

MODUL MATA KULIAH

**TANGGAP DARURAT
DAN
MANAJEMEN KEBAKARAN**



OLEH :

HENDRI AMIRUDIN ANWAR, ST, M.KKK

PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT

FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

TAHUN 2018

BAB VIII IDENTIFIKASI DAN ANALISA POTENSI BAHAYA KEBAKARAN

Berdasarkan data Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta angka kebakaran di Jakarta cukup mengkhawatirkan. Di Tahun 2009 tercatat 769 kasus kebakaran dan total kerugian Rp. 253 Milyar dengan korban meninggal sebanyak 31 orang dan luka-luka sebanyak 35 orang, luas area yang terbakar 85.779 m², dan sebanyak 6.457 jiwa kehilangan tempat tinggal. Di Tahun 2010 tercatat sekitar 699 kasus kebakaran dan total kerugian Rp.205 Milyar dengan korban meninggal sebanyak 21 orang dan luka-luka sebanyak 69 orang, luas area yang terbakar 269.647 m² dan akibat kebakaran itu sekitar 10.732 jiwa kehilangan tempat tinggal. Untuk tahun 2011 hingga bulan Oktober tercatat sebanyak 779 kasus kebakaran dan total kerugian 180 Milyar, korban meninggal sebanyak 13 orang dan luka-luka sebanyak 67 orang, luas area yang terbakar seluas 689 m², dan akibat dari kebakaran itu sebanyak 13.266 jiwa kehilangan tempat tinggal.

Upaya pencegahan kebakaran harus dilakukan untuk mengurangi jumlah kasus dan korban kebakaran. Salah satu bentuk upaya pencegahan yang perlu dilakukan adalah identifikasi bahaya dan analisa potensi bahaya kebakaran.

8.1 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah sebuah cara yang sistematis dalam memandang sebuah risiko dan menentukan dengan tepat penanganan terhadap risiko tersebut. Ini merupakan sebuah sarana untuk mengidentifikasi sumber dari risiko dan ketidakpastian, serta dapat memperkirakan dampak yang akan ditimbulkan dan mengembangkan respon yang harus dilakukan untuk menanggapi risiko tersebut. Tindakan manajemen risiko diambil oleh para praktisi untuk merespon bermacam- macam risiko. Responden melakukan dua macam hal tindakan dalam manajemen risiko yaitu prihal mencegah dan memperbaiki (Ibrahim,2011).

Menurut Australia/New Zealand Standard atau disebut juga AS/NZS 4360 (2004), risiko adalah suatu kesempatan dari kejadian atau peristiwa yang dapat menimbulkan dampak pada sasaran, risiko diukur berdasarkan adanya kemungkinan terjadinya suatu kasus dan konsekuensi yang dapat ditimbulkan. Pada Manajemen Risiko dalam perspektif K3 (Soehatman,2009), jenis risiko dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Risiko Keselamatan (*Safety Risk*)

Risiko keselamatan adalah suatu risiko yang mempunyai kemungkinan rendah untuk terjadi tetapi memiliki konsekuensi besar. Risiko ini dapat terjadi sewaktu-waktu,

bersifat akut dan fatal. Kerugian-kerugian yang biasanya terjadi dalam risiko keselamatan adalah cedera, kehilangan hari kerja, kerusakan property dan kerugian produksi dan penjualan.

2. Risiko Kesehatan (*Health Risk*)

Risiko kesehatan adalah suatu risiko yang mempunyai kemungkinan tinggi untuk terjadi tetapi memiliki konsekuensi yang rendah. Risiko jenis ini dapat terjadi kapan saja secara terus-menerus dan berdampak kronik. Penyakit-penyakit yang terjadi misalnya gangguan pernafasan, gangguan syaraf, gangguan reproduksi dan gangguan metabolic atau sistemik.

3. Risiko Lingkungan (*Environmental Risk*)

Risiko ini berhubungan dengan keseimbangan lingkungan. Ciri-ciri risiko lingkungan adalah perubahan yang tidak signifikan, mempunyai masa laten yang panjang, berdampak besar pada populasi atau komunitas, berubahnya fungsi dan kapasitas habitat dan ekosistem serta kerusakan sumber daya alam

4. Risiko Keuangan (*Financial Risk*)

Risiko keuangan berkaitan dengan masalah ekonomi, contohnya adalah kelangsungan suatu bisnis, asuransi dan investasi

5. Risiko Umum (*Public Risk*)

Risiko ini berkaitan dengan kesejahteraan kehidupan orang banyak. Sehingga hal-hal yang tidak diharapkan seperti pencemaran air dan udara dapat dihindari.

8.2 Identifikasi Bahaya

Menurut *Labor Occupational Health Program*, bahaya ditempat kerja adalah segala sesuatu di tempat kerja yang dapat malukai pekerja, baik secara fisik maupun mental. Bahaya merupakan potensi yang dimiliki oleh bahan/ material, proses atau cara dari pekerja yang dapat menimbulkan kerugian terhadap keselamatan dan kesehatan jiwa seseorang. Bahaya juga merupakan suatu sumber energi yang dapat menyebabkan terjadinya cedera pada pekerja, kerusakan pada peralatan, lingkungan, dan struktur. Menurut Soehatman (2009), jenis-jenis bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) saat berada di tempat kerja sebagai berikut :

1. Bahaya fisik (*Physical Hazard*) dapat berupa radiasi, temperatur ekstrim, cuaca, pencahayaan, getaran, tekanan udara.

2. Bahan kimia (*Chemical Hazard*) bahaya berbentuk gas, cair, padat yang mempunyai sifat racun (*toxic*), iritasi (*irritant*), sesak napas (*asphyxia*), mudah terbakar (*flammable*), meledak (*explosive*), berkarat (*corrosive*).
3. Bahaya biologis (*Biological Hazard*) bahaya yang dapat berasal dari mikroorganisme khususnya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti bakteri, jamur, virus.
4. Bahaya ergonomik merupakan bahaya yang dapat menimbulkan gangguan pada tubuh secara fisik sebagai akibat dari ketidaksesuaian dan cara kerja yang salah.
5. Bahaya mekanis (*Mechanical Hazard*) bahaya yang terdapat pada benda-benda yang bergerak serta dapat menimbulkan dampak luka bahkan kematian seperti terpotong, tertusuk, tersayat, tergores, terjepit.
6. Bahaya kelistrikan (*Electrical Hazard*) merupakan bahaya yang berasal dari arus aliran listrik.
7. Bahaya psikologi (*Psychological Hazard Stress*) dapat berupa tekanan pekerjaan, kekerasan ditempat kerja, dan jam kerja yang panjang kurang teratur

8.3 Analisis Risiko

Analisis risiko merupakan kegiatan menganalisa suatu risiko dengan menentukan besarnya kemungkinan terjadi dan tingkat dari penerimaan akibat suatu risiko. Tujuan adalah untuk membedakan antara risiko kecil, risiko sedang, dengan risiko besar dan menyediakan data untuk membantu evaluasi dan penanganan risiko (AZ/NZS 4360). Faktor yang mempengaruhi dalam analisis risiko adalah :

1. Sumber risiko Merupakan asal atau timbulnya risiko yang dapat berupa material, yang digunakan dalam proses kerja, peralatan kerja, kondisi area kerja dan perilaku dari pekerja.
2. Probabilitas Merupakan besaran kemungkinan timbulnya risiko. Ditentukan dengan menganalisis frekuensi bahaya terhadap para pekerja, jumlah dan karakteristik bahaya yang terpapar pada pekerja, jumlah dan karakteristik pekerja yang terkena dampak bahaya, kondisi area kerja, kondisi peralatan kerja, serta efektifitas tindakan pengendalian bahaya yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Faktor probabilitas juga berkaitan dengan faktor perilaku pekerja dikarenakan kurangnya pengetahuan dan kesadaran terhadap bahaya dan sumber risiko yang ada dalam proses kerja dan di tempat kerjanya atau stres yang dialami pekerja yang berpengaruh dalam penurunan konsentrasi pekerja. c. Konsekuensi Merupakan besaran dampak yang ditimbulkan dari risiko. Ditentukan dengan

analisis atau kalkulasi statistik berdasarkan data-data yang terkait atau melakukan estimasi subjektif berdasarkan pengalaman terdahulu. Analisis Risiko Kualitatif Metode kualitatif ini pada umumnya menggunakan tabulasi sifat karakteristik penelitian melalui skala deskriptif seperti; tinggi, sedang, atau rendah. Hasil dari analisis kualitatif berbentuk matriks risiko dengan dua parameter, yaitu peluang dan akibat. Menurut AS/NZS 4360 seperti tabel berikut:

Tabel 2.1 Level risiko berdasarkan standar AS/NZS4360

No.	Resiko	Keterangan
1	RISIKO SANGAT TINGGI 15- 25	Level risiko berdasarkan standar AS/NZS4360 Risiko tidak dapat diterima, kegiatan tidak boleh dilanjutkan sampai keadaan tertentu/ upaya mereduksi risiko
2	RISIKO TINGGI 8 - 12	Risiko perlu pertimbangan untuk direduksi, kegiatan tidak boleh dilanjutkan, jika dilanjutkan perlu tindakan segera RISIKO SEDANG 4 - 6 Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, disesuaikan dengan perhitungan biaya pencegahan dan waktu yang diperlukan
3	RISIKO RENDAH 1 - 3	Risiko dapat diterima, pengendalian tambahan tidak diperlukan

Tingkat risiko (level of risk) pada analisis semikuantitatif merupakan hasil perkalian dari variabel konsekuensi, paparan, dan kemungkinan dari risiko-risiko keselamatan kerja yang terdapat pada setiap tahapan pekerjaan.

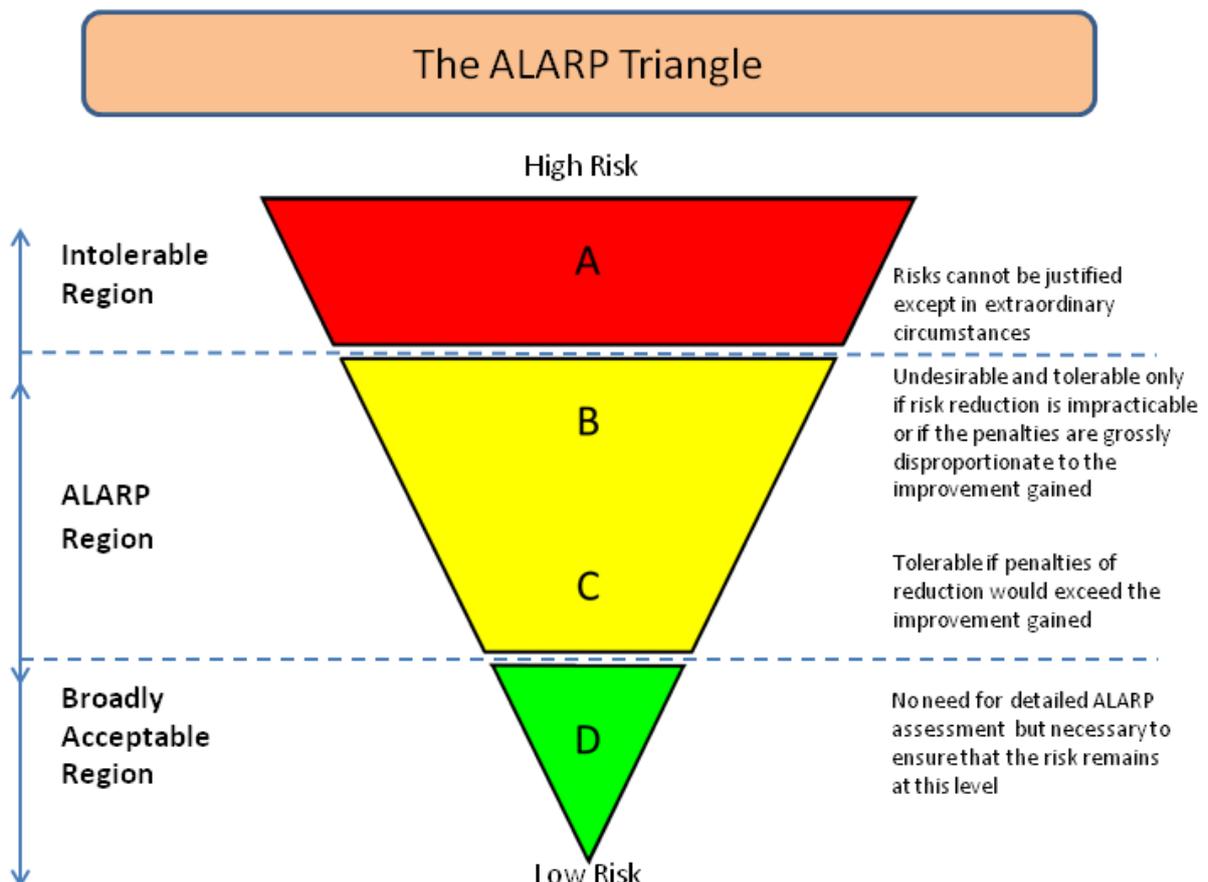
$$\text{Nilai risiko} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Consequences (C)}$$

Tingkat atau peringkat dari risiko merupakan alat yang sangat penting pada manajemen dalam pengambilan keputusan, karena melalui peringkat risiko pihak manajemen dapat menentukan prioritas dan penanganan saat mengalokasikan sumber daya pada tahap pekerjaan konstruksi berlangsung. Pada evaluasi risiko akan diperoleh

gambaran-gambaran informasi tentang risiko yang ada dalam parameter biaya maupun parameter lainnya. As Low As Reasonably Practicable (ALARP) merupakan salah satu konsep praktis dalam mengevaluasi prioritas. dari risiko tersebut menimbang terhadap terjadinya risiko, dana, dan waktu untuk mengendalikannya dilapangan. Menggunakan metode dengan konsep ini dapat memungkinkan dan memudahkan kita dalam menetapkan tujuan dan tugas para duty- holders secara non preskriptif (Bhardwaj, 2010).

Menurut AS/NZS 4360 (2004) ada tiga kategori region pada ALARP untuk meninjau peringkat risiko antara lain :

1. Dapat diterima secara luas (broadly acceptable)
2. Dapat ditoleransi (tolerable)
3. Tidak dapat diterima/ tidak dapat ditoleransi (unacceptable)



Gambar 2.1 ALARP Triangle

8.4 Metode Identifikasi Risiko

Terdapat bermacam metode yang sering digunakan dalam proses mengidentifikasi risiko untuk mengetahui faktor penyebab atau dampak dari risiko itu sendiri. Berikut beberapa contoh metode dalam mengidentifikasi risiko:

8.4.1.1 *Preliminary Hazard Analysis* *Preliminary Hazard Analysis* adalah suatu metode yang dilakukan jika tidak adanya informasi mengenai suatu sistem baru yang akan dipergunakan. Metode ini biasanya dilakukan pada awal sebelum sistem baru mulai diterapkan.

8.4.1.2 *Failure Mode Effect Analysis* *Failure Mode Effect Analysis* adalah metode yang dipergunakan dalam menganalisa sistem yang berhubungan dengan engineering dalam menilai efek dari kegagalan komponen suatu sistem serta mengevaluasi efek dari kegagalan tersebut, sehingga efek dari kegagalan system tersebut dapat dikurangi.

8.4.1.3 *Check List* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui sebuah kondisi awal dalam mengevaluasi sebuah perangkat, peralatan, fasilitas dan prosedur operasi dengan teknik memberi tanda/ simbol-simbol pada setiap tahap data yang akan dievaluasi.

8.4.1.4 *Hazard and operability Study* *Hazard and operability Study* (HAZOPS) merupakan metode yang sering digunakan pada industri kimia dalam mengidentifikasi bahaya yang kaitannya dalam memproses bahan kimia serta dampak bahan-bahan kimia tersebut pada lingkungan.

8.4.1.5 *Fault Tree Analysis* (FTA) metode yang digunakan dalam memprediksi atau digunakan sebagai alat investigasi setelah terjadi kecelakaan, konsep ini dilakukan dengan mencari keterkaitan secara berantai yang menyebabkan kecelakaan bisa terjadi.

8.4.1.6 *Job Safety Analysis* atau JSA adalah metode yang dilakukan dalam upaya mengidentifikasi bahaya atau risiko-risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi di tempat kerja dari setiap aspek yang mempengaruhi tahapan pekerjaan tersebut. (Wiyasa,2014).

8.4.2 Fire Risk Assessment

Fire Risk Assessment (FRA) adalah proses untuk menggambarkan risiko yang terkait dengan kebakaran yang membahas skenario atau skenario-skenario kebakaran, probabilitas, dan potensi-potensi konsekuensinya. Dokumen-dokumen lain dapat menggunakan istilah-istilah selain FRA, misalnya analisis risiko kebakaran, bahaya kebakaran, analisis bahaya, dan penilaian analisis bahaya kebakaran. Penerapan FRA

ini dapat mengacu kepada standar *National Fire Protection Association* (NFPA) dan juga peraturan lokal seperti PerMen PU No. 26 Tahun 2008.

Perusahaan perlu memastikan tingkat keselamatan instalasi proses, peralatan dan fasilitas yang mereka operasikan. Kehadiran bahaya kebakaran pada bangunan, peralatan dan fasilitas dapat secara signifikan mempengaruhi keselamatan pekerja serta kelangsungan operasional dan kegiatan di dalamnya. Tingkat keselamatan kebakaran, yang selanjutnya kita sebut sebagai bahaya kebakaran atau risiko kebakaran, dapat diidentifikasi dan dianalisa melalui *Fire Risk Assessment* ini. (synergisolusi, 2018)

8.4.2.1 Identifikasi Fire Risk Assessment

FIRE SAFETY RISK ASSESSMENT	
1	Identifikasi orang di resiko
2	Identifikasi bahaya kebakaran Sumber panas Sumber bahan bakar Oksigen
3	Evaluasi risiko dan putuskan jika terdapat keselamatan kebakaran yang memadai Evaluasi kemungkinan kebakaran dimulai. Evaluasilah konsekuensinya kepada orang-orang dari kebakaran. Terapkan langkah-langkah keamanan kebakaran <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hapus atau kurangi bahaya kebakaran ▪ Hapus atau kurangi risiko terhadap orang ▪ Alarm kebakaran ▪ Peralatan pemadam kebakaran ▪ Rute pelarian dan pencahayaan ▪ Tanda dan pemberitahuan ▪ Perawatan ▪ Manajemen yang efektif ▪ Pelatihan staf

4	Rekam Catat temuan signifikan dan tindakan yang diambil / tindakan akan diambil
5	Ulasan Penilaian yang ada tetap di ulas Revisi jika di perlukan

Gambar 2.2 Lima langkah dari proses penilaian risiko keselamatan kebakaran

(Safer Schotland. 2008)

8.4.2.2 METODE FIRE RISK ASSESSMENT

Berikut merupakan metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan *fire risk assessment*

Tabel 2.2 Metode Fire Risk Assessment

Kategori	Definisi	Jenis Output
Kualitatif	Menggunakan <i>likelihood</i> dan <i>consequence</i> secara kualitatif	Pengolahan hasil dan <i>likelihood</i> berbagai kebakaran serta bagaimana pengaruh dari berbagai perlindungan
Semikuantitatif <i>Likelihood</i>	Menggunakan <i>likelihood</i> secara kuantitatif dan <i>consequence</i> secara kualitatif	Penentuan frekuensi dari berbagai jenis kebakaran dan jenis perlingungannya
Metode semikuantitatif <i>consequence</i>	Menggunakan <i>consequence</i> secara kuantitatif dan <i>likelihood</i> secara kualitatif	Penentuan kualitatif Simulasi kebakaran dengan representasi
Kuantitatif	Menggabungkan perkiraan kuantitatif antara <i>likelihood</i> dan <i>consequence</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Penentuan kerugian - Penentuan probabilitas - Penentuan probabilitas di ruangan lain atau bangunan - Perencanaan frekuensi vs korban jiwa - Perencanaan frekuensi vs OR - Penentuan <i>likelihood</i> korban jiwa, kerusakan properti, gangguan OR - Penentuan individu (penghuni bangunan) dan
Risiko <i>cost-benefit</i>	Penentuan biaya pendekatan alternatif untuk membatasi <i>likelihood</i> dan/atau <i>consequence</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Penentuan biaya untuk mencapai berbagai tingkat risiko atau - Penentuan optimasi perlindungan kebakaran dengan cara meminimalkan “keseluruhan risiko” atau kriteria risiko

(Sumber: NFPA 551, 2007)
(Aprillia Sari Anggraeni, 2017)

a. ETA (*Event Tree Analysis*) dan FTA (*Fault Tree Analysis*)

Dalam penilaian risiko kebakaran, *event tree* and *fault tree* analisis telah banyak digunakan secara kualitatif atau secara kuantitatif menganalisis risiko kebakaran atau keamanan sistem proteksi kebakaran keseluruhan atau komponen. Bahkan dengan perkembangan yang semakin maju model penilaian risiko kebakaran, metode analisis ini masih digunakan untuk membantu melakukan beberapa pendahuluan atau *indepth* bekerja seperti pemilihan skenario kebakaran dan perhitungan keandalan api komponen perlindungan.

Event Tree adalah representasi visual dari semua peristiwa yang dapat terjadi dalam suatu sistem. Seperti jumlah peristiwa meningkat, penggambaran keluar seperti ranting pohon. Semua peristiwa berasal dari memulai peristiwa/ kejadian, yang memulai urutan kejadian. Event Tree dapat digunakan untuk menganalisis sistem di mana komponen melibatkan operasi berurutan atau transisi. Dalam keamanan kebakaran, Event Tree Analisis adalah satu cara untuk membangun gambaran yang wajar tentang kemungkinan skenario api menggunakan pengetahuan kita tentang mekanisme dimana api terjadi, menyebar, dan dikendalikan. Tujuan dari pohon kejadian adalah untuk menentukan probabilitas suatu skenario berdasarkan pada hasil dari setiap peristiwa dalam kronologis urutan kejadian yang mengarah ke skenario.

Fault Tree Analisis adalah top-down deduktif metodologi yang digunakan untuk menganalisa desain atau kinerja sistem atau komponen. Mirip dengan event tree, ini dimulai dengan peristiwa puncak untuk dianalisis, diikuti dengan mengidentifikasi semua peristiwa terkait dalam sistem menuju ke peristiwa/ kejadian teratas. Fault tree memberikan representasi grafis yang nyaman dari kombinasi kejadian yang mengakibatkan terjadinya peristiwa/ kejadian teratas. Fault Tree Analisis umumnya dilakukan secara grafis menggunakan struktur logis dari gerbang Dan dan Atau. Terkadang peristiwa tertentu dapat terjadi perlu terjadi bersama agar peristiwa/ kejadian teratas itu terjadi. Dalam hal ini, peristiwa/ kejadian ini akan diatur di bawah gerbang Dan, yang berarti bahwa semua kejadian perlu terjadi untuk memicu peristiwa puncak. Jika ada dari peristiwa/ kejadian tingkat yang lebih rendah saja akan memicu bagian atas peristiwa/ kejadian, peristiwa/ kejadian ini akan dikelompokkan

berdasarkan Atau gerbang.

Itu bisa dilihat dari publikasi terbaru peristiwa/ kejadian itu metode Event Tree dan Fault Tree masih banyak digunakan di analisis risiko kebakaran. Misalnya, Watts menggunakan peristiwa/ kejadian metode event tree untuk mengembangkan api yang tepat skenario untuk mengevaluasi risiko kebakaran warisan budaya berdasarkan lokasi, konten, dan keamanan kebakaran terpilih strategi. Dalam SAFiRE (*Simple Analysis Fire Risk Evaluasi*), baik event tree maupun fault tree digunakan untuk menganalisis frekuensi kebakaran. Direferensi event tree dibangun untuk evaluasi kemungkinan pemadam kebakaran kegagalan, sementara pohon kesalahan untuk probabilitas keberhasilan pemadam kebakaran.

Untuk event tree dan metode fault tree, perangkat lunak komersial sudah dapat digunakan oleh pengguna agar dapat digunakan untuk membuat even tree dan fault tree dengan cepat dan akurat. (GV Hadjisophocleous dan Z. Fu. 2003)

b. Metode Kualitatif

Penilaian kualitatif biasanya telah diadopsi ketika masalah atau masalah yang disederhanakan telah diidentifikasi. Selanjutnya, mereka telah digunakan untuk merasionalisasi atau mengidentifikasi elemen-elemen kunci dalam skenario untuk memberikan gambaran tentang risiko yang mungkin terjadi hadir dalam situasi tertentu. Melalui penilaian kualitatif, praktisi kemudian dapat menilai mereka elemen/ skenario risiko tinggi melalui penilaian yang lebih rinci, yang biasanya merupakan penilaian kuantitatif. Narasi dan Mode Kegagalan dan Analisis Pengaruh (atau FMEA) adalah contoh khas dari metode analisis risiko kualitatif umumnya diadopsi. (Derya Horasan dan Mahmut Horasan. 2017)

c. Metode Semi Kuantitatif

Sebagaimana disebutkan di atas, metode semi-kuantitatif digunakan untuk menentukan bahaya relatif yang terkait dengan kejadian yang tidak diinginkan, yang setara dengan metode pengindeksan, metode skema titik, atau penilaian numerik. Dalam metode ini, bahaya peringkat menurut sistem penilaian seperti sistem Gretener. Seperti yang disajikan oleh Watts, risiko kebakaran pengindeksan atau peringkat, juga disebut jadwal mungkin didefinisikan sebagai kombinasi sistematis dari faktor proteksi kebakaran yang bersangkutan. Satu asumsi dasar metode pengindeksan didasarkan pada yang relative sejumlah kecil faktor akun untuk sebagian besar masalah proteksi kebakaran. Untuk secara sistematis menggabungkan faktor proteksi kebakaran yang

dibutuhkan bahwa faktor-faktor itu dapat diukur. Jadwal juga berbeda dari narasi dan daftar periksa oleh mereka inklusi implisit dari konsep proteksi kebakaran tujuan. Identifikasi kedua yang bersangkutan faktor dan metode kombinasi membutuhkan pertimbangan tingkat risiko yang dapat diterima sebagai tujuan untuk pencapaian. Beberapa perwakilan contoh peringkat risiko kebakaran diringkas dalam berikut.

Peringkat asuransi telah didefinisikan sebagai standar empiris untuk pengukuran relative jumlah bahaya kebakaran. Jadwalkan peringkat mengambil mempertimbangkan berbagai item yang berkontribusi bahaya api dengan maksud menentukan yang mana fitur baik meningkatkan atau meminimalkan probabilitas kerugian. Kredit dan biaya mewakili keberangkatan dari kondisi standar yang tergabung dalam jadwal. Jadi, tingkat jadwal biasanya adalah jumlah semua biaya dikurangi jumlah kreditnya, dan merupakan standar untuk pengukuran risiko kebakaran.

