

PERENCANAAN POMPA MAIN FIRE FIGHTING SYSTEM PADA KAPAL PENUMPANG

Zefri Ardian^{1*}, Novita Putri Puspaningrum^{2*}, Lely Pramesti^{3*}, Projek Priyonggo S.L.^{4*}

PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero), Sape, Indonesia^{1*}

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia ^{2*}

Program Studi D-IV Teknik Permesinan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{3*}

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{4*}

Email : ; zefri.ardian@asdp.id^{1*} ; novitaputri04@student.ppns.ac.id^{2*} ; lelypramesti@ppns.ac.id^{3*} ; projekpriyonggo@ppns.ac.id^{4*}

Abstract - KMP. Cucut has been surveyed by BKI and the results show that the vessel does not meet the fire fighting system standards, because KMP. Cucut only has 1 fire pump, no emergency fire pump and also an insufficient number of hydrants. Therefore, it is necessary to conduct this research to evaluate the existing fire fighting system. The method used in this research is to evaluate the existing P&ID, then make a new P&ID recommendation for the fire fighting system in accordance with BKI Class. Isometric 3D modelling was made to show the piping arrangement of the fire suppression system easily. Calculations need to be done to determine the required pump data. Then the calculation results were obtained for the head losses value of the fire pump of 88 m and the pump capacity of 25m³/h. So that the results obtained pump specifications for fire fighting with centrifugal type, Ebara brand, ENR 40-250 Ø225 model, Head 88 m, capacity 25 m³ / hour. In addition, the same calculation is also carried out for the emergency fire pump, the head losses value of the emergency pump is 70 m and the emergency pump capacity is 0.4 m³ / minute. So that the pump specifications for emergency fire are obtained with a centrifugal type, Ebara brand, FS2JA model 65 x 50, Head 70 m, capacity 0.4 m³/min.

Key word : KMP. Cucut, BKI, Fire Fighting, Evaluation, Piping.

1. PENDAHULUAN

KMP. Cucut adalah kapal *roro passenger ferry* yang beroperasi di lintasan Sape – Waingpau, Sape – Labuan Bajo. Kapal ini memiliki kapasitas angkut penumpang sebanyak 250 orang dan kendaraan sebanyak 12 unit truk medium, dan 9 unit sedan/MPV/SUV. Pada Mei 2023, KMP. Cucut telah dilakukan *survey* oleh Badan Klasifikasi Indonesia (BKI). Hasil *survey* menunjukkan bahwa kapal tersebut belum memenuhi standar untuk *fire fighting*. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kapal hanya memiliki satu pompa *general service* untuk *fire fighting*. Pompa *general service* adalah pompa yang digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk untuk memadamkan api. Pompa ini memiliki kapasitas yang terbatas, sehingga tidak dapat memadamkan api dengan cepat dan efektif jika terjadi kebakaran. Sistem pemadam kebakaran (*fire fighting system*) pada kapal menjadi sangat penting untuk meminimalkan risiko dan mengatasi

potensi kebakaran dengan cepat dan efektif. Menurut data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), kebakaran kapal merupakan penyebab kecelakaan laut terbesar di Indonesia. Berdasarkan ketentuan BKI *part 1 Seagoing Ships, Volume 3 Rules for Machinery Installations, Section 12* Proteksi Kebakaran dan Peralatan Pemadam Kebakaran, E. *General Water Fire Extinguishing Equipment (Fire and Deck wash System)*, dijelaskan bahwa *passenger ships of less than 4000 GT with at least two fire pumps*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk mengevaluasi *existing fire fighting system* pada KMP. Cucut. Dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui evaluasi *existing fire fighting system* dan *design fire fighting system* yang sesuai pada KMP. Cucut berdasarkan standar Klas BKI. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menambahkan *fire fighting pump*, *emergency fire pump* dan 1 hydrant pada *car deck*. *Fire fighting pump* adalah

pompa yang digunakan untuk memadamkan api jika pompa *general service* mengalami kerusakan atau tidak berfungsi. *Emergency fire pump* adalah pompa yang digunakan untuk memadamkan api jika *general service pump* dan *fire fighting pump* mengalami kerusakan atau tidak berfungsi.

2. METODOLOGI

2.1 Perhitungan Head Losses

2.1.1 Bilangan Reynold

Untuk mengklasifikasi aliran dalam suatu pipa dapat ditentukan dengan menggunakan bilangan Reynolds, dimana persamaan ini tidak memiliki satuan (dimensionless). Maka dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} \quad (1)$$

2.1.2 Faktor Gesekan

Koefisien gesek dapat dipengaruhi oleh kecepatan dikarenakan distribusi kecepatan pada aliran laminar dan turbulen berbeda, sehingga pengurangan koefisien gesek akan berbeda untuk setiap jenis aliran. Jika nilai $Re < 2000$, maka dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2)$$

Jika nilai $Re > 4000$ maka nilai f harus dicari menggunakan diagram moody. Untuk relative pipe roughness dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Relative\ pipe\ roughness = \frac{s}{D} \quad (3)$$

2.1.3 Major Losses

Perhitungan untuk menentukan kerugian yang signifikan adalah dengan menggunakan rumus Darcy dengan rumus sebagai berikut:

$$hm = \frac{f L V^2}{d 2 g} \quad (4)$$

2.1.4 Minor Losses

Kerugian *head minor* disebabkan oleh sambungan - sambungan yang ada dalam jalur pipa dan dapat dinyatakan dalam (k) koefisien gesek dengan menggunakan rumus:

$$hf = K \frac{V^2}{2 g} \quad (5)$$

2.2 Head Tekanan

Head tekanan diferensial adalah *head* yang digunakan pada saluran keluar menuju tangki tertutup atau bertekanan. Oleh karena itu diperlukan rumus *head* tekanan agar *head*

tekanan yang dihasilkan dapat ditentukan sesuai dengan rumus *head* tekanan sebagai berikut:

$$Hp = \frac{\rho^2 - \rho^1}{\rho g} \quad (6)$$

2.3 Head Statis

Head statis merupakan *head* perbedaan ketinggian yang diukur dari sisi keluar dari tengah diameter *impeller* dengan titik tinggi tengah *impeller* sampai permukaan air yang dipompa dapat diperoleh dari persamaan berikut: $H_s = T + \text{Tinggi bangunan atas kapal-Tinggi double bottom ruang mesin} + 15$ (7)

2.4 Head Kecepatan

Inilah perbedaan *head* kecepatan yang dihasilkan oleh saluran pompa hisap dan saluran pompa keluar. Tinggi kecepatan dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$hv = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 g} \quad (8)$$

2.5 Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah ukuran seberapa banyak air yang dapat dipindahkan oleh sebuah pompa dalam waktu tertentu yang dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times d^2 H \quad (9)$$

2.6 Daya Pompa

Daya pemompaan dihitung untuk mengetahui besarnya daya yang dibutuhkan sistem untuk memompa cairan agar memenuhi kebutuhan daya dengan nilai efisiensi tertinggi dapat diperoleh dengan persamaan sebagai

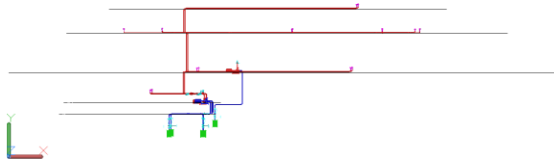
berikut :

$$PA = \frac{Q h l \rho g}{0,8} \quad (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 3D Modeling Fire Fighting System pada kapal

