

Kajian Numerik Tata Letak ventilator Ruang Kamar Mesin Di Kapal Coaster 2000 GT

Agung Prasetyo Nugroho ^{1*}, Muhammad Muhadi Eko Prayitno ², Abdul Gafur ³

Teknik Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*

Teknik Manajemen Bisnis, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*

Teknik Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*

Email: agung.prasetyo.nugroho.ap@gmail.com

HVAC (Heat Ventilation & Air Conditioning) is it most important for the vessel. Engine room is very important part from the vessel. Because there are have main engine as engine driven and auxiliary engine as complement for the systems. From Biro Klasifikasi Indonesia rules said : if must be 45 °C for every vessel's ventilation at engine room. Design at engine room must be know how efficiencies of ducting's design and how about heat distribution of every part at engine room, and this design can help for air change from exhaust air and keep air distribution to be constant. From this experients we are know if the temperature at ME Room is 47 °C (exceed from BKI's standart) and 36 °C at AE Room. So, we need to redesign for this condition. From the result we are know if re-condition at ME Room change to be 39 °C. ventilation air position and ducting track design very important to get velocity air distribution who intake in engine room and keep the temperature to be constant (not exceed 45 °C).

Keywords : computational fluid dynamic, ducting, engine room, ventilator.

Nomenclature

Ne Daya main engine/genset, HP

gc Specific fuel oil consumption, kg/HP.hr

Qf Caloric value of fuel (MDO = 10100 kkal/kg)

N Daya motor, HP

η Efisiensi motor

1. PENDAHULUAN

Sistem ventilasi dan pengkondisian udara merupakan sistem yang sangat dibutuhkan untuk menjaga kenyamanan di kapal. Agar suhu didalam kamar mesin pada kondisi nyaman maka perlu adanya sistem *ducting*. Dalam hal ini akan dibuat *redesign ducting* untuk menyuplai udara bebas masuk kedalam ruang kamar mesin. Dari *redesign ducting* ini akan dibandingkan desain lama yang sudah terdapat pada kapal coaster 2000 GT agar mampu menjaga suhu kamar mesin tetap dibawah standar maksimal yang diizinkan dan juga mampu mendinginkan mesin utama bersama dengan peralatan-peralatan yang lainnya pada ruang kamar mesin.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pambudi, Mustaghfirin & Antoko (2016) tentang evaluasi sistem *ducting* kamar mesin KMP Binaul 150 GT. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi distribusi temperatur kamar mesin dengan sistem *ducting* kamar mesin yang telah terpasang dan mengetahui pengaruh variasi *intake* udara terhadap distribusi temperatur di kamar mesin. Metode yang digunakan adalah metode *CFD* yang menghasilkan bahwa kapasitas fan sebesar 4000 cmh melebihi

temperatur standard yang ditetapkan oleh ISO pada kamar mesin. Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh Alizadeh, Maleki & Mohamadi (2017) tentang analisa distribusi suhu di dalam ruang mesin utama kapal. Dengan cara melakukan identifikasi pada titik-titik tertentu dengan konsentrasi termal yang cukup besar di ruang ruang mesin utama. Penelitian ini menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yang hasilnya menunjukkan bahwa volume udara sirkulasi cukup diperlukan dibandingkan dengan tingkat yang disarankan oleh praktik umum, perhitungan, dan standar untuk menghilangkan konsentrasi panas. Untuk mengetahui optimal tidaknya sistem ventilasi udara yang didesain dalam menyuplai udara agar temperatur tetap sesuai standart dapat diketahui dengan simulasi menggunakan *computational fluid dynamics (CFD)*.

2. METODOLOGI .

Penelitian ini dimulai dengan tahap peninjauan dan pengumpulan data dari perusahaan. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data yang dibutuhkan meliputi data *detail engine room layout* dan spesifikasi peralatan serta ukuran utama kapal. Langkah awal penelitian ini yaitu menghitung manual beban panas yang dikeluarkan peralatan di dalam engine room. Persamaan matematis beban panas yang dikeluarkan oleh peralatan menurut jurnal SNAME bulletin 4-16 tentang *calculation*

merchant ship heating ventilation and air conditioning design adalah sebagai berikut :

2.1 Pengumpulan Data

2.1.1 Data dan Spesifikasi

Berikut ini merupakan data principal dimension dari kapal Coaster 2000 GT. Dari data dapat diketahui daerah yang menjadi fokus tugas akhir ini.

