

ANALISA *FIRE RISK ASSESSMENT* DAN PERANCANGAN PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF PADA AREA *WORKSHOP* PERUSAHAAN JASA KONSTRUKSI FABRIKASI

Aprillia Sari Anggraeni¹⁾, Moch. Luqman Ashari²⁾, George Endri Kusuma³⁾

¹² Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³ Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

email: aprilliaanggraeni.safety@gmail.com

Abstract

Perusahaan jasa konstruksi fabrikasi merupakan anak perusahaan dari PT. LDP yaitu perusahaan ini bergerak di bidang jasa konstruksi fabrikasi yang menghasilkan produk berupa cement container, natural gas tank, pulley, ground support, rubber product, crane – SWF Krantechnik, underground storage tank, LPG transport tank, dan fabrikasi kapal. Dalam proses produksi beberapa pekerjaan yang dilakukan antara lain, cutting dengan CNC machine, Plasma machine, ataupun manual, bending, penggerindaan, pengelasan, dan lain sebagainya. Dari beberapa pekerjaan tersebut dapat memicu terjadinya kebakaran sehingga diperlukan adanya pengembangan keamanan terhadap kebakaran dengan berdasarkan pada penilaian risiko kebakaran. Penelitian ini menggunakan metode dengan penilaian Event Tree Analysis (ETA) untuk penilaian probabilitas sistem proteksi kebakaran yang ada. Hasil dari penilaian Event Tree Analysis (ETA) dilanjutkan dengan analisa fire risk assement menggunakan NFPA Fire Safety Consept Tree. Berdasarkan hasil analisa tersebut bahwa Slipway merupakan Workshop Area dengan potensi bahaya kebakaran yang tinggi sehingga membutuhkan lebih dari satu proteksi kebakaran aktif sebagai sarana pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Disamping itu jika ditinjau dari catatan kejadian kebakaran yang paling sering terjadi ada pada pada area Slipway. Penelitian ini juga menghasilkan perencanaan perancangan proteksi kebakaran aktif berupa alat pemadam api ringan (APAR) untuk pekerjaan fabrikasi Kapal Perintis tipe 1200 GT dan instalasi hidran dengan jumlah 31 pilar hidran untuk keseluruhan area workshop slipway. Perencanaan perancangan dan uji simulasi instalasi hidran menggunakan Software WaterCAD ditemukan perbedaan dengan perhitungan manual sebesar 1,5% untuk headloss total dan 7,8% untuk pump head.

Keywords: Perusahaan jasa konstruksi fabrikasi, ETA, NFPA Safety Consept Tree, Workshop Area, APAR, Hidran, Software WaterCAD

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Jasa Konstruksi Fabrikasi merupakan anak perusahaan dari PT. LDP yaitu perusahaan yang bergerak di bidang jasa konstruksi fabrikasi yang berdiri tahun 2008. Produk yang dihasilkan oleh PT. LSF diantaranya adalah *cement container, natural gas tank, pulley, ground support, rubber product, crane – SWF Krantechnik, underground storage tank, LPG transport tank*, dan lain sebagainya. Beberapa pekerjaan yang dilakukan diantaranya, *cutting* dengan *CNC machine, Plasma machine*, ataupun manual, bending, penggerindaan, pengelasan, dan lain sebagainya. Dari beberapa pekerjaan tersebut dapat memicu terjadinya kebakaran baik dalam skala kecil maupun besar. Kebakaran di tempat kerja sangat merugikan perusahaan maupun pekerja akibat kerusakan/kehilangan aset, korban luka dan kematian, yang memerlukan biaya besar. Untuk menghindari kerugian akibat kebakaran perlu dilakukan upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran di tempat kerja. Berdasarkan NFPA 551 Tahun 2007 dalam mengembangkan upaya tersebut tidak hanya langsung memberikan solusi pemberian proteksi kebakaran aktif, namun pemberian solusi tersebut harus didasarkan pada penilaian risiko kebakaran. Sehingga diperlukannya analisa *fire risk assessment*

terlebih dahulu yang kemudian akan dilakukan perencanaan perancangan proteksi kebakaran aktif sesuai penilaian yang sudah dilakukan.

