi sebelumnya namun pihak manajemen tidak pernah mendengarkan tentang ini sehingga tidak ada tindakan perbaikan yang diambil.

14. Apakah kebijakan, kendali administrasi atau prosedur tidak digunakan, hilang atau memerlukan perbaikan?

Fokusnya terhadap kelengkapan, kegunaan, dan penggunaan kebijakan, kontrol administratif, standar-standar dan prosedur-prosedur.

15. Apakah kendali mutu yang bebas (*independent*) telah menemukan permasalahan?

Pertanyaan ini berfokuskan terhadap program inspeksi, kualitas formal bahaya atau konsekuensi kerja yang tinggi. Pertanyaan ini tidak dapat digunakan untuk pemeriksaan pribadi.

2.3.1.3 Tingkatan Ketiga

Tingkatan ketiga merupakan lanjutan dari tingkatan kedua setelah menjawab ke-15 pertanyaan. Pertanyaan ini diindikasikan menjadi 7 kategori penyebab dasar (*basic cause*) yaitu prosedur, pelatihan, kendali mutu, komunikasi, sistem manajemen, *human engineering* dan pengaturan kerja.

1. Prosedur

Definisi prosedur dalam TapRoot® adalah diskripsi langkah-langkah bagaimana suatu tugas yang dijalankan menjadi suatu kinerja yang diterapkan selama bekerja oleh pegawai di tempat kerja. Contohnya prosedur *start-up* atau

shut down suatu peralatan, prosedur pengoperasian yang normal, prosedur tanggap darurat, dan lainnya.

Pertanyaan yang dikembangkan adalah apakah kinerja dapat diperbaiki jika prosedur tertulis baik serta digunakan secara benar. Jika jawabannya “ya”, maka penyelidik dapat menganalisa dengan menggunakan kategori ini. Bagaimanapun tidak semua tugas dapat diperbaiki dengan prosedur. Oleh karena itu sebelum menganalisa kategori sebab dasar ini, seseorang harus menentukan apakah jika menggunakan prosedur akan memperbaiki kinerja. Jika “ya” dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari prosedur.

2. Pelatihan

Pelatihan dapat menjadi area sulit untuk diidentifikasi, ini dikarenakan keterkaitan alami antara pelatihan, prosedur dan rekayasa manusia. Juga akibat apakah pelatihan yang kurang tidak seringkali terlihat. Pertanyaan yang dikembangkan adalah apakah ketiadaan pelatihan atau pengertian yang rendah dari suatu pelatihan. Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari pelatihan.

3. Kendali Mutu

Permasalahan yang ditimbulkan pada kendali mutu adalah kesalahan mengidentifikasi kebutuhan untuk memeriksa dan menguji fungsional kendali mutu, kurangnya prosedur dan teknik kendali mutu serta kesalahan melaksanakan pemeriksaan kendali mutu yang spesifik.

Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari kendali mutu.

4. Komunikasi

Pertanyaan yang dikembangkan adalah apakah kejadian termasuk kesalahan komunikasi atau ketiadaan komunikasi antar pegawai, mengenai apakah instruksi dari penyelia tidak dapat dipahami, informasi kinerja pekerjaan tidak dipahami atau tidak menerima dari penyelia atau pekerjaan yang berbelit-belit lainnya, jika seseorang memiliki komunikasi yang lebih efektif apakah kecelakaan dapat dicegah?

Sedangkan faktor lainnya datang dari tidak mengertinya tentang tugas, ketiadaan komunikasi antara pegawai ketika pertukaran *shift* kerja. Jika jawaban “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari komunikasi. Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari komunikasi.

5. Sistem Manajemen

Permasalahan sistem manajemen adalah sering diperdebatkan. Oleh karena itu, cabang dari pohon akar permasalahan dapat membantu penyelidik mengidentifikasi beberapa tipe dari permasalahan sistem manajemen tanpa mengancam manajemen.

Pertanyaan yang dikembangkan adalah apakah tidak lengkap, kekacauan atau standar atau kontrol administratif yang tidak sempurna? Apakah kesalahan menggunakan kebijakan dan prosedur? Apakah penerapan standar tidak baik? Apakah tidak adanya audit dan evaluasi yang efektif? Apakah keselamatan diberi prioritas?

Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari prosedur.

6. Pendayaan Manusia (*Human Engineering*)

Untuk mencari penyebab yang mengakibatkan kesalahan manusia dalam sebuah kecelakaan penyelidik harus melihat ke ruang kontrol atau lapangan dan mencari tipe permasalahan secara ringkas di dalam pohon akar permasalahan. Tidak baiknya interaksi seseorang dengan peralatan, kontrol, fasilitas atau instrumen, lingkungan kerja, sistem yang kompleks dan sistem rancangan yang salah sebelum terjadi menjadi pertanyaan yang dikembangkan.

Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari prosedur.

7. Pengaturan Kerja (*Work Direction*)

Permasalahan yang ditimbulkan dari pengaturan kerja adalah kurangnya persiapan untuk suatu pekerjaan oleh supervisor, tidak adanya pengawasan selama menjalankan pekerjaan, anggota kelompok kerja yang lemah dan kesalahan supervisor dalam memilih komponen pekerjaan.

Jika jawabannya “ya”, dapat diteruskan ke analisa kategori mendekati akar permasalahan dari pengaturan kerja.

2.3.1.4 Tingkatan Keempat

Bila penyelidik mengidentifikasi salah satu dari 7 kategori di atas, penyelidik harus menganalisa setiap kategori pada tingkat berikutnya dan memilih atau menghilangkan kategori di atas. Analisis setiap kategori dimulai dari melihat setiap kategori dasar dengan bertanya: “apakah kategori itu mempengaruhi kinerja faktor penyebab yang dinilai?”. Jika “ya” atau “memiliki” penyelidik akan mempertimbangkan seluruh yang mendekati akar permasalahan. Jika kategori tidak ada dalam penyebab dasar yang sedang dianalisa, kategori dihilangkan.

Mendekati akar permasalahan akan dipertimbangkan dengan menanyakan pertanyaan yang dimiliki dari kiri seterusnya ke bagian yang kanan hingga seluruh kategori mendekati sebab pokok dapat dipilih dan menghilangkan penyebab dari faktor penyebab.

Penyelidik lalu menganalisa seluruh sebab dasar di bawah kategori mendekati sebab dasar yang telah dipilih. Selanjutnya, penyelidik memilih dan menghilangkan penyebab dasar dalam fakta penyelidikan.

2.3.1.5 Tingkatan Kelima

Pada tingkatan ini, penyelidik dapat menganalisa akar permasalahan penyebab kecelakaan. Pada bagian ini TapRoot® telah menyediakan pilihan bagi penyelidik faktor-faktor mana saja yang menyebabkan kecelakaan terjadi.

Pada bagan TapRoot® akar permasalahan dirancang dengan memasukkan dari persentase tertinggi akar permasalahan yang menyebabkan kecelakaan. Dalam faktanya, dengan memakai rekomendasi sebab pokok pada TapRoot®, beberapa perusahaan di dunia menyatakan bahwa sebab pokok tersebut sangat membantu mereka dalam meluaskan bermacam sebab pokok lainnya.

2.3.2 Faktor Peralatan

Faktor penyebab oleh karena permasalahan peralatan dikategorikan menjadi lima kategori yaitu:

- kegagalan yang masih dapat ditolerir (*tolerable failure*)
- peralatan/suku cadang yang cacat (*equipment/parts defective*)
- pemeliharaan (*preventive/predictive maintenance*)
- kegagalan yang berulang (*repeat failure*)
- rancangan (*design*)

Dalam memecahkan permasalahan faktor peralatan, penyelidik dapat menggunakan teknik atau alat yang ada dalam sistem TapRooT® yaitu *Equifactor Analysis*. *Equifactor Analysis* digunakan jika informasi tentang kegagalan peralatan tersebut tidak lengkap. Informasi yang diberikan oleh alat tersebut membantu penyelidik untuk mendefinisikan hubungan faktor penyebab dan analisis faktor penyebab dengan memakai pohon akar penyebab (*Root Cause Tree*).

2.3.3 Tindak Lanjut

Tindakan lebih lanjut didasari atas adanya suatu organisasi yang menemukan masalah yang menimbulkan kecelakaan yang selanjutnya akan dianalisis dan menetapkan alternatif pemilihan tindakan yang akan diambil dan pada akhirnya dapat dilaksanakan. Semuanya ini bertujuan untuk mencegah dan mengurangi kecelakaan yang terjadi di lingkungan.

Dalam sebuah tindakan perbaikan terhadap penyebab dasar biasanya menuntut kreatifitas yang besar. Secara alami, penyebab awal cenderung menjadi masalah luas yang tidak mudah diselesaikan. Tindakan perbaikan itu harus menggunakan teknik **S-M-A-R-T-E-R**. Berdasarkan TapRooT® *corrective action helper guide, 1st edition* penjelasan SMARTER sebagai berikut :

Tabel 2.2 Tabel SMARTER

<p><i>Spesific</i> (Khusus)</p>	<p>Harus detail, menjabarkan tindakan perbaikan atau langkah yang harus diambil untuk memperbaiki akar :</p> <p>Apakah kebijakan spesifik/ prosedur/ <i>training</i>/ peralatan/ APD atau spesial kondisi yang lain dibutuhkan untuk menjalankan tindakan perbaikan ini?</p>
<p><i>Measurable</i> (Terukur)</p>	<p>Bagaimana kita bisa memverifikasi tindakan perbaikan ini telah dilengkapi sesuai dengan yang dimaksud?</p> <p>Siapa yang akan memverifikasi dan kapan dilakukan?</p>
<p><i>Accountable</i> (Bertanggung Jawab)</p>	<p>Harus dijelaskan orang yang bertanggung jawab untuk mengambil tindakan perbaikan dan apakah mereka mempunyai <i>authority</i> dan sumber daya yang dibutuhkan.</p>
<p><i>Reasonable</i> (Beralasan)</p>	<p>Pertanyaan yang dikembangkan antara lain :</p> <p>Berhasilkah tindakan ini apabila dijalankan, apakah praktis, dapat dilaksanakan, apakah ada cara yang lebih sederhana atau lebih murah untuk hal serupa, tidakkah tindakan ini berakibat negatif?</p>

<p>Timely (Tepat dalam menentukan waktu)</p>	<p>Sesuaikah tanggal yang diharuskan untuk diambil tindakan perbaikan agar tidak timbul kegagalan yang lain?</p> <p>Bila kegagalan sering terjadi dan pengaruhnya sangat besar, apakah laporan akan membuka kesempatan untuk tindakan intern guna memperkecil risiko sementara tindakan-tindakan perbaikan akhir yang sedang dilaksanakan?</p>
<p>Effective (Efektif)</p>	<p>Akankah tindakan perbaikan pencegahan atau pengurangan yang sangat berarti dari permasalahan dapat terulang kembali?</p>
<p>Reviewed (Peninjauan)</p>	<p>Akankah tindakan perbaikan ini nantinya memberikan masalah?</p> <p>Sebaiknya ada seseorang yang bebas dari tim peninjau penyelidikan perbaikan untuk akibat yang negatif yang tidak diinginkan dalam proses / masyarakat.</p>

Penyelidik harus bekerja dengan manajemen sebanyak mungkin ketika menyusun tindakan perbaikan yang SMARTER. Tindakan perbaikan yang disusun dalam koordinasi dengan semua orang yang bertanggung jawab atas pelaksanaannya akan lebih memungkinkan pelaksanaan yang cepat dan benar. Perubahan-perubahan yang disebabkan tindakan perbaikan merupakan alasan dilakukan penyelidikan kecelakaan dan analisa penyebab pokok.

2.4 Kebakaran

2.4.1 Pengertian Kebakaran

Kebakaran adalah suatu kejadian yang tidak dapat dikendalikan dan tidak diinginkan, sebagai hasil pembakaran suatu bahan dalam udara dan mengeluarkan energi panas dan nyala api (Nevded, 1991). Kebakaran merupakan api yang tidak terkendali artinya diluar kemampuan dan keinginan manusia.

Menurut Nolan (1996), kebakaran merupakan uap yang mudah terbakar atau kombinasi gas dengan zat pengoksidasi dalam proses pembakaran yang menghasilkan cahaya, panas dan kobaran api.

Banyak pengertian yang menjelaskan kebakaran itu, namun perlu diketahui bahwa kebakaran itu menimbulkan kerugian. Kebakaran merupakan salah satu penguras sumber daya industri. Tidak hanya mengurasnya, tetapi juga dapat menghentikan kegiatan operasi.

2.4.2 Teori Api

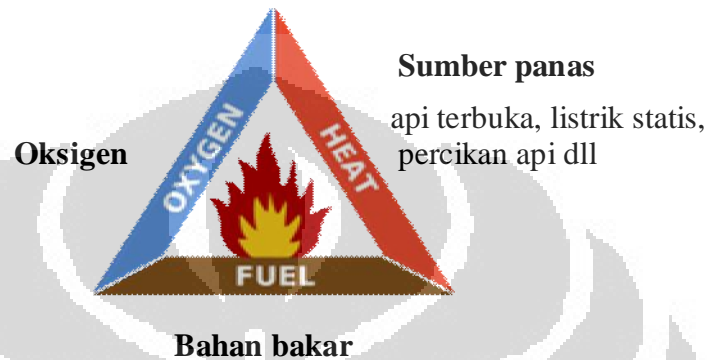
Api tidak terjadi begitu saja tetapi merupakan suatu proses kimiawi antara uap bahan bakar dengan oksigen dan bantuan panas. Terdapat tiga teori dasar yang digunakan untuk menjelaskan terjadinya kebakaran. Teori tersebut adalah teori segitiga api (*fire triangle*), teori *tetrahedron of fire* dan teori siklus api (*life cycle of fire*).

2.4.2.1 Teori Segitiga Api (*Fire Triangle*)

Teori ini menjelaskan bahwa kebakaran terjadi karena adanya tiga faktor yang menjadi unsur api yaitu: bahan bakar (*fuel*), sumber panas (*heat*) dan oksigen. Kebakaran dapat terjadi jika ketiga unsur api tersebut saling bereaksi satu dengan lainnya. Tanpa adanya salah satu unsur tersebut, api tidak dapat terjadi.

Tiga unsur api tersebut diibaratkan seperti tiga sisi dari sebuah segitiga, setiap sisi harus saling menyentuh satu sama lain untuk membentuk segitiga. Jika salah satu sisi tidak menyentuh sisi lainnya, maka tidak akan membentuk segitiga. Tanpa adanya bahan bakar untuk dibakar maka kebakaran tidak akan terjadi. Begitu pula jika tidak ada oksigen atau panas yang cukup maka kebakaran tidak akan terjadi.

Bahan bakar merupakan suatu unsur atau senyawa yang akan terbakar bila terpapar pada derajat panas atau energi panas yang memadai, dapat berupa zat padat, cair atau uap dan gas. Sumber panas yang dapat memicu terjadinya api antara lain: api terbuka, percikan mekanis (akibat gesekan, pengelasan atau pemotongan), percikan api dari peralatan listrik, permukaan yang panas dan listrik statis. Sedangkan oksigen berasal dari udara bebas akibat proses oksidasi.



Gambar 2.8 Segitiga Api

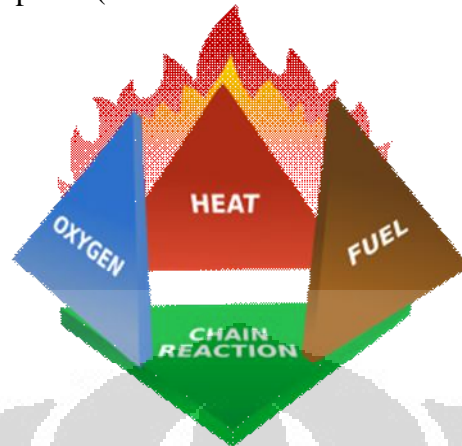
2.4.2.2 Teori Bidang Empat (*Tetrahedron of Fire*)

Dalam teori ini disebut ada empat komponen yang dibutuhkan untuk terjadinya kebakaran, yaitu: bahan bakar (*fuel*), sumber panas (*heat*), oksigen dan reaksi kimia (*chemical reaction*). Api tidak akan terjadi tanpa keberadaan keempat unsur tersebut.

Teori ini menyatakan bahwa ketika energi diterapkan pada bahan bakar seperti hidrokarbon, beberapa ikatan karbon dengan karbon terputus dan menghasilkan radikal bebas. Sumber energi yang sama juga menyediakan kebutuhan energi untuk memutus beberapa rantai karbon dengan hidrogen sehingga menghasilkan radikal bebas lebih banyak. Selain itu, rantai oksigen dengan oksigen juga terputus dan menghasilkan radikal oksida.

Pada proses pemutusan rantai, terjadi pelepasan energi yang tersimpan dalam rantai tersebut. Energi yang lepas menjadi sumber untuk memutuskan rantai yang lain dan melepaskan lebih banyak energi lagi. Dengan demikian, kebakaran memberi makan sendiri dengan menciptakan atau melepaskan lebih banyak lagi energi (rantai reaksi). Proses tersebut baru akan berhenti jika bahan

bakar telah habis terbakar, oksigen telah habis, energi diserap bukan oleh bahan bakar, atau reaksi terputus (Davletshina and Cheremisinoff, 1988).



Gambar 2.9 Tetrahedron Fire

2.4.2.3 Teori Siklus Api

Teori siklus api ini menyatakan bahwa proses pembakaran terjadi dalam enam tahap. Tiga tahap pertama merupakan tiga komponen yang ada pada teori segitiga api (Davletshina and Cheremisinoff, 1988). Tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Masuknya panas (*input heat*), yaitu banyaknya panas yang diperlukan untuk menghasilkan uap dari padatan atau cairan serta sebagai sumber penyalaan (*ignition source*). Panas yang masuk harus sesuai dengan temperatur penyalaan bahan bakar.
2. Bahan bakar (*fuel*) harus pada komposisi yang sesuai untuk terbakar, dimana bahan bakar sudah menguap atau jika pada logam maka hampir seluruh potongan telah mencapai temperatur yang sesuai untuk memulai pembakaran.
3. Oksigen, untuk menjadi nyala api maka campuran antara gas dan oksigen harus berada dalam daerah rentang mudah terbakar (*flammable range*).
4. Perbandingan, yaitu perbandingan jumlah molekul-molekul atau peristiwa benturan antara oksigen dan molekul bahan bakar (persentuhan antara kaki oksidator dengan kaki bahan bakar pada segitiga api).
5. Pencampuran, dimana rasio bahan bakar terhadap oksigen harus benar sebelum penyalaan terjadi (*flammable range*). Pencampuran yang sesuai

setelah panas diterapkan pada bahan bakar akan menghasilkan uap yang dibutuhkan untuk pembakaran.

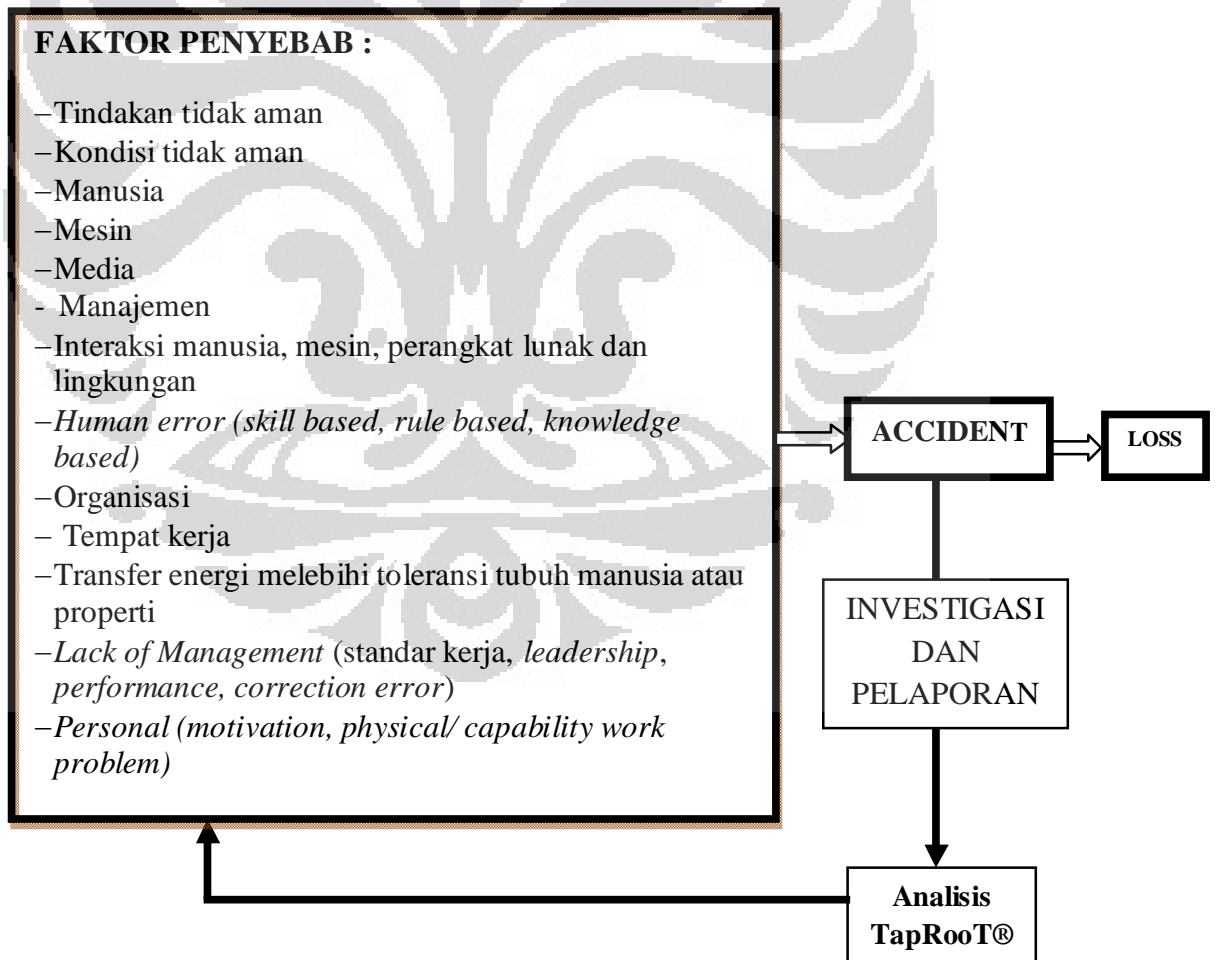
6. *Ignition continuity*. Dalam kebakaran, energi kimia diubah menjadi panas. Panas yang dipancarkan dari api secara radiatif dan konvektif dipindahkan dari nyala api kembali ke permukaan bahan bakar. Panas tersebut harus cukup untuk menjadi panas yang masuk (*input heat*) demi berkelanjutnya siklus kebakaran. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa bagian terakhir, *ignition continuity* merupakan langkah pertama untuk siklus kebakaran selanjutnya, yaitu masuknya panas (*input heat*).



BAB III
KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN
DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

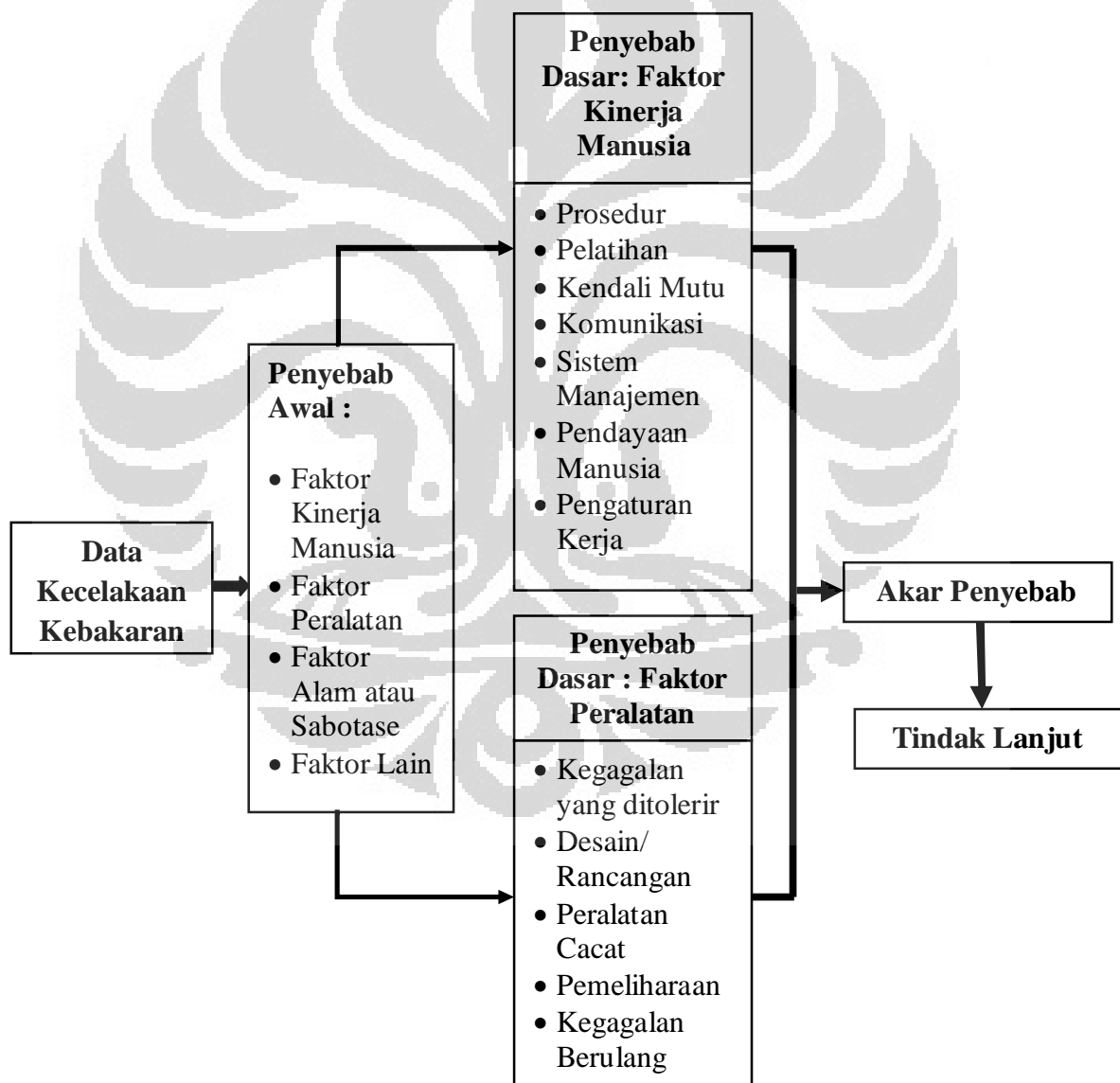
Kerangka teori yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan pendekatan bagaimana akar penyebab menyebabkan terjadinya kecelakaan. Kecelakaan dapat terjadi oleh karena pengaruh kesalahan-kesalahan atau penyimpangan (*errors*) dari beberapa faktor yang menimbulkan *hazard* dan menyebabkan kerugian. Bagan di bawah ini menggambarkan kerangka teori pada penelitian ini.



Gambar 3.1 Kerangka Teori

3.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep yang digunakan penelitian ini berdasarkan penguraian konsep teori pendekatan bagaimana akar penyebab dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran dianalisis mulai dari faktor penyebab berupa kesalahan (*error*) yang mempengaruhi *hazard*, sistem pengamanan dan target. Faktor penyebab ini terdapat penyebab-penyebab dasar yang dikelompokkan dalam beberapa kategori. Kemudian dari beberapa kategori penyebab dasar dianalisis sampai ditemukan akar penyebab utama kejadian tersebut.



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

3.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Data kecelakaan kebakaran	Suatu data kejadian yang tidak diduga yang menimbulkan kebakaran pada industri migas di Indonesia	Telaah laporan kecelakaan kebakaran	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Pengelompokan kecelakaan kebakaran berdasarkan jenis kegiatan, waktu kejadian	Ordinal
2	Faktor kinerja manusia	Faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kebakaran karena manusia (pekerja) bermasalah dengan kinerjanya yaitu masalah kinerja individu, kinerja tim dan sistem manajemen	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kebakaran yang disebabkan faktor kinerja manusia	Nominal
3	Faktor peralatan	Faktor yang menyebabkan terjadi kecelakaan	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran	Nominal

		kebakaran oleh karena peralatan yang bermasalah		hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	yang disebabkan faktor peralatan	
4	Faktor alam atau sabotase	Kecelakaan kebakaran karena faktor alam atau adanya upaya sabotase. Contoh faktor alam seperti adanya gempa, banjir, petir dan sebagainya.	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran Yang disebabkan faktor alam/ sabotase	Nominal
5	Faktor Lain	Penyebab kecelakaan kebakaran yang tidak tercakup dalam faktor kinerja manusia, peralatan dan faktor alam/ sabotase	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan faktor lain	Nominal
6	Prosedur	Langkah-langkah bagaimana suatu tugas yang dijalankan menjadi suatu kinerja yang diterapkan selama bekerja	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah prosedur	Nominal

		oleh pekerja ditempat kerja.				
7	Pelatihan	Yang berhubungan dengan peningkatan kemampuan pekerja, keahlian atau kompetensi pekerja dalam melaksanakan pekerjaan melalui pelatihan	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah pelatihan	Nominal
8	Kendali mutu	Permasalahan dalam pengawasan dan pemeriksaan mutu atau kualitas secara independen	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah kendali mutu	Nominal
9	Komunikasi	Permasalahan komunikasi antar pekerja, pekerja dengan pengawas dan manajemen	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah komunikasi	Nominal
10	Sistem manajemen	Berhubungan dengan standar, kebijakan,	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran	Nominal

		peraturan perusahaan, hubungan karyawan yang digunakan dan tindakan perbaikan		hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	yang disebabkan masalah sistem manajemen	
11	<i>Human engineering</i>	Interaksi pekerja dengan peralatan, lingkungan kerja, kompleksitas sistem peralatan, dan tidak adanya toleransi kesalahan sistem	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah <i>human engineering</i>	Nominal
12	Pengaturan kerja	Berhubungan dengan persiapan kerja, pemilihan pekerja dan pengawasan selama bekerja	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah pengaturan kerja	Nominal
13	Kegagalan yang di tolerir	Kegagalan peralatan atau mesin yang masih dapat diterima (kegagalan minor)	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan kegagalan yang	Nominal

					ditolerir	
14	Desain/ rancangan	Kesalahan desain peralatan atau mesin	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah disain	Nominal
15	Peralatan cacat	Peralatan mengalami kerusakan atau suku cadangnya cacat	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah peralatan yang cacat	Nominal
16	Pemeliharaan	Berhubungan dengan pemeliharaan peralatan yang bersifat pencegahan (<i>preventive</i>) dan prediksi (<i>predictive</i>)	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan masalah pemeliharaan	Nominal
17	Kegagalan yang berulang	Kegagalan peralatan yang berulang-ulang untuk masalah yang sama	Analisis menggunakan metode TapRoot®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan	Jumlah kejadian kecelakaan kebakaran yang disebabkan	Nominal

				kecelakaan kebakaran	masalah kegagalan yang berulang	
18	Akar penyebab (<i>root cause</i>)	Ketiadaan tindakan yang terbaik atau kegagalan menerapkan pengetahuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan	Analisis menggunakan metode TapRooT®	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Jumlah akar penyebab yang menimbulkan kecelakaan kebakaran	Nominal
19	Tindak Lanjut	Tindakan yang dilakukan untuk mencegah terulangnya kembali masalah yang serupa	SMARTER Matrix	Data perusahaan mengenai laporan dan hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran	Data tindak lanjut perbaikan pencegahan terjadinya kecelakaan kebakaran	Ordinal

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan pendekatan kualitatif yaitu untuk memperoleh gambaran mengenai akar penyebab (*root cause*) kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia.

4.2 Unit Analisis

Unit analisis penelitian ini dilakukan pada 36 laporan atau hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran dari perusahaan-perusahaan bidang hulu dan hilir migas yang beroperasi di wilayah Indonesia yang dilaporkan kepada Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi tahun 2006 - 2010.

4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan-perusahaan bidang hulu dan hilir migas yang beroperasi di wilayah Indonesia dalam kurun waktu tahun 2006 - 2010.

4.4 Sumber Data

Sumber data penelitian ini adalah data sekunder berupa data kecelakaan kebakaran tercatat dari hasil laporan atau penyelidikan kecelakaan kebakaran tahun 2006 - 2010 yang diperoleh di Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi.

4.5 Pengolahan dan Analisis Data

Data sekunder didapat melalui pengumpulan laporan atau hasil penyelidikan kecelakaan kebakaran yang dilaporkan ke Ditjen Migas. Data-data tersebut dikumpulkan dan dianalisis menggunakan Root Cause Tree® secara manual. Faktor-faktor penyebab yang diperoleh berdasarkan hasil analisis tersebut akan dikelompokkan, dibuat frekuensi distribusinya dan dihitung jumlahnya.

1. Faktor Penyebab

Laporan atau hasil investigasi kecelakaan kebakaran dianalisis dengan menggunakan Root Cause Tree® dan kemudian ditentukan salah satu faktor penyebab kecelakaan sebagai analisa awal dari empat faktor penyebab yang ada yaitu faktor kinerja manusia, faktor peralatan, faktor alam/sabotase dan faktor lain. Masing-masing faktor dikelompokkan dan dihitung persentasenya. Jika penyebab kecelakaan kebakaran karena faktor alam/sabotase dan faktor lain, maka analisis tidak dilanjutkan lagi dan berhenti sampai disitu. Akar penyebab yang disebabkan factor alam/sabotase dan faktor lain tidak dapat dianalisis karena merupakan faktor yang tidak dapat diperbaiki atau diminimalkan atau diusahakan oleh pihak perusahaan. Kemudian kesimpulan akar penyebab kecelakaan kebakaran adalah faktor alam/sabotase dan faktor lain.

2. Faktor Kinerja Manusia

Penyebab kecelakaan oleh karena faktor manusia dianalisis kembali dengan menggunakan Root Cause Tree® dan ditentukan salah satu kategori penyebab dasar dari 7 kategori penyebab dasar kecelakaan yang ada. Masing-masing kategori dikelompokkan dan dihitung jumlahnya.

3. Faktor Peralatan

Penyebab kecelakaan karena faktor peralatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Root Cause Tree® dan ditentukan salah satu faktor penyebabnya dari 5 faktor yang sudah ditentukan. Masing-masing faktor dikelompokkan dan dihitung jumlahnya.

4. Akar Penyebab (*Root Cause*)

Pada tahap akhir analisis dengan menggunakan Root Cause Tree®, masing-masing akar penyebab yang diperoleh dikumpulkan dan dikelompokkan kemudian dihitung jumlahnya.

4.6 Tahapan Mendapatkan Akar Penyebab (*Root Cause*)

Tabel 4.1 Diagram Alir Untuk Memperoleh Akar Penyebab Karena Faktor Manusia

Tahapan	Proses	Keterangan
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Mulai</div>	Laporan kecelakaan kebakaran
2	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4 kategori penyebab awal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor Kinerja Manusia 2. Faktor Peralatan 3. Faktor Alam/ Sabotase 4. Faktor Lain </div>	Pilih salah satu kategori faktor penyebab yang sesuai dengan data kecelakaan kebakaran dan mengeliminasi kategori lainnya. Untuk pilihan faktor kinerja manusia dapat dilanjutkan dengan menjawab 15 pertanyaan.
3	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Penyebab dasar (<i>basic cause</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prosedur 2. Pengaturan Kerja 3. Sistem Manajemen 4. Komunikasi 5. Human Engineering 6. Pelatihan 7. Kendali Mutu </div>	Memilih kategori penyebab dasar setelah menjawab 15 pertanyaan dengan jawaban “ya” dan mengeliminasi kategori lain yang tidak sesuai pertanyaan. Di mungkinkan untuk memilih lebih dari satu kategori dengan ketentuan sesuai dengan pertanyaan.
4	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Akar penyebab yang mendekati (<i>near root cause</i>)</div>	Pilih akar penyebab yang mendekati permasalahan. Dapat memilih lebih dari satu akar penyebab.
5	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Akar penyebab (<i>root cause</i>)</div>	Pilih akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran yang paling sesuai dengan fakta-fakta yang ada.

Tabel 4.2 Diagram Alir Penyebab Kecelakaan Kebakaran Karena Faktor Peralatan

Tahapan	Proses	Keterangan
1	<p style="text-align: center;">Mulai</p>	Laporan kecelakaan kebakaran.
2	<p style="text-align: center;">4 kategori penyebab awal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor Kinerja Manusia 2. Faktor Peralatan 3. Faktor Alam/ Sabotase 4. Faktor Lain 	Pilih salah satu kategori faktor penyebab yang sesuai dengan data kecelakaan kebakaran dan mengeliminasi kategori lainnya. Untuk pilihan faktor peralatan dapat dilanjutkan dengan tahap selanjutnya.
3	<p style="text-align: center;">5 kategori penyebab dasar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kegagalan yang dapat ditolerir 2. Desain 3. Peralatan cacat 4. Pemeliharaan 5. Kegagalan yang berulang 	Memilih salah satu kategori dan mengeliminasi kategori lainnya. Jika pilihannya kegagalan yang dapat ditolerir, maka akar permasalahan hanya sampai disini.
4	<p style="text-align: center;">Akar penyebab yang mendekati (<i>near root cause</i>)</p>	Pilih akar penyebab yang mendekati permasalahan. Dapat memilih lebih dari satu akar penyebab.
5	<p style="text-align: center;">Akar penyebab (<i>root cause</i>)</p>	Pilih akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran yang paling sesuai dengan fakta-fakta yang ada.

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Kecelakaan Kebakaran Industri Migas Indonesia

5.1.1 Gambaran Umum Industri Migas Indonesia

Kegiatan usaha minyak dan gas bumi di Indonesia terdiri atas kegiatan usaha hulu dan kegiatan usaha hilir. Kegiatan usaha hulu adalah kegiatan yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha eksplorasi dan eksploitasi. Sedangkan kegiatan usaha hilir merupakan kegiatan yang berintikan atau bertumpu pada kegiatan usaha pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan niaga.

Kegiatan usaha hulu dilaksanakan dan dikendalikan melalui kontrak kerja sama atau kontrak bagi hasil. Kegiatan ini dilaksanakan oleh Badan Usaha atau Bentuk Usaha Tetap berdasarkan kontrak kerja sama dengan Badan Pelaksana. Badan Usaha atau Bentuk Usaha Tetap ini melakukan kegiatan pada wilayah kerja yang ditawarkan oleh pemerintah dan tersebar di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Kegiatan usaha hilir biasanya dilaksanakan oleh badan usaha atau perusahaan yang berdiri di wilayah Indonesia setelah mendapat izin usaha dari pemerintah. Berdasarkan izin usaha yang sudah dikeluarkan oleh pemerintah, jumlah badan usaha yang melakukan kegiatan usaha hilir lebih dari 100 perusahaan. Perusahaan-perusahaan ini tersebar di seluruh wilayah Negara Indonesia.

Industri migas di Indonesia merupakan industri strategis dan merupakan sumber penerimaan negara, bahan baku (industri), bahan bakar domestik dan efek ganda dalam perekonomian yang dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dalam rangka pembangunan yang berkelanjutan. Dengan demikian agar kegiatan usaha migas optimal, efisien dan aman diperlukan legislasi/regulasi, pengawas keteknikan, standard dan kaidah keteknikannya. Oleh karena itu, pemerintah mempunyai peranan penting untuk melakukan tugas dan fungsi dalam hal pembinaan dan pengawasan.

Mengacu pada UU Migas, pembinaan keselamatan dan kesehatan kerja pada kegiatan usaha minyak dan gas bumi merupakan tugas dan wewenang Kementerian

Energi dan Sumber Daya Mineral c.q Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. Pembinaan keselamatan kerja meliputi dua aspek, yaitu:

- a. Penyelenggaraan urusan pemerintah di bidang minyak dan gas bumi antara lain perizinan, bimbingan teknis, pembinaan kompetensi tenaga teknis khusus migas.
- b. Menyusun kebijakan-kebijakan yang diperlukan dalam pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja yang agar dapat bersifat mengikat dituangkan dalam bentuk peraturan perundang-undangan.

Peraturan perundang-undangan terkait dengan aspek keselamatan operasi migas yang masih berlaku digunakan sebagai dasar hukum antara lain:

1. Mijl Politie Reglement Staatsblat 1930 No. 341 tentang Peraturan Keselamatan Kerja Tambang
2. Undang-Undang No. 22/2001 tentang Minyak dan Gas Bumi
3. Peraturan Pemerintah No. 17/1974 tentang Pengawasan Pelaksanaan Eksplorasi dan Eksploitasi Minyak dan Gas Bumi di Daerah Lepas Pantai
4. Peraturan Pemerintah No. 11/1979 tentang Keselamatan Kerja Pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi
5. Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No.06.P/0746/MPE/1991 tentang Pemeriksaan Keselamatan Kerja Atas Instalasi, Peralatan dan Teknik Yang Dipergunakan Dalam Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Dan Pengusahaan Sumber Daya Panas Bumi
6. Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No.02.P/075/MPE/1992 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengawasan Eksplorasi dan Eksploitasi Migas
7. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.300.K/38/MPE/1997 tentang Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi
8. SK Dirjen Migas No. 37.K/70/DDJM/1990 tentang Standar Dalam Operasi Pertambangan Migas dan Pengusahaan Sumberdaya Panas Bumi
9. Peraturan Dirjen No. 43.P/382/DDJM/1992 tentang Syarat-syarat dan Tata Kerja Perusahaan Jasa Inspeksi Teknik Bidang Pertambangan Minyak dan Gas Bumi dan Pengusahaan Sumberdaya Panas Bumi
10. SK Dirjen No. 84.K/38/DJM/1998 tentang Pedoman dan Tatacara Pemeriksaan Keselamatan Kerja Atas Instalasi, Peralatan dan Teknik Yang Dipergunakan

Dalam Usaha Pertambangan Minyak dan Gas Bumi dan Pengusahaan Sumber Panas Bumi

11. SK Dirjen No. 39.K/38/DJM/2002 tentang Pedoman dan Tata Cara Pemeriksaan Keselamatan Kerja Atas Tangki Penimbun Minyak dan Gas Bumi

Sesuai dengan ketentuan UU Migas, pengawasan yang dilakukan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral c.q Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi adalah pengawasan terhadap ditaatinya ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pengawasan tersebut dilakukan baik secara langsung (di lokasi kegiatan) maupun secara tidak langsung (melalui evaluasi atas laporan yang disampaikan badan usaha/bentuk usaha tetap). Dalam kaitannya dengan fungsi pengawasan, setiap Badan Usaha atau Bentuk Usaha Tetap wajib menunjuk seorang pejabat yang memiliki wewenang pengambil keputusan yang cukup tinggi di perusahaan tersebut sebagai Kepala Teknik Tambang Migas. Jika diperlukan dapat pula ditunjuk Wakil Kepala Teknik sesuai kebutuhan. Kepala Teknik dan Wakil Kepala Teknik harus mendapat persetujuan dari Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi c.q. Direktur Teknik dan Lingkungan Minyak dan Gas Bumi (selaku kepala Inspeksi Tambang Migas).

Dalam kaitannya dengan pengawasan tentang kehandalan peralatan, pemerintah telah membuat kebijakan atau peraturan perundang-undangan. Dalam PP No. 17/1974 dan PP No. 11/1979 diatur bahwa setiap peralatan dan instalasi harus dilakukan pemeriksaan keselamatan kerja untuk menjamin kehandalan dan kelayakannya. Pedoman pemeriksaan teknis peralatan dan instalasi dituangkan dalam peraturan menteri pertambangan dan energi No.06.P/0746/MPE/1991, keputusan Mentamben No.300.K/38/MPE/1997 dan surat keputusan Dirjen Migas No. 84.K/38/DJM/1998 dan No. 39.K/38/DJM/2002. Dalam aturan ini, mengamanatkan Ditjen Migas mengeluarkan sertifikat kelayakan penggunaan peralatan (SKPP) dan sertifikat kelayakan penggunaan instalasi (SKPI) setelah melalui tahapan pemeriksaan teknis dan pengujian. Untuk peralatan, masa berlaku sertifikat adalah 3 tahun, sedangkan tangki timbun dan instalasi 5 tahun. Setelah berakhir masa berlaku sertifikat akan dilakukan kembali pemeriksaan teknis peralatan dan instalasi.

Umumnya perusahaan pada kegiatan usaha migas mengontrakkan sebagian besar pekerjaannya pada hampir semua tingkatan kepada kontraktor. Ini terjadi pada pekerjaan yang berisiko rendah maupun berisiko tinggi, yang bila tidak ditangani secara baik berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dan dapat berdampak pada kinerja dan reputasi perusahaan.

Mengingat potensi bahaya kecelakaan kerja pada industri migas sangat besar, secara umum perusahaan-perusahaan dalam industri migas sangat peduli terhadap masalah keselamatan dan kesehatan kerja. Ini tercermin dari banyak juga perusahaan yang telah menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3). SMK3 yang digunakan dalam lingkungan industri migas antara lain mengacu pada *American Petroleum Institute (API) 750* yang disebut *Process Safety Management (PSM)*, OHSAS 18001, ILO dan menurut Kepmenaker 05/1996 yang di keluarkan oleh pemerintah. Semua SMK3 ini bertujuan untuk mengelola risiko K3 yang ada dalam perusahaan agar kejadian yang tidak diinginkan atau dapat menimbulkan kerugian dapat dicegah.

5.1.2 Model Penyelidikan Kecelakaan Kebakaran

Model penyelidikan kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia sangat beraneka ragam tergantung sistem manajemen masing-masing. Sampai saat ini juga pemerintah tidak mengatur atau menentukan suatu model penyelidikan kecelakaan kebakaran, tetapi pemerintah selalu menganjurkan setiap perusahaan mempunyai prosedur investigasi kecelakaan.

Dari 36 laporan kecelakaan kebakaran yang diteliti, diketahui 36 laporan tersebut tidak secara jelas disebutkan model penyelidikan yang digunakan tetapi lebih condong mengadopsi model penyebab kerugian (*loss causation model*) yang dikembangkan oleh DNV. Dalam laporan penyelidikan kecelakaan kebakaran yang dilakukan internal perusahaan, tidak diketahui kompetensi tim penyelidik karena tidak disebutkan di dalam laporan. Sedangkan tim penyelidik dari Ditjen Migas dilakukan oleh Pelaksana Inspeksi Tambang (PIT), Inspektur Migas dan Penyelidik Pegawai Negeri Sipil (PPNS).

Dalam analisis penyebab kecelakaan kebakaran ada dua kategori penyebab yang sering ditampilkan yaitu penyebab langsung dan tidak langsung. Penyebab

langsung berkaitan dengan penyebab adanya api. Hal ini sangat erat kaitannya dengan teori segitiga api. Sedangkan penyebab tidak langsung berkaitan dengan sistem manajemen, prosedur dan sebagainya.

5.1.3 Pelaporan Kecelakaan Kebakaran

Setiap perusahaan migas mempunyai sistem pelaporan kecelakaan kebakaran tersendiri. Selain melaporkan kejadian secara internal, mereka juga diwajibkan melaporkan kepada pemerintah. Sesuai peraturan yang berlaku di Indonesia, badan usaha tetap berkewajiban menyampaikan laporan kecelakaan atau kejadian kepada pemerintah, baik itu kebakaran besar maupun kecil.

Berdasarkan laporan kecelakaan kebakaran yang dianalisis dalam penelitian ini, terdapat dua bentuk laporan kejadian yaitu:

1. Laporan hasil investigasi perusahaan. Bentuk laporannya sebatas kronologis kejadian beserta kemungkinan-kemungkinan penyebabnya.
2. Laporan hasil investigasi petugas dari Ditjen Migas.

Kecelakaan yang mengakibatkan kematian (fatal) atau kejadian kebakaran terutama kebakaran besar, biasanya dilakukan penyelidikan oleh pemerintah. Oleh karena itu, pihak manajemen harus melaporkan sesegera mungkin kecelakaan kebakaran besar sehingga petugas Ditjen Migas dapat segera melakukan penyelidikan. Dari 36 laporan kejadian kebakaran yang diteliti, ada 17 laporan merupakan hasil penyelidikan oleh petugas Ditjen Migas dan 19 laporan merupakan hasil penyelidikan internal perusahaan.

Secara umum laporan penyelidikan kecelakaan berisi informasi awal, keterangan tentang kecelakaan, hasil analisis dan rekomendasi. Informasi awal berupa kapan dan dimana kejadian, siapa dan apa yang terlibat dan personil yang terkait dan saksi mata. Keterangan tentang kecelakaan berupa, runtutan kejadian, kerusakan yang ditimbulkan, jenis kecelakaan dan sumber bahayanya (material). Sedangkan rekomendasi sebagai langkah pencegahan jangka pendek maupun jangka panjang sebagai langkah untuk memperbaiki penyebab langsung, penyebab tidak langsung dan penyebab dasar.

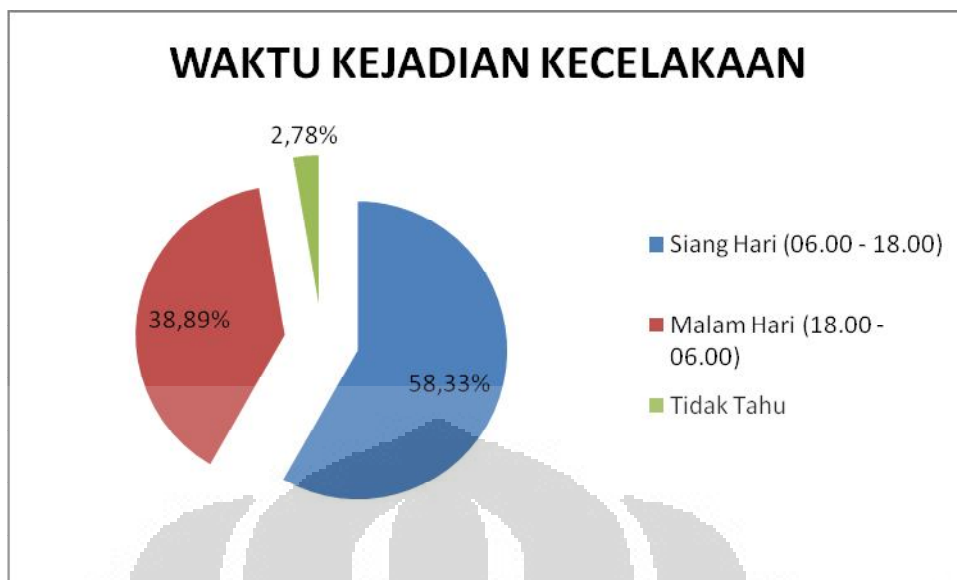
5.2 Data Laporan Kecelakaan Kebakaran

Memuat laporan 36 kasus kejadian atau kecelakaan kebakaran yang dilaporkan kepada Ditjen Migas dan sebagian penyelidikan dilakukan oleh pemerintah selama tahun 2006 – 2010. Berdasarkan data laporan ini, selama kurun waktu tersebut selalu terjadi kejadian atau kecelakaan kebakaran, walaupun tidak dapat disimpulkan adanya kecelakan tiap tahun mengalami kecenderungan menurun atau naik. Bahkan yang sangat menyedihkan adalah kejadian atau kecelakaan kebakaran ini telah menimbulkan korban jiwa sebanyak 7 orang. Dalam tabel 5.1 di bawah ini ditampilkan jumlah kecelakaan kebakaran dan korban jiwa.

Tabel 5.1 Jumlah Kecelakaan Kebakaran

No	Tahun	Jumlah Kejadian	Korban Meninggal
1	2006	3	2
2	2007	5	-
3	2008	6	3
4	2009	15	2
5	2010	7	-
Total		36	7

Berdasarkan pengelompokan waktu terjadinya kecelakaan kebakaran, diperoleh 21 kejadian atau sekitar 58,33% kebakaran terjadi pada waktu siang hari yaitu antara jam 06.00-18.00, sedangkan 14 kejadian atau 38,90% terjadi pada malam hari antara jam 18.00-06.00, dan satu atau 2,77% kejadian tidak diketahui waktu terjadinya kebakaran. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1 Diagram Waktu Kejadian Kecelakaan

Jenis kegiatan pada industri migas di Indonesia dikelompokkan menjadi 6 kegiatan yang terbagi dalam dua kegiatan yaitu kegiatan bidang hulu dan bidang hilir. Untuk kegiatan hulu dibagi menjadi 2 bagian yaitu kegiatan eksplorasi dan eksploitasi (produksi), sedangkan kegiatan hilir terdiri 4 bagian yaitu pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan pemasaran atau niaga.

Berdasarkan data kecelakaan kebakaran ditinjau dari sisi jenis kegiatan diketahui bahwa pada kegiatan pengolahan paling sering terjadi kecelakaan kebakaran yaitu sebanyak 13 kejadian, atau 36,11%, kemudian pada urutan kedua kegiatan eksploitasi sebanyak 12 kejadian atau 33,33%. Kegiatan pada pemasaran atau niaga tidak ada kejadian kebakaran. Kegiatan pemasaran dibatasi hanya pada depot-depot, sedangkan untuk kegiatan seperti di SPBU dan SPBE tidak dimasukkan dalam kategori kegiatan pemasaran dalam penelitian ini.

Urutan persentase dan jumlah kejadian yang lain dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Persentase Kecelakaan Kebakaran Berdasarkan Jenis Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Jumlah Kejadian Kebakaran	Persentase (%)
1	Eksplorasi	4	11,11
2	Eksplorasi/ Produksi	12	33,33
3	Pengolahan	13	36,11
4	Pengangkutan	1	2,78
5	Penyimpanan	6	16,67
6	Pemasaran/ Niaga	0	0
Total		36	100

5.3 Penyebab Awal Kecelakaan Kebakaran

Pada metode TapRoot® dapat dijelaskan penyebab kecelakaan kebakaran dibagi berdasarkan 4 faktor penyebab awal, yakni faktor kinerja manusia, faktor peralatan, faktor alam atau sabotase, dan faktor lain.

