

# PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN UDARA (*DUCTING*) PADA RUANG KAMAR MESIN KAPAL *LANDING CRAFT UTILITY (LCU)* 2500 DWT

Gracia J. Risakotta<sup>1)</sup>, P. Ciptoadi<sup>2)</sup>, G. S. Norimarna<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [graciajudica1406@gmail.com](mailto:graciajudica1406@gmail.com)

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [pciptoadi@gmail.com](mailto:pciptoadi@gmail.com)

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [getruidanorimarna@gmail.com](mailto:getruidanorimarna@gmail.com)

**Abstrak** Kapal Landing Craft Utility (LCU) digunakan untuk mengangkut personel, kendaraan, dan peralatan militer. Ruang kamar mesin kapal ini menghasilkan panas yang memerlukan sistem penyaluran udara yang efektif untuk menjaga kenyamanan dan kesehatan operator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyaluran udara (*ducting*) untuk ruang kamar mesin kapal LCU 2500 DWT di PT. Multi Ocean Shipyard. Metode penelitian meliputi studi literatur, observasi daring, dan diskusi teknis. Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas udara maksimum sebesar 34,35 m<sup>3</sup>/s (72.783 CFM) menurut standar ASHRAE. Dimensi saluran udara utama dirancang sebesar 1041 mm x 1445 mm dengan bahan galvanis. Kehilangan tekanan pada sistem suplai dan pembuangan masing-masing adalah 1051,2 Pa dan 74,5 Pa. Daya motor yang dibutuhkan adalah 0,451 kW untuk suplai udara dan 0,313 kW untuk pembuangan udara, menggunakan blower jenis marine axial flow fan dengan daya 4 kW dan 2,2 kW untuk suplai dan pembuangan maksimum.

**Kata kunci :** Saluran udara, kapasitas udara, beban panas, kamar mesin ventilasi, LCU.

## 1. PENDAHULUAN

Kapal pendarat amfibi jenis Landing Craft Utility (LCU) digunakan untuk mengangkut personel, kendaraan, dan peralatan militer. Ruang kamar mesin pada kapal ini penting untuk menjaga kinerja operasional karena mesin dan peralatan di dalamnya menghasilkan panas saat beroperasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem penyaluran udara untuk mendistribusikan udara segar dan mengatasi panas, menjaga kenyamanan dan kesehatan operator.

PT. Multi Ocean Shipyard memiliki proyek pembangunan kapal LCU 2500 DWT, namun belum memiliki perencanaan penyaluran udara yang memadai. Berdasarkan standar ISO 8861:1998, suhu udara luar diambil sebesar 35°C dengan kelembapan relatif 70% dan tekanan 101,3 kPa, dengan kenaikan suhu udara suplai maksimal 12,5 K.

Penelitian terdahulu oleh Ibnu Fitra Mubarakh (2019) menunjukkan pentingnya posisi fan dan debit udara dalam menjaga suhu kamar mesin di bawah 41°C. Sutrisno (2020) menekankan pentingnya kapasitas blower yang tepat, sementara Tio Fani Setiawan (2020) menghitung kapasitas udara dan daya blower sesuai standar ASHRAE dan ISO 8861. Penelitian ini memberikan masukan dan perbandingan untuk perencanaan sistem penyaluran udara pada proyek kapal LCU 2500 DWT di PT. Multi Ocean Shipyard.

## 2. METODE

### A. Tempat

Penelitian ini berlokasi di Universitas Pattimura karena dilakukan secara daring untuk membuat rancangan desain sistem penyaluran udara pada ruang kamar mesin kapal tipe LCU

2500 DWT.

### B. Metode Observasi Lapangan

Pengambilan data observasi secara daring dengan mengumpulkan dokumen, data teknis kapal *LCU 2500 DWT*, *handbook*, dan berbagai literatur penunjang dari pimpro dan supervisor yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

### C. Metode Wawancara

Pengambilan data dengan metode wawancara secara daring bersama pimpro dan supervisor yang bertindak sebagai pelaksana proyek instalasi sistem pada kapal *LCU 2500 DWT*.