Jadwal peringkat asuransi yang paling umum digunakan di AS adalah ISO (Insurance Services Office) jadwal peringkat api komersial, yang mencakup perkiraan biaya persentase, bangunan dasar nilai dengan pertimbangan kerugian terkait pengalaman. Metode Gretener berbeda metode yang dikembangkan di Eropa, yang menganggap risiko kebakaran sebagai produk dari kemungkinan bahaya dan keparahan bahaya. Selain itu, bahayanya adalah dihitung sebagai rasio potensi bahaya dan langkah-langkah perlindungan. Evaluasi Keselamatan Kebakaran System (FSSES) adalah metode jadwal dikembangkan di NIST untuk menentukan ekuivalensi untuk NFPA 101, Kode Keselamatan Kehidupan pasti peninggalan institusi [30]. Api Dow dan Metode Indeks Ledakan dikembangkan oleh Dow Perusahaan Kimia menyediakan langsung dan logis pendekatan untuk menentukan kemungkinan risiko paparan pabrik proses dan menyarankan pendekatan untuk proteksi kebakaran dan pencegahan kerugian desain. Mond Api, Ledakan dan Indeks Toksisitas Metode adalah pengembangan lebih lanjut oleh Mond divisi ICI, Ltd. berdasarkan metode Dow untuk memperluas potensinya ke desain proyek baru.

Selain metode pengindeksan api, beberapa lainnya metode, seperti yang diberikan oleh Dungan, mungkin juga dikelompokkan ke dalam metode semi-kuantitatif, seperti secara singkat diperkenalkan di bawah ini:

Yang pertama adalah metodologi untuk pemicu kebakaran evaluasi kerentanan, yang merupakan alat skrining dikembangkan untuk industri tenaga nuklir. Alat ini adalah evaluasi dua fase untuk menilai kemungkinan kebakaran yang menyebabkan

kerusakan inti reaktor. Risikonya Toleransi didirikan sebagai frekuensi api berkontribusi terhadap kerusakan inti. Fase I mengidentifikasi keamanan area kebakaran yang signifikan secara kualitatif mengidentifikasi apakah ada peralatan shutdown yang aman di daerah atau jika kebakaran dapat menyebabkan permintaan untuk aman peralatan shutdown. Tahap kedua bagi mereka tidak disaring lebih bersifat kuantitatif. Ini termasuk penilaian frekuensi kebakaran, ketersediaan dan keandalan peralatan shutdown aman berlebihan, dan kinerja fitur proteksi kebakaran.

Contoh kedua adalah pada keterandalan yang berpusat pemeliharaan diterapkan untuk pemeriksaan, pengujian dan maintenance (ITM) untuk sistem proteksi kebakaran. Mode kegagalan dan analisis efek diterapkan secara sistematis mengidentifikasi mode kegagalan, penyebabnya dan pengaruhnya terhadap sistem proteksi kebakaran kinerja. Mode kegagalan untuk komponen berasal dari daftar standar kegagalan mode berdasarkan jenis komponen. Risiko untuk setiap kegagalan Modus ditandai dengan peringkat kualitatif kemungkinan kegagalan pada permintaan untuk komponen mode kegagalan dan degradasi sistem yang dihasilkan tingkat. Peringkat dari probabilitas kegagalan permintaan tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah, yang adalah perkiraan kemungkinan komponen yang gagal dalam mode tertentu. Itu tingkat degradasi sistem adalah total, parsial dan minimal, yang merupakan perkiraan tingkat keparahannya tingkat kegagalan fungsional yang dihasilkan dari suatu mode kegagalan komponen. Degradasi sistem dan peringkat probabilitas kegagalan permintaan digunakan dalam pemilihan tugas dan langkah penilaian frekuensi untuk mengidentifikasi komponen mode kegagalan yang membutuhkan tugas ITM dan untuk tentukan frekuensi yang sesuai untuk tugas-tugas ITM.

Model dikembangkan untuk memungkinkan penentuan frekuensi dengan mana ITM tugas perlu dilakukan untuk mencapai sistem dan target keandalan komponen. Pengembangan dari model ini melibatkan empat langkah, pengembangan suatu model pohon kejadian, derivasi dari matematika ekspresi untuk pohon kejadian, prediksi kegagalan tarif untuk mode kegagalan komponen, dan perhitungan keandalan sistem. (GV Hadjisophocleous dan Z. Fu. 2003)

d. Metode Kuantitatif

Dalam metode penilaian risiko kebakaran kuantitatif, keselamatan atau risiko dapat dievaluasi baik dengan membandingkan desain yang diusulkan dengan solusi yang diterima atau dengan tingkat risiko yang dapat ditoleransi. Yang pertama adalah

sebuah metode penilaian risiko relatif, di mana risiko dari bangunan subjek biasanya dinilai dan dibandingkan dengan risiko bangunan serupa dirancang sesuai dengan kode preskriptif. Yang kemudian adalah metode penilaian risiko langsung, di mana risiko dari bangunan subjek secara langsung dibandingkan dengan tingkat risiko yang dapat diterima untuk itu hunian. Saat ini, pendekatan yang pertama adalah biasanya digunakan karena ketidakpastian yang terlibat dalam penilaian nilai absolut dari risiko.

Di beberapa bidang teknik lainnya seperti yang ditentukan tingkat risiko tersedia. Adapun nanti pendekatan, draft kode praktik dari Inggris Lembaga Standar (BSI) mungkin satu-satunya publikasi yang telah berusaha untuk mengatur diterima tingkat risiko. Frantzich menyatakan perbandingan desain solusi dengan solusi yang dapat diterima dapat dilakukan pada tiga tingkatan: solusi buku pegangan sederhana, yaitu, menggunakan peraturan preskriptif; perhitungan pada sublevel, misalnya, mengevaluasi waktu luang batas; evaluasi pada tingkat sistem, yaitu, melakukan analisis risiko kuantitatif (QRA). Jika keamanan harus dijamin dengan membandingkan desain dengan yang ditentukan tingkat risiko, maka dua pendekatan tersedia: evaluasi pada tingkat sistem, yaitu, melakukan QRA; menggunakan nilai desain berdasarkan risiko yang ditentukan dalam persamaan deterministik.

Kerugian solusi handbook telah dibahas sebelumnya. Pendekatan kedua adalah membuat perhitungan sublevel seperti keselamatan penumpang, dimana waktu untuk evakuasi dibandingkan dengan waktu yang tersedia untuk melarikan diri. Masalah dengan ini pendekatan adalah bahwa ia hanya menganggap sebagian dari keseluruhan desain keamanan. Pendekatan ketiga adalah membuat penuh QRA, atau menggunakan nilai desain dalam penghitungan, yang didasarkan pada tingkat risiko yang ditentukan. Keuntungan menggunakan metode QRA adalah yang besar jumlah peristiwa/ kejadian diselidiki. Selanjutnya, di metode QRA yang diperpanjang, ketidakpastian yang melekat pada variabel dipertimbangkan secara bersamaan. Seperti untuk menggunakan nilai desain yang berasal dari tingkat yang ditentukan risiko, masalahnya adalah bahwa nilai-nilai desain seperti itu tidak tersedia. Langkah pertama dalam QRA biasanya terkait dengan mendefinisikan dan menggambarkan sistem dalam hal satu atau lebih skenario. Sistem juga harus mempertimbangkan fisik keterbatasan, yaitu area fisik mana yang seharusnya dipertimbangkan dalam analisis. Langkah kedua adalah mengidentifikasi bahaya. Kemudian, analisis risiko kebakaran dilakukan. Untuk melakukan kuantitatif sepenuhnya analisis risiko, pertanyaan mengenai sejauh mana analisis harus dijawab. QRA yang diperluas dapat dilihat sebagai standar QRA yang

dilakukan besar berkali-kali. Setiap langkah diulangiprocedur mempertimbangkan ketidakpastian yang melekat dalam variabel dengan menggunakan teknik sampling Monte Carlo.