Berdasarkan hasil analisis dari 36 laporan kecelakaan kebakaran yang diperoleh dari Ditjen Migas, didapatkan 15 kejadian atau 41,67% disebabkan oleh faktor kinerja manusia dan 15 kejadian atau 41,67% karena faktor peralatan. Sedangkan kejadian lainnya disebabkan oleh karena faktor alam (gempa) terjadi sebanyak 1 kejadian atau sebesar 2,78% dan terakhir disebabkan oleh faktor lain ada 5 kejadian atau sebesar 13,89% seperti yang tertera dalam tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.3 Penyebab Awal Kecelakaan Kebakaran

No	Faktor Penyebab	Jumlah Kejadian Kebakaran	Persentase (%)
1	Faktor Kinerja Manusia	15	41,67
2	Faktor Peralatan	15	41,67
3	Faktor Alam/ Sabotase	1	2,78
4	Faktor Lain	5	13,89
Total		36	100

5.4 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia

5.4.1 Penyebab Dasar

Data penyebab kecelakaan kebakaran akibat faktor kinerja manusia dikumpulkan, dibuat frekuensi distribusinya dan dihitung jumlahnya. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.4 di bawah ini.

Tabel 5.4 Penyebab Dasar Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia

No	Faktor Kinerja Manusia	Jumlah Kejadian Kebakaran
1	Prosedur	14
2	Sistem Manajemen	13
3	Pengaturan Kerja	13
4	Pendayaan Manusia	3
5	Pelatihan	3
6	Kendali Mutu	0
7	Komunikasi	0

Dari tabel 5.4 tersebut dapat diketahui bahwa masalah prosedur merupakan faktor kinerja manusia terbanyak sebagai penyebab dasar (*basic causes*) terjadinya kecelakaan kebakaran yaitu sebanyak 14 kejadian. Penyebab dasar kedua dan ketiga berturut-turut adalah sistem manajemen dan pengaturan kerja dengan 13 kejadian. Urutan distribusi frekuensi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.4.

5.4.2 Akar Penyebab

Akar penyebab diperoleh dengan menggunakan Root Cause Tree® untuk menganalisis dari penyebab dasar dan diperoleh kemungkinan akar penyebab yang paling mendekati dan selanjutnya didapatkan akar penyebab utamanya.

Data akar penyebab tersebut dikumpulkan, kemudian dibuat frekuensi distribusinya dan dihitung jumlahnya. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.5 di bawah ini.

**Tabel 5.5 Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran
Faktor Manusia**

No	Penyebab Dasar	Akar Penyebab	Jumlah Kejadian
1	Prosedur	- Tidak ada prosedur	4
		- Prosedur tidak tersedia/ tidak nyaman digunakan	9
		- Identifikasi peralatan membutuhkan perbaikan	1
2	Sistem Manajemen	- Tidak ada SPAC	3
		- SPAC kurang tegas	5
		- SPAC tidak lengkap	6
		- Komunikasi SPAC membutuhkan perbaikan	3
3	Pengaturan Kerja	- Ijin kerja perlu perbaikan	3
		- Pertemuan/Orientasi sebelum bekerja membutuhkan perbaikan	2
		- Tidak ada pengawasan	11
4	Pendayaan Manusia	- Pekerja tidak kompeten	3
		- Kesiapan pemantauan membutuhkan perbaikan	1
		- Pelindung peralatan membutuhkan perbaikan	1
5	Pelatihan	- Lingkungan kerja panas	1
		Tugas tidak dianalisis	3

*Ketr : SPAC = *Standar, Policies, or Admin Controls (Standar, Kebijakan, atau Kontrol Admin)*

Dari tabel tersebut di atas dapat diketahui bahwa tidak adanya pengawasan selama bekerja merupakan salah satu akar penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran yang paling besar yaitu sebanyak 11 kejadian. Akar penyebab kedua dan ketiga berturut-turut adalah tidak tersedianya prosedur sebanyak 9 kejadian dan perlu perbaikan terhadap SPAC/standar, kebijakan, atau kontrol admin kurang ketat

yaitu 6 kejadian. Beberapa akar penyebab lainnya tidak terlalu besar dalam menyebabkan kecelakaan kebakaran, akan tetapi tetap saja masih perlu diperhatikan, antara lain kurang mempersiapkan ijin kerja sebanyak 3 kejadian dan kurangnya pertemuan sebelum pekerjaan dimulai dengan 2 kejadian serta juga beberapa akar penyebab yang menyebabkan 1 kejadian kebakaran. Urutan distribusi frekuensi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.5.

Jika ditinjau berdasarkan jenis kegiatan usaha migas, akar penyebab utama kecelakaan kebakaran disebabkan tidak ada pengawasan terhadap 6 kejadian pada kegiatan usaha hulu dan 5 kejadian pada kegiatan usaha hilir.

5.5 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Peralatan

5.5.1 Penyebab Dasar

Penyebab dasar kecelakaan kebakaran akibat faktor peralatan terdiri dari 5 penyebab yaitu pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediksi, kegagalan yang berulang-ulang, peralatan yang cacat, perancangan dan kegagalan yang ditolerir. Data penyebab kecelakaan kebakaran akibat faktor peralatan dikumpulkan, dibuat frekuensi distribusinya dan dihitung jumlahnya. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Penyebab Dasar Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Peralatan

No	Faktor Peralatan	Jumlah Kejadian Kebakaran
1	Pemeliharaan preventif/prediktif	10
2	Kegagalan yang berulang	3
3	Peralatan Cacat	1
4	Perancangan/ Desain	1
5	Kegagalan yang ditelorir	0
Total		15

Dari tabel 5.6 di atas menunjukkan bahwa masalah pemeliharaan peralatan yang bersifat pencegahan dan prediksi menjadi paling besar yaitu 10 kejadian terjadinya kecelakaan kebakaran. Penyebab dasar lainnya adalah kegagalan yang berulang dengan 3 kejadian, peralatan yang cacat dan masalah perancangan/desain masing-masing 1 kejadian. Sedangkan untuk permasalahan kegagalan yang ditolerir belum pernah menjadi penyebab dasar dalam suatu kejadian kebakaran.

5.5.2 Akar Penyebab

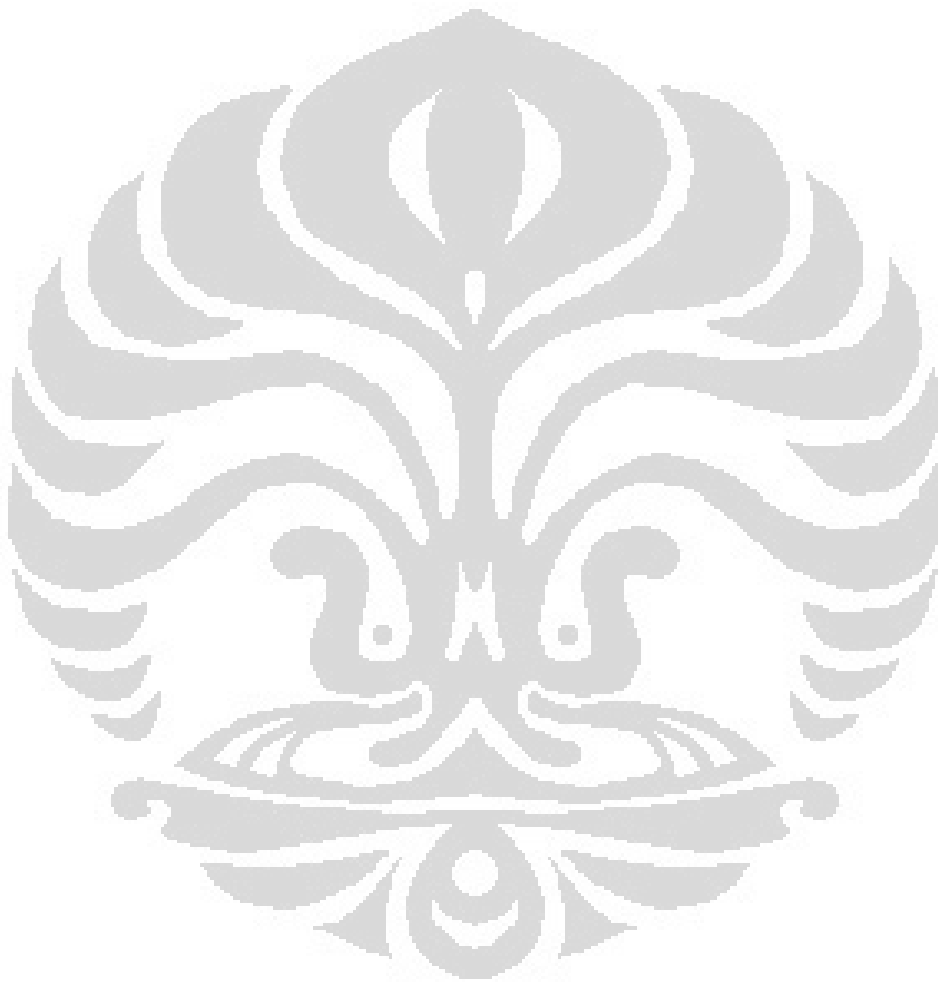
Setelah diteliti penyebab yang mendekati akar permasalahan maka akan ditelaah lebih lanjut terhadap akar penyebab kecelakaan kebakaran. Data-data akar penyebab dikumpulkan, dibuat distribusinya dan dihitung jumlahnya. Hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.7 di bawah ini.

Tabel 5.7 Akar Penyebab Kecelakaan Kebakaran Pada Faktor Peralatan

No	Akar Penyebab	Jumlah Kejadian Kebakaran
1	Pemeliharaan preventif/prediktif untuk peralatan perlu ditingkatkan	10
2	Tindakan perbaikan tidak ditindak lanjuti	3
3	Permasalahan tidak diantisipasi	1
4	Spesifikasi perlu ditingkatkan	1
5	Pengendalian mutu	1
Total		16

Dalam tabel 5.7 di atas diketahui bahwa akar penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran oleh karena masalah peralatan adalah pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediksi perlu ditingkatkan yaitu 10 kejadian. Akar penyebab lainnya adalah tindakan perbaikan yang tidak ditindak lanjuti sebanyak 3 kejadian, masalah tidak diantisipasi, spesifikasi perlu ditingkatkan dan pengendalian mutu peralatan masing-masing sebanyak 1 kejadian.

Dari 10 kejadian kecelakaan kebakaran disebabkan oleh kurangnya program pemeliharaan preventif/prediktif, didapat 7 kebakaran terjadi pada kegiatan usaha hilir dan 3 kejadian pada kegiatan usaha hulu.



BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini mempunyai keterbatasan sebagai berikut:

1. Data sekunder

Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder berdasarkan laporan kejadian atau investigasi kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia dari tahun 2006-2010 yang dilaporkan ke Ditjen Migas. Laporan yang dianalisis terkadang tidak lengkap dan tidak didukung data hasil audit perusahaan tentang aspek K3. Informasi yang dapat diolah dari data sekunder tersebut hanya sebatas apa yang tertulis dalam laporan itu saja.

2. Tidak meneliti akar penyebab kecelakaan kebakaran yang disebabkan faktor alam/sabotase dan faktor lain. Kedua faktor ini tidak dibahas secara rinci karena memang dalam metode TapRoot® tidak dibahas secara mendalam. Metode TapRoot® lebih konsentrasi kepada faktor manusia dan peralatan.

6.2 Kecelakaan Kebakaran Industri Migas Indonesia

6.2.1 Gambaran Umum

Jumlah kasus kecelakaan kebakaran yang tercatat di Ditjen Migas dalam kurun waktu lima tahun (2006-2010), terlihat bahwa dari tahun ke tahun selalu terjadi kebakaran baik itu kategori kebakaran besar maupun kategori kebakaran kecil. Bahkan kebakaran tersebut telah mengakibatkan adanya korban jiwa. Hal ini disebabkan kurang dilakukan langkah-langkah perubahan yang signifikan dari tahun ke tahun dalam hal keselamatan. Penekanan keselamatan tidak hanya dari sisi perilaku tetapi juga fokus pada proses keselamatan. Selain itu, kurang dilakukan pengelolaan risiko kebakaran yang sudah diketahui sangat besar risikonya dalam industri migas. Penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja belum sepenuhnya dilaksanakan oleh manajemen perusahaan. Oleh karena itu perlu dilakukan pembenahan dan mengevaluasi kembali program-program keselamatan yang ada untuk mengurangi bahkan menghindari kecelakaan kebakaran.

Dilihat dari waktu terjadinya kecelakaan kebakaran menunjukkan bahwa kejadian kebakaran terjadi pada siang hari yaitu antara jam 06.00-18.00 lebih banyak terjadi dari pada di malam hari (18.00-06.00). Pada dasarnya terjadinya kecelakaan kebakaran tidak ditentukan oleh waktu, namun dari data ini menggambarkan bahwa aktivitas kegiatan kerja pada umumnya antara pagi sampai sore lebih banyak dibandingkan dengan aktifitas kerja shift malam dimana pekerjaanya lebih sedikit jumlahnya. Aktivitas kerja yang lebih banyak dengan jumlah pekerja akan cenderung lebih meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kebakaran jika tidak dilakukan pengawasan yang ketat.

Jenis kegiatan pada perusahaan migas yang didapatkan dari data sekunder, ada 6 jenis kegiatan di area kerja perusahaan migas yaitu eksplorasi, eksploitasi atau produksi, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan pemasaran/niaga. Aktifitas yang paling banyak terjadi kebakaran adalah pada kegiatan pengolahan dan produksi, sedangkan aktivitas paling kecil terhadap kecelakaan kebakaran adalah pengangkutan dan pemasaran/niaga. Kegiatan pengolahan dan produksi secara umum lebih kompleks peralatan dan parameter operasinya jika dibandingkan dengan kegiatan lainnya. Pada kegiatan eksplorasi peralatan yang digunakan yaitu peralatan seismik, peralatan handak (bahan peledak) dan *drilling rig*. Pada tahap produksi/eksploitasi, peralatan dan instalasi yang digunakan mulai dari *drilling/workover rig*, sumur, pompa pipa, *steam generator/boiler*, *platform* dan FPSO/FSO. Sedangkan pada kegiatan pengolahan peralatan dan instalasi yang digunakan berupa kilang yang didalam terdapat peralatan yang bertekanan tinggi seperti bejana tekan, *heat exchanger*, *furnace*, tangki, pipa dan pompa. Peralatan-peralatan ini mempunyai risiko tinggi menyebabkan terjadinya kebakaran. Oleh karena itu sangat beralasan jika kecelakaan kebakaran lebih sering terjadi pada kegiatan pengolahan dan produksi/eksploitasi

Selain itu, pada kegiatan pengolahan dan produksi banyak terdapat bahan baku yang mudah terbakar pada kondisi karakteristik bahan dengan adanya pengaruh dari suhu dan tekanan. Apabila terjadi kesalahan sedikit baik dari faktor manusia maupun peralatan akan menimbulkan dampak yang serius. Hal ini mengharuskan setiap pekerja memiliki kompetensi yang memadai, melaksanakan setiap prosedur

dengan benar dan sistem manajemen harus memperhatikan dan mengembangkan setiap kebijakan yang ditetapkan pada perusahaannya masing-masing.

Pada kegiatan penyimpanan migas terjadinya kebakaran juga lumayan signifikan, hal ini disebabkan oleh kegiatannya berfokus pada penyimpanan bahan bakar migas yang mudah terbakar. Jika pada kegiatan ini terjadi salah penanganan akan menimbulkan kebakaran yang besar.

Sedangkan pada aktivitas pengangkutan memiliki kemungkinan kecil terjadinya kebakaran, hal ini ditunjang oleh sifat kegiatannya yang tidak terlalu kompleks dan melibatkan banyak orang, demikian juga proses pemasaran dan niaga karena aktivitas ini tidak ada proses bahan secara langsung.

6.2.2 Faktor Penyebab Awal

Berdasarkan 36 laporan kecelakaan kebakaran yang diperoleh dari Ditjen migas, didapatkan bahwa 15 kasus kebakaran berhubungan dengan masalah faktor kinerja manusia, 15 kasus karena faktor peralatan, 1 kasus karena faktor alam/sabotase dan 5 kasus disebabkan faktor lain. Data ini menunjukkan bahwa penyebab kecelakaan kebakaran merupakan multi penyebab, dimana terjadi interaksi antar faktor seperti manusia dengan alat, manusia dengan lingkungan, manusia dengan aspek non fisik dan manusia dengan manusia. Penyebab kecelakaan dimungkinkan terjadi secara bersamaan oleh faktor-faktor tersebut. Hal ini sesuai dengan teori Hawkins (1975) yang mengatakan adanya keterkaitan SHELL yang menghasilkan hubungan antara manusia dengan beberapa faktor lain seperti mesin/alat, lingkungan, prosedur, bahkan antar manusia itu sendiri.

Faktor manusia menjadi salah faktor penyebab yang besar, ini tidak terlepas dari kenyataannya bahwa manusia itu merupakan komponen yang paling kritis dan fleksibel dalam sistem. Kecelakaan kebakaran oleh faktor manusia tidak terlepas dari pengaruh karakteristik manusia itu sendiri, seperti tingkat keahliannya, pengetahuan, kompetensi, motivasi ataupun emosionalnya. Kecelakaan yang terjadi kebanyakan diakibatkan oleh tindakan-tindakan yang tidak aman atau tidak mengindahkan praktek-praktek yang aman, dan ditambah dengan tindakan kecerobohan.

Faktor peralatan sangat erat hubungannya dengan masalah pemeliharaan peralatan itu sendiri. Kemampuan peralatan dipastikan akan semakin berkurang

seiring pertambahan usia pemakaiannya, namun manusia sebagai pengguna dapat memeliharanya sehingga penurunan kemampuannya dapat diperlambat. Ironisnya yang menjadi penyebab kecelakaan kebakaran oleh faktor peralatan, sebagian besar disebabkan kurangnya pemeliharaan. Dalam pemeliharaan dikenal tipe pemeliharaan bersifat pencegahan atau prediksi (*preventive/predictive maintenance*) dan pemeliharaan bersifat korektif atau perbaikan dilakukan setelah terjadi kerusakan (*corrective maintenance*). Umumnya dalam industri migas di Indonesia sifat pemeliharaan peralatan hanya pada tipe pemeliharaan disaat terjadi kerusakan, belum sampai pada tingkat memprediksi kegagalan peralatan. Sehingga tidak mengherankan kejadian kebakaran sering terjadi pada peralatan yang jenisnya sama.

Antara penyebab dari faktor manusia dan peralatan memiliki kemungkinan yang sama untuk terjadinya kecelakaan kebakaran, oleh karena itu dalam hal penanganan pendayaan manusia dan peralatan harus sama-sama diperhatikan, tidak memberatkan di salah satu faktor. Terlebih segala usaha untuk memperkecil terjadinya kecelakaan kebakaran perlu dipertimbangkan dengan bijaksana agar tidak menimbulkan kesalahan lain yang lebih besar.

