



**TUGAS AKHIR – ME184834**

**MODIFIKASI DESAIN SISTEM VENTILASI KAMAR MESIN  
KMP. TANJUNG SOLE**

Hario Pramudito  
NRP 04211745000022

Dosen Pembimbing  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Ede Mehta Wardhana, S.T, M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**





**TUGAS AKHIR - ME 184834**

## **MODIFKASI DESAIN SISTEM VENTILASI KAMAR MESIN KMP. TANJUNG SOLE**

Hario Pramudito  
NRP 04211745000022

Dosen Pembimbing  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



BACHELOR THESIS - ME 184834

## **Design Modification of Engine Room Ventilation System KMP. Tanjung Sole**

Hario Pramudito  
NRP 04211745000022

Supervisors  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MODIFIKASI DESAIN SISTEM VENTILASI KAMAR MESIN  
KMP TANJUNG SOLE**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Hario Pramudito**

NRP. 04211745000022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Alam Baheramayah, M.Sc.

NIP 1968 0129 1992 03 1001

(  )

Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

NIP 1992 2017 11048

(  )

**SURABAYA**

**Juli 2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**LEMBAR PENGESAHAN**

**MODIFIKASI DESAIN SISTEM VENTILASI KAMAR MESIN  
KMP TANJUNG SOLE**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System* (MMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Hario Pramudito**

NRP. 04211745000022

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.**

NIP. 197708022008011007

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **Modifikasi Desain Sistem Ventilasi Kamar Mesin KMP. Tanjung Sole**

**Nama Mahasiswa** : Hario Pramudito  
**NRP** : 0421174500022  
**Departemen** : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
**Dosen Pembimbing 2** : Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

### **ABSTRAK**

KMP. Tanjung Sole merupakan salah satu kapal (*sister ships*) yang dibangun untuk melayani rute pelayaran di wilayah Timur Indonesia. Tidak seperti *sister ship*-nya, pada saat KMP. Tanjung Sole beroperasi terjadi kenaikan temperatur udara kamar mesin yang melebihi ambang batas persyaratan yaitu di atas 45 °C. Perbedaan KMP. Tanjung Sole dengan *sister ship*-nya hanyalah pada tata letak permesinan di dalam kamar mesin dan desain *ducting* dari sistem ventilasi kamar mesin. Untuk mencari solusi permasalahan dari KMP. Tanjung Sole tersebut maka dilakukan evaluasi dan simulasi beberapa alternatif desain serta tata letak *ducting* sistem ventilasi kamar mesin kapal tersebut. Simulasi dilakukan dengan pendekatan CFD (*Computational Fluid Dynamic*) guna menganalisa sebaran temperatur dan aliran udara ventilasi di dalam kamar mesin, baik sebelum dilakukan perubahan desain ventilasi maupun sesudahnya. Ada tiga alternatif desain sistem ventilasi yang ditawarkan dan dikaji. Dari hasil simulasi yang dilakukan untuk sistem ventilasi terpasang di KMP. Tanjung Sole diperoleh data distribusi temperatur rata-rata udara di dalam kamar mesin adalah sebesar 54,3 °C – mendekati kondisi riil di kapal. Setelah dilakukan perbaikan desain *ducting* sistem ventilasi maka dengan menggunakan desain alternatif atau variasi 1 temperatur udara di kamar mesin turun menjadi 47,6 °C. Adapun pada variasi 2 dan variasi 3 temperatur udara kamar mesin KMP. Tanjung Sole turun menjadi 43,5 °C yang mana ini berarti sudah memenuhi persyaratan. Perbedaan dari variasi 3 dengan variasi 2 hanya pada adanya *ducting* penghubung dan *dampers* antara sistem ventilasi sisi kanan dengan sisi kiri kamar mesin yang mana masing-masing disuplai oleh satu fan. Hasil kajian menunjukkan alternatif sistem ventilasi yang paling baