

ANALISA RESIKO KEGAGALAN SISTEM PEMADAM KEBAKARAN (*FIFI-SYSTEM*) BERDASARKAN *CRITICALITY* *ANALYSIS*

Aldo Fernando Syarief¹, Danny Faturachman^{2*}, Mohammad Danil Arifin², Aldyn Clinton Partahi Oloan²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Darma Persada

²Dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Darma Persada

*Koresponden : fdanny30@yahoo.com

ABSTRAK

*Kebakaran adalah salah satu hal yang paling berbahaya bagi kapal. Beberapa kecelakaan yang terjadi di kapal disebabkan oleh adanya kebakaran yang timbul dari dalam kapal tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu sistem pemadam yang memiliki performa yang handal dan dapat digunakan kapanpun ketika terjadi kebakaran. Untuk mencegah terjadinya suatu kegagalan pada sistem pemadam kebakaran diperlukan analisa kekritisan komponen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa resiko kegagalan yang terjadi pada sistem pemadam kebakaran (*FiFi System*) berdasarkan *criticality analysis*. Metode yang digunakan untuk menganalisa kekritisan komponen sistem pemadam kebakaran berdasarkan atas *NORSOK Standard* dan *FMEA Worksheet*. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa komponen penting dalam instalasi sistem pemadam kebakaran (*Fire Fighting System/FiFi System*) dikapal terdiri dari: seachest, strainer, bypass pipe, valve, pump, sprinkler, dan fire hydrant. Dimana didapatkan bahwa nilai resiko kegagalan tertinggi dari komponen sistem pemadam kebakaran adalah pompa, kemudian katub pada posisi kedua. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa metode pemeliharaan yang paling sesuai adalah *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.*

Kata kunci : Resiko Kegagalan Sistem, Pemadam Kebakaran, *Criticality Analysis*

1. PENDAHULUAN

Kebakaran adalah salah satu jenis kecelakaan yang paling berbahaya bagi kapal. Beberapa kecelakaan pada kapal seringkali diakibatkan oleh adanya kebakaran yang timbul dari dalam kapal itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu sistem pemadam yang dapat digunakan untuk melakukan proses penyelamatan dan pemadaman terutama ketika terjadi kebakaran di atas kapal.

Sistem pemadam kebakaran adalah suatu sistem yang sangat penting dan vital dalam sebuah kapal. Pada dasarnya, sistem pemadam kebakaran secara umum dapat dikategorikan menjadi dua bagian apabila dilihat dari peletakan sistem yang ada yaitu:

- Sistem pencegahan kebakaran pasif, dimana sistem ini biasanya adalah berupa aturan kelas terkait dengan penggunaan bahan pada daerah beresiko tinggi terjadi kebakaran dan juga pemasangan instalasi yang tetap pada daerah beresiko kebakaran.
- Sistem pencegahan kebakaran aktif, biasa diartikan sebagai suatu sistem yang berupa sistem pencegahan kecelakaan yang sifatnya lebih aktif, seperti penempatan peralatan pemadam api ringan atau (APAR) pada daerah yang beresiko kebakaran.

Peran penting dari sistem pemadam kebakaran adalah untuk menanggulangi jika terjadi suatu kebakaran di kapal. Dimana peralatan yang digunakan untuk menanggulangi kebakaran di kapal biasanya berasal dari sistem pemadam kebakaran. Oleh karena itu, harus dipastikan bahwa sistem pemadam kebakaran harus mampu untuk menangani kebakaran yang terjadi di setiap bagian kapal. Hal ini karena apabila sistem pemadaman di kapal mengalami kerusakan dan gagal beroperasi, maka akan memberikan beberapa kerugian seperti: kerugian material, harta, properti dan kerugian paling vital adalah adanya korban jiwa, dan lain-lain.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dilakukan suatu analisa mengenai resiko kegagalan sistem pemadam kebakaran (*Fire Fighting System/FiFi System*). Analisa resiko sistem pemadam kebakaran ini akan dilakukan dengan menggunakan *criticality analysis* dan FMEA. Kemudian, akan dilakukan analisa mengenai rekomendasi metode perawatan yang sesuai berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan-tahapan pengerjaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan-tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Tahap Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan untuk memahami tentang teori-teori dasar yang menjadi permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk memperoleh pengetahuan dasar dan data lain yang bersumber pada penelitian-penelitian sebelumnya yang nantinya dapat untuk digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya. Pada tahapan ini dilakukan suatu studi dan analisa terhadap rujukan-rujukan yang berasal dari berbagai sumber seperti: pada jurnal skripsi, internet, job report, dan lain-lain. Data-data yang diperlukan diantaranya adalah: Ukuran dimensi utama kapal yang akan dianalisa, spesifikasi mesin utama kapal (M/E).