Penyebab awal dikarenakan faktor lain dalam penelitian ini cukup lumayan tinggi yaitu 5 kejadian. Kejadian ini semuanya diakibatkan adanya aktivitas masyarakat di area kerja yang tidak mengetahui bahwa itu adalah daerah berbahaya atau mengetahui tetapi tidak peduli dengan larangan. Kegiatan diluar area kerja sendiri memang kurang bisa diantisipasi, dimana mengingat bahwa sekitar wilayah kerja terdapat masyarakat yang tidak mengetahui tindakan berbahaya yang memungkinkan menimbulkan terjadinya kecelakaan kebakaran. Tindakan ini biasanya adalah dengan merokok di dekat area berbahaya tanpa sepengetahuan pengawas perusahaan. Oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa program keamanan bagi area kerja agar tidak menimbulkan kecelakaan kebakaran.

Faktor alam atau bencana alam merupakan suatu kejadian yang sulit diprediksi dan tidak dapat dicegah. Dalam penelitian ini ditemukan 1 (satu) kejadian kebakaran bermula dari adanya gempa bumi. Gempa bumi datang secara tiba-tiba dan merusak fasilitas serta menimbulkan kebakaran.

6.3 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Kinerja Manusia

6.3.1 Penyebab Dasar

Sebagian kebakaran disebabkan oleh faktor manusia yang kurang peduli terhadap keselamatan dan bahaya kebakaran. Dalam metode TapRooT®, faktor kinerja manusia dibagi menjadi 7 faktor dasar dari manusia yang dapat menimbulkan kecelakaan kebakaran yaitu masalah prosedur, sistem manajemen, pengaturan kerja, pelatihan, pendayaan manusia, komunikasi, dan kendali mutu. Ketujuh faktor dasar ini dikelompokkan dalam tiga bagian yaitu kinerja manusia secara individu, kinerja tim dan sistem manajemen. Penyebab dasar yang paling besar pada faktor kinerja manusia disebabkan oleh masalah prosedur sebesar dan diikuti oleh sistem manajemen serta pengaturan kerja. Pada 3 faktor ini secara tidak langsung memiliki hubungan yang saling terikat. Jika salah satu dari 3 faktor ini disediakan dan dikerjakan dengan baik, maka faktor yang lain juga akan terdukung. Misalnya saja prosedur yang tidak jelas dalam suatu pekerjaan, disebabkan karena sistem manajemen yang kurang spesifik yang menyebabkan tindakan kerja yang salah/ tidak tepat dari setiap bagian di area kerja oleh pekerjanya sendiri.

Prosedur kerja merupakan diskripsi langkah-langkah bagaimana suatu tugas yang dijalankan menjadi suatu kinerja yang diterapkan selama bekerja oleh pegawai di tempat kerja. Prosedur sangat erat kaitannya dengan tingkat keberhasilan pekerjaan. Masalah prosedur biasanya berupa prosedur tidak ada, tidak tersedia, prosedur tidak lengkap dan prosedur tidak diikuti serta prosedur salah. Prosedur yang bermasalah dikarenakan oleh masalah kinerja individu atau tim akan mengganggu pekerjaan dan dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Prosedur yang tidak memadai ini biasanya berkorelasi dengan gagal mengikuti prosedur.

Sistem manajemen yang buruk juga berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan kebakaran. Sistem manajemen disini berkaitan dengan standar, kebijakan, atau pengendalian administrasi (peraturan) di dalam perusahaan. Terkadang perusahaan mempunyai kebijakan tetapi didalam tataran pelaksanaannya tidak optimal dilaksanakan atau bahkan tidak dilaksanakan. Bahkan yang lebih parah perusahaan tidak mempunyai kebijakan tentang keselamatan tentang penanganan bahan mudah terbakar. Hal-hal semacam ini tanpa disadari telah meningkatkan

resiko terjadinya kebakaran. Standar, kebijakan atau pengendalian administrasi yang lemah atau tidak ketat berkontribusi sebagai akar penyebab terjadinya kecelakaan.

Pengaturan kerja erat hubungannya dengan persiapan pekerjaan dan pengawasan selama pekerjaan dilangsungkan. Persiapan yang tidak baik kecenderungan hasil pekerjaan tidak sempurna. Persiapan pekerjaan yang baik tetapi pada saat pelaksanaannya tidak ada pengawasan ini menjadi gunung es yang siap untuk meletus. Kecelakaan sering terjadi karena fungsi pengawasan yang lemah. Lemahnya pengawasan merupakan salah satu faktor penting dalam penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Lemahnya fungsi pengawasan ini berkontribusi sebagai akar penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran ini.

Rasmussen (1987) sendiri berpendapat bahwa *human error*/kesalahan manusia dapat terjadi berdasarkan *skill based*, *rule based* dan *knowledge based*. Selain itu, James Reason (1987) juga mengemukakan pendapatnya bahwa *human error* dapat terjadi karena *slips*, *lapses*, *mistake* dan *violation*. Semua hal yang ditimbulkan dari manusia dapat ditimbulkan dari faktor internal/ personal, dimana berasal dari diri masing-masing pekerjanya.

Sedangkan untuk penyebab dasar yang terlihat sedikit jumlahnya memungkinkan terjadinya kecelakaan kebakaran adalah faktor komunikasi dan kendali mutu. Pada komunikasi dan pengendalian mutu dapat dilihat bahwa meskipun 2 faktor ini paling sedikit diantara penyebab yang lain, akan tetapi jika diabaikan saja maka akan menyebabkan kecelakaan lainnya dan juga menimbulkan penyebab-penyebab lain dari faktor manusia yang lainnya.

6.3.2 Akar Penyebab

Dalam tabel 5.5 terlihat akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia selama tahun 2006 - 2010. Akar-akar penyebab ini menyebabkan kecelakaan kebakaran tidak secara sendirian tetapi secara bersama-sama dalam waktu bersamaan. Penyebab kecelakaan kebakaran dalam penelitian merupakan multi penyebab. Sebagai contoh dalam kasus kecelakaan kebakaran tangki penyimpanan minyak mentah di kilang minyak Dumai disebabkan beberapa faktor yaitu prosedur tidak tersedia, ijin kerja kurang memadai, tidak ada

pengawasan dan SPAC (standar, kebijakan, pengendalian administrasi) tidak lengkap atau memadai. Kondisi-kondisi ini secara bersamaan ada sebelum terjadi kebakaran.

Dalam penelitian ini, peneliti membuat peringkat akar-akar penyebab kecelakaan kebakaran. Dan berdasarkan data didapat tiga besar akar penyebab utama kecelakaan kebakaran yaitu masalah pengaturan kerja karena tidak ada pengawasan, masalah prosedur berupa tidak tersedianya prosedur dan sistem manajemen karena SPAC (standar, kebijakan, pengendalian administrasi) tidak lengkap atau memadai.

6.3.2.1 Pengaturan Kerja: Tidak Ada Pengawasan

Fungsi pengawasan adalah salah satu dari empat fungsi manajemen yang penting yaitu: perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengawasan. Fungsi-fungsi ini berhubungan dengan semua pekerjaan manajer/supervisor pada semua tingkatan.

Beberapa penulis berpendapat bahwa fungsi pengawasan memegang peranan penting dalam menekan atau mencegah kecelakaan, diantaranya adalah Bird dan Loftus (1976). Helen Lingard dan Steve Rowlinson (2005) menyarankan solusi jangka panjangnya harus difokuskan pada domino pertama menyangkut urutan/rangkaian pengawasan manajemen sembari mencegah kecelakaan agar tidak berlanjut. Tindakan-tindakan program pengawasan manajemen yang proaktif sangatlah dibutuhkan untuk mencegah semua sumber kerugian yang membahayakan (DNV, 1996). Selain itu hasil riset dalam kendali mutu mengkonfirmasi bahwa 85% dari dan akibat kesalahan yang manusia adalah sebagai hasil dari faktor-faktor kurangnya pengawasan manajemen (DNV, 1996).

Lemahnya atau tidak adanya pengawasan selama pekerjaan berlangsung merupakan salah satu faktor penting dalam terjadinya kecelakaan kebakaran. Kurangnya pengawasan dalam bekerja akan menimbulkan dampak yang kurang baik bagi aktifitas kerja. Semakin minimnya suatu pengawasan akan membuat para pekerja yang kurang paham dalam pekerjaan merasa bingung saat harus bertindak cepat dalam mengambil keputusan tertentu, selain itu para pekerja yang kurang disiplin akan merasa aman karena tidak ada pengawasan.

Tidak adanya pengawasan secara jelas dapat dilihat dari salah satu contoh hasil laporan penyelidikan kecelakaan kebakaran pada Depot LPG Makasar. Sopir

truk tangki LPG tidak mengikuti prosedur yaitu meninggalkan kendaraan dan tidak memasang rem tangan. Tindakan tidak aman dari sopir ini pada dasarnya dapat dicegah jika ada pengawas di area pekerjaan. Pengawas ataupun supervisor seharusnya mengawasi pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan prosedur yang ada.

Jika dilihat berdasarkan jenis kegiatan usahanya, akar penyebab utama tidak ada pengawasan terjadi pada kegiatan usaha hulu dan hilir. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi pengawasan dari manajemen sangat perlu ditingkat karena jenis kegiatan itu sama-sama mempunyai risiko kecelakaan kebakaran yang tinggi.

Berdasarkan data pada contoh di atas, peneliti berpendapat bahwa walaupun prosedur tidak diikuti tetapi jika ada pengawasan manajemen maka kemungkinan besar masih dapat dicegah terjadinya kecelakaan. Jadi dapat disimpulkan tidak adanya pengawasan berkontribusi besar sebagai penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran ini.

Mengingat industri migas merupakan industri strategis dan sesuai ketentuan peraturan perundangan yang berlaku, bahwa pemerintah juga punya peranan penting dalam melakukan pengawasan terhadap perusahaan-perusahaan migas di Indonesia. Dalam kaitannya dengan fungsi pengawasan oleh pemerintah tersebut, maka pengawasan yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi merupakan pengawasan eksternal, sedangkan pengawasan yang dilakukan perusahaan adalah pengawasan internal. Pemerintah melakukan pengawasan secara langsung dan tidak langsung. Pengawasan langsung dilakukan saat para petugas dari Ditjen Migas melakukan inspeksi rutin ke lapangan (biasanya dilakukan minimal 2 kali dalam setahun). Sedangkan pengawasan tidak langsung dilakukan melalui evaluasi laporan kejadian kecelakaan berupa rekomendasi-rekomendasi yang harus ditindak lanjuti.

Sesuai ketentuan yang diatur dalam MPR 1930, PP No. 17/1974 dan PP No. 11/1979, setiap perusahaan wajib menunjuk seorang pejabat yang memiliki wewenang pengambil keputusan yang cukup tinggi di perusahaan tersebut sebagai Kepala Teknik Tambang Migas (dengan criteria/persyaratan tertentu dan mempunyai otoritas/akses terhadap sumber dana dan kebijakan/arah perusahaan) yang mempunyai tugas dan tanggung jawab melakukan pengawasan keselamatan dan kesehatan kerja. Jika diperlukan dapat pula ditunjuk Wakil Kepala

Teknik sesuai kebutuhan. Kepala Teknik dan Wakil Kepala Teknik harus mendapat persetujuan dari Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi c.q. Direktur Teknik dan Lingkungan Minyak dan Gas Bumi (selaku kepala Inspeksi Tambang Migas). Melalui ketentuan ini pemerintah dapat mendorong Kepala Teknik maupun Wakil Kepala Teknik tersebut untuk selalu meningkatkan pengawasan di lapangan.

Dalam hal ini peneliti berpendapat, bahwa fungsi pengawasan dari pemerintah secara tidak langsung mempunyai korelasi dan berkontribusi dalam mengurangi terjadinya kecelakaan kebakaran. Semakin sering dilakukan komunikasi dengan Kepala Teknik dan wakilnya baik melalui forum-forum resmi, rapat pertemuan maupun saat melakukan inspeksi ke lapangan, akan semakin mengingatkan mereka untuk selalu tetap mentaati peraturan yang ada dan melakukan pengawasan setiap saat di area kerja.

6.3.2.2 Prosedur: Tidak Tersedianya Prosedur

Prosedur dapat diartikan sebagai tahapan dalam tata kerja yang harus dilalui suatu pekerjaan baik mengenai dari mana asalnya dan mau menuju mana, kapan pekerjaan tersebut harus diselesaikan maupun alat apa yang harus digunakan agar pekerjaan tersebut dapat diselesaikan. Prosedur menjadi hal penting dalam melakukan pekerjaan. Adanya prosedur kerja menuntun pekerja sampai akhir pekerjaannya. Keberhasilan pekerjaan salah satunya ditentukan oleh prosedur.

Dalam penelitian ini, kecelakaan kebakaran disebabkan oleh masalah prosedur terutama karena tidak mengikuti prosedur. Pekerja tidak mengikuti prosedur karena tidak ada prosedur atau prosedur ada tetapi tidak tersedia di dalam area pekerjaan atau sulit untuk diikuti. Prosedur yang tidak ada bukan merupakan kesalahan pekerja semata tetapi lebih kepada kesalahan sistem manajemen yang tidak membuat prosedur ataupun melengkapi prosedur yang ada. Manajemen tidak membuat prosedur karena menganggap pekerjaan tersebut sudah merupakan rutinitas sehingga tidak perlu untuk menuliskan dalam bentuk suatu rangkaian kerja. Kondisi seperti ini, membuat si pekerja dengan sadar tidak mengikuti prosedur.

Prosedur tidak ada di area kerja juga merupakan kelalaian manajemen. Prosedur sudah disosialisasikan dan dimengerti pekerja tetapi tidak menyediakannya ditempat kerja, memberi celah kepada pekerja untuk tidak melakukannya. Prosedur

disediakan ditempat kerja bertujuan untuk mengingatkan pekerja setiap saat dalam melakukan pekerjaannya.

Pekerja yang mengikuti prosedur tetapi tidak tepat dan juga kurangnya pemahaman antara cara kerja manusia dengan alat/mesin dapat disebabkan karena pekerja yang belum siap saat bekerja/kurang konsentrasi dan juga karena pelatihan yang kurang, prosedur yang tidak jelas, sehingga dalam hal ini perlu adanya antisipasi dalam hal pengecekan peralatan sebelum digunakan.

Bedasarkan data kecelakaan kebakaran, peneliti berpendapat bahwa walaupun prosedur ada tetapi jika tidak disediakan di tempat kerja hal ini merupakan kondisi tidak standar. Kondisi tidak standar ini terjadi karena faktor manusia yang terlalu menyepelekan arti suatu prosedur. Penyebab di atas secara individu maupun bersama-sama berkontribusi sebagai penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran.

6.3.2.3 Sistim Manajemen: SPAC tidak lengkap

Frank Bird dan Lotus (1976), mengembangkan pemahaman bahwa lemahnya kendali manajemen turut melemahkan faktor personal dan faktor pekerjaan, dan juga turut menciptakan tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan kondidi tidak aman (*unsafe condition*). Dalam sistem manajemen yang tidak lengkap atau bahkan tidak sesuai/tidak ada tentunya akan dapat menimbulkan potensi bahaya (*hazard*) tersendiri yang nantinya akan menimbulkan kerugian. Oleh karena itu terhadap sistem manajemen diperlukan suatu tindakan yang tegas dan nantinya akan dapat menghasilkan dampak positif untuk mengurangi jumlah kecelakaan kebakaran di perusahaan migas di Indonesia.

Membuat standar kerja, kebijakan, prosedur-prosedur dan peraturan dilingkungan perusahaan merupakan tugas dan fungsi manajemen. Sistem manajemen perusahaan yang baik tentunya akan melakukan tugas ini. Industri migas merupakan kegiatan yang padat teknologi dan mempunyai risiko tinggi seharusnya membuat sistem manajemen yang baik. Tetapi oleh karena kurangnya pengetahuan manusia atau kompetensi maka sering standar, kebijakan ataupun prosedur yang dibuat masih kurang lengkap atau memadai. Faktor ini menjadi akar penyebab yang lumayan signifikan dalam menyebabkan kecelakaan kebakaran dalam industri migas di Indonesia.

Kasus kecelakaan kebakaran tangki penyimpanan minyak mentah di kilang minyak Dumai, salah contoh kejadian dimana SPAC tidak lengkap. Hasil penyelidikan diketahui fakta bahwa tidak mewajibkan untuk mengisolir gas hidrokarbon dengan memasang sorokan atau melepas joint, sehingga ketika dilakukan pekerjaan pengelasan dan telah terpenuhi segitiga api menyebabkan kebakaran. Prosedur yang tidak lengkap ini menjadikan area kerja menjadi kondisi tidak aman dan kekurangan pengetahuan para pekerja menjadikan mereka melakukan pekerjaan dengan tindakan tidak aman. Kebakaran ini seharusnya dapat dihindari jika ada analisa bahaya pekerjaan dan dimasukkan dalam prosedur kerja.

Berdasarkan data pada contoh di atas, peneliti berpendapat bahwa walaupun prosedur sudah ada dan dilakukan dengan baik serta ijin kerja juga sudah disiapkan, tetapi karena prosedur kerja tidak lengkap atau kurang memadai sangat mungkin menyebabkan kecelakaan kebakaran. Semakin banyak ketidaklengkapan prosedur atau standar kerja maka resiko terjadinya kecelakaan semakin besar. Oleh karena itu faktor standar, kebijakan dan aturan pengendalian administrasi (SPAC) sangat berkontribusi dalam menyebabkan kecelakaan kebakaran.

6.4 Penyebab Kecelakaan Kebakaran Akibat Faktor Peralatan

6.4.1 Penyebab Dasar

Dalam metode TapRoot® kecelakaan kebakaran akibat faktor peralatan disebabkan 5 hal penyebab dasar yaitu pemeliharaan preventif/prediktif, kegagalan yang berulang, peralatan yang cacat, perancangan atau desain dan kegagalan yang dapat ditolerir. Dalam penelitian ini, berdasarkan data kecelakaan kebakaran yang ada di Ditjen Migas diketahui kasus kecelakaan kebakaran yang paling besar adalah disebabkan oleh masalah pemeliharaan dan yang paling kecil adalah masalah desain dan peralatan yang cacat masing-masing. Sedangkan masalah kegagalan yang dapat ditolerir belum pernah menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran.