### D. Variabel Penelitian

- Variabel bebas : beban panas (*heating load*), dan kapasitas udara
- Variabel terikat : daya fan/b;ower

### E. Pengolahan Data

#### 1. Perhitungan beban panas menurut ASRHAE dan ISO 8861

Beban panas di ruang kamar mesin (*engine room*) adalah akumulasi panas yang dihasilkan dari berbagai sumber selama operasi kapal. Memahami dan mengelola beban panas ini penting untuk menjaga suhu yang nyaman dan aman bagi peralatan serta personel.

Perhitungan beban panas menurut ASHRAE meliputi beban panas penghuni, beban panas dari lampu penerangan, dan beban panas dari peralatan pada ruangan. Sedangkan menurut ISO 8861 perhitungan beban panas meliputi emisi pembakaran mesin induk, mesin bantu, dan boiler. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan dua standar di atas, penentuan nilai minimum dan maksimum beban panas dapat ditentukan. Nilai yang dipakai adalah nilai maksimum dari beban panas.

#### 2. Perhitungan kapasitas udara menurut ASRHAE dan ISO 8861

Kapasitas udara yang dibutuhkan untuk disuplai ke dalam ruangan menurut ASHRAE untuk mencapai temperatur dan kelembapan relatif yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_s = \frac{Q_{total}}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T}$$

Kapasitas udara total menurut ISO 8861 dihitung berdasarkan beban panas pada saat operasi maksimal, dengan mempertimbangkan jumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran pada mesin diesel serta jumlah udara yang dibutuhkan untuk mengeluarkan panas emisi yang dihasilkan oleh peralatan yang ada di ruang mesin.

$$Q = q_c + q_h$$

#### 3. Perhitungan *pressure loss* pada sistem saluran udara

*Pressure loss* merupakan kehilangan-kehilangan tekanan yang terjadi spada saluran penampang baik pada saluran lurus, maupun pada sambungan.

- Penurunan Tekanan pada Saluran Lurus Persegi

Perhitungan penurunan tekanan fluida yang mengalir melalui saluran udara lurus dengan penampang persegi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\Delta P = f \frac{L}{D_{eq}} \frac{\rho V^2}{2}$$

- Penurunan Tekanan pada Sambungan (*Fitting*)

Penurunan tekanan karena *fiting*, *outlet* yang mengubah bentuk, arah, dan laju aliran. Jenis-jenis dari *fitting* antara lain *elbow*, *transition*, dan sambungan. Penurunan tekanan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta P = C \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

4. Penentuan daya fan/blower

Penentuan daya fan/blower ditentukan berdasarkan hasil perhitungan daya teoritik (daya udara) yang diperlukan untuk mengalirkan udara sebanyak  $Q \text{ m}^3/\text{menit}$  dengan tekanan total  $P_t \text{ mmH}_2\text{O}$  adalah dengan persamaan :

$$\text{Daya Udara} = \frac{(Q \times P_t)}{6120}$$

Setelah nilai daya teoritik ditentukan, selanjutnya adalah penentuan daya motor penggerak dari fan. Dapat dihitung dengan persamaan :