2. METODOLOGI

- **FIRE RISK ASSESSMENT (FRA)**

Fire risk assessment (FRA) adalah sebuah proses untuk mengkarakteristikkan risiko yang terasosiasi dengan kebakaran yang ditunjukkan kepada skenario kebakaran, kemungkinan terjadinya, dan potensi dampak yang akan diterima. Dokumen lain yang mungkin akan digunakan seperti analisa risiko kebakaran, bahaya kebakaran, analisis kebakaran, dan analisis penilaian bahaya kebakaran untuk mengkarakteristikkan penilaian risiko kebakaran.

- **METODE FIRE RISK ASSESSMENT**

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

Tabel 2.1 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 perlindungannya
Metode semikuantitatif <i>consequence</i>	Menggunakan <i>consequence</i> secara kuantitatif dan <i>likelihood</i> secara kualitatif	Penentuan simulasi kebakaran dengan representasi kualitatif
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)

- **NFPA SAFETY CONCEPT TREE**

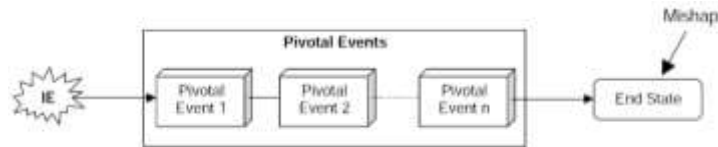
NFPA *Safety Concept Tree* ini merupakan salah metode kualitatif yang dapat digunakan untuk penilaian risiko kebakaran. Referensi dapat dilihat NFPA 550 “*Guide to the Fire Safety Concept Tree*”. Konsep pohon ini untuk menunjukkan hubungan pencegahan dan strategi pengendalian kebakaran kebakaran. Ini memberikan keseluruhan struktur yang dapat digunakan untuk menganalisis potensi dampak kebakaran strategi keselamatan seperti konstruksi, mudah terbakar isi, perangkat perlindungan, dan prosedur penghuni. Ini mungkin mengidentifikasi kesenjangan dan daerah redundansi dalam proteksi kebakaran sebagai bantuan dalam membuat keputusan desain keselamatan kebakaran.

Fire Safety Concept Tree menunjukkan semua elemen yang dapat dipertimbangkan dalam mengevaluasi keselamatan kebakaran dan keterkaitan antara unsur-unsur tersebut yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan keselamatan kebakaran. *Output* dari *Fire Safety Concept Tree* adalah satu atau lebih set strategi keamanan kebakaran yang intuitif memenuhi tujuan.

- **EVENT TREE ANALYSIS (ETA)**

Event Tree Analysis (ETA) merupakan logical modeling technique untuk menganalisa sebuah keberhasilan maupun kegagalan dari suatu sistem. ETA didasarkan pada logika biner, dimana kejadian awal terjadi atau tidak terjadi (Institute of Rekayasa dan Teknologi, 2010).

Ada beberapa keuntungan menggunakan metodologi ETA. Analisis ini memberikan hasil berupa grafis dengan urutan peristiwa yang terjadi setelah kecelakaan awal atau *event* (Rausand & Hoyland, 2004). Selain itu, ETA memungkinkan evaluasi kegagalan sistem *multiple* dan memungkinkan untuk identifikasi penanggulangan yang efektif (Clemens & Simmons, 1998).



Gambar 2.1 Konsep Skenario (Ericson, 2005)

• **PERHITUNGAN ALAT PEMADAM API RINGAN**

Menurut NFPA 10 Tahun 2013, perhitungan jumlah APAR adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah APAR (buah)} = \frac{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}{\text{Maksimum luas yang dilindungi 1 buah APAR (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Berdasarkan NFPA 10 tahun 2013 dijelaskan mengenai penempatan APAR dimana penempatan ini tergantung dari kelas kebakaran dan luas area bangunan.