2.1.2 Dimension

Tabel 1 Dimensi kapal dan kamar mesin

Principal Dimension	Dimensi Kamar Mesin
Nama Kapal : Coaster 2000 GT Jenis Kapal : Kapal Perintis LOA : 68,5 m LPP : 63 m B : 14 m T : 2,9 m V : 12 knot	Panjang: 16,8 m Lebar : 14 m Tinggi : 6,2 m

2.1.3 Spesifikasi Peralatan di Kamar Mesin

Spesifikasi peralatan yang menggunakan bahan bakar solar dan menggunakan motor listrik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Peralatan yang menggunakan bahan bakar solar

No.	Nama Peralatan	Daya (HP)	SFOC		n
			(gr/k W.hr)	(kg/H P.hr)	
1	Main Engine	1797	217	0,162	2
2	Generator Set	587	195	0,145	3
3	Harbour Generator	123	208	0,155	1

Tabel 3 Peralatan yang menggunakan motor listrik

No.	Nama Peralatan	Daya Motor (HP)	Jumlah
1	Bilge Pump	5,36	1
2	Bilge Pump For OWS	5,36	1
3	Ballast Pump	5,36	3
4	Fire GS. Pump	10,05	1
5	Hydrophore SW. Pump	1,47	1
6	Hydrophore FW. Pump	1,47	1
7	Air Compressor	1,00	1
8	Sewage Pump	2,01	1
9	Fresh Water Generator	11,53	1

10	Sprinkle Pump	10,05	2
11	FO. Transfer Pump	2,01	1

2.1.4 Spesifikasi Fan

Fan yang digunakan dalam sistem ducting kamar mesin ada 4 buah. Pada ME Room memakai 2 fan dan AE Room 2 fan. Dari 4 buah tersebut mempunyai fungsi yang berbeda.

Perbedaan fungsi tersebut adalah :

1. Sebagai intake air
2. Sebagai exhaust

Spesifikasi fan yang digunakan adalah pada tabel 5 berikut :

Tabel 4 Spesifikasi Fan

ME Room	AE Room
Tipe: VANCO VAM 2-630 Kapasitas: 36456 cmh Putaran : 2880 rpm Daya : 18,5 kW Voltase : 380 volt	Tipe : VANCO VAM 2-500 Kapasitas: 10300 cmh Putaran : 2880 rpm Daya : 4 kW Voltase : 380 volt
Tipe : VANCO VAM 2-500 Kapasitas: 10300 cmh Putaran : 2880 rpm Daya : 4 kW Voltase : 380 volt	Tipe : VANCO VAM 4-500 Kapasitas: 4879 cmh Putaran : 1440 rpm Daya : 1,5 kW Voltase : 380 volt

Kemudian untuk tabel efisiensi motor listrik sebagai berikut :

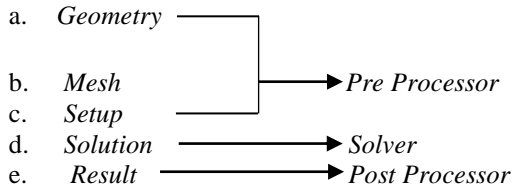
Tabel 5 Efisiensi Motor Listrik

Daya Motor (HP)	Efisiensi
≤ 1/8	0,5
1/6 – ¼	0,6
1/3 – 2	0,7
2 – 10	0,85
≥ 10	0,9

Kemudian melakukan pemodelan ducting dan engine room layout untuk mendapatkan koordinat 3D menggunakan AutoCad. Kemudian dari Autocad dimasukkan ke Solidworks untuk mengubah ekstensi format menjadi IGES. Langkah selanjutnya yaitu simulasi numerik ducting dan engine room menggunakan bantuan software Ansys 16.2.

Selanjutnya pemodelan ducting dan engine room simulasi numerik menggunakan pendekatan metode Computational Fluid Dynamic (CFD). Masukkan data untuk simulasi menggunakan CFD ini berupa bentuk dan dimensi kamar mesin, saluran udara (ducting), dan mesin serta peralatan yang terdapat di kamar mesin, letak dan besar panas yang dikeluarkan mesin dan peralatan, kecepatan udara inlet ducting yang masuk ke kamar mesin dan bentuk

dimensional dari *exhaust ducting*. Sedangkan *output* yang dihasilkan berupa arah aliran udara, tekanan, suhu, dan kecepatan aliran udara dalam kamar mesin. Berikut tahapan simulasi numerik :



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan beban panas

Perhitungan beban panas dilakukan menggunakan standard jurnal SNAME buletin 4-16 tentang *calculation merchant ship heating ventilation and air conditioning design*.

- a. Perhitungan Panas Main Engine
 $Q = 0,02Ne \times gc \times Qf = \text{kkal/hr}$
 $= 0,02 \times 1797 \text{ HP} \times 0.162 \text{ kg/HP.hr} \times 10100 \text{ kkal/kg}$
 $= 58737 \text{ kkal/hr}$
 $= 68266,1 \text{ watt/engine}$
- b. Perhitungan Panas Generator
 - Diesel Generator
 $Q = 0,02Ne \times gc \times Qf = \text{kkal/hr}$
 $= 0,02 \times 587,3 \text{ HP} \times 0.145 \text{ kg/HP.hr} \times 10100 \text{ kkal/kg}$
 $= 17252,8 \text{ kkal/hr}$
 $= 20051,6 \text{ watt/diesel generator}$
 - Harbout Genset
 $Q = 0,02Ne \times gc \times Qf = \text{kkal/hr}$
 $= 0,02 \times 1797 \text{ HP} \times 0.155 \text{ kg/HP.hr} \times 10100 \text{ kkal/kg}$
 $= 3865 \text{ kkal/hr}$
 $= 4493 \text{ watt}$
- c. Perhitungan Beban Panas Motor Listrik
 Contoh beban panas pada *bilge pump* :
 $Q = 864 \times N \times \left(\frac{1-\eta}{\eta} \right) = \text{kkal/hr}$
 $= 864 \times 5,36 \text{ HP} \times \left(\frac{1-0,85}{0,85} \right)$
 $= 817,87 \text{ kkal/hr}$
 $= 950,54 \text{ watt}$

Tabel 6 Beban Panas Peralatan

No	Nama Peralatan	n	η	Beban Panas	
				kkal/jam	watt
1	Bilge Pump	1	0,85	817,87	950,54
2	Bilge Pump For OWS	1	0,8	817,87	950,54
3	Ballast	3	0,8	817,87	950,54

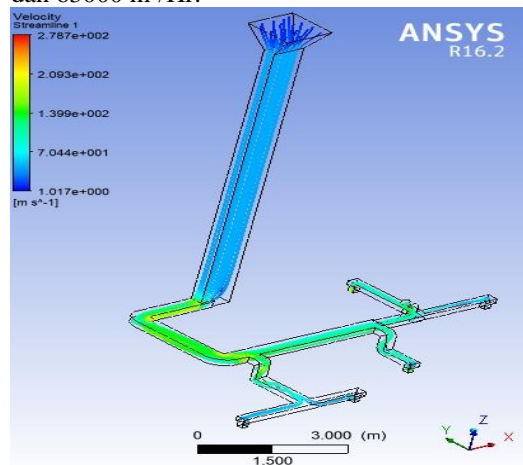
	Pump		5		
4	FO. Transfer Pump	1	0,8	306,70	356,45
5	Fire GS. Pump	1	0,9	965,54	1122,17
6	Hydrophore SW. Pump	1	0,7	546,22	634,83
7	Hydrophore FW. Pump	1	0,7	546,22	634,83
8	Air Compressor	1	0,7	372,42	432,84
9	Sewage Pump	1	0,8	306,70	356,45
10	Fresh Water Generator	1	0,9	1107,15	1286,75
11	Sprinkle Pump	2	0,9	965,54	1122,17

