

Analisa Kebutuhan Sistem Fire Fighting dan Life Saving Kapal Superyacht 32 Meter

Ferdinandus Sihombing^{*1}, Danang Cahyagi * and Adi Syahputra Purba *

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: ferdinandus.sihombing@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan sistem pemadam kebakaran dan sistem penyelamatan manusia pada kapal *Superyacht Azimuth Grande 32 Metri*. Dari banyaknya aspek keselamatan penting yang lain diatas kapal namun Sistem Pemadam Kebakaran dan *Life Saving System* adalah aspek yang memiliki efek langsung terhadap keselamatan awak kapal dan penumpang. Studi literatur terhadap peraturan keselamatan baik dari badan klasifikasi maupun badan register kapal didukung dengan penelitian kuantitatif terhadap keseluruhan sistem keselamatan yang ada diatas kapal dan data-data spesifikasi kapal akan menjadi objek analisa untuk mencapai tujuan penelitian. Studi literatur pada penelitian ini mencakup data spesifikasi kapal yaitu gambar *General Arrangement*, *Safety Plan* dan *Fire System Scheme* dan peraturan keselamatan dari badan klasifikasi (*RINA*) maupun badan register kapal (*Cook Islands*). Tujuan penelitian ini untuk memastikan sistem pemadam kebakaran dan penyelamatan manusia diatas kapal sudah memenuhi aturan badan klasifikasi maupun register kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemadam kebakaran dan *Life Saving system* yang ada diatas kapal sudah memenuhi aturan yang disyaratkan oleh badan klasifikasi maupun badan register kapal disertai dengan catatan temuan terhadap aspek penempatan pompa hidran darurat diatas kapal belum memenuhi syarat karena ditempatkan pada satu ruangan yang sama dan memiliki sumber daya yang sama. Penelitian juga melibatkan analisa dinamika api dengan melakukan simulasi pemadam kebakaran dengan software *Pyrosim*. Simulasi dinamika api dilakukan dengan melakukan pemodelan kapal pada software terlebih dahulu kemudian menetapkan parameter serta studi kasus kebakaran yang akan diuji lalu dilakukan simulasi dinamika api sesuai dengan parameter yang sudah ditetapkan. Melalui simulasi dinamika api didapatkan gambaran secara visual terhadap luas area terdampak pada waktu tertentu saat terjadi suatu studi kasus kebakaran. Kesimpulan yang didapatkan melalui penelitian ini adalah sistem pemadam kebakaran dan penyelamatan manusia yang ada diatas kapal yang menjadi objek penelitian ini sudah memenuhi aturan-aturan badan klasifikasi dan badan register kapal yang berlaku. Serta melalui simulasi dinamika api yang dilakukan, menunjukkan bahwa kepatuhan sistem diatas kapal terhadap aturan yang sudah ada cukup untuk menanggulangi suatu keadaan darurat kebakaran.

Kata kunci: pemadam kebakaran , penyelamatan manusia , simulasi dinamika api

Abstract

This research aims to analyze the needs for a fire extinguishing system and human rescue system on the Superyacht Azimuth Grande 32 Metri. Of the many other important safety aspects on board a ship, the Fire Extinguishing System and Life Saving System are the aspects that have a direct effect on the safety of the crew and passengers. Literature studies on safety regulations from both classification bodies and ship register bodies are supported by quantitative research on the entire safety system on board the ship and ship specification data will be the object of analysis to achieve the research objectives. The literature study in this research includes ship specification data, namely drawings of the General Arrangement, Safety Plan and Fire System Scheme and safety regulations from the classification body (RINA) and the ship register body (Cook Islands). The aim of this research is to ensure the above fire extinguishing and human rescue systems. The ship has complied with the regulations of the classification body and ship register. The results of the research show that the fire extinguishing system and life saving system on board the ship have met the rules required by the classification body and ship register body, accompanied by a note of findings regarding aspects of the placement of emergency hydrant pumps on the ship that do not meet the requirements because they are placed in the same room and have the same resources. The research also involves analyzing fire dynamics by carrying out firefighting simulations with Pyrosim software.

Fire dynamics simulation is carried out by modeling the ship in the software first, then determining the parameters and fire case studies that will be tested, then simulating fire dynamics according to the parameters that have been determined. Through fire dynamics simulations, we get a visual picture of the size of the area affected at a certain time when a fire case study occurs. The conclusion obtained through this research is that the fire extinguishing and human rescue system on board the ship which is the object of this research has complied with the applicable regulations of the classification body and ship register body. And through fire dynamics simulations carried out, it shows that the compliance of the system on board the ship with existing regulations is sufficient to overcome a fire emergency.

Keywords : firefighting , life saving , fire dynamics simulator

1 Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan ekonomi global khususnya ekonomi di sektor maritim, Industri kapal *Yacht* mengalami perkembangan yang signifikan dari aspek teknologi pembangunan kapal maupun permintaan pasar. Permintaan pasar tidak lagi hanya bermotif komersil tetapi juga berekspansi ke motif non-komersil seperti *pleasure* dan *research*.

Menurut IMO MSC.1 Circ.1283 Appendix D, kapal jenis *Pleasure Craft* adalah kapal yang tidak wajib memenuhi ketentuan SOLAS dan tidak melakukan kegiatan komersil seperti bongkar muat maupun memuat penumpang secara rutin [1].

Superyacht adalah jenis kapal *Pleasure Craft* yaitu *yacht* yang berukuran diatas 24 meter. Kapal ini dibangun dengan tujuan rekreasi dan pariwisata. Sekalipun demikian, pengoperasian kapal yang aman dan efisien merupakan prioritas bagi semua pembuat, pemilik, dan operator kapal [2].

Kapal *Superyacht* yang akan menjadi objek penelitian tugas akhir ini adalah kapal *Superyacht Azimuth Grande 32 Metri* dengan *Length Over All (LoA)* 32 m dan *Gross Tonnage (GT)* 210 m. Kapal ini dibangun tahun 2021 oleh *Azimet-Bennetti SPA* di Italia. Kapal ini memiliki sertifikat klasifikasi dari RINA (*Registro Italiano Navale*) dan sertifikat *registry* dari *Cook Islands*.



Gambar 1: Kapal Superyacht Azimuth Grande 32 Metri

Gambar 1 adalah kapal yang akan menjadi objek penelitian pada tugas akhir ini. Pendekatan yang digunakan untuk analisa kebutuhan sistem keselamatan pada kapal yang menjadi objek penelitian yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap sistem keselamatan yang sudah ada.

Analisa ini penting untuk dilakukan untuk memastikan keselamatan awak kapal, kepatuhan terhadap standar keselamatan, pencegahan kecelakaan dan kerugian, perlindungan terhadap ancaman lingkungan serta menjaga reputasi dan kepuasan pelanggan.

Batasan masalah yang akan digunakan didalam penelitian ini antara lain :

1. Kebutuhan Sistem Pemadam Kebakaran
2. Kebutuhan *Life Saving System*
3. Simulasi Studi Kasus Kebakaran pada software *Pyrosim*

Meskipun banyak sistem keselamatan lain yang juga penting seperti sistem keamanan, sistem elektrikal dan sistem komunikasi namun penelitian difokuskan terhadap batasan masalah yang sudah ditetapkan agar mendapat pemahaman yang mendalam terhadap kinerja sistem keselamatan yang sudah ditetapkan. Dan pengujian kinerja sistem kebakaran tersebut diatas dibatasi kepada suatu simulasi studi kasus kebakaran untuk mendapatkan hasil penelitian kuantitatif yang relevan terhadap suatu keadaan darurat kebakaran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami dan mengidentifikasi sistem keselamatan yang ada diatas kapal sudah memenuhi kebutuhan standar keselamatan yang diperlukan untuk melindungi awak kapal, penumpang dan kapal itu sendiri.

2 Metodologi Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan proses pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu metode studi literatur. Studi literatur ini dilaksanakan dengan cara membaca sumber yang relevan untuk memperoleh data yang diperlukan [3]. Selain itu juga dilakukan metode penelitian kuantitatif berdasarkan hasil analisa simulasi berbasis software .

Studi literatur pada penelitian ini mencakup data spesifikasi kapal yaitu gambar *General Arrangement, Safety Plan* dan *Fire System Scheme* dan peraturan keselamatan dari klasifikasi (*RINA*) maupun register kapal (*Cook Islands*). Sedangkan untuk keperluan analisa simulasi berbasis software menggunakan software *Autocad* untuk mendapatkan data ukuran dan luas dan software *Pyrosim* untuk melakukan simulasi dinamika api.

2.2 Analisis Kebutuhan Sistem Pemadam Kebakaran dan *Life Saving System*

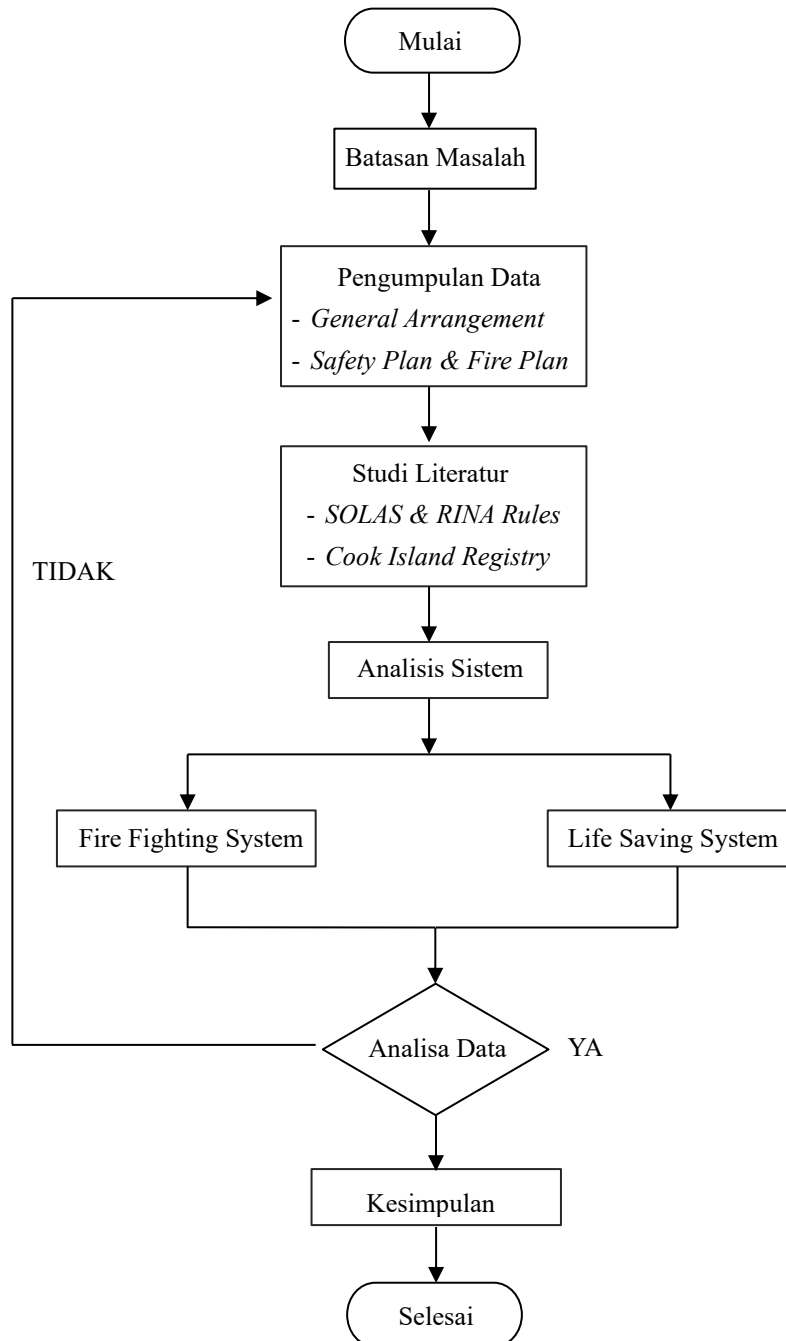
Tahap ini adalah bagian terpenting dari keseluruhan penelitian. Pada tahap ini akan dilakukan analisa apakah sistem pemadam kebakaran dan *Life Saving system* yang ada diatas kapal *Superyacht Azimuth Grande 32 Metri* sudah memenuhi peraturan keselamatan yang berlaku.

Peraturan yang menjadi pedoman untuk analisa dan perhitungan Sistem Pemadam Kebakaran yaitu *RINA Rules for the Classification of Pleasure Yachts Part C* [4] sedangkan untuk *Life Saving System* akan berpedoman pada *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m)* [5].

Pedoman peraturan yang digunakan disesuaikan dengan klasifikasi dan register kapal. Peraturan SOLAS (*Safety of Life at Sea*) tidak dapat diaplikasikan secara langsung terhadap penelitian ini dikarenakan untuk sistem Pemadam Kebakaran dan *Life Saving System* penerapannya tidak berlaku untuk *Pleasure Craft* [6]

Sedangkan pada analisa berbasis software *Pyrosim* dilakukan simulasi dinamika api untuk mengetahui dinamika api dan asap dan luas dampak pada studi kasus kebakaran yang ditentukan terhadap struktur bangunan kapal pada interval waktu yang ditentukan sesuai parameter.

2.3 Diagram Alir Penelitian



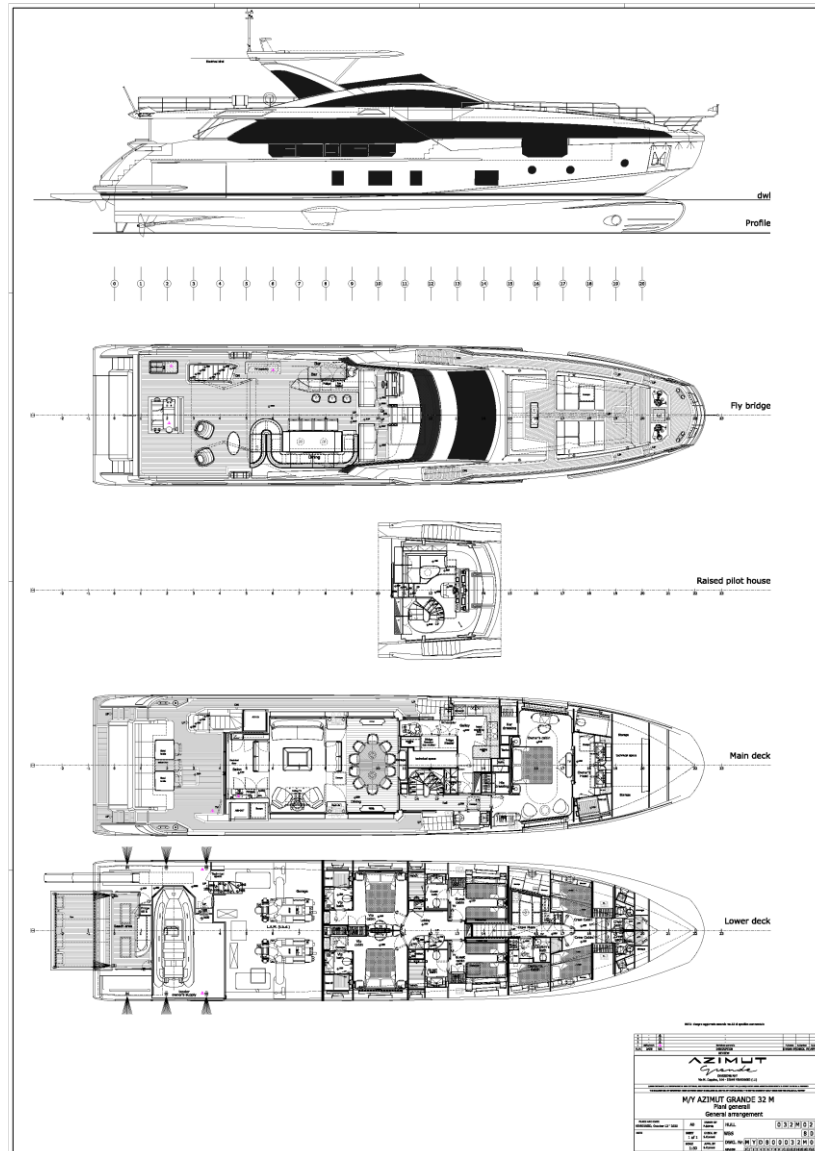
Gambar 2: Diagram Alir Penelitian

Proses pada diagram alir penelitian dimulai dari penentuan batasan masalah terhadap sistem *Fire Fighting* dan *Life Saving* yang akan dianalisa. Setelah itu, dilakukan proses pengumpulan data kapal menjadi objek penelitian dilanjutkan dengan studi literatur terhadap peraturan yang berlaku oleh klasifikasi dan register kapal. Kemudian dilakukan analisa data dengan peninjauan aturan yang berlaku terhadap sistem *Fire Fighting* dan *Life Saving* yang ada diatas kapal secara komprehensif dan melakukan simulasi berbasis software. Berdasarkan analisa hasil peninjauan tersebut maka akan dihasilkan kesimpulan apakah kapal sudah memenuhi standar kebutuhan sistem keselamatan berdasarkan aturan yang berlaku.

3 Hasil dan Analisa

3.1.1 Data Sistem Pemadam Kebakaran

Data berikut dikumpulkan dari *General Arrangement*, *Safety Plan* dan *Fire Fighting Scheme* yang ada diatas Kapal Azimuth Grande 32 Metri.



Gambar 3: General Arrangement Azimuth Grande 32 Metri

Berikut adalah spesifikasi ukuran kapal *Superyacht Azimuth Grande 32 Metri* yang menjadi objek penelitian :

<i>Length Over All (L.O.A)</i>	:	32	meter
<i>Breadth</i>	:	7.30	meter
<i>Moulded Depth</i>	:	1.83	meter
<i>Gross Tonnage</i>	:	210	ton

3.1.2 Sistem Alat Pemadam Api Ringan

Aturan yang digunakan untuk sistem Alat Pemadam Api Ringan pada kapal ini yaitu *RINA Rules for Pleasure Yachts, Part C, Chapter 4, Section 2 – 1* yang mengatur jenis , jumlah dan penempatan alat pemadam yang memenuhi persyaratan.

Tabel dibawah ini adalah tabel inventarisasi yang memuat jumlah keseluruhan alat pemadam api ringan yang ada diatas kapal. Ditinjau dari sisi jumlah yang ada memenuhi persyaratan minimum aturan *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m) Section 14.1*

Tabel 1 : Inventarisasi Alat Pemadam Api Ringan

Jenis APAR	Jumlah	Lokasi	Kepatuhan dengan	
			RINA Rules	Cook Island
2 Kg <i>Chemical Extinguisher</i>	11	Main Deck (3) Lower Deck (8)	Ya	Ya
6 Kg <i>Chemical Extinguisher</i>	10	Main Deck (4) Lower Deck (5) Sun Deck (1)	Ya	Ya
5 Kg <i>CO2 Extinguisher</i>	3	Main Deck (2) Lower Deck (1)	Ya	Ya
9 Lt <i>Foam Extinguisher</i>	3	Main Deck (1) Lower Deck (2)	Ya	Ya

Sedangkan pada tabel dibawah menjelaskan analisa antara penempatan dan jumlah APAR yang ada diatas kapal dengan ketentuan penempatan yang disyaratkan *RINA* maupu *Cook Island Registry*.

Tabel 2 : Analisa sistem APAR berdasarkan area dan persyaratan RINA dan Cook Island

Area Kapal	Type APAR (Jumlah) diatas kapal	RINA Part C , Chapter 4 , Section 2 Table 1	Cook Island Code 16	Compliance
<i>Engine Room</i>	9L Foam (1) 5 Kg CO2 (1) 6 Kg Chemical (1) FM 200 (2)	PFE Type D-II (1) PFE Type F-II (1) <i>Fixed FF System (1)</i>	Fixed FF System (1) 16 Kg CO2 (1) 9L Foam (1)	<i>Comply</i>
<i>Akomodasi</i>	2 Kg Chemical (10) 6 Kg Chemical (2)	- 1 unit PFE Type D-II - No CO2 allowed	- At least 3 unit on overall -No CO2 allowed	<i>Comply</i>
<i>Galley</i>	5 Kg Foam (1) 6 Kg Chemical (1) Fire Blanket (1)	-At least 1 unit of PFE Type E-II or F-II -Fire Blanket (1)	Any type to be installed near entrance	<i>Comply</i>
<i>Machinery spaces other than Engine room</i>	6 Kg Chemical (5) 9L Foam (2)	PFE Type D-II (1) PFE Type F-II (1)	<i>Not specified</i>	<i>Comply</i>
<i>Corridor</i>	6 Kg Chemical (1) 2 Kg Chemical (1)	1 PFE Type D-II or F-II on each more than 5 metre corridor	<i>Not specified</i>	<i>Comply</i>

3.1.3 Sistem Pompa Pemadam Kebakaran

Peninjauan sistem Pompa Pemadam Kebakaran pada kapal berdasarkan *RINA Rules for Pleasure Yachts, Part C, Chapter 4 Section 2-2* yang mengatur penempatan , pengoperasian dan kapasitas pompa pemadam kebakaran . Jumlah hidran beserta Selang Pemadam dan *Nozzle* masing-masing sebanyak 4 unit memenuhi persyaratan yang diatur dalam aturan ini yaitu minimal 2 unit dan penempatannya memungkinkan untuk sistem hidran menjangkau seluruh area diatas kapal.

Dari aspek kapasitas pompa pada *section 2-2.3.1*, dijelaskan nilai minimal laju aliran air untuk kapal yang berukuran diatas 30 meter dan juga nilai tekanan minimum yang harus dimiliki pada hidran.

Tabel 3 : Analisa Kapasitas Pompa Pemadam kebakaran terhadap aturan RINA

Parameter	Spesifikasi <i>Main Hydrant</i>	Spesifikasi <i>Emergency Hydrant</i>	Persyaratan RINA	Kepatuhan
Laju Aliran (Q)	15 m ³ /h	18 m ³ /h	14 m ³ /h	Ya
Tekanan (H)	29 m H2O	25 m H2O	10 m H2O	Ya

Sedangkan ditinjau dari Aturan *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m) Code 16.1.2.2* kapasitas laju aliran pompa pemadam kebakaran (Q) minimum harus memenuhi perhitungan berikut :

$$Q = 2.5 \times (1 + 0.066 \times \sqrt{L(B + D)})^2$$

Berdasarkan data kapal didapatkan nilai parameter perhitungan sebagai berikut :

$$Q = 2.5 \times (1 + 0.066 \times \sqrt{31.28(7.30 + 1.83)})^2$$

$$Q = 11.18 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maka berdasarkan data perhitungan tersebut dilakukan analisa kepatuhan aturan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4 : Analisa Kapasitas Pompa Pemadam kebakaran terhadap aturan Cook Island Registry

Parameter	Spesifikasi <i>Main Hydrant</i>	Spesifikasi <i>Emergency Hydrant</i>	Persyaratan <i>Cook Island</i>	Kepatuhan
Laju Aliran (Q)	15 m ³ /h	18 m ³ /h	11.18 m ³ /h	Ya
Tekanan (H)	29 m H2O	25 m H2O	20 m H2O	Ya

Dari aspek kapasitas pompa , ditinjau dari kedua aturan yang diterapkan sistem yang ada diatas kapal sudah memenuhi syarat. Namun, secara penempatan tidak memenuhi syarat karena kedua pompa utama dan pompa darurat sama-sama ditempatkan di Ruang Mesin dan menggunakan sumber daya yang sama.

3.1.4 Sistem Deteksi dan Pemadam Kebakaran Otomatis

Aturan yang digunakan pada sistem deteksi dan pemadam kebakaran pada kapal ini yaitu *RINA Rules for Plesure Yachts , Part C , Chapter 4 Section 1-12* yang mengatur penempatan sistem deteksi dan alarm kebakaran merujuk kepada aturan *IMO Fire Safety System Codes, Chapter 9, Section 7*. [7]

Tabel berikut menunjukkan penempatan detektor api dan asap diatas kapal beserta dengan area jangkauannya ditinjau terhadap nilai area jangkauan maksimum menurut aturan tersebut diatas :

Tabel 5 : Compliance check of Fire Detection system to IMO FSS Chapter 9, Section 7

Ruangan	Luas Area (m ²)	Detektor		<i>Maximum area requirement compliance</i>	
		Smoke	Heat	Smoke (37 m ²)	Heat (74 m ²)
<i>Engine Room</i>	34,51	2	2	✓	✓
<i>Wheelhouse</i>	22,10	1		✓	✓
<i>Master Cabin</i>	32,97	1		✓	✓
<i>Galley</i>	8,01	1	1	✓	✓
<i>Garage</i>	17,25	1		✓	✓
<i>Saloon</i>	35,50	2		✓	✓
<i>Port VIP Cabin</i>	13,95	1		✓	✓
<i>Starboard VIP Cabin</i>	13,95	1		✓	✓
<i>Port Guest Cabin</i>	13,23	1		✓	✓

Starboard VIP Cabin	13,23	1		✓	✓
Crew Messroom	6,22	1		✓	✓
Portside Crew cabin	8,28	1		✓	✓
Starboard Crew cabin	8,28	1		✓	✓
Captain Cabin	6,30	1		✓	✓
Bow Storage	2,20	1		✓	✓
Crew Mess corridor	2,80	1		✓	✓
Master to Saloon corridor	3,48	1		✓	✓
Technical room corridor	3,62	1		✓	✓
Stern Area	58,42	2		✓	✓

3.1.5 Sistem *Life Saving Appliances*

Aturan yang digunakan untuk menentukan kebutuhan peralatan penyelamatan pada kapal ini yaitu

Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m) [5] *Chapter 14* yang mengatur tentang peralatan penyelamatan yang harus ada diatas kapal. Tabel berikut adalah inventarisasi ketersediaan alat-alat *Life Saving appliances* yang ada diatas kapal.

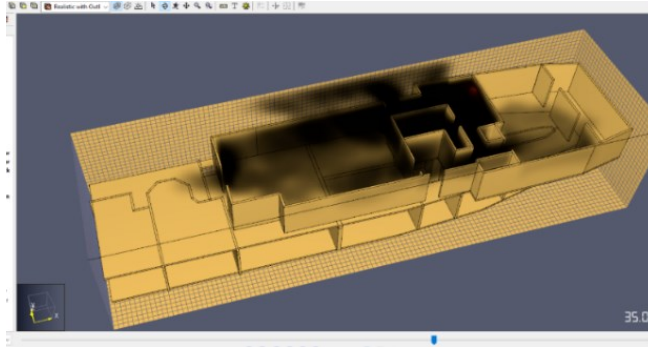
Tabel 6 : Sistem *Life Saving Appliances*

Peralatan penyelamatan	Jumlah	Lokasi	Kepatuhan dengan aturan	
			Cook Island	RINA
<i>Life Jackets</i>	17	<i>All decks and cabins</i>	Ya	N/A
<i>Life Rafts for 10 pax</i>	2	<i>Muster Station</i>	Ya	N/A
<i>Life Buoy</i>	6	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>Line Throwing Apparatus</i>	1	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>Rocket Parachute</i>	6	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>Red Hand Flares</i>	4	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>Smoke Signal</i>	2	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>EPIRBS</i>	1	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
SARTS	1	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>Portable VHF</i>	4	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A
<i>General Alarm</i>	1	<i>Main Deck</i>	Ya	N/A

3.1.6 Analisa Penyebaran Api dan Asap dengan Software Pyrosim

Software Pyrosim adalah perangkat lunak pemodelan dan simulasi kebakaran yang digunakan untuk membuat model dan menganalisis dinamika kebakaran di berbagai jenis bangunan termasuk bangunan kapal. Pyrosim memungkinkan pengguna untuk membuat model tiga dimensi yang detail, menambahkan berbagai elemen seperti dinding, pintu, jendela, sistem pemadam kebakaran, dan elemen-elemen lainnya yang relevan dengan skenario kebakaran.

Tahapan dalam analisa dengan software Pyrosim dimulai dengan melakukan 3D Modelling yang mencakup ruangan-ruangan inti diatas kapal yaitu Saloon , Galley , Cabins dan Engine room . Kemudian menentukan jenis reaksi dengan menggunakan *SFPE Polyurethane_GM27* lalu menentukan sebuah surface yang akan menjadi sumber api dalam hal ini studi kasus percobaan dilakukan dengan api yang berasal dari Galley yang tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 : Fire Dynamic Simulation half-sequence pada software Pyrosim

Lalu menentukan parameter – parameter yang dibutuhkan untuk melakukan FDS (Fire Dynamic Simulator). Dan setelah dilakukan simulasi maka didapatkan gambaran penyebaran api secara visual beserta data-data spreadsheet penyebaran api per satuan waktu. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi yang sederhana tanpa mendefinisikan material partisi-partisi ruangan yang ada diatas kapal.

Tabel berikut berisi parameter dasar yang digunakan dalam simulasi dinamika api pada studi kasus yang dijadikan objek penelitian :

Tabel 7 : Parameter Utama yang digunakan dalam simulasi

Parameter	Nilai / Jenis
Reaction	SPFE Polyurethane_GM 27
Fire Surface Area	0,88 m ²
Heat Release Rate Per Area	2248.742 kW/m ²
Simulation run time / ramp time	600 s / 60 s

Penjelasan mengenai parameter utama yang tersebut didalam tabel adalah sebagai berikut :

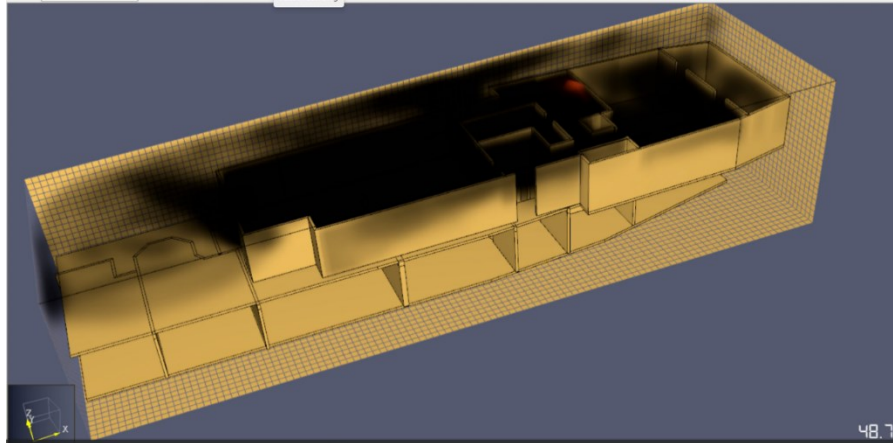
- *Reaction* mendefinisikan karakteristik bahan yang terbakar dalam simulasi mencakup kecepatan reaksi kimia pembakaran, jumlah energi yang dilepaskan selama pembakaran dan jumlah produk pembakaran yang dihasilkan.
- *Fire Surface Area* adalah luas permukaan terjadinya pembakaran yang dinyatakan dalam meter persegi.
- *Heat Release Rate Per Area* adalah jumlah energi yang dilepaskan oleh api per satuan luas permukaan kebakaran, biasanya dinyatakan dalam kilowatt per meter persegi (kW/m²).
- *Simulation Run Time* adalah durasi total simulasi kebakaran, yang menentukan berapa lama simulasi akan berjalan sedangkan *Ramp Time* ringkasan durasi total simulasi kebakaran yang ingin ditunjukkan pada video hasil simulasi.