Sistem pemodelan 3D perpipaan adalah teknik untuk membuat representasi digital sistem perpipaan dalam bentuk tiga dimensi. Dengan kata lain, ini adalah cara untuk membuat model komputer dari semua pipa, *fitting* (sambungan), dan komponen lain seperti pompa, hidran, katup, *sea chest*, *Filter* dan *pressure gauge* yang membentuk sistem transportasi fluida (seperti air, minyak, atau gas). Setelah didapatkan diagram *P&ID fire fighting system* yang sudah sesuai dengan peraturan BKI Class dan SOLAS kemudian didapatkan 3D *modeling fire fighting system*. Gambar mengenai 3D modelling pada sistem pemadam kebakaran KMP. Cucut dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3. 1 3D Modelling Fire Fighting System

3.2 Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah ukuran seberapa banyak air yang dapat dipindahkan oleh sebuah pompa dalam waktu tertentu. Sehingga dapat diperoleh kapasitas pompa dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times d^2 H \quad (9)$$

$$Q = 5,75 \times 10^{-3} \times (65,372)^2 \text{ mm} + 20\%$$

$$Q = 24,772 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0,609 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 0,206 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3 Perhitungan Head Losses

Diketahui :

Diameter luar Pipa = 0,076 m

Diameter dalam pipa = 0,052 m

Tebal Pipa = 0,005 m

Debit = 0,206 m³/s

Density = 997 kg/m³

Viscosity = 0,890x10⁻³ kg/m.s

A. Luas pipa diameter dalam (A)

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{\pi (0,0052 \text{ m})^2}{4}$$

$$= 0,002 \text{ m}^2$$

B. Kecepatan aliran pipa sisi suction (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,007 \text{ m}}{0,002 \text{ m}^2}$$

$$= 3,177 \text{ m/s}$$

C. Bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{\rho \times V \times D}{\mu}$$

$$= \frac{997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3,177 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,052 \text{ m}}{0,890 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}$$

$$= 1,861 \times 10^5$$

Re > 2300, aliran Turbulen

D. Relative pipe roughness

$$\text{Relative pipe roughness} = \frac{s}{D} \quad (3)$$

$$\frac{s}{D} = \frac{0,000045 \text{ m}}{0,052 \text{ m}}$$

$$= 0,86 \times 10^{-3}$$

Berdasarkan pembacaan pada diagram *moody* didapatkan hasil nilai f sebesar 0,019,

E. Major Losses pipa suction

Untuk menghitung rumus *head losses major* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$hm = \frac{f L V^2}{d 2 g} \quad (4)$$

Head losses major pada pipa suction dapat diperinci pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Head Losses Major Pipa Suction

Tag pipe	Pipa	Panjang (m)	Dia-meter dalam (m)	Kece-patan (m/s)	Koe-fisien gesek (f)	g (m/s)	Head Losses mayor (Hf) (m)
FW-01-CS 150-65-Sch 40	1	1	0,052	3,177	0,019	9,81	0,186
	2	1,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,280
	3	3,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,654
	4	0,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,093
	Panjang Total =	6,5	Total Head Losses Mayor =				1,215

F. Minor losses pipa suction

Head losses minor merupakan kerugian gesekan akibat bentuk geometri pipa. Untuk mencari nilai *head losses minor* pada pipa suction menggunakan rumus sebagai berikut:

$$hf = K \frac{v^2}{2 g} \quad (5)$$

Perhitungan *head losses minor* pada pipa suction dapat diperinci pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Head Losses Minor Pipa Suction

No	Fitting	Qty (n)	k	Kecepatan (m/s)	g (m/s)	Head Losses Minor (hm) (m)
1	Elbow 90	18	0,75	3,177	9,81	6,947
2	gate Valve	4	0,17	3,177	9,81	0,349
3	Butterfly Valve	8	0,6	3,177	9,81	2,470
4	Strainer	8	1	3,177	9,81	4,117
5	T joint	4	1	3,177	9,81	2,058
Total Head Losses Minor =						15,943

G. Major losses pipa discharge

Untuk menghitung rumus *head losses major* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$hm = \frac{f L V^2}{d 2 g} \quad (4)$$

Head losses major pada pipa discharge dapat diperinci pada tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3. 3 Head Losses Major Pipa Discharge