Pada peralatan/mesin memiliki karakteristik ukuran, berat, bentuk, sumber energi yang digunakan untuk menggerakkannya, tipe pergerakan atau perpindahannya, keberadaan alat kontrol dan material konstruksinya yang berbeda-beda (Brauer, 2006). Tentunya melalui karakteristik juga akan berpengaruh terhadap sifat bahan mesin yang digunakan terhadap suhu, tekanan, prosedur kerja, dan

lainnya. Sedikit perubahan yang ditimbulkan dari lingkungan akan mempengaruhi peralatan, sehingga seiring dengan berjalannya waktu akan menurunkan kinerja alat. Oleh karena itu pemeliharaan terhadap peralatan sangat diperlukan.

Pemeliharaan peralatan bertujuan untuk menjaga kondisi peralatan tetap layak digunakan. Faktor pemeliharaan menjadi sangat penting terhadap umur dari suatu peralatan. Pemeliharaan yang tidak baik cenderung mengakibatkan kehandalan atau kualitas peralatan akan menurun dan dapat menimbulkan kegagalan operasi. Besarnya persentase pemeliharaan sebagai penyebab kecelakaan kebakaran dalam faktor peralatan menunjukkan bahwa program pemeliharaan di industri migas Indonesia belum optimal terlaksana. Hal ini kemungkinan disebabkan masih jarang nya program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediksi, sehingga tidak bisa memprediksi kegagalan apa yang terjadi dalam peralatan tersebut. Tipe pemeliharaan yang sering dijumpai adalah pemeliharaan yang bersifat korektif atau adanya tindakan perbaikan setelah ada kerusakan atau kegagalan. Pemeliharaan seperti ini hanya memecahkan masalah dalam jangka pendek, bukan untuk jangka panjang dan bahkan memakan biaya yang lebih besar serta sangat merugikan operasional.

Selain masalah pemeliharaan, data dalam penelitian ini menunjukkan kegagalan yang berulang pada peralatan yang sama juga berkontribusi menyebabkan terjadinya kebakaran. Peneliti berpendapat bahwa kegagalan ini merupakan kegagalan dari sistem manajemen perusahaan. Kegagalan yang sama kemungkinan besar tidak akan terulang kembali jika manajemen secara serius dan konsisten menindak lanjuti tindakan pencegahannya yang sudah disimpulkan berdasarkan hasil penyelidikan. Fakta-fakta yang sering terjadi perusahaan tidak melaksanakan tindakan koreksi dan tidak ada pengawasan serta evaluasi. Sehingga tidak mengherankan jika akan terjadi peristiwa yang sama.

Sedangkan masalah desain dan peralatan cacat sangat kecil kontribusinya dalam menyebabkan kecelakaan kebakaran, disebabkan sejak dari tahap awal perencanaan dan perancangan telah melibatkan para *engineer*. Permasalahan desain biasanya sudah diketahui disaat awal-awal pemasangan peralatan atau pembangunan suatu instalasi. Masalah utama yang timbul dalam faktor desain adalah spesifikasi desain.

6.4.2 Akar Penyebab

Akar penyebab kecelakaan kebakaran disebabkan faktor peralatan yang paling utama adalah kurangnya pemeliharaan peralatan yang bersifat pencegahan ataupun prediksi (*preventive/predictive maintenance*) seperti terlihat dalam tabel 5.7. Dalam operasionalnya, kehandalan peralatan sangat ditentukan faktor pemeliharaan. Peralatan tidak mudah mengalami kegagalan jika dioperasikan dengan benar dan dirawat dengan baik secara terus menerus. Pemeliharaan antara lain bertujuan untuk menjaga mesin dan fasilitas tetap terjaga kondisinya dalam kondisi yang terbaik. Setiap peralatan atau komponen memiliki batas waktu penggunaan. Sebagian besar peralatan semakin rusak setelah melampaui masa waktu tertentu dan hanya sebagian kecil saja yang rusak sebelum masa waktunya.

Agar peralatan tidak mengalami kerusakan yang menyebabkan terhentinya operasi, dilakukan perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*). Pemeliharaan peralatan dibagi dalam dua kategori yaitu pemeliharaan yang terencana (proaktif) dan pemeliharaan tidak terencana (reaktif). Pemeliharaan tidak terencana sifatnya mendadak atau keadaan darurat sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan. Sedangkan pemeliharaan terencana antara lain pemeliharaan yang bersifat pencegahan, prediksi, korektif dan peningkatan pemeliharaan (*improvement maintenance*). Dalam penelitian ini, faktor pemeliharaan yang dapat menyebabkan kecelakaan kebakaran adalah kurangnya pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediksi.

Pemeliharaan yang bersifat pencegahan (*preventive maintenance*) merupakan kegiatan untuk melindungi, mencegah atau mengurangi penurunan kondisi operasional peralatan sehingga unjuk kerjanya tetap bagus dan tidak menimbulkan kegagalan. *Preventive maintenance* adalah tata cara pemeliharaan peralatan yang berdasarkan pada waktu, siklus atau direncanakan. Sedangkan pemeliharaan yang bersifat prediktif merupakan aktifitas untuk mendeteksi perubahan kondisi fisik peralatan (tanda-tanda kegagalan) sehingga dapat dimaksimalkan usia pemakaiannya tanpa menambah risiko kegagalannya.

Secara umum terlihat bahwa tipe pemeliharaan yang ada dalam industri migas di Indonesia adalah pemeliharaan yang bersifat korektif dan preventif. Perbaikan ataupun penggantian dilakukan setelah terjadi kerusakan dengan tujuan untuk

mengurangi sumber kerusakan atau frekuensi kerusakan. Sedangkan untuk program pemeliharaan yang preventif dilakukan dengan melakukan pemeriksaan/inspeksi peralatan secara berkala dan melakukan pemeliharaan secara rutin.

Belum banyak perusahaan yang mempunyai program pemeliharaan bersifat prediksi, program pemeliharaan yang berpusat pada kehandalan atau program inspeksi berbasis risiko (*risk based inspection/RBI*). Kalaupun ada yang menerapkan program ini, kemungkinan besar masih kurang cukup dalam pelaksanaannya atau tidak konsisten. Seharusnya dengan menerapkan program ini secara sungguh-sungguh, diharapkan dapat mendeteksi dan mencegah atau mengurangi resiko kegagalan peralatan.

Berdasarkan fakta ini, peneliti berpendapat bahwa kurangnya program pemeliharaan menjadikan peralatan dalam kondisi yang tidak aman. Kondisi tidak aman ini jika dioperasikan secara terus menerus akan menimbulkan kegagalan yang pada akhirnya dapat menimbulkan kecelakaan kebakaran. Kondisi tidak aman ini akan semakin cepat menimbulkan kebakaran jika dioperasikan oleh manusia dengan tindakan yang tidak aman seperti menghidupkan mesin tidak sesuai dengan prosedur.

Akar penyebab utama lainnya adalah tindakan perbaikan yang tidak ditindak lanjuti. Hasil penyelidikan dari kegagalan suatu peralatan selalu memberi tindakan perbaikan (*corrective action*) yang harus dilaksanakan. Tetapi sering terjadi manajemen kurang mendukung dan bahkan tidak melaksanakannya dengan berbagai alasan sehingga tidak mengherankan kejadian yang sama terulang kembali. Seperti dalam kasus kebakaran pipa penyalur di Medan milik salah satu perusahaan gas negara, dimana kebocoran pipa sebelumnya sudah diketahui tetapi tindak lanjutnya kurang serius ditangani sehingga menimbulkan kebakaran yang lebih besar. Oleh karena ketidak seriusan manajemen membuat kondisi pipa dalam kondisi tidak standar dan tidak aman. Jadi dalam hal ini sistem manajemen yang kurang baik berkontribusi menyebabkan terjadinya kecelakaan kebakaran.

Pemerintah juga mempunyai tugas dan fungsi melakukan pengawasan terhadap masalah kelayakan peralatan dalam industri migas di Indonesia. Sebagaimana kita ketahui bahwa kegiatan usaha migas terutama kegiatan hulu menganut sistem kontrak kerja sama, yang dapat diartikan bahwa semua biaya diperlukan dalam kegiatan tersebut merupakan tanggungan negara. Oleh karena itu,

pemerintah dalam hal ini Ditjen Migas, mempunyai kepentingan dalam mengawasi kelayakan dan kehandalan peralatan yang dipergunakan. Sesuai UU Migas dinyatakan bahwa Badan Usaha atau Bentuk Usaha Tetap menjamin standar dan mutu yang berlaku sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku serta menerapkan kaidah keteknikan yang baik. Dengan demikian semua peralatan yang dipergunakan harus handal dan layak digunakan.

Sehubungan dengan hal tersebut, dalam PP No. 17/1974 dan PP No. 11/1979 diatur bahwa setiap peralatan dan instalasi harus dilakukan pemeriksaan keselamatan kerja untuk menjamin kehandalan dan kelayakannya. Kelayakan peralatan dan instalasi dinyatakan pemerintah dalam bentuk sertifikat kelayakan penggunaan peralatan dan instalasi. Sertifikat ini menjadi bukti bahwa Badan Usaha dan Bentuk Usaha Tetap tersebut telah menggunakan peralatan dan instalasi yang sah atau legal secara hukum. Dengan adanya aturan seperti ini seharusnya memaksa manajemen perusahaan mempunyai program inspeksi dan pemeliharaan yang baik serta menjalankannya dengan konsisten. Karena hasil inspeksi dan rekaman pemeliharaan peralatan menjadi salah satu dasar pertimbangan dalam menyatakan suatu peralatan atau instalasi layak untuk digunakan.

Oleh karena itu, peneliti berpendapat bahwa fungsi pengawasan terhadap kehandalan peralatan dan instalasi secara tidak langsung mempunyai korelasi dalam mengurangi terjadinya kecelakaan kebakaran. Namun kenyataannya kebanyakan perusahaan tidak konsisten melaksanakan program pemeliharaan yang sudah dibuat, sehingga kegagalan operasional peralatan sering terjadi dan tidak jarang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kebakaran.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Faktor-faktor penyebab kecelakaan kebakaran pada industri migas di Indonesia adalah disebabkan oleh faktor kinerja manusia, faktor peralatan, faktor alam (gempa bumi) dan faktor lain.
2. Penyebab dasar kecelakaan kebakaran akibat faktor manusia kebanyakan terjadi karena permasalahan prosedur, sistem manajemen, dan pengaturan kerja serta beberapa faktor yang lain seperti pendayaan manusia dan pelatihan.
3. Penyebab dasar kecelakaan kebakaran akibat faktor peralatan sebagian besar disebabkan permasalahan pemeliharaan preventif/prediktif serta faktor kecil lainnya, yaitu kegagalan yang berulang, peralatan cacat, dan perancangan/desain.
4. Akar penyebab kecelakaan kebakaran yang terjadi dalam industri migas di Indonesia yaitu:
 - a. Faktor manusia
 - masalah prosedur adalah prosedur yang tidak tersedia, tidak ada prosedur; kurangnya identifikasi manusia terhadap peralatan.
 - masalah sistem manajemen yaitu standar, kebijakan, pengendalian administrasi (SPAC) tidak lengkap, SPAC yang kurang ketat, tidak ada SPAC, dan kurang mengkomunikasikan SPAC.
 - masalah pengaturan kerja terdapat permasalahan pada tidak adanya pengawasan, ijin kerja tidak memadai, pekerja yang tidak kompeten dan pertemuan sebelum pekerjaan dimulai perlu perbaikan.
 - masalah pendayaan manusia yaitu kesiapan pemantauan, pelindung peralatan membutuhkan perbaikan dan lingkungan area kerja yang panas.
 - masalah pelatihan adalah pekerjaan/tugas tidak dianalisis terlebih dahulu.
 - b. Faktor peralatan adalah pemeliharaan preventif/prediktif peralatan perlu ditingkatkan, tindakan perbaikan yang tidak ditindak lanjuti, permasalahan tidak terantisipasi, spesifikasi peralatan perlu ditingkatkan, dan kurangnya pengendalian mutu pada peralatan.

5. Akar penyebab utama kecelakaan kebakaran yang terjadi dalam industri migas di Indonesia tahun 2006-2010 adalah tidak adanya pengawasan dan kurangnya program pemeliharaan peralatan yang bersifat pencegahan/prediksi.

7.2 Saran

7.2.1 Bagi Perusahaan

1. Melakukan pengawasan secara benar dan bertanggung jawab sampai pekerjaan selesai. Pengawasan yang efektif akan menurunkan secara signifikan kecelakaan kebakaran.
2. Memberdayakan mandor, supervisor dan pimpinan kerja sebagai ujung tombak pengawasan pada lini terdepan manajemen.
3. Menyediakan prosedur kerja di tempat kerja yang mudah dibaca atau dilihat serta secara periodik dilakukan penyegaran pemahaman prosedur kerja tersebut kepada pekerja.
4. Secara periodik melakukan peninjauan kembali dan evaluasi terhadap prosedur, kebijakan ataupun aturan-aturan perusahaan yang sudah ada supaya lebih sempurna.
5. Mengadakan pelatihan cara menyusun prosedur kerja yang komprehensif dan mudah dimengerti.
6. Mengadakan pelatihan khususnya tentang kepatuhan karena ada kecenderungan untuk tidak melaksanakan atau mengikuti prosedur yang sudah ada.
7. Mengevaluasi program pemeliharaan peralatan yang ada dan melanjutkan program yang sudah berjalan efektif.
8. Memberi pelatihan tentang sistem pemeliharaan peralatan dan fasilitas untuk meningkatkan pengetahuan dan keahlian pekerja.
9. Melakukan sosialisasi terhadap masyarakat yang berada di sekitar area kerja antara lain tentang bahan mudah terbakar, penyebab terjadinya api, cara pencegahan kebakaran dan lain-lainnya yang berhubungan dengan kecelakaan kebakaran.

7.2.2 Bagi Pemerintah

1. Meningkatkan program pembinaan dan pengawasan terhadap perusahaan-perusahaan migas di Indonesia dengan melakukan kegiatan antara lain mengadakan forum komunikasi tentang keselamatan dan kesehatan kerja dan melakukan inspeksi secara rutin dan periodic dengan konsisten.
2. Membuat pedoman investigasi kecelakaan sehingga perusahaan migas di Indonesia mempunyai acuan yang sama dalam menyelidiki setiap kecelakaan kebakaran.
3. Melakukan pengukuran kinerja aspek keselamatan dan kesehatan kerja pada perusahaan-perusahaan migas untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan sistim manajemen keselamatan dan kesehatan kerja sekaligus memberi masukan-masukan untuk meningkatkan kinerja perusahaan.
4. Melakukan analisis kecelakaan kebakaran secara menyeluruh terhadap setiap laporan kecelakaan kebakaran untuk mendapatkan akar penyebab dan memberikan hasilnya kepada perusahaan sebagai masukan untuk tindak lanjut pencegahan dan bahan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Bird Frank E, George L. Germain, and M. Douglas Clark. (2003). Det Norske Veritas (DNV). *Practical Loss Control Leadership*. (Terj. W. Abdullah): PT. Danavgraha

Bird, Frank E Jr. & Germain, George L.(1986). *Practical Loss Control Leadership*. Loganville, Georgia: Institute Publishing.

Bird, Frank E Jr., Germain, George L., & Clark, Douglas M. (1996). *Modern Safety Management*. Singapore: Det Norske Industry Pte. Ltd.

Brauer, Roger L. (2006). *Safety and Health for Engineers*, 2nd edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Center For Chemical Process Safety (CCPS).(2003). *Guidelines For Fire Protection In Chemical, Petrochemical and Hydrocarbon Processing Facilities*

Davletshina, Tatyana A. & Cheremissinof, Nicholas P. (1988). *Fire and Explosion Hazard Handbook of Industrial Chemical*. New Jersey: Noyes Publication.

DNV Loss Control Management Center, 1990 Modern Safety Management, Published by Det Norske Veritas Industry Pte Ltd

Friend, Mark A. & Kohn, James P. (2007). *Fundamentals of Occupational Safety and Health*. Maryland: Government Institutes

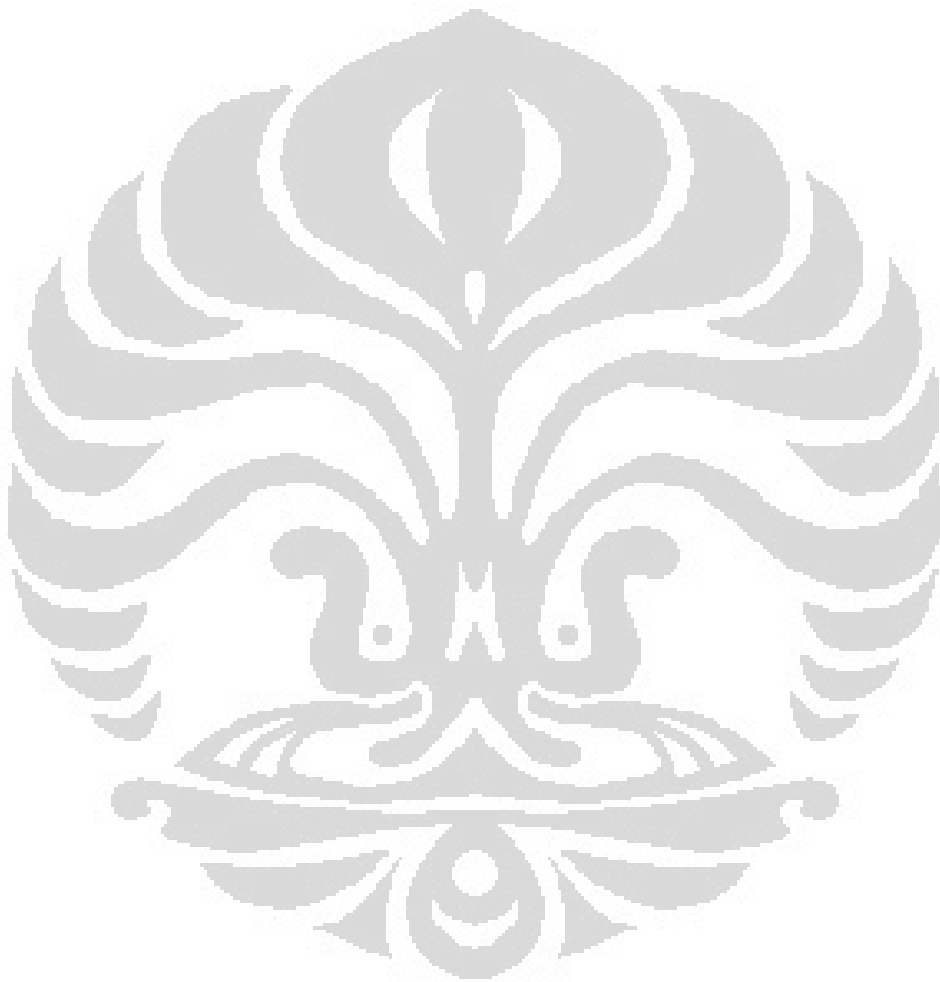
Heinrich, H.W., Peterson P.E., Dan & Roos, Nestro. (1980). *Industrial Accident Prevention*. 5th edition. USA: McGraw-Hill Inc.