3.2 Simulasi Numerik

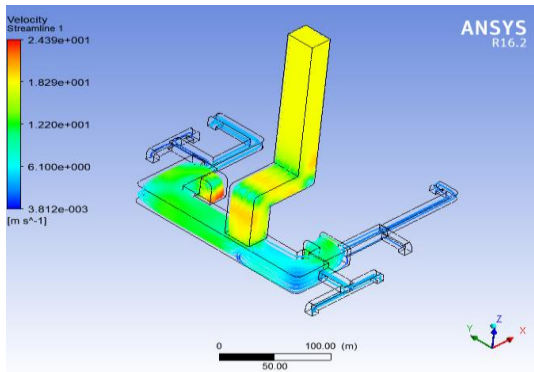
Simulasi CFD ini untuk mengetahui dan menganalisa suplai aliran udara yang masuk ke dalam ruang kamar mesin melalui *ducting* terhadap kecepatan aliran udara di dalam *ducting* dan juga dalam ruang kamar mesin. Menggunakan simulasi CFD dengan melakukan 2 tahap, yaitu tahap pertama adalah simulasi model saluran udara (*ducting*) yang meliputi *existing design* dan *redesign ducting* di kamar mesin dan tahap kedua simulasi model kamar mesin.

3.2.1 Simulasi saluran udara (ducting)

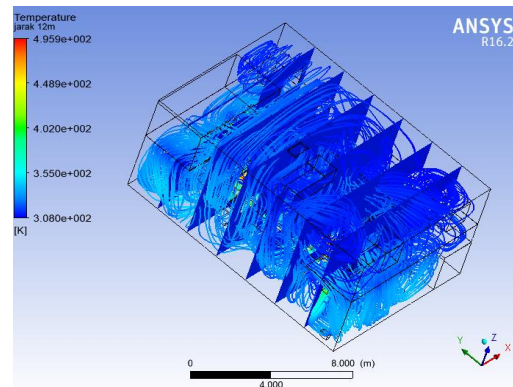
Simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan nilai *output* yang berupa kecepatan aliran udara pada ujung-ujung saluran *ducting* (*outlet ducting*) dengan menginput *mass flow rate* (Q) yang sebelumnya sudah diketahui dari data –data yang dibutuhkan sebesar 36456 m³/Hr dan 63000 m³/Hr.



Gambar 1 Existing Design



Gambar 1 Redesign Ducting



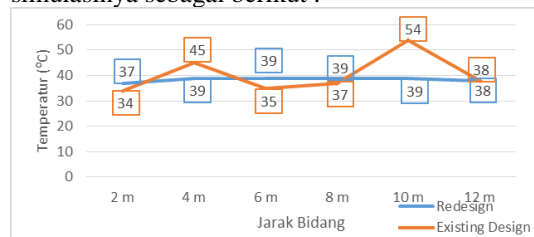
Gambar 1 Hasil Perpotongan pada ME Room

Tabel 7 Hasil Outlet

Existing Design (m/s)	Redesign (m/s)	Redesign (m/s)
Intake 1 = 27	Intake E = 8,8	Intake N = 15
Intake 2 = 19	Intake F = 8,8	Intake Q = 8,73
Intake 3 = 42	Intake H = 15	Intake R = 8,73
Intake 4 = 26	Intake J = 8,7	Intake S = 8,73
Intake 5 = 29	Intake K = 8,7	

3.3 Hasil Simulasi

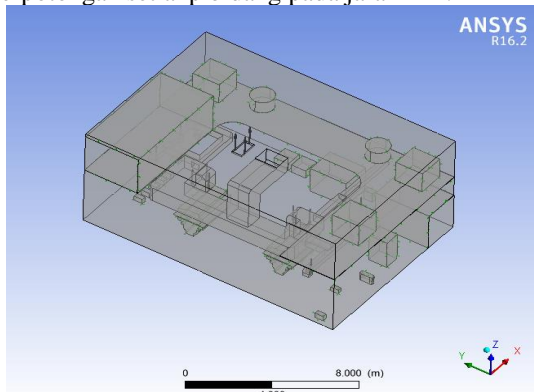
Hasil simulasi numerik ini mengasilkan suhu 47 °C pada *existing design* dan 39 °C pada *redesign ducting*. Dengan perbandingan hasil simulasinya sebagai berikut :