Tag pipe	Pipa	Panjang (m)	Dia-meter dalam (m)	Kece-patan (m/s)	Koe-fisien gesek (f)	G (m/s)	Head Losses mayor (Hf) (m)
FW-01-CS 150-65-Sch 40	1	0,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,093
	2	1	0,052	3,177	0,019	9,81	0,186
	3	2	0,052	3,177	0,019	9,81	0,373
	4	1,6	0,052	3,177	0,019	9,81	0,299
	5	3	0,052	3,177	0,019	9,81	0,560
	6	3,3	0,052	3,177	0,019	9,81	0,616

7	15	0,052	3,177	0,019	9,81	2,804
8	15,5	0,052	3,177	0,019	9,81	2,897
9	3,7	0,052	3,177	0,019	9,81	0,691
10	1,1	0,052	3,177	0,019	9,81	0,205
11	1,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,280
12	0,8	0,052	3,177	0,019	9,81	0,149
13	4	0,052	3,177	0,019	9,81	0,747
14	6	0,052	3,177	0,019	9,81	1,121
15	8	0,052	3,177	0,019	9,81	1,495
16	1,2	0,052	3,177	0,019	9,81	0,224
17	2,5	0,052	3,177	0,019	9,81	0,467
18	0,3	0,052	3,177	0,019	9,81	0,056
19	1,3	0,052	3,177	0,019	9,81	0,243
20	0,9	0,052	3,177	0,019	9,81	0,168
21	10	0,052	3,177	0,019	9,81	1,869
22	1,8	0,052	3,177	0,019	9,81	0,336
23	5,6	0,052	3,177	0,019	9,81	1,047
24	2,2	0,052	3,177	0,019	9,81	0,411
25	17	0,052	3,177	0,019	9,81	3,178
Panjang Total =	109,8	Total Head Losses Mayor =				20,528

H. Minor losses pipa discharge

Head losses minor merupakan kerugian gesekan akibat bentuk geometri pipa. Untuk mencari nilai *head losses minor* pada pipa *discharge* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$hf = K \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

Perhitungan *head losses minor* pada pipa *discharge* dapat diperinci pada tabel 3.4

Tabel 3. 4 Head Losses Minor Pipa Discharge

No	Fitting	Qty (n)	k	Kecepatan (m/s)	g (m/s)	Head Losses Minor (hm) (m)
1	Elbow 90	37	0,75	3,177	9,81	14,280
2	gate Valve	0	0,17	3,177	9,81	0
3	Butterfly Valve	4	0,6	3,177	9,81	1,235
4	Strainer	0	1	3,177	9,81	0
5	T joint	18	1	3,177	9,81	9,263
Total Head Losses Minor =						24,779

3.4 Head Tekanan

Head tekanan merupakan kerugian akibat perbedaan tekanan antara pipa *suction* dan pipa *discharge* pompa. *Head* tekanan didapatkan sebagai berikut :

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho \times g} \quad (6)$$

$$= \frac{10.055,25 \text{ Pa} - 101,300 \text{ Pa}}{1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= - 0,989 \text{ m}$$

3.5 Head Statis

Head Statis (hs) adalah perbedaan panjang hisap lambung kapal dan di atas air. *Head statis* dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

Sarat Air (T) = 2 m

Tinggi bangunan atas kapal – Tinggi *double bottom* ruang mesin = 9,4

Maka,

$\Delta h_s = T + \text{Tinggi bangunan atas kapal} - \text{Tinggi double bottom ruang mesin} + 15$ (7)

$$= 2 + 9,4 + 15$$

$$= 26,4 \text{ m}$$

3.6 Head Kecepatan

Head kecepatan adalah kerugian yang terjadi dikarenakan perbedaan yang terjadi antara kecepatan pada sisi *suction* dan kecepatan pada sisi *discharge*. *Head* kecepatan dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta h_v = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \times g} \quad (8)$$

Dikarenakan tidak ada perbedaan diameter pada sisi *suction* dan pada sisi *discharge* maka *head* kecepatannya menjadi 0 m.