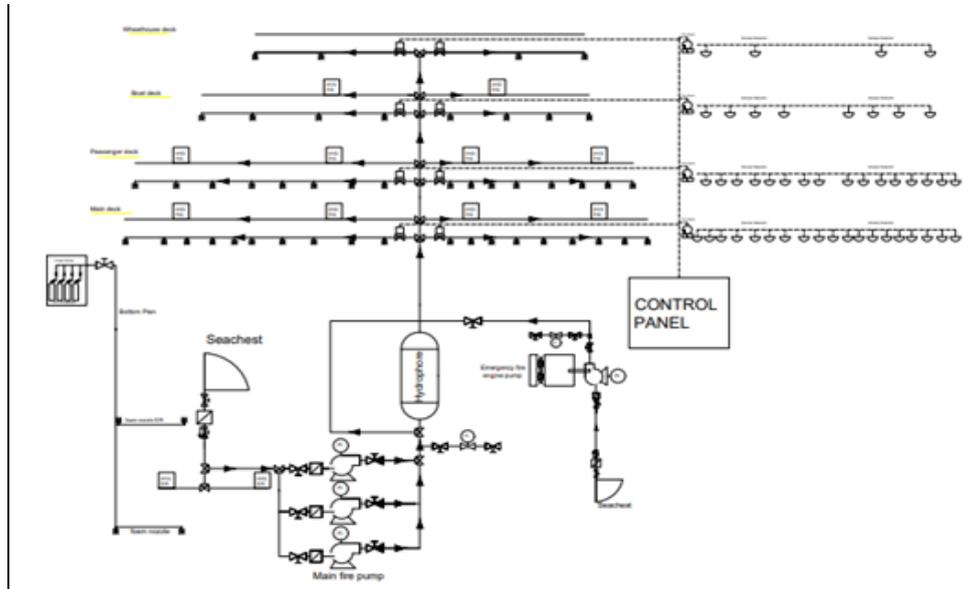
b. Tahap Pengolahan Data

- Instalasi sistem pemadam kebakaran 2D
- Proses kerja sistem pemadam kebakaran
- Deskripsi fungsi utama komponen sistem pemadam kebakaran
- Deskripsi sub fungsi dan penilaian konsekwensi (NORSOK)
- Fungsi Hirarki
- Analisa kekritisian komponen
- *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)
- *Risk Matrix* (Matrik Resiko)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Instalasi Sistem Pemadam Kebakaran

Instalasi sistem pemadam kebakaran pada Kapal Coaster 2250 DWT ditunjukkan pada skematis system yang diilustrasikan pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Skematis sistem pemadam kebakaran

3.2. Proses Kerja Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem pemadam kebakaran pada kapal beroperasi dengan memanfaatkan media instalasi perpipaan yang terdiri dari beberapa komponen pipa dan pompa khusus untuk pemadam kebakaran. Dimana sistem pemipaan tersebut diinstal ke setiap ruangan yang ada di kapal. Sehingga jika terjadi suatu kebakaran di kapal, maka pompa pemadam kebakaran akan beroperasi dan menyalurkan air yang dihisap dari *sea chest* atau *sea water inlet*, yang kemudian akan melewati pipa - pipa instalasi dan kemudian air akan dikeluarkan ke tempat terjadinya kebakaran melewati suatu *sprinkler*. Dimana *sprinkler head* atau biasa disebut dengan pemercik air dipasang dalam ruang muat (*accomodation room*), kamar mesin (*engine room*), dan kamar ketel uap, living room dan service compartment, dll.