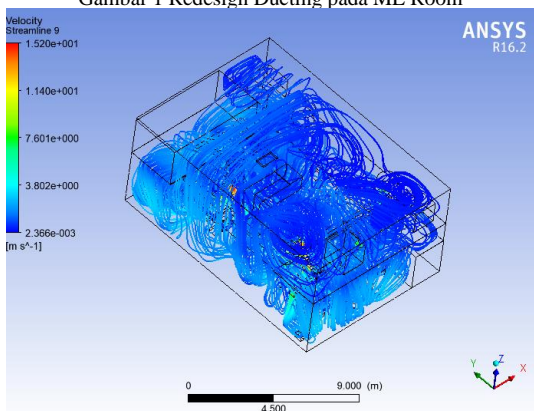
Gambar 4. Grafik perbandingan *existing design* dan *redesign ducting* pada ME Room

3.3.2 Simulasi Model Kamar Mesin

Pada tahapan simulasi ini dilakukan perpotongan setiap bidang pada jarak 2 m.



Gambar 1 Redesign Ducting pada ME Room



Gambar 1 Aliran Udara pada ME Room

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan eban panas yang dihasilkan oleh main engine dan peralatan pada didalam engine room memiliki besar yang berbeda-beda, tetapi untuk beban panas yang paling besar dikeluarkan oleh main engine yaitu sebesar 68266,1 watt/engine. Kemudian kinerja *existing design* sistem *ducting* menghasilkan temperatur udara yang melebihi standard yaitu menghasilkan temperatur ruangan sebesar 47 °C pada ME Room dan 36 °C pada AE Room sehingga dilakukan *redesign ducting* pada ME Room. Sedangkan untuk distribusi aliran fluida pada *existing design* masih belum merata, hal tersebut dapat diketahui dari hasil perpotongan bidang setiap jarak 2 m yang menghasilkan temperatur pada ME Room 34 °C, 45 °C, 35 °C, 37 °C, 54 °C, 38 °C sedangkan pada AE Room 33 °C, 35 °C, 36 °C, 34 °C, 40 °C, 33 °C.

Dari hasil perhitungan desain dan perencanaan pada *intake ducting ME Room* menghasilkan ujung *inlet ducting* yang ditempatkan berada diatas *equipment* yang terdapat pada ME Room, hal ini dilakukan agar penyebaran udaranya dapat merata dan memenuhi standard BKI yaitu dibawah 45 °C. Kemudian dari hasil simulasi penempatan ventilator sangat berpengaruh pada penyebaran dan temperatur udara didalam ME Room, hal

tersebut dapat dilihat pada perbedaan hasil simulasi *existing design* dan *redesign intake ducting* bahwa hasil *redesign* lebih optimal yaitu menghasilkan temperatur ruang 39 °C.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alizadeh, E., Maleki, A. & Mohamadi, A.(2017). *An Investigation of the Effect of Ventilation Inlet and Outlet Arrangement on Heat Concentration in a Ship Engine Room. Engineering, Technology & Applied Science Research*, Vol. 7, No. 5, 2017, 1996-2004.
- [2] ANSYS FLUENT User's Guide. Release 14.0 (2011). Hal. 685
- [3] Arragement Ducting E/R. **Layout Drawing PT. Daya Radar Utama**. Lamongan Marine Industri, Lamongan.
- [4] ASHRAE Duct Design. 2005.
- [5] Biro Klasifikasi Indonesia. Volume 8 (2014). *Rules For Refrigerating Instalation Of Seagoing Steel Ships*.
- [6] Caterpillar. (2008). *Application and Installation Guide Engine Room Ventilation*.
- [7] IACS (*International Association of Classification Societies*), rule M28. (1978).
- [8] ISO 8861. (1998). *Shipbuilding, Engine Room Ventilation In Diesel, Engined Ships, Design Requirements And Basis Of Calculations*.
- [9] Pambudi, A.E., Mustaghfirin, M.N. & Antoko, B. (2016). *Evaluasi Sistem Ducting Kamar Mesin KMP Binaul 150 GT, Conference on Piping Engineering and its Application*, ISBN No. 978-602-60034-1-6, Prodi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”