3.7 Total Head Losses

Total head losses pipa suction dan discharge (hl)

$$= 62,466 \text{ m}$$

$$\text{Head Tekanan } (\Delta h_p) = -0,989 \text{ m}$$

$$\text{Head Statis } (\Delta h_s) = 26,4 \text{ m}$$

$$\text{Head kecepatan } (\Delta h_v) = 0 \text{ m}$$

$$H_{\text{pump}} = \Delta h_p + \Delta h_v + \Delta h_s + hf + 20\%$$

$$= -0,989 \text{ m} + 0 \text{ m} + 26,4 \text{ m} + 62,466 \text{ m} + 20\%$$

$$= 88 \text{ m}$$

3.8 Daya Pompa

Berdasarkan perhitungan head pompa dan kapasitas pompa dapat dilakukan perhitungan daya pompa. Perhitungan daya motor untuk pemadam kebakaran adalah sebagai berikut :

$$PA = \frac{Q \cdot H_A \cdot \rho \cdot g}{0,8} \quad (10)$$

$$= 0,007 \text{ m}^3/\text{s} \times 87,877 \text{ m} \times 1025 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 20\%$$

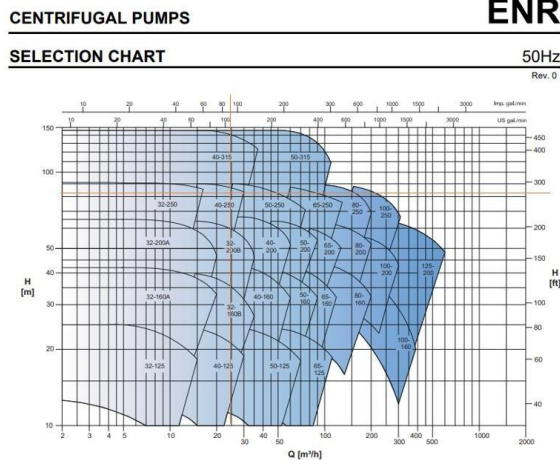
$$= 7539,568 \text{ W}$$

$$= 7,5 \text{ KW}$$

3.9 Pemilihan Spesifikasi Pompa

Fire fighting pump berfungsi untuk menyediakan pasokan air bertekanan untuk tujuan pemadaman kebakaran. Pompa ini

merupakan komponen penting dari sistem proteksi kebakaran kapal, yang memainkan peran penting dalam memadamkan kebakaran dan melindungi nyawa serta harta benda di laut.



Gambar 3. 2 Selection Chart Fire Fighting Pump

Dapat dilihat dari pembacaan *selection chart*, maka pompa yang digunakan untuk pompa pemadam kebakaran adalah pompa berjenis pompa sentrifugal dengan spesifikasi sebagai berikut :

ENR 2 Poles: 40-250 Version										
Pump type ENR	Q=Capacity									
	m³/h	0	5	10	15	20	25	30	32,5	35
Three Phase	l/min	0	83,3	167	250	333	417	500	542	583
	H=Total manometric head in meters									
ENR 40-250 Ø215	80,5	60	60	59	56	53	48	45	-	-
ENR 40-250 Ø225	68	67	66	65	64	60,5	56	53	50	-
ENR 40-250 Ø235	74	74	74	73	72	69	65	62	59,5	56
ENR 40-250 Ø245	82	82	82	81	80	78	74	71	69,5	65
ENR 40-250 Ø255	91	90,5	90	90	89	87	84	81	79,5	76

Gambar 3. 3 Type Pump Fire Fighting Pump

Model	Motor [Kw]	MEC	Dimensions (mm)													
			DN2	DN1	a	h2	h1	A	B	F	Y	V	E	H	S	T
ENR 40-200	3	100L	40	65	100	180	160	900	490	380	150	600	440	50	18	864
ENR 40-200	4	112	40	65	100	180	160	900	490	380	150	600	440	50	18	864
ENR 40-200	5,5	132S	40	65	100	180	160	900	490	380	150	600	440	50	18	946
ENR 40-200	7,5	132S	40	65	100	180	160	900	490	380	150	600	440	50	18	946
ENR 40-200	11	160M	40	65	100	180	160	1120	490	380	190	740	440	50	22	1112
ENR 40-200	15	160M	40	65	100	180	160	1120	490	380	190	740	440	50	22	1112
ENR 40-250	7,5	132S	40	65	100	225	180	900	490	380	150	600	440	50	18	946
ENR 40-250	11	160M	40	65	100	225	180	1120	490	380	190	740	440	50	22	1112
ENR 40-250	15	160M	40	65	100	225	180	1120	490	380	190	740	440	50	22	1112
ENR 40-250	18,5	160L	40	65	100	225	180	1120	610	480	190	740	550	50	22	1112
ENR 40-250	22	180M	40	65	100	225	180	1120	610	480	190	740	550	50	22	1150
ENR 40-315	15	160M	40	65	125	250	225	1400	610	480	230	940	550	75	26	1247
ENR 40-315	18,5	160L	40	65	125	250	225	1400	610	480	230	940	550	75	26	1247
ENR 40-315	22	180M	40	65	125	250	225	1400	610	480	230	940	550	75	26	1285

Gambar 3. 4 Dimension Fire Fighting Pump

Sehingga didapatkan hasil untuk *Dimension Pump Ebara for fire fighting pump* adalah sebagai berikut :

Merk = Ebara
Model = ENR 40-250 Ø225
Tipe = Sentrifugal Pump
Daya = 7,5 Kw
Kapasitas = 25 m³/h
Head = 88 m
Putaran = 3000 rpm

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan *head losses fire fighting pump* dan *emergency fire pump* dengan jalur yang sudah sesuai dengan persyaratan klas BKI didapatkan nilai *head losses fire fighting*

pump sebesar 88 m. Setelah dilakukan perhitungan dan pemilihan spesifikasi pompa *fire fighting* dapat diputuskan pemilihan spesifikasi pompa jenis sentrifugal, merek Ebara, model ENR 40-250 Ø225, head 88 m, kapasitas 25 m³/h, daya 7,5 Kw dan Putaran 3000 rpm dan juga dibutuhkan 2 pompa *fire fighting*

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat, rahmat, nikmat, dan izin-Nya, sehingga penulis dapat mengerjakan Tugas Akhir dengan lancar sampai tuntas.
2. Kedua orang tua yang telah menjadi *best support system*, *role model* dan selalu memberikan arahan serta kasih sayang kepada penulis hingga seterusnya.
3. Ibu Lely Pramesti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang memberikan arahan dan saran selama penulisan.
4. Bapak Projek Priyonggo S.L., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang memberikan arahan dan saran selama penulisan.
5. Rekan Teknik Permesinan Kapal angkatan 2020 atas kebersamaan serta dukungan dan saran yang diberikan selama menempuh studi di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASDP Indonesian Ferry. (2023). *Ship Particular KMP. Cucut*.
- [2] BKI. (2022). *Rules For Machinery Installation Edition 2022*. www.bki.co.id
- [3] DESTIANUS ALLOLINGGI'. (2022). *ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI PEMADAM KEBAKARAN TETAP DI MT. ANARGYA I*.
- [4] KNKT. (2023). *Statistik Investigasi Kecelakaan Transportasi 2022*. <https://www.knkt.go.id/>
- [5] KNKT. (2023). *Statistik Investigasi Kecelakaan Transportasi Tahun 2023 Semester 1*. <https://www.knkt.go.id/>
- [6] Musyafa, A. A., & Siregar, I. H. (2015). *PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL*.
- [7] NFPA. (2018). *NFPA 10 Standard For Portable Fire Extinguisher*