



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGAJIAN RISIKO KEBAKARAN PADA PENGELOLAAN
ALAT BERAT PT KALTIM PRIMA COAL**

TESIS

**DEDY WAHYUDI
0806442304**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI MAGISTER
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JULI, 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGAJIAN RISIKO KEBAKARAN PADA PENGELOLAAN
ALAT BERAT PT KALTIM PRIMA COAL**

TESIS

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

**DEDY WAHYUDI
0806442304**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI MAGISTER
KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JULI, 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dedy Wahyudi

NPM : 0806442304

Tanda Tangan :

Tanggal : 9 Juli 2010

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Dedy Wahyudi

NPM : 0806442304

Mahasiswa Program : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tahun Akademik : 2008

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

**“Pengkajian Risiko Kebakaran Pada Pengelolaan Alat Bera
PT Kaltim Prima Coal”**

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, 9 Juli 2010

(Dedy Wahyudi)



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa dalam proses perkuliahan sampai dengan selesainya penulisan tesis ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Manajemen PT Kaltim Prima Coal, Sangatta – Kaltim, Khususnya Bapak Posman Sirait, atas izinnya untuk melakukan penelitian tesis ini. Bapak Taufik Urohman atas izinnya mengembangkan makalahnya untuk penelitian tesis ini.
2. Seluruh pihak manajemen PT Kaltim Prima Coal yang telah banyak memberikan bantuan dan waktunya, Pak Endang Hidayat, Tim Audit Mining Support Departement ; Bapak I Made Sunarta, Bapak Eri, Bapak Tadjwit, Mas Reza.
3. Orang tua-orang tua ku tercinta, terima kasih atas segala dukungan, do'a serta pengertian yang tidak terhingga.
4. Teman hidupku yaitu Istri ku tercinta, Meilia Wati. Terima kasih atas segalanya tanpa “itu semua” saya tidak akan sanggup menyelesaikan tesis ini .
5. Badan Pelaksana LSP – PERHAPI, terima kasih atas segala dukungan dan kesempatan yang diberikan kepada penulis selama kurang lebih dua tahun dalam menyelesaikan studi ini.
6. Bapak Dadan Erwandi, S.Psi, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan dukungan sangat berarti kepada penulis.
7. Para dosen penguji Ibu Dra. Fatma Lestari, MSi, Phd yang telah memberikan banyak masukan dan saran dalam proses penyusunan tesis ini. Bapak, DR.dr. Zulkifli Djunaidy, MAPPSc, Bapak DR. Ir. Chaerul

Nas, MSc dan Ibu DR. Pantjanita Novi Hartami, ST, MT atas masukan yang positif demi kesempurnaan tesis ini.

8. Seluruh teman seperjuangan MK3 UI angkatan 2008, terima kasih banyak. Dua tahun terindah ini banyak suka-duka yang kita lewati bersama, tetap jaga tali silaturahmi ini
9. Seluruh pihak, kerabat dan teman yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu namun sangat berjasa bagi penulis, terima kasih.

Akhir kata, saya berharap semoga Allah, SWT berkenan memberikan balasan kepada semua pihak yang telah membantu. Walau tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, namun harapan saya semoga tesis ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan lingkungan kerja.

Depok, 9 Juli 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang beranda tangan dibawah ini:

Nama : Dedy Wahyudi
NPM : 0806442304
Program Studi : Magister
Departemen : Keselamatan & Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

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

**PENGAJIAN RISIKO KEBAKARAN PADA PENGELOLAAN ALAT
BERAT PT KALTIM PRIMA COAL**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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: 9 Juli 2010

Yang menyatakan

(Dedy Wahyudi)

ABSTRAK

Nama : Dedy Wahyudi
NPM : 0806442304
Program Studi : Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Judul : **Pengkajian Risiko Kebakaran Pada Pengelolaan Alat Berat PT Kaltim Prima Coal.**

Kondisi-kondisi operasional alat – alat berat yang beroperasi di daerah pertambangan PT. Kaltim Prima Coal (KPC) secara konstan terpapar bahaya ke akaran yang disebabkan oleh situasi operasionalnya. Dimana ke akaran peralatan tambang tidak hanya berakibat pada keselamatan manusia, tetapi juga menyebabkan kerusakan pada aset peralatan dan kerugian produksi. Untuk mengatasi risiko-risiko kritis pada pengelolaan alat berat yang beroperasi tersebut, pengkajian risiko kebakaran perlu dilakukan dengan sasaran dapat memastikan adanya kontrol yang diperlukan (sistem proteksi) dan juga mencakup ruang lingkup pemastian tidak adanya kebocoran bahan yang mudah terbakar dan tersekatnya pemantik api yang umumnya berasal dari sumber panas dan listrik, Sehingga perlu dianalisis seberapa besar tingkatan risiko terhadap bahaya kebakaran yang dapat timbul pada alat berat yang beroperasi.

Tahapan penelitian ini dilakukan yaitu dengan menganalisis risiko-risiko kemudian mengevaluasi serta membuat rangking untuk kemudian menentukan tingkat risiko. Variabel-variabel yang diobservasi meliputi faktor penyalaan api yaitu sumber bahan bakar, sumber panas dan oksigen serta manajemen sistem kebakaran terdiri dari sistem deteksi dini dan sistem proteksi kebakaran dan sistem evakuasinya.

Elemen faktor penyalaan api dievaluasi secara semikuantitatif, dihitung nilai risiko penyalaan apinya (X) sesuai dengan derajat risiko yang telah ditetapkan dalam klasifikasi risiko penyalaan api berdasarkan kemampuan penanggulangan oleh sistem manajemen kebakaran yang tersedia. Tahap selanjutnya menganalisis dan menghitung nilai proteksinya (Y) meliputi sistem pendeteksi dini, sistem pemadaman api sistem evakuasinya. Dari kedua nilai tersebut akan didapatkan nilai risiko faktual yang ada (*existing risk score*) dari penjumlahan nilai risiko penyalan api (X) dan nilai sistem proteksinya (Y). Hasil penjumlahan dibandingkan dengan justifikasi nilai risiko faktual untuk menyimpulkan risiko secara keseluruhan.

Hasil penelitian didapatkan nilai risiko penyalaan api keseluruhan sebesar **130**. Tingginya nilai risiko penyalaan api pada alat berat disebabkan oleh jumlah dan sifat sumber bahan bakar yang setiap saat dapat terbakar kar berada diatas titik nyala apinya. Untuk nilai sistem proteksi secara keseluruhan didapatkan nilai sebesar **292**. Tingginya kemampuan sistem proteksi yang dimiliki perusahaan dapat menggambarkan proses meminimalkan risiko kebakaran telah diterapkan ada pengelolaan alat berat yang beroperasi. Berdasarkan penjumlahan nilai diatas didapatkan nilai risiko faktual sebesar **130 + 292 = 422**. Nilai ini jika dibandingkan dengan justifikasi nilai risiko faktual (*existing risk value*), didapatkan interpretasi risiko sebagai **Substansial Risk** yaitu diterjemahkan sebagai aktifitas kegiatan alat berat dapat diteruskan dengan memperbaiki sistem yang ada.

Kata kunci: Kebakaran alat berat, faktor-faktor penyalaan api, sistem manajemen kebakaran, nilai risiko faktual

ABSTRACT

Name : Dedy Wahyudi
Study Program : Occupational Health and Safety
Title : **Fire Risk Assessment On The Management of Heavy Equipment PT Kaltim Prima Coal**

Equipment operating conditions - heavy equipment operating in the mining area of PT. Kaltim Prima Coal (KPC) is constantly exposed to fire hazards caused by the operational situation. Where mining equipment fires not only result in human safety, but also cause damage to property and loss of production equipment. To overcome the critical risks in the management of operating heavy equipment, the fire risk assessment needs to be done with the target to ensure the necessary controls (protection system) and also covers the scope of assurance of the absence of leakage of flammable materials and are generally lighter tersekatnya derived from sources of heat and electricity, so we need to analyze how much the level of risk of fire hazard that can arise in operating heavy equipment.

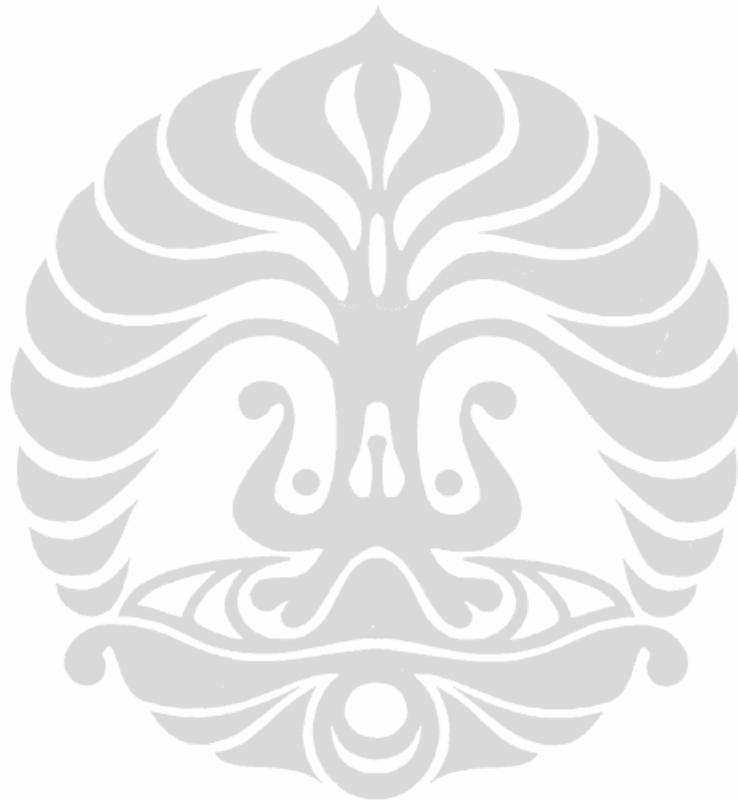
Stages of this research is to analyze the risks and then evaluate and rank to make and then determine the level of risk. Observable variables include factors that burning fuel source, heat source and oxygen as well as the management system consists of fire detection systems, fire protection system and the system evacuation

Elements of fire ignition factors evaluated by semikuantitatif, the fire ignition risk scores calculated (X) in accordance with a predetermined degree of risk in the fire ignition risk classification based on the ability of fire prevention management system available. The next stage of analyzing and calculating the value of protection (Y) includes an early-detection systems, fire suppression systems and evakuasinya system. From these two values will be found that there are factual risk values (existing risk score) of the sum value penyalan risk of fire (X) and the value system of protection (Y). The sum compared with the risk of factual justification to conclude that the overall risk.

The results found that the overall risk of fire ignition for 130. The high value of the risk of fire ignition in the heavy equipment due to the amount and nature of the source of fuel that can burn at any time because it is located above the flame point. For the value of the protection system as a whole showed a value of 292. The high ability of the company's protection system can describe the process of minimizing the risk of fire has been applied to the management of

heavy equipment operating. Based on the sum of the values obtained above factual risk scores for $130 + 292 = 422$. This value is compared with the factual justification for the amount of risk (existing risk value), obtained as a Substantial Risk of interpretation of risk that is translated as the activity of heavy equipment can be forwarded by improving the existing system.

Keywords: Fire equipment, fire ignition factors, fire management system,
Existing Risk Score



DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Pertanyaan Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.7 Keterbatasan Penelitian	9
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Kebakaran.....	10
2.1.1 Definisi dan Proses Pembakaran.....	10
2.1.2 Perpindahan Panas.....	11
2.1.3 Teori Segitiga Api.....	12
2.1.4 Teori Siklus Api.....	14
2.1.5 Teori Bidang Empat Api (Tetrahedron).....	16
2.2 Klasifikasi Kebakaran.....	16
2.3 Manajemen Risiko.....	18
2.3.1 OSHA 18001 : <i>Health and Safety Management System Specification</i>	18
2.4 Metodologi Penilaian Risiko.....	21
2.5 Langkah – langkah dalam melakukan manajemen risiko.....	21
2.5.1 Penetapan Tujuan.....	21
2.5.2 Identifikasi Risiko.....	23
2.5.3 Analisa Risiko.....	26
2.5.4 Penilaian Tingkat Risiko.....	29
2.5.5 Evaluasi Risiko	29
2.5.6 Pengendalian Risiko.....	30
2.5.7 Alternatif Pengendalian.....	30
2.6 Manajemen Risiko Kebakaran.....	31
2.6.1 Proses Manajemen Risiko Kebakaran.....	30

2.6.2	Identifikasi Bahaya Kebakaran.....	32
2.6.3	Evaluasi Risiko Bahaya Kebakaran.....	33
2.6.4	Pengawasan dan Peninjauan.....	34
2.6.5	Sistem Manajemen Kebakaran yang Dimiliki.....	34
2.7	Penurunan Risiko Kebakaran.....	34
2.8	Pengelolaan Alat-Alat Berat.....	36
2.9	Dasar Hukum Pengaturan Keselamatan Kesehatan Kerja.....	36
2.10	Kerangka Teori Penelitian.....	41
3.	KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL	
3.1	Kerangka Konsep.....	41
3.2	Definisi Operasional.....	43
4.	METODOLOGI PENELITIAN	
4.1	Design Penelitian.....	47
4.2	Objek Penelitian.....	47
4.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	47
4.4	Metoda Pengumpulan Data.....	48
4.5	Teknik Analisis dan Pengolahan Data.....	48
5.	HASIL PENELITIAN	
5.1	Hasil Identifikasi Elemen-Elemen Penyalaan Api.....	53
5.1.1	Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuel Sources) pada Unit Eksavator Hitachi EH 4500.....	53
5.1.2	Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuel Sources) pada Unit Dump Truck merk Komatsu 789.....	57
5.1.3	Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuel Sources) pada Unit Dozer merk Caterpillar D10T.....	58
5.2	Hasil Identifikasi Elemen-Elemen Penyalaan Api.....	60
5.2.1	Hasil Identifikasi Sumber Panas pada Unit Eksavator..... Hitachi EH 4500	60
5.2.2	Hasil Identifikasi Sumber Panas pada Unit Unit Dump Truck merk Komatsu 789.....	62
5.2.3	Hasil Identifikasi Sumber Panas pada Unit Unit Dozer merk Caterpillar D10T.....	65
5.3	Hasil Identifikasi Sumber Oksigen.....	68
5.4	Hasil Observasi Sistem Manajemen Kebakaran.....	68
6.	PEMBAHASAN	
6.1	Analisis Risiko Penyalaan Api.....	103
6.1.1	Sumber Bahan Bakar.....	104
6.1.2	Sumber Panas.....	104
6.1.3	Sumber Oksigen.....	105
6.1.4	Evaluasi Risiko Penyalaan Api.....	99
6.2	Analisis Sistem Manajemen Kebakaran.....	107
6.3	Analisis Resiko Faktual.....	114

7. KESIMPILAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan.....	115
7.2 Saran-Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN	121



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Keterangan Bab dari KepMen PE No. 555.K/26/MPE/1995 tentang Keselamatan & Kesehatan Kerja Bidang Pertambangan Umum.....	39
Tabel 4.1 Klasifikasi Risiko Penyalaan Api Berdasarkan Kemampuan Penanggulangan oleh Fire Sistem Yang Tersedia.....	49
Tabel 4.2 Nilai satuan pencegahan dan perlindungan.....	50
Tabel 4.3 Justifikasi Nilai Risiko Faktual (<i>Existing Risk Value</i>).....	52
Tabel 5.1 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar Excavator Hitachi EH 4500.....	55
Tabel 5.2 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar HD Komatsu 789.....	57
Table 5.3 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar Dozer merk Caterpillar type D10T.....	59
Table 5.4 Identifikasi Sumber energi panas berdasarkan keberadaan komponen.....	60
Tabel 5.5 Identifikasi sumber energi Elektrikal pada Excavator Hitachi EH4500.....	61
Tabel 5.6 Identifikasi Heat Energi sources berdasarkan keberadaan komponen HD Truck Merk Komatsu type 789.....	62
Tabel 5.7 Identifikasi sumber energi panas berdasarkan keberadaan lokasi komponen HD Truck Merk Komatsu type 789.....	63
Tabel 5.8 Identifikasi sumber energi elektrikal berdasarkan keberadaan lokasi komponen HD Truck Merk Komatsu type 789.....	64
Tabel 5.10 Identifikasi sumber energi elektrikal berdasarkan keberadaan lokasi komponen Dozer D10T.....	67
Tabel 5.11 Identifikasi Modifikasi design alat Dozer merk Komatsu type D10T.....	71
Tabel 5.12 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada Dozer merk Komatsu type D10T.....	84
Tabel 5.13 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada HD Truck merk Caterpillar 789.....	87
Tabel 5.14 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada HD Truck merk Caterpillar 789.....	96
Tabel 5.15 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada Ekskavator Hitachi EH 4500.....	98
Tabel 6.1 Hasil Analisa Risiko Elemen-elemen Penyalaan Api.....	106
Tabel 6.2 Hasil Analisa Nilai Proteksi Kebakaran.....	108

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1 Grafik insiden kebakaran berdasarkan jenis unit.....	3
Gambar 1.2 Grafik insiden kebakaran dan kerusakan fatal.....	4
Gambar 1.3 Grafik faktor kecelakaan kebakaran 2000 – July 2007.....	5
Gambar 1.4 Grafik penyebab kebakaran pada area unit alat 2000 – pertengahan Juli 2007.....	5
Gambar 2.1 Manajemen Risiko (AS/NZS 4360:2004).....	22
Gambar 2.2 Penilaian Risiko Kebakaran.....	33
Gambar 2.3 Hirarki Langkah-Langkah Penurunan Risiko Kebakaran.....	35
Gambar 2.4 <i>Positive Performance Measures</i>	40
Gambar 2.5 Kerangka Teori Penelitian.....	41
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	43
Gambar 5.1 Letak Energi Panas pada bagian mesin Eksavator Hitachi EH 4500.....	57
Gambar 5.2 Lokasi energi panas pada areal mesin.....	59
Gambar 5.3 Potensi Energi panas pada bagian mesin Dozer D10T.....	65
Gambar 5.4 Turbo charger pada bagian mesin Dozer D10T.....	65
Gambar 5.5 posisi Corong Muffler Dozer D10T.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebanyakan alat – alat berat yang beroperasi di daerah pertambangan PT. Kaltim Prima Coal (KPC) secara konstan terpapar bahaya kebakaran yang disebabkan oleh situasi operasionalnya. Dimana kebakaran peralatan tambang tidak hanya berakibat pada keselamatan manusia, tetapi juga menyebabkan kerusakan pada aset peralatan dan kerugian produksi.

Besarnya armada alat berat tambang, banyaknya pihak yang terlibat dalam keseluruhan operasional alat berat, tidak adanya sentral kordinasi dan standard yang memadai, merupakan suatu kondisi lingkungan yang berkontribusi terhadap timbulnya risiko pada alat berat.

Untuk mengatasi risiko–risiko kebakaran pada operasional alat berat tersebut, perlu dilakukan pengkajian risiko kebakaran yang dapat timbul sebagai hasil kegiatan operasionalnya. Sasaran dari pengkajian ini diharapkan dapat memastikan adanya pemetaan identifikasi risiko pada seluruh kegiatan alat berat yang difokuskan pada pengelolaan perawatan alat berat dimulai dari kegiatan pre operasi sampai dengan kesiapan alat berat tersebut beroperasi. Sehingga kontrol yang diperlukan berujung pada pencegahan kebakaran pada pengoperasian alat berat dapat memberikan perlindungan keselamatan bagi operator, alat berat serta lingkungan di areal pertambangan PT. Kaltim Prima Coal.

Pada alat berat, makin besar ukuran fisiknya maka makin besar pula volume sumber api dan tingkat kerusakan yang ditimbulkannya. identifikasi yang telah dilakukan di PT. KPC menyatakan bahwa kerugian atas kebakaran dari sebuah ekskavator besar dengan bucket capacity $\pm 24 M^3$ bisa mencapai nilai \$ 4 juta. Akan tetapi kerugian tersebut baru hanya diperkirakan dari ekskavator tersebut saja,

dan belum termasuk kerugian lain diantaranya yang disebabkan oleh hilangnya produksi pada saat jeda waktu proses pembelian peralatan pengganti hingga kedatangan peralatan tersebut. Kerugian serupa juga berpotensi terjadinya pada kebakaran peralatan tambang lainnya seperti haul truck dan dozer. Besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh peristiwa terbakarnya ekskavator bila dibandingkan dengan kerugian atas terbakarnya haul truck/dozer adalah karena bila satu buah truck/dozer terbakar maka kerugian hanya dihitung dari harga penggantian dan berhenti beroperasinya truck/dozer tersebut. Sedangkan berhenti beroperasinya sebuah ekskavator tidak hanya berdampak pada harga pembelian unit baru saja, melainkan menganggurnya beberapa truck yang dilayaninya sepanjang waktu pembelian tersebut.

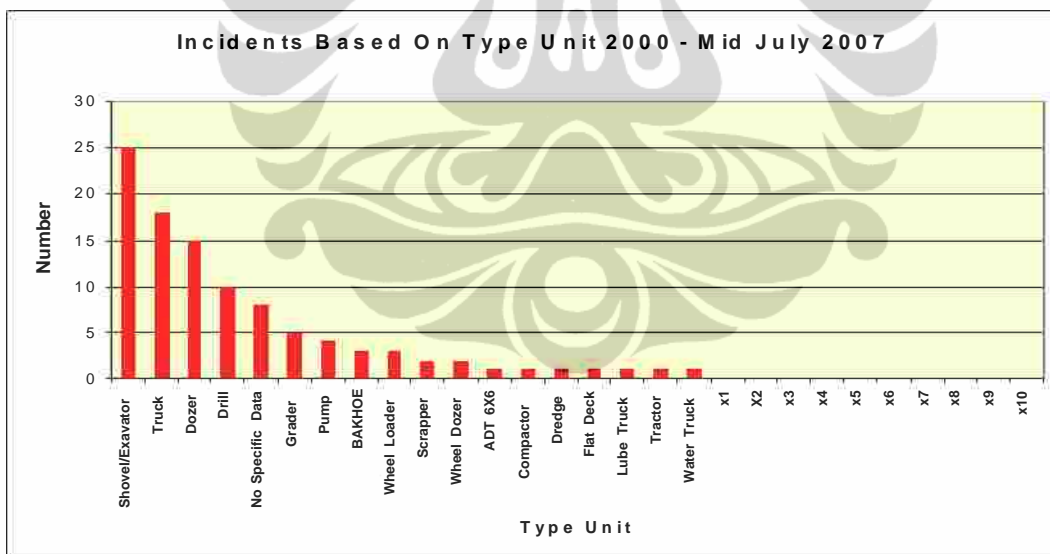
Besarnya kerugian yang ditimbulkan oleh peristiwa terbakarnya ekskavator bila dibandingkan dengan kerugian atas terbakarnya haul truck / dozer adalah karena bila satu buah truck / dozer terbakar maka kerugian hanya dari harga penggantian dan berhenti beroperasinya truck / dozer tersebut. Sedangkan berhenti beroperasinya sebuah ekskavator tidak hanya berdampak pada harga pembelian unit baru saja, melainkan menganggurnya beberapa truk yang dilayaninya sepanjang waktu pembelian tersebut.

Apabila diasumsikan bahwa sebuah ekskavator berkapasitas 24 M³ adalah sebagai berikut:

- Harga ekskavator = \$4 Juta,
- Leadtime pembelian = 6 bulan,
- Produktifitas = 1300 bcm/jam
- Jam efektif operasi = 16 jam/hari
- Strip ratio coal:OB = 1:14
- Pelayanan = 7 truck/eksavator
- Truck payload = 185 ton
- Jam operasi truck = 20 jam/hari

Maka estimasi hilangnya peluang produksi batu bara adalah $(1300 \times 16 \times 30 \times 6) / 14 = \pm 267'500$ Ton atau setara dengan \$18.7 Juta bila harga batu bara \$70/ton. Kerugian pada truck yang bekerja pada ekskavator tersebut secara keseluruhan diperkirakan setara 25'200 jam operasi. Sehingga total kerugian sebagai akibat dari terbakarnya sebuah ekskavator diperkirakan bisa mencapai 25 juta dollar.

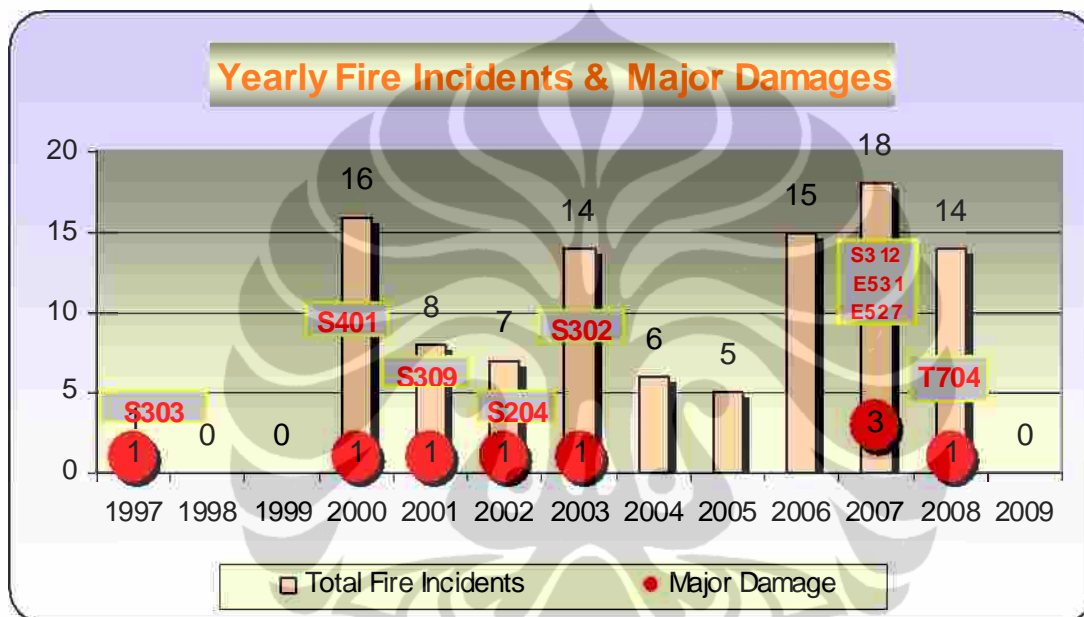
Selain besarnya kerugian yang teridentifikasi tersebut, hasil data sekunder dari manajemen PT Kaltim Prima Coal memberikan catatan bahwa sejak 2000 hingga Juli 2007 telah terjadi rata-rata 10 kebakaran alat berat per tahun dimana 7 unit diantaranya menyebabkan kerusakan yang parah. Sementara berdasarkan data yang dikumpulkan diindikasikan banyaknya *near miss* dan kejadian ringan yang karena bisa diatasi atau tidak meluas menjadi kebakaran besar, sehingga diperlakukan sebagai *property damage* biasa yang hanya dicatat tanpa adanya investigasi lebih lanjut. Rincian kejadian kebakaran bisa dilihat pada kedua gambar berikut.



Gambar 1.1 Grafik insiden kebakaran berdasarkan jenis unit
(sumber : Maintenance Support Departement, PT. Kaltim Prima Coal)

Gambar 1.1 diatas menunjukkan jumlah kejadian kebakaran berdasarkan type / jenis alat berat, dimana ekskavator Hitachi EX3500 dan Liebherr R996 menempati dua urutan pertama. Kedua ekskavator tersebut merupakan ekskavator dengan kapasitas

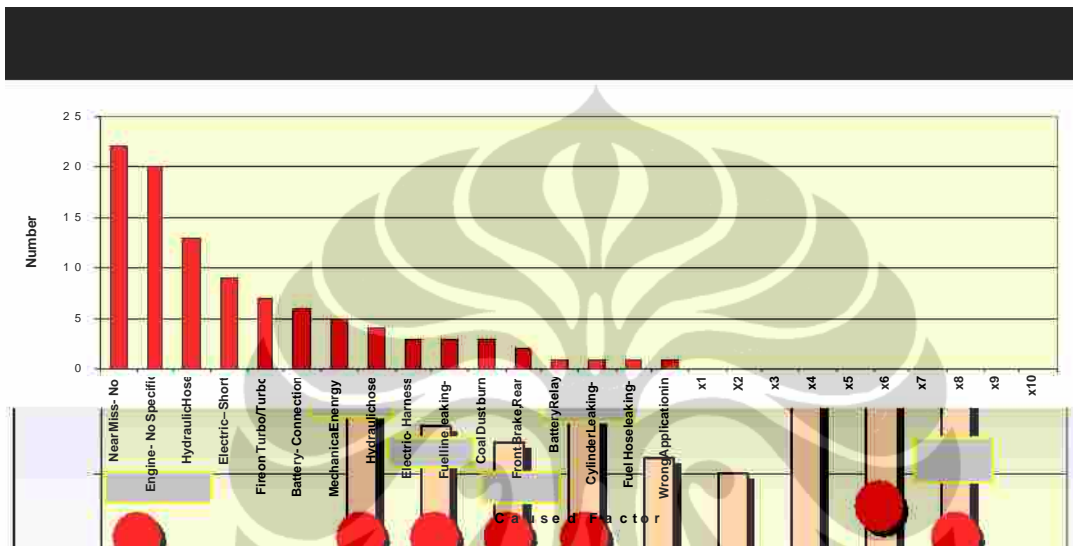
paling besar di merk-nya masing-masing yang beroperasi di PT Kaltim Prima Coal. Kecepatan kejadian berikutnya dialami pada truck HD785 dan 789 yang kemudian disusul oleh dozer D375 dan D10. Kejadian-kejadian berikutnya menunjukkan bahwa potensi kebakaran bisa timbul pada unit dengan type apa saja meskipun secara data memiliki tingkat kecepatan yang berbeda.



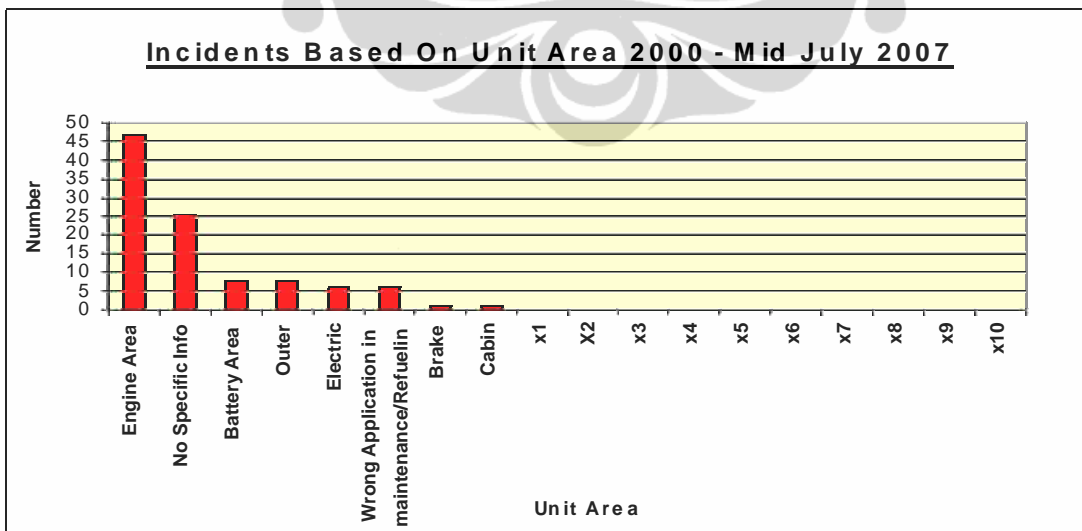
Gambar 1.2 Grafik insiden kebakaran dan kerusakan fatal (sumber : Maintenance Support Departement, PT. Kaltim Prima Coal)

Gambar 1.2 menunjukkan catatan insiden (incident record) secara periodik berdasarkan data sekunder dari manajemen PT Kaltim Prima Coal. Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya bahwa karena insiden (fire incident) yang tidak berkembang menjadi kebakaran serius diperla sebagai kejadian biasa, maka tidak adanya insiden kecil apapun pada tah ingga 1998 dicurigai disebabkan karena tidak adanya pencatatan khusus tentang kebakaran (fire incident) pada periode tersebut. Pada catatan tersebut, 6 kebakaran serius terjadi dengan ekskavator dan 1 kebakaran pada bulldozer, dimana dampak kebakaran yang timbul mengharuskan dilakukannya penggantian / perbaikan total.

Dari data-data kejadian kecelakaan kebakaran alat berat yang terdokumentasi, investigasi penyebab kebakaran yang berhasil disimpulkan beberapa diantaranya disebabkan oleh kegagalan fungsi komponen serta area kebakaran pada unit alat berat seperti yang ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 1.3 Grafik faktor kecelakaan kebakaran 2000 – July 2007
(sumber : Maintenance Support Departement, PT. Kaltim Prima Coal)



Gambar 1.4 Grafik penyebab kebakaran pada area unit alat 2000 – pertengahan Juli 2007
(sumber : Maintenance Support Departement, PT. Kaltim Prima Coal)

Analisis awal dari sumber data-data kecelakaan yang disebabkan oleh kebakaran alat diantaranya dari jenis alat yang mengalami insiden kebakaran, kekerapan terjadinya kebakaran yang fatal, faktor penyebab kebakaran serta area unit alat berat yang terbakar terlihat risiko-risiko kebakaran yang dihadapi yang muncul dari operasional alat berat di PT. Kaltim Prima Coal. Berangkat dari analisis awal ini diharapkan bahwa dengan melakukan penilaian pengkajian risiko kebakaran pada pengelolaan alat berat ini akan lebih menitikberatkan bobot perhatian pada pencegahan (*prevention*) kebakaran diharapkan tidak hanya akan menurunkan risiko kebakaran, tapi juga berkontribusi positif pada perbaikan pola perawatan dan pengoperasian yang akan berujung pada peningkatan produktifitas peralatan tanpa menghilangkan aspek perlindungan dan pemadaman kebakaran itu sendiri.

1.2. Perumusan Masalah

Sebagaimana prinsip dasar terjadinya api dimana terdapat unsur bahan bakar, pemantik (sumber panas), dan udara, pada alat berat tambang juga terdapat unsur – unsur tersebut, yang memungkinkan terjadinya kebakaran. Segitiga api pada alat berat tambang bisa diuraikan sebagai berikut :

- a. Sumber bahan bakar (fuel source) diantaranya :
 - Cairan yang mudah terbakar seperti solar, oli dan grease,
 - Bagian – bagian yang terbuat dari karet atau plastik seperti hose, pembungkus kabel, aksesoris ruang kemudi (cabin), ban dan
 - Kotoran atau material tambang yang mudah terbakar lainnya seperti debu batubara.
- b. Sumber – sumber pemantik (ignition sources) diantaranya :
 - Panas yang umumnya terjadi pada sekitar ruang mesin seperti turbo charger, exhaust manifold dan muffler dan
 - percikan api karena gesekan mekanikal.

- c. Sedangkan udara bisa merupakan udara bebas yang mengalir secara alami atau udara yang dialirkan oleh kipas pendingin.

Untuk mengatasi risiko – risiko yang terkait dengan risiko kebakaran alat berat tersebut, perlu dilakukan suatu pengkajian risiko bahaya kebakaran serta pengamatan yang lebih rinci guna merumuskan sebuah standar operasi kerja yang comprehensive, yang tidak hanya meliputi technical design tapi juga operational control.

1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Faktor – faktor signifikan apa saja yang dapat menimbulkan nyala api atau kebakaran pada pengelolaan kegiatan operasi alat berat.
2. Situasi/kondisi yang dapat menjadi faktor penyebab utama yang dapat mengarah pada terjadinya kebakaran alat berat
3. bagaimana cara pengendalian risiko (risks control) terhadap potensi bahaya kebakaran yang timbul dari pengelolaan alat berat jika dibandingkan dengan sistem pencegahan dan pengamanan (system manajemen kebakaran) yang dimiliki perusahaan.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko (risks assessment) yaitu mulai dari proses identifikasi bahaya, analisa risiko dan pengendalian risiko pada kegiatan pengelolaan alat berat di PT KPC terkait dengan potensi kebakaran saja.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi faktor – faktor yang dapat menimbulkan nyala api yang ditinjau dari bahan bakar, sumber panas serta sumber pengoksidasi.

2. Mengidentifikasi kegagalan fungsi komponen alat dengan menentukan faktor penyalaan api.
3. Menganalisis risiko kebakaran pada alat berat dengan menggunakan metode semi kuantitatif.
4. Mengetahui kontribusi pengendalian risiko kebakaran yang direkomendasikan terhadap risiko yang ada.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi perusahaan

Memberikan informasi mengenai tingkat risiko, serta bagaimana mengendalikan risiko bahaya Kebakaran pada aktifitas operasi alat berat di areal PT.Kaltim Prima Coal, manfaat lainnya hasil penelitian ini bisa dijadikan suatu pengkajian risiko yang bisa dijadikan sebagai acuan guna melaksanakan pekerjaan pengelolaan alat berat.

1.5.2 Manfaat bagi Universitas Indonesia (Dept K3 FKM UI)

Dapat memberikan gambaran lebih jelas dan pemahaman yang lebih baik terhadap potensi bahaya dan konsekuensi yang dapat timbul serta upaya pengendalian pencegahan kebakaran pada operasi alat berat di industri tambang.

1.5.3 Manfaat bagi penulis

Sebagai proses pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan di bidang penelitian dan pengalaman dalam menganalisa tingkat risiko serta bagaimana mengendalikan risiko dari bahaya kebakaran pada alat berat.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan ruang lingkup pada penelitian thesis ini adalah : Mengidentifikasi bahaya, menganalisa dan mengevaluasi risiko kebakaran dari pengelolaan alat berat khususnya di Mining Support Departemen PT Kaltim Prima Coal dengan menghitung

probabilitas dan konsekuensi terhadap faktor-faktor penyalan dibandingkan dengan sistem proteksinya.

1.7 Keterbatasan Penelitian

Banyaknya jumlah alat berat yang dikelola oleh PT Kalt Prima Coal serta tersebarinya unit-unit tersebut area kerja yang cukup luas menjadi salah satu keterbatasan penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu pada penelitian pengkajian risiko kebakaran ini, observasi penelitian hanya difokuskan terhadap unit-unit alat berat tertentu yang mempunyai kekerapan kebakaran yang cukup tinggi pada kurun waktu tahun 2000 sd 2007. Dari data sekunder yang dimiliki oleh PT. Kaltim Prima Coal khususnya pada Mining Support Departement diketahui bahwa jenis unit alat berat yang paling sering mengalami kejadian kebakaran pada jenis Eksavator kemudian disusul oleh HD Truck kemudian Dozer. Potensi kebakaran bisa timbul pada unit dengan type apa saja meskipun secara data memiliki tingkat kekerapan yang berbeda.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Kebakaran

2.1.1 Definisi dan Proses Pembakaran

Bahaya kebakaran (*fire hazard*) adalah suatu kondisi yang mendukung berkembangnya api. Kebakaran atau pembakaran (*combustion*) adalah suatu reaksi kimia antara oksigen dan bahan bakar yang mudah terbakar. Oksigen banyak terdapat di udara bebas, yaitu kira – kira 20,9% oksigen dan 79,1% nitrogen. Sedangkan bahan bakar adalah suatu unsur atau senyawa yang akan terbakar bila terpapar pada derajat panas/energi panas yang tinggi. Bahan bakar ini dapat zat padat, zat cair dan gas. Bahan bakar dan oksigen ke dalam energi (biasanya energi panas), dan hasil sampingan berupa cahaya (*light*), asap (*smoke*) dan sisa – sisa kebakaran (*residu*). Reaksi ini dimulai apabila terdapat sumber penyalaan (*source of ignition*), misalnya percikan api yang terbuka (*open flame*), atau temperatur yang mencukupi untuk pembakaran. Menurut Dr. Richard L. Tuve 1976 dalam “*principle of fire protection chemistry*” mendefinisikan nyala api sebagai:

“suatu proses oksidasi yang cepat dan dapat berlanjut dengan sendirinya (self combustion), yang menghasilkan panas dan cahaya dengan intensitas yang bervariasi”

Suatu keadaan yang memberikan potensi terjadinya nyala api adalah karena keadaan tersebut terjadi pada daerah yang mudah terbakar. Suatu uap cair/gas yang mudah terbakar akan siap terbakar apabila temperatur telah melampaui daerah yang mudah terbakar. Dalam kondisi ini, batasan yang digunakan adalah batas bawah dan batas atas konsentrasi/kandungan uap cairan/gas dalam tempat, yang disebut *lower flammable limit* atau *upper flammable limit* (LFL dan UFL). Secara sifat fisik dan kimiawinya, suatu cairan menjadi mudah terbakar apabila berada pada temperatur sedikit diatas *flash point*, dimana cairan tersebut terpapar panas untuk menimbulkan

nyala api, atau pada titik *auto ignition temperature*, dimana cairan tersebut terbakar dengan sendirinya.

Secara kimiawi, pembakaran adalah suatu reaksi yang berantai yang melibatkan pembentukan dan pemecahan ikatan kimia antar atom – atomnya. Dalam proses pembakaran, suatu bahan dipecah kedalam elemen – elemen dasarnya. Atom yang terlepas akan membentuk ikatan satu sama lainnya senyawa baru. Misalnya dari bahan yang terbakar terlepas karbon (C) yang kemudian berkombinasi dengan oksigen membentuk CO dan CO₂ (karbon monoksida dan karbon dioksida). Demikian pula hidrogen yang biasanya terdapat dalam bahan bakar bergabung dengan oksigen membentuk air (H₂O).

2.1.2 Perpindahan Panas

Suatu reaksi pembakaran adalah reaksi eksotermis atau kan panas (heat). Kelebihan panasnya akan dipindahkan ke objek sekelilingnya melalui 3 cara yang biasanya terjadi secara simultan, yaitu :

1. Konduksi
2. Radiasi
3. Konveksi

Konduksi adalah perpindahan energi panas secara langsung, misalnya berhubungan/kontak langsung satu sama lain. Panas tersebut akan dihantarkan dari bahan yang satu ke bahan yang lainnya melalui cara merambat (conduction) kecepatan perambatan energi panas disebut sebagai Thermal Conductivity (K), yaitu energi panas persatuan jarak persatuan temperatur (J/(cm.sec.⁰C)).

Konveksi adalah perpindahan panas melalui sirkulasi atau aliran. Media atau sarana perpindahannya adalah melalui fluida gas, cairan atau keduanya. Mula – mula yang dipanaskan adalah gas atau cairan dengan cara konduksi oleh bahan yang mempunyai temperatur tinggi, kemudian secara konveksi yang dipindahkan keseluruhan media gas atau cairan, dan kontak lagi dengan bahan lain yang lebih rendah

secara konduksi. Perpindahan panas secara konveksi ini isalnya dengan media udara, asap, uap air (*steam*), gas hasil pembakaran atau fluida lainnya.

Radiasi adalah bentuk perpindahan energi panas melalui ruang (*space*) atau bahan sebagai gelombang elektromagnetik seperti cahaya, gelombang radio atau sinar x. Semua gelombang energi radiasi berjalan pada kecepatan sama dalam ruang hampa/vakum sebagai kecepatan cahaya. Setelah sampai pada bahan yang dituju, gelombang energi radiasi ini akan diserap (*absorbed*).

2.1.3 Teori Segitiga Api

Merupakan teori yang paling pertama ditemukan (1920), bahwa pembakaran dapat terjadi bila ada 3 elemen yaitu :

1. Bahan bakar
2. Sumber Panas
3. Udara

Untuk mencapai tahapan terjadinya suatu nyala api dan pembakaran selanjutnya, diperlukan tiga elemen tersebut pada suatu tempat dan waktu yang bersamaan. Apabila salah satu atau lebih dari ketiga faktor tersebut tidak ada (dihilangkan), maka tidak akan terjadi nyala api atau ses pembakaran akan terhenti. Faktor lain yang penting adalah tersedianya energi panas awal yang cukup untuk penyalaan campuran yang seimbang secara stoikiometris antara gas dan oksigen. Tiga komponen 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 idak akan terjadi. Begitu pula jika tidak ada oksigen atau panas yang cukup maka kebakaran tidak akan terjadi (Davletshina and Cheremisinoff,1988)

Sumber panas /penyalaan api/*source of ignition* dapat berasal dari 4 sumber, yaitu :

1. Energi Kimia
2. Energi Listrik
3. Energi Mekanik
4. Energi Nuklir

Energi kimia merupakan sumber energi panas, yang dihasilkan melalui :

1. Proses pembakaran/*heat of combustion* yang mengubah bahan bakar menjadi CO₂ dan H₂O dan menghasilkan sejumlah panas pembakaran dari setiap bahan yang terbakar dan nilai kalor dari bahan bakar.
2. Panas spontan adalah proses kenaikan temperatur dari bahan tanpa dibutuhkan panas dari luar/sekutarnya. Terjadinya panas spontan ini karena reaksi kimia yang bervariasi misalnya reaksi oksidasi pada bahan organik, atau reaksi oleh bakteri pada bahan organik.
3. Panas peruraian (*heat of decomposition*) adalah panas yang dihasilkan dari proses peruraian senyawa – senyawa kimia yang tidak stabil menjadi unsur – unsur aslinya/pembentuknya
4. Panas pelarutan (*heat of solution*) adalah panas yang dihasilkan bila suatu zat dilarutkan dalam cairan.

Energi listrik yaitu energi yang diperlukan untuk memindahkan arus listrik melalui suatu bahan, jika arus listrik mengalir melalui kawat atau konduktor lainnya, maka akan terdapat suatu hambatan atau tahanan. Jika konduktornya baik misalnya seperti tembaga atau logam lainnya, maka tahnannya rendah sehingga tidak ada panas yang dihasilkan.

Bahaya listrik (*electric hazard*) merupakan salah satu faktor yang dapat menimbulkan sumber penyalaan api di banyak tempat. Terdapat 5 (lima) bentuk energi panas listrik yang berpotensi terhadap bahaya kebakaran, yaitu : (1) tahanan/hambatan listrik, (2) busur listrik/*arcing*, (3) bunga api/*sparking*, (4) listrik statis/*static electricity* dan (5) petir/*lighting*.

Tahanan listrik/resistensi adalah gesekan atau rintangan yang diberikan oleh suatu bahan terhadap suatu aliran arus. Akibat gesekan ini maka sejumlah energi listrik berubah menjadi energi panas. Energi panas ini umumnya timbul karena konduktor listrik kelebihan beban (*overloaded*).

Listrik statis (*static electricity*) adalah muatan listrik yang signifikan untuk komponen listrik. Listrik statis terlihat dalam bentuk percikan listrik statis (*static spark*) yang berupa satu kejutan listrik karena adanya suatu perbedaan antara dua titik yang tidak saling berhubungan. Bentuk aliran listriknya hanya berupa kejutan kecil saja (*minor shocks*), namun dapat menimbulkan percikan api pada kondisi tertentu apabila terdapat uap yang mudah terbakar, gas atau debu yang mudah untuk menimbulkan penyalaan api. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya listrik statis diantaranya kelembaban, bonding dan grounding, i yang konduktif, dan kombinasi dari beberapa faktor tersebut (NFPA-77, 1993)

Energi mekanik disebabkan oleh gesekan dua bahan yang sifatnya menahan panas atau apabila dua permukaan yang kasar dimana salah satunya bahan logam dapat menimbulkan bunga api (*friction spark*). Misalnya alat dari besi yang jatuh pada beton, atau proses pemampatan udara/gas pada mesin diesel.

Energi nuklir menghasilkan energi panas yang sangat besar akibat penembakan inti atom oleh partikel – partikel yang berenergi. Tenaga nuklir ini dapat berbentuk panas, tekanan dan radiasi nuklir.

2.1.4 Teori Siklus Api

Teori siklus api adalah penjelasan lebih lanjut dari teori segitiga api. Yang disampaikan oleh Dawson Powell pada tahun 1955, yang menyatakan bahwa kelangsungan hidup api tergantung pada 6 variabel, yaitu :

1. Panas (input heat) ; merupakan energi awal yang dibutuhkan untuk memproduksi gas bila bahan berbentuk bahan padat. Setelah terjadi

pembakaran, energi panas ini akan dihasilkan sendiri oleh bahan bakar sehingga pembakaran terus berlangsung.

2. Bahan bakar : definisinya sama seperti diatas, namun yang perlu ditekankan adalah adanya energi awal, yaitu bahan bakar dinaikan temperaturnya sehingga mencapai titik nyala (flash point).
3. Oksigen ; diperoleh dari udara bebas , untuk menjadi nyala api maka campuran antara gas dan oksigen harus berada dalam daerah rentang kemuda-terbakaran (flammable range).
4. Perbandingan (proportioning) ; perbandingan jumlah molekul – molekul atau kejadian benturan – benturan antar molekul hidrokarbon (dari gas/bahan bakar) dan oksigen. Benturan inilah yang menghasilkan dan meneruskan peristiwa pembakaran. Kecepatan benturan sebanding dengan kenaikan temperatur; makin tinggi temperatur maka makin cepat terjadinya benturan atau semakin besar proses pembakaran terjadi. Apabila dalam keadaan campuran kaya (rich mixture), benturan – benturan antar molekul hidrokarbon dan hidrokarbon jauh lebih banyak terjadi daripada benturan –benturan anatar molekul – molekul hidrokarbon dan oksigen. Sehingga walaupun tersedia energi panas yang cukup pembakaran tidak terjadi. Demikian pula bila benturan – benturan dibawah flamable range, benturan – benturan antara molekul – molekul oksigen dan nitrogen jauh lebih banyak terjadi bila dibandingkan dengan , benturan – benturan antara molekul – molekul oksigen dan hidrokarbon sehingga pembakaran juga tidak akan terjadi walaupun tersedia energi yang cukup.
5. Percampuran (mixing) ; terjadinya percampuran yang baik antara uap atau gas bahan bakar dan udara sebelum reaksi pembakaran mulai terjadi, campuran yang baik akan mendukung terjadinya banyak mungkin benturan – benturan antara molekul – molekul gas dan hidrogen. Dalam prakteknya, percampuran yang tidak baik diindikasikan dengan adanya kepulan asap berwarna hitam yang

menunjukkan sebagian molekul – molekul hidrokarbonyang tidak terbakar karena campuran yang tidak memadai yang terjadi dibagian tengah api.

6. Kelangsungan penyalaan (ignition continuity) ; panas secara radiatif dan konvektif dipindahkan dari nyala api kepermukaan bahan bakar, dengan kata lain energi api dikonversikan menjadi energi panas pada suatu kecepatan tertentu. Panas pada suatu saat akan habis dengan kecepatan tertentu pula. Bila kecepatan konversi lebih tinggi dari kecepatan hilangnya panas, maka temperatur akan bergerak naik, kecepatan reaksi naik sehingga berakibat api akan terus menyala demikian pula sebaliknya

2.1.5 Teori Bidang Empat Api (Tetrahedron)

Teori bidang empat api (*Tetrahedron*) ini menjelaskan kejadian kebakaran akan terjadi apabila ada empat faktor yang sama pentingnya dan saling berikat satu sama lainnya, yaitu :

1. Bahan bakar atau bahan pereduksi
2. Bahan pengoksidasi
3. Rantai reaksi yang tidak terputus
4. Temperatur

Dalam teori ini, bahan bakar diartikan juga sebagai bahan pereduksi, karena dalam proses reaksi pembakaran bahan bakar mereduksi oksigen yang ada diudara. Bahan pengoksidasi yang dimaksud adalah bahan yang dapat menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi – reduksi pada proses pembakaran. Istilah ini daianggap lebih tepat dari pada menggunakan istilah oksigen, karena mengandung arti lebih lengkap yaitu termasuk bahan – bahan lain yang merupakan sumber oksigen, misalnya ozon, hidrogen peroksida, kelompok halogen, asam sulfat, nitrat, klorat, kromat, permanganat dan hipoklorit. Sementara rantai reaksi yang terputus sama artinya dengan gabungan kelangsungan penyalaan dan percampuran (dalam

teori siklus hidup api). Sedangkan temperatur disini sama dengan istilah panas yang digunakan dalam teori segitiga api.

Keempat faktor tersebut dilambangkan sebagai bidang sisi dari suatu bidang empat (*tetrahedron*) yang saling tergantung (*symbiotic relationship*), seperti ditunjukkan dalam gambar... dari keempat faktor tersebut, apabila salah satu ditiadakan, maka api tidak akan terjadi atau bila sudah terjadi api, maka api akan padam (Davletshina and Cheremisinoff, 1988).

2.2 Klasifikasi Kebakaran

Bahaya kebakaran hampir dapat dipastikan terdapat pada setiap tempat kerja, unsur bahaya kebakaran yang dapat dikategorikan yaitu ;

1. Bahaya kebakaran berat
2. Bahaya kebakaran sedang
3. Bahaya kebakaran ringan

Salah satu klasifikasi yang diakui secara internasional adalah diberikan oleh NFPA dan di Indonesia tercantum diatur dalam keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPTS/1985, dibagi menjadi 4 (empat) klasifikasi kebakaran, yaitu :

1. Kebakaran kelas A

Kebakaran yang melibatkan bahan – bahan padat bukan logam biasanya berupa bahan alam organik seperti kayu, bahan – bahan yang mengandung selulosa, karet, kertas, berbagai jenis plastik dan serat – serat alam. Prinsip pemadaman kebakaran jenis ini adalah menurunkan suhu dengan cepat dan menghalangi pembakaran dengan menggunakan semburan air atau cairan.

2. Kebakaran kelas B

Kebakaran yang melibatkan cairan dan gas, dapat berupa solvent (pelarut), pelumas, produk minyak bumi, pengencer cat, bensin dan cairan yang mudah terbakar lainnya. Prinsip pemadaman kebakaran ini adalah menghilangkan oksigen dan menghalangi nyala api.

3. Kebakaran kelas C

Kebakaran yang melibatkan listrik bertegangan tinggi seperti kabel, stop kontak dan kontak sekering. Prinsip pemadaman kebakaran kelas C adalah memutuskan konduktivitas di jaringan listrik dan mengisolasinya dari oksigen.

4. Kebakaran kelas D

Kebakaran pada logam seperti magnesium, zirconium, titanium, natrium, lithium dan senyawa natrium kalium. Prinsip pemadaman kelas D adalah melapisi permukaan logam yang terbakar dan mengisolasinya dari oksigen.

2.3 Manajemen Risiko

2.3.1 OSHA 18001 : Health and Safety Management System Specification

Berdasarkan OSHA 18001: Health and Safety Management System Specification, yaitu elemen penilaian risiko merupakan syarat yang harus dipenuhi oleh perusahaan dalam melaksanakan HSE. Sedangkan tahapan penilaian risiko mencakup :

- mengidentifikasi risiko,
- mengevaluasi risiko dengan mempertimbangkan alat kontrol yang ada,
- memutuskan risiko sisa apakah masih dapat diterima
- mengevaluasi kembali apakah risiko dapat dikurangi sampai level yang dapat diterima.

Tahap awal dalam penilaian risiko adalah melaksanakan identifikasi risiko, berupa mengidentifikasi bahaya – bahaya yang mungkin timbul. Ini dimaksudkan untuk dapat dengan mudah mengkatagorikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap bahaya yang dapat timbul pada kondisi suatu operasi. Pada pengoperasian alat berat tambang, bahaya-bahaya yang mungkin timbul terjadi salah satunya adalah kebakaran, ledakan dan pencemaran.

Bahaya kebakaran yang mungkin terjadi pada pengoperasian alat-alat berat tambang dapat disebabkan karena adanya kondisi peralatan yang sudah rusak atau

tidak terawat atau adanya ketidaksesuaian design peralatan terhadap kebutuhan dan kondisi di areal kerja.

Hal-hal yang dapat menyebabkan terjadinya kebakaran karena pengaruh kondisi-kondisi mekanis dan elektrik yang mempengaruhi fungsi alat berat tersebut, seperti Sumber bahan bakar (fuel source) diantaranya, cairan yang mudah terbakar seperti solar, oli dan grease. Bagian – bagian yang terbuat dari karet atau plastik seperti hose, pembungkus kabel, aksesoris ruang kemudi (cabin), ban dan kotoran atau material tambang yang mudah terbakar lainnya seperti debu batubara. Sumber – sumber pemantik (ignition sources) diantaranya ,panas ng umumnya terjadi pada sekitar engine seperti turbo charger, exhaust manifold dan dan percikan api karena gesekan mekanikal, sedangkan udara bisa merupakan udara bebas yang mengalir secara alami atau udara yang dialirkan o ipas pendingin.

Disamping hal-hal tersebut diatas, dapat pula disebabkan kesalahan pengoperasian oleh operator atau pekerja dan kegagalan sistem keselamatan.

Breuer (1990) menyatakan bahwa risiko adalah pengukuran dari kemungkinan kejadian suatu bahaya dengan tingkatan keparahan kecelakaan yang timbul.

Menurut Emmett J. V dan Curtis M. Edalam Kertonegoro (1996) tentang istilah risiko diartikan sebagai :

- a. Risiko adalah kans kerugian
- b. Risiko adalah kemungkinan kerugian
- c. Risiko adalah ketidakpastian
- d. Risiko adalah penyimpangan kenyataan dari hasil yang diharapkan.

Definisi risiko berlainan dengan bahaya dimana bahaya ikan sebagai sumber – sumber atau kondisi yang dapat menyebabkan kecelakaan (Cross, J, 1998).

Berdasarkan definisi diatas, komponen risiko dan bahaya berbeda. Komponen risiko antara lain variasi kerentanan individu, jumlah manusia terpajan, frekuensi pemajanan, derajat risiko individu, kemungkinan pengendalian bahaya, kemungkinan untuk menciptakan taingkat aman, aspek finansial risiko, pendapat masyarakat dan kelompok masyarakat. Komponen bahaya antara lain karakteristik internal bahaya, bentuk bahan dan peralatan, hubungan pemajanan dan efek yang ditimbulkan, pola dan cara bahaya mempengaruhi individu, kondisi dan frekuensi pemakaian alat dan bahan, aspek pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja yang dapat mempengaruhi proses pemajanan, mekanisme interaksi antar bahan dan atau alat yang berhubungan dengan pemajanan.

Definisi analisa risiko :

- a. Proses manajemen dimana kemungkinan kerugian yang berhubungan kegiatan dapat diidentifikasi, dievaluasi dan dikendalikan.
- b. Pelaksanaan dari kebijakan manajemen dan prosedur untuk memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan kerugian.
- c. Manajemen dalam ketidakpastian
- d. Pelaksanaan secara sistematis pengenalan, analisa, evaluasi dan pengendalian dan pengawasan risiko (cross, J, 1998)

Menurut Mark S. D dalam Kertonegoro (1996), analisa risiko merupakan pendekatan logis untuk menangani masalah yang dihadapi perusahaan karena terekspos terhadap kemungkinan kerugian.

Filosofi dari analisa risiko membutuhkan suatu pengambilan keputusan yang berdasarkan pada analisa logika dari risiko, proses-proses sistematis dalam menangani risiko-risiko dan menggunakan pendekatan proaktif dibanding reaktif.

Tujuan manajemen risiko :

- Manajemen risiko bukan hanya sebuah prosedur yang harus dijalankan tetapi juga manajemen secara keseluruhan termasuk mengelola manusia. Kebijakan, peraturan dan prosedur yang dilaksanakan bersamaan agar

sistem yang dijalankan memperoleh keuntungan maksimal dengan menurunkan kerugian.

- Proses pengelolaan yang terjadi dari identifikasi, evaluasi dan pengendalian yang berhubungan dengan tercapainya tujuan organisasi dan pengendalian terhadap kemungkinan kerugian yang akan terjadi.
- Agar semua personil menyadari bahwa tindakan proaktif akan lebih baik daripada tindakan reaktif (Cross, J, 1998)

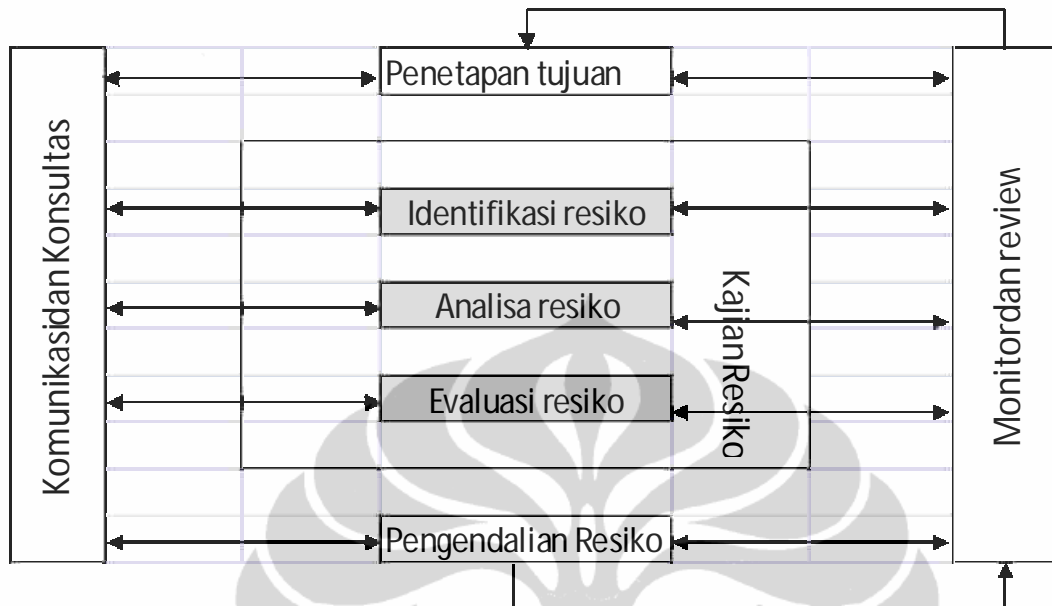
Tahapan analisa risiko :

1. Penetapan konteks yaitu kegiatan yang menetapkan ruang lingkup dan batasan dari analisa risiko serta penetapan sumber yang dapat diraih.
2. Identifikasi risiko yaitu kegiatan pengenalan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas dari kemungkinan dan keparahan suatu aktivitas.
3. Penilaian risiko yaitu kegiatan pengambilan keputusan untuk memprioritaskan risiko berdasarkan hasil penelitian.
4. Pengendalian risiko yaitu kegiatan yang dilaksanakan untuk meminimalkan risiko yang dapat terjadi dengan pemilihan berbagai alternatif yakni pengendalian sumber bahaya dan tempat kerja, manusia, peraturan perundangan yang berlaku, alat pengawasan dan alat pengukur kinerja (cross, J, 1998)

2.4 Metodologi penilaian risiko

Penilaian risiko menurut Nicholas J. Bahr (1997), adalah proses formal perhitungan risiko pada suatu even/kejadian dan pembuatan keputusan tentang bagaimana mengadakan reaksi terhadap risiko.

Berikut metodologi manajemen risiko menurut AS/NZS 4360:2004 adalah :



Gambar 2.1 Manajemen Risiko (AS/NZS 4360:2004)

2.5 Langkah – langkah dalam melakukan manajemen risiko

Menurut AS/NZS 4360:2004, langkah-langkah dalam melakukan manajemen risiko yaitu:

2.5.1 Penetapan Tujuan

Maksud dan tujuan disini adalah nilai-nilai yang menjadi pertimbangan sebagai dasar untuk mendeskripsikan kriteria risiko. Nilai ini dihitung dengan memperhitungkan persoalan-persoalan eksternal dan internal organisasi itu sendiri yang dapat mempengaruhi risiko dan penanganannya.

Komponen yang menjadi dasar untuk penetapan tujuan ini meliputi :

a. Konteks strategis

Merupakan gambaran hubungan organisasi terhadap lingkungan sekitarnya, termasuk semua elemen yang mendukung dan menghalangi kemampuan organisasi dalam mengontrol risiko, baik berupa kelebihan

maupun kekurangan dari organisasinya, begitu pula keuntungan dan ancaman terhadap organisasi.

b. Konteks Organisasi

Pelaksanaan manajemen risiko, kita perlu memperhatikan tujuan, kebijakan dan jenis kegiatan perusahaan yang berkaitan dengan manajemen risiko. Seluruh unsur tersebut diidentifikasi dan dilihat pola hubungan dengan pelaksanaan manajemen risiko yang dilakukan.

c. Konteks manajemen risiko

Dalam pelaksanaan manajemen risiko perlu diidentifikasi dan disusun skala prioritas risiko yang akan dikelola. Kriteria risiko yang ada dapat diidentifikasi dengan memperhatikan dua faktor, yaitu sumber risiko dan jenis konsekuensi yang mungkin timbul.

d. Pengembangan kriteria evaluasi risiko

Mengembangkan kriteria risiko yang akan dievaluasi, misalnya tindakan yang mungkin dilakukan, operasional dasar, teknik financial, kemanusiaan lainnya. Hal ini tergantung pada kebijakan internal organisasi, tujuan dan pihak-pihak tertentu.

e. Pengembangan struktur

Menentukan bagian-bagian organisasi yang akan terlibat dalam manajemen risiko dengan membentuk struktur kerja untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko.

2.5.2 Identifikasi Risiko

Bertujuan untuk mengenali apa yang dapat menyebabkan kerugian dan mengetahui bagaimana proses kejadian kerugian tersebut berlangsung (Cross, J, 1998). Dengan demikian kegiatan ini kita lakukan untuk mengidentifikasi sumber bahaya dan area (zone) yang terkena dampaknya terhadap kebakaran.

Menurut Nicholas J. Bahr, identifikasi risiko dapat digunakan dengan beberapa metode, yaitu :

a. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Metode identifikasi risiko yang bersifat top down. Dimulai dari kejadian yang tidak diharapkan ataupun kerugian yang ditimbulkan kemudian menganalisa penyebab-penyebabnya. Analisis FTA bukan merupakan analisa kuantitatif ; meskipun demikian, FTA dapat dikuantitatifkan. Pada umumnya metode FTA lebih banyak digunakan untuk menilai kemungkinan kegagalan untuk mencapai event. Selain itu, FTA juga dapat digunakan untuk menganalisa kecelakaan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang paling efektif dalam menentukan inti permasalahan karena memastikan bahwa kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan bukan berasal dari satu kegagalan.

Metoda FTA ini bersifat deduktif yang menggunakan lambing *Booleen Logic* (AND gate dan OR gate) untuk mencari faktor-faktor yang terkait dengan top even. Analisis ini dimulai dengan top even dan dilanjutkan dengan identifikasi penyebab dan hubungan logis antara dan top even. Hal ini dilakukan terus menerus sampai pada faktor dasar even yang tidak dapat diuraikan lagi.

b. *Check list*

Merupakan suatu alat identifikasi risiko yang berisi daftar dari berbagai potensi risiko yang secara umum terdapat di lingkungan kerja. Form check list ini dibuat berdasarkan data dan informasi berbagai tempat, yang merupakan hasil laporan dan investigasi berbagai kejadian. Dikarenakan bersifat umum variasi risiko yang terbaca.

c. *Hazard and Operability Study (HAZOPS)*

Merupakan metode identifikasi risiko yang difokuskan kepada analisis struktur mengenai operasi atau aktifitas yang berlangsung. Pendekatan yang digunakan pada metode ini adalah analisis yang melihat objek studi suatu rangkaian proses yang kemudian dianalisis kemungkinan adanya ketidaknormalan atau penyimpangan yang dapat terjadi pada tiap bagian dari rangkaian proses yang berlangsung pada kondisi normal.

d. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Merupakan metode identifikasi risiko yang berfokus pada studi sebagai suatu rangkaian komponen yang berlangsung. FMEA ini mengidentifikasi adanya kemungkinan-kemungkinan abnormal atau penyimpangan yang dapat terjadi pada komponen-komponen atau fasilitas yang terlibat dalam proses produksi serta konsekuensi yang dapat ditimbulkan.

e. *Job Hazard Analysis (JHA)*

Merupakan suatu teknik identifikasi bahaya sebelum bahaya itu muncul yang fokusnya pada tahapan/langkah kerja. Setelah dilakukan pengidentifikasi, selanjutnya diperoleh pengendalian yang sesuai untuk mengendalikan bahaya-bahaya yang ada di lingkungan kerja.

JHA dilakukan sebagai penambahan pengetahuan tentang bahaya di tempat kerja dalam tugas-tugas pekerja. Dalam JHA setiap langkah pekerjaan, pemeriksaan yang dilakukan adalah mengidentifikasi bahaya-bahaya potensial dan untuk mendapatkan cara aman dalam melakukan pekerjaan.

JHA penting dilakukan artinya :

- Sebagai pelindung pekerja terhadap kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang timbul akibat proses.
- Memastikan bahwa seluruh pekerja terlatih dengan baik dalam melakukan pekerjaan.
- Menyusun prosedur kerja.

Keuntungan JHA adalah :

- Sebagai bagian terpenting dari organisasi manajemen keselamatan dalam melakukan manajemen risiko dan dalam memperhitungkan proses kerja yang efektif.
- Memudahkan pekerja dalam penulisan prosedur keselamatan untuk jenis pekerjaan yang baru ataupun pada pekerjaan yang dimodifikasi.

Tahap-tahap dalam melakukan JHA adalah :

1. Memilih jenis pekerjaan dengan menentukan faktor risiko tertinggi ditempat kerja yang banyak mengandung risiko.
 2. Memilih pekerja yang ahli dalam melakukan analisa kese kerja dan mengikutsertakan pekerjaan dalam tim analisa tersebut.
 3. Mengidentifikasi, mencatat, menjabarkan setiap langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan analisa dengan baik.
 4. Mengidentifikasi semua bahaya potensial dan bahaya kesakitan yang berhubungan dengan tiap pekerjaan.
 5. Menentukan dan memilih langkah penyelesaian/prosedur untuk setiap langkah dalam menghilangkan/mengganti bahaya, misalnya adanya perubahan fasilitas, pergantian pekerja atau Alat Pelindung Diri (APD).
- f. Event Tree Analysis (ETA)
- Metoda ETA digunakan untuk menentukan nilai suatu risiko dengan pendekatan deduktif. ETA merupakan metoda yang bernalik dengan FTA, dengan menggunakan diagram logika untuk mengevaluasi kemungkinan hasil-hasil yang dicapai bila terjadi suatu kejadian awal. E berguna untuk mengevaluasi kelengkapan pengaman pada suatu rancangan atau peralatan sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan/gangguan operasi dapat dikurangi.

2.5.3 Analisa Risiko

Bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik risiko sehingga dapat mengurangi konsekuensi yang dapat terjadi (Cross, J, 1998). Analisa risiko adalah suatu kegiatan sistematis dengan menggunakan informasi yang ada baik data primer maupun sekunder untuk mengidentifikasi seberapa besar tingkat kerugian (consequences) dan tingkat kekerapan (likelihood) suatu kejadian yang timbul. Dasar dari analisa risiko adalah melakukan estimasi kombinasi dari tingkat konsekuensi dan tingkat kekerapan dari bahaya yang timbul.

Parameter dalam analisa penilaian risiko adalah :

1. Menentukan kemungkinan yang ada
2. Severity/concequency

Metode analisa risiko dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif adalah penentuan nilai yang dinyatakan secara kualitatif dalam pernyataan, seperti sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah. Penentuan nilai variabel tingkat keseringan dan tingkat konsekuensi dalam kategori kualitatif mengacu pada data-data dan informasi yang tersedia. Kemudian kategori dari masing-masing variabel ditentukan selanjutnya, kedua variabel dikombinasikan dengan tabulasi silang untuk mendapatkan klasifikasi risiko (AS/NZS, 2004).

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan analisa kualitatif, yaitu :

- a. Tujuan analisa terutama diarahkan untuk melihat jarak risiko.
- b. Digunakan pada saat informasi dan data kualitatif yang terbatas
- c. Digunakan ketika data risiko secara kualitatif belum begitu diperukan.
- d. Digunakan ketika pengambilan keputusan memerlukan risiko secara kualitatif.

2. Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif merupakan metode yang penilaiannya diarahkan pada angka-angka numerik secara langsung. Nilai yang ditentukan merupakan nilai faktual yang mempresentasikan secara langsung nilai variabel yang diperoleh dari data-data dan dokumen perusahaan secara langsung. Untuk nilai tingkat keseringan misalnya dapat diperoleh dari frekuensi kejadian kasus, frekuensi insiden, proporsi jumlah korban kecelakaan, accident rate, severity rate, dll. Untuk tingkat konsekuensi ini ditentukan dalam jumlah uang yang harus ditanggung akibat kerugian yang dialami dari suatu kasus risiko. Nilai ini ditentukan berdasarkan pada berbagai informasi kerugian seperti statistik kerugian, laporan biaya medis, laporan

biaya maintenance, dll. Untuk menentnyukan nialai skor risiko-risiko kedua variabel dikombinasikan secara kuantitatif yaitu dengan melakukan kalkulasi matematis dari masing-masing nilai variable. Nilai skor risiko yang diperoleh adalah bentuk nilai numeric factual sehingga jarak risiko akan lebih luas dan informasi nilai risiko akan lebih bersifat detail.

Ada beberapa pertimbangan digunakannya metode kuantitatif, yaitu :

- a. Pelaksanaan program pengendalian risiko biasanya memerlukan beberapa kriteria untuk menentukan apakah suatu aktifitas harus dikendalikan dan dalam penentuannya membutuhkan angka-angka numeric.
 - b. Nilai numeric risiko kadang-kadang dibutuhkan untuk proses komunikasi dengan public atau pihak tertentu yang membutuhkannya dalam rangka penggambaran nilai risiko yang sebenarnya secara detail yang mencakup variable kemungkinan dan konsekuensi.
 - c. Organisasi memerlukan nilai numeric risiko sebagai acuan dalam menyusun anggaran program pengendalian risiko, sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi program yang akan diterapkan.
 - d. Organisasi memerlukan nilai numeric risiko sebagai panduan dalam mengembangkan alternative pengendalian risiko.
 - e. Organisasi memerlukan nilai numeric risiko untuk perbandingan dengan nilai investasi program pengendalian, sehingga dievaluasi tingkat cost effective dan cost benefit dari suatu program pengendalian.
 - f. Nilai numeric diperlukan oleh pihak asuransi untuk menentukan besarnya premi (Cross, 1998).
3. Analisa Semi Kuantitatif
- Analisa ini merupakan perpaduan analisa kualitatif dengan analisa kuantitatif, dimana sifat katagoriknya menyerupai anal kualitatif sementara karakteristik nilai yang digunakan adalah nilai numeric yang

menyerupai analisa kuantitatif. Penentuan metode ini adalah penentuan nilai variable tingkat keseringan dan konsekuensi dalam bentuk numeric, namun bukan merupakan nilai factual yang sebenarnya melainkan hasil konversi yang ditentukan secara subyektif dalam bentuk kategorik peringkat-peringkat tertentu. Hal ini menegaskan bahwa nilai risiko ini semikualitatif bukan merupakan makna nyata dari suatu risiko. Metode analisa ini digunakan untuk menilai risiko kesehatan yaitu bahaya (*hazard*) yang pada umumnya bersifat fisik, karakteristik pemaparannya bersifat *incidental*.

Ada dua komponen yang menjadi criteria dalam analisa semikuantitatif, yaitu :

1. Tingkat kemungkinan (*probability*) bahaya yang terjadi
2. Tingkat keparahan (*consequances*) bahaya yang terjadi

2.5.4 Penilaian Tingkat Risiko

Penentuan risiko merupakan tahap terakhir dalam proses analisis risiko. Setelah bahaya-bahaya diidentifikasi dan diperkirakan konsekuensi dan kemungkinan sudah ditentukan, maka rasio yang diambil membantu pengambilan keputusan untuk menanggulangi risiko, dimana tingkat risiko bergantung kepada variabel-variabel di atas, selanjutnya menentukan tingkat risiko diperoleh dengan mengalikan dari kedua komponen tersebut yaitu kemungkinan (*probability*) dikalikan dengan kekerapan (*Concequency*). Penilaian tingkat risiko dapat dikategorikan sangat baik, baik, sedang, buruk dan sangat buruk. Sedangkan konsekuensi atau kekerapan dapat bervariasi sesuai dengan besarnya kerugian yang diakibatkan.

2.5.5 Evaluasi Risiko

Merupakan suatu proses pengambilan keputusan untuk memberikan prioritas risiko berdasarkan kriteria penilaian yang telah ditetapkan (Cross, J, 1998).

Evaluasi risiko adalah proses pengambilan keputusan terhadap risiko yang menjadi prioritas dan dinilai apakah dapat diterima atau harus diturunkan. Nilai risiko dan hasil analisis dibandingkan dengan kriteria atau standar level risiko tertentu sesuai dengan standar analisis yang digunakan. Bila risiko berada pada level rendah dan dapat diterima, dilakukan pemantauan dan tinjauan ulang secara periodic, sedang untuk risiko dengan level lebih tinggi dilakukan tahap penanggulangan risiko.

2.5.6 Pengendalian Risiko

Kertonegoro (1996) menyatakan bahwa pada dasarnya pengendalian risiko bisa dilakukan dengan 5 cara yaitu menghindari risiko, menanggung risiko sendiri, mengurangi risiko, mengalihkan risiko dan atau membagi risiko.

Pengendalian risiko melibatkan pencarian pilihan-pilihan pengendalian lalu pemilihan pengendalian yang sesuai, persiapan perencanaan pengendalian dan pelaksanaan program pengendalian tersebut (Cross, J, 1998).

2.5.7 Alternatif pengendalian

Salah satu tujuan dari proses manajemen risiko adalah mengurangi risiko yang terdapat di area kerja, sehingga kemungkinan untuk terjadinya kerugian dapat dikurangi seminimal mungkin. Pada tahap ini risiko yang telah diidentifikasi dan dianalisis dikaji ulang kembali secara menyeluruh agar dikembangkan berbagai hal seperti komitmen manajemen terhadap hal pengembangan keselamatan kerja, ketersediaan sumber daya, dan lain lain.

Beberapa kontrol alternative berdasarkan hirarki pengendalian, yaitu :

1. Eliminasi

Kegiatan kontrol ini dilakukan dengan cara menurunkan tingkat risiko hingga titik paling rendah dengan menghilangkan sumber yang menimbulkan bahaya.

2. Substitusi

Kegiatan kontrol ini dilakukan dengan mengganti sumber daya yang mengandung bahaya dengan sumber lain yang memiliki potensi bahaya lebih kecil.

3. Engineering control

Kegiatan kontrol ini dilakukan dengan mengubah sistem yang mencakup modifikasi alat, cara kerja dan komponen mesin.

4. Administratif kontrol

Kegiatan kontrol ini dilakukan melalui peraturan manajemen kerja dan manajemen pekerja, misalnya dibuat standar prosedur operasional kerja, shift kerja, jam kerja, dll.

5. Training

Kegiatan kontrol ini dilakukan melalui pemberian training terhadap pekerja dengan tujuan untuk meningkatkan kemempunam fisik, kondisi psikologis, keterampilan, pengetahuan, pengalaman kerja, dll.

6. Alat Pelindung Diri (APD)

Kegiatan kontrol ini dilakukan dengan menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) yang mempunyai kemampuan untuk melindungi pekerja dalam pekerjaannya dan fungsinya mengisolasi pekerja dari bahaya di tempat kerja.

2.6 Manajemen Risiko Kebakaran

2.6.1 Proses manajemen risiko kebakaran

Proses manajemen risiko kebakaran adalah sebuah aplikasi sistematis terhadap kebijakan manajemen, prosedur, dan praktek-praktek yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisa, mengontrol, memonitor dan meninjau berbagai risiko kebakaran pada semua fase masa berlaku peralatan yang meliputi :

- Design
- Konstruksi
- Instalasi, pemasangan, dan pengaktifan

- Pengoperasian termasuk menghidupkan dan mematikan
- Pemeliharaan termasuk pembongkaran dan pemeliharaan terencana dan pemeliharaan pencegahan.
- Modifikasi
- Penon-aktifan dan pembongkaran

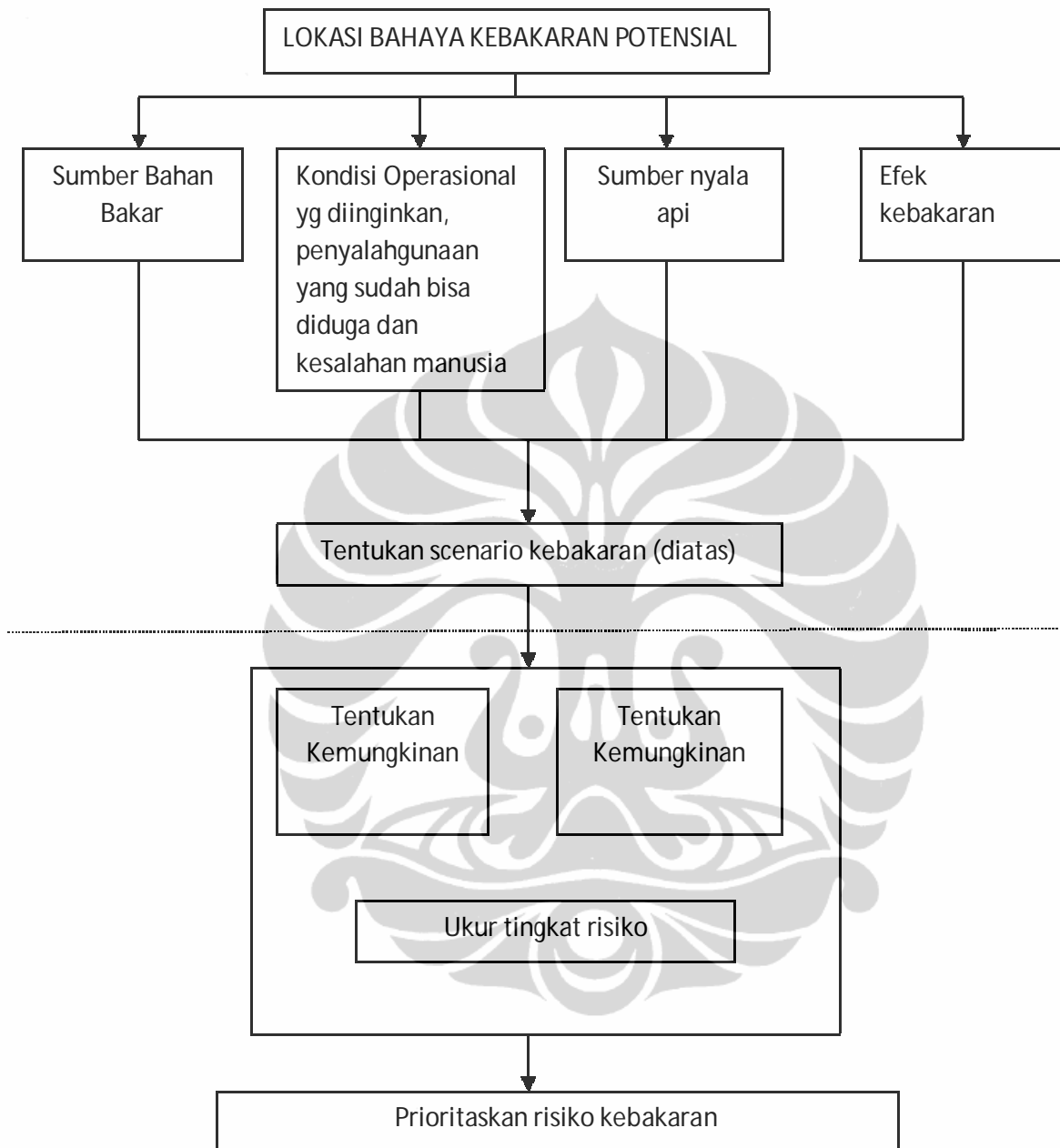
Proses manajemen risiko kebakaran sebaiknya menjadi sebuah bagian integral atau utuh dari organisasi-organisasi system manajemen kesehatan dan keselamatan kerja dan sebaiknya meliputi proses perbaikan yang terus menerus (AS/NZS 4801).

Proses manajemen risiko kebakaran harus didokumentasikan untuk keawetan peralatan. Catatan dokumen harus dipertahankan, termasuk hal-hal yang berhubungan dengan :

- Identifikasi bahaya kebakaran, analisis risiko, dan evaluasi risiko
- Metode reduksi/risiko
- Konsultasi
- Pemeliharaan
- Kecelakaan, insiden dan statistik keamanan dan
- 'monitoring dan peninjauan

2.6.2 Identifikasi Bahaya Kebakaran

Bahaya kebakaran terjadi dimana ada potensial interaksi antara sumber-sumber bahan bakar, oksigen, serta nyala api atau ledakan. Bahaya kebakaran harus diidentifikasi sesuai dengan proses yang dijelaskan secara detail pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Penilaian Risiko Kebakaran

2.6.3 Evaluasi Risiko Kebakaran

Proses evaluasi kebakaran harus melewati proses perbandingan antara risiko kebakaran dengan criteria-kriteria yang telah disepakati dan harus menentukan

prioritas untuk langkah lebih lanjut serta untuk mengurangi atau mengatasi kebakaran.

2.6.4 Pengawasan dan Peninjauan

Proses manajemen risiko kebakaran haruslah merupakan sebuah proses perbaikan yang berlangsung terus menerus. Maka dari itu, proses ini harus senantiasa diawasi dan ditinjau ulang, yaitu ;

- Secara periodic dalam nterval waktu tidak lebih dari 5 tahun
- Manakala dilakukan perubahan terhadap peralatan yang dipakai yang dapat berpengaruh padaterhadap risiko kebakaran
- Ketika terjadi perubahan pemilik ; dan
- Setelah peristiwa atau insiden kebakaran terjadi

2.6.5 Sistem Manajemen Kebakaran yang dimiliki

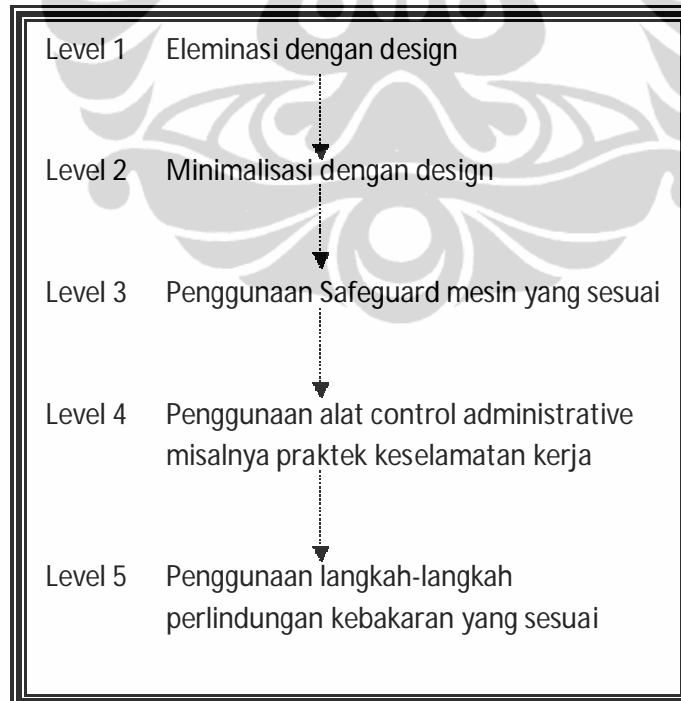
Saat ini manajemen PT. Kaltim Prima Coal memiliki perangkat *Mobile Equipment Fire Prevention & Protection Program (MEFP3)* sebagai satuan unit pengendali pencegahan kebakaran yang dibentuk dengan sasaran untuk memastikan adanya kontrol yang diperlukan, sehingga program pencegahan kebakaran pada alat berat yang dilakukan sama memadainya dengan perlindungan dan pemadaman yang disediakan bagi operator dan alat berat saat kebakaran terjadi.

2.7 Penurunan Risiko Kebakaran

Sebagaimana yang telah diterapkan secara meluas, system K3LH mengenal proses upaya pengurangan risiko yang dimulai dari *Eliminate, Isolate, Substitute, Personal Protective Equipment (PPE)*, dan *Administration Control*. Urutan pengurangan risiko ini pada prinsipnya adalah untuk memisahkan sumber bahaya dengan pekerja yang terlibat di dalamnya melalui metode dan perlindungan tertentu. *Eliminate, Isolate, dan Substitute* adalah merupakan rangkaian upaya untuk menghilangkan sama sekali atau melokalisir *hazard* dari pekerja yang terlibat di

dalamnya, sedangkan *PPE* dan *Administration Control* merupakan perlindungan terakhir untuk bahaya yang masih tersisa (*residual hazard*).

Proses tersebut juga bisa diterapkan dalam upaya menekan risiko kebakaran alat berat. Perbedaannya terletak pada object yang dikontrol dimana upaya yang dilakukan adalah untuk mencegah penyatuan / terbentukn segitiga api, terutama unsur bahan bakar dan pemantik, sehingga tidak terjadi kebakaran sekalipun kedua unsur tersebut selalu ada. Hadirnya unsur udara bahkan mengurangi risiko terbentuknya pemantik mengingat fungsinya dalam mereduksi temperatur pada beberapa bagian dari sebuah mesin. Dalam pengurangan risiko kebakaran (*fire risk reduction*), langkah pertama hingga langkah ke tiga merupakan upaya pencegahan timbulnya api, sedangkan langkah ke 4 langsung berupa kontrol administrasi (*administration control*) yang kemudian diikuti dengan penyediaan peralatan pemadam kebakaran. Struktur langkah-langkah ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah (dicuplik dari AS5062-2006).



Gambar 2.3 Hirarki Langkah-Langkah Penurunan Risiko Kebakaran

2.8 Pengelolaan Alat – alat berat

Pengelolaan alat berat pada PT Kaltim Prima Coal pada dasarnya dibagi menjadi 2 bagian yaitu pra operasi (*pre-operation*) dan operasi (*operation*). Kedua bagian tersebut pada dasarnya merupakan perencanaan dan persiapan yang meliputi aktifitas identifikasi hingga serah terima, dan pengoperasian yang didalamnya terdapat aktifitas perawatan dan penyiapan tanggap darurat.

Untuk menunjang sasaran produksi yang ditetapkan, salah satunya PT Kaltim Prima Coal mengoperasikan serta mengelola berbagai macam alat berat dengan total sekitar 410 unit alat berat, adapun jenis alat-alat berat yang saat ini beroperasi di areal penambangan, adalah sebagai berikut :

- Large Excavator:
 - Liebherr = 19
 - Hitachi = 17
- Large Haul Trucks
 - Liebherr = 32
 - Euclid EH4500 = 59
 - Komatsu = 32
 - Caterpillar = 135
 - Dozers = 116

Kegiatan utama alat –alat berat di PT. Kaltim Prima Coal adalah Penggalian dan pengangkutan yang merupakan salah satu dari rangkaian kegiatan penambangan yang bertujuan untuk menggali material hancur hasil peledakan atau material lepas yang berupa batubara atau batuan penutup untuk dimuat kedalam alat angkut yang selanjutnya dibawa ke tempat pembuangan (*crusher atau overburden dump*).

2.9 Dasar Hukum Pengaturan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pertambangan Di Indonesia

Industri pertambangan umum di Indonesia telah berlangsung sejak kurang lebih tahun 1850. Pada awalnya industri ini diklasifikasikan sebagai bidang usaha

berpotensi risiko tinggi terutama dari segi keselamatan kerja. Perduli dengan adanya potensi risiko tinggi tersebut, maka pada zaman Belanda, sejak tahun 1930, peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) khususnya untuk industri pertambangan telah dibuat di Indonesia yang dikenal sebagai Mijnschermingwet (MSW) Sb 1930 nomor 341. Sistem ini cukup lama dipakai di Indonesia dan dalam sistem tersebut fungsi Inspektur Tambang saat itu lebih cenderung sebagai "watch dog" daripada berperan sebagai pembina K3 (Suyartono, 2003).

Peraturan-peraturan yang berlaku saat itu sangat rinci dan kaku kurang memperhatikan aspek peningkatan efisiensi dan produktivitas. Namun kemudian dasar hukum peraturan dan perundangan K3 pertambangan umum yang berlaku di Indonesia berubah yang diawali dengan diterbitkannya UU No. 1 Tahun 1967 Tentang Penanaman Modal Asing. UU ini disusul dengan masuknya investasi dan pembangunan industri yang melibatkan angkatan kerja yang cukup banyak. Untuk melindungi para pekerja dari kecelakaan maka diterbitkan UU No. 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja dan UU No.13/2003 tentang ketenagakerjaan yang diatur oleh Departemen Tenaga Kerja dan merupakan kewajiban pengusaha untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya yang dihadapi. Berikut ini adalah beberapa peraturan yang berhubungan dengan K3 di industri pertambangan umum :

- § UU No. 11 Tahun 1967 Tentang Ketentuan Pokok Pertambangan.
- § PP No. 32 Tahun 1969 Tentang Pelaksanaan UU. No. 11/1967 Tentang Ketentuan Pokok Pertambangan.
- § UU No. 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja.
- § PP No. 19 Tahun 1973 Tentang Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja di Bidang Pertambangan.
- § PP No. 37 Tahun 1986 Tentang Penyerahan Sebagian Urusan Pemerintahan di Bidang Pertambangan Kepada Pemerintah Daerah Tingkat I.
- § Keputusan Direktur Jenderal Pertambangan Umum No. 1245.K/26/DDJP/1993 Tentang Pelaksanaan Pengawasan Keselamatan dan

Kesehatan Kerja Serta Lingkungan Pertambangan Bidang Pertambangan Umum.

- § KepMen PE No. 2555.K/201/MPE/1993. Pelaksana Inspeksi (PIT) Bidang Pertambangan Umum.
- § KepMen PE No. 555.K/26/MPE/1995 Tentang Keselamatan & Kesehatan Kerja Bidang Pertambangan Umum.
- § UU No. 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara

Saat ini dalam pelaksanaan operasionalnya, KepMen PE No. 555.K/26/MPE/1995 dianggap perlu untuk ditinjau kembali agar dapat mengakomodasi berbagai perubahan seperti; perubahan skala produksi, ukuran peralatan produksi, teknologi peralatan, paradigma terhadap K3L dan manajemen operasional. Oleh karena itu, dasar tujuan perubahan peraturan K3 ini adalah, bahwa operasional harus dibiasakan untuk mengenali risiko, selalu melakukan peningkatan produktivitas, efisiensi dan biaya efektif, serta mengatur sedemikian rupa agar peraturan yang awalnya bersifat rinci dan kaku menjadi umum, fleksibel dan operasional. Sedangkan tujuan akhirnya adalah untuk melindungi karyawan dari timbulnya penyakit, kecelakaan dan kelangsungan usaha sebuah industri atau perusahaan pertambangan dengan memperhatikan kriteria dan analisa risiko melalui manajemen risiko.

Tabel 2.1 Keterangan Bab dari KepMen PE No. 555.K/26/MPE/1995 tentang Keselamatan & Kesehatan Kerja Bidang Pertambangan Umum

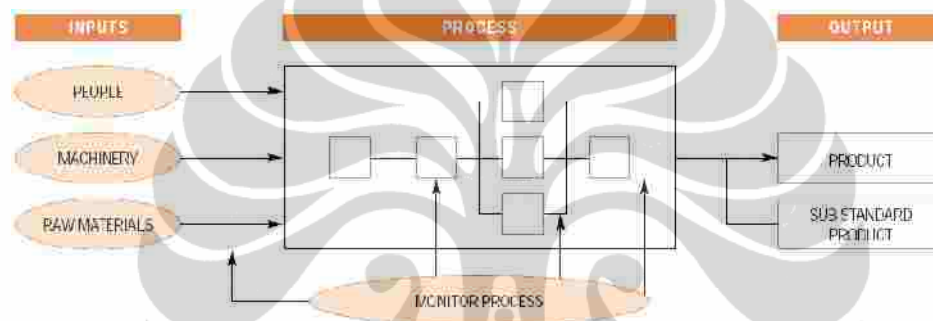
Bab	Keterangan
I.	Ketentuan Umum (Pasal 1 s/d 51)
II.	Bahan Peledak & Peledakan (Pasal 52 s/d 79)
III.	Lingkungan Tempat Kerja (Pasal 80 s/d 91)
IV.	Sarana Tambang di Permukaan (Pasal 92 s/d 227)
V.	Pemboran (Pasal. 228 s/d 238)
VI.	Tambang Permukaan (Pasal 239 s/d 257)
VII.	Kapal Keruk (Pasal 258 s/d 294)
VIII.	Tambang Bijih Bawah Tanah (Pasal 295 s/d 489)
IX.	Tambang Batubara Bawah Tanah (Pasal 490 s/d 551)
X.	Sanksi (Pasal. 552)
XI.	Ketentuan Peralihan (Pasal 553)
XII.	Ketentuan Penutup (Pasal 554 dan 555)

Kejadian kebakaran pada alat berat tambang sebagaimana diberitakan dalam *Safety Alert* yang diterbitkan oleh *Mineral Resources New South Wales* (SA 00-21 September 2000), merupakan fakta bahwa dalam keadaan api telah membesar, *on-board fire suppression system* bisa gagal mencegah risiko baik bagi *operator* maupun kerusakan fatal pada alat berat. Oleh karenanya ditegaskan dalam catatan bahwa pencegahan kebakaran harus dijadikan prioritas utama – mengingat *suppression system* tidak bisa menggantikan (*substitutue*) bagi kondisi yang merupakan kombinasi atas kebersihan, perancangan, dan perawatan peralatan (*equipment*) secara baik.

Pada masa kini, dari pengontrolan risiko hingga pengontrolan kualitas sebuah produk tidak lagi dilakukan hanya dengan memantau *Output*-nya saja, tapi terlebih lagi pada bagian *Input* dan *Process* dari keseluruhan rangkaian pengelolaannya. Pemantauan pada *output* yang biasanya dilakukan dengan menghitung frekuensi

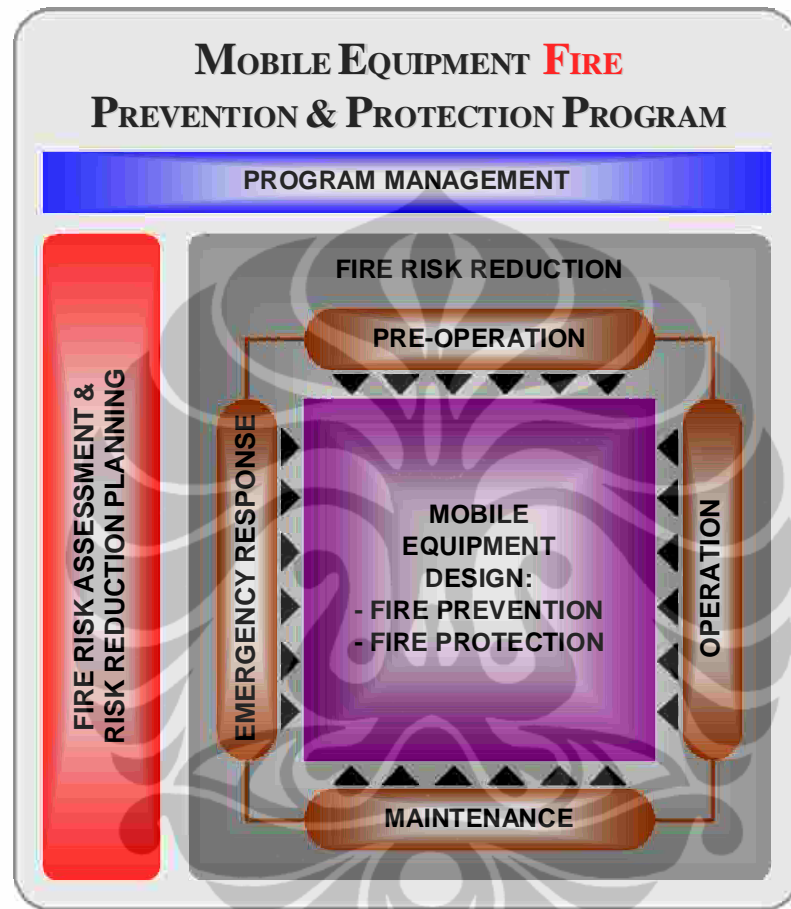
timbulnya produk *sub-standard*, disadari telah menempatkan fungsi kontrol menjadi berada di belakang masalah dan tidak mampu mencegah terulangnya masalah hingga tindakan *reactive / corrective* yang tepat dilakukan. Sementara pemantauan pada *input* dan *process* lebih memungkinkan dikontrolnya produk sejak awal pengelolaan dimana *output* hanya merupakan akibat yang lebih bisa diprediksi kondisinya.

Dalam hal ini, *The Minerals Council of Australia* menerbitkan petunjuk praktis tentang konsep *Positive Performance Measures* yang dipresentasikan dalam gambar berikut ini:



Gambar 2.4 *Positive Performance Measures*

2.10 Kerangka Teori Penelitian



Gambar 2.5 Kerangka Teori Penelitian

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Konsep

Untuk menjabarkan kerangka pikir penelitian ini, penulis memulai dengan mengidentifikasi elemen-elemen yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran pada komponen-komponen alat berat yang beroperasi. Sesuai dengan teori segitiga api, pada alat berat tambang bisa diuraikan sebagai berikut :

- a. Sumber bahan bakar (fuel source) diantaranya :
 - Cairan yang mudah terbakar seperti solar, oli dan grease,
 - Bagian – bagian yang terbuat dari karet atau plastik seperti hose, pembungkus kabel, aksesoris ruang kemudi (cabin), ban an
 - Kotoran atau material tambang yang mudah terbakar lainnya seperti debu batubara.
- b. Sumber – sumber pemantik (ignition sources) diantaranya :
 - Panas yang umumnya terjadi pada sekitar ruang mesin seperti turbo charger, exhaust manifold dan muffler dan
 - percikan api karena gesekan mekanikal.
- c. Sedangkan udara bisa merupakan udara bebas yang mengalir secara alami atau udara yang dialirkan oleh kipas pendingin.

Ketiga elemen diatas yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran ada alat berat yang beroperasi, dievaluasi secara semi kuantitatif dengan memperhatikan dan menilai tingkat risiko penyalan apinya. Tingkat risiko penyalan api dinilai berdasarkan kemampuan penanggulangannya oleh sistem manajemen pencegahan dan proteksi kebakaran yang tersedia. Nilai risiko ditetapkan dengan penilaian terhadap derajat risiko penyalan api masing-masing elemen seperti yang tertera pada tabel tentang klasifikasi risiko penyalan api berdasarkan kemampuan penanggulangannya oleh sistem manajemen pencegahan dan proteksi kebakaran yang tersedia.

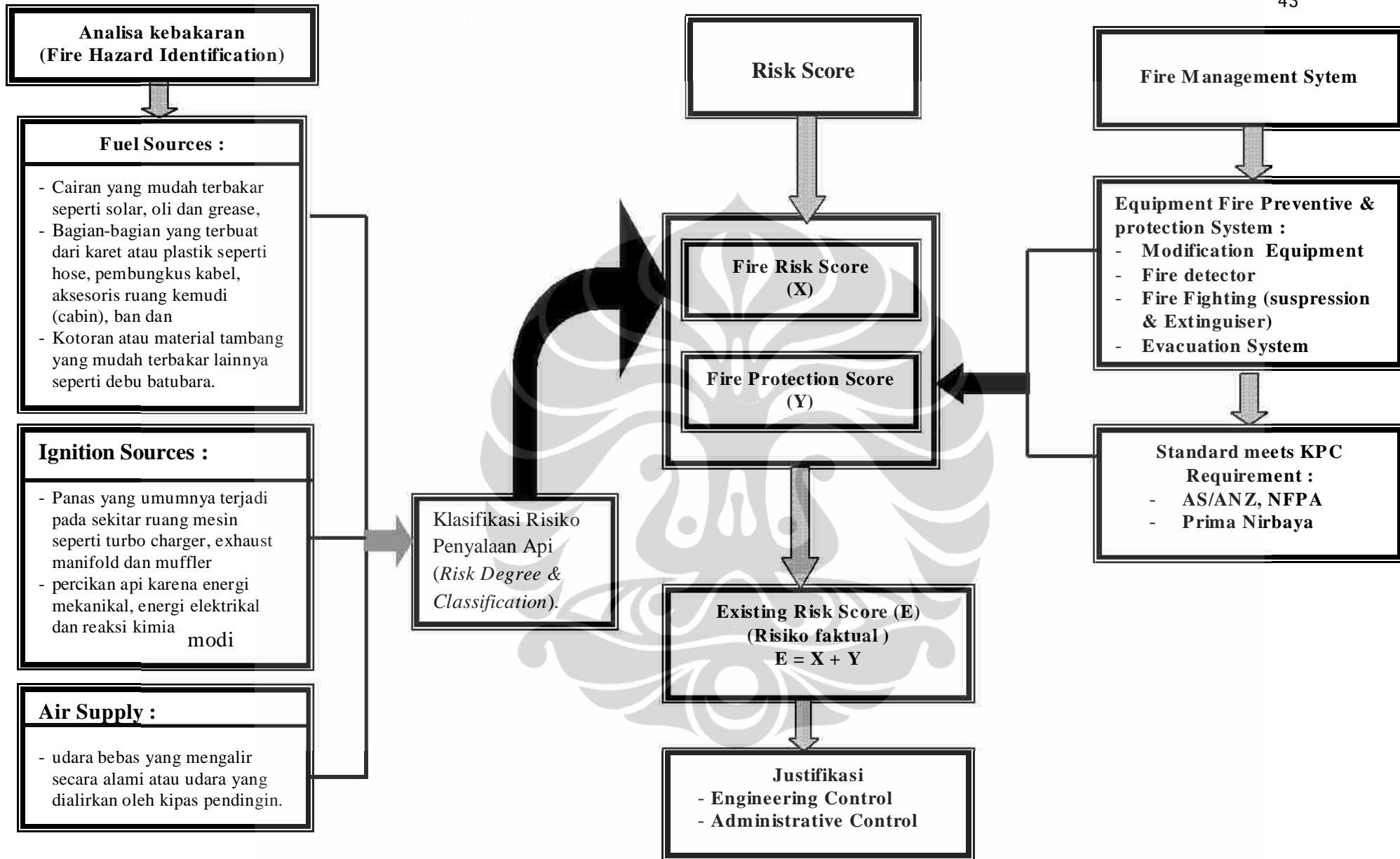
Tahap berikutnya adalah menganalisa dan menghitung nilai (score) sistem preventif dan proteksi yang tersedia pada alat berat yang terdiri dari :

1. Design equipment
2. Sistem pencegahan dini (fire detector)
3. Sistem pemadaman api
4. Sistem evakuasi

Dari kedua nilai tersebut akan didapatkan nilai risiko faktual yang ada (*existing risk score*) pada pengelolaan alat-alat berat yang dikelola oleh Mining Support Department PT. Kaltim Prima Coal dengan menjumlahkan nilai risiko penyalaan api (X) dengan nilai sistem proteksinya (Y).

Dari nilai risiko faktual (*existing risk score*) tersebut akan dapat dianalisis untuk mendapatkan saran dan masukan tentang risiko kebakaran pada pengelolaan alat berat PT. Kaltim Prima Coal.

Nilai sistem pencegahan dan pengamanan untuk mengevaluasi sistem proteksi dan evakuasi pada alat-alat berat yang beroperasi ditentukan dengan membandingkan instalasi sistem preventive dan proteksi serta evakuasi yang tersedia atau terpasang pada alat berat yang beroperasi dengan standard yang digunakan yaitu Standard Australia AS 5062 yang disesuaikan dengan peraturan manajemen PT. Kaltim Prima Coal (Prima Nirbaya).



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

1.2 Definisi Operasional

NO	Variabel	Definisi Operasional	Pengambilan data	Hasil Ukur	Skala
1.	Bahan bakar	Bahan-bahan yang dapat menghasilkan panas melalui pembakaran atau bahan-bahan yang diidentifikasi dapat menjadi sumber bahan yang dapat terbakar . Nilai ini tergantung dari fire point dan flash point bahan tersebut.	Mengidentifikasi sumber-sumber bahan bakar yang diidentifikasi dapat menimbulkan nyala api pada alat berat yaitu solar, oli-oli transmisi, hidrolik, grease, elektrikal, rubber hose, kabin serta akumulasi dari bahan-bahan tersebut dengan batubara yang terkonsentrasi pada areal mesin	Tabel identifikasi elemen-elemen penyalaan api	Ordinal
2	Sumber Panas	Sumber panas atau panas yang dihasilkan dari pelepasan energi oleh reaksi kimia, energi elektrik dan energi	Mengidentifikasi sumber-sumber panas yang terdapat pada areal engine, turbo charger, muffler, Exhaust Manifold, air cleaner, battere acid	Tabel identifikasi elemen-elemen penyalaan api	Ordinal
3	Sumber Oksigen	Oksigen atau kandungan O ₂ atau bahan yang dapat menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi-reduksi pada proses pembakaran	Mengidentifikasi sumber bahan pengoksidasi yang mungkin digunakan, termasuk dari udara bebas serta udara dari fan engine dan oil cooler yang banyak mengandung oksigen	Mengidentifikasi elemen-elemen oksigen yang terdapat pada alat berat	Rasio

NO	Variabel	Definisi Operasional	Pengambilan data	Hasil Ukur	Skala
4	Pengkajian Risiko Kebakaran	Merupakan Rangkaian kegiatan kajian untuk menilai risiko kebakaran disusun berdasarkan tahapan penetapan konteks, identifikasi risiko, menganalisa risiko, mengevaluasi risiko dan mengendalikan risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Studi literatur, penelaahan dokumen perusahaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabel nilai pengendalian risiko • Tabel Nilai Tingkat risiko 	Ordinal
5	Sistem pencegahan (<i>preventive</i>) kebakaran alat berat	- Sistem pencegahan kebakaran yang disiapkan pada masing-masing alat berat baik dari segi modifikasi komponen-komponen maupun peralatan yang dapat mendeteksi, mencegah dini bahaya kebakaran. Sistem ini diharapkan dapat dioperasikan secara manual maupun secara otomatis oleh operator alat berat meliputi fire control panel (detektor kebakaran berupa alarm, engine cut off), sistem aktifasi fire suspression (manual maupun otomatis), serta fire extinguiser	Menghitung jumlah dan mengukur penempatannya serta membandingkan kesesuaian fungsi dan jumlahnya dengan acuan standard yang berlaku	<ul style="list-style-type: none"> • Tabel nilai system preventive kebakaran pada alat berat 	Ordinal
6	Sistem perlindungan	- Sistem pemadaman kebakaran yang	Menghitung jumlah dan	<ul style="list-style-type: none"> • Tabel nilai sistem perlindungan kebakaran 	Ordinal

NO	Variabel	Definisi Operasional	Pengambilan data	Hasil Ukur	Skala
	<i>(protection)</i> kebakaran alat berat	terdapat pada masing-masing alat berat beserta pendukungannya seperti actuator fire suppression, fire extinguisher, deluge system maupun water fire truck (alat pemadam kebakaran).	mengukur penempatannya serta membandingkan kesesuaian fungsi dan jumlahnya dengan acuan standard yang berlaku	pada alat berat	
7	Sistem Evakuasi	Sarana evakuasi keadaan darurat yang meliputi tangga darurat, pintu darurat serta jalur evakuasinya.	Mengevaluasi dan membandingkan dengan acuan standard yang berlaku	<ul style="list-style-type: none"> • Tabel nilai sistem evakuasi kebakaran pada alat berat 	Ordinal

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Design Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian risk assessment (analisis dan evaluasi risiko) yaitu dengan menganalisis risiko-risiko dan mengevaluasi serta membuat ranking atau menentukan tingkat risiko-risiko (evaluate and rank risks). Penelitian dilakukan dengan cara deskriptif analitik yaitu mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya nyala api di alat berat yang beroperasi dengan pendekatan observasional serta analisis data dengan metode semi kuantitatif. Variabel-variabel penelitian yang diobservasi meliputi faktor-faktor penyalaan api yang terdiri dari sumber bahan bakar, sumber panas serta oksigen dan fire management system yang terdiri dari sistem pencegahan sistem proteksi kebakaran serta sistem evakuasi.

4.2 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah pengelolaan alat berat yang beroperasi di PT Kaltim Prima Coal. Obyek yang diteliti berdasarkan potensi bahaya kebakaran yang ditimbulkan dari operasional alat berat mulai modifikasi komponen-komponen alat yang disesuaikan dengan kebutuhan operasi serta kesesuaiannya dengan areal kerjanya, sistem pencegahan dan proteksi kebakarannya evaluasi sistem evakuasi kebakaran pada alat berat itu sendiri.

1.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di PT Kaltim Prima Coal, Sengata – Kalimantan Timur, pada Mining Support Departement. Waktu penelitian mulai dari awal Mei sd awal Juni 2010

1.4 Metode Pengumpulan data

Metode pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan cara observasi/pengamatan, wawancara serta diskusi kelompok dengan pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan alat berat. Observasi/pengamatan lapangan terhadap variabel-variabel penelitian dilakukan dengan cara mengamati langsung tiap unit-unit aktivitas pada pengelolaan alat berat dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menentukan variabel-variabel tersebut. Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan pengelolaan alat berat khususnya di areal Mining Support Department. Diskusi kelompok dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan pengamatan. Data sekunder dikumpulkan dengan cara memeriksa dan menelaah data-data kecelakaan yang berkaitan dengan kecelakaan kebakaran saja, prosedur kerja serta program keselamatan yang dijalankan oleh PT Kaltim Prima Coal.

1.5 Teknik Analisis dan Pengolahan Data

Penelitian pengkajian risiko kebakaran dengan metode semi kuantitatif ini dimulai dengan mengidentifikasi semua potensi-potensi risiko terhadap penyalaan api dilakukan dengan menghitung nilai risiko penyalaan api (X) dengan penilaian terhadap derajat risiko yang mungkin disebabkan oleh ketiga elemen penyalaan api seperti yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Klasifikasi Risiko Penyalaan Api Berdasarkan Kemampuan Penanggulangan oleh Fire Sistem Yang Tersedia

Derajat Risiko	Deskripsi/Uraian	Nilai Risiko
Sangat Mudah Ditanggulangi	100% risiko dapat ditanggulangi oleh sistem proteksi yang tersedia	100
Mudah Ditanggulangi	80% risiko dapat ditanggulangi oleh sistem proteksi yang tersedia	80
Sedang	50% risiko dapat ditanggulangi oleh sistem proteksi yang tersedia	50
Sulit Ditanggulangi	25% risiko dapat ditanggulangi oleh sistem proteksi yang tersedia	25
Sangat Sulit Ditanggulangi	risiko tidak dapat ditanggulangi oleh sistem proteksi yang tersedia	0

Nilai risiko penyalaan api (fire risk score) secara keseluruhan dari ketiga elemen penyalaan api didapatkan dengan menjumlahkan ketiga nilai yang didapat dari masing-masing elemen penyalaan api. Penjumlahan tersebut dilakukan didasari oleh masing-masing elemen memiliki sifat saling menguatkan atau saling mendukung untuk terjadinya penyalaan api sesuai dengan teori segitiga api.

Pada tahap selanjutnya adalah menghitung nilai sistem pencegahan dan perlindungan kebakaran (Y) dengan cara membandingkan dengan standard acuan yang berlaku dan dijalankan oleh manajemen PT Kaltim Prima Coal yaitu Standard

Australia AS 5062 yang disesuaikan dengan peraturan manajemen PT. Kaltim Prima Coal (Prima Nirbaya).

Penghitungan nilai satuan pencegahan dan perlindungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Nilai satuan pencegahan dan perlindungan

EVALUASI	DESKRIPSI/URAIAN	NILAI SISTEM PENCEGAHAN DAN PERLINDUNGAN
Sangat Baik	100 % sesuai dengan standard yang diacu	100
Baik	80 % sesuai dengan standard yang diacu	80
Cukup	50 % memenuhi standard yang diacu	50
Kurang	25 % memenuhi standard yang diacu	25
Tidak Ada	Sistem Pencegahan dan perlindungan tidak terpasang sama sekali	0

Perhitungan nilai sistem pencegahan dan perlindungan dilakukan dengan menjumlahkan nilai rata-rata ketiga elemen sistem pencegahan dan perlindungan yang dievaluasi. Masing-masing elemen sistem pencegahan dan perlindungan (sistem pendeteksi, sistem perlindungan, sistem evakuasi) dicari nilai rata-ratanya, kemudian tahap selanjutnya dari nilai rata-rata ketiga elemen tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan nilai sistem pencegahan dan perlindungan (Y) secara menyeluruh.

Semakin baik sistem yang terpasang semakin tinggi pula nilai sistem pencegahan dan perlindungan yang didapatkan.

Nilai risiko faktual yang ada (*Existing Risk Score = E*) didapatkan dengan menjumlahkan nilai risiko penyalaan api (**X**) dan nilai Sistem pencegahan dan perlindungannya (**Y**). Nilai tersebut (**E**) akan berkisar antara 0 sampai dengan 600. Nilai (**E**) sama dengan 0 berarti risiko tidak dapat ditanggulangi oleh sistem pencegahan dan perlindungan yang tersedia dan tidak terpasang sama sekali. Sedangkan nilai E sebesar 600 berarti risiko penyalaan api 100 % dapat ditanggulangi oleh sistem pencegahan dan perlindungan yang tersedia dengan kata lain risiko dapat diabaikan serta sistem terpasang 100 % sudah memenuhi standard yang dipakai.

Peneliti berusaha memberikan penafsiran terhadap nilai risiko faktual (*Existing risk value*) yang ada dengan menuangkannya kedalam tabel justifikasi dibawah ini. Tabel ini dibuat untuk mempermudah serta memudahkan persepsi pemberian penafsiran terhadap nilai risiko faktual yang didapatkan pada hasil penelitian sebelumnya. Pedoman perhitungan dan interpretasi hasil perhitungan yang dilakukan secara semi kuantitatif ini juga dibuat secara generik namun tetap berpedoman pada metoda-metoda perhitungan yang sering dilakukan untuk menghitung tingkat risiko pada analisis risiko pada umumnya.

Tabel 4.3 Justifikasi Nilai Risiko Faktual (*Existing Risk Value*)

EXISTING RISK SCORE	COMMENT	ACTION
481 – 600	Acceptable Risk	Aktifitas dapat diteruskan dengan mempertahankan tingkat risiko yang ada
301 – 480	Substansial Risk	Aktifitas dapat diteruskan dengan memerlukan perbaikan sistem
0 - 300	Not Acceptable Risk	Aktifitas tidak dapat diteruskan sampai risiko dapat diterima

BAB V

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian pengkajian risiko kebakaran pada pengelolaan alat berat ini disajikan sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu :

1. Mengidentifikasi elemen-elemen penyalaaan api yang meliputi jenis-jenis sumber bahan bakar, jenis-jenis sumber panas serta sumber-sumber bahan pengoksidasi atau oksigen.
2. Menentukan nilai probabilitas dan konsekuensi dari elemen-elemen penyalaaan api.
3. Menentukan nilai risiko sistem pencegahan dan perlindungan kebakaran.
4. Menganalisis risiko faktual yang ada (existing risk score).

Seperti yang telah disebutkan diawal penelitian ini, P Kaltim Prima Coal dalam menunjang sasaran produksi yang ditetapkan, perusahaan mengoperasikan serta mengelola berbagai macam alat berat dengan total sekitar 410 unit alat berat, adapun jenis alat-alat berat yang saat ini beroperasi di areal penambangan, adalah sebagai berikut :

- Large Eksavator:
 - Liebherr = 19
 - Hitachi = 17
- Large Haul Trucks
 - Liebherr = 32
 - Euclid EH4500 = 59
 - Komatsu = 32
 - Caterpillar = 135
 - Dozers = 116

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dan terperinci tentang obyek yang diteliti serta keterbatasan pada penelitian ini, tidak semua alat berat yang beroperasi akan dilakukan pengkajian risiko kebakaran. Penulis hanya fokus terhadap jenis alat berat yang paling banyak mengalami insiden (data diambil dari sumber PT. Kaltim Prima Coal). Dari data sekunder yang diolah didapatkan bahwa kejadian kebakaran dalam kurun waktu tahun 2000 – 2007 dialami oleh unit ekskavator Hitachi dan Liebherr. Jenis alat berat tersebut merupakan ekskavator dengan kapasitas paling besar yang beroperasi di PT Kaltim Prima Coal. Kecepatan kejadian berikutnya dialami pada truck HD785 dan 789 yang kemudian disusul oleh dozer D375 dan D10. Kejadian-kejadian berikutnya menunjukkan bahwa potensi kebakaran bisa timbul pada unit dengan type apa saja meskipun secara data memiliki tingkat kekerapan yang berbeda.

dibawah ini akan dijelaskan tentang informasi fasilitas dan elemen-elemen penyalan api pada pengelolaan alat berat yang beroperasi di PT. Kaltim Prima Coal.

1.1 Hasil Identifikasi Elemen-Elemen Penyalaan Api

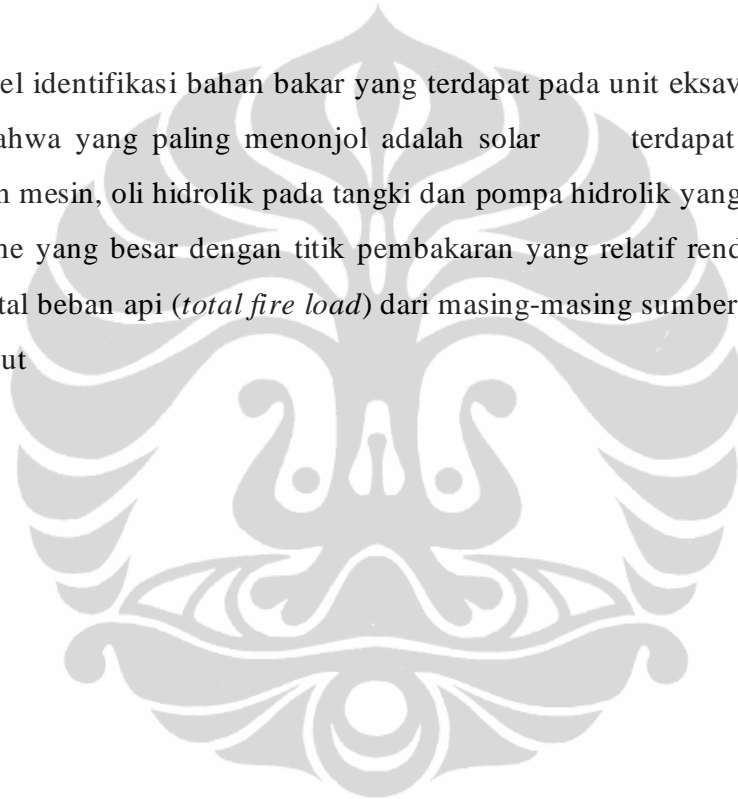
5.1.1. Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuels Sources) pada Unit Eksavator Hitachi EH 4500

Tabel 5.1 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar Eksavator Hitachi EH 4500

Jenis Bahan Bakar	Klasifikasi Api	Kuantitas	Lokasi	Panas Bahan Bakar [MJ/Kg]	Spesifik Grafitasi	Titik Nyala[°C]	Total Beban Api [GJ]
Fuel Tank & System Type : Diesel	B	3785 L	RH Side Center of Frame	45	0.815-0.870	68	148.18
Hydraulic Tank & System Type : Oil SAE-30W (Shell Rimula	B	965 L	LH Side Center of Frame	45	0.891	213	38.69
Steer Tank & System Type : Oil SAE-30W (Shell Rimula D30)	B	291 L	LH Side Center of Frame	45	0.891	213	11.67
Steer Accumulator Type : Oil SAE-30W	B	76 L	Left Rear of Siemens Control	45	0.891	213	3.05
Engine Oil Type : Oil SAE 15W40 (Shell Rimula MV 15W40)	B	265 L	Center front of Engine frame	45	0.886	230	10.57
Spindle Planetaries Gear Oil (Synthetic Oil Mobil SHC-680)	B	223.3 L	Rear wheel	45	0.918	199	9.22
Grease	B	50 kg	Lube System	45	-	200	2.25
Electrical	E	75 kg	Through-out machine	18	-	400	1.35
Rubber Hose	A	80 kg	Through-out machine	18	-	400	1.44
General Combustibles	A	50 kg	Grease and Oil build-up with coal and dirt on surfaces of	30	-	-	1.5
Others	A	20 kg	Others	30	-	-	0.6

Dari tabel diatas terlihat bahwa sumber bahan bakar yang tersedia untuk terjadinya nyala api di unit Eksavator merk Hitachi type EH4500 terdiri dari bahan bakar solar yang digunakan untuk menghidupkan mesin, oli hidrolik untuk menggerakkan sistem hidrolik pada alat, grease pada sistem pelumasan alat, elektrik, selang karet serta bahan yang mudah terbakar lainnya yang berasal dari grease yang bercampur dengan oli dan partikel batubara yang menempel pada areal mesin.

Dari tabel identifikasi bahan bakar yang terdapat pada unit eksavator tersebut dapat dilihat bahwa yang paling menonjol adalah solar terdapat pada tangki bahan bakar dan mesin, oli hidrolik pada tangki dan pompa hidrolik yang mempunyai kapasitas volume yang besar dengan titik pembakaran yang relatif rendah (30 – 45 Mj/Kg) serta total beban api (*total fire load*) dari masing-masing sumber bahan bakar pada unit tersebut



5.1.2. Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuels Sources) pada Unit Dump Truck merk Komatsu type 789

Tabel 5.2 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar HD Komatsu 789

Jenis Bahan Bakar	Klasifikasi Api	Kuantitas	Lokasi	Panas Bahan Bakar [MJ/Kg]	Spesifik Grafitasi	Titik Nyala[°C]
Diesel	2400L	Tank & lines	45	0.85	68	91.8
Hydraulic Oil	165L	Tank & pumps	45	0.89	450	6.6
Grease	70kg	Lube System	45		200	3.2
Engine Oil	135L	Sump	45	0.89	220	5.4
Electrical	75kg	Through-out machine	18		400	1.4
Gear Oil	655L	Gearbox / drive	45	0.91	250	26.8
Rubber Hose	80kg	Through-out machine	18		400	1.4
General Combustibles	50kg	Grease and Oil build-up with coal and dirt on surfaces of machine	30		Varies	1.5

Dari tabel diatas terlihat bahwa bahan bakar yang tersedia untuk terjadinya nyala api di unit HD Truck merk Komatsu type 785 terdiri dari bahan bakar solar yang digunakan untuk menghidupkan mesin, oli hidrolik menggerakkan sistem hidrolik pada alat, grease pada sistem pelumasan alat, elektrik, selang karet serta bahan yang mudah terbakar lainnya yang berasal dari grease yang bercampur dengan oli dan partikel batubara yang menempel pada areal mesin.

Dari tabel identifikasi bahan bakar yang terdapat pada unit ekskavator tersebut dapat dilihat bahwa yang paling menonjol adalah solar terdapat pada tangki bahan bakar dan mesin, oli hidrolik pada tangki dan pompa hidrolik ketiganya yang mempunyai kapasitas volume yang besar dengan titik pembakaran yang relatif rendah

(30 – 45 Mj/Kg), flash point relative rendah dari bahan bakar solar serta total fire load dari masing-masing sumber bahan bakar pada unit tersebut

5.1.3. Hasil Identifikasi Bahan Bakar (Fuels Sources) pada Unit Dozer merk Caterpillar type D10T

Dari tabel dibawah ini terlihat bahwa bahan bakar yang tersedia untuk terjadinya nyala api di unit Dozer merk Caterpillar type D10T terdiri dari bahan bakar solar yang digunakan untuk menghidupkan mesin, oli hidrolik untuk menggerakkan sistem hidrolik pada alat, grease pada sistem pelumasan alat, elektrik, selang karet serta bahan yang mudah terbakar lainnya yang berasal dari grease yang bercampur dengan oli dan partikel batubara menempel pada areal mesin.

Dari tabel identifikasi bahan bakar yang terdapat pada unit ekskavator tersebut dapat dilihat bahwa yang paling menonjol adalah solar terdapat pada tangki bahan bakar dan mesin, oli hidrolik pada tangki dan pompa hidrolik yang mempunyai kapasitas volume yang besar dengan titik pembakaran yang relatif rendah (30 – 45 Mj/Kg) serta total beban api (*total fire load*) dari masing-masing sumber bahan bakar pada unit tersebut .

Tabel 5.3 Hasil Identifikasi Sumber Bahan Bakar Dozer merk Caterpillar type D10T

Jenis Bahan Bakar	Klasifikasi Api	Kuantitas	Lokasi	Panas Bahan Bakar [MJ/Kg]	Spesifik Grafitasi	Titik Nyala[°C]
Diesel	1204 L	Rear Cabin	45	0.815-0.870	68	47,13
Hydraulic Oil SAE30W (Shell Rimula D30W)	144 L	RH Side Cabin - Tank and Pumps	45	0.891	204	5,67
Transmission Oil (SAE 30) (Shell Rimula D30)	193 L	Lower Cabin	45	0.891	213	7,73
Engine Oil (SAE 15W40) (Shell Rimula MV 15W40)	68 L	Front Cabin	45	0.886	230	2,71
Gear Oil (SAE 140) (Shell Spirax A140)	65 L	Lower Cabin	45	0.918	199	2,7
Grease	50 Kg	Lube System	45		200	2,4
Electrical	75 Kg	Through-out machine	18		400	1,4
Rubber Hose	80 kg	Through-out machine	18		400	1,5
General Combustibles	50 kg	Grease and Oil build-up with coal and dirt on surfaces of machine	30			1,5
Others	20 kg	Others	30			0,5

5.2. Hasil Identifikasi Elemen-elemen Penyalaan Api

5.2.1 Hasil Identifikasi Sumber Panas Pada Unit Eksavator Hitachi EH 4500

§ Energi panas

Tabel 5.4 Identifikasi Sumber energi panas berdasarkan keberadaan komponen

Sumber Panas	Lokasi	Temperatur Kerja [$^{\circ}\text{C}$] (at 2500 HP)	Temperatur Maksimal [$^{\circ}\text{C}$]
Turbo Charger	RH Side Engine – Engine Compartment – Top of Engine	340 – 402	597
Exhaust Manifold	RH Side Engine – Muffler and exhaust piping top of engine	237 - 283	597
Exhaust shield Cover	Upper engine	140 - 162	-
Brakes	Lower Cabin – Drive Axle	65 - 90	135
Electrical	Through-out machine (Upper Deck Siemens Cab)	55 – 70	110
Grid Resistor	RH Grid Blower	347 - 410	-
Others	Cigarette but, or others external source	186 - 224	-



Gambar 5.1 Letak Energi Panas pada bagian mesin Eksavator Hitachi EH 4500

§ Energi Elektrikal

Tabel 5.5 Identifikasi sumber energi Elektrikal pada Eksavator Hitachi EH4500

Sumber Panas	Lokasi	Tegangan	Daya
Battery	Top side of engine	24 VDC	200 AH and 1400 CCA
Main Alternator (High Voltage)	Backside of Engine and Center of Truck	1872 VAC	1200 Ampere
Wheel Motor	RH and LH side of Axle Box	1800 VAC	750 Ampere
Motor Starter	RH and LH Side of Engine	24 VDC	300 Ampere / each
24 V Alternator	RH side of Engine	28 VDC	260 A
Wiring Lamp	All Body	24 Volt	5 – 15 Ampere
Controller	Behind of Operator's Cabin	5 Volt	< 1 Ampere

§ Energi mekanikal

Identifikasi sumber tekanan bahan bakar yang tersimpan yang mungkin menjadi potensi bahaya api yang berbahaya dapat terjadi ketika gesekan energi mekanik seperti pengelasan, pemotongan, panas, mpak, dan grinding diantaranya terdapat pada :

- Ban Rantai/ Karet (*Wheel / Tyre*)
- Hydraulic Accumulator (1200 psi)
- Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*)
- Tangki Hidrolik (*Hydraulic Tank*)

§ Energi kimia

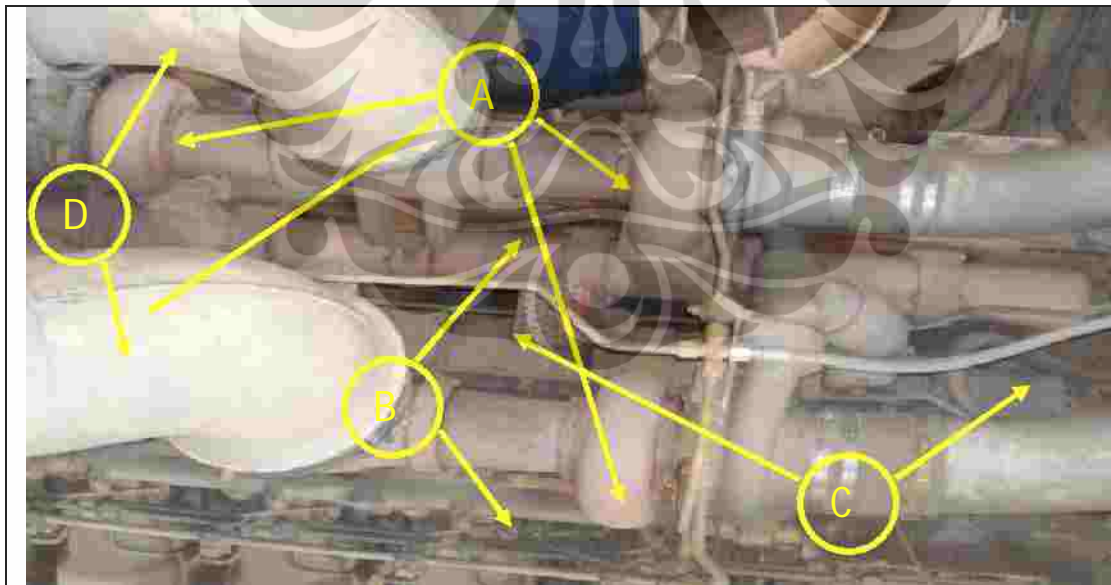
Identifikasi sumber kimia yang dapat menghasilkan/ menyebabkan reaksi pembakaran sendiri (self heating - self ignition). Pada komponen batrey terdapat kondisi battery Acid, dimana battery akan mengalami combustion, disebabkan oleh percikan api, akibat koneksi yang loose di terminal battery. Battery juga akan mengalami ledakan karena proses crank yang berulang-ulang dalam waktu yang singkat, yang menyebabkan batere menjadi panas dan akhirnya meledak.

5.2.2 Hasil Identifikasi Sumber Panas Pada HD Truck Merk Komatsu type 789

§ Energi Panas

Tabel 5.6 Identifikasi Heat Energi sources berdasarkan keberadaan komponen HD Truck Merk Komatsu type 789

Ignition Sources	Location
Turbo Charger	RR, RL, RF, LF on the top of engine
Exhaust Manifold	RH Side Engine – Muffler and exhaust piping top of engine
Electrical /A&B Connector	Beside Cabin
Magnetic Relay	Cabin Area
Alternator	Engine Compartment ,R/H Front engine





Gambar 5.2 Lokasi energi panas pada areal mesin
(4 ea Turbochargers dan Exhaust Manifolds)

§ Energi panas

Tabel 5.7 Identifikasi sumber energi panas berdasarkan keberadaan lokasi komponen HD Truck Merk Komatsu type 789

Sumber Panas	Lokasi seperti tertera diatas	Temperatur Kerja [°C]	Temperatur maksimum [°C]
Turbo	A X 4	315 °C	600 °C
Exhaust pipe Turbo	B X 4	166 °C	290 °C
Exhaust Manifold	C X 2	315 °	600 °C
Exhaust pipe cover/shield	D X 2	78 °C	119 °C
Exhaust Frame	E	47 °C	78 °C
Exhaust Pipe & Muffler	F	72 °C	164 °C

§ Energi elektrik

Tabel 5.8 Identifikasi sumber energi elektrik berdasarkan keberadaan lokasi komponen HD Truck Merk Komatsu type 789

Sumber Panas	Lokasi	Tegangan	Daya
Battery	RH Side Cabin (4 meter side cabin)	24 Volt	100 AH
Alternator	Front RH side of engine.	26–29 Volt	100 Ampere
Wiring Lamp	All Body	24 Volt	25 Ampere
Wiring Lamp	All Body	24 Volt	10 Ampere
Controller	LH Side Engine – under side of cabin, behind operator seat.	24Volt	> 30 Ampere

§ Energi Mekanik

Identifikasi sumber tekanan bahan bakar yang tersimpan yang mungkin menjadi potensi bahaya api yang berbahaya dapat terjadi ketika gesekan energi mekanik seperti pada pekerjaan pengelasan, pemotongan, panas, dampak, dan grinding diantaranya terdapat pada :

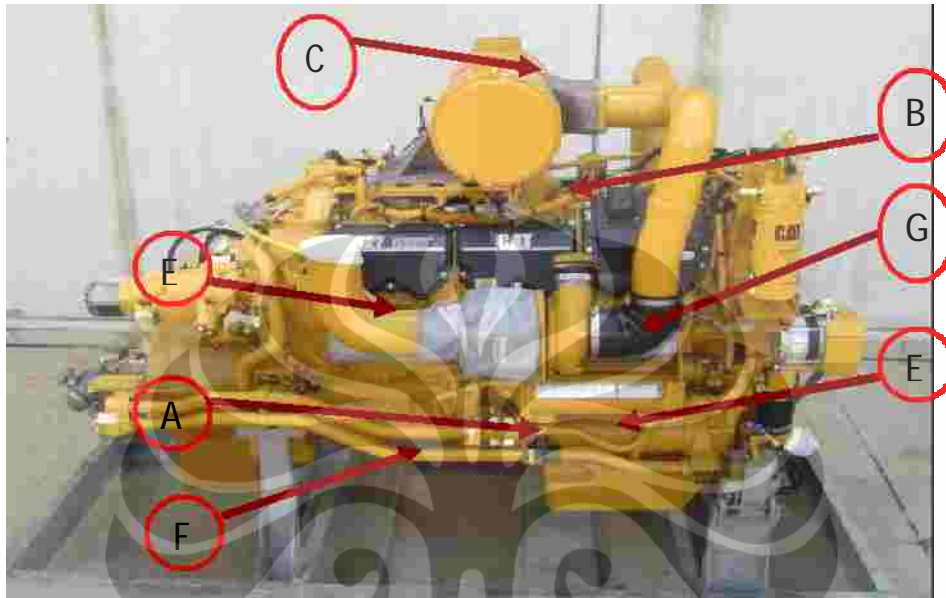
- Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*) (3750 liter)
- Tangki Hidrolik (*Hydraulic Tank*) (400 liter)
- Tangki Steering Hidrolik (*Steering Tank hidrolik*) (100 liter)

§ Energi kimia

Identifikasi sumber kimia yang dapat menghasilkan/ menyebabkan reaksi pembakaran sendiri (self heating - self ignition). Pada komponen batrey terdapat kondisi Asam batre (*battery Acid*), dimana battery akan mengalami pembakaran (*combustion*), disebabkan oleh percikan api, akibat koneksi yang loose di terminal battery. Battery juga akan mengalami ledakan karena proses engkol (*crank*) yang berulang-ulang dalam waktu yang singkat, yang menyebabkan batere menjadi panas dan akhirnya meledak.

5.2.3 Hasil Identifikasi Sumber Panas Pada Dozer merk Caterpillar type D10T

§ Energi panas pada ruangan mesin



Gambar 5.3 Potensi Energi panas pada bagian mesin Dozer D10T



Gambar 5.4 Turbo charger pada bagian mesin Dozer D10T



Gambar 5.5 posisi Corong Muffler Dozer D10T

Tabel 5.9 Identifikasi sumber energi panas berdasarkan keberadaan lokasi komponen Dozer D10T

Sumber Panas	Lokasi	Temperatur Kerja [$^{\circ}\text{C}$] (at 2500 HP)	Temperatur Maksimal [$^{\circ}\text{C}$]
Turbo Cover	A		
Air Cleaner	B		
Muffler Corong In	C		
Muffler Corong Out	D		
Exhaust Muffler Cover	E		
Turbo	F	$^{\circ}\text{C}$	450 – 650 $^{\circ}\text{C}$
Exhaust Manifold	G	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
Muffler Cover	H		
Turbo Intake	I		

§ Energi elektrik

Tabel 5.10 Identifikasi sumber energi elektrik berdasarkan keberadaan lokasi komponen Dozer D10T

Sumber Panas	Lokasi	Tegangan	Daya
Battery	LH Side Cabin	24 Volt	1400 CCA/233 A
Motor Starter	RH Side Engine	24 Volt	5,5 Kw
Alternator	Engine bagian depan, di posisi atas sebelah kiri	24 Volt	95 Ampere
Wiring Lamp	All Body	24 Volt	10 Ampere
Controller	LH Side Engine – Bagian bawah, Belakang seat operator	5 Volt	< 1 Ampere

§ Mechanical Energy

Identifikasi sumber tekanan bahan bakar yang tersimpan yang mungkin menjadi potensi bahaya api yang berbahaya dapat terjadi ketika gesekan energi mekanik seperti pengelasan, pemotongan, panas, dampak, dan grinding diantaranya terdapat pada :

- Tangki Bahan Bakar (*Fuel Tank*) (35 Kpa/5Psi)
- Tangki Hidrolik (*Hydraulic Tank*) (25 Kpa)

§ Chemical Reaction

Identifikasi sumber kimia yang dapat menghasilkan/ menyebabkan reaksi pembakaran sendiri (*self heating-self ignition*). Pada komponen batrey terdapat kondisi keasaman batree (*battery Acid*), dimana battery akan mengalami combustion, disebabkan oleh percikan api, akibat koneksi yang loose di terminal battery. Battery juga akan mengalami ledakan karena proses crank yang berulang-ulang dalam waktu yang singkat, yang menyebabkan batere menjadi panas dan akhirnya meledak.

Dari hasil identifikasi faktor – faktor penyalaan api yang bersumber dari ignition ketiga unit alat berat diatas terlihat bahwa potensi sumber panas berasal dari energi panas, energi elektrik, energi mekanikal serta reaksi kimia komponen baterai yang hampir terdeteksi secara keseluruhan. Energi panas yang paling menonjol adalah energi panas yang dihasilkan dari turbo dan exhaust manifold yang mempunyai suhu operasi $\pm 315^{\circ}\text{C}$ dan maksimum temperatur $\pm 600^{\circ}\text{C}$.

5.3. Hasil identifikasi Sumber Oksigen

Sebagaimana yang tertera pada definisi operasional bahwa oksigen merupakan kandungan atau bahan yang dapat menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi – reduksi pada proses pembakaran. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran kandungan oksigen dari bahan pengoksidasi lain yang mungkin digunakan sehingga sumber oksigen dalam penelitian ini berasal dari udara bebas.

Identifikasi sumber oksigen pada alat berat yang beroperasi adalah berasal dari udara dari luar engine compartment yang mengalir masuk ke dalam ruang engine melalui kisi-kisi ruang engine atau bagian yang terbuka yang menghubungkan ruang engine dengan area diluar engine. Udara yang mengalir ini hanya disebabkan oleh adanya aliran udara yang mendorong udara masuk sehingga jika terjadi kebakaran, kemungkinan ruang engine ikut terbakar sebagai effect, sangat besar. Faktor lain yang menyebabkan kebakaran terjadi di ruang engine adalah banyaknya hot surface dan combustible material (fuel dan oli) yang ada di ruang engine. Besarnya angka persentasi fire yang terjadi di areal engine, selain disebabkan potensi initial fire incident yang tinggi, juga akibat potensi penyebaran yang diakibatkan arah aliran udara yang menuju ruang engine.

5.4 Hasil Observasi Sistem Manajemen Kebakaran

Sistem manajemen kebakaran alat berat yang diobservasi pada Mining Support Departement PT. Kaltim Prima Coal, dibagi menjadi tiga tahapan yaitu :

1. Modifikasi design alat berat
2. Sistem deteksi dini kebakaran

3. Sistem pemadaman kebakaran
4. Sistem evakuasi kebakaran

Modifikasi design peralatan yang dilakukan manajemen PT. Kaltim Prima Coal khususnya Mining Support Departement merupakan suatu system perlindungan kebakaran yang dirancang dan disiapkan pada alat-alat berat yang beroperasi. Modifikasi design peralatan didasari dari hasil penilaian faktor penyalaan api berdasarkan lokasi bahaya kebakaran yang potensial pada alat berat ditinjau dari elemen-elemen sumber bahan bakar, elemen-elemen sumber panas, elemen-elemen bahan pengoksidasi. Modifikasi design peralatan haruslah tidak merusak pengoperasian system control yang sudah ada pada peralatan. Kalaupun diperlukan modifikasi terhadap system peralatan yang sudah ada maka sebaiknya:

- a. Mensyaratkan adanya penilaian risiko dengan berkonsultasi pada pabrik pembuat peralatan.
- b. Harus tidak membahayakan fungsi pengamanan apapun yang ada pada peralatan.
- c. Tidak menimbulkan bahaya kebakaran.

Sistem deteksi dini kebakaran bekerja dimulai dari terjadinya kebakaran yang ditandai dengan adanya kenaikan temperatur, timbulnya asap atau gas tertentu sampai dengan nyala api, yang secara dini dapat terdeteksi sehingga dapat mencegah terjadinya korban manusia, kerusakan pada alat serta tidak mengganggu proses produksi. Sistem deteksi dini kebakaran dapat bekerja secara otomatis maupun manual. Makin awal kebakaran pada alat berat terdeteksi makin banyak waktu untuk mematikan mesin, menyalakan sistem proteksi kebakaran, melakukan evakuasi operator keluar dari alat berat. Sarana atau alat pendeteksi dini kebakaran alat berat terdiri dari detektor kebakaran (fire detector), alarm kebakaran (fire alarm), alat pengaktif alarm, panel kebakaran, panel engine cut off. Sistem alarm kebakaran (fire alarm fighting sistem) harus memiliki fungsi baik yang berfungsi secara manual dan otomatis yang dapat secara cepat mendeteksi meluasnya kebakaran serta dapat memulai sinyal alarm sehingga fungsi pengamanan dapat terlaksana. Secara manual paling tidak memiliki fungsi-fungsi yang dapat mendeteksi kebakaran secara cepat,

dapat memulai sinyal alarm, dapat memberikan sinyal yang menunjukkan adanya pelepasan bahan serta dapat memulai fungsi pengamanan. Secara otomatis paling tidak memiliki fungsi-fungsi dapat mendeteksi kebakaran secara cepat, dapat memulai sinyal alarm, dapat secara otomatis mengaktifkan pelepasan bahan bakar, dapat memberikan sinyal yang menunjukkan adanya pelepasan bahan serta dapat memulai fungsi pengamanan. Alat pendeteksi kebakaran ini secara otomatis terdiri dari detektor panas (heat detector) yang ditempatkan pada ruang engine melalui sistem pemipaan yang melintang diatas mesin serta torbu charger. Sistem pemipaan deteksi dini kebakaran ini dihubungkan melalui sensor s yang kemudian diteruskan ke panel kontrol yang berada di kabin alat berat.

Sistem pemadaman kebakaran (fire fighting sistem) manual paling tidak harus mempunyai fungsi-fungsi dapat menaktifkan pelepasan bahan pemadam secara manual serta memberikan sinyal atau indikasi lain yang menunjukkan adanya pelepasan bahan. Sistem pemadam kebakaran pada alat berat dilakukan dengan pemasangan (instalasi) alat pemercik otomatis (automatic fire suppression), yaitu sistem penyemburan berupa busa secara otomatis melalui pipa-pipa yang berisi campuran air dan bahan


Sistem evakuasi adalah sarana yang dipersiapkan untuk dipergunakan oleh operator maupun petugas pemadam kebakaran dalam upaya penyelamatan jiwa maupun peralatan bila terjadi kebakaran pada alat berat yang beroperasi. Sarana evakuasi ini meliputi tangga darurat kebakaran, pintu kebakaran, petunjuk arah jalan keluar dari kabin sampai meninggalkan unit, komunikasi darurat serta organisasi kerja dan peran kebakaran.

Secara ringkas hasil observasi dan pengamatan langsung serta pengukuran pada masing-masing jenis alat berat yang diobservasi, disajikan pada tabel dibawah ini. :

Tabel 5.11 Identifikasi Modifikasi design alat Dozer merk Komatsu type D10T

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
FUEL SYSTEM				
Keadaan Hose, selang, dan alat kelengkapan terpasang dengan benar sesuai dengan pengaplikasiannya	?			Semua hose, pipes dan fitting, masih menggunakan OEM standard. Termasuk pada saat repair. Disimpulkan pipes, hoses dan fittings correctly rate untuk aplikasinya. Semua penggantian sebelum overhaul, masih menggunakan genuine Caterpillar.
Hose saling bersinggungan dengan hose lainnya		?		
Pelindung hose berupa spiral untuk melindungi pergesekan		?		Spiral Wrap tidak terpasang pada fuel line di ruang engine baik jalur masuk ataupun jalur return akan tetapi telah dipasangi clamp sehingga tidak bergesekan dengan object lain
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan	?			
Hose terpasang clamping	?			Iya, karena dengan dilengkapi dengan clamping maka hose akan terposisikan dengan tepat sehingga tidak bergesekan satu sama lain.
Rute hose jauh dari sumber panas	?			
Penggunaan hose anti api dan terpasang sesuai lokasinya		?		Hose fuel yang digunakan di ruang engine tidak fire resistant. Tetapi posisi fuel line terpisah, fuel hose untuk D10T terletak di sebelah kiri engine block sedangkan turbo terletak di bagian kiri dan kanan engine.
Perlengkapan manual emergency shutdown pada unit yang dapat mematikan mesin secara otomatis		?		Unit di lengkapi dengan emergency shutdown. Emergency shutdown berfungsi untuk mematikan engine. Fuel terhenti karena engine mati sehingga pump fuel tidak bekerja. Akan tetapi tidak ada mekanisme khusus untuk menjamin supply fuel terhenti, jika fuel bocor di antara tank dan pump. Panjang hose fuel antara Tank ke pump, ± 3 Meter. Jarak antara fuel tank ke pump ± 3 Meter.
Check valve terinstal pada bagian bawah tangki bahan	?			Dioperasikan secara manual

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
bakar untuk mematikan aliran bahan bakar pada saat mengalami kerusakan				
 <p>Manual stop check valve</p> <p>Primary Fuel Filter. (Lokasinya berada pada bagian samping kiri kabin bagian belakang)</p>				
KESIMPULAN:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuel system pada dozer type ini memiliki potensi risiko yang relative kecil untuk menjadi penyebab awal terjadinya fire karena terpisahnya fuel dengan turbocharger (heat source), tetapi berpotensi menjadi media peyebaran api karena hose yang panjang dari tank ke fuel pump pada engine, sedangkan fuel hose tidak fire resistant. 2. Fuel line system dari Fuel Tank mempunyai pressure yang cukup rendah sehingga apabila terjadi kebocoran, dimungkinkan fuel hanya akan menetes kebawah dan bukan menyemprot sampai mengenai area turbocharger. 3. Pada D10T terpasang juga check valve yang dioperasikan secara manual oleh operator, letaknya berada di bawah primary fuel filter di sebelah kiri kabin bagian belakang. Fungsinya adalah untuk menghentikan aliran fuel dari fuel tank ke system/engine apabila terjadi kebakaran. Tetapi apabila potensi terjadinya kebakaran pada sisi bagian samping kabin/engine maka operator tidak dapat menutup check valve ini. Harus dipikirkan metode yang baik untuk menutup/menghentikan aliran fuel apabila terjadi kebakaran di unit secara otomatis. 				
SISTEM HIDROLIK & PELUMASAN				
Penggunaan pipa hidrolik dan pelumas sesuai dengan				Hose, pipes dan fitting masih menggunakan OEM standard, termasuk

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
pengaplikasiannya				<p>pada saat repair. Disimpulkan pipes, hoses dan fittings correctly rate untuk aplikasinya.</p> <p>Semua penggantian hose selain menggunakan genuine Caterpillar juga dimungkinkan untuk menggunakan non genuine yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.</p> <p>Pressure Hydraulic system mencapai 20300 Kpa (2950 psi), untuk blade lift and ripper pressurenya sekitar 18790 ± 520 kPa (2725 ± 75 psi).</p>
Jalur hose saling bersinggungan dan bergesekan				Lihat gambar dibawah
				
Pelindung hose berupa spiral untuk melindungi pergesekan				Semua hose tidak menggunakan Spiral wrap.
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				
Hose terpasang clamping				
Rute hose jauh dari sumber panas				Exhaust manifold pada D10T sudah terisolasi/tercover dengan baik sehingga panas dari exhaust manifold dapat

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
				<p>diminimalkan.</p> <p>Posisi Hose Hydraulic Lift Cylinder, yang berada di ruang engine ± 14 cm ke hot surface (exhaust manifold) sedangkan jarak Hose Hydraulic Lift Cylinder ke Turbo yaitu sekitar ± 8 cm.. Pressure hydraulic lift cylinder 18790 ± 520 Kpa (2725 ± 75 Psi).</p> <p>Fuel Pump inlet Max Pressure – 641 Kpa/93 Psi dan - 538 Kpa/78 Psi untuk normal condition.</p>

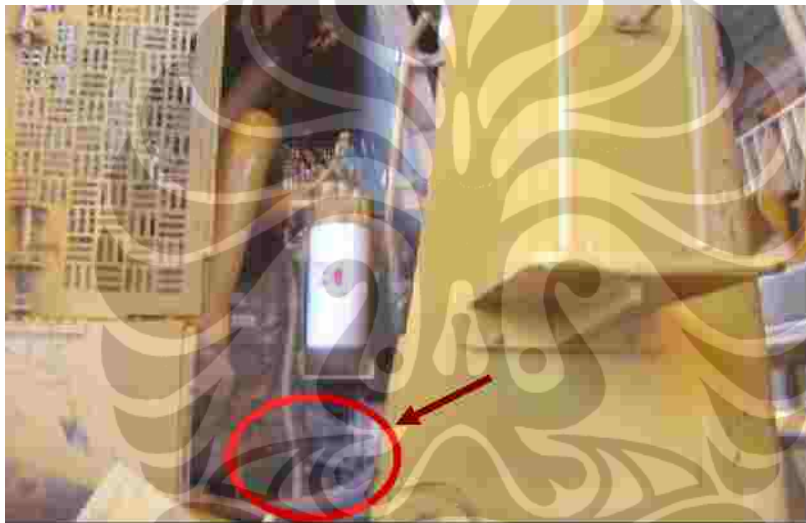
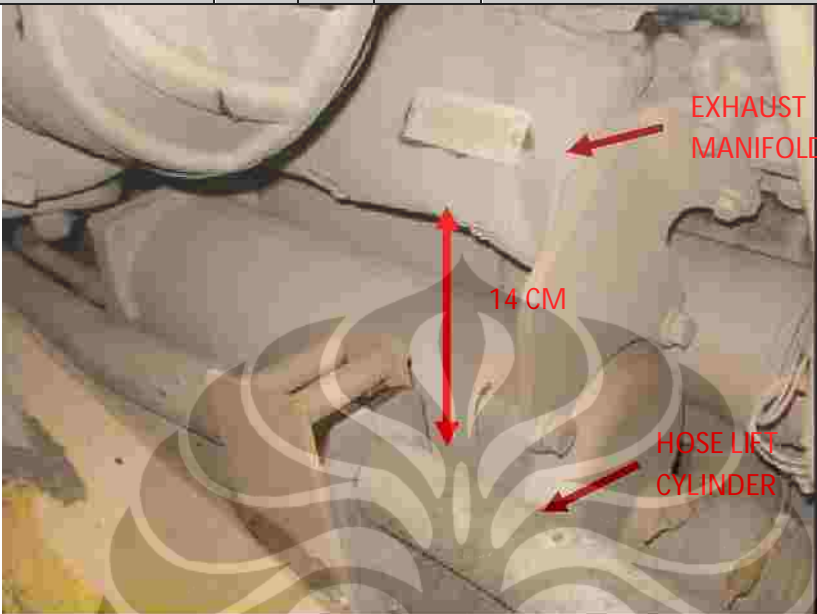





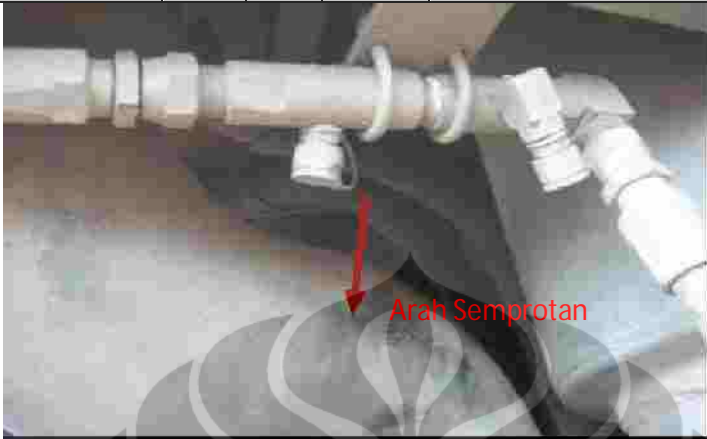
Foto Engine area D10T tampak samping kiri


Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
 <p>Gambar hose lift cylinder dan exhaust manifold (Seperti terlihat pada gambar diatas, bahwa pada D10T, exhaust manifold telah tercover atau diidolasi dengan pembungkus sehingga panas atau radiasi panas dari exhaust manifold tidak bersinggungan langsung dengan component yang lain)</p>				
 <p>Gambar hose cylinder ripper. (Dengan banyaknya hose, memungkinkan terjadinya gesekan hose sehingga dapat menimbulkan percikan api)</p>				
Penggunaan hose anti api dan terpasang sesuai lokasinya		?		Hose tidak menggunakan special hose yang fire resistant. Termasuk untuk hose fuel dan hydraulic yang berada di engine room.



Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
Perengkapan manual emergency shutdown pada unit yang dapat mematikan mesin secara otomatis	?			Emergency manual shutdown ada, tetapi tidak ada mekanisme untuk mematikan supply hydraulic dari ruang tanki ke pump hydraulic. Hydraulic mati karena pump hydraulic mati jika engine mati. Jarak antara Hydraulic tank dengan Pump hydraulic sekitar 1 meter
Check valve terinstal pada bagian bawah tangki bahan bakar untuk mematikan aliran bahan bakar pada saat mengalami kerusakan		?		Tidak ada check valve tetapi jalur hydraulic pada daerah ini menggunakan tube / piping (bukan rubber hose)
Mekanisme penurun tekanan yang tersedia pada sistem hidrolik, sistem kemudi, akumulator dan sumber-sumber tekanan lain yang dapat menimbulkan sumber bahan bakar	?			
KESIMPULAN:				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Beberapa hydraulic hose yang berdekatan dengan hot surface pada ruang engine originally telah dilengkapi dengan clamp yang memadai. 2. Hose grease bergesekan dengan battery cable akan tetapi cable dilengkapi dengan protection yang cukup tebal sedangkan hose grease tidak, sehingga berpotensi pada kerusakan pada hose karena gesekan. 3. Supply line dari tank ke pump menggunakan steel tube dan return line dari system ke tank menggunakan hose sehingga kemungkinan kebocoran cenderung terjadi karena kerusakan hose. <p>Potensi munculnya ignition pada area hydraulic / transmisi relative kecil karena pada area tsb tidak terdapat electrical lines yg ber-arus tinggi serta temperaturnya masih di bawah flash point, sehingga risiko terpicunya kebakaran pada area ini lebih dimungkinkan bila terjadi akumulasi combustible materials baik karena kebocoran oil/fuel/grease maupun coal dust ditambah dengan pemantik (ignition) dari sumber lain.</p>				
MESIN				
Pelindung turbocharger	?			Turbocharger sudah di cover full..


Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
 <p><i>Photo shield turbocharger</i></p>				
Penggunaan pelapis pereduksi panas untuk turbo dan engine manifold	?			Pada Turbocharger sudah terpasang/terbungkus pelindung panas/isolasi, sehingga radiasi panas dari turbocharger menjadi rendah sehingga tidak membahayakan component yang lain.
Terdapat bagian atas yang terbuka dari pelindung turbo untuk sistem pemadam kebakaran dapat menyemprotkan bahan pemadam api	?			
Pelindung manifold	?			
Penggunaan proteksi panas pada <i>engine exhaust system</i>				
Gard perlindungan untuk menghalangi semprotan oli hidrolik bertekanan tinggi				<p>Terpasang guard yang akan menghalangi semburan langsung ke Turbo atau exhaust manifold.</p> <p>Karena masih terdapat celah dan guard tidak terpasang secara full covered, maka ketika terjadi kebocoran pada hose hydraulic di ruang engine, masih terdapat $\pm 20 - 25$ % oil hydraulic yang akan bersentuhan dengan hot surface.</p>

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
 <p>Sensor panas untuk full spray protection (Dipasang atau terletak di bagian atas tengah engine)</p>				
 <p><i>full spray protection</i></p>				

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
 <p style="text-align: center;"><i>full spray protection</i></p>				
<p>KESIMPULAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> Potensi terjadinya kebakaran pada turbo bisa muncul bila terjadi kebocoran pada turbo lube lines, baik karena kerusakan gasket maupun tube nya. (potensi lain pada turbo dipandang kecil karena turbo dilengkapi cover/shield) Temperatur pada area turbo dan muffler rendah \pm XX C, hal ini dikarenakan pada turbo sudah terlindung oleh cover/shield sehingga radiasi panas sudah diserap oleh cover itu sendiri. Potensi fire lain adalah bila terjadi engine overheating. 43,75% kebakaran (data dari record fire incident Dozer 2000 – Juni 2007) terjadi pada engine area. Fakta ini berkaitan dengan air supplies/pergerakan angin yang menuju ke ruang engine (lihat halaman 10 – The air supplies). Sehingga jika terjadi kebakaran, kemungkinan ruang engine ikut terbakar sebagai effect, sangat besar. Faktor lain yang menyebabkan 43,75 % kebakaran terjadi di ruang engine adalah banyaknya hot surface dan combustible material (fuel dan oli) yang ada di ruang engine. Besarnya angka persentasi fire yang terjadi di areal engine, selain disebabkan potensi initial fire incident yang tinggi, juga akibat potensi penyebaran yang diakibatkan arah aliran udara yang menuju ruang engine. Potensi fire akibat bocornya oli hydraulic di ruang en sehingga menyebabkan oli menyembrot ke turbo menjadi kecil karena : <ul style="list-style-type: none"> Hose ter-clamp dengan baik Turbo yang bertemperatur 450-650 °C, akan terhalang cover/shield dari turbo yang ha ya bertemperatur XX°C – XX °C, sehingga jika terjadi kebocoran, oli hanya bersentuhan dengan permukaan cover/ shield yang jauh lebih rendah temperaturnya Penentuan/posisi dari spray protection seharusnya diperhitungkan juga. Hal ini dikarenakan posisi dari titik-titik penyemprotan jauh dari sumber/titik yang kemungkinan besar terjadi kebakaran seperti di turbo dan motor stater. Apabila terjadi kebakaran, di daerah turbo/motor stater yang terletak dibagian bawah, maka panas yang terletak diatas bagian tengah engine terlambat untuk bereaksi sehingga dimung kan motor stater beserta hose/cable elektrik habis terbakar terlebih dahulu sebelum disemprot air. <p>Selain potensi fire akibat bocornya turbo oil line, potensi fire bisa juga diakibatkan menumpuknya</p>				

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
combustible material (coal dust, ceceran oli, majun, ceceran fuel, grease, kertas) di sekitar hot surface (muffler, turbo). Potensi fire akibat menumpuknya combustible material juga tinggi.				
ELECTRICAL SYSTEM				
penggunaan electrical circuits, sistem kabel & koneksinya sesuai dengan aplikasinya				<p>Semua electrical circuit, wiring & connection masih menggunakan OEM standard, termasuk pada saat repair. Sehingga disimpulkan electrical circuits, wiring & connections correctly untuk aplikasinya.</p> <p>Penggantian menggunakan system part number, mekanik melalui supervisor mengorder ke bagian part.</p>
				
<i>Electrical Installation (Motor Stater)</i>				
<i>Seperti tampak pada gambar diatas, bahwa pada motor stater tidak dilengkapi dengan cap/pelindung, sehingga apabila terjadi percikan api dapat menyebar terutama di bagian port (+)</i>				
Design instalasi elektrikal mencegah terjadinya kelebihan panas.				Ya, Pada D10T telah menggunakan Deutsch Connector yang terpasang lock sehingga tidak terlepas. Dan bahan dari plastic yang cukup keras.
Proteksi elektrikal untuk mencegah kerusakan mekanik				Ya. Karena hampir semua cable telah dilengkapi dengan double isolation.

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
dan air				
 <p><i>Potential Exposed Wiring</i></p>				
Sambungan kabel terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				Installation cable menggunakan clamp yang cukup dan secure. Tidak ada specific bushed dan sealed yang di gunakan.
 <p><i>Clamping Cable</i></p>				

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
 <p><i>Bushed and Sealed Cable</i></p>				
Hose/kabel terpasang clamp	?			Iya. Untuk menposisikan cable dengan tepat sehingga tidak bergeser.
Rute hose jauh dari sumber panas	?			Iya. Karena sudah dilengkapi dengan double isolasi yang dilewatkan menjauhi area panas.
Penggunaan kabel anti api dan terpasang sesuai lokasinya	?			Ya
Penggunaan sirkuit breaker untuk perlindungan kelebihan daya pada sirkuit elektrik	?			Iya. D10T sudah dilengkapi dengan circuit breakers
Penggunaan pelindung battree untuk mencegah hubungan pendek	?			Ya.
Pemisahan dan penempatan kabel-kabel elektrik dari hose fuel dan hidrolik	?			Ya.
Waktu Inspeksi pengaplikasian jalur elektrik yang aman	?			Ya, Inspeksi dilakukan pada saat service.
<p>KESIMPULAN :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada D10T sebagian besar electrical cable sudah sesuai dengan standard, dan dipasang clamp dan connector yang digunakan terdapat lock sehingga tidak akan terlepas/terputus. 2. 3 dari 16 kebakaran unit terjadi karena short circuit (cabin, starting motor, dan harness), dan berdasarkan record yang ada, risiko short circuit cenderung terjadi karena penyimpangan perbaikan, clamp/tube tidak terpasang, conection/cable baru yang tidak standard, bergesekan dengan benda lain tanpa pelindung/wrap/grommet, sambungan kendor, atau fuse/breaker 				

Deskripsi	Hasil		Tidak tahu	Keterangan
	Ya	tdk		
pengganti yang rate nya terlalu besar				
LAINNYA				
Aplikasi pemisahan sumber bahan bakar dan bagian-bagian hidrolik sistem	?			Kompartemen engine dan hydraulic jaraknya jauh dan terpisah. Hose hydraulic ada yang malalui ruang engine dalam kondisi ter-clamp dengan baik. Ketika terjadi kebocoran, spray dari oil leaking akan terhalang guard yang menutupi turbo dan engine, sehingga spray langsung ke permukaan panas turbo/engine tidak terjadi.
Pemasangan Sistem deteksi dini untuk memantau temperatur mesin dan hidrolik sistem	?			D10T dengan sensor yang langsung terhubung dengan layar monitor dikabin untuk memberitahukan kepada operator tentang kondisi operasional engine, seperti : engine coolant temperature, rpm, dan hydraulic oil temperature.
Jalur evakuasi pada alat		?		Tidak ada special emergency exit. Operator hanya bisa keluar dari unit dari sisi kanan dan sisi kiri unit, melalui track
Bagian-bagian mesin yang dapat mengakibatkan penumpukan material batubara yang dapat menyebabkan kebakaran	?			
Design yang diterapkan untuk memungkinkan sistem pemadaman bekerja ke bagian-bagian yang sulit dijangkau				Ada kisi ruang engine, yang memungkinkan sebagai access bagi foam/water dari external disemprotkan saat terjadi kebakaran pada ruang engine
KESIMPULAN:				
1. Penumpukan combustibles material berpotensi terjadi pada buttom guard engine, transmission, dan pada celah antara cylinder head.				

Tabel 5.12 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada Dozer merk Komatsu type D10T

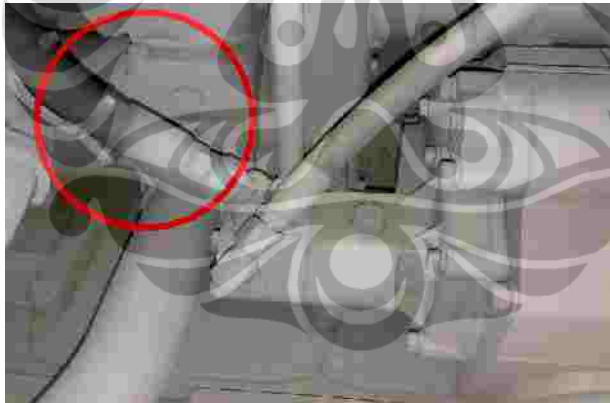
Sistem Proteksi	Jenis	Jumlah	Deskripsi
Detektor kebakaran (fire detector) dan alarm kebakaran			
Heat detector	Sistem perambatan panas	1buah	Berupa system yang terdiri dari sensor, pipa yg ditempatkan pada daerah mesin
fire detector		2 buah	Sensor yang bekerja dengan cara menangkap perambatan panas yang melebihi suhu kerja mesin
Flame detector	n/a		
Gass detector	n/a		
Alarm kebakaran	Sound dan visual mode	1 buah	Sound level 98 Dba, alarm kebakaran audio yang memberikan isyarat berupa bunyi khusus
Panel Kebakaran	System monitor	I buah	Terdapat pada ruang kemudi operator berupa layar monitor kontrol tergabung dengan fungsi kontrol lainnya.
Tombol Engine cut off	Tombol aktuator	2 buah	Terdapat pada ruang kemudi operator dengan


			tanda emergency stop bertuliskan warna merah, dibagian bawah akses poin /jalur naik-turuntangga, dikenali dengan tombol berwarna merah
Pemadam Kebakaran (fire fighting)			
Fire Suspression system			1 buah Aktuator terdapat pada kabin operator, 1 lagi terdapat didekat akses point in-out ke unit (tangga naik dan turun). Bekerja dengan cara menembakan busa ke arah ruang mesin, melalui nozzle.
Fire Extinguisher		2 buah	Terdapat disisi kiri-kanan diluar kabin operator, masing-masing 1 tabung
Sarana Evakuasi			
Tangga darurat kebakaran		2 buah	Tidak ada special emergency exit. Operator hanya bisa keluar dari unit dari sisi kanan dan sisi kiri unit, melalui track Terdapat pada bagian depan, umumnya berfungsi juga sebagai

			acces point operator untuk naik-turun unit alat berat ini.
Pintu darurat kebakaran		Tidak ditemukan	Tidak terdapat pada unit alat berat.
Koridor			Tidak terdapat pada unit alat berat.
Petunjuk arah jalan keluar			Tidak terdapat pada unit alat berat
Penerangan darurat			Lampu tidak diperuntukkan secara khusus untuk situasi darurat.
Tempat berkumpul			Tidak spesifik berkumpul disatu meeting point
Komunikasi darurat			Dilengkapi dengan system radio dan dispach
Organisasi keadaan darurat			Terdapat struktur organisasi penanganan kebakarn pada alat berat


- **Modifikasi design alat HD Truck merk Caterpillar type 789**


Tabel 5.13 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada HD Truck merk Caterpillar 789

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
SISTEM BAHAN BAKAR				
Keadaan Hose, selang, dan alat kelengkapan terpasang dengan benar sesuai dengan pengaplikasiannya	?			Semua hose, pipes dan fitting, masih menggunakan OEM standard. Termasuk pada saat repair. Disimpulkan pipes, hoses dan fittings correctly rate untuk aplikasinya. Semua penggantian sebelum overhaul, masih menggunakan genuine Caterpillar.
Hose saling bersinggungan dengan hose lainnya	?			Kabel fuel melewati atau bersinggungan dengan kabel hidrolik namun sudah diproteksi dengan clamp. (gambar dibawah)
 <p style="text-align: center;"><i>fuel hose passing over with hydraulic hose.</i></p>				
Pelindung hose berupa spiral untuk melindungi pergesekan		?		Spiral Wrap tidak terpasang pada fuel line di ruang engine baik jalur masuk ataupun jalur return akan tetapi telah dipasang clamp sehingga tidak bergesekan dengan object lain
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan		?		Tidak ada jalur fuel line yang melewati dinding penetrasi.
Hose terpasang clamping	?			
Rute hose jauh dari sumber	?			


Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
panas				
Penggunaan hose anti api dan terpasang sesuai lokasinya		?		Hose fuel yang digunakan di ruang engine tidak fire resistant. Tetapi posisi fuel line jauh dari daerah yang panas.
Perlengkapan manual emergency shutdown pada unit yang dapat mematikan mesin secara otomatis		?		Unit sudah memiliki emergency stop yang akan mematikan energi seketika. Dalam keadaan bahaya dengan mematikan aliran fuel dari pompa ke injektor.
Kesimpulan :				
1. Sistem bahan bakar pada jenis dump truk CAT 789 memiliki risiko yang kecil sebagai penyebab awal kebakaran itu, karena fuel line pada mesin menggunakan tabung & klem yang cukup dan, fuel linedari pompa priming filter menggunakan hose tetapi lokasinya jauh dari permukaan panas.				
SISTEM HIDROLIK & PELUMASAN				
Penggunaan pipa hidrolik dan pelumas sesuai dengan pengaplikasiannya	?			Semua Hose, pemipaan dan fitting menggunakan standard pabrik atau yang disetujui penggunaannya oleh manajemen termasuk pada saat kegiatan maintenance. Semua hose, pemipaan dan fitting sudah memenuhi aplikasi yang
Jalur hose saling bersinggungan dan bergesekan	?			Beberapa dari hose hidrolik/pelumas bergesekan dengan komponen lain/ hose yang lainnya/bagian lain dari mesin. (lihat gambar dibawah)
				


Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
 <p style="text-align: center;"><i>(Friction hydraulic hoses, steering hoses)</i></p>				
Pelindung hose berupa spiral untuk melindungi gesekan				Semua hose belum menggunakan pembungkus spiral.
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				Beberapa clamps tidak terpasang dan sebagian lainnya hanya menggunakan pengikat tanpa mounting/braket. (lihat gambar dibawah)

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
				
Jalur Hose jauh dari sumber panas		?		Hose Pendingin oli hidrolik The hydraulic oil cooler hoses terpisah dari bagian exhaust manifold, berjarak sekitar 50 cm dari turbocharger.
Penggunaan hose anti api dan terpasang sesuai lokasinya		?		Hoses yang digunakan tidak fire resistant termasuk hose hidrolik yang terdapat pada ruang mesin.
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan		?		Tidak ada jalur hidrolik yang melewati dinding penetrasi.
Perlengkapan manual emergency shutdown pada unit yang dapat mematikan mesin secara otomatis		?		Unit ini sudah dilengkapi dengan sistem Emergency manual shutdown tetapi belum ada mekanisme untuk menyetop aliran oli hidrolik bila terjadi perembesan diantara tangki dan pompa. dalam kondisi normal aliran akan berhenti bila engine dimatikan.
Check valve terinstal pada bagian bawah tangki bahan bakar untuk mematikan aliran bahan bakar pada saat mengalami kerusakan		?		Tidak terdapat check valve pada jalur ke tangki hidrolik. Jalur hidrolik menggunakan selang atau pipa.
Mekanisme penurunan tekanan yang tersedia pada sistem hidrolik, sistem kemudi, akumulator dan sumber-sumber tekanan lain yang dapat	?			

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
menimbulkan sumber bahan bakar				
<p>Kesimpulan :</p> <ul style="list-style-type: none"> hidrolik dan sistem pelumasan pada unit memiliki risiko tinggi untuk menjadi api ,karena: <ul style="list-style-type: none"> Beberapa selang Hydraulic /pelumasan yang berada dibawah dump body dan areal mesin terjadi pergesekan dengan selang lain atau bagian lain tanpa spiral wrap dan klem yang tidak cukup. Pada keadaan beroperasi Selang hidrolik mempunyai tekanan maksimum 2750 psi, sedangkan suhu operasi di daerah mesin 6.000 C. 				
MESIN				
Pelindung cover turbo charger		?		Turbo charger tidak dilindungi dengan pengaman panas.
				
<i>There are 4 each Turbochargers & Exhaust manifold on engine without cover/shield.</i>				
Penggunaan pelapis pereduksi panas untuk turbo dan engine manifold		?		
Terdapat bagian atas yang terbuka dari pelindung turbo untuk sistem pemadam kebakaran dapat menyemprotkan bahan	?			Turbocharger tidak dilindungi.

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
pemadam api				
Pelindung manifold	?			Pelindung tidak sepenuhnya melindungi exhaust manifold engine.
Penggunaan proteksi panas pada <i>engine exhaust system</i>	?			
Gard perlindungan untuk menghalangi semprotan oli hidrolik bertekanan tinggi	?			Tidak ada muffler yang dipasang pada unit ini, hanya menggunakan pipa ke bagian atas ddeck untuk menghindari semprotan langsung dari oli hidrolik.
KESIMPULAN :				
<ol style="list-style-type: none"> Potensi kebakaran disebabkan oleh turbocharger & exhaust manifold tinggi, dapat terjadi bila ada kebocoran pada saluran oli turbo yang disebabkan oleh kerusakan gasket atau kerusakan pipa minyak turbo. Temperatur Turbocharger dan exhaust adalah sekitar 600 ° C. Adanya daerah terbuka pada turbocharger & kecilnya perlindungan pada exhaust manifold, ini menyebabkan potensi percikan api lebih tinggi bila ada kebocoran oli, bahan bakar atau bahan lain yang mudah terbakar seperti, kain kotor, kertas. Potensi lain dari api adalah ketika mesin panas. Potensi kebakaran disebabkan oleh kebocoran oli hidrolik di kompartemen mesin dan menyebar ke turbocharger / buang tinggi karena: <ul style="list-style-type: none"> Hose Hydraulic di kompartemen mesin tidak tahan api, tanpa klem pelindung & clamp yang tidak cukup. 				
SISTEM PENGGERAK				
Keadaan Hose, selang, dan alat kelengkapan terpasang dengan benar sesuai dengan pengaplikasiannya	?			
Hose saling bersinggungan dengan hose lainnya	?			Sebagian hose steering bergesekan dengan hose yang lainnya didalam area mesin.

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
 <p>(jalur <i>Steering hoses</i> route pada kompartement mesin)</p>				
Pelindung hose berupa spiral untuk melindungi pergesekan				Steering hoses pada area mesin tidak menggunakan spiral wrap atau klem pelindung.
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				Tidak ada jalur hidrolik yang melewati dinding penetrasi.
Jalur Hose jauh dari sumber panas				Beberapa clamp tidak terpasang pada steering hose.
Penggunaan hose anti api dan terpasang sesuai lokasinya				
Sambungan Hose terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				Hose pada area mesin tidak menggunakan fire resistant hose.
Perlengkapan manual emergency shutdown pada unit yang dapat mematikan mesin secara otomatis				
<p>KESIMPULAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> sistem steering pada unit ini memiliki risiko tinggi untuk menyebabkan terjadinya api di karenakan : <ul style="list-style-type: none"> beberapa selang kemudi di daerah mesin tidak menggunakan pembungkus spiral / klem pelindung, clamyang tidak cukup dan rute yang tidak benar, selang menempel dengan selang lain atau bagian lain, yang dapat menyebabkan kebocoran selang dengan tekanan kerja maksimum 2500 psi ini memungkinkan spray oli mengenai permukaan panas seperti; turbocharger dan exhaust manifold, yang menyebabkan 				

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
kebakaran di daerah mesin.				
ELECTRICAL SYSTEM				
penggunaan electrical circuits, sistem kabel & koneksinya sesuai dengan aplikasinya				Rangkaian listrik, kabel & koneksi menggunakan standar OEM, termasuk ketika praktik perbaikan. Kesimpulannya adalah semua sirkuit listrik, kabel & koneksi telah sesuai dengan aplikasinya.
 <p style="text-align: center;"><i>Electrical Installation</i></p>				
Design instalasi elektrikal mencegah terjadinya kelebihan panas.				
Proteksi elektrikal untuk mencegah kerusakan mekanik dan air				
Sambungan kabel terpasang dan terbungkus dengan baik untuk mencegah kerusakan				
Hose/kabel terpasang clamp				
Rute hose jauh dari sumber panas				
Penggunaan kabel anti api dan terpasang sesuai lokasinya				Tidak ada kabel yang tahan api / kabel yang digunakan dalam sirkuit listrik, tapi jalur kabel jauh dari permukaan panas.
Penggunaan sirkuit breaker untuk perlindungan kelebihan daya pada sirkuit elektrikal				

Deskripsi	Result		Tidak tahu	Catatan
	Ya	tdk		
Penggunaan pelindung batttree untuk mencegah hubungan pendek	?			
Pemisahan dan penempatan kabel-kabel elektrikal dari hose fuel dan hidrolik	?			
Waktu Inspeksi pengaplikasian jalur elektrikal yang aman	?			
<p>Kesimpulan:</p> <p>1. sistem listrik di unit ini memiliki risiko yang rendah untuk menjadi api, dikarenakan ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arus Atas telah dipasang sistem cut off untuk memutus aliran listrik jika ada hubungan pendek pada sistem. - Tambahan instalasi diluar OEM adalah kewenangan KPC - pemeliharaan rutin telah dilakukan. 				

Tabel 5.14 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada HD Truck merk Caterpillar 789

Sistem Proteksi	Jenis	Jumlah	Deskripsi
Detektor kebakaran (fire detector) dan alarm kebakaran			
Heat detector	Sistem perambatan panas	1 buah	Berupa system yang terdiri dari sensor, pipa yg ditempatkan pada daerah mesin
fire detector		2 buah	Sensor yang bekerja dengan cara menangkap perambatan panas yang melebihi suhu kerja mesin
Flame detector	n/a		
Gass detector	n/a		
Alarm kebakaran	Sound dan visual mode	1 buah	Sound level 98 Db, alarm kebakaran audio yang memberikan isyarat berupa bunyi khusus
Panel Kebakaran	System monitor	1 buah	Terdapat pada ruang kemudi operator berupa layar monitor kontrol tergabung dengan fungsi kontrol lainnya.
Tombol Engine cut off	Tombol aktuator	2 buah	Terdapat pada ruang kemudi operator dengan tanda emergency stop bertuliskan warna merah, dibagian bawah akses poin /jalur naik-turuntangga, dikenali dengan tombol berwarna

			merah
Pemadam Kebakaran (fire fighting)			
Fire Suspression system			1 buah Aktuator terdapat pada kabin operator, 1 lagi terdapat didekat akses point in-out ke unit (tangga naik dan turun). Bekerja dengan cara menembakan busa ke arah ruang mesin, melalui nozzle.
Fire Extinguisher			Terdapat disisi kiri-kanan diluar kabin operator, masing-masing 1 tabung
Sarana Evakuasi			
Tangga darurat kebakaran		3 buah	Tangga darurat kebakaran terdapat dibagianbagian Tidak ada special emergency exit. Operator hanya bisa keluar dari unit dari sisi kanan dan sisi kiri unit, melalui track Terdapat pada bagian depan, umumnya berfungsi juga sebagai acces point operator untuk naik-turun unit alat berat ini.
Pintu darurat kebakaran			Tidak terdapat pada unit

			alat berat.
Koridor			Tidak terdapat pada unit alat berat.
Petunjuk arah jalan keluar			Tidak terdapat pada unit alat berat
Penerangan darurat			Lampu tidak diperuntukkan secara khusus untuk situasi darurat.
Tempat berkumpul			Tidak spesifik berkumpul disatu meeting point
Komunikasi darurat			Dilengkapi dengan system radio dan dispatch
Organisasi keadaan darurat			Terdapat struktur organisasi penanganan kebakaran pada alat berat

Tabel 5.15 Identifikasi Sistem proteksi kebakaran pada Eksavator Hitachi EH 4500

Sistem Proteksi	Jenis	Jumlah	Deskripsi
Detektor kebakaran (fire detector) dan alarm kebakaran			
Heat detector	Sistem perambatan panas	1buah	Berupa system yang terdiri dari sensor, pipa yg ditempatkan pada daerah mesin
fire detector		3 buah	Sensor yang bekerja dengan cara menangkap perambatan panas yang melebihi suhu kerja mesin
Flame detector	n/a		

Gass detector	n/a		
Alarm kebakaran	Sound dan visual mode	1 buah	Sound level 98 Db, alarm kebakaran audio yang memberikan isyarat berupa bunyi khusus
Panel Kebakaran	System monitor	1 buah	Terdapat pada ruang kemudi operator berupa layar monitor kontrol tergabung dengan fungsi kontrol lainnya.
Tombol Engine cut off	Tombol aktuator	3 buah	Terdapat pada ruang kemudi operator, dekat jalur tangga dan didalam ruang mesin, dengan tanda emergency stop bertuliskan warna merah, dibagian bawah akses poin /jalur naik-turuntangga, dikenali dengan tombol berwarna merah
Pemadam Kebakaran (fire fighting)			
Fire Suspression system			1 buah Aktuator terdapat pada kabin operator, 1 lagi terdapat didekat akses point in-out ke unit (tangga naik dan turun). Bekerja dengan cara menembakan busa ke arah ruang mesin, melalui nozzle.

Fire Extinguisher			Terdapat disisi kiri-kanan diluar kabin operator, masing-masing 1 tabung
Sarana Evakuasi			
Tangga darurat kebakaran		2 buah	Tidak ada special emergency exit. Operator hanya bisa keluar dari unit dari sisi kanan dan sisi kiri unit, melalui track Terdapat pada bagian depan, umumnya berfungsi juga sebagai acces point operator untuk naik-turun unit alat berat ini.
Pintu darurat kebakaran			Tidak terdapat pada unit alat berat.
Koridor			Tidak terdapat pada unit alat berat.
Petunjuk arah jalan keluar			Tidak terdapat pada unit alat berat
Penerangan darurat			Lampu tidak diperuntukkan secara khusus untuk situasi darurat.
Tempat berkumpul			Tidak spesifik berkumpul disatu meeting point
Komunikasi darurat			Dilengkapi dengan system radio dan dispach

Organisasi keadaan darurat			Terdapat struktur organisasi penanganan kebakaran pada alat berat
----------------------------	--	--	---



BAB VI

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang diperoleh dalam bab sebelumnya, maka pada bab ini akan dibahas hasil penelitian tersebut sesuai dengan metode penelitian semi kuantitatif. Pembahasan ini meliputi evaluasi terhadap probabilitas dan konsekuensi risiko penyalan api yang terdiri dari faktor-faktor atau elemen-elemen penyalan pada unit-unit alat berat yang diobservasi, elemen manajemen sistem kebakaran pada unit-unit alat berat yang diobservasi, serta mengkalkulasikan nilai-nilai risiko terhadap dua variabel tersebut (risiko penyalan api dan sistem manajemen kebakaran) sehingga didapatkan gambaran yang lebih jelas tentang risiko faktual terhadap bahaya kebakaran pada pengelolaan alat berat yang beroperasi sebagai objek penelitian.

Walaupun hasil perhitungan sudah pasti jauh dari memuaskan tetapi peneliti mencoba mendekati persoalan tersebut dengan mengikut kaidah-kaidah logik yang ada dan mudah dipahami oleh oram awam sekal Kelemahan metoda ini sudah sama-sama kita maklumi bersama yaitu tentang persepsi yang muncul terhadap risiko itu sendiri. Sebaik apapun tools yang kita gunakan untuk mengukur risiko suatu operasi atau kegiatan, tetap aka memiliki kelemahan mendasar pada persepsi terhadap risiko tersebut.

Salah satu cara untuk mengurangi bias tersebut, peneliti mencoba untuk membandingkan dengan standard yang diacu dan diakui secara bersama-sama dan menjadi acuan umum. Keterbatasan penelitian ini tentu saja dari segi pembatasan-pembatasan aspek yang diteliti atau diamati itu sendiri. Seperti yang kita ketahui bersama tidak ada kejadian yang berdiri sendiri atau t pa pengaruh faktor-faktor lain walaupun itu tidak signifikan. Risiko sebagai se atu yang akan kita hindari atau kurangi sebanyak mungkin dalam penelitian ini memakai pendekatan logis dengan menyederhanakan persoalan menjadi dua bagia penting yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Bagaimana mencegah penyalan api (*prevent fire ignition*)
2. Bagaimana mengelola dampak kebakaran (*manage fire impact*)

Dari kedua persoalan diatas maka tentu saja kita sudah dapat menduga dan menafsirkan bahwa ada dua kegiatan yang harus diperhatikan yaitu menentukan dan menghitung secermat mungkin peluang munculnya api an sebaik mungkin pula mempersiapkan system pencegahan dan perlindungan kebakaran apabila api tersebut muncul juga, inilah yang menjadi alasan mengapa penelitian ini memfokuskan pada penyelidikan factor-faktor yang dapat menimbulkan penyalaan api dan bagaimana kesiapan menghadapi bahaya kebakaran jika api terlanjur terjadi dan system pencegahan mengalami kega dalam mencegah penyalaan api.

Dari konsep keselamatan kebakaran yang dikeluarkan oleh NFPA (National Fire Protection Association) sangat jelas digambarkan bagaimana tujuan keselamatan kebakaran yang digambarka dalam pohon kese amatan (*fire safety concept tree*). Tujuan dasar keselamatan kebakaran adalah menyelamatkan jiwa, perlindungan harta benda dan kelangsungan operasional.

1.1 Analisis Risiko Penyalaan Api

Dalam menganalisis penyalaan api digunakan teori segit ga api, karena dengan teori ini sudah cukup dapat menjelaskan proses terjadinya api. Adapun teori-teori lainnya digunakan untuk mendukung penjelasan keberlangsungan nyala api. Dengan demikian penggunaan teori api sebagai dasa pada analisis ini sudah cukup memadai, melalui 3 elemen yaitu sumber bahan bakar, panas dan oksigen.

Teori segitiga api menyatakan bahwa pembakaran dapat t bila ada tiga elemen yaitu tersedianya bahan bakar, sumber panas dan oksigen. Untuk memelihara terjadinya proses pembakaran yang biasanya diperoleh dari udara dan panas sebagai penyalaan awal dan melanjutkan proses pembakaran. Untuk terjadinya suatu nyala api dan proses pembakaran selan utnya, diperlukan tiga elemen tersebut pada suatu tempat dan waktu yang bersa aan. Apabila salah satu atau lebih dari ketiga factor tersebut tidak ada atau dihilangkan, maka tidak akan terjadi nyala api atau proses pembakaran akan terhenti.faktor lain yang penting adalah tersedianya energy panas awal yang cukup untuk enyalaan campura yang seimbang secara stoikiometri anantara gas dan oksigen.

1.1.1 Sumber Bahan Bakar

Bahan bakar yang tersedia untuk terjadinya nyala api pada alat berat yang diobservasi ini berasal dari bahan-bahan yang mudah terbakar yang terdapat pada ruangan mesin sebagai bahan bakar mesin, oli hidrolik dan pelumasan yang mempunyai nilai temperatur yang cukup tinggi pada saat alat berat tersebut beroperasi. Jumlah ketersediaan bahan bakar yang cukup besar akan menyebabkan potensi penyalaaan api yang sangat tinggi dengan spesifikasi bahan yang sangat mudah terbakar. solar yang mempunyai titik nyala api sebesar 68°C akan dengan sangat mudah terbakar pada ruangan suhu apalagi temperature turbo chager pada ruang mesin bekerja pada suhu rata2 sebesar 300°C , maka kondisi ini sudah berada pada titik nyala api (flash point) bahan bakar ini. Demikian jg ketersediaan oli pada sistem hidrolik, bila keadaannya merembes(lea pada dinding mesin atau tersemprot kebagian mesin yang mempunyai temperatur diatas titik nyala dari oli tersebut dapat dipastikan akan terbakar. Ini berarti solar dan oli menjadi menjadi sumber bahan bakar utama untuk terjadinya nyala api. Bahan bahan lain seperti logam dan lainya cukup memberikan andil sebagai bahan yang mudah terbakar walaupun ketersediaan bahan ini tidak cukup besar. Dari data yang didapat dapat disimpulkan bahwa bahan bakar yang ersedia pada alat berat sudah dalam kondisi siap terbakar dan hanya menunggu facto sumber panas untuk terjadinya nyala api karena oksigen yg diperlukan jg sudah tersedia. Kondisi ini sangat berisiko, sehingga probabilitas ket ediaan bahan bakar dapat dikatakan sangat tinggi.

1.1.2 Sumber Panas

Dari tabel hasil identifikasi sumber panas pada unit-unit alat berat yang diobservasi dapat dilihat bahwa potensi sumber panas hampir seluruhnya terdeteksi. Energy panas terjadi dari energy panas kimia dari proses pembakaran solar, bekerjanya sistem hidrolik dan pelumasan, energy panas elektikal yang ditimbulkan dari sistem battree.

Sumber panas yang ditimbulkan oleh adanya hubungan arus pendek/short circuit juga sangat potensial terjadi karena dalam kompareman mesin ini banyak utilitas yang mendukung sumber pelistrikan. Adanya hubungan pendek ini akan

menimbulkan panas yang akan melumerkan insulasi penutup kabel dan akan segera mencari sumber bahan bakar yang dijadikan awal dari penyalan api. Apalagi jika diingat bahwa sumber bahan bakar yang sangat peka terhadap api yaitu berupa solar atau pun oli yang bertemperatur cukup tinggi apabila alat berat dalam keadaan beroperasi.

Sumber panas lain yang sangat potensial untuk menimbulkan penyalan api adalah energy panas mekanik yg terjadi dari panas atau bunga api yang terjadi karena adanya gesekan mekanik (friction). Panas gesekan ini terjadi dari operasi motor listrik dan kipas yang terdapat diruangan mesin. Friksi ini juga dapat diakibatkan dari aliran udara panas yang dialirkan dari komponen turbo charger. Akumulasi sumber panas dari seluruh potensi yang ada akan menyebabkan semakin meningkatnya risiko terhadap penyalan api.

6.1.3 Sumber oksigen

Oksigen banyak terdapat di(atmosfir), yaitu kira2 20,9% oksigen. Demikian juga dilantai basement ini kandungan oksigen yang cukup untuk mendukung terjadinya proses nyala api.

6.1.4. Evaluasi Risiko Penyalan Api

Analisis risiko nyala api di alat berat yang beroperasi dilakukan dengan mengevaluasi secara semi kuantitatif dari probabilitas atau peluang kejadian kemungkinan terhadap nyala api dan seberapa jauh konsekuensi atau akibat yang ditimbulkannya. Probabilitas yang berarti sama dengan dengan kemungkinan terjadinya (likelyhood), dimana istilah tersebut terbatas pada penggunaan praktis yang berarti sama dengan kemungkinan kejadian. Probabilitas juga berarti frekuensi relative, dimana istilah ini biasanya digunakan untuk dasar hasil suatu eksperimen dan banyak digunakan dalam engineering atau yang berhubungan dengan data kegagalan. (*failure*). Terakhir probabilitas juga didefinisikan sebagai tingkat kepercayaan seseorang terhadap suatu kejadian yang akan terjadi. Probabilitas ini seringkali digunakan karena pada umumnya data tentang frekuensi relative tidak ada. Atau jikalau ada, data tersebut tidak akurat atau tidak lengkap.oleh karena itu akhirnya pendekatan personal akhirnya digunakan. Demikian juga dengan konsekuensi akibat dari suatu kejadian, tingkat keparahan

yang dinilai akan sangat tergantung pada pengetahuan dan pengalaman seseorang dalam menilai tingkat keparahan yang ditimbulkan oleh suatu kejadian yang akan terjadi.

Seperti yang sudah disebutkan pada metode penelitian ini, pengkajian risiko terhadap probabilitas dan konsekuensi penyalaan api pada alat berat yang beroperasi didekati dengan metoda semi kuantitatif yang dideskripsikan kedalam suatu tabel yang diberi nilai tertentu. Nilai-nilai tersebut menggambarkan tingkat atau derajat (*degree*) risiko yang diklasifikasikan berdasarkan kemampuan penanggulangan oleh sistem manajemen kebakaran yang tersedia di PT Kaltim Prima Coal. Dari hasil kajian dan diskusi yang disampaikan pada pembahasan masing-masing elemen nyala api menurut teori segitiga api yang dipakai sebagai acuan dalam penelitian ini dan sistem manajemen kebakaran yang terpasang dalam kemampuannya untuk menanggulangi risiko yang ada secara ringkas, dapat dilihat penilaiannya pada tabel dibawah ini.

Tabel 6.1 Hasil Analisa Risiko Elemen-elemen Penyalaan Api

Elemen-elemen Penyalaan Api	Derajat Risiko	Deskripsi	Risk Score
Bahan Bakar	Sulit ditanggulangi	25% risiko dapat ditanggulangi oleh system proteksi yang tersedia	25
Oksigen	Mudah ditanggulangi	80% risiko dapat ditanggulangi oleh system proteksi yang tersedia	80
Sumber Panas	Sedang	25% risiko dapat ditanggulangi oleh system proteksi yang tersedia	25

Dari ketiga nilai hasil risiko elemen-elemen penyalaan api diatas didapatkan nilai risiko penyalaan api keseluruhan (Fire Risk Score = X) yaitu penjumlahan dari ketiga nilai tersebut menjadi : $25 + 25 + 80 = 130$

1.2 Analisis Sistem Manajemen Kebakaran

Analisis terhadap sistem manajemen kebakaran terbagi k dalam empat kelompok sistem yaitu modifikasi peralatan, detektor dan alarm kebakaran, sistem pemadaman api (fire fighting) dan sistem evakuasinya. ndard yang digunakan untuk dijadikan pembanding terhadap bahaya kebakaran adalah Standard Australia AS 5062 yang disesuaikan dengan peraturan manajemen PT. Kaltim Prima Coal (Prima Nirbaya). Standard selengkapnya yang berhubungan dengan penilaian terhadap sarana sistem manajemen kebakaran ini akan dilampirkan pada laporan penelitian ini.

Dari hasil penelitian yang telah disampaikan pada bab erdahulu maka sebagai penilaian terhadap sarana perlengkapan yang ad dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Penilaian diberikan dengan lima skala penelitian seperti yang telah disebutkan pada metode penelitian. Penilaian diberikan ada modifikasi peralatan yang meliputi perlakuan terhadap bagian sistem bahan bakar, sistem hidrolik dan pelumasan, mesin, sistem elektrikal dan lainnya. Siste deteksi dini yang meliputi heat detektor, fire detektor, alarm kebakaran, panel kebakarn dan tombol engine cut off. Sistem pemadaman kebakaran yang meliputi fire suspression system, fire extinguisher. Serta sarana evakuasi yang meliputi tan darurat, pintu darurat, koridor, petunjuk arah keluar, penerangan darurat, tempat berkumpul, alat komunikasi darurat dan organisasi keadaan darurat.

Tabel 6.2 Hasil Analisa Nilai Proteksi Kebakaran

Sistem Manajemen Kebakaran	Evaluasi	Keterangan	Nilai Proteksi Kebakaran
Modifikasi Peralatan			
Fuel Sytem	Baik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuel system pada unit excavator, dump truck dan dozer type ini memiliki potensi risiko yang relative kecil untuk menjadi penyebab awal terjadinya fire karena terpisahnya fuel line dengan tu bocharger (heat source), tetapi berpotensi menjadi media penyebaran api karena hose yang panjang dari tank ke fuel pump pada engine, sedangkan fuel hos tidak fire resistant. 2. Fuel line system dari Fuel Tank mempunyai pressure yang cukup rendah sehingga apabila terjadi kebocoran, dimungkinkan fuel anya akan menetes kebawah dan bukan menyemprot sampai mengenai area turbocharger. 3. Pada D10T terpasang juga check valve yang dioperasikan secara manual oleh operator, letaknya berada di bawah primary fuel filter di sebelah kiri kabin bagian belakang. Fungsinya adalah untuk men ntikan aliran fuel dari fuel tank ke system/engine apabila terjadi kebakaran. Tetapi apabila potensi terjadinya kebakaran pada sisi bagian kiri 	80

		kabin/engine maka operator tidak dapat menutup check valve ini. Harus dipikirkan metode yang terbaik untuk menutup/menghentikan aliran fuel apabila terjadi kebakaran di unit secara otomatis.	
Sistem hidrolik dan pelumasan	Cukup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beberapa hydraulic hose yang berdekatan dengan hot surface pada ruang engine originally telah dilengkapi dengan clamp yang memadai. 2. Hose grease bergesekan dengan battery cable akan tetapi cable dilengkapi dengan protection yang cukup tebal sedangkan grease tidak, sehingga berpotensi pada kerusakan pada grease hose karena gesekan. 3. Supply line dari tank ke pump menggunakan steel tube dan return line dari system ke tank menggunakan hose sehingga kemungkinan kebocoran cenderung terjadi karena kerusakan hose. <p>Potensi munculnya ignition pada area hydraulic / transferensi relative kecil karena pada area tsb tidak terdapat electrical lines yg ber-arus tinggi serta temperaturnya masih di bawah flash point, sehingga risiko terpicunya kebakaran pada area ini lebih dimungkinkan bila terjadi akumulasi combustible materials baik karena kebocoran oil/fuel/grease maupun coal dust ditambah dengan pemantik (ignition) dari sumber lain.</p>	50
Engine	Baik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potensi terjadinya kebakaran pada turbo bisa muncul bila terjadi 	80

		<p>kebocoran pada turbo lube lines, baik karena kerusakan gasket maupun tube nya. (potensi lain pada turbo dipandang kecil karena turbo dilengkapi cover/shield)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Temperatur pada area turbo dan muffler rendah \pm XX C, hal ini dikarenakan pada turbo sudah terlindung oleh cover/shield sehingga radiasi panas sudah diserap oleh cover itu sendiri. 3. Potensi fire lain adalah bila terjadi engine overheating. 4. 43,75% kebakaran (data dari record fire incident Dozer 000 – Juni 2007) terjadi pada engine area. Fakta ini berkaitan dengan air supplies/pergerakan angin yang menuju ke ruang engine sehingga jika terjadi kebakaran, kemungkinan ruang engine ikut terbakar sebagai effect, sangat besar. Faktor lain yang menyebabkan 43,75% kebakaran terjadi di ruang engine adalah banyaknya hot surface dan combustible material (fuel dan oli) yang ada di ruang engine. Besarnya angka persentasi fire yang terjadi di areal engine, selain disebabkan potensi initial fire incident yang tinggi, juga akibat potensi penyebaran yang diakibatkan arah aliran udara yang menuju ruang engine. 5. Potensi fire akibat bocornya oli hydraulic di ruang engine sehingga menyebabkan oli menyemprot ke turbo menjadi kecil karena : <ul style="list-style-type: none"> • Hose ter-clamp dengan baik 	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Turbo yang bertemperatur 450-650 °C, akan terhalang cover/shield dari turbo yang hanya bertemperatur XX°C – XX °C, sehingga jika terjadi kebocoran, oli hanya bersentuhan dengan permukaan cover/ shield yang jauh lebih rendah tempera umya <p>6. Penentuan/posisi dari spray protection seharusnya dipe hitungkan juga. Hal ini dikarenakan posisi dari titik-titik penyemprotan jauh dari sumber/titik yang kemungkinan besar terjadi kebakaran seperti di turbo dan motor stater. Apabila terjadi kebakaran, terutama daerah turbo/motor stater yang terletak dibagian bawah, maka panas yang terletak diatas bagian tengah engine terlambat untuk be eaksi sehingga dimungkinkan motor stater beserta hose/cable elektrik habis terbakar terlebih dahulu sebelum disemprot air.</p> <p>Selain potensi fire akibat bocomya turbo oil line, potensi fire bisa juga diakibatkan menumpuknya combustible material (coal dust, ceran oli, majun, ceceran fuel, grease, kertas) di sekitar hot surface (muffler, turbo). Potensi fire akibat menumpuknya combustible material j ga tinggi.</p>	
Lainnya	Kurang	Penumpukan sampah dari kain bekas, puntung rokok dari operator serta partikel batubara pada komparemen disekitar mesin sampai dengan daerah bawah mesin (pada unit dozer) dapat menyebabkan potensi kebakaran yang signifikan	25
Rata-rata nilai untuk modifikasi peralatan = (80 + 50 + 80 + 25)/4 = 59			

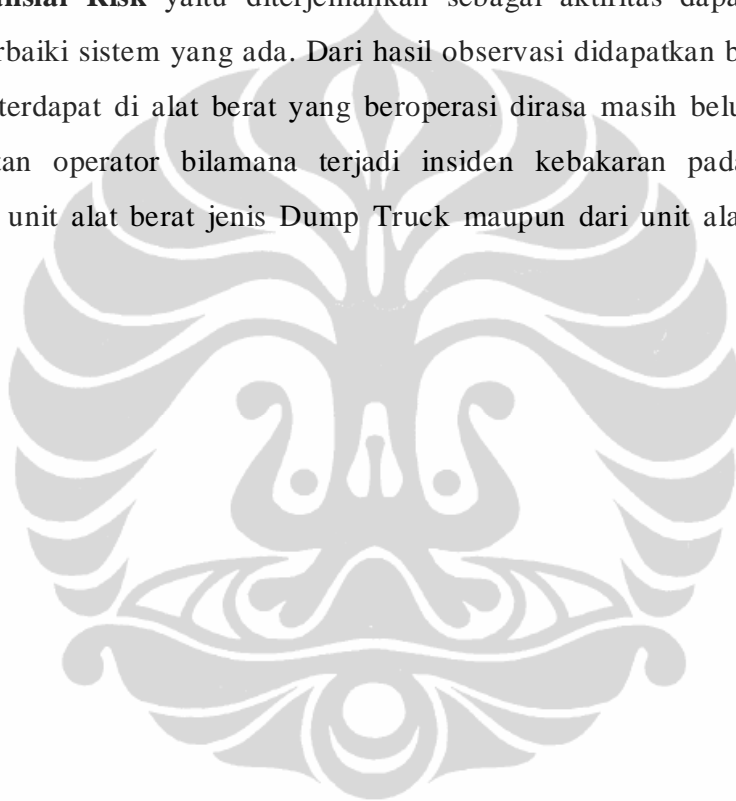
Sistem deteksi Dini Kebakaran			
Heat Detektor	Sangat Baik	Detektor panas secara keseluruhan terpasang pada seluruh unit alat berat yang beroperasi (sesuai dengan persyaratan standard yang digunakan)	100
Fire detektor	Sangat Baik	Fire Detektor terpasang didalam ruang kabin operator dengan letak yang dapat dioperasikan dengan baik (sesuai dengan persyaratan standard yang digunakan)	100
Alarm Kebakaran	Sangat Baik	Sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh standard yang diacu	100
Panel kebakaran	Sangat Baik	Sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh standard yang diacu	100
Tombol engine cut off	Sangat Baik	Sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh standard yang diacu	100
Rata-rata nilai untuk sistem deteksi dini kebakaran = $(100 + 100 + 100 + 100 + 100)/5 = 100$			
Sistem Pemadam Kebakaran (Fire Fighting)			
Fire Suspression	Cukup	Fire suspression system terpasang hampir pada seluruh unit-unit yang beroperasi pada areal penambangan batubara, sebagian unit yang tidak beroperasi di areal penambangan batubara tidak dilengkapi Spesifikasi fire suspression sesuai dengan standard acuan yang dipakai	80
Fire Extinguisher	Sangat Baik	Fire Extinguisher terpasang di seluruh unit alat berat yang beroperasi. Spesifikasi fire extinguisher sesuai dengan standard acuan yang dipakai	100
Rata-rata nilai untuk sistem pemadaman kebakaran = $(80 + 100)/2 = 90$			
Sarana Evakuasi			
Tangga darurat	Kurang	Pada unit Haul Truck tangga darurat menyatu dengan access point yang digunakan operator untuk naik – turun ke unit, hanya pada unit excavator	25

		tangga darurat terpasang.	
Pintu darurat	Tidak ada	Tidak ditemukan	
Koridor	Kurang	Koridor pada alat berat tidak spesifik digunakan untuk diperuntukan sebagai jalur evakuasi	25
Petunjuk arah jalan keluar	Tidak ada	Tidak ditemukan	0
Penerangan darurat	Kurang	Lampu yang berada pada alat berat tidak diperuntukan secara spesifik untuk kegunaan sebagai alat bantu operator keluar dari unit.	25
Alat komunikasi darurat	Sangat baik	Sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan standard yang digunakan	100
Organisasi keadaan darurat	Baik	Organisasi dan penjabaran tugas serta tanggung jawab jitu terjadi kebakaran jelas, terutam untuk operator yang bertugas mengoperasikan un t alat berat. Koordinasi lintas departement sudah ditata dengan rapi (fungsi dan tugasnya dalam menanggulangi kebakaran)	80
Rata-rata nilai untuk sarana evakuasi = $(25 + 25 + 0 + 25 + 100 + 80) / 6 = 42.5$			

Dari evaluasi sistem manajemen kebakaran pada pengelolaan alat berat yang beroperasi didapat nilai sistem proteksinya sebesar $59 + 100 + 90 + 43 = 292$. Nilai tersebut adalah penjumlahan dari ketiga nilai modifikasi peralatan (58.75 dibulatkan menjadi 59), nilai sistem deteksi dini kebakaran (100), nilai sistem pemadam kebakaran (93) serta sarana evakuasi (42.5 dibulatkan menjadi 43)

1.3 Analisis Risiko Faktual

Analisa risiko faktual yang ada (*existing risk value*) apatkan dengan menjumlahkan nilai risiko penyalaaan api (X) dengan nilai sistem manajemen kebakarannya (Y). Dari hasil perhitungan nilai risiko sebelumnya, didapatkan nilai risiko faktual (E) sebesar **422** yaitu $130 + 292$. Nilai ini jika dibandingkan dengan justifikasi nilai risiko faktual (*existing risk value*), didapatkan interpretasi risiko sebagai **Substansial Risk** yaitu diterjemahkan sebagai aktifitas dapat diteruskan dengan memperbaiki sistem yang ada. Dari hasil observasi didapatkan bahwa sistem evakuasi yang terdapat di alat berat yang beroperasi dirasa masih belum memadai bagi keselamatan operator bilamana terjadi insiden kebakaran pada alat berat khususnya dari unit alat berat jenis Dump Truck maupun dari unit alat berat jenis Dozer.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembahasan diatas maka dapat ditak kesimpulan sebagai berikut :

1. Ketiga elemen penyalaan api yang terdapat pada alat berat yang beroperasi terdapat aspek yang sangat berbahaya sebagai faktor yang sangat menentukan yaitu sumber bahan bakar dan sumber panas sebagai faktor yang sangat menentukan sedangkan sumber oksigen semaksimal mungkin masih dapat dikendalikan.
2. Tingginya nilai risiko penyalaan api pada alat berat yang beroperasi terutama disebabkan oleh rendahnya titik penyalaan api dari bahan bakar solar (nilai flash point sekitar 68°C) yang terdapat pada ruangan mesin sementara temperatur kerja komponen turbo berkisar diantara 315°C
3. Sistem manajemen kebakaran yang diterapkan oleh PT Kaltim Prima Coal sudah sesuai dengan yang diharapkan, alat-alat berat yang beroperasi telah dilengkapi dengan system deteksi dini dan system pemadaman yang memadai.
4. Risiko faktual yang diartikan sebagai risiko nyata yang sedang dihadapi (existing risk) sebesar 432 yang berarti aktifitas operasi dapat dilanjutkan dengan mempertahankan tingkat risiko yang ada bukan menjadikan situasi operasi alat berat yang selalu aman, keadaan tersebut selalu memiliki peluang untuk terjadi bahaya kebakaran. Potensi kondisi-kondisi operasional dari alat berat yang beroperasi yang dapat meningkatkan terjadinya potensi kebakaran akan selalu ada.

7.2 Saran-saran

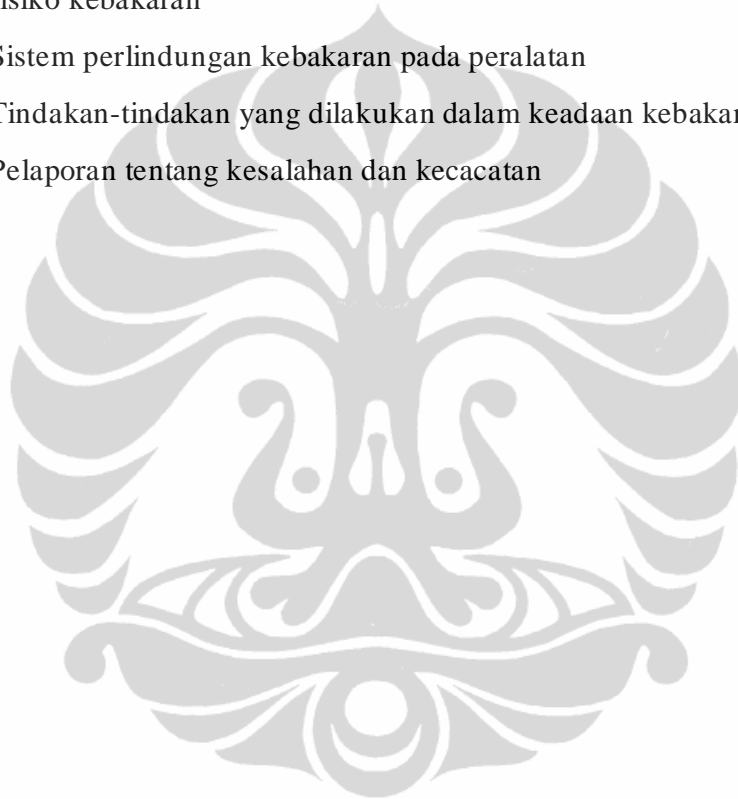
Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan diatas, maka saran yang dikemukakan untuk manajemen PT. Kaltim Prima Coal. Saran-saran perbaikan dan penyempurnaan meliputi pengendalian atau kontrol yang meliputi *engineering control* dan *Administrative control*.

Untuk memastikan adanya kontrol yang diperlukan, dimana **pencegahan** kebakaran pada alat berat yang dilakukan sama memadainya dengan **perlindungan** yang disediakan bagi operator dan alat berat tersebut dari cedera dan kerusakan saat kebakaran terjadi, maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Meningkatkan program pencegahan dan perlindungan kebakaran pada alat berat yang telah dimiliki oleh perusahaan dengan perincian sebagai berikut:
2. *Operational Standard* – yang meliputi aturan-aturan beserta tanggungjawab masing-masing pihak yang terkait dengan pengelolaan alat berat, yang mencakup aspek:
 - *Pre-operation Requirements*
 - *Mining Operation Requirements*
 - *Emergency Services Requirements*
3. *Generic Design Standard* – sebuah dokumen yang merincikan persyaratan *generic* terkait *design* setiap alat berat dari aspek pencegahan dan perlindungan kebakaran. Standard ini meliputi:
 - *Fire Prevention Design Standard*
 - *Fire Protection Design Standard*
4. Menerapkan Fire Risk Assessment and Risk Reduction Planning Standards sebagai pedoman untuk mengidentifikasi dan memastikan agar kebutuhan spesifik dari tiap jenis alat berat diperhitungkan, baik dari sisi design maupun operational control.

5. *Program Management Standard* – yang merupakan induk dari keseluruhan program dan sebagai pondasi untuk memastikan agar keseluruhan standard dari program dapat diterapkan secara efektif dan berdaya tahan untuk mencapai sasaran.
6. Membentuk monitoring team sebagai sentral koordinasi yang secara terencana melakukan survey and audit untuk memastikan nya sistem manajemen kebakaran pada perusahaan.
7. Menentukan alat-alat ukur yang diperlukan untuk secara konsisten memantau perubahan produktifitas operasional antara sebelum dan setelah diterapkannya program manajemen kebakaran, yang diantaranya (tapi tidak terbatas) pada:
 - *Fire incident record* – untuk memantau frekwensi kejadian secara *progressive* dan secara teliti melakukan investigasi pada setiap kejadian,
 - *Fire Incident Frequency Rate (FIFR)* – untuk memantau *rate* kejadian terkait perkembangan jumlah alat berat dalam urun waktu operasional tertentu,
 - *Equipment survey and systems audit record* – untuk menilai penyimpangan kondisi alat berat terkait *design* serta praktek perawatan dan operasional, seperti:
 - Indikasi kerusakan *parts / components* pada alat berat,
 - Konsistensi praktek inspeksi oleh masing-masing unit kerja (*section*) yang bertanggungjawab,
 - *Scheduled / unscheduled breakdown* yang merupakan indikasi terkontrol / tidaknya kerusakan yang timbul,
 - *System Scoring* untuk mengukur tingkat kepatuhan dari masing-masing pihak dibandingkan dengan standard yang terkait.

8. Meningkatkan kompetensi kerja pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan alat berat termasuk supervisor, operator dan petugas pemeliharaan dengan mengikuti pelatihan-pelatihan yang khusus berhubungan dengan pengelolaan alat berat, diantaranya :
- Bahaya kebakaran yang berhubungan dengan peralatan
 - Langkah-langkah design dan peralatan kontrol untuk menurunkan risiko kebakaran
 - Sistem perlindungan kebakaran pada peralatan
 - Tindakan-tindakan yang dilakukan dalam keadaan kebakaran
 - Pelaporan tentang kesalahan dan kecacatan



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dedy Wahyudi

NPM : 0806442304

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Dedy Wahyudi
NPM : 0806442304
Program Studi : Magister Keselamatan Kesehatan Kerja
Judul Tesis : Pengkajian Risiko Kebakaran Pada Pengelolaan Alat Berat
PT Kaltim Prima Coal

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dadan Erwandi. Spsi. MSi (.....)
Penguji dalam 1 : Dra. Fatma Lestari. Msi. Phd (.....)
Penguji dalam 2 : Zulkifli Djunaedi. Mappsc. DR (.....)
Penguji luar 1 : DR. Ir. Chaerul Naz. MSc (.....)
Penguji luar 2 : DR. Pantjanita Novi Hartami. ST. MT (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 9 Juli 2010

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dedy Wahyudi
NPM : 0806442304
Program Studi : Magister
Departemen : Keselamatan & Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

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

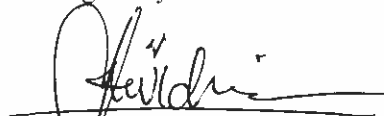
**PENGAJIAN RISIKO KEBAKARAN PADA PENGELOLAAN ALAT
BERAT PT KALTIM PRIMA COAL**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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: 9 Juli 2010

Yang menyatakan



(Dedy Wahyudi)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Dedy Wahyudi
NPM : 0806442304
Mahasiswa Program : Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Tahun Akademik : 2008

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

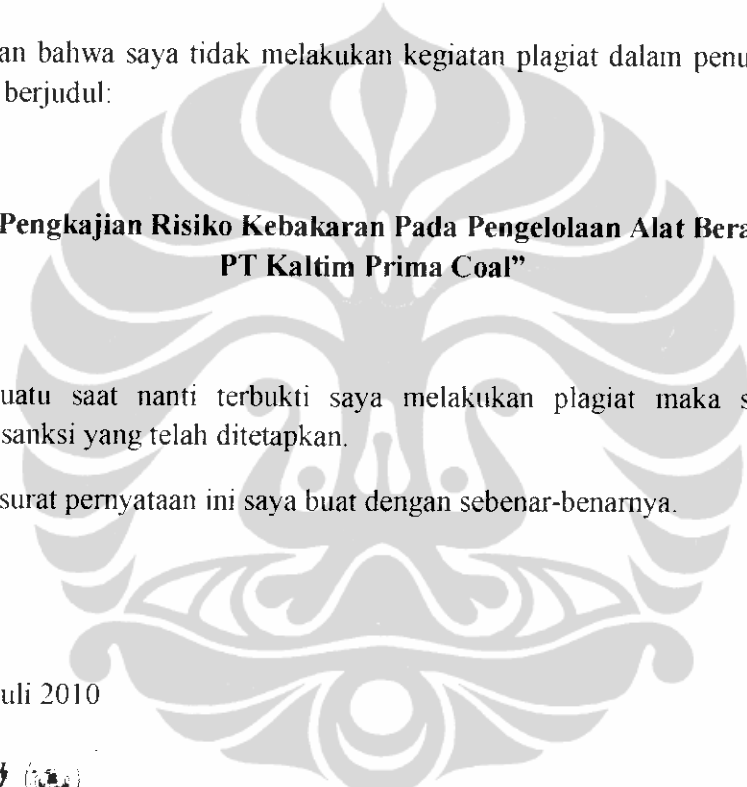
**“Pengkajian Risiko Kebakaran Pada Pengelolaan Alat Berat
PT Kaltim Prima Coal”**

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, 9 Juli 2010

METEKAN
TAMBAH
74370
6000 DJP



(Dedy Wahyudi)

DAFTAR LAMPIRAN

1. Form check list Survey peralatan pada saat observasi
2. Mining Support Department Organization Chart
3. Australian Standart (AS 5062 - 2006) : Fire Protection for mobile and transportable equipment
4. Risk Management (AS/NZS 4360 : 2004)



STRUKTUR ORGANISASI