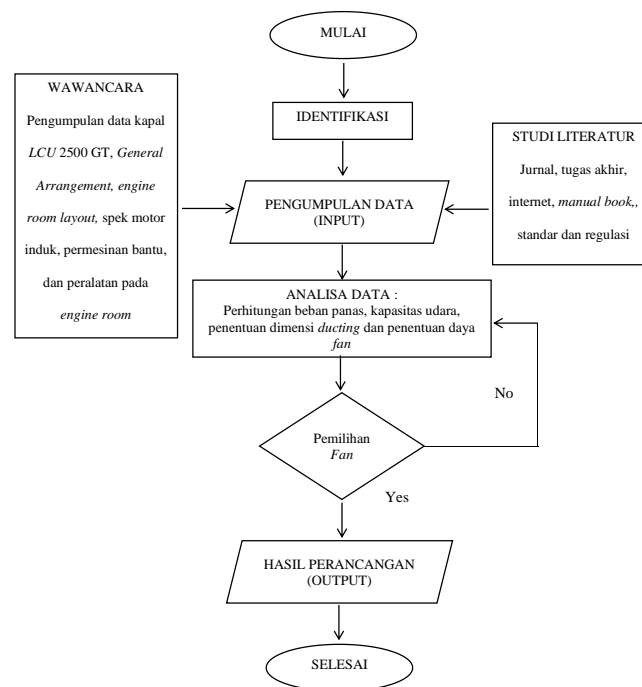
$$\text{Daya Motor Penggerak} = \frac{(Q \times P_t)}{6120 \eta}$$

5. Prosedur Penelitian dan Persamaan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif berbasis kepustakaan, observasi, dimana penelitian dilakukan dengan studi literatur, data teknis kapal untuk membuat rancangan sistem saluran udara pada ruang kamar mesin kapal LCU 2500 DWT.

Berikut ini adalah prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian perancangan sistem pengkondisian udara pada kapal LCU 2500 DWT :

1. Perancangan sistem pengkondisian udara yang akan dipasang pada ruang kamar mesin kapal LCU 2500 DWT. Perancangan sistem pengkondisian udara mencakup penentuan daya fan yang didapat dari perhitungan beban panas, dan kapasitas udara.
2. Perhitungan beban panas dilakukan dengan menggunakan standar ASHRAE dan perhitungan menurut SNAME bulletin 4-16 tentang *calculation merchant ship heating ventilation and air conditioning design*.
3. Perhitungan kapasitas udara dilakukan dengan menggunakan standar ISO 8861 tentang *engine room ventilation in diesel engine ships-design requirements and basis of calculations*.
4. Daya fan dapat ditentukan setelah beban panas dan kapasitas udara selesai dihitung.



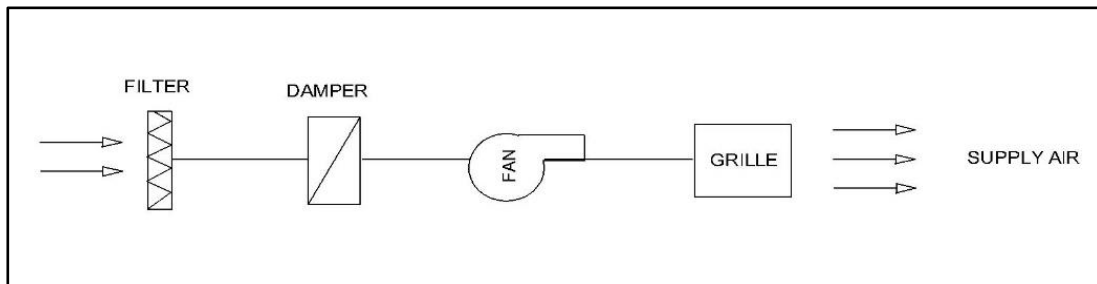
Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

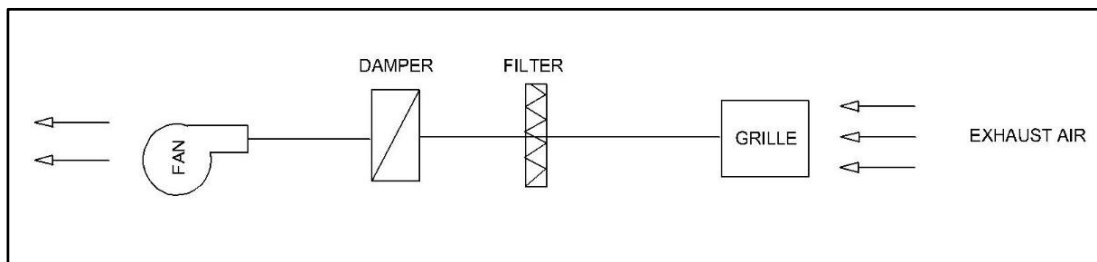
Perencanaan sistem saluran udara (*ducting*) pada kamar mesin kapal *Landing Craft Utility (LCU) 2500 DWT* memiliki beberapa tahapan agar dapat menghasilkan perencanaan sistem saluran udara (*ducting*) yang optimal beserta komponen-komponen yang akan digunakan dalam hasil perencanaan ini. Berikut ini adalah beberapa tahapan yang akan digunakan dalam perencanaan saluran udara (*ducting*) :