Berikut ini akan dijelaskan mengenai penempatan APAR berdasarkan kelas kebakaran.

Tabel 2.1 Luas Area yang Dilindungi (ft²)

Rating APAR	Bahaya rendah (B ²)	Bahaya sedang (B ²)	Bahaya tinggi (B ²)	Klasifikasi Bahaya	Rating APAR	Jarak Max. Jangkauan APAR	
						(ft)	(m)
1A	-	-	-	Rendah	5 B	30	9,15
2A	6000	3000	-		10 B	50	15,25
3A	9000	4500	-	Sedang	15 B	30	9,15
4A	11250	6000	4000		20 B	50	15,25
6A	11250	9000	6000	Tinggi	40 B	30	9,15
10A	11250	11250	10000		50 B	50	15,25
20A	11250	11250	11250				
30A	11250	11250	11250				
40A	11250	11250	11250				

(Sumber : NFPA 10 Tahun 2013)

• **INSTALASI HIDRAN**

Dalam sebuah bangunan industri harus dilindungi dengan instalasi hydrant kebakaran dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Panjang selang dan pancaran air dapat menjangkau seluruh ruangan yang dilindungi.
2. Setiap bangunan dengan bahaya kebakaran ringan yang mempunyai luas lantai minimum 1000 m² dan maksimum 2000 m² harus luas lantai minimum 2 titik hidran, setiap penambahan luas lantai maksimum 1000 m² harus ditambah minimum 1 titik hidran.
3. Setiap bangunan industry dengan kebakaran sedang yang mempunyai luas lantai minimum 800 m² dan maksimum 1600 m² harus dipasang minimum 2 titik hidran, setiap penambahan 800 m² harus ditambah 1 minimum titik hidran.
4. Setiap bangunan gedung dengan kebakaran tinggi yang mempunyai luas lantai minimum 600 m² dan maksimum 1200 m² harus dipasang minimum 2 titik hidran, setiap penambahan luas lantai maksimum 600 m² harus ditambah minimum 1 titik hidran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN
EVENT TREE ANALYSIS (ETA)

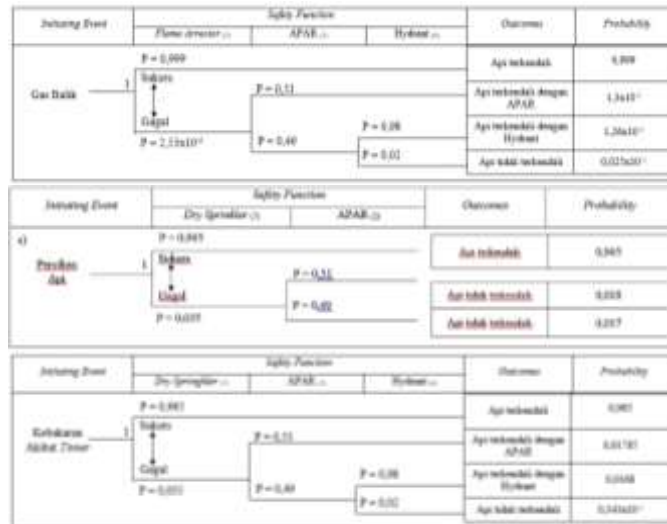
Penilaian dengan metode ETA pada tahap pertama disesuaikan dengan safety function terhadap setiap bahaya yang dapat beresiko terjadinya kebakaran maupun ledakan setiap alat yang digunakan pada area workshop. Pada setiap area workshop memiliki event yang berbeda-beda sesuai dengan potensi bahaya pada setiap pekerjaannya. Untuk initiating event masing-masing memiliki beberapa safety function. Dalam melakukan penilaian ini setiap safety function dikalikan nilai probabilitas sukses maupun gagal berfungsinya.