Hughes, Phil & Ferret, Ed. (2007). *Introduction Health and Safety at Work*. Burlington: Elsevier Limited.

-----*Loss Control Management*, Published by Institute Press, Loganville, Georgia USA.

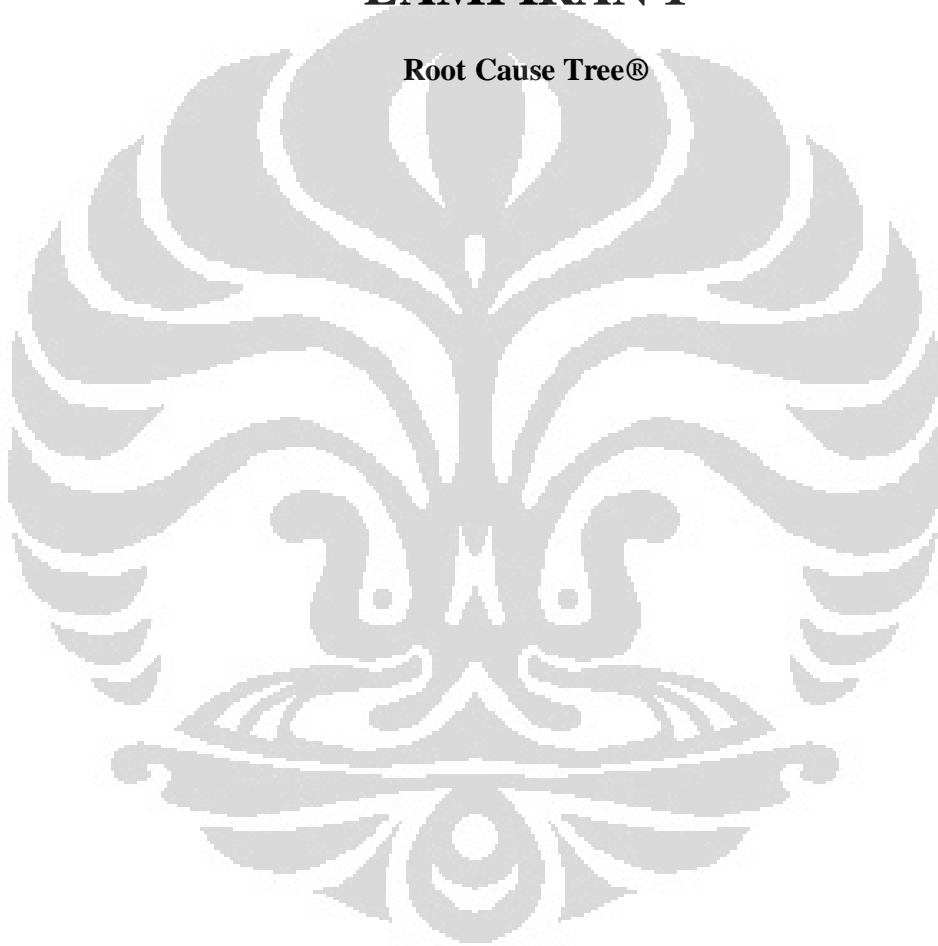
- Nevded, Milos dan Soemanto, Imam K. (1991). *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar*.
- Nolan, Dennis P. (1996). *Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles For Oil, Gas, Chemical and Related Facilities*. New Jersey: Noyes Publications.
- Nugroho, Agung. (2009, Desember). *Analisis Perbandingan Penerapan Sistem Investigasi Kecelakaan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode Taproot® di PT X Tbk. Tahun 2009*. Skripsi Depok: FKM UI
- Paradies, Mark & Unger, Linda (2007). *TapRoot® Root Cause Tree® Dictionary*. 7th edition. Tennessee: System Improvements, Inc.
- Paradies, Mark & Unger, Linda (2008). *TapRoot® Changing The Way The World Solves Problems*. Tennessee: System Improvements, Inc.
- Ramli, Soehatman. (2010). *Manajemen Kebakaran*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Reason, James. (1997). *Managing the Risk of Organizational Accident*.
- Shortus, Phillip. (2002, November). *Using The Taproot Methodology In Accident/ Incident Investigations*. Presented at 4th National Investigation Symposium, NSW.
- Suyartono. (2009). *Keselamatan Instalasi Migas*. Jakarta: Minergy Informasi Indonesia
- Tersmette P, Walter. (2005, May). *Canadian Upstream Oil and Gas Industry Fire and Explosion Incident Analysis*. IRP 18 Committee, [online] Dari : http://public.norwestcorp.com/files%5C4_Safe%20Work%20Procedures%20and%20Guidelines%5C1_Safety%5CFire%20And%20Explosion%20Hazard%20Management%20IRP18%20-%20Canada%20only%20V1.pdf. [15 Maret 2010].

----- (2002). *Fundamental Human Factors Concept*. 1st edition. USA: Civil Aviation Authority



LAMPIRAN 1

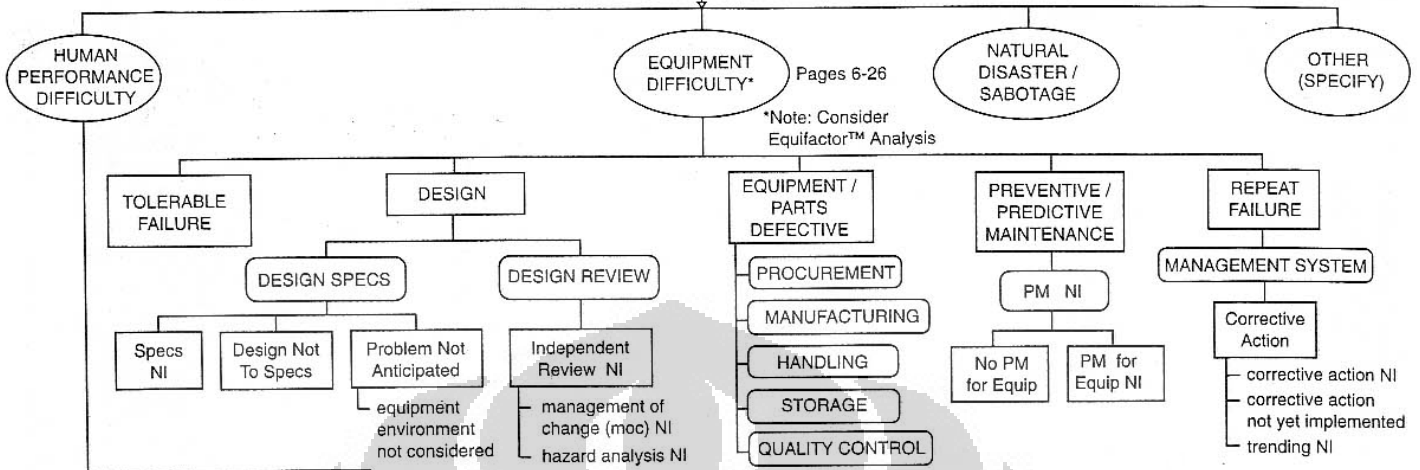
Root Cause Tree®



TapRoot® Root Cause Tree®

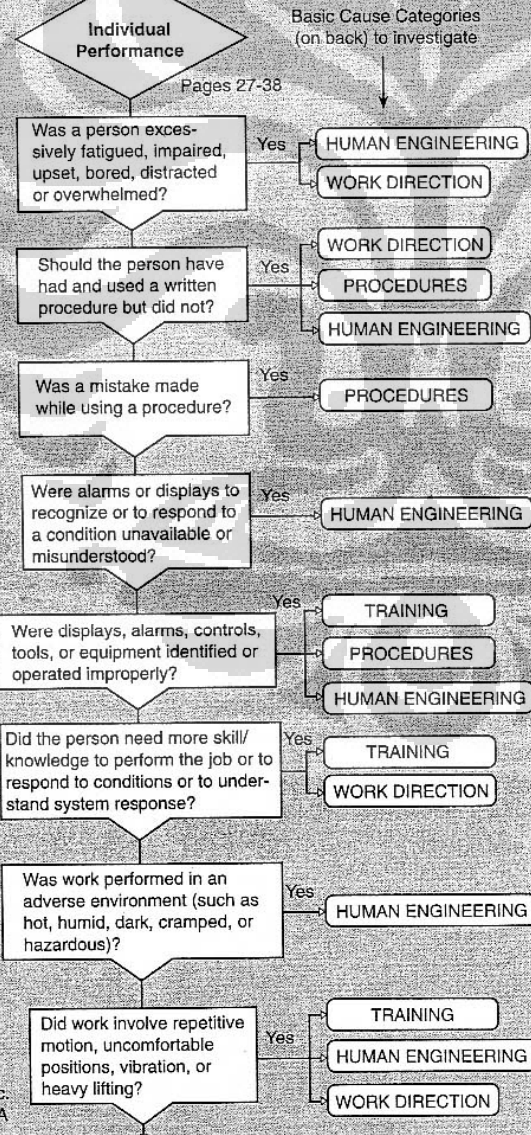
Causal Factor/Issue:

START HERE with each causal factor/issue and select or eliminate each category to find root causes.



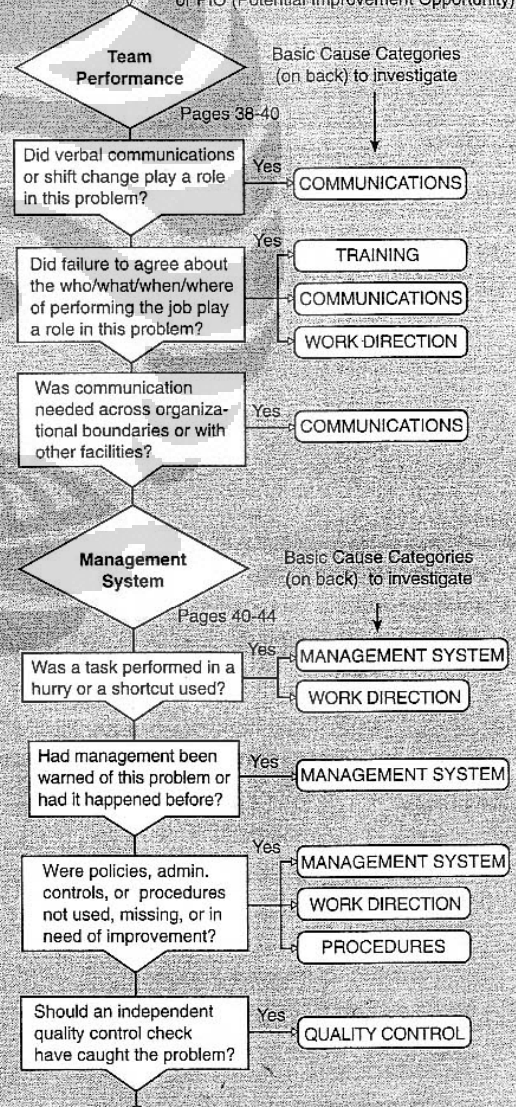
Human Performance Troubleshooting Guide (15 Questions)

Directions: Answer all questions and then refer to the indicated Basic Cause Categories on the back of this sheet to investigate the causes of the problem.



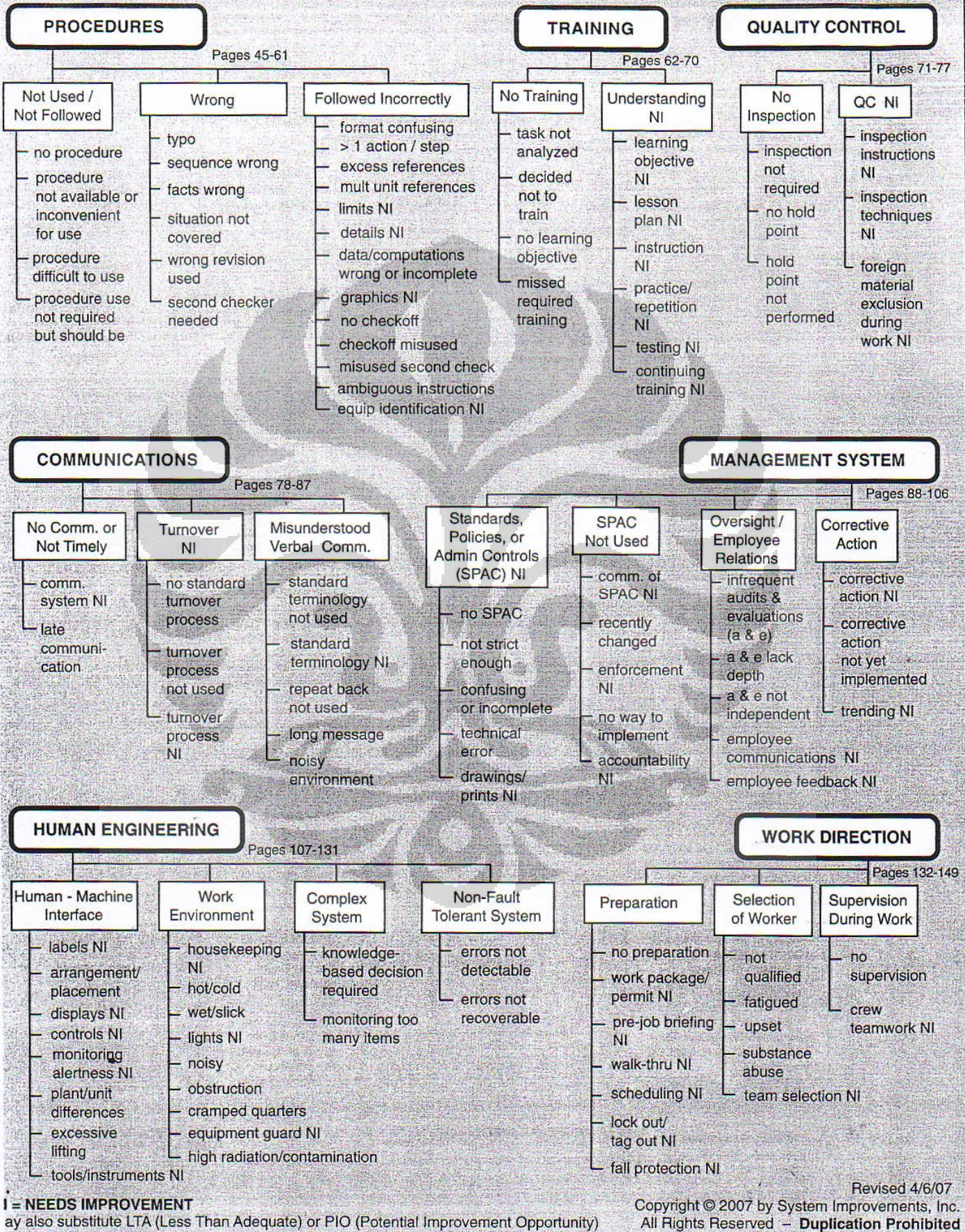
Revised 4/6/07
Copyright © 2007 by System Improvements, Inc. Knoxville, Tennessee, USA
All Rights Reserved
Duplication Prohibited

NI = NEEDS IMPROVEMENT
May also substitute LTA (Less Than Adequate) or PIO (Potential Improvement Opportunity)



Continue on back by analyzing the indicated Basic Cause Categories

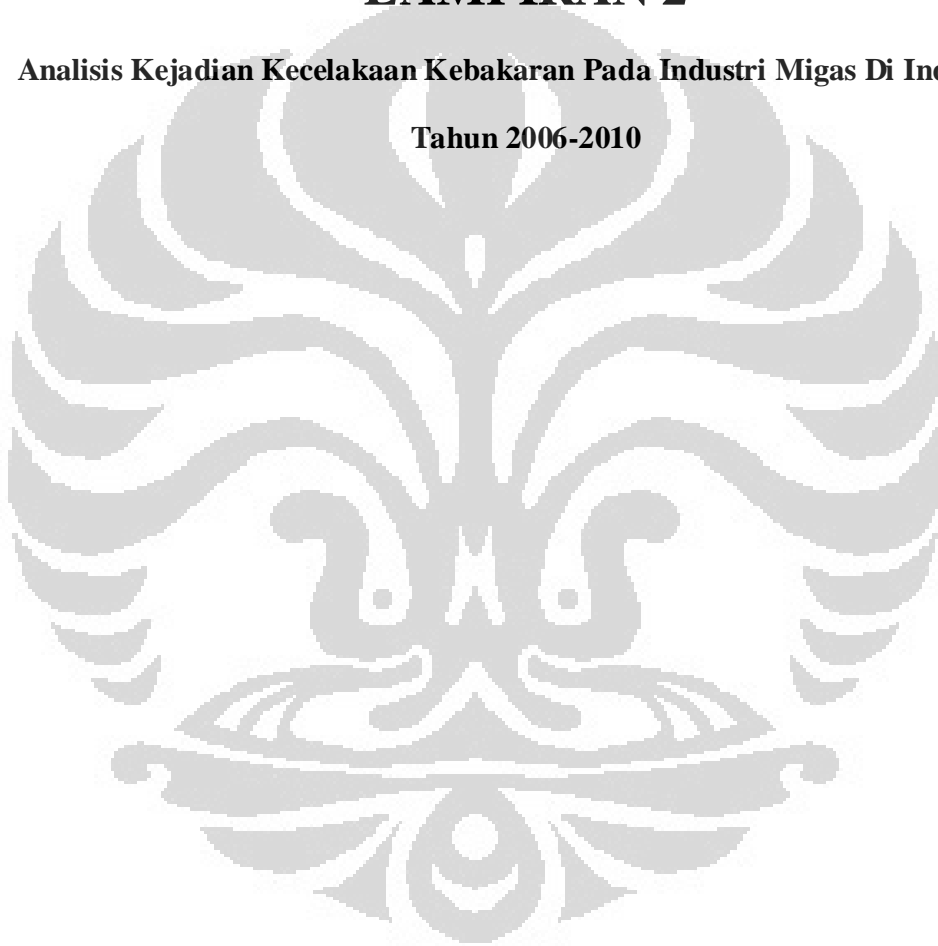
TapRoot® Root Cause Tree® Basic Cause Categories