#### A. Skematik Sistem Saluran Udara (*ducting*)

Perencanaan skematik saluran udara dibutuhkan dalam perencanaan ini karena merupakan representasi visual bagaimana udara dialirkan dan didistribusikan dalam kamar mesin melalui jaringan saluran udara dengan memberikan pemahaman bagaimana udara dipindahkan dari titik masuk hingga ke titik keluar dalam ruangan.



Gambar 2. skematik sistem saluran udara (*ducting*) untuk *suplly air*



Gambar 3. Skematik saluran udara (*ducting*) untuk *return/exhaust air*

#### B. Perhitungan Kapasitas Udara berdasarkan Beban Panas (*Heating Load*)

Total beban panas menurut ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) adalah :

Tabel 1. Jumlah beban panas (*heating load*) minimum menurut ASHRAE

No.	Equipment	Q (kW)	Quantity	ΣQ (kW)
1	Beban Panas Penghuni	6,11	-	6,11
2	Beban Panas Lampu	11,2	-	11,2
<b>ΣQ</b>				<b>17,31</b>
3	Main Diesel Generator	19,487	1	<b>19,487</b>
4	<i>Pumps</i>			
	- GS Pump	8,25	1	8,25
	- GS/ Ballast Pump	8,25	1	8,25
	- Bilge Pump	6,27	2	12,54
	- FW Pump & Hydrophore	1,1	1	1,1
	- SW Pump & Hydrophore	1,1	1	1,1
	- Seawage Pump	1,1	1	1,1
	- L.O Purifier	5,35	1	5,35

– Fuel Pump	2,23	2	4,46
– Lub. Oil Transfer Pump	1,29	1	1,29
– L.O Priming Pump	4,46	2	8,92
– S.W Cooling Pump	0,35	2	0,7
	<b>ΣQ<sub>Pumps</sub></b>		<b>53,06</b>
	<b>ΣQ</b>		<b>89,857</b>

Perhitungan beban panas pada kondisi kapal saat berlabuh mempertimbangkan mesin dan peralatan listrik yang tetap digunakan. Peralatan tersebut mendukung berbagai aktivitas kritis seperti stabilitas kapal, manajemen air, sanitasi, dan transfer bahan bakar.

- Kapasitas Udara Minimum

$$V_s = \frac{89,857}{1,2 \cdot 1,025 \cdot 8} = 9,131 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 2.118,88 \text{ CFM} = 19.350 \text{ CFM}$$

Tabel 2. Jumlah beban panas (*heating load*) menurut ASHRAE

No.	Equipment	Q (kW)	Quantity	ΣQ (kW)
1	Beban Panas Penghuni	6,11	-	6,11
2	Beban Panas Lampu	11,2	-	11,2
		<b>ΣQ</b>		<b>17,31</b>
3	Main Engine	90,995	2	<b>181,91</b>
4	Main Diesel Generator	19,487	3	<b>58,6</b>
5		<i>Pumps</i>		
	– Fire Pump	8,25	1	8,25
	– GS Pump	8,25	1	8,25
	– GS/ Ballast Pump	8,25	1	8,25
	– Bilge Pump	6,69	2	12,54
	– FW Pump & Hydrophore	1,1	1	1,1
	– SW Pump & Hydrophore	1,1	1	1,1
	– S.W Sprinkle Pump	1,1	1	1,1
	– Sewage Pump	1,1	1	1,1
	– L.O Purifier	5,35	1	5,35
	– Fuel Pump	2,235	2	4,46
	– Lub. Oil Transfer Pump	1,29	1	1,29
	– Dirty/Sludge Transfer Pump	1,65	2	3,3
	– Oil Water Separator	0,3	1	0,3
	– Std-By L.O Pump	6,7	2	13,4
	– L.O Priming Pump	4,46	2	8,92
	– S.W Cooling Pump	0,35	2	0,7
	– Sprinkle Jockey Pump	0,78	1	0,78
		<b>ΣQ<sub>Pumps</sub></b>		<b>80,19</b>
		<b>ΣQ</b>		<b>338,01</b>