Berdasarkan parameter diatas dilakukan simulasi dinamika api yang menghasilkan data luas penyebaran dampak kebakaran yang dihitung dengan software *Autocad* berdasarkan pengamatan visual pada hasil simulasi pada sekuen waktu dengan interval 2 menit yang tertuang pada tabel dibawah ini :

Tabel 8 : Parameter Utama yang digunakan dalam simulasi

Time Sequence (minute)	Luas area terdampak (m ²)
2	8
4	14,28
6	49,78
8	82,75
10	108,45

Pada waktu maksimal simulasi (menit ke 10) , dampak kebakaran sudah mengenai seluruh ruangan yang ada di *main deck* termasuk *saloon* dan *master cabin* seperti tampak pada gambar dibawah ini :



Gambar 5 : *Fire Dynamic Simulation full-sequence* pada software *Pyrosim*

4 Kesimpulan

Setelah proses penelitian yang dimulai dari tahap pengumpulan data objek penelitian seperti *General Arrangement*, *Safety Plan* dan *Fire Fighting Scheme* yang ada diatas kapal, dan kemudian melakukan studi literatur terhadap berbagai sumber seperti *RINA Rules for the Classification of Pleasure Yachts Part C* , *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m)*. Selain itu penelitian juga dilakukan dengan simulasi berbasis software *Pyrosim* yang dimulai dari proses pemodelan kapal, penentuan parameter kebakaran, menentukan studi kasus dan mengolah data yang didapatkan dari simulasi. Didapatkan kesimpulan bahwa Sistem Fire Fighting diatas Kapal Azimuth Grande 32 Metri secara umum sudah memenuhi persyaratan yang berlaku untuk klasifikasi dan register kapal , namun terdapat kekurangan pada penempatan pompa hidran . Aspek penempatan belum memenuhi syarat karena pompa utama dan pompa darurat ditempatkan pada ruangan yang sama dan menggunakan sumber daya yang sama. Selain itu ketersediaan sistem Life Saving yang ada diatas kapal sudah memenuhi persyaratan, *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m)*, sehingga kapal memenuhi persyaratan survey kelas dan dinyatakan laik laut untuk mendapatkan izin beroperasi perairan suatu negara [8]. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah kurangnya referensi simulasi studi kasus dan ragam material kebakaran pada analisa sistem berbasis software seperti *Pyrosim*. Simulasi hanya dilakukan dengan satu studi kasus yang umum terjadi karena keterbatasan akses waktu terhadap software tersebut disertai dengan tantangan untuk menguasai dan memahami pengoperasian software tersebut.

5 Daftar Pustaka

- [1] IMO, "IMO Security Guidelines for Pleasure Craft," 2008.
- [2] S.Kristiansen, *Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis*, Semantic Scholar, 2004.
- [3] Arikunto, *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineka Cipta, 2013.
- [4] RINA, *Rules for the Classification of Pleasure Yachts - Part C : Machinery , Electrical Installations , Automation and Fire Protection*, Genova, 2018.
- [5] M. C. Islands, *Cook Islands Code of Practice Large Yachts (≥24 m)*, 2014.
- [6] I. M. Organization, *International Convention for the Safety Of Life at Sea , Chapter II-2: Construction – Fire Protection, Fire Detection and Fire Extinction.*, 2017.
- [7] I. M. Organization, "FSS Code : International Code for Fire Safety System," London, 2007.
- [8] B Handojo, C Purnomo, N Astriawati , "Penilaian Kelaiklautan Kapal Dalam Rangka Penerbitan Surat Persetujuan Berlayar," *Meteor STIP Marunda*, vol. 15, no.2, 2022.