Risiko sosial yang dihasilkan dari QRA yang diperpanjang dinyatakan dalam bentuk profil risiko keluarga, menunjukkan berbagai profil risiko. Metode ini bisa memberikan batas kepercayaan yang relevan. Meskipun ada jalan panjang untuk risiko kebakaran pemodelan penilaian, pengembangan dan pelaksanaan kerja model penilaian risiko masih terus maju. Ini mungkin satu-satunya cara rekayasa praktis yang bisa kita ikuti sepenuhnya mengimplementasikan dan mendukung kebakaran berbasis kinerja kode. (GV Hadjisophocleous dan Z. Fu. 2003)

e. Perbandingan Metode

Dari semua metode penelitian Fire Risk Assessment yang ada, metode kualitatif lah yang membuat penulis tertarik. Karena penilaian kualitatif biasanya telah diadopsi ketika masalah atau masalah yang disederhanakan telah diidentifikasi. Selanjutnya, mereka telah digunakan untuk merasionalisasi atau mengidentifikasi elemen-elemen kunci dalam skenario untuk memberikan gambaran tentang risiko yang mungkin terjadi hadir dalam situasi tertentu. Melalui penilaian kualitatif, praktisi kemudian dapat menilai mereka elemen / skenario risiko tinggi melalui penilaian yang lebih rinci untuk mendapatkan hasil yang lebih adekuat.

Matriks Nilai Risiko

Berbeda dengan metode Six-Step, metode ini mencoba untuk menempatkan penilaian risiko ke basis kuantitatif. Namun, tidak dapat terlalu ditekankan bahwa angka-angka yang terlibat adalah murni relatif, dan oleh karena itu mereka tidak memiliki arti mutlak sama sekali.

Sementara semua risiko terdiri dari dua elemen (yaitu probabilitas bahwa suatu peristiwa akan terjadi dan konsekuensi yang berbahaya atau tidak diinginkan dari kejadian itu), kontribusi relatif yang dihasilkan oleh kedua elemen ini terhadap risiko dapat sangat bervariasi.

Untuk memberikan contoh sehari-hari dari titik ini, pertimbangkan dua risiko perjudian - melempar koin untuk menentukan pemenang taruhan, dan permainan roulette Rusia. Dalam setiap kasus, konsekuensi yang tidak diinginkan atau berbahaya adalah kehilangan pertaruhan. Dalam kasus pertama, kemungkinan kehilangan adalah 1 dalam 2, sedangkan pada kasus kedua hanya 1 dalam 6 - tiga kali lebih kecil kemungkinannya. Namun, konsekuensi kehilangan sangat berbeda; hilangnya uang tunai dalam satu kasus dan hilangnya nyawa di sisi

lain.

Untuk keperluan metode ini, kemungkinan bahwa peristiwa kebakaran akan terjadi didefinisikan sebagai risiko kebakaran, dan bahaya yang akan dihasilkan dari peristiwa itu sebagai bahaya kebakaran.

Mengingat bahwa dua elemen risiko adalah bahaya kebakaran dan risiko kebakaran, akan masuk akal untuk menyebut keseluruhan risiko 'Nilai Risiko' yang didefinisikan oleh rumus sederhana:

$$\text{Nilai Risiko} = \text{Bahaya Kebakaran} \times \text{Risiko Kebakaran}$$

Untuk mengukur nilai risiko secara numerik, perlu untuk mengungkapkan bahaya kebakaran dan risiko kebakaran dengan menetapkan nilai untuk masing-masing dari dua elemen. Ukuran nilai risiko kemudian menjadi dasar untuk mengategorikan tempat kerja sebagai risiko tinggi, normal, atau rendah.

Ini mudah dilakukan jika bahaya kebakaran diklasifikasikan dengan menggambarkannya sebagai antara yang dapat diabaikan dan sangat parah, dan dengan menetapkan nilai numerik untuk setiap deskripsi. Demikian pula, risiko kebakaran dapat diklasifikasikan dengan menggambarkannya sebagai antara yang tidak mungkin menjadi sangat mungkin, dan dengan menetapkan nilai numerik untuk masing-masing deskripsi ini.

Tabel 2.3 Identifikasi bahaya dan resiko kebakaran

Bahaya kebakaran	Nilai	Risiko Kebakaran
Dapat diabaikan	1	Tidak seperti
Sedikit	2	Mungkin
Moderat	3	Cukup mungkin
Parah	4	Mungkin
Sangat parah	5	Sangat mungkin

Jika rumus nilai risiko diterapkan untuk semua kombinasi yang mungkin dari nilai-nilai bahaya kebakaran dan nilai-nilai risiko kebakaran, satu set dua puluh lima angka tersedia untuk nilai-nilai risiko, yang kemudian dapat ditampilkan sebagai grid dua dimensi yang disebut 'Matriks Nilai Risiko' - contoh yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.

		FIRE HAZARD					Risk Category		
		5	4	3	2	1	Low	Normal	High
FIRERISK	5	25	20	15	10	5			
	4	20	16	12	8	4			
	3	15	12	9	6	3			
	2	10	8	6	4	2			
	1	5	4	3	2	1			

Gambar 2.3 5 x 5 Matriks Nilai Risiko

Tidak ada alasan khusus untuk mengilustrasikan metode ini dengan menggunakan matriks 5 x 5; bisa saja matriks 6 x 6, atau matriks tidak simetris seperti, misalnya, matriks 6 x 4. Untuk membuat matriks 6 x 6 semua yang diperlukan adalah menambahkan deskripsi bencana ke klasifikasi bahaya kebakaran, dan menambahkan deskripsi hampir pasti terhadap klasifikasi risiko kebakaran; matriks yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar 5

Berbagai tingkat keparahan bahaya kebakaran - diabaikan, sedikit dll - bisa, lebih khusus, dikuantifikasi dalam hal tingkat bahaya terhadap orang, tingkat kerusakan properti, durasi gangguan bisnis, atau jumlah kerugian finansial .

		FIRE HAZARD						Risk Category		
		1	2	3	4	5	6	Low	Normal	High
FIRERISK	1	1	2	3	4	5	6			
	2	2	4	6	8	10	12			
	3	3	6	9	12	15	18			
	4	4	8	12	16	20	24			
	5	5	10	15	20	25	30			
	6	6	12	18	24	30	36			

Gambar 2.4 6 x 6 Matriks Nilai Risiko

Tugas akhir dalam metode ini adalah menentukan rentang nilai risiko yang akan sesuai dengan tiga kategori risiko. Dengan asumsi bahwa mayoritas tempat kerja akan memiliki risiko

normal, dengan sangat sedikit risiko rendah, dan mungkin sedikit lebih berisiko tinggi, matriks 5 x 5 - dapat secara sewenang-wenang, menetapkan risiko rendah terhadap nilai 1-2, normal risiko nilai 3-15, dan risiko tinggi untuk nilai 16-25.

Metode Industri

Ini pada dasarnya merupakan varian dari metode matriks nilai risiko, meskipun terminologinya sedikit berbeda. Tabel klasifikasi disusun berdasarkan frekuensi kejadian yang tidak diinginkan (bahaya, cacat,) dan bahaya yang ditimbulkannya terjadi, dan ini dapat diberi nilai numerik X dan Y masing-masing. Contoh klasifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 4

Tabel 2.4 Frekuensi penilaian bahaya

Frekuensi	Nilai (X)	Membahayakan	Nilai (Y)
Mustahil	1	Cidera Sepele	1
Mungkin	2	Cedera Minor	2
Sesekali	3	Satu Cedera Besar	3
Sering	4	Beberapa Cedera Besar	4
Reguler	5	Satu Kematian	5
Umum	6	Kematian Ganda	6

Tabel 2.4

Untuk setiap peristiwa yang tidak diinginkan (bahaya, cacat), perlu untuk menghitung faktor risiko yang hanya produk matematika X dan Y (X dikalikan dengan Y), yaitu

Faktor Risiko = XY

Jelas untuk tabel klasifikasi 6 x 6, nilai maksimum dari faktor risiko adalah 36 (6 x 6) nilai faktor risiko dari setiap kejadian yang tidak diinginkan yang kemudian dapat dinyatakan sebagai persentase dari nilai maksimum ini. Misalnya, nilai faktor risiko 1 akan menjadi $100 \times 1/36 = 2,8\%$ dari maksimum. (Untuk matriks 5 x 5, nilai faktor risiko maksimum adalah 25 (5 x 5) dan nilai faktor risiko 1 akan menjadi $100 \times 1/25 = 4\%$ dari maksimum).

Misalnya **satu** untuk area produksi, **satu** untuk kantor, **satu** untuk kantin akan menghasilkan $\sum (XY)$. Angka yang dihasilkan dikenal sebagai peringkat risiko untuk daerah tersebut. Ini dapat dinyatakan secara matematis oleh hubungan:

$$\text{Risk Rating} = \sum (XY) \times 2.8 / n$$

Maka perlu untuk menentukan rentang nilai-nilai peringkat risiko akan menunjukkan bahwa area yang dimaksud harus diberi kategori risiko rendah, normal, atau tinggi. Kisaran yang mungkin adalah yang ditunjukkan pada Tabel .6

Tabel 2.5 Peringkat resiko

Peringkat Risiko	Kategori Risiko
Kurang dari 10%	Rendah
10% hingga 50%	Normal
Lebih dari 50%	Tinggi

Tabel 2.6 Alorigaritma Fire Risk Assessment

A Fire Risk Assessment Algorithm			
1	Can most flammable materials be removed?	Yes - Remove flammables	No - Go to 2
2	Can the most likely ignition source be separated from the flammable materials?	Yes - Separate and go back to 1	No - Go to 3
3	Are there easily ignited materials or ones which would give rapid fire/smoke spread?	Yes - Go to 4	No - Go to 9
4	Are they throughout the workplace?	Yes - Go to 7	No - Go to 5
5	Is each containing area separated from the rest of workplace by 1 hour resistance?	Yes - go to 6	No - Go to 7
6	Do the separated areas exceed 10% of the workplace area?	Yes - Go to 7	No - Go to 8
7	Do these areas have automatic suppression?	Yes - Go to 8	No - Go to 9
8	Will fire, heat and smoke spread rapidly through workplace by ducts/surfaces/structures?	Yes - Go to 11	No - Go to 12
9	Any other flammable materials in the workplace?	Yes - Go to 10	No - Go to 13
10	Any likely sources of ignition near these materials?	Yes - Go to 11	No - Go to 8
11	HIGH RISK		
12	NORMAL RISK		
13	LOW RISK		

Dimulai dengan kotak 1, langkah pertama adalah mengidentifikasi bahan yang paling mudah terbakar di tempat kerja dan mengajukan pertanyaan: "bisakah itu dihapus"? Jika jawabannya "ya", keluarkan dari tempat kerja. Proses ini diulang hingga mencapai titik di mana tidak ada lagi bahan yang mudah terbakar yang dapat dibuang.

Pindah ke kotak 2, sumber pengapian yang paling mungkin diidentifikasi, pertanyaan kemudian ditanyakan: "bisakah ia dipisahkan dari bahan yang mudah terbakar"? Jika jawabannya "ya", pemisahan dilakukan dan kemudian sumber penyalaan yang paling mungkin berikutnya diidentifikasi dan pertanyaan itu diulangi. Seperti pada kotak 1, proses tanya dan

jawab dilanjutkan hingga tidak ada lagi pemisahan yang bisa dilakukan.

Terlepas dari dua langkah ini, yang merupakan loop siklus, semua langkah lain dalam algoritma membentuk kemajuan linear yang jelas yang akan mengarah pada kesimpulan bahwa tempat kerja, atau bagian dari itu, harus dikategorikan sebagai yang tinggi, normal atau Resiko rendah.

(westyorkfire, 2015)

Kunci untuk mengembangkan alat penilaian risiko yang paling mudah terkena kebakaran adalah karakterisasi risiko kebakaran oleh severity kebakaran dan probabilitas kebakaran. Sejak urutan desain keamanan sistem tertinggi yang didahulukan adalah untuk menghilangkan bahaya dengan desain, risiko kebakaran prosedur penilaian mengingat hanya tingkat kehancuran biasanya akan cukup pada awal fase desain untuk meminimalkan risiko sistem kebakaran (misalnya, hanya tidak menggunakan berbahaya atau bahan beracun dalam desain). Ketika semua bahaya tidak dapat dihilangkan selama desain awal fase, prosedur penilaian risiko kebakaran berdasarkan probabilitas kebakaran serta keparahan kebakaran memberikan penilaian risiko kebakaran yang dihasilkan. Penilaian digunakan untuk menetapkan prioritas untuk tindakan yang benar, resolusi bahaya yang teridentifikasi, dan pemberitahuan kepada manajemen risiko kebakaran. Informasi yang disediakan di sini adalah alat yang disarankan dan serangkaian definisi itu dapat digunakan. Manajer program dapat mengembangkan alat dan definisi yang tepat untuk individu mereka program.

Severity Kebakaran. Kategori severity kebakaran didefinisikan untuk menyediakan sebuah ukuran kualitatif dari kecelakaan kredibel yang paling masuk akal yang dihasilkan dari kesalahan personil, kondisi lingkungan, ketidakcukupan desain, kekurangan prosedural, atau sistem, subsistem, atau kegagalan komponen atau malfungsi. Kategori severity kebakaran yang diusulkan ditunjukkan pada Tabel. Nilai rupiah yang ditunjukkan dalam tabel ini harus ditetapkan pada sistem berdasarkan system tergantung pada ukuran sistem yang dianggap mencerminkan tingkat kepedulian. (Departemen Pertahanan Amerika. 2000)

Tabel 2.7 Kategori Saverity Kebakaran yang di sarankan

Deskripsi	Kategori	Kriteria Hasil Lingkungan, Keselamatan dan Kesehatan
Catastrophic	I	Dapat mengakibatkan meninggal, cacat permanen, mengalami kerugian sekitar Rp.1 M atau pencemaran lingkungan yang berat
Critical	II	Dapat mengakibatkan cacat parsial permanen, cedera atau penyakit akibat pekerjaan yang mungkin terjadi rawat inap minimal tiga personel, rugi melebihi Rp. 200 juta tetapi kurang dari Rp.1M, atau dapat dikembalikan kerusakan lingkungan yang menyebabkan pelanggaran hukum atau peraturan.
Marginal	III	Dapat mengakibatkan cedera atau penyakit akibat kerja mengakibatkan satu atau lebih hari kerja hilang, hilang melebihi Rp. 10 juta tetapi kurang dari Rp.200 juta, atau mitigatible kerusakan lingkungan tanpa pelanggaran hukum atau regulasi di mana kegiatan restorasi bisa ulung.
Negligible	IV	Dapat mengakibatkan cedera atau sakit tidak mengakibatkan hilang hari kerja, kerugian melebihi Rp. 2 juta tetapi kurang dari Rp. 10 juta, atau kerusakan lingkungan minimal tidak melanggar hukum atau peraturan.

(Sumber :Dapartemen Pertahanan Amerika tahun 2000)

Tabel 2.8 Severity

Severity	Dampak
<i>Negligible</i>	Dampak kerugian akan sangat kecil sehingga tidak memiliki efek yang dapat dilihat pada fasilitas atau operasinya.
<i>Marginal</i>	Kerugian akan berdampak pada fasilitas, yang mungkin harus menanggung beberapa operasi secara singkat. Beberapa investasi moneter mungkin diperlukan untuk mengembalikan fasilitas ke operasi penuh. Cedera pribadi ringan mungkin terlibat.
<i>Critical</i>	Kerugian akan berdampak tinggi pada fasilitas, yang mungkin harus menghentikan operasi. Investasi moneter yang signifikan mungkin diperlukan untuk memulihkan ke operasi penuh. Cedera pribadi dan mungkin kematian mungkin terlibat

<i>Catastrophic</i>	Kebakaran akan menghasilkan kematian atau banyak kematian atau cedera, atau dampak pada operasi akan menjadi bencana, menghasilkan penutupan jangka panjang atau permanen. Fasilitas akan berhenti beroperasi segera setelah kebakaran terjadi.

(Departemen Pertahanan Amerika. 2000)

Tabel 2.9 Level Probability

Probability	Level	Deskripsi	Penjelasan
Frequent	A	Cenderung sering terjadi, pengalaman ($p > 0.1$)	Terjadi berulang
Probable	B	Akan terjadi beberapa kali dalam kehidupan ($p > 0.001$)	Akan sering terjadi
Occasional	C	Tidak mungkin terjadi dalam system operasi ($p > 10^{-6}$)	Terjadi di beberapa waktu
Remote	D	Tidak pernah mungkin terjadi. Bisa diasumsikan bahaya tidak pernah terjadi ($p < 10^{-6}$)	Tidak dapat terjadi tetapi bisa saja terjadi secara wajar dan dapat ditebak
Improbable	E	Kemungkinannya tidak dapat dibedakan dari nol ($p \sim 0.0$)	Tidak mungkin terjadi tapi ada kemungkinan dapat terjadi

(Sumber :Departemen Pertahanan Amerika tahun 2000)

<i>Frequent</i>	Yellow	Red	Red	Red
<i>Probable</i>	Yellow	Yellow	Red	Red
<i>Occasional</i>	Green	Yellow	Yellow	Red
<i>Remote</i>	Green	Green	Yellow	Red
<i>Improbable</i>	Green	Green	Green	Yellow
	<i>Negligible</i>	<i>Marginal</i>	<i>Critical</i>	<i>Catastrophic</i>

Rendah
 Menengah
 Tinggi

Gambar 2.5 Matriks Risiko

(Sumber : NFPA 551 tahun 2007)

DAFTAR PUSTAKA

- AS/NZS 4360 2004. The Australian And New Zealand Standard on Risk Management. Broadleaf Capital International Pty. NSW Australia
- Bhardwaj, J. R. 2010. Industrial Disaster Risk Management Training Modules. Bhopal Available from: <http://www.hrdp-idrm.in>
- Bird, F.E. and Germain, George L. 1985. Practical Loss Control Leadership, Institute publishing, Loganville, GA. U.S.A.
- Colling, A.D. 1990. Industrial Safety Management and Technology. Prentice Hall.
- Derya Horasan dan Mahmut Horasan. 2017. Quantitative and Qualitative Risk Assessments A Highly Neglected Methodology
- Dapartemen Pertahanan Amerika Serikat. (2000). *Standard Practice For System Safety: MIL-STD-882D* : Amerika Serikat
- Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta
- G.V. Hadjisophocleous and Z. Fu. (2003). Literature Review Of Fire Risk Assessment Methodologies. Canada
- <https://www.synergysolusi.com/layanan/advance-safety-consulting/fire-risk-assessment>. Diakses 1 Mei 2018 jam 20.00
- <http://www.westyorksfire.gov.uk/your-safety/work/fire-risk-assessments/>. Diakses 1 Mei 2018 jam 19.00
- ILO. (2013). Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja: Sarana Untuk Produktifitas: Indonesia
- Ibrahim, J. K. 2011. Pelaksanaan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Karyawan PT. BITRATEX INDUSTRIES. Skripsi.Semarang: Universitas Diponegoro.
- Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum No: 11/KPTS/2000 Tentang Ketentuan Teknis Manajemen Penanggulangan Kebakaran Di Perkotaan
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor Kep.186/MEN/1999 Tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja
- NFPA550. (2007). *Guide for the Fire Safety Concepts Tree*. Quincy: NFPA Handbook Publication.
- NFPA551. (2007). *Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments*. Quincy: NFPA Handbook Publication.
- NFPA 101. (2012). Life Safety Code, Edition 2012. National Fire Protection Association. Quincy MA.
- NFPA 101 A.(2013). Guide on Alternative Approach to Life Safety. Edition 2013. National Fire Protection Association. Quincy MA