Penilaian dengan metode ETA pada tahap kedua dilakukan perencanaan penambahan safety function untuk setiap event sesuai hasil penilaian sebelumnya dan juga sesuai kebutuhan. Cara pembuatan diagram ETA pada tahap ini sama dengan pembuatan ETA pada tahap yang pertama. Pada tahap yang kedua ini, dibuat ranking terlebih dahulu dari hasil analisa sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

Event	Jumlah Safety Function	Jumlah Outcomes	Nilai Probabilitas Akhir Api Tidak Terkendali
Arus Pendek	2	3	0,16
Tabung Meledak	2	3	0,000013
			0,000012
Percikan api	1	2	0,49
Event	Jumlah Safety Function	Jumlah Outcomes	Nilai Probabilitas Akhir Api Tidak Terkendali
Gas balik	2	3	0,000013
			0,000012
Cutting Torch Lepas (CNC/Plasma)	4	5	$4,8 \times 10^{-9}$
Leaking Hose/Nozzle (CNC/Plasma)	4	5	$4,8 \times 10^{-9}$
Cutting Torch Lepas (Manual)	2	3	0,000013
			0,000012
Leaking Hose/Nozzle (Manual)	4	5	0,000013
			0,000012
Kompresor Meledak	3	4	$1,9 \times 10^{-4}$
Kebakaran Akibat Tinner	1	2	0,49
Kebakaran Akibat Spray Cat	1	2	0,49

Berdasarkan ranking tersebut maka yang memerlukan penambahan proteksi kebakaran sebagai alternatif pemadaman paling banyak dan dominan pada area *workshop slipway*. Proteksi kebakaran yang perlu dievaluasi adalah APAR dan perlunya menambahkan hidran sebagai alternatif. Diagram ETA dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram ETA dengan Penambahan Proteksi Untuk Area Slipway

NFPA Safety Concept Tree

Secara konsepsional, pencegahan kebakaran dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan pohon kebakaran yang dikembangkan oleh *National Fire Protection Association* (NFPA) dengan standar NFPA 550. Pencegahan ini dapat dilakukan melalui 2 pendekatan yaitu: mencegah terjadinya penyalaan (*prevent fire ignition*), mengelola dampak atau akibat dari suatu kebakaran (*manage fire impact*). *prevent fire ignition* disusun berdasarkan HIRARC yang telah dibuat oleh perusahaan dan untuk *manage fire impact* disusun berdasarkan *event tree analysis* yang sudah dilakukan sebelumnya. Berikut pendekatan NFPA safety concept tree pada PT. LSF untuk mencegah terjadinya kebakaran:



PERENCANAAN PERANCANGAN PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF

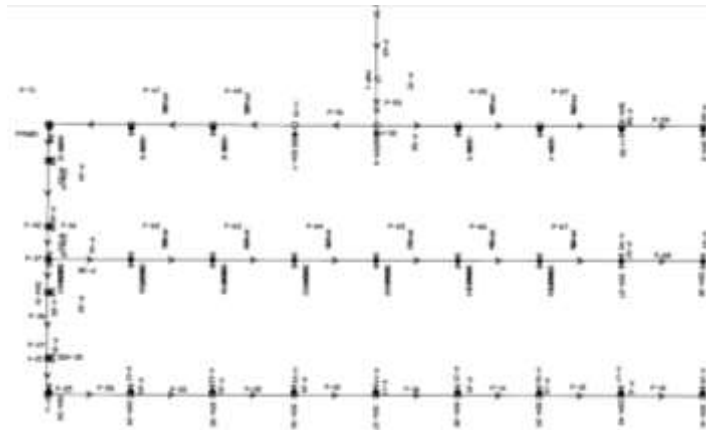
Pada perencanaan perancangan APAR ini menggunakan studi kasus fabrikasi Kapal Perintis milik Dinas Perhubungan Laut yang merupakan jenis kapal penumpang atau *passenger ship*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan NFPA 10 Tahun 2003, diperoleh hasil seperti berikut:

Existing	Bagian Fabrikasi Kapal	Luas	Kebutuhan	Keterangan
8 APAR	Bottom and Hold Plan	684 m ²	4 APAR	Memenuhi
	Main Deck	748,8 m ²	5 APAR	Memenuhi
	Crew Deck	684 m ²	4 APAR	Memenuhi
	Bridge Deck	356,8 m ²	3 APAR	Memenuhi

Selain APAR, pada hasil *assessment* sebelumnya diperlukan perencanaan instalasi hidran. Jumlah kebutuhan pilar hidran yang agar dapat menjangkau seluruh area *slipway* adalah:

Berdasarkan persyaratan perlindungan pada bangunan, untuk bangunan industri dengan tingkat kebakaran tinggi dengan ketentuan 1 buah pilar hidran per 600 m².

$$\text{Jumlah Pilar Hidran} = \frac{\text{Luas Area}}{600 \text{ m}^2} = \frac{18.400 \text{ m}^2}{600 \text{ m}^2} = 31 \text{ pilar hidran}$$



Gambar 3.2. Instalasi Hidran untuk Area Slipway

Berikut merupakan hasil perbandingan perhitungan manual dengan uji simulasi menggunakan *WaterCAD*:

Properties	Satuan	Manual	<i>WaterCAD</i>
Debit	m ³ /s	0,03155	0,03155
<i>Total Pipe Headloss</i>	m/m	35,4610	41,147
<i>Pump Head</i>	m	88,126	91,73

(Sumber: Hasil Analisa, 2017)

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengumpulan data, pengolahan data, dan perhitungan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil analisa dengan *Fire Risk Assessment* berdasarkan penilaian *Event Tree Analysis* dan NFPA 550 Tahun 2002 menunjukkan bahwa Area *Workshop Slipway* yang memiliki potensi bahaya terhadap kebakaran yang cukup tinggi dengan proteksi kebakaran aktif yang masih kurang mencukupi. Sehingga masih perlu ditambahkannya proteksi kebakaran aktif yaitu Alat Pemadam Api Ringan dan Hidran.
- 2) Hasil perencanaan perancangan proteksi kebakaran aktif yang dibutuhkan untuk menjangkau area *workshop* adalah sebagai berikut:
 - a. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Berdasarkan hasil perhitungan sesuai standart NFPA 10 Tahun 2003 diperoleh hasil kebutuhan APAR sebesar 4 buah APAR untuk pekerjaan fabrikasi *bottom and hold plan*, 5 buah APAR untuk pekerjaan fabrikasi *crew deck*, 4 buah APAR untuk pekerjaan fabrikasi *main deck*, dan 3 buah APAR untuk pekerjaan fabrikasi *bridge deck*. Seluruh APAR yang dapat digunakan berjenis *Dry Chemical Powder* dengan jarak maksimal antar APAR sejauh 15,25 meter.
 - b. Instalasi Hidran
 - Total pilar hidran yang dibutuhkan adalah 31 buah pilar hidran dengan jangkauan satu buah pilar hidran sejauh 25 meter.
 - *Head pump* yang diperoleh dari perhitungan manual sebesar 88,126 m sehingga daya pompa yang butuhkan sebesar 40,27 kW.
 - Hasil uji simulasi perencanaan perancangan hidran diperoleh perbedaan hasil dengan perhitungan manual.

5. DAFTAR PUSTAKA

Ericson, Clifton. 2005. *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. Canada: John Wiley & Sons Inc. Publication

National Fire Protection Association. 2002. *NFPA 550 Guide to the Fire Safety Concepts Tree, 2002 Edition*

National Fire Protection Association. 2007. *NFPA 551 Guide of Fire Risk Assessments, 2007 Edition*.

National Fire Protection Association. 2013. *NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers, 2013 Edition*