3.3. Deskripsi fungsi utama komponen sistem pemadam kebakaran

- Seachest*: fungsinya adalah untuk tempat masuknya air laut kedalam kapal sehingga kebutuhan dari sistem air laut (*sea water sistem*) dapat dipenuhi.
- Strainer* (Penyaring): sebagai jebakan kotoran dari laut. Dimana kotoran-kotoran tersebut harus disaring terlebih dahulu dan diendapkan dahulu pada guna menghindari agar tidak masuk kedalam sistem air laut dan mengakibatkan adanya kerusakan atau sumbatan pada sistem lainnya.
- Pipa *Bypass*: digunakan dengan tujuan untuk dapat menghubungkan antara *sea chest* yang satu dengan *sea chest* yang lain, dengan tujuan dapat membantu mensuplai kebutuhan akan air laut dari satu tempat ke tempat yang lain, terutama jika salah satu sistem mengalami kendala atau hambatan didalam mensuplai kebutuhan air laut.
- Valve* (katup): berfungsi sebagai suatu pintu yang berguna untuk membuka dan menutup aliran dan mengatur arah aliran dari air laut. Selain itu juga berfungsi sebagai pengaman jika suatu saat aliran air harus dipompa karena adanya suatu kebocoran, atau karena untuk melakukan proses pemadam kebakaran dan lain-lain.
- Pump*: digunakan untuk memompa fluida memasok air menuju titik yang dituju

- f. *Sprinkler*: sistem otomatis penyiraman air melalui kepala yang melekat pada sistem perpipaan yang mengandung air dan terhubung ke suplai air sehingga debit air keluar dengan segera dikarenakan dari sensor sensitif berupa air raksa yang pecah dan terkoneksi oleh suhu yang panas yang ditimbulkan dari sesuatu yang terbakar.
- g. *Hydrant*: sistem perlindungan suatu kebakaran dengan menggunakan media fluida cair (air) bertekanan agar dapat memadamkan api di kapal.

3.4. Konsekuensi Kekritisan Komponen

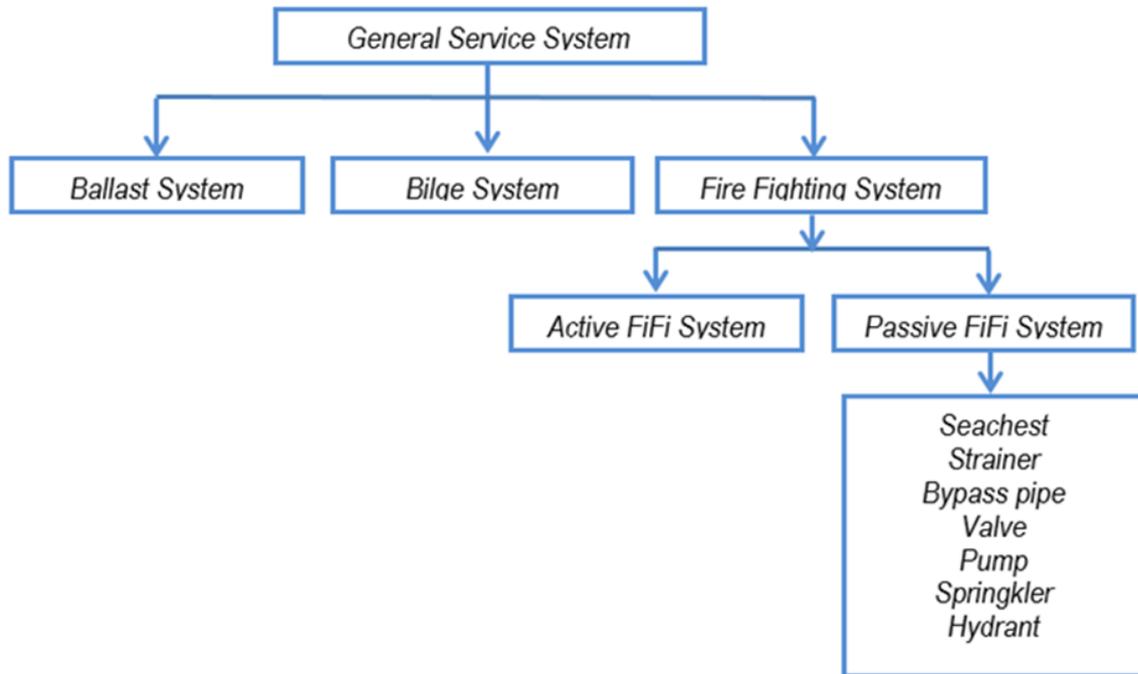
Hasil penilaian konsekuensinya berdasarkan pada Norsok Standar dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 1. Konsekuensi Kekritisan Komponen

Main Function	Sub Function	Assessing Loss of Function	Red. Deg.	HSE	P	C
<i>Fire Fighting System</i>	<i>Seachest</i>	Red: No Redundancy HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya cukup tinggi	C	-	-	L
	<i>Strainer</i>	Red: No Redundancy HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya tinggi	A	-	M	M
	<i>Bypass pipe</i>	Red: No Redundancy HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya cukup tinggi	A	-	M	M
<i>Fire Fighting System</i>	<i>Valve</i>	Red: One Spare HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya cukup tinggi	A	-	M	M
	<i>Pump</i>	Red: One Spare HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya cukup tinggi	B	M	H	M
	<i>Sprinkler</i>	Red: No Redundancy HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya tinggi	C	-	L	L
	<i>Hydrant</i>	Red: No Redundancy HSE: Berpotensi terjadi ledakan Prod: Dapat menghentikan sistem Cost: Memerlukan biaya cukup tinggi	C	-	L	L

3.5. Hirarki Fungsi Sistem Pemadam Kebakaran

Hirarki fungsi dari sistem pemadam kebakaran dikapal adalah seperti yang terlihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Hirarki fungsi sistem pemadam kebakaran

3.6. Analisa Kekritisan Fungsi

Berdasarkan atas hasil penilaian fungsi konsekwensi kekritisn komponen berdasarkan NORSOK Standar, maka didapatkan bahwa urutan kekritisn komponen dari yang tertinggi ke rendah adalah sebagai berikut:

- *Pump* dengan nilai *Redundancy Degree* = B, HSE = M, P = H, dan C= M
- *Strainer* dengan nilai *Redundancy Degree* = B, HSE = M, P = H, dan C= M
- *Bypass pipe* dengan nilai *Redundancy Degree* = B, HSE = M, P = H, dan C= M
- *Valve* dengan nilai *Redundancy Degree* = B, HSE = M, P = H, dan C= M
- *Sprinkler* dengan nilai *Redundancy Degree* = C, HSE = (-), P =L, dan C= L
- *Hydrant* dengan nilai *Redundancy Degree* = C, HSE = (-), P = L, dan C= L
- *Seachest* dengan nilai *Redundancy Degree* = C, HSE = (-), P = (-), dan C= L

Setelah didapatkan hasil konsekwensi kekritisn komponen dari sistem pemadam kebakaran, selanjutnya adalah dilakukan analisa mengenai mode kegagalan serta mengidentifikasi dan menganalisa efek atau dampak yang akan ditimbulkan terhadap keseluruhan kerja sistem jika komponen-komponen pada sistem pemadam kebakaran mengalami kerusakan atau kegagalan.

3.7. Analisa Failure Mode Effect & Analysis (FMEA)

Analisa FMEA dilakukan dengan menggunakan worksheet dibawah ini. Dimana hasil detail analisa menggunakan FMEA worksheet dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Worksheet FMEA