Kapasitas udara maksimum ditentukan dalam kondisi semua mesin dan peralatan listrik beroperasi. Sehingga, pada nilai kapasitas udara maksimum hasil yang didapat akan bernilai besar.

- Kapasitas Udara Maksimum

$$V_S = \frac{338,01}{1,2 \cdot 1,025 \cdot 8} = 34,35 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 2.118,88 \text{ CFM} = 72.783 \text{ CFM}$$

- Pemilihan Ukuran *Ducting*

Hasil perhitungan total kapasitas udara maksimum berdasarkan ASHRAE adalah 72.783 CFM dan ISO 8861 adalah sebesar 60.623 CFM, sedangkan untuk kapasitas udara minimum menurut ASHRAE sebesar 12.438 CFM dan kapasitas udara minimum ISO 8861 sebesar 6.674 CFM, dimana dalam perancangan ini menggunakan nilai kapasitas udara yang paling besar yaitu ASHRAE dengan nilai kapasitas udara maksimum sebesar 72.783 CFM dan kapasitas udara minimum sebesar 6.674 CFM.

- Perhitungan Penurunan Tekanan (*Pressure Drop*)

Perhitungan penurunan tekanan berfungsi untuk menentukan penurunan tekanan udara saat melewati sistem saluran (*ducting*) dalam ventilasi yang diharapkan mampu menciptakan desain sistem yang efisien, pemilihan blower yang tepat, menjaga kinerja sistem, dan menjaga kenyamanan dan kesehatan penghuni.

- Penurunan tekanan pada saluran lurus

Panjang saluran utama (vertikal) ditentukan berdasarkan gambar rancangan umum kapal, dimana dalam penentuan lokasi inlet blower diupayakan agar letak ruang kamar mesin tegak lurus dengan ruang geladak dengan pertimbangan efisiensi pemisahan udara kotor, ketersediaan ruang, dan pencegahan kontaminasi udara. Material saluran udara yang digunakan dalam perencanaan ini adalah jenis baja galvanis dengan kelebihan yaitu, tahan karat, kokoh, tahan lama dan sering digunakan pada ruang kamar mesin karena tahan terhadap korosi dan biaya yang relatif rendah. Perhitungan penurunan tekanan (*pressure drop*) dapat ditentukan menggunakan persamaan dasar dengan menentukan nilai faktor gesekan yang didapat dari *Moody diagram* serta menentukan nilai *Reynold's Number* (Re) yang didapat dari persamaan (16) dan kekasaran relatif ( $\frac{\epsilon}{D}$ ) dengan nilai  $\epsilon = 0,15 \text{ mm}$ .

- Udara Suplai (*supply air duct*)

Tabel 3. Penurunan tekanan pada saluran lurus

No. saluran	$D_{eq}$ (m)	L (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Re	$\frac{\epsilon}{D}$	f	v (m/s)	$\Delta P$ (Pa)
D-1	1,4	9,8	17	$9 \times 10^5$	0,000107	0,02	11,2	9,92
D-2	1,4	3,5	17	$9 \times 10^5$	0,000107	0,02	11,2	3,54
D-3	1,4	3,5	17	$9 \times 10^5$	0,000107	0,02	11,2	3,54
D-4	0,807	5	5,7	$5 \times 10^5$	0,00018	0,016	11,2	7
D-5	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92
D-6	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92
D-7	1,143	3,5	11,4	$7 \times 10^5$	0,00024	0,017	11,2	3,68
D-8	1,143	9,7	11,4	$7 \times 10^5$	0,00024	0,017	11,2	10,22
D-9	0,807	3	5,7	$5 \times 10^5$	0,00018	0,016	11,2	4,21
D-10	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92

D-11	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92
D-12	0,807	6,5	5,7	$5 \times 10^5$	0,00018	0,016	11,2	9,13
D-13	0,807	3,6	5,7	$5 \times 10^5$	0,00018	0,016	11,2	5
D-14	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92
D-15	0,571	1	2,86	$3 \times 10^5$	0,00026	0,0155	11,2	1,92
<b>Jumlah</b>								<b>67,8</b>

• Saluran Udara Pembuangan (*exhaust air duct*)

Tabel 4. Penurunan tekanan pada saluran lurus

No. saluran	Deq (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Re	$\frac{\epsilon}{D}$	f	v (m/s)	$\Delta P$ (Pa)
D-1	1,4	7,4	17	$9 \times 10^5$	0,000107	0,02	11,2	7,5
D-2	1,4	1	17	$9 \times 10^5$	0,000107	0,02	11,2	1,01
D-3	0,990	5,5	8,5	$5,8 \times 10^5$	0,00017	0,016	11,2	6,3
D-4	0,990	1	8,5	$5,8 \times 10^5$	0,00017	0,016	11,2	1,14
D-5	0,698	1	4,3	$4 \times 10^5$	0,0002	0,0165	11,2	1,7
D-6	0,698	1	4,3	$4 \times 10^5$	0,0002	0,0165	11,2	1,7
D-7	0,990	5,5	8,5	$5,8 \times 10^5$	0,00017	0,016	11,2	6,3
D-8	0,990	3	8,5	$5,8 \times 10^5$	0,00017	0,016	11,2	3,43
D-9	0,698	1	4,3	$4 \times 10^5$	0,0002	0,0165	11,2	1,7
D-10	0,698	1	4,3	$4 \times 10^5$	0,0002	0,0165	11,2	1,7
<b>Jumlah</b>								<b>32,4</b>

C. Penurunan tekanan pada sambungan (*fittings*)

Perhitungan penurunan tekanan (*pressure drop*) dapat ditentukan menggunakan persamaan dengan kecepatan maksimum cabang/sambungan  $V = 9,1$  m/s

• Udara Suplai (*supply air duct*)

Tabel 5. Penurunan tekanan pada sambungan (*fittings*)

Fitting Number	Type of Fitting	ASHRAE Fitting No.	Parameter				Loss Coefficient	Pressure Loss
<i>Elbow 90°</i>								
E-1	Elbow 90	SR3-1	$r/W$	$H/W$				
			0,5	0,72		1,29	8,16	
E-2	Elbow 90	SR3-1	0,5	0,72		1,29	8,16	
E-3	Elbow 90	SR3-1	0,5	1,2		1,18	7,5	
E-4	Elbow 90	SR3-1	0,5	1,2		1,18	7,5	
<i>Branch 90°</i>								
B-90	Branch 90	SR5-1	$Q_b/Q_c$	$Q_s/Q_c$	$A_s/A_c$	$A_b/A_c$	0,74	3,8
			0,4	0,6	0,6	0,4		
B-90	Branch 90	SR5-1	0,4	0,6	0,6	0,4	0,74	3,8
<i>Tee Duct</i>								
T-1	Tee 45 Entry Branch	SR5-13	$Q_b/Q_c$	$Q_s/Q_c$	$A_s/A_c$	$A_b/A_c$	1,32	6,78
			0,6	0,3	0,35	0,8		
T-2	Tee Duct	SR5-15	0,5	-	-	0,5	1,01	5,19
T-3	Tee Duct	SR5-15	0,5	-	-	0,5	1,01	5,19

Komponen Lainnya			
1	Damper	-	49
6	Grille	-	136
1	Filter	-	70
<b>Total</b>			<b>983,4</b>

- Saluran Udara Pembuangan (*exhaust air duct*)

Tabel 6. Penurunan Tekanan pada Sambungan (*fitting*)

Fitting Number	Type of Fitting	ASHRAE Fitting No.	Parameter		Loss Coefficient	Pressure Loss		
<i>Elbow 90°</i>								
E-1	Elbow 90	SR3-1	$\frac{r}{W}$	$\frac{H}{W}$	1,29	6,63		
			0,5	0,78				
E-2	Elbow 90	SR3-1	0,5	1,95	1	5,1		
<i>Tee Duct</i>								
T-1	Tee 45 Entry Branch	SR5-13	$\frac{Q_b}{Q_c}$	$\frac{Q_s}{Q_c}$	$\frac{A_s}{A_c}$	$\frac{A_b}{A_c}$	1	6,78
			0,6	0,3	0,35	0,8		
T-2	Tee Duct	SR5-15	0,5	-	-	0,5	1,01	5,19
T-3	Tee Duct	SR5-15	0,5	-	-	0,5	1,01	5,19
Komponen Lainnya								
1	Damper	-	-	-	-	49		
4	Grille	-	-	-	-	136		
1	Filter	-	-	-	-	64		
<b>Total</b>						<b>698</b>		

a. Pemilihan Fan/Blower

Pemilihan Fan/blower dapat ditentukan melalui hasil perhitungan daya udara dan daya motor penggerak yaitu :

1. *Supply Air Blower*

Daya udara minimum blower :

$$N_{\text{air in}} = \frac{(10,95 \times 107,2)}{6120} = 0,03 \text{ kW}$$

Daya minimum motor penggerak :

$$N_{\text{e in}} = \frac{(10,95 \times 107,2)}{0,8 \times 6120} = 0,038 \text{ kW}$$

Daya udara maksimum blower :

$$N_{\text{air in}} = \frac{(20,61 \times 107,2)}{6120} = 0,361 \text{ kW}$$

Daya maksimum motor penggerak :

$$N_{\text{e in}} = \frac{(20,61 \times 107,2)}{0,8 \times 6120} = 0,451 \text{ kW}$$

2. *Exhaust Air Blower*

Daya udara minimum blower :

$$N_{\text{air ex}} = \frac{(10,95 \times 74,5)}{6120} = 0,133 \text{ kW}$$

Daya minimum motor penggerak :

$$N_{\text{e ex}} = \frac{(10,95 \times 74,5)}{0,8 \times 6120} = 0,166 \text{ kW}$$

Daya udara maksimum blower :

$$N_{\text{air ex}} = \frac{(20,61 \times 74,5)}{6120} = 0,25 \text{ kW}$$

Daya maksimum motor penggerak :

$$N_{\text{e ex}} = \frac{(20,61 \times 74,5)}{0,8 \times 6120} = 0,313 \text{ kW}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan perencanaan sistem penyaluran udara pada ruang kamar mesin kapal LCU 2500 DWT, dapat disimpulkan bahwa kapasitas udara yang diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan standar ASHRAE dan ISO 8861 memiliki perbedaan yang cukup signifikan, dimana pada perencanaan ini penulis menggunakan kapasitas udara maksimum yang diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan standar ASHRAE dengan jumlah kapasitas udara total (udara masuk dan keluar) sebesar 34,35 m<sup>3</sup>/s. Dari nilai kapasitas udara diperoleh jumlah daya udara yang dibutuhkan untuk memindahkan udara luar ke dalam sistem atau sebaliknya yaitu sebesar 0,361 kW untuk udara suplai dan 0,25 kW untuk udara keluar. Setelah mendapatkan besar daya udara maka daya motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan daya udara suplai adalah sebesar 0,451 kW dan untuk udara keluar adalah sebesar 0,313 kW.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agnes Santoso (2017). *Optimize Air Ventilation Arrangement Using CFD Model to Maintain the Engine Room Temperatures of an 800 DWT General Cargo*. Published by senta Marine Technology for Sustainable Development.
- Ahmad D. Hasan (2018). Perencanaan sistem Pengkondisian Udara (HVAC) pada Ruang Akomodasi Kapal Tanker Menggunakan Refrigeran R 407 c. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Althouse, A. D., Turnquist, C. H., & Bracciano, A. F. (2016). *Modern Refrigeration and Air Conditioning*. Goodheart-Willcox Publisher.
- ASHRAE *Air Conditioning System Design Manual, Second Edition*
- ASHRAE *Handbook of HVAC System and Applications, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, 1998.*
- ASHRAE *Handbook of HVAC System and Applications, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, 2019.*
- Caterpillar (2015) *Application & Installation Guide Engine Room Ventilation*
- Esna T. Nurdianto (2017). *Desain Landing Craft Utility (LCu) Guna Menunjang Program Pemerataan Pembangunan di Daerah Tertinggal, Studi Kasus : Sungai Ketingan, Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Howell, R. H., Coad. W. J., Sauer. J. H. (2013) *Principle of Heating Ventilating and Air Conditioning* (7<sup>th</sup> Edition). United States of America.
- Husnul Khotimah (2016). Perencanaan Sistem Ventilasi dan Saluran Kapal Pada Kamar Mesin Kapal (Studi Kasus Pada Kapal Perintis 2000GT di PT. Orela Shipyard). Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- IACS (*International Association of Classification Societies*), rule M28. (1978)
- Ibnu Fitra Mubarakh (2019). *Analisa Suplai Aliran Udara Pada Kamar Mesin Landing Craft Utility (LCU)*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.
- ICA Solar. "<https://m.icasolar.com/>." Diakses pada 18 Mei 2024
- ISO 8861 (1988). *Shipbuilding-Engine Room Ventilation in Diesel Engine Ships-Design Requirement and Basic of Calculation*.
- Jianpeng Chen (2018). *Numerical of Ventilation for Ship E/R with CFD Method. International Journal of Performability Engineering*. Vol. 14, no. 3, March 2018.
- Md. Rafsan Zani. *Computational Fluid Dynamics Analysis of Engine Room Ventilation of a Bulk Carrier Plying in The Inland Waterways of Bangladesh*. Proceeding of MARTEC. Bangladesh
- Muhammad. R. Nugraha (2016). *Optimasi Tata Letak Ventilator Untuk Menjaga Temperatur Ruang Kamar Mesin Kapal General Cargo 8000 DWT Menggunakan CFD*. Institut

- Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H. (2012). *Fundamentals of Fluid Mechanics* (7th ed.). John Wiley & Sons
- Naval Ships Technical Manual (2006). Heating, Ventilating, and Air Conditioning systems for Surface Ships. Published by Direction of Commander, Naval Sea System Command.
- Arismunandar, W., & Saito, H. (1991). *Penyegaran Udara* (Cet. 4). Jakarta: Pradnya Paramita
- PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL) SNF2019, Vol. 8, 2019.
- Ratna d. Kurniawan (2019). Evaluasi Kebutuhan Udara Ventilasi Untuk Kamar Mesin Karena Pergantian Motor Penggerak *Axial Fan* Pada Kapal Perintis 2000 GT Berpenggerak Mesin Induk (*Main Engine*) 2 x 1400HP. *Jurnal Teknik Energi* Vol 15 No. 1 Januari 2019; 7- 13.
- SNAME, “ *Calculations for Merschant Ship Heating Ventilation and Air Conditioning Design*” SNAME buletin 4-16.
- Sutrisno (2020). *Air System in Engineering Room of the Vessel Ship. International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. Vol. 23 No. 2 November 2020, pp. 506-51
- Victor M., (2020). *Ventilations of Engine Rooms in Diesel Engines Ships*. University of Galati, Romania.