

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecelakaan Kapal di Indonesia

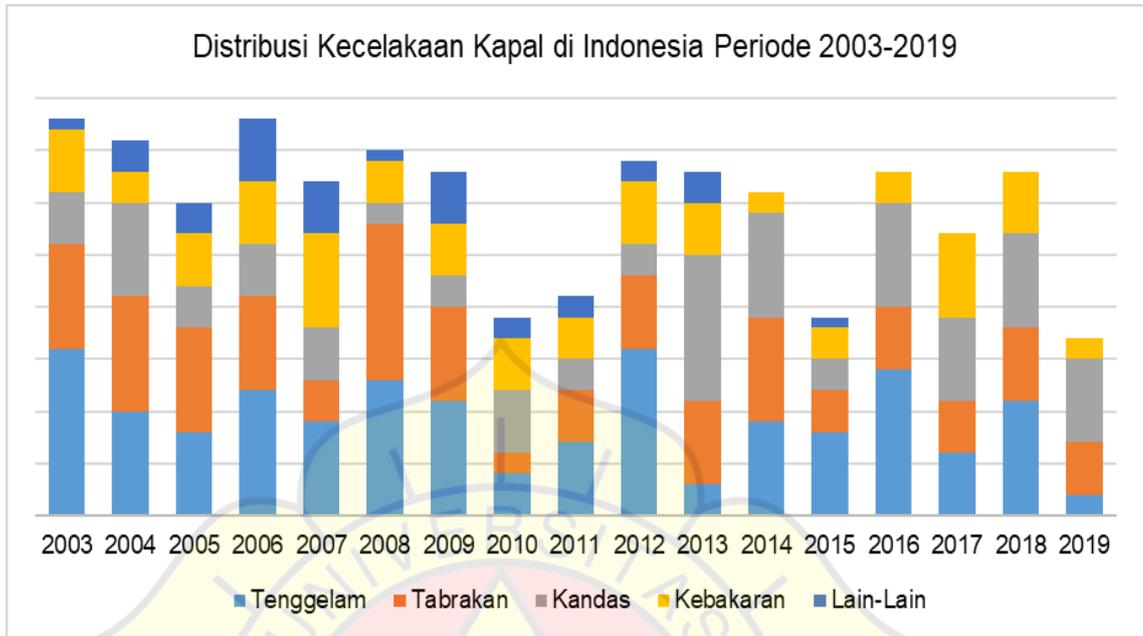
Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari belasan ribu pulau. Setiap daerah di Indonesia memiliki potensi alam yang berbeda. Oleh karena itu Indonesia sangat bergantung pada kapal sebagai alat pengangkut barang/kebutuhan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pemeliharaan kapal seharusnya mendapatkan perhatian yang seksama dari pemerintah dan masyarakat sehingga kecelakaan kapal dapat dicegah yang dapat merugikan banyak hal baik jiwa dan materi.

Kecelakaan kapal di Indonesia dapat dikategorikan menjadi beberapa macam diantaranya adalah tenggelam, tabrakan, kandas, tenggelam dan lain-lain, Berikut contoh kebakaran kapal pada KM Otong Kosasih [1]



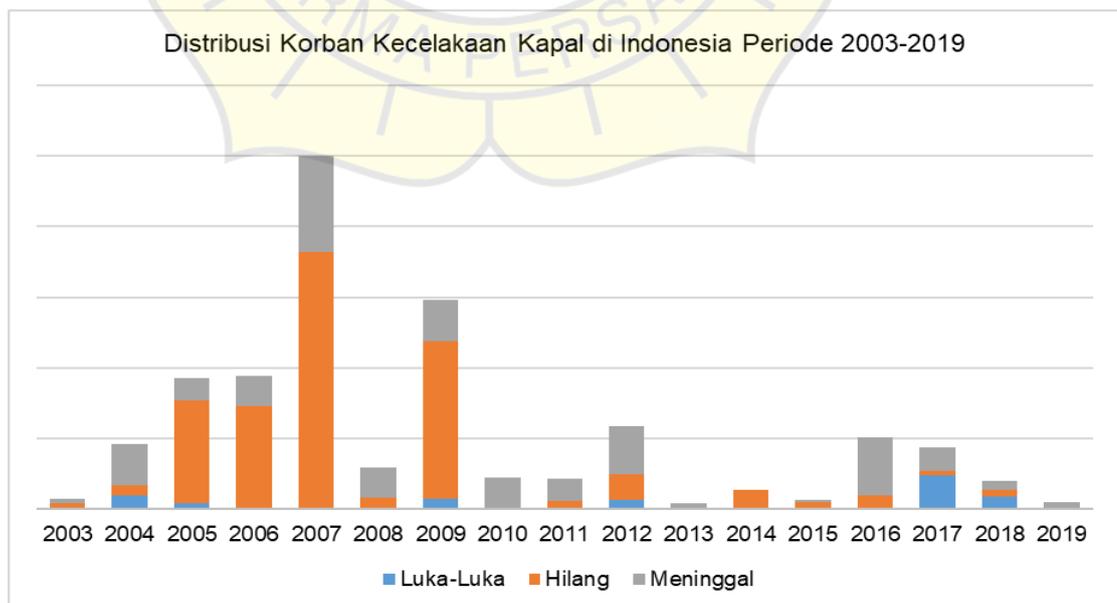
Gambar 1. Kebakaran KM Otong Kosasih

Berdasarkan pada penelitian Danil, 2021 diketahui bahwa kebakaran kapal di Indonesia merupakan salah satu jenis kecelakaan yang cukup sering terjadi. Hal ini terlihat dari Gambar 2 dibawah ini [2][3]



Gambar 2. Distribusi Kecelakaan Kapal di Indonesia

Kecelakaan kapal yang terjadi di Indonesia ini mengakibatkan korban jiwa dan jumlahnya bisa dikatakan tidak sedikit seperti, luka-luka, meninggal dunia, dan bahkan hilang atau tidak ditemukan. Jumlah korban akibat kecelakaan yang terjadi ini bisa dilihat pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Distribusi kecelakaan Kapal di Indonesia

Berikut hasil beberapa data kecelakaan kapal di Indonesia berdasarkan hasil investigasi KNKT dalam beberapa tahun terakhir: [4]

Tabel 1. Data kecelakaan kapal dari tahun 2021-2016

TAHUN KEJADIAN	NAMA KAPAL	JENIS KECELAKAAN
2021	Perahu Gako	Terbalik
	Asian Champion (IMO 9474656)	-
	Gemilang Perkasa Energi	Meledak
2020	Bahari Indonesia	Kebakaran
	EL No. 2	Tenggelam
2019	Maju 8 Shinpo	Menubruk
	Tanto Ceria (IMO 8910328)	Terbakar
	Nusa Agung (IMO 7027423)	Kandas
	Nur Allya (IMO 9245237)	Tenggelam
	Santika Nusantara	Kebakaran
	Melinda (IMO 8658281)	Tabrakan
	Rezeki Penuh 1 (GT. 30 No. 3403/PPb)	
	Allision of Soul Of Luck	-
	Allision of Soul Of Luck with Container Gantry Crane	-
	Mentari Selaras	Kebakaran
	Prince Soya (IMO 9110157)	Tubrukan
	dan Cattleya Express (IMO 8804086)	
	KM Virgo &	Tubrukan
	Bistari 8	-
	BSP I	Kebakaran
	Eastern Glory	Contacted
	Golden Pearl XIV	-
Antea and Star Centurion	Collision	
Ocean Princes (IMO 8601496)	Main Engine Failure	
2018	Nusa Putera	-
	Kapal Motor Makmur	Tertubruk
	Multi Prima I (IMO 8824402)	Tenggelam
	The Grounding of Sea Flyte	
	Fungka Permata V	Terbakar
Altaf	Kandas	