LAMPIRAN 2

Analisis Kejadian Kecelakaan Kebakaran Pada Industri Migas Di Indonesia

Tahun 2006-2010



ANALISIS KEJADIAN KECELAKAAN KEBAKARAN PADA INDUSTRI MIGAS DI INDONESIA TAHUN 2006-2010

No	TGL	JAM	Jenis Kegiatan	Deskripsi Kejadian	Penyebab Awal	Penyebab Dasar	Akar Penyebab	Tindak Lanjut
1	30 Sept 2006	17.25 WIB	Pengolahan	Pada pukul 17.25 WIB pekerja melihat asap putih kehitaman yang kemudian menjadi nyala api di dekat melting box A (dekat P-54/55) unit Dewaxing yang mengarah ke dinding kamar Filter Press A dengan semburan api mengarah ke atas yang kemudian menjalar dan membakar filter press secara bertahap dari kamar A/B/C	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif.
2	03 Nov 2006	17.00 WIB	Eksplorasi	Terjadi kebakaran tangki produksi kapasitas 3000 bbls di lokasi Stasiun Pengumpul No. 12 Talang Akar.	Faktor Lain	-	-	-
3	13 Des 2006	14.00 WIT	Eksplorasi	Saat sedang berlangsung pemotongan area plate yang kelima dengan menggunakan cutting torch, setelah dua plate pada shell dan dua plate pada floating deck selesai dan memasuki pemotongan plate area kelima yang berlokasi pada floating deck dalam proses pemotongan tiba-tiba terjadi kebakaran tepat dibawah proses pemotongan pada lantai dasar tangki #5 yang masih terdapat sisa sludge/kotoran minyak yang terjebak pada area yang kandas tertimpa floating deck.	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Tidak ada SPAC	Peninjauan dan perbaikan standar kerja
						Pengaturan kerja	Ijin kerja perlu diperbaiki	Peninjauan Permit to work
						Prosedur	Tidak ada prosedur	Sebelum melakukan pemotongan dilakukan briefing
4	10 Maret 2007	08.02 WIB	Eksplorasi	Ditemukan kebocoran pada salah satu valve pada mesin utama, kemudian ditinggalkan sejenak untuk mengambil peralatan, setelah kembali diketahui minyak pelumas telah menyembur melalui ulir drat valve keseluruhan ruang mesin dan mencapai exhaust manifold. Hal ini menyebabkan kebakaran	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Melakukan program pemeliharaan

5	21 Feb 2007	14:30 WITA	Penyimpanan	setelah proses loading premium, petugas melepas coupling dan menutup cabinet tiba - tiba timbul api dan membakar mobil tangki	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Meningkatkan program pemeliharaan dan mengecek semua mobil tangki yang ada
6	12 Sept 2007	18.15 WIB	Eksplorasi	Kebakaran tangki No. T-02 yang menampung minyak dari sumur MGH-18 tersebut terjadi beberapa menit setelah ada gempa.	Bencana Alam	-	-	-
7	1 Maret 2007		Eksplorasi	Kebakaran terjadi pada tangki minyak mentah no. 103 Booster Talang Akar	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Koreksi alat dan evaluasi alat sebelum digunakan
8	26 Okt 2007	18.50 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi saat ada pekerjaan perbaikan (pengelasan) pipa suction dia 16" di antara tangki No. 4 dan tangki No. 5. Api merambat menuju kolam penampungan limbah (waste pit) dan membakar waste fit.	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Tidak ada SPAC	Meninjau kembali standar kerja pengelasan di daerah yang mudah terbakar
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Pada saat pekerjaan pengelasan di daerah mudah terbakar harus diawasi selama pekerjaan dilakukan
						Prosedur	Prosedur tidak tersedia	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada dan menyediakannya di area kerja
9	09 Nov 2008	04.00 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi di 13 titik jalur pipa Banyu Urip-Mudi sepanjang total 70 m. Pipa sedang dalam proses pemasangan, belum terisi crude oil. Kebakaran terjadi pada bagian luar/insulasi pipa	Faktor Lain	-	-	-
10	9 Maret 2008	08.15 WIB	Pengolahan	Kebakaran pada fin fan cooler 11E-50G/H saat dilakukan pembersihan hidrokarbon dengan pencucian air	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC kurang tegas dan SPAC tidak lengkap	Peninjauan dan perbaikan standar kerja
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan selama pekerjaan dilaksanakan
						Prosedur	Prosedur tidak tersedia	Memperbaiki prosedur dan menyiapkannya di area kerja

						Pelatihan	Pekerjaan tidak dapat dianalisis	Melakukan pelatihan kepada pekerja tentang pekerjaannya
11	23 Maret 2008	18.36 WIB	Pengangkutan	Kebakaran terjadi pada pipa gas 16" yang sebelumnya bocor dan sudah diperbaiki dengan memasang klem tidak sempurna	Faktor Peralatan	Kegagalan berulang	Tindakan perbaikan pada kejadian sebelumnya belum diimplikasikan	Setiap ada kegagalan sebelumnya harus segera dilakukan tindak lanjut
12	7 Okt 2008	08.00 WIB	Penyimpanan	Mesin No. 17 digunakan untuk kegiatan backloading premium (ex T.09) 7000 KL ke MT Klaworong di Dermaga Semampir Timur. Pada tgl 7 Oktober 2008 terjadi kebakaran di area rumput disekitar bak arrester pompa No. 17 yang berjarak 2,5 m sebelah barat dinding luar rumah pompa	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Komunikasi SPAC perlu perbaikan	Mensosialisasikan standar kerja, prosedur, kebijakan kepada pekerja secara berkala dan terus menerus
						Prosedur	Prosedur tidak tersedia/ kurang nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada serta menyediakannya di area kerja
13	15 Des 2008	09.15 WIB	Pengolahan	Sebelum terjadi kebakaran sedang dilakukan proses pengelasan yaitu perbaikan pada pipa pencegahan dan pemadaman kebakaran tangki	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC tidak lengkap	Peninjauan dan perbaikan standar kerja dan kebijakan
						Prosedur	Prosedur tidak tersedia/ kurang nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada
						Pengaturan kerja	Ijin kerja perlu perbaikan Tidak ada pengawasan	Peninjauan dan perbaikan permit to work Melakukan pengawasan secara benar selama melaksanakan pekerjaan

14	18 Jan 2009	21.18 WIB	Penyimpanan	sebelum kejadian kebakaran sedang berlangsung proses pembongkaran produk premium dari kapal CSC Rising Sun di Tj Priuk, melalui jalur pipa	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC kurang tegas dan SPAC tidak lengkap	Peninjauan dan perbaikan SPAC
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan secara benar selama pekerjaan dilaksanakan
						Prosedur	Prosedur tidak lengkap/ tidak nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada serta menyediakannya di area kerja
15	17 Mei 2009	19.30 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi karena pilling tertinggi dilokasi crater #1 disambar petir dan membakar gas yang keluar dari crater #1	Faktor Peralatan	Desain	Spesifikasi desain, masalah tidak terantisipasi	Perbaikan pada desain peralatan dengan mempertimbangkan aspek teknis
16	16 Juli 2009	02.47 WIB	Eksplorasi	Operator power plant yang sedang berada di ruang panel power plant B mendengar ada suara breaker trip, setelah diperiksa ternyata ACB 2000A yang mensupply power plant A trip, Operator produksi menginformasikan ke operator power plant bahwa lampu di ruang operator padam. Operator power plant merespon dengan keluar menuju power plant A. Saat melihat kondisi sudah gelap dan ketika sampai di depan genset LU#2A terlihat pijaran api di kabel 20 kV dan diiringi suara ledakan.	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Meningkat program pemeliharaan peralatan terutama yang bersifat prediksi sehingga dapat diperkirakan peralatan yang akan mengalami kegagalan
17	11 Jan 2009	09.35 WIB	Eksplorasi	Minyak mentah dari sumur dimasukkan ke drum dan pada saat menutup drum, tiba-tiba muncul api dari lubang tutup drum langsung menyambar minyak mentah yang ada didalam drum tersebut sehingga menimbulkan kebakaran	Faktor Manusia	Pengaturan Kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan secara benar selama pelaksanaan pekerjaan
18	29 Apr 2009	15.00 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi pada lahan di sekitar ROW pipa jalur PPP Pengabuan menuju KM 3 Plaju. Kebakaran diduga terjadi akibat adanya sumber api dari pembakaran	Faktor Lain	-	-	-

				lahan disekitar jalur pipa tersebut oleh masyarakat.				
19	13 Juni 2009	09.10 WITA	Penyimpanan	Saat pengisian LPG ke skid tank, sopir meninggalkan kendaraan tanpa memasang penyangga ban, rem tangan tidak difungsikan sehingga mobil skid tank mundur tak terkendali dan coupling pengisian pada skid tank tertarik secara paksa yang menimbulkan bunga api dan menyebabkan terjadinya kebakaran	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Komunikasi SPAC perlu perbaikan	Mensosialisasikan standard dan prosedur kerja kepada supir secara rutin
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	melakukan pengawasan secara benar selama pelaksanaan pekerjaan
						Prosedur	Prosedur tidak ada/ tidak nyaman	Memperbaiki dan menyediakan prosedur kerja di area kerja
						Pendayaan manusia	Pelindung peralatan perlu perbaikan	Perbaikan peralatan
20	3 Juni 2009	08.15 WIB	Pengolahan	Kebakaran terjadi pada furnace 011F-101B cell area FOC II RU IV	Faktor Manusia	Pendayaan manusia	Kesiapan pemantauan perlu perbaikan	Pemantauan ditingkatkan (monitoring)
						Prosedur	Pengidentifikasian peralatan perlu ditingkatkan	Melakukan pelatihan kepada pekerja
21	26 Maret 2009	15.40 WIB	Pengolahan	Pada saat kontrol Area terjadi Flash di Seal Flange Inlet Furnace 019F-102 DB, api dapat dipadamkan oleh OPR setempat & crew K3LL dengan 3 Cyls DP 20 lbs & dilokalisir dengan Steam.	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif

22	2 Juni 2009	05.00 WIB	Pengolahan	Pada saat kontrol area terjadi api pada Line Inlet □ 22" pada Flange Exchanger 84E-201, api dapat dipadamkan oleh operator setempat bersama crew PK – K3LL dengan menggunakan : Steam Ring, Steam Nozzle, Air Hydrant & APAR 20 lbs sebanyak 15 Cyl.	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif
23	22 Sept 2009	22.15 WIB	Pengolahan	Pada saat Operator kontrol Area didapati kebakaran di Flange Inlet 84E201, api dapat dipadamkan oleh Operator setempat bekerja sama dengan Crew HSE dengan menggunakan Air Hydrant, Steam, DP 20 Lbs sebanyak 5 Cyl dan Foam.	Faktor Peralatan	Kegagalan yang berulang	Kegagalan yang berulang pada peralatan	Manajemen segera menindak lanjuti rekomendasi untuk penggantian peralatan/suku cadang yang selalu mengalami kendala dengan memperhitungkan pembiayaan operasi
24	08 Apr 2009	22.25 WIT	Penyimpanan	Kebakaran terjadi pada tangki T-11 saat dilakukan pengisian premium dari kapal MT Yulia I	Faktor Lain	-	-	-
25	30 Okt 2009	09.45 WIB	Pengolahan	Saat dilaksanakan commissioning dan produksi unit ADU (Atmospheric Distillation Unit) telah mencapai kapasitas 4000 bopd, saat itu terjadi kebakaran/flash pada permukaan pipa ATB unit VDU.	Faktor Peralatan	Peralatan cacat	Pengendalian mutu	Pengendalian peralatan perlu ditingkatkan terhadap ketentuan standar yang digunakan
26	31 Agt 2009	11.45 WIB	Eksplorasi	Diduga ada penduduk yang membakar semak - semak. Api pembakaran merambat ke gorong - gorong didekat lokasi pembakaran yang terdapat limpahan minyak. Api membesar dan menimbulkan kebakaran	Faktor Lain	-	-	-

27	20 Okt 2009	8:40 WITA	Eksplorasi	Sewaktu melakukan pekerjaan well stimulation dengan methanol terjadi kebakaran kecil. Api dapat dipadamkan beberapa kemudian	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC kurang tegas	Mengevaluasi dan memperbaiki standar kerja yang ada
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan secara benar selama pelaksanaan pekerjaan
						Prosedur	Prosedur tidak lengkap/tidak nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur kerja
28	8 Des 2009	18.01 WIB	Pengolahan	Kebakaran terjadi pada CDU III saat dilakukan perbaikan pipa outlet furnace CDU III yang mengalami kebocoran	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Komunikasi SPAC perlu perbaikan	Melakukan sosialisasi standar, kebijakan dan prosedur kerja secara rutin kepada seluruh pekerja
						Pengaturan kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Ijin kerja perlu perbaikan - orientasi sebelum kerja perlu perbaikan - seleksi kerja tidak sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> - peninjauan dan perbaikan Permit to work - melakukan briefing sebelum melakukan pekerjaan - menempatkan pekerja sesuai dengan keahliannya
						Prosedur	Prosedur tidak lengkap/ tidak nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada
						Pelatihan	Pekerjaan tidak dianalisa	Melakukan pelatihan kepada pekerja mengenai pekerjaannya
29	16 Jan 2010	22.15 WITA	Pengolahan	Kejadian diawali dengan flash di dalam fire box F-3-04 A yang selanjutnya api membesar.	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif
30	18 Jan 2010	11.00 WITA	Penyimpanan	Pekerjaan pengosongan tangki untuk keperluan tank cleaning dilakukan dengan	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC tidak lengkap	Mengevaluasi dan memperbaiki standar kerja dan kebijakan yang ada

				pemindahan premium dari dalam tangki. Pemindahan sisa premium di dasar tangki ke dalam mobil tangki melalui pipa drain T-03 ke mobil tangki menggunakan pompaalcon. Saat pengosongan tangki T-03 tersebut terjadi kebakaran di antara pompaalcon dan manhole bawah T-03		Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan dan seleksi pekerja tidak sesuai	Melakukan pengawasan secara benar selama pekerjaan dilaksanakan dan menempatkan pekerja sesuai dengan keahliannya
						Prosedur	Tidak ada prosedur	Membuat prosedur pengosongan tangki dan memperbaiki prosedur yang sudah ada
31	13 Feb 2010	17.00 WIB	Pengolahan	Kebakaran dan flash pada tangki penyimpanan minyak mentah 38T-102	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif
32	17 Feb 2010	15.40 WIB	Pengolahan	Kebakaran dan flash pada tangki penyimpanan minyak mentah 38T-103	Faktor Peralatan	Kegagalan yang berulang	Kegagalan yang terus berulang	Penggantian peralatan/suku cadang yang selalu mengalami kendala dengan memperhitungkan pembiayaan operasi
33	8 Nov 2008	19.15 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi pada Blok Perlak di daerah sumur bekas yang dikelola oleh masyarakat setempat	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC tidak lengkap dan SPAC kurang tegas	Meninjau kembali kebijakan tentang pengelolaan sumur bekas dengan memberi larangan penambangan dan menutup sumur tersebut serta mensosialisasikan kepada masyarakat
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan lapangan secara rutin
						Prosedur	Prosedur tidak ada/kurang nyaman	Membuat tanda/rambu dilarang "merokok dan menimbulkan api terbuka"
34	29 Maret 2010	22.10 WIB	Eksplorasi	Kebakaran terjadi ketika dilakukannya pembersihan lumpur minyak (sludge) pada tangki 10000 bbls. Pada saat proses batch heating terjadi kebakaran pada heating tank dalam stasiun pada pukul 22.10 WIB. Api akhirnya berhasil dipadamkan pukul 23.25 WIB	Faktor Manusia	Sistem manajemen	SPAC tidak lengkap dan SPAC kurang tegas	Peninjauan dan perbaikan SPAC
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan	Melakukan pengawasan secara benar selama pekerjaan dilaksanakan
						Prosedur	Prosedur tidak ada/kurang nyaman	Memperbaiki prosedur yang ada

						Pendayaan manusia	Lingkungan kerja panas	Pengendali alat terhadap suhu ruangan diperbaiki
35	2 Des 2010	13.10 WIB	Eksplorasi	Sumur BN 67 sedang dilakukan pekerjaan perawatan sumur yaitu mengganti subservice pump. Karena ada indikasi kebocoran tubing, maka dilakukan test tubing. Pekerjaan cabut tubing (cabut basah/terikut minyak keluar dari dalam sumur) yang ditampung sementara dalam lubang (temporary pit) didekat sumur. Pada jam 13.10 WIB saat kondisi panas terik dan angin kencang, tiba-tiba di bawah floor ada sambaran api dan dengan cepat menyambar ceceran minyak sehingga floor dan unit hoist terbakar.	Faktor Manusia	Sistem manajemen	Tidak ada SPAC	Membuat standar kerja dan kebijakan tentang perawatan sumur
						Pengaturan kerja	Tidak ada pengawasan, seleksi pekerja tidak sesuai	Melakukan pengawasan secara benar selama pekerjaan dilaksanakan dan menempatkan pekerja sesuai dengan keahliannya serta meningkatkan kemampuan atau keahlian pekerja melalui pelatihan
						Prosedur	Prosedur tidak ada/kurang nyaman	Mengevaluasi dan memperbaiki prosedur yang ada
						Pelatihan	Pekerjaan tidak dianalisa	Melakukan pelatihan kepada pekerja untuk meningkatkan pengetahuannya
36	29 Sept 2010	10.39 WIB	Pengolahan	Terjadi kebocoran pada Joint Welded fasilitas Fushing pada Line 18" dari 019V-104 ke 019V-105 karena temperatur tinggi (315°C) sehingga terbakar.	Faktor Peralatan	Peningkatan pemeliharaan	Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan	Membuat program pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan prediktif