Description Unit			Description of Failure		Effect of Failure		Likelihood	Consequence	Level	Comment
No	Component	Function	Failure cause or mechanism	Detection of failure	On the sub system	On the system function				
FI 01	<i>Seachest</i>	Tempat awal masuknya air laut	Seachest tersumbat	Adanya kotoran yang menghambat & tidak bisa dibersihkan	Seachest rusak	Debit air berkurang	3	2	M	Moderate Risk
FI 02	<i>Strainer</i>	Untuk menyaring kotoran dari bahan bakar	Strainer tersumbat oleh kotoran	Adanya kotoran yang tidak bisa dibersihkan	Strainer rusak	Debit air berkurang	3	3	M	Moderate Risk
			Penyaringan tidak maksimal	Adanya kotoran yang tidak bisa dibersihkan	Supply air berkurang	Pompa menjadi rusak				
FI 03	<i>Bypass pipe</i>	Untuk mengatur/mengarahkan arah aliran fluida	Internal Leakage/kebocoran	Tekanan tidak sesuai dengan yang dibutuhkan	Fluida keluar dari pipa secara bertahap	Kebutuhan air tidak terpenuhi & tekanan berkurang	3	3	M	Moderate Risk
FI 04	<i>Valve</i>	Untuk mengatur/mengarahkan arah aliran fluida	Internal Leakage/kebocoran	Cacat pada suatu bagian peralatan/tempat fluida	Fluida keluar dari lubang secara bertahap	Kebutuhan air tidak terpenuhi	4	3	H	High Risk
FI 05	<i>Pump</i>	Mengalirkan fluida menuju ke titik yang dituju	Tekanan kurang dan kapasitas yang dihasilkan kurang (<i>Low Output</i>)	Suplai air laut berkurang	Kerja pompa terhambat	Suplai air laut ke sistem lain terganggu	4	4	H	High Risk
			Timbulnya getaran dan suara bising pada pompa (<i>Vibration and noise</i>)	Suplai air laut berkurang	Pompa cepat mengalami kerusakan	Suplai air laut ke sistem lain terganggu				
			Kebocoran pada seal pompa (<i>Leakage</i>)	Suplai air laut berkurang	Pompa cepat mengalami kebocoran	Suplai air laut ke sistem lain terganggu				
			Pompa tidak bisa berputar (<i>Breakdown</i>)	Suplai air laut berkurang	Pompa cepat mengalami kerusakan	Suplai air laut ke sistem lain terputus				
FI 06	<i>Sprinkler</i>	Memadamkan api/pemancar air di ruangan-ruangan	Sprinkler tidak dapat pecah dalam waktu 10 detik	Air tidak keluar dari sprinkler	Air tidak tersalurkan untuk pemadaman	Sistem pemadamaman gagal dilakukan	1	3	L	Low Risk
FI 07	<i>Hydrant</i>	Memadamkan api/pemancar air di ruangan-ruangan terbuka	Terjadi kerusakan pada katub	Debit air yang dikeluarkan berkurang	Buka/tutup katub terhambat	Sistem pemadamaman tidak berjalan baik	1	2	L	Low Risk
			Tekanan kurang dan kapasitas yang dihasilkan kurang (<i>Low Output</i>)	Tekanan yang dihasilkan lemah	Debit air berkurang	Performa pemadaman rendah				
			Terjadi kebocoran pada pipa/selang	Adanya tetsan air yang keluar dari pipa/selang	Debit air berkurang & tekanan lemah	Pemadaman tidak maksimal				

3.8. Matriks Resiko

Berdasarkan pada hasil analisa menggunakan FMEA Worksheet maka dapat digambarkan matriks resiko komponen sistem pemadam kebakaran sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Resiko Komponen Sistem Pemadam Kebakaran

No	Likelihood	Consequence	Level	Description
FI 01	3	2	M	Moderate Risk
FI 02	3	3	M	Moderate Risk
FI 03	3	3	M	Moderate Risk
FI 04	4	3	H	High Risk
FI 05	4	4	H	High Risk
FI 06	1	3	L	Low Risk
FI 07	1	2	L	Low Risk

Hasil rekapitulasi diatas kemudian direpresentasikan dengan menggunakan tabel matrik resiko 5x5 seperti terlihat dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Matriks Resiko Berdasarkan FMEA

Likelihood	Consequences				
	1	2	3	4	5
5	M	H	H	E	E
4	M	M	H	FI 05	E
3	FI 06	FI 01	FI 02 FI 03	FI 04	E
2	FI 07	M	M	M	H
1	L	L	M	M	H

Maka berdasarkan atas hasil matriks resiko diatas diketahui bahwa:

- Komponen F1 01 = Memiliki nilai resiko sedang
- Komponen F1 02 = Memiliki nilai resiko sedang
- Komponen F1 03 = Memiliki nilai resiko sedang
- Komponen F1 04 = Memiliki nilai resiko tinggi
- Komponen F1 05 = Memiliki nilai resiko tinggi
- Komponen F1 06 = Memiliki nilai resiko rendah
- Komponen F1 07 = Memiliki nilai resiko rendah

Berdasarkan atas hasil diatas, hal ini menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil penilaian kekritisan pada NORSOK standard dan FMEA Worksheet. Artinya bahwa nilai kekritisan dari komponen sistem pemadam kebakaran ini terkonfirmasi.

3.9. Rekomendasi

Berdasarkan analisa kritis dan menentukan tingkat resiko menggunakan NORSOK Standard dan FMEA Worksheet, maka dapat kita ketahui komponen mana saja yang memerlukan adanya prioritas yang paling tinggi untuk dilakukan tindakan perawatan.

Berdasarkan data tersebut, maka kita dapat menentukan suatu prioritas kegiatan perawatan yang efisien dan efektif berdasarkan tingkat kekritisan dari masing-masing komponen tersebut yang mana merujuk kepada data kegagalan yang telah diperoleh melalui FMEA worksheet tersebut. Dalam hal ini terdapat beberapa metode perawatan yang dapat diaplikasikan atau digunakan untuk melakukan evaluasi atau tindakan perawatan, antara lain:

- Sebaiknya dilakukan suatu penyusunan suatu penjadwalan perawatan secara tepat dan terencana terutama untuk bagian-bagian dengan nilai kekritisan yang tinggi yang memiliki pengaruh besar terhadap kinerja sistem secara menyeluruh.
- Mengalokasikan adanya tenaga perawatan untuk dapat melakukan aktifitas perawatan secara tepat dan cepat terutama untuk bagian dan komponen dengan tingkat kekritisan yang tinggi, sehingga proses perbaikan dapat secara efektif dapat dilakukan hasil yang maksimal.
- Menentukan prioritas atau pemilihan jenis pekerjaan suatu perawatan didasarkan pada nilai kekritisan komponen dimulai dari kekritisan komponen yang paling tinggi ke rendah.
- Mengidentifikasi kebutuhan setiap kebutuhan suku cadang terutama untuk bagian-bagian komponen yang memiliki nilai kekritisan yang tinggi dengan tujuan jika terjadi suatu kerusakan maka diharapkan tidak dapat menghentikan atau mengganggu proses atau sistem secara menyeluruh.

Hasil dari analisa kritis sangat berguna untuk mengidentifikasi kriteria urutan prioritas untuk melakukan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu: Komponen penting dalam instalasi sistem pemadam kebakaran (*Fire Fighting System/FiFi System*) dikawal terdiri dari: *seachest* (kotak masuk air), *strainer* (penyaring air), *bypass pipe* (pipa penghubung), *valve* (katub), *pump* (pompa), *sprinkler*, dan *fire hydrant*. Dimana komponen katub dan pompa memiliki resiko kegagalan tinggi dibandingkan dengan komponen lainnya. Berdasarkan hasil Penilaian resiko tersebut maka metode perawatan yang sesuai adalah *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Komite Nasional Keselamatan Transportasi, 2011, ***Analisa Data Kecelakaan dan Investigasi Transportasi laut Tahun 2007 – 2011***, Jakarta: Kementerian Perhubungan.
2. Mohammad Danil Arifin, 2021, ***Pembuatan SADS (Ship Accident Database) Sebagai Upaya Peningkatan Keselamatan Pelayaran Di Indonesia***, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Semester Ganjil 2020/2021. Volume 8 No 1. Halaman 147-160
3. Mohammad Danil Arifin, 2021, ***Pemanfaatan Maritime Big Data Untuk Pembuatan SADS (Ship Accident Database)***, Jurnal Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada. Volume 10 No 3. Halaman 18-31

4. Laman resmi KNKT, 2022, <http://knkt.go.id/post/read/laporan-final---pelayaran?cat=QmVyaXRhfHNIY3Rpb24tNjU>. Diakses tanggal 16 Februari 2022
5. Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 2008, ***Pencegahan Dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran, Nomor 8 Tahun 2008***
6. Manuel Daud Panjaitan, 2016, ***Pemodelan Kebakaran Menggunakan Program Fire Dynamic Simulator (FDS)***, Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS.
7. Dinas Pemadam Kebakaran, 2022, <https://damkar.paserkab.go.id/detailpost/penyebab-kebakaran-dan-klasifikasi-jenis-kebakaran>. Diakses tanggal 17 Februari 2022
8. IMARE & IMAREREST, 2012, ***Ketentuan-ketentuan ILO tentang: Pencegahan Kecelakaan di atas Laut dan di Pelabuhan***, Terjemahan dari an ILO Code of Practice
9. BKI Volume III, 1996, ***Section 12 Rule dan Rekomendasi mengenai peralatan pelindung api dan pemadam.***
10. Kurniasih, 2013, ***Analisa Perawatan Fuel Oil System pada Kapal Tug Boat TITAN 03 Menggunakan Failure Mode Effect Criticality Analysis (FMECA)***, Skripsi Teknik Sistem Perkapalan UNSADA
11. Mohammad Danil Arifin, Fanny Octaviani, Theresiana D Novita, 2015, ***Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia***, Jurnal Penelitian Perhubungan Laut. Volume 17. Halaman 1-7