TUGAS AKHIR
ALDO FERNANDO SYARIEF

<i>Lanjutan</i>		
	Molise (GT.6 J.15)	Meledak
	Bunga Melati 79) Dengan	Tubrukan
	Penta Prima	Terbalik
	JWS	Kandas
	Lestari Maju	Miring
	Sinar Bangun 4	Tenggelam
	Arista	Tenggelam
	Kapal Tanker Bull Flores	
	Goden Ocean	Kebakaran
	Kapal Penumpang Paray	Kebakaran
	SPOB Srikandi 511	Terbakar
	Citra Mulia 9	-
	Lintas Bahari-8 (IMO 7336252)	Kebakaran
	Harapan Baru Express VII	Tubrukan
	Bukit Raya (IMO 9032173)	Kandas
	Labitra Adinda	Kebakaran
	STB. 1500	Tenggelam
	Ever Judger	Lain-lain
	Michael Putra	Terbakar
	Sumiei (IMO 8718689)	-
	Kayong Utara (IMO 8656946)	Kandas
	Pinang Jaya	Tenggelam
	Awet Muda	Tenggelam
	Anugrah Express	Terbalik
2017	Surya Nawa 23	Fatality on board
	Mutiara Ferindo I	-
	Keneukai	Tenggelam
	Jetliner (IMO 9117454)	Kehilangan Kendali
	Dharma Kencana II	Terbakar
	KTC 1 (IMO 8844520)	Kandas
	Fungka Permata III	Tenggelam
	Srikandi Indonesia, Maestro Diamond dan Angel No. 1	Senggolan
	Multi Abadi 01 (IMO 8630667)	Kebakaran
	Rejeki Baru Kharisma	Terbalik
	Pekan Fajar	Kebakaran
	Mutiara Persada I	Senggolan

TUGAS AKHIR
ALDO FERNANDO SYARIEF

		<i>Lanjutan</i>	
		Kutai Raya Dua (IMO 8820183)	Kandas
		Amelia-1 (IMO No. 8608901)	Kebakaran
		Mutiara Sentosa I (IMO 8718471)	Terbakar
		SAS 2 (IMO 9049279)	Tenggelam
		Asia Prima I (IMO 8905012)	Kebakaran
		Layar Samudera	Kebakaran
		Rimba Raya XXXI (GT224 no2882/IIK)	Ledakan
		Mutiara Persada III (IMO 9004592)	Kebakaran
		Elisabet (IMO 9041875) & Bhaita Jaya Samudra (IMO 8713108)	Tubrukan
		KMP. Sweet Istanbul	Tenggelam
		KM. Cantika Lestari 77	Terbakar
		KMP. Caitlyn	Terbakar
		KM. Zahro Express	Terbakar
	2016		Karamando (Tanda Selar: GT.104 NO.14/KKe)
		SINABUNG (IMO 9139672)	Kandas
		Aisyah 08	Tenggelam
		TAY SON 4 (IMO 9370587)	Collision
		Victory Prima (IMO 8126082)	Tubrukan
		Dewaruci Perkasa (IMO No. 8624967)	Tenggelam
		SB. Bintang Fajar	Terbakar
		KM. Dharma Kencana VIII	Tenggelam
		MV. Divine Success	Terbakar
		Gili Cat II	Ledakan
		Kapal Pancung	Terbalik
		Bukit Raya (IMO 9032173)	Kandas
		Kapuas	Kebakaran
		Glovis Maple	Fatality Onboard
	KMP. Rafelia 2	Tenggelam	
	Nusantara Akbar	Kebocoran	

Sumber: http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc_maritime/maritime.htm (data diolah)

2.2 Kebakaran di Kapal

2.2.1 Definisi Kebakaran

Untuk memperoleh gambaran tentang fire-fighting pump maka perlu dipahami definisi dari kebakaran itu sendiri, karena fire-fighting pump berfungsi untuk memadamkan kebakaran. Definisi kebakaran secara umum adalah suatu peristiwa atau kejadian timbulnya api yang tidak terkendali yang dapat membahayakan keselamatan jiwa maupun harta benda (Perda DKI NO.3 tahun 1992) [5]

Secara umum kebakaran didefinisikan sebagai: suatu peristiwa oksidasi yang melibatkan 3 unsur yang harus ada yaitu: bahan bakar yang mudah terbakar, oksigen yang ada dalam udara, dan sumber energi atau panas yang berakibat menimbulkan kerugian harta benda, cedera bahkan kematian (menurut NFPA). Kebakaran adalah sebuah reaksi kimia dimana bahan bakar dioksidasi sangat cepat dan menghasilkan panas.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa kebakaran merupakan kejadian timbulnya api yang tidak diinginkan dimana unsur-unsur yang membentuk terdiri dari bahan bakar, oksigen dan sumber panas yang membentuk suatu reaksi oksidasi dan menimbulkan kerugian materil dan moril.

2.2.2 Fire Fighting and Safety (Pemadam Kebakaran Dan Keamanan)

Kebakaran adalah salah satu resiko bahaya yang ada di laut. Kebakaran menghasilkan lebih banyak kerugian di kapal dibandingkan bahaya lain. Hampir semua kebakaran adalah hasil dari kelalaian atau kecerobohan.

Pembakaran terjadi ketika gas atau uap dilepaskan oleh suatu zat dinyalakan: itu adalah gas yang dilepaskan dari hasil pembakaran, bukan substansi. Dimana suhu zat gas yang muncul menimbulkan api yang terus menerus terbakar dikenal sebagai 'titik nyala'.

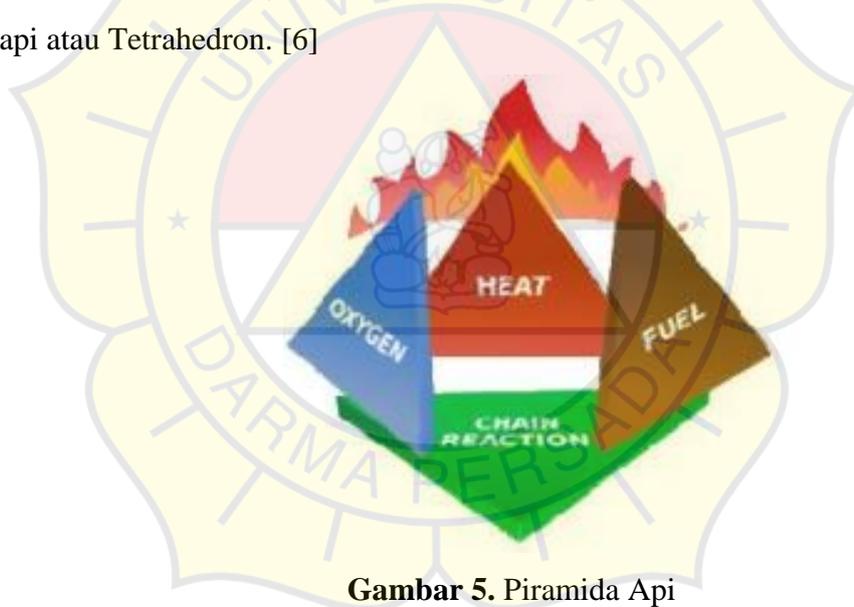
A. Proses terjadinya api

Api adalah suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu: panas, udara dan bahan bakar yang menimbulkan atau menghasilkan panas dan cahaya [6]



Gambar 4. Segitiga Api

Segitiga api adalah elemen-elemen pendukung terjadinya kebakaran, dimana elemen tersebut adalah panas, bahan bakar dan oksigen. Namun dengan adanya ketiga elemen tersebut, kebakaran belum terjadi dan hanya menghasilkan pijar. Untuk berlangsungnya suatu pembakaran, diperlukan komponen keempat, yaitu rantai reaksi kimia (*chemical chain reaction*). Teori ini dikenal sebagai piramida api atau Tetrahedron. [6]



Gambar 5. Piramida Api

Rantai reaksi kimia adalah peristiwa dimana ketiga elemen yang ada saling bereaksi secara kimiawi, sehingga yang dihasilkan bukan hanya pijar tetapi berupa nyala api atau pembakaran. $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + (x)\text{panas} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + (Y)$

B. Klasifikasi api

Terdapat beberapa jenis api yang disebabkan perbedaan jenis sumber yang menjadi penyebab kebakaran. Tujuan pengklasifikasian api adalah agar dapat menggunakan dengan tepat jenis media pemadam terhadap berbagai kelas

kebakaran. Dengan klasifikasi ini diharapkan pemilihan media pemadam dapat sesuai dengan jenis kebakaran sehingga pemadaman dapat berlangsung secara efektif, dengan tidak mengabaikan prosedur pemadaman yang benar.

Pengelompokkan kebakaran menurut peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 04/MEN/1980 Bab I Pasal 2, ayat 1 mengklasifikasikan kebakaran menjadi 4 yaitu katagori A, B, C, D. Sedangkan *National Fire Protection Association* (NFPA) menetapkan 5 katagori jenis penyebab kebakaran, yaitu kelas A, B, C, D dan K. Bahkan beberapa Negara menetapkan tambahan klasikasi dengan kelas E. Klasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Kebakaran Kelas A**

Adalah kebakaran yang menyangkut benda-benda padat kecuali logam. Contoh: Kebakaran kayu, kertas, kain, plastik, dsb. Alat/media pemadam yang tepat untuk memadamkan kebakaran klas ini adalah dengan: pasir, tanah/lumpur, tepung pemadam, foam (busa) dan air.

2. **Kebakaran Kelas B**

Kebakaran bahan bakar cair atau gas yang mudah terbakar. Contoh : Kerosine, solar, premium (bensin), LPG/LNG, minyak goreng. Alat pemadam yang dapat dipergunakan pada kebakaran tersebut adalah Tepung pemadam (*dry powder*), busa (*foam*), air dalam bentuk spray/kabut yang halus.

3. **Kebakaran Kelas C**

Kebakaran instalasi listrik bertegangan. Seperti: Breaker listrik dan alat rumah tangga lainnya yang menggunakan listrik. Alat Pemadam yang dipergunakan adalah: Carbondioxyda (CO₂), tepung kering (*dry chemical*). Dalam pemadaman ini dilarang menggunakan media air.

4. **Kebakaran Kelas D**

Kebakaran pada benda-benda logam padat seperti: magnesum, alumunium, natrium, kalium, dsb. Alat pemadam yang dipergunakan adalah: pasir halus dan kering, dry powder khusus.

5. **Kebakaran Kelas K**

kebakaran yang disebabkan oleh bahan akibat konsentrasi lemak yang tinggi. Kebakaran jenis ini banyak terjadi di dapur. Api yang timbul didapur dapat dikategorikan pada api Klas B.

6. **Kebakaran Kelas E**

Kebakaran yang disebabkan oleh adanya hubungan arus pendek pada peralatan elektronik. Alat pemadam yang bisa digunakan untuk memadamkan kebakaran jenis ini dapat juga menggunakan tepung kimia kering (*dry powder*), akan tetapi memiliki resiko kerusakan peralatan elektronik, karena *dry powder* mempunyai sifat lengket. Lebih cocok menggunakan pemadam api berbahan *clean agent*.

Penting untuk mengetahui pengelompokan kebakaran ini agar kita dapat menentukan alat pemadam api apa yang digunakan. Bila pemadam api yang kita gunakan salah maka upaya pemadaman api akan mengalami kegagalan. Contoh: Kebakaran Klas C (listrik) jangan dipadamkan dengan alat pemadam jenis cair, seperti: air/busa, maka si pemadam itu sendiri akan terkena aliran listrik, karena air/busa adalah penghantar listrik. [7]

		Ordinary Combustibles	Wood, Paper, Cloth, Etc.
		Flammable Liquids	Grease, Oil, Paint, Solvents
		Live Electrical Equipment	Electrical Panel, Motor, Wiring, Etc.
		Combustible Metal	Magnesium, Aluminum, Etc.
		Commercial Cooking Equipment	Cooking Oils, Animal Fats, Vegetable Oils

Gambar 6. Klarifikasi Kebakaran Berdasarkan NFPA

C. Tahap-tahap kebakaran

Kebakaran dapat terjadi jika memiliki tiga unsur yaitu udara, panas dan bahan bakar. Terdapat beberapa tahap mulai dari awal kebakaran, kebakaran berkembang, kebakaran puncak hingga kebakaran reda (padam). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai tahap-tahap proses terjadinya kebakaran.

1. Tahap Kebakaran Muncul

- Reaksi tiga unsur api (panas, oksigen dan bahan mudah terbakar).
- Dapat padam dengan sendirinya apabila api tidak dapat mencapai tahap kebakaran selanjutnya.
- Menentukan tindakan pemadaman atau untuk menyelamatkan diri.

2. Tahap Kebakaran Tumbuh

- Api membakar bahan mudah terbakar sehingga panas meningkat.
- Dapat terjadi flashover (ikut menyalanya bahan mudah terbakar yang lain di sekitar api karena panas tinggi).
- Berpotensi menimbulkan korban terjebak, terluka ataupun kematian bagi petugas pemadam.

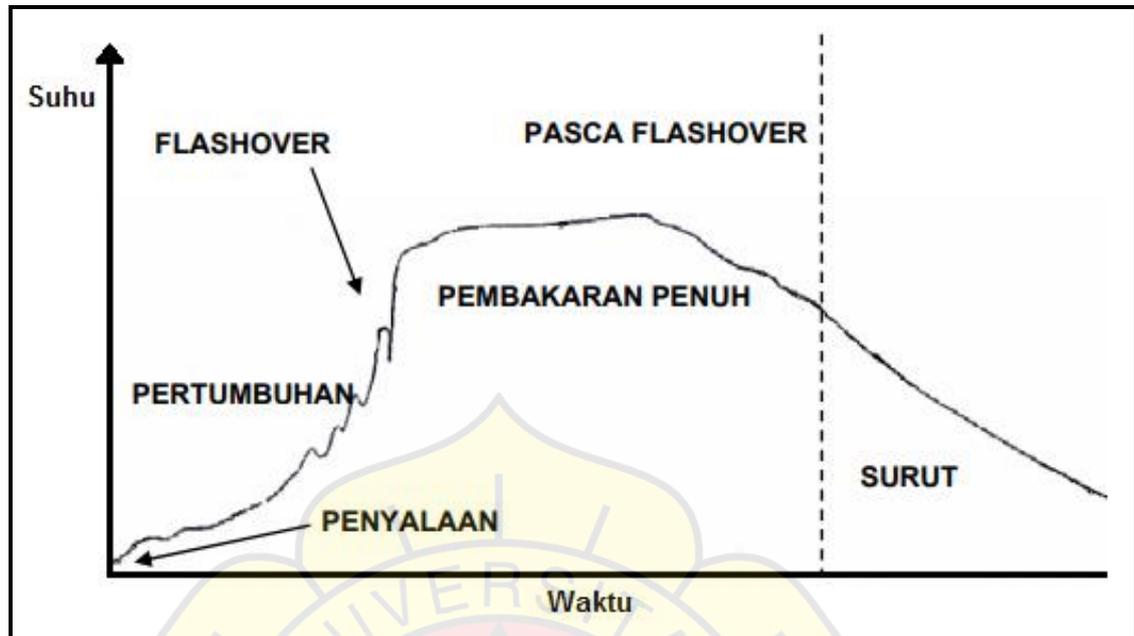
3. Tahap Kebakaran Puncak

- Semua bahan mudah terbakar menyala secara keseluruhan.
- Nyala api paling panas dan yang paling berbahaya bagi siapa saja yang terperangkap di dalamnya.

4. Tahap Kebakaran Reda (Padam)

- Tahap kebakaran yang memakan waktu paling lama di antara tahap-tahap kebakaran lainnya. Penurunan kadar O₂ (oksigen) atau bahan mudah terbakar secara signifikan yang menyebabkan padamnya api (kebakaran)
- Terdapatnya bahan mudah terbakar yang belum menyala berpotensi menimbulkan nyala api baru secara.
- Berpotensi menimbulkan backdraft (ledakan yang terjadi akibat masuknya pasokan oksigen secara tiba-tiba dari kebakaran ruang tertutup yang dibuka mendadak saat kebakaran berlangsung).

Gambar di bawah mengilustrasikan tahap-tahap kebakaran dari muncul api sampai kebakaran reda (padam)



Gambar 7. Tahapan Terjadinya Kebakaran

2.2.3 Pencegahan Kebakaran

Setiap kapal harus memenuhi persyaratan sesuai regulasi Agar kapal tersebut layak beroperasi. Semakin banyak kapal yang tidak memenuhi maka semakin besar peluang kapal akan mengalami kecelakaan yang disebabkan tubrukan, tenggelam maupun kebakaran. Dalam ketentuan-ketentuan mengenai pencegahan kecelakaan diatas Kapal di Laut dan di Pelabuhan terjemahan dari *Accident Prevention in Board Ship at Sea and in Port* dari ILO (*Intenational Labour Office*) [8] terdapat beberapa ketentuan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kebakaran yaitu:

A. Merokok

- Merokok hanya diperbolehkan di tempat-tempat khusus untuk merokok dan instruksi-instruksi serta peringatan peringatan mengenai larangan merokok harus ditempelkan di tempat- tempat yang mudah dilihat
- Membuang batang korek api serta puntung rokok yang masih menyala tidak ditempatnya sangatlah berbahaya, asbak-asbak atau kotak puntung rokok harus tersedia dan ditempatkan di tempat khusu untuk merokok
- Para pelaut/awak kapal harus diingatkan akan bahayanya merokok di tempat tidur

B. Perlengkapan listrik dan lain-lainnya (*electrical and other fittings*)

- Orang-orang yang tidak mempunyai wewenang tidak boleh menangani pekerjaan-pekerjaan yang terkait dengan peralatan dan perlengkapan listrik.
- Semua kerusakan-kerusakan listrik baik pada peralatan, perlengkapan atau saluran (kawat) listrik harus segera dilaporkan segera kepada ahli/juru listrik atau mereka yang diberi wewenang untuk menangani pekerjaan listrik
- Setiap saluran listrik (circuit) tidak boleh dibebani melebihi kapasitasnya karena dapat menyebabkan kebakaran (listrik)
- Pemanas-pemanas (listrik) portable tidak boleh digunakan, kecuali dalam situasi-situasi khusus dan harus disertai peringatan kepada penggunaannya akan bahaya-bahaya yang mungkin bisa terjadi
- Dalam keadaan apapun pemanas-pemanas milik pribadi tidak boleh digunakan diatas kapal.
- Semua peralatan listrik yang portable harus dilepas dari saluran listrik, kalau tidak dipergunakan lagi.
- Semua peralatan listrik milik pribadi di ruang-ruang hunian (*accommodation areas*) harus menggunakan steker (plug) listrik yang sesuai dengan lubang steker (socket) yang ada.
- Kabel listrik sambungan dan lubang steker bercabang banyak (*multi-socket plugs*) tidak boleh dipergunakan di ruang-ruang hunian untuk menghubungkan beberapa peralatan listrik pada satu steker atau lubang steker.
- Apabila awak kapal menggunakan peralatan listrik yang portable diatas kapal, mereka harus dapat memastikan bahwa sambungan-sambungan kabel listrik yang melewati pintu-pintu (*doors*), buka-bukaan palka (*hatches*), lubang-lubang orang (*manholes*) dlsb, dilindungi dan lapisan isolasinya tidak akan rusak oleh tertutupnya lubang atau penutupan-penutupan pintu-pintu, penutup-penutup lubang palka (*covers*) atau penutup-penutup (*lids*)
- Para awak kapal tidak boleh memasang antena-antena (radio/tv) pribadi berdekatan dengan antena-antena radio kapal (*vessel's aeraials*)
- Para awak kapal tidak boleh melakukan (membongkar untuk) perbaikan pesawat-pesawat radio, compact disk players ataupun peralatan (listrik) lainnya tanpa mencabut kabel steker listriknya terlebih dahulu, dan sebelum

memasukkan kabel listriknya lagi pada lubang steker (kapal) harus memeriksakan dulu kepada ahli/juru listrik.

- Bagan atau poster-poster (*wall charts*) yang memberikan instruksi-instruksi mengenai pertolongan pertama darurat pada para awak kapal yang terkena sengatan listrik (*suffered electrical shock*) harus ditempelkan di tempat-tempat yang sesuai di atas kapal, semua awak kapal harus paham dan mau mengikuti prosedur-prosedur yang ditunjukkan ada poster-poster peringatan tersebut.

C. Pakaian yang dicuci dan pakaian basah

- Sikap hati-hati harus dilakukan pada saat mengeringkan pakaian. Pakaian tidak boleh digantung langsung di atas atau di dekat pemanas-pemanas dan tidak boleh dikeringkan di kamar mesin.

D. Barang-barang yang dapat terbakar sendiri (*Spontaneous combustion*)

- Sampah, kain-kain lap dan barang-barang bekas (*rubbish*) termasuk pakaian-pakaian yang ternoda tercelup oleh cat, minyak / pengecer cat (*thinners*), dll, merupakan bahaya apabila dibiarkan tercecer dimana-mana karena barang-barang tersebut dapat terbakar sendiri (*spontaneously combust*). Sampah-sampah harus dibuang atau disimpan di dalam kotak-kotak sampah yang sudah ditentukan (*dustbins*) sampai dapat dibuang dengan aman.

E. Dapur

- Dapur memiliki bahaya kebakaran yang khusus dan karena itu selimut penutup api (*fire blanket*) serta alat-alat pemadam kebakaran yang sesuai harus tersedia dan siap pakai. Air tidak boleh dipergunakan untuk memadamkan api yang berasal dari minyak goreng di tempat memasak.

2.3 Peraturan Keselamatan untuk Pencegahan Kebakaran

Menurut Volume III BKI 1996 section 12 mengenai peralatan pelindung api dan pemadam, dinyatakan sebagai berikut: [9]

A. Pelindung Api

- Pengaturan di ruangan mesin haruslah menjamin keselamatan dari penanganan cairan yang mudah terbakar agar tidak terbakar.
- Semua ruangan yang diletakkan motor bakar, burner, atau pengendap minyak atau tangki harian diletakkan harus terjangkau dan diberikan ventilasi secara layak
- Bilamana terjadi kebocoran dari cairan yang mudah terbakar selama pekerjaan perawatan rutin, harus diperhatikan agar cairan tersebut terhindar dari kontak dari sumber api.
- Bahan yang digunakan pada ruangan permesinan sebaiknya secara normal tidak meningkatkan kemungkinan untuk mudah terbakar.
- Bahan yang digunakan sebagai lantai bulkhead lining, atap atau geladak ruang pengendali dengan tangki minyak haruslah tidak mudah terbakar. Dimana bila terjadi bahaya yang mana minyak dapat terserap ke bahan penyekat, penyekat tersebut harus dapat terlindungi dari serapan minyak atau uap minyak.

B. Peralatan dengan resiko terbakar tinggi.

- Peralatan pengolahan minyak awal (*oil fuel preparation equipment*) seperti purifier, harus dipasang pada ruangan yang terpisah. Ruangan ini ditutupi oleh sekat baja, dan dilengkapi dengan pintu baja yang dapat tertutup sendiri, dilengkapi dengan, Ventilasi mekanis yang terpisah, Sistem deteksi api dan alarm, Sistem pemadam api yang tetap.
- Sistem ini dapat merupakan bagian dari sistem pelindung api ruangan kamar mesin.
- Jika hal tersebut tidak praktis untuk menempatkan sistem pengolahan minyak bahan bakar di ruangan yang terpisah, perhatian harus dilakukan terhadap api dengan suatu penanganan api dari komponen dan dari kemungkinan kebocoran. Sebagai tambahan sistem perlindungan api secara tetap, di ruang kamar mesin, suatu unit pemadam lokal dapat diberikan pada daerah tersebut.

- C. Unit pemadam lokal harus layak untuk pemadaman api yang efektif pada suatu area. Langkah kerja yang dilakukan dapat secara otomatis atau manual sebaik mungkin tidak mempengaruhi operasi dari peralatan lain. Penggunaan secara otomatis dan tiba-tiba tidak boleh merusak komponen lain. Bila peralatan tersebut manual, dapat dipasang pada ruang pengendali permesinan atau disuatu tempat yang memberikan perlindungan yang cukup.
- D. Sistem minyak dengan tekanan kerja lebih dari 15 bar yang tidak termasuk dalam bagian permesinan bantu ataupun induk (seperti hidrolik, stering gear) harus dipasang diruangan yang terpisah.
- E. Perlindungan dari jalur dan peralatan yang melalui temperatur yang tinggi. Semua bagian yang memiliki temperatur diatas 220°C seperti uap, minyak panas dan jalur gas buang, dan silencers, dsb, harus dilindungi oleh bahan tidak yang tidak mudah terbakar dan tidak dapat menyerap minyak. Pelindung harus dapat dipastikan tidak akan menjadi retak atau robek karena getaran.
- F. Daerah Bulkhead
Semua pipa dengan kelas A atau B menurut SOLAS 1974 harus tahan terhadap suhu yang mana telah dirancang sebelumnya. Pipa uap, gas dan minyak termal yang melalui bulkhead harus diberi isolasi tahan panas dan harus terlindungi dari pemanasan yang berlebihan.
- G. Ruang Darurat
Untuk ruangan permesinan dan boiler, kanal sirkulasi udara ke ruangan tersebut harus dilengkapi dengan fire damper yang dibuat dari bahan tidak mudah terbakar yang mana dekat dengan geladak. Bukaannya kamar mesin (sky light), pintu dan hatch serta bukaan lainnya diatur sehingga dekat dengan ruangan lainnya
- H. Peralatan Stop Darurat (*Emergency Stop*)
Pompa bahan bakar dengan tenaga listrik, purifier, motor fan, fan boiler minyak termal dan pompa kargo harus dilengkapi dengan peralatan pemutus darurat, sepraktis mungkin, yang dikelompokkan secara bersama diluar ruangan yang mana

peralatan tersebut dipasang dan harus dapat dijangkau meskipun dalam kondisi terputus akses karena api.

I. Peralatan pemutus dengan remote control.

Alat ini dipasang pada Pompa bahan bakar dengan penggerak uap, jalur pipa bahan bakar ke motor induk, motor bantu dan pipa keluaran dari tanki bahan bakar yang diletakkan di double bottom. Tempat dan pengelompokkan dari peralatan pemutus ini diatur seperti bagian sebelumnya.

J. Disarankan bahwa peralatan pengaman berikut dikelompokkan menjadi satu, sewaktu –waktu dapat dijangkau dari luar ruangan kamar mesin:

- Katup pemutus untuk ruang kamar mesin, penghembus boiler, pompa transfer bahan bakar purifier, dan pompa minyak termal
- Perhatian diberikan khusus pada:
 - Katup penutup singkat bahan bakar
 - Pintu kedap air yang dikendalikan pada ruang permesinan.
- Kondisi kerja dari peralatan pemadam api.

Beberapa aturan lainnya terkait dengan upaya pencegahan kebakaran di kapal yang harus dipenuhi diantaranya adalah sebagai berikut:

A. Kotak Pemadam Kebakaran (Hydrant Box)

Kotak pemadam kebakaran terdiri dari selang pemadam kebakaran dan nozzle. Berikut adalah peraturan yang mengatur peralatan tersebut:

1. Selang Pemadam Kebakaran

Selang kebakaran harus dibuat dari bahan yang tidak mudah rusak dan harus tetap dalam keadaan siap pakai. Peletakkannya ditempat - tempat yang mudah dijangkau dan letaknya dekat dengan tempat hidran atau sambungan layanan air. Untuk kapal penumpang yang mengangkut lebih dari 36 orang, pada selang kebakaran itu harus disambungkan dengan hidran setiap saat. Selang pemadam kebakaran memiliki panjang minimal 10 m. Untuk lebih lengkapnya berikut merupakan panjang maksimal selang pemadam kebakaran berdasarkan tempat.

- a. 15 m di ruang kamar mesin
 - b. 20 m di geladak terbuka dan tempat-tempat lainnya
 - c. 25 m untuk geladak terbuka dengan panjang kapal dengan lebar 30 m
- Untuk kapal kargo dengan 1000 GT atau lebih, jumlah selang pemadam kebakaran harus disediakan minimal 1 setiap 30 m panjang kapal serta dilengkapi dengan satu cadangan, tetapi tidak boleh kurang dari 5 secara keseluruhan. Jumlah tersebut tidak termasuk dengan kebutuhan yang ada di kamar mesin atau ruang boiler.

2. Nosel (*Nozzle*) Ukuran diameter standar untuk nosel antara lain: 12 mm, 16 mm, atau 19 mm. Pada ruang akomodasi dan ruang layanan digunakan nosel ukuran diameter 12 mm. Sedangkan pada ruang mesin dan tempat - tempat di luar, ukuran nosel harus sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh pengeluaran semaksimal mungkin, akan tetapi tidak lebih besar dari 19 mm.

B. Pemadam Kebakaran Jinjing (*Fire Extinguisher*)

Pemadam kebakaran jinjing (*fire extinguisher*) dirancang untuk dapat dibawa dan dioperasikan dengan tangan sehingga total kapasitas berat dari pemadam kebakaran jinjing tersebut tidak melebihi 23 kg. Ruang akomodasi, ruang layanan, dan stasiun kontrol juga harus dilengkapi dengan pemadam kebakaran jinjing tersebut. Pada kapal dengan berat kotor 1.000 GT atau lebih minimal terdapat 5 buah fire extinguisher. Terdapat bermacam-macam *fire extinguisher*, antara lain:

1. *Dry Powder Fire Extinguisher*
2. *Foam Fire Extinguisher*
3. *CO₂ Fire Extinguisher*
4. *Water Fire Extinguisher*

Untuk *dry powder fire extinguisher* dan *CO₂ fire extinguisher* memiliki kapasitas minimal 5 kg sedangkan untuk *foam fire extinguisher* memiliki kapasitas minimal 9 liter. Penggunaan jenis pemadam kebakaran jinjing tersebut juga harus tepat terhadap media penyebab kebakarannya. Berikut merupakan tabel penggunaan jenis media pemadam kebakaran jinjing yang disesuaikan dengan media penyebab kebakaran.

Alat pemadam kebakaran jinjing harus diletakkan di tempat yang mudah dijangkau sehingga jika terjadi kebakaran dapat digunakan dengan mudah dan cepat. Alat pemadam kebakaran jinjing tersebut juga dapat digunakan kapan saja, tidak terhalang oleh cucac, getaran atau factor ekstenal lainnya.

Tabel 2. Jenis Pemadam Kebakaran

Jenis Pemadam Kebakaran Jinjing	Jenis Media Penyebab Kebakaran
<i>Water</i>	<i>Wood, paper, textiles and similar materials</i>
<i>Foam</i>	<i>Wood, paper, textiles and flammable liquids</i>
<i>Dry powder/dry chemical (standard)</i>	<i>Flammable liquids, electrical equipment and flammable gases</i>
<i>Dry powder/dry chemical (multiple or general purpose)</i>	<i>Wood, paper, textiles, flammable liquids, electrical equipment and flammable gases</i>
<i>Dry powder/dry chemical (metal)</i>	<i>Combustible metals</i>
<i>Carbon dioxide</i>	<i>Flammable liquids, electrical equipment and flammable gases</i>
<i>Hallogenated hydrocarbons (Halons)</i>	<i>Flammable liquids, electrical equipment and flammable gases</i>

C. Alarm Kebakaran (*Fire Alarm*)

Alarm kebakaran diletakkan pada tempat dimana penumpang dan awak kapal dapat mendengar saat alarm kebakaran diaktifkan. Alarm kebakaran dilengkapi dengan penekan manual (*switch on*) untuk mengaktifkan alarm dan dilindungi.

- D. Kapal yang memuat penumpang lebih dari 36 orang harus memiliki alat pendeteksi kebakaran yang tetap. Sistem alarm kebakaran harus dipasang dan disusun untuk mendukung pendeteksi asap di ruangan -ruangan publik, pusat kontrol / kemudi dan ruang akomodasi, termasuk koridor, tangga, dan rute penyelamatan. Alat pendeteksi kebakaran dibagi menjadi 2, yaitu: Detektor Panas (*Heat Detector*), Detektor Asap (*Smoke Detector*), atau Detektor Asap - Panas (*Smoke – Heat Detector*). Di bawah ini adalah tata letak dan jarak peletakan dari pemasangan fire detector:

1. Detektor Panas (*Heat Detector*)

Detektor panas akan berfungsi sebelum temperature melebihi 78°C , tetapi tidak sampai temperature melebihi 54°C , dengan laju kenaikan temperature kurang dari 1°C permenit. Detektor panas akan berfungsi melebihi suhu tersebut ditempat yang memiliki suhu yang lebih tinggi dari ruangan biasanya seperti di ruang pengering detector panas akan berfungsi pada suhu 130°C dan di ruang sauna detektor panas akan berfungsi pada suhu 140°C . Detektor panas harus dipasang pada ruang akomodasi, ruang pelayanan, dan stasiun pengontrol.

2. Detektor Asap (*Smoke Detector*)

Detektor asap harus dipasang pada semua tangga, koridor dan jalur evakuasi dalam ruang akomodasi. Detektor asap harus berfungsi sebelum kepadatan asap melebihi 12.5% bagian per meter, tetapi detector asap tidak perlu berfungsi apabila kepadatan asap melebihi 2% bagian per meter. Pertimbangan pertimbangan harus diberikan untuk instalasi dari detektor asap dengan maksud khusus dalam saluran ventilasi. Tabel di bawah ini adalah peraturan peletakan alat pendeteksi kebakaran:

Tabel 3. Persyaratan Peraturan Peletakan Fire Detector

Jenis Detector	Luas Lantai Maksimum Tiap Detektor	Jarak Maksimum Antar Pusat	Jarak Maksimum Dari Sekat
Panas	37 m ²	9 m ²	4.5 m ²
Asap	74 m ²	11 m ²	5.5 m ²

E. *Sprinkle*

Sprinkle adalah alat bantu pemadam kebakaran berupa saluran air yang menyembrot dari langit - langit saat diaktifkan jika terjadi kebakaran. Sistem sprinkler otomatis adalah kombinasi dari deteksi panas dan pemadaman yang bekerja sama otomatis penuh tanpa bantuan manusia. *Sprinkler* akan berfungsi pada suhu sekitar 68°C sampai 79°C , kecuali yang dipasang dilokasi ruang pengering yang dapat memiliki suhu tinggi. Pada ruang tersebut sprinkler akan berfungsi tidak melebihi 30°C diatas suhu maksimum. Sprinkler harus dapat berfungsi menyembrotkan air secara berkelanjutan selama 30 menit.

F. Kotak Pasir (*Sand Box*)

Pada setiap ruang pemadam kebakaran harus ada wadah yang berisi pasir, serbuk gergaji yang dicampur dengan soda, atau material kering yang lain untuk alat bantu pemadam kebakaran.

G. Denah Keselamatan (*Safety Plan*)

Untuk kapal yang mengangkut lebih dari 36 orang penumpang diwajibkan memasang denah keselamatan di tempat umum (publik) agar penumpang dan awak kapal dapat mengetahui tempat evakuasi jika terjadi kebakaran atau kecelakaan di kapal.

H. Tata Susunan Peralatan

Pemadam Kebakaran Tata susunan harus sedemikian rupa sehingga dapat menjamin sekurang - kurangnya $\frac{2}{3}$ gas yang dibutuhkan ruang tersebut harus masuk selama 10 menit. Dalam ruang muatan harus dipasang sistem pemadam kebakaran. Sistem pemadam kebakaran gas lain atau sistem pemadam kebakaran dengan busa ekspansi tinggi dapat dipasang dengan syarat dapat memberikan perlindungan yang sepadan. Selanjutnya setiap ruang muatan yang didesain hanya untuk kendaraan yang tidak mengangkut muatan dapat dipasang dengan sistem pemadam kebakaran hidrokarbon berhalogen

2.4 Sistem Instalasi Pemadam Kebakaran (FiFi System)

Sistem pemadam kebakaran merupakan sistem yang sangat vital dalam sebuah kapal, sistem ini berguna untuk menanggulangi bahaya api yang terjadi di kapal. Sistem pemadam kebakaran secara garis besar dapat dibagi menjadi dua dilihat dari peletakan sistem yang ada yaitu:

1. Sistem penanggulangan kebakaran pasif, sistem ini berupa aturan kelas mengenai penggunaan bahan pada daerah beresiko tinggi terjadi kebakaran dan juga pemasangan instalasi fix pada daerah beresiko kebakaran.
2. Sistem penanggulangan kebakaran aktif, sistem ini berupa penanggulangan kecelakaan yang bersifat lebih aktif misal, penempatan alat pemadam api ringan pada daerah yang beresiko kebakaran. Pada dasarnya prinsip pemadaman adalah memutus “segitiga api” yang terdiri dari panas, oksigen, dan bahan bakar. Sehingga dengan mengetahui hal ini maka dapat dilakukan

pemilihan media pemadaman sesuai dengan resiko dan kelas dari kecelakaan tersebut.

Fungsi Sistem Pemadam Kebakaran adalah untuk penanganan jika terjadi kebakaran di kapal. Maka peralatan yang digunakan, berasal dari sistem pemadam kebakaran. Oleh karena itu, sistem pemadam kebakaran harus bisa menangani kebakaran di setiap bagian kapal. Sistem pemadam tetap dikapal terbagi atas dua yaitu hydrant dan springkler, dimana kedua sistem ini berfungsi untuk memadamkan api dikapal, pemadaman api diambil langsung menggunakan air laut melalui beberapa alat.

Adapun komponen-komponen alat yang digunakan pada sistem pemadam tetap dikapal adalah sebagai berikut:

1. Kotak Air Laut (*Sea Chest*)

Kotak laut (*sea chest*) adalah suatu perangkat yang berhubungan dengan air laut yang menempel pada sisi dalam dari pelat kulit kapal yang berada dibawah permukaan air dipergunakan untuk mengalirkan air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan sistem air laut (*Sea water system*) dapat dipenuhi.

2. Saringan (*Strainer*)

Strainer adalah suatu alat berbentuk kotak atau silinder yang biasanya dipasang pada pipa ke mesin induk, pipa ke mesin bantu atau pada pipa by pass. Alat ini berfungsi sebagai jebakan kotoran dari laut, dalam strainer tersebut dipasang filter. Kotoran tersebut bila tidak tersaring dan diendapkan pada strainer akan masuk kedalam sistem air laut dalam kamar mesin dan lain-lain. Pada periode waktu tertentu strainer harus dibuka untuk dibersihkan bersama dengan filternya. Penampang strainer kurang lebih 1,5 sampai dengan 2 kali penampang pipanya.

3. Pipa induk (*By Pass Pipe*)

Pipa by pass dipergunakan untuk saling menghubungkan antara sea chest yang satu dengan sea chest yang lain, dengan tujuan dapat membantu suplai air laut ke tempat tertentu dari satu sistem, bila salah satu sistem mengalami kesulitan atau hambatan dalam suplai air laut.

Diameter pipa by pass biasanya cukup besar, sebab harus dapat mengganti menyalurkan air laut sebanyak jumlah pipa isap dalam sea chest tersebut. Atau digunakan saat pemindahan penggunaan saat kapal berlayar dari perairan dalam masuk ke perairan yang dangkal, sehingga harus menggunakan sea chest samping.

4. Katup (*Valve*)

Semua sistem perpipaan dalam kamar mesin selalu dilengkapi dengan valve yang berfungsi sebagai pintu untuk membuka dan menutup aliran air laut, sebagai pengaman pula bila suatu saat aliran air harus dipompa karena kebocoran, atau karena untuk pemadam kebakaran dan lain-lain. Untuk ukuran valve harus disesuaikan dengan ukuran pipanya.

5. Pompa utama (*General Service Pump*)

Kegunaan pompa pemadam kebakaran ini dimanfaatkan untuk memompa atau menghisap air dari sea chest untuk disalurkan ke pipa hydrant kemudian didistribusi ke hydrant pillar untuk outdoor dan hydrant valve untuk indoor dan juga aliran didistribusikan ke springkler. Fire pump ini dimanfaatkan oleh tim pemadam kebakaran (*fire brigade*) ketika terjadi kebakaran. Biasanya pompa pemadam kebakaran membutuhkan waktu minimal 30 menit untuk dapat mengalirkan air keseluruh pipa hydrant dan Springkler dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran. Pompa untuk pompa pemadam kebakaran setidaknya memiliki 2 buah pompa dengan penggerak sendiri. Untuk kapal kurang dari 1000 GT hanya memerlukan 1 buah pompa pemadam kebakaran. Pada setiap ruang mesin dari kapal yang terdapat ballast, bilge atau pompa air lainnya, diharuskan untuk membuat hubungan antara salah satu pompa diatas dengan sistem pemadam kebakaran.

6. Pompa pemadam bantu (*Emergency Fire Pump*)

Sign '*Emergency Fire Pump*' berfungsi sebagai tanda adanya pompa pemadam darurat yang hanya diaktifkan apabila terjadi kebakaran. Emergency Fire Pump merupakan salah satu alat pemadam kebakaran yang wajib ada di kapal dan harus berdiri independen menggunakan sumber energi sendiri. Dapat diletakkan di steering gear room atau dekat dengan akses jalan dari ruang akomodasi ke kamar mesin. Sign ini biasanya dipasang dekat pompa pemadam darurat. Pompa ini diaktifkan ketika pompa pemadam utama kebakaran mengalami tekanan aliran yang rendah atau tidak berfungsi sama sekali.

7. Hydrant

Hydrant adalah alat pemadam kebaran yang diletakkan di atas ruang muat, dan digunakan di deck, di atas ruang muat yang ada dikapal. Hydrant harus dilengkapi dengan hose atau selang, untuk menyembrotkan air ke sumber api.

Hidran harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga air dari dua nosel keluar secara bersamaan, salah satunya adalah dari satu selang panjang, dapat mencapai setiap bagian dari kapal yang mana penumpang dan kru biasanya memiliki akses selama perjalanan, setiap bagian dari ruang kargo kosong, Di ruang ro-ro atau ruang kendaraan itu harus dimungkinkan untuk mencapai bagian manapun dengan air dari dua nosel secara bersamaan, masing-masing dari selang satu panjang. Di kapal penumpang setiap bagian dari akomodasi, ruang layanan dan mesin harus mampu dijangkau dengan air dari setidaknya dua nosel, salah satunya adalah dari satu selang panjang, ketika semua pintu kedap air dan semua pintu utama bulkheads zona vertikal ditutup.

8. *Sprinkler*

Sprinkler adalah alat yang menggantung di langit-langit tiap deck, dengan sistem perpipaan yang menyebar di tiap deck. *Sprinkler* merupakan alat detector otomatis yang mendeteksi adanya asap dan api di bagian tertentu di kapal dan dapat menyemprotkan air ketika terjadi kebakaran. Peraturan instalasi *sprinkler* lainnya adalah temperatur operasi pada kepala *sprinkler* berkisar antara 57°C atau 68°C. Salah satu tipe sistem *sprinkler* juga bekerja layaknya heat detector yang mendeteksi adanya kenaikan temperatur pada kepala *sprinkler* sehingga jika melewati temperatur setting, sistem *sprinkler* akan aktif.

2.2. Criticality Analysis

Criticality analysis adalah sebuah metode yang dirancang untuk mengidentifikasi potensial *failure models* (tipe kegagalan potensial) suatu proses atau sistem. Metode ini dapat digunakan untuk menilai resiko yang berhubungan dengan tipe kegagalan, untuk merangking isu kegagalan yang mungkin terjadi dan untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan tindakan korektif secara serius, (Taylor,2000)

Tujuan dari *criticality analysis* adalah untuk merangking masing-masing potensial failure mode berdasarkan pengaruh dari kelas kekritisannya dan kemungkinan terjadinya kegagalan berdasarkan data yang ada.

2.4.1 NORSOK Standart

Tujuan dari NORSOK Standart adalah untuk menyusun dasar dari persiapan dan optimasi program perawatan pada sistem produksi minyak dan gas, baik yang baru

beroperasi atau yang sudah berjalan [10]. NORSOK Standart menggambarkan suatu proses aktif yang rasional dan efisien untuk menghasilkan suatu optimasi program pemeliharaan berdasar pada analisa resiko dan cost benefit prinsip. Sebagai dasar untuk evaluasi resiko dan penetapan aktivitas pemeliharaan, NORSOK standart mendukung penggunaan praktis dan pengalaman perawatan dan menyajikan pengalaman ini untuk didokumentasikan sesuai dengan peralatan dalam sistem.

Aplikasi dari NORSOK standart ini antara lain adalah untuk:

➤ *Spare part evaluation*

Hasil dari criticality analysis sangat berguna untuk mengidentifikasi peralatan mana yang membutuhkan pengganti sehingga peralatan mana yang membutuhkan pengganti sehingga kita dapat memesan spare dari komponen tersebut.

➤ *Conceptual and design evaluation*

Jika analisa ini dilakukan pada saat awal pengoperasian system plan, maka hasil analisa sangat berguna untuk menyediakan data untuk mendukung pengambilan keputusan. Antara lain untuk menentukan kebutuhan sumber daya perawatan yang dibutuhkan pada operasi normal sistem dan juga untuk mengidentifikasi jika kegagalan tersembunyi dapat terjadi pada keamanan peralatan yang kritis.

➤ *Prioristing work order*

Hasil dari criticality analysis dapat sangat berguna ketika dipakai untuk menentukan kriteria untuk prioritas pekerjaan perawatan. Prioritas ini berdasarkan hasil penilaian konsekwensi dari kegagalan yang mungkin timbul. Kriteria yang digunakan berdasar pada prioritas dari: pengelompokan konsekwensi kegagalan, redundancy kegagalan dan informasi tentang seberapa serius dampak kegagalan tersebut.

➤ Untuk menyusun program perawatan

Proses untuk menyusun program perawatan dapat didasarkan pada gambar 2.9 tentang aplikasi criticality analysis berdasarkan NORSOK Standar Z-008.

2.3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan suatu analisa yang dilakukan dengan memeriksa komponen-komponen dari tingkat rendah dan meneruskannya ke sistem yang merupakan tingkatan yang lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan sistem sebagai hasil dari semua bentuk kegagalan [11]. Disamping itu FMEA merupakan salah satu bentuk analisa kegagalan serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap-tiap komponen pada sistem. Hasil dari analisa FMEA dapat dibuat sedetail mungkin, hal ini bergantung dari informasi yang akan dibutuhkan serta informasi yang diperoleh untuk menganalisa.

Berdasarkan analisa FMEA dari MIL-STD 1629A yang telah dimodifikasi untuk mengerjakan skripsi ini yang mana kegiatan dituliskan kedalam *worksheet* dimana masing-masing kolom *worksheet* berisikan item-item sebagai berikut yaitu [11]:

1. *Identification no* : Sebagai no identitas dari komponen yang akan dianalisa.
2. *Functional Identification* : Merupakan nama komponen yang akan dianalisa pada suatu sistem tertentu.
3. *Function* : Merupakan fungsi dari komponen yang akan dianalisa.
4. *Failure Modes* : Merupakan mode kegagalan dari masing-masing komponen yang akan dianalisa.
5. *Mision Phase* : Merupakan akibat dari mode kegagalan atau effect dari adanya kegagalan dari masing-masing komponen sehingga menggagalkan misi operasionalnya.
6. *Local Effect* : Merupakan effect lokal yang dihasilkan apabila terjadi kegagalan pada masing-masing komponen tersebut.
7. *Next Higher Effect* : Merupakan effect lanjutan yang dihasilkan.
8. *End Effect* : Merupakan efek terakhir yang dihasilkan dari kegagalan masing-masing komponen yang dianalisa.
9. *Failure Detection* : Merupakan cara mendeteksi dari timbulnya kegagalan pada masing-masing komponen yang akan dianalisa.
10. *Compensating Provision*: Merupakan *worksheet* yang digunakan untuk mengidentifikasi cara-cara yang dapat dilakukan terkait dengan metode perbaikan (cara-cara perbaikan yang bisa dilakukan) terhadap resiko kerusakan yang terjadi

11. *Severity Class*: Merupakan hasil akhir dari penilaian resiko berupa pemeringkatan class atau pemeringkatan nilai keparahan suatu resiko kegagalan suatu komponen pada suatu sistem yang dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok: *negligible, minor, moderate, major, dan severe*.

2.4. Risk Matrix (Matrik Resiko)

Cara mengetahui level suatu resiko dari matrik diatas adalah dengan mengetahui frekuensi dan konsekuensinya terlebih dahulu. Kemudian dua komponen ini ditarik secara mendatar dan vertical, perpotongan antara keduanya merupakan level dari resiko.

Gambar dibawah merupakan contoh risk matrik 5x5 yang terdiri dari beberapa komponen yaitu kemungkinan terjadinya kecelakaan atau frekuensi, dampak yang ditimbulkan atau severity serta dibagian tengah yang merupakan perpotongan keduanya yang merupakan level dari resiko, ditandai dengan warna yang berbeda dimana:

L = *Low risk*,

M = *Medium risk*,

H = *High risk* dan

E = *Extreme Risk*.

Tabel 4. Matrik Resisko 5 x 5

Likelihood	Consequences				
	1	2	3	4	5
5	M	H	H	E	E
4	M	M	H	H	E
3	L	M	M	H	E
2	L	M	M	M	H
1	L	L	M	M	H