

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Menjelaskan penelitian yang pernah dilakukan, beberapa perbedaan penelitian tersebut dapat di jelaskan sebagai berikut

2.2.1. Penelitian tentang Kebakaran dan Ledakan Pada Tangki Minyak

Menurut Penelitian Kamaei dkk. (2016) yang berjudul “*Risk assessment and consequence modeling of BLEVE Explosion Wave Phenomenon Of LPG Spherical Tank In a Refinery*” yang bertujuan mengidentifikasi bahaya dan penilaian resiko di industri minyak dan gas untuk mengurangi tingkat frekuensi dan kecelakaan pada manusia yang bekerja dan meminimalisir kerusakan pada properti, serta melakukan evaluasi terhadap *spherical tank* yang bertekanan tinggi dan bernilai mempunyai risiko ledakan pada *Bleve (Booiling Liquid Expanding Vapor Explosion)*. Dengan metode Bowtie yaitu menggunakan sebuah perangkat lunak berupa PHAST untuk memodelkan fenomena *Bleve* untuk mendapatkan fenomena dan kuantitas gelombang ledakan.

Hasil dari penelitian Kamaei dkk (2016) adalah secara umum ada lima penyebab dan dua konsekuensi yang teridentifikasi untuk fenomena *bleve*. Dari analisis yang didapat ditemukan gelombang ledakan tangki *sferis* yang menyebabkan ledakan tank terjadi.

Menurut Penelitian Lestari, Fatma dkk (2010) yang berjudul “Potensi Bahaya Kebakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis *Premium* Di Depot X tahun 2007” yang bertujuan untuk memperhatikan secara serius permasalahan pada Depot X yang merupakan salah satu produk *Flammable liquid* yang kemungkinan adanya terjadi kebakaran dan ledakan. Dengan metode yang digunakan adalah *Dow's Fire And Explosion Index*. Metode ini merupakan salah satu cara pendekatan yang konsisten untuk mengenal potensi bahaya. Proses dari metode ini berupa evaluasi terhadap besarnya reaksi dari bahaya, ledakan dan reaktifitas dari alat dan isinya secara objektif dan realitis. Hasil dari penelitian ini menurut metode *dom's fire and explosion index* adalah menentukan unit yang

akan diproses, dimana unit yang akan diproses harus memiliki potensi bahaya dan kerugian yang besar jika terjadi kebakaran dan ledakan.

Penelitian dari Ambarani dan tualeka dkk. (2016) yang berjudul “*Hazard Identification And Risk Assesment (HIRA) Pada Proses Fabrikasi Plate Tangki 42-T-501A PT Pertamina (Persero) RU VI Balongan*” dengan tujuan penelitian adalah berfokus mengidentifikasi risiko selama proses fabrikasi plat di PT PERTAMINA. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Setelah data terkumpul kemudian diolah dalam bentuk tabel dan diagram untuk dianalisis. Hasil dari penelitian ini mendapatkan 6 prosedur dengan 24 potensi bahaya dimana diantaranya adalah 6 risiko dengan tingkat rendah, 6 resiko dengan tingkat sedang, 11 dengan tingkat risiko tinggi dan 1 risiko yang tingkat bahayanya sangat ekstrim. Dari hasil diatas maka dapat disimpulkan 11 dengan risiko tingkat tinggi yang menjadi salah satu faktor utama dalam pekerjaan *fabrikasi* plat, contohnya seperti: paparan cahaya bor, paparan asap obor, percikan api pengelasan, dan sebagainya. Risiko-risiko inilah yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan atau kebakaran pada tangki minyak.

Permatasari dkk. (2016) yang melakukan penelitian berjudul “Analisis Konsekuensi Kebakaran Dan Ledakan Pada Tangki LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) Di PT Surya Esa Perkasa TBK” dimana Penelitian ini bertujuan menganalisis kebakaran dan ledakan pada tangki yang bermuatan 150 ton yang dapat mengakibatkan bocornya LPG pada tangki tersebut. Dalam penelitian ini Permatasari dkk menggunakan penelitian deskriptif dengan melakukan pemodelan kebakaran *jet fire*, *Bleve* dimana pemodelan tersebut menggunakan *software ALOHA*. Hasil penelitian ini mendapatkan sebuah data berupa jumlah populasi pekerja yang berisiko dan data *emergency response plan* yang telah ditentukan.

Menurut Simanjuntak, Esta dkk. (2016) tentang Kombinasi “*Software Pyrosim Fire Modelling dan Down’s Fire and Epllosion Index (DF&EI) Untuk analisis risiko kebakaran dan ledakan pada LPG Stroge Tank*”. Dari penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko terjadinya kebakaran dan ledakan pada tangki minyak industri pertamina dengan menggunakan metode *Down’s Fire and Explosion Index (DF&EI)* dan *Pyrosim Fire Modelling* yang berfokus pada tangki

C-20-01-A dan C-20-01-B yang mampu menampung kapasitas 5.247.000 liter pada setiap tangkinya. Dan dari hasil penelitian dengan metode *Down's Fire and Eplosion Index* (DF&EI) terhadap kedua tangki tersebut adalah Tangki minyak industri pada C-20-01-A dan C-20-01-B memiliki tingkat resiko yang tinggi terhadap kebakaran dan ledakan sementara untuk hasil dari metode *Phrosim Fire Modelling* adalah dimana untuk mencapai temperatur pada tangki industri minyak dengan tipe C-20-01-B sebesar 51.94 s dengan temperatur 60.03°C sementara untuk tipe C-20-01-A dengan waktu *Bleve* dapat menyimpan 8.2 s.

Menurut Rahayu, Endang dan Masribut (2016) yang berjudul “Analisis Proteksi Risiko Kebakaran Pada Proses Pembongkaran *Avtur* Di PT.X Pekanbaru”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi resiko apa saja yang terjadi saat melakukan pembongkaran bahan bakar *Avtur*, dan bagaimana persiapan petugas dalam menangani resiko kebakaran serta sistem proteksi apa yang dilakukan sebelum proses pembongkaran. Untuk mendapatkan data yang di butuhkan dalam mengidentifikasi resiko terjadinya kebakaran maka penelitian ini menggunakan metode deskriptif, dengan cara melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang saling berkaitan. Hasil dari penelitian ini untuk kesiapan petugas dalam menangani proses ini sudah termasuk dalam kategori baik, proses pemindahan bahan bakar *avtur* ke tangki timbun pun sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh JSA (*Job Safety Analys*) hanya saja dalam sistem proteksi kebakaran belum termasuk baik. Karena, sistem proteksi kebakaran belum mengikuti syarat yang di tentukan.

Imantika dkk. (2017) menuliskan evaluasi dan perancangan sambaran petir pada tangki Produk 1 Berjenis *Internal Floating Roof Tank* dan *Fix Roof Tank* Di PT.TPPI Tuban”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi potensi kebakaran dan ledakan yang disebabkan oleh sambaran petir karena adanya penyaluran arus yang kurang maksimal di pembumian. Dalam penelitian proteksi sambaran petir pada tangki menggunakan metode evaluasi yang berpedoman dengan standar yang ada dan kondisi di lapangan dengan proteksi penyalur sambaran petir ke tangki. Dimana penelitian ini juga menggunakan aplikasi *ALOHA* untuk membuat simulasi dampak ledakan dengan standar SNI 03-7015-2004. Hasil dari penelitian ini didapatkan jarak dari tangki *reformate* yang terjadi

karena dampak ledakan yaitu Zona kuning dengan jarak 4.04 km, zona Orange berjarak 2.65 km sedangkan zona merah sekitar 1.87 km. Sementara untuk simulasi pada SNI 03-7015-2004 adalah dimana mengharuskan setiap tangki memasang sistem proteksi petir secara *external*.

Abrianto (2011) yang melakukan kajian berjudul “Identifikasi Bahaya, Penilaian Dan Pengendalian Resiko Di Unit Destilasi Atmosferis Pengolahan Minyak Pusdiklat Migas CEPU”. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi upaya perusahaan dalam mencegah tindakan keselamatan kerja dan apa saja yang dilakukan perusahaan dalam mengidentifikasi unit destilasi atmosfer pengolahan minyak. Dalam penelitian ini untuk mendapatkan data yang menjadi tujuan dari penelitian ini dengan cara menggunakan metode deskriptif dimana metode ini memberikan gambaran mengenai tujuan dari penelitian ini. Untuk data di dapatkan dari data primer dan sekunder. Dimana data primer melakukan observasi secara langsung di lingkungan kerja. Sementara data sekunder diperoleh dari data yang telah ada. Hasil dari penelitian ini di dapat 2 kategori tingkat bahaya pada unit destilasi atmosfer pusdiklat migas yaitu: Tingkat sedang adalah terpeleset, terjatuh dan sebagainya atau tersengat aliran listrik sementara tingkat tinggi adalah terjadinya kebakaran dan Ledakan pada tangki.

Menurut Irhanah (2013) yang berjudul “Analisis Konsekuensi Dispersi Gas, Ledakan dan Kebakaran Akibat Kebocoran Tangki Penyimpanan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) Di PT.X Dengan Perangkat Aloha (*Areal Locations Of Hazardous Atmospheres*)”. Dimana penelitian menyatakan bahwa perusahaan minyak dan gas merupakan perusahaan yang memiliki resiko tingkat tinggi untuk terjadinya ledakan dan kebakaran (ILO 1991). Dimana dari penyebab ledakan dan kebakaran pada perusahaan industri minyak bisa terjadi karena tergantung dari beberapa faktor yaitu: Bentuk fisik berupa material seperti benda padat, cair dan gas atau sifat fisik yaitu, kapasitas panas, tekanan uap dan sebagainya. Dimana penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Terjadinya kebocoran pada gas bisa terjadi antara propana dan butana, yaitu *vapor cloud*, *jet fire* dan *Bleve*. Dimana untuk menganalisis 3 skenario antara propana dan butana yaitu *vapor cloud*, *jet fire* dan *Bleve* ini menggunakan *software ALOHA*.

Penelitian dari Ramadhani, dkk. (2013) yang berjudul “Analisis Resiko Kebakaran Dan Ledakan Serta Kerugian Pada Tangki Timbun Jenis Premium di Terminal Bahan Bakar Minyak PT Pertamina Unit Pemasaran II Panjang, Lampung”. Dimana Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tangki timbun untuk dapat melakukan tindakan pencegahan dampak ledakan dan kebakaran pada tangki timbun. Oleh karena itu, untuk mendapatkan data yang di butuhkan perlu adanya penelitian yang berupa metode *Dow's Fire And Explosion Index*. Dan tangki timbun yang akan di jadikan bahan penelitian adalah tangki timbun nomor 12 dengan kapasitas 122,24 liter. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa tangki timbun nomor 12 dengan kapasitas 122,24 liter memiliki resiko kebakaran dan ledakan dengan kategori *Intermediate*. Dimana dengan jarak radius kebakaran dan ledakan 43.747 m.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Tangki Minyak

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Nomor 11 tahun 1979 dalam pasal 23 menjelaskan bahwa tempat penimbunan minyak dan gas bumi beserta hasil pemurnian dan pengolahannya termasuk gas bumi yang dicairkan. Dimana produk itu dapat memberikan dampak-dampak negatif yaitu bahan mudah terbakar (*Flammable*) dan meledak. Oleh karena itu, untuk mencegah yang tidak diinginkan maka membangun sebuah tangki penyimpanan gas bumi dan hasilnya harus memenuhi standar yang ditentukan dalam pembangunan. Agar tidak terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki minyak tersebut.

Tangki industri minyak merupakan salah satu tempat pengolahan dan penyimpanan produk-produk minyak bumi beserta hasilnya. Dimana tangki berperan dalam bidang industri minyak sangatlah berpengaruh dalam proses produksi produk-produk minyak bumi. Secara garis besar biasanya hasil produksi minyak bumi bersifat cair, tetapi tidak menutup kemungkinan produk hasil minyak bumi dapat berbentuk padat. Tangki penyimpanan minyak terbagi menjadi dua klasifikasi yaitu:

1. Tangki atmosferik (*Atmospheric tank*)
2. Tangki Bertekanan (*Pressure Tank*)

Dua klasifikasi di atas memiliki fungsi yang berbeda-beda. Tangki atmosferik adalah tangki yang menyimpan produk minyak dengan tekanan rendah. Tangki yang termasuk dalam klasifikasi ini adalah *Umbrella*, *Fixed Dome Roof*, *Horizontal*, *type plain hemispheroid*, *type noded spheroid*. Sementara Tangki Bertekanan adalah tangki yang mampu menyimpan hasil produk dengan tekanan yang lebih tinggi 11.1 psi.

Penelitian ini akan berfokus pada konstruksi *spherical Tank*. Dimana *Spherical Tank* adalah sebuah tangki penyimpanan minyak yang masuk ke dalam kategori *Pressure Tank* yang mampu menyimpan gas cair dengan tekanan 75 psi dan volume mencapai 50.000 *barrel* yang berfungsi menyimpan LNG dengan suhu mencapai hingga -190° . Karena *spherical Tank* menyimpan hasil produk minyak bumi dengan tekanan tinggi, maka dari itu tangki ini memiliki dinding *double* yang di isi dengan *polyurethane foam*.

Untuk membangun sebuah tangki industri minyak, ada beberapa aspek yang harus diperhatikan yaitu: kekuatan bangunan, kestabilan bangunan, bangunan yang tahan lama, keamanan terhadap proteksi kebakaran dan ledakan. Dan agar tangki minyak dapat berfungsi dengan baik salah satu aspek yang harus diperhatikan adalah proteksi kebakaran dan ledakan pada konstruksi. Dari banyaknya kejadian di area kilang mengenai ledakan dan kebakaran baik itu karena *human error* atau karena tekanan gas dari dalam tangki. Oleh sebab itu, untuk meminimalisir dampak-dampak negatif yang disebabkan oleh kebakaran dan ledakan maka perlu adanya melakukan proteksi kebakaran dan ledakan pada konstruksi tangki minyak.

2.2.2. Ledakan dan Kebakaran

Berdasarkan Pasal 03 UU No.1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja adalah syarat yang ditetapkan sebagai acuan perusahaan dalam menerapkan keselamatan kerja dan kesehatan. Dengan tujuan mencegah atau mengurangi tingkat kecelakaan baik pada manusia ataupun pada bangunan. Untuk memberikan proteksi ledakan dan kebakaran yang ada.

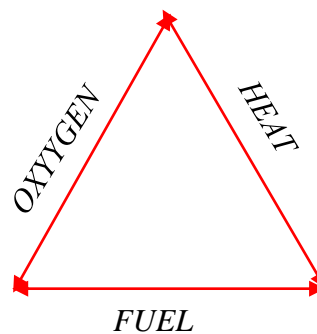
Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.04/MEN/1980 tentang mengatur syarat-syarat pemasangan dan pemeliharaan APAR. Sebuah konstruksi tangki minyak yang berfungsi sebagai pengolahan dan

menyimpan hasil gas bumi dan sebagainya. Maka diperlukan sebuah sistem atau alat yaitu APAR (Alat Pemadam Api Ringan) yang siaga jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran atau ledakan.

Kebakaran adalah suatu kejadian yang tidak di inginkan oleh manusia dan di luar kemampuan manusia. Karena kebakaran dapat terjadi dimana dan kapan saja tanpa manusia ketahui (Ramli,2010).

Ledakan adalah suatu proses antara bahan kimia dan proses oksidasi yang disertai suhu yang bertekanan tinggi (Ramli,2010).

Dalam proses kebakaran api tidak semerta-merta terjadi begitu saja. Akan tetapi, melalui proses kimiawi dimana antara uap bahan bakar dengan oksigen dan bantuan panas. Proses ini dikenal dengan segitiga api (*fire triangle*). Dimana t *fire triangle* kebakaran dapat terjadi karena 3 faktor yaitu: Bahan bakar, Sumber Panas dan Oksigen. Seperti contoh gambar di bawah ini (Ramli,2010).



Gambar 2.1 *Fire triangle*

Oleh karena itu, dalam pembangunan industri selain aspek pada bangunan seperti kuat atau kokohnya sebuah bangunan atau tangki. Hal utama dalam pembangunan tangki industri minyak adalah keselamatan kerja diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu pemahaman bahan dan proses yang aman
2. *Fire emergency plan* yang handal dan di perbaharui
3. Sistem Proteksi berbasis potensi bahaya
4. Penerapan perlindungan terhadap ledakan
5. Penerapan *fire safety management*
6. Kapasitas instansi pemadaman kebakaran setempat

2.2.3. Potensi Kebakaran dan Ledakan Pada Tangki Minyak

Berdasarkan Undang-Undang No.1 tahun 1970 Pasal 03 yang menyatakan bahwa salah satu syarat keselamatan kerja adalah mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran, serta mencegah dan mengurangi bahaya ledakan. Dimana untuk mengurangi terjadinya kebakaran dan ledakan yang dapat menimbulkan dampak-dampak negatif serta merugikan dalam segala aspek. Akan tetapi, kebakaran secara garis umum dapat terjadi karena 2 faktor diantaranya yaitu:

1. Faktor Manusia

Faktor manusia atau biasa dikenal dengan *Human Error* merupakan salah satu faktor yang kurangnya perhatian atau informasi dalam Keselamatan bekerja. Dimana faktor ini masih sering terjadi di area tempat bekerja seperti (Ramli,2010).

- a) Merokok ditempat yang bukan *area smoking*
- b) Melakukan pekerjaan mengelas bejana yang bekas minyak atau bahan mudah terbakar. Tanpa melakukan pengamanan yang tidak sesuai standarnya.
- c) Melakukan pekerjaan instalasi listrik yang tidak sesuai dengan prosedur, Dan sebagainya.

2. Faktor Teknis

Faktor Teknis merupakan faktor yang disebabkan oleh pemasangan yang tidak sesuai standarnya. Dan dapat menyebabkan kebakaran dan ledakan yang tidak di inginkan seperti (Ramli,2010).

- a) Kurangnya maintenance terhadap instalasi Listrik yang sudah tidak layak atau tidak memenuhi ketentuan yang berlaku
- b) Membangun tempat penyimpanan yang tidak strategis seperti tempat penyimpanan minyak dan gas yang berdampingan dengan sumber api atau panas,

Sementara, untuk tangki industri minyak dan gas yang rentan terjadi potensi untuk kebakaran dan ledakan. Dan mampu memberikan dampak-dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya, seperti berhentinya proses industri, kerugian materill dan sebagainya. Dalam Indutri minyak banyak unsur-unsur penyebab

terjadinya kebakaran dan ledakan, karena di lingkungan tempat kerja banyak tangki-tangki yang menyimpan minyak dan gas dalam jumlah yang besar. Dimana memiliki tekanan uap yang berbeda-beda. Secara garis umum potensi terjadinya kebakaran dan ledakan pada tangki adalah baik pada tangki penyimpanan, proses pembangunan atau *maintenance* tangki atau kegiatan dalam pekerjaan.

1. Potensi kebakaran dan Ledakan pada perbaikan (*Maintenance*) tangki LPG kapasitas 8.000.000 liter.

- a. *Alat Cutting Torch*

Pada saat melakukan *maintenance* pada tangki industri minyak alat *cutting torch* merupakan alat yang dapat menimbulkan percikan api dimana percikan itu dapat menyebabkan Kebakaran dan ledakan pada area kerja. Sehingga pada saat alat *cutting torch* digunakan selain menimbulkan terjadinya percikan api *cutting torch* akan mengeluarkan paparan cahaya dimana jika terkena pada bahan mudah terbakar akan menimbulkan potensi kebakaran dan ledakan pada tangki minyak tersebut (Ambarani dan tualeka, 2016).

- b. Pengelasan

Pengelasan pada tangki industri minyak merupakan hal yang menjadi potensi terjadinya kebakaran dan meledaknya sebuah tangki. Dimana pada saat melakukan pengelasan akan terjadi percikan api yang jika terkena bahan bakar atau bahan yang mudah meledak akan menyebabkan terjadinya kebakaran dan ledakan pada area kerja (Ambarani dan Tualeka , 2016). Sehingga dalam penggunaan alat ini atau kegiatan ini harus melakukan sesuai Standar Operasional Pekerjaan. Agar tidak menimbulkan dampak-dampak negatif yang tidak di inginkan dari kebaran dan ledakan pada tangki minyak.

- c. *Grinding Wheel*

Pekerjaan ini menggunakan alat gerinda yang berfungsi untuk menghaluskan permukaann tangki. Agar permukaan tangki dapat berbentuk halus dan indah, sehingga menambah nilai estetika keindahan pada tangki minyak. Dan pada saat proses *grinding* ini dilakukan terjadinya gesekan antara mesin dengan *plate* yang menyebabkan

terjadinya percikan api. Dimana percikan api itu dapat mengakibatkan terjadinya kebakaran dan ledakan (Ambarani dan Tualeka, 2016), apabila percikan api itu terkena oleh bahan bakar *Flammable*.

d. Pengecatan menggunakan kompresor

Pada saat Pekerjaan ini dilakukan pada tangki industri minyak. Dalam pekerjaan pengecatan tangki minyak ini yang menggunakan mesin kompresor. Mesin ini memang tidak memiliki potensi kebakaran dan ledakan akan tetapi bahan yang digunakan untuk pengecatan ini yang memiliki potensi terjadinya kebakaran berupa *Thinner*. Oleh karena itu, dalam penggunaan *Thinner* yang merupakan bahan bakar yang mudah menyala atau *Flammable* (Ambarani dan Tualeka, 2016). Harus melakukan pekerjaan ini dengan standar yang ada. Baik dalam K3, maupun proses pekerjaannya.

e. BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*)

BLEVE pada umumnya terjadi karena tangki yang berisi gas berada pada titik dibawah tekanan yang menghasilkan sebuah api dan tangki mengalami pemanasan dan tekanan dalam tangki meningkat.

f. *Vapor Cloud Explosion*

Vapor Cloud Explosion merupakan kejadian dimana ketika bahan kimia mudah terbakar keluar dari tangki dan membentuk sebuah awan uap. Dimana awan uap akan bergerak sesuai arah angin. Awan uap yang terbentuk tadi akan terbakar jika berada di batas LEL dan UEL. Dan pada saat terjadinya kebakaran akan terjadi sebuah gelombang ledakan.

g. Kebocoran

Kebocoran dapat terjadi pada tangki atau pipa penyaluran, karena kurangnya pengecekan atau perawatan yang tidak sesuai dengan standar yang ada. Oleh karena itu, Kebocoran pada tangki atau pipa penyalur produk-produk hasil bumi dapat menimbulkan terjadi kebakaran dan ledakan.

h. Jumlah material atau Produk yang di simpan

Jika pada saat menampung hasil minyak bumi dan produk-produk yang melebihi kapasitas yang tersedia. Akan menimbulkan terjadinya kebakaran dan ledakan pada tangki.

2. Klasifikasi Bahan

a. Bahan Mudah Terbakar

Bahan mudah terbakar dapat terjadi karena beragam jenis, sifat dan karakteristik dari bahan itu sendiri. Oleh karena itu, bahan mudah terbakar di bagi dalam beberapa kelompok diantaranya yaitu (Ramli,2010).

1) Bahan Bakar padat (*Solid*)

Bahan bakar padat contohnya, kayu, kain, rumput, dan kapas dan sebagainya

2) Bahan bakar Cair (*Liquid*)

Bahan Bakar cair contohnya, Minyak, bahan cat, bahan kimia dan sebagainya

3) Bahan Bakar Gas (*Gas*)

Bahan Bakar Gas contohnya, LPG, Gas karbit dan sebagainya.

Menurut NFPA, bahan yang mudah menyala dan terbakar dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu (Ramli,2010).

- a. Cairan Sangat mudah menyala (*extrem Flammable Liquid*) dimana memiliki titik nyala pada suhu 37,8°C. Dimana cairan ini termasuk dalam kelas IA, IB dan IC (Ramli,2010).
- b. Cairan Mudah menyala (*Highly Flammable*) yang merupakan cairan berada pada titik 100°F-140°F yang termasuk dalam Kelas II (Ramli,2010).
- c. Cairan Dapat Menyala (*Flammable*) yaitu cairan yang mempunyai titik diatas 140°F. Cairan *Flammable* ini termasuk dalam Kelas III (Ramli,2010).

Berdasarkan pada teori *Fire Triangle* dimana api dapat menyala jika ada 3 unsur yaitu, Bahan bakar, Oksigen dan Panas. Tanpa adanya reaksi kimia pada 3 unsur ini maka api tidak akan menyala begitu saja. Oleh karena itu, Proses terjadinya api dapat menyala karena ada 3 faktor yaitu:

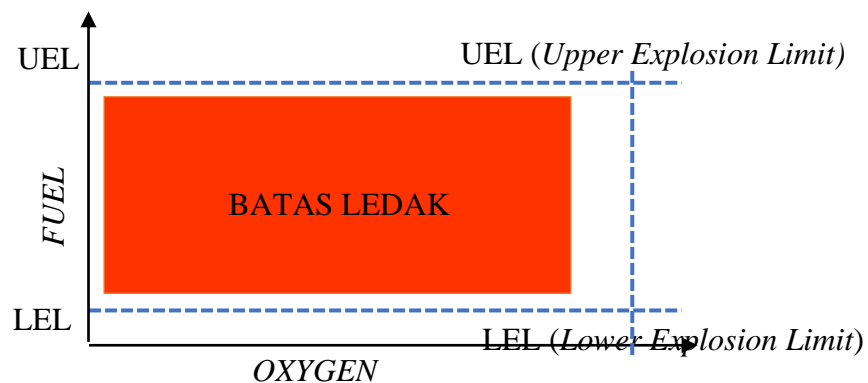
- a. Titik Nyala (Flash Point)

Flash point merupakan temperatur rendah pada suatu bahan yang mengeluarkan uap yang sudah cukup untuk bisa menyala. Akan tetapi, semakin berkurang tingkat temperatur pada bahan maka makin mudah untuk terjadinya kebakaran (Ramli,2010).

b. Batas Nyala (*Flammable Range*)

Flammable Range atau bisa disebut dengan *explosive range* dimana dapat terjadi ledakan atau menyala jika konsentrasi pada uap dan bahan bakar mendapatkan sumber panas (Ramli,2010). Dimana dalam batas nyala dan ledakan terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

- 1) *Lower Explosive Limit* (LEL) Dimana batasan terendah antara bahan bakar dan oksigen untuk bisa menyala (Ramli,2010).
- 2) *Upper Explosive Limit* adalah suatu batas tertinggi antara bahan bakar dan oksigen untuk dapat menghasilkan api (Ramli,2010).
- 3) *Explosive Limit* dimana berada pada antara LEL dan UEL dimana api berada pada kategori yang cukup untuk menyala (Ramli,2010)



Gambar 2.2 Batas Nyala bahan bakar dengan udara

2.2.4. Sistem Proteksi Ledakan dan kebakaran

Sistem Proteksi Kebakaran merupakan salah satu cara untuk mencegah atau tindakan mitigasi kebakaran. Dimana sistem proteksi kebakaran terbagi menjadi 2 kelompok yaitu:

1. Proteksi Kebakaran Aktif

Proteksi kebakaran aktif merupakan suatu sarana proteksi kebakaran yang harus digerakkan oleh manusia yang bertujuan untuk memadamkan api. Dimana Proteksi kebakaran aktif dikelompokkan sebagai berikut:

a. Sistem deteksi dan alarm kebakaran

Dimana sistem ini berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan memberikan peringatan terjadinya api. Alat ini biasa disebut dengan *Early Warning System (EWS)* (Ramli,2010).

b. Sistem air pemadaman

Sistem air pemadaman merupakan suatu proteksi kebakaran dengan sistem air yang berasal dari sumber awal hingga sampai terpancarnya air ke lokasi kebakaran. Sistem air pemadaman memiliki beberapa komponen utama yaitu:

1) Sumber air dan penampung

Sumber air merupakan salah satu kebutuhan utama dalam melakukan tindakan proteksi kebakaran, terutama dalam bangunan dan pabrik. Jika dalam bangunan dan pabrik jauh dengan air maka dibuthkannya tempat untuk menampung air untuk memenuhi standar yang ada.

2) Pompa pemadaman kebakaran

Alat pompa merupakan jantung sistem dari proteksi kebakaran. Dimana pompa merupakan alat yang digunakan untuk meningkatkan tekanan pada air agar air dapat mengalir ke tempat terjadinya kebakaran. Agar pompa dapat berfungsi sesuai dengan baik maka pada saat pemasangan pompa harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh NFPA (*National fire Protection Association*) dan UL (*Underwriters Laboratories*).

3) Sistem hidran dan monitor

Hidran Alat penyalur air yang banyak terpasang di beberapa lokasi yang mudah terbakar dan meledak. Hidran pemadam kebakaran berfungsi sebagai penyalur air yang akan di sambungkan oleh slang pemadam atau mobil pemadam kebakaran. Sementara Monitor merupakan salah satu alat untuk memproteksi kebakaran yang berfungsi sebagai pelindung atau pendingin bangunan yang secara tidak langsung terpapar matahari. Alat ini baik di gunakan pada area tangki minyak atau bejana.

4) Penyembur Air

Pemyembur air (*Water Spray*) merupakan alat proteksi kebakaran yang biasanya digunakan pada lingkungan bejana, tangki yang membutuhkan jumlah air yang banyak untuk pendinginan. Cara kerja dari alat ini merupakan secara otomatis dan manual. Dimana penyeburan air (*Water spray*) menggunakan detektor temperatur (Ramli,2010).

5) Slang pemadam dan *Nozzle*

Slang pemadam merupakan salah satu alat yang berupa slang karet, Dimana slang merupakan alat yang mudah digunakan pada saat terjadi kebakaran.

6) Sistem penyalur air pemadam

Sistem penyalur air pemadam merupakan suatu jaringan pipa pemadam yang berfungsi sebagai penyalur air dari titik sumber ke lokasi kebakaran. Dalam pemasangan jaringan pipa ini menggunakan 2 cara yaitu di bawah tanah dan di atas permukaan tanah. Dimana cara ini bertujuan untuk menghindari resiko terjadinya benturan dengan benda lain (Ramli,2010).

2. Proteksi Kebakaran Pasif

Proteksi Kebakaran pasif merupakan suatu sistem proteksi yang saling berkaitan atau menjadi sebuah kesatuan dari bagian konstruksi yang ada. Pada sarana proteksi kebakaran memiliki 3 jenis yang digunakan sebagai sistem proteksi kebaran pasif diantaranya:

a. Penghalang (*Barrier*)

Penghalang merupakan suatu bangunan yang didesain untuk mencegah terjadinya penjalaran api dari satu tempat ke tempat yang lain. Penghalang ini dapat berbentuk tembok atau partisi dengan material tahan api (Ramli,2010).

b. Jarak aman

Dalam membangun sebuah konstruksi jarak aman sangat berguna dalam tindakan mitigasi penyebaran api dari satu tempat ke tempat lainnya. Oleh karena itu, dalam pembangunan di lingkungan industri

sangat membutuhkan jarak aman seperti antar unit, Tangki timbun, gudang dan sebagainya. Maka dari itu, lingkungan dalam tangki minyak dan industri harus memiliki standar mengenai jarak aman antar peralatan. Sebagai contoh jarak dari ruang kontrol ke kompresor misalnya 50 ft (15 meter) dan jarak dari ke reaktor minimal 100 ft (Ramli,2010).

c. Pelindung Tahan api

Pelindung tahan api (*Fireproofing*) adalah suatu sistem pelindung sarana atau peralatan yang berfungsi untuk menjadi salah satu tindakan proteksi kebakaran pasif. Sebagai contoh, struktur penyangga atau pipa support pada tangki minyak diberikan lapisan *fireproofing* agar mampu menahan konstruksi tersebut pada saat kebakaran (Ramli,2010).

Berdasarkan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per 04/MEN/1980 tentang Syarat-syarat Pemasangan dan pemeliharaan APAR. Dimana, dalam peraturan mewajibkan untuk setiap instansi melakukan pemasangan dan pemeliharaan APAR sesuai dengan standar yang berlaku. Agar APAR dapat berkerja dengan sesuai fungsinya.

APAR (Alat Pemadam Api Ringan) merupakan alat yang bersifat dapat dilakukan secara individu baik diangkat maupun dioperasikan secara otomatis (Ramli,2010). Dimana APAR memiliki batas kemampuan dalam memadamkan api. Oleh karena itu, untuk mengetahui batas kemampuan APAR perlunya menentukan *Fire Rating* dari hasil pengujian dan tes.

1. Kebakaran Kelas A, melakukan pengujian dengan membakar tumpukan kayu dengan durasi 10 menit
2. Kebakaran Kelas B, melakukan pengujian dengan membakar bahan bakar premium pada suatu tempat dengan durasi 3 menit.
3. Kebakaran Kelas C, dengan pengujian membakar Instalasi listrik yang memiliki *volt* 10.000.
4. Kebakaran kelas D tidak melakukan pengujian apapun.

Pada dasarnya api terjadi karena ada 3 unsur yaitu oksigen, panas, dan bahan bakar tanpa adanya 3 unsur itu maka api tidak akan menyala. Oleh karena itu, untuk mematikan api atau memadamkan kebakaran dapat melakukan beberapa cara seperti:

a. Mendinginkan Api (*Cooling*)

Dimana dengan cara mendinginkan dapat menurunkan temperatur uap dan gas. Teknik ini dilakukan sampai temperatur berada di dibawah suhu menyala. Agar bahan tidak terbakar. Dimana cara ini dilakukan oleh tim dengan menyemprotkan ke titik yang terbakar (Ramli,2010).

b. Menghilangkan Oksigen (*Smothering*)

Pada teknik menghilangkan Oksigen merupakan salah satu bahan bakar yang memerlukan oksigen, seperti Kayu. Kayu akan menimbulkan api jika permukaan kayu membutuhkan kadar oksigen berkisar 4-5%, dan *acetylene* membutuhkan <5%,. Dimana gas dan uap tidak akan terbakar jika kadar oksigen masih berada dibawah 15%. Oleh karena itu, proses ini jika terjadi kebakaran dapat dipadamkan dengan cara menghilangkan suplai oksigennya.

c. Menghilangkan Bahan Bakar (*Starvation*)

Pada Unsur bahan bakar ini sebenarnya merupakan sifat yang akan mati dengan sendirinya, karena bila bahan bakar habis maka bahan tidak akan terbakar. Hanya saja untuk menghilangkan unsur ini tidak mudah, namun dapat dilakukan dengan menutup katup yang dapat menimbulkan kebakaran(Ramli,2010)

d. Memutuskan Rantai

Dimana memutuskan rantai ini merupakan bentuk mematikan api dengan cara mencegah terjadinya proses reaksi kimia(Ramli,2010). Dari 4 teknik yang digunakan dapat memadamkan api atau memadamkan kebakaran.

Menurut Peraturan *National Fire Protection Association* (NFPA). Yang menentukan pembagian klasifikasi kebakaran menurut Kelasnya diantaranya:

1. Kelas A

Kelas A merupakan kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda padat kecuali logam. Seperti: Kayu, Kertas, Plastik dan lain-lainnya. Kebakaran ini sangat kurang atau tidak dapat terbakar dengan sendirinya. Pada bahan kebakaran klasifikasi kelas A ini tidak akan mengalir atau menjalar karena pada bahan ini mampu menyimpan panas dengan bentuk abu atau bara.

2. Kelas B

Kelas B merupakan salah satu kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda yang mudah terbakar (*flammable*). Seperti: LPG, Bensin, Spirtus, minyak goreng dan sebagainya. Klasifikasi kelas C adalah jenis kebakaran yang dapat mengalir atau berpindah ke tempat yang lain.

3. Kelas C

Kelas Ini disebabkan karena adanya listrik yang bertegangan. Seperti: Alat-alat rumah tangga yang menggunakan arus listrik.

4. Kelas D

Kebakaran D merupakan kebakaran yang disebabkan oleh benda-benda yang logam yang padat seperti: Magnesium, Alumunium dan sebagainya

5. Kelas K

Kebakaran kelas ini disebabkan oleh bahan-bahan yang berkonsentrasi lemak yang tinggi. Biasanya kebakaran ini banyak terjadi di area yang berhubungan dengan dapur. Maka dari itu kelas K ini dapat termasuk dalam Klasifikasi kelas B.

Berdasarkan KepNaker N0. KEP.186/MEN/1996 Klasifikasi tingkat potensi bahaya meliputi:

1. Klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran ringan

Dimana dalam klasifikasi kebakaran tingkat ringan merupakan suatu tempat yang mempunyai kemudahan dan jumlah terbakar rendah. Akan tetapi, jika pada saat kebakaran melepaskan panas dengan tingkat rendah, dan api pun akan menjalar dengan lambat. Tempat-tempat yang masuk dalam klasifikasi ini terjadi pada tempat ibadah, gedung, perumahan, perhotelan, rumah sakit dan sebagainya.

2. Klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran sedang I

Pada kebakaran tingkat sedang I merupakan tingkatan yang mempunyai jumlah dan kemudahan dalam terbakar sedang. Dalam tingkatan ini jika menimbun bahan dengan ketinggian <2,5 m maka kebakaran akan menjalar dengan sedang. Klasifikasi risiko kebakaran tingkat sedang I dapat terjadi di lingkungan pabrik roti, pabrik barang gelas, pabrik permata, dan sebagainya

3. Klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran sedang II

Klasifikasi ini termasuk dalam kebakaran sedang II dimana jumlah dan kemudahan terbakar sedang dan menimbun bahan dengan ketinggian >4 m. Sehingga jika terjadi kebakaran, api akan menjalar dengan sedang dari satu titik ke titik lain. Contoh tempat yang termasuk dalam klasifikasi ini adalah Perakitan Kayu, Gudang pendinginan, Bengkel Mesin, dan lain-lain.

4. Klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran sedang III

Suatu tempat kerja yang memiliki potensi kebakaran dengan jumlah dan kemudahan terbakarnya tinggi. Maka, kebakaran akan semakin cepat menjalarnya. Oleh karena itu, yang termasuk dalam klasifikasi kebakaran tingkat II yaitu, Pabrik ban, pabrik karung, bengkel mobil, pabrik plastik dan sebagainya.

5. Klasifikasi tingkat risiko bahaya kebakaran berat

Klasifikasi risiko bahaya kebakaran berat merupakan kejadian dimana suatu tempat yang memiliki jumlah dan kemudahan terbakarnya tinggi, menyimpan bahan berbentuk cair. Sehingga, jika terjadinya kebakaran dengan melepaskan panas yang tinggi dapat menyebabkan api menjalar dengan cepat. Kebakaran tingkat berat termasuk dalam hanggar pesawat, penyulingan minyak dan lain-lain.

2.2.5. Penilaian risiko *maintenance* tangki LPG kapasitas 8.000.000 liter.

Risiko adalah kejadian yang berpeluang mempengaruhi proyek secara negatif sebagai akibat dari adanya ketidakpastian. Risiko berkaitan dengan kemungkinan atau probabilitas. Oleh karena itu, sebelum melakukan pekerjaan perlu adanya melakukan penilaian risiko agar mengurangi tingkat kecelakaan baik pada pekerja maupun lingkungan kerja yang dapat memberikan dampak negatif. Setelah melakukan identifikasi risiko apa saja yang ditimbulkan dari pekerjaan yang ada, maka selanjutnya melakukan sebuah penilaian terhadap pekerjaan agar mengetahui risiko yang terjadi termasuk dalam kriteria risiko kecil, sedang atau besar.

Untuk hasil penilaian risiko dapat melakukan pendekatan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Risiko} = \text{Kejadian} \times \text{Dampak}$$

Penilaian Risiko merupakan proses dimana menganalisa risiko dan mengevaluasi risiko sebelum melakukan pekerjaan. Setelah melakukan penilaian risiko pada suatu pekerjaan maka perlu adanya analisa risiko dimana analisa ini berfungsi sebagai penentu besarnya risiko yang terjadi antara kemungkinan terjadi dan keparahan bila risiko tersebut terjadi.

Untuk melakukan penilaian risiko dapat melakukan metode kuantitatif yaitu metode dengan memberikan penilaian berupa numerik pada setiap aspek kegiatan atau pekerjaan. Dari hasil penilaian yang ada selanjutnya melakukan perhitungan matriks antara kemungkinan dan keparahannya. Untuk mengetahui risiko pada suatu pekerjaan dapat membuat matrik risiko seperti dibawah ini.

Tabel 2.1 Matrik risiko

Kejadian	Dampak			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

Sumber: Ramli (2010)

Dari tabel matriks di atas, dapat disimpulkan bahwa peringkat risiko adalah

Nilai 1 sampai 4 : Risiko rendah

Nilai 5 sampai 11 : Risiko sedang

Nilai 12 sampai 16 : Risiko tinggi

Dan dari nilai skala pada tabel kemungkinan dan keparahan, dapat dibuat peringkat skala kemungkinan dan keparahan sebagai berikut ini.

Nilai 1 : Hampir tidak Terjadi

Nilai 2 : Jarang Terjadi

Nilai 3 : Sering Terjadi

Nilai 4 : Selalu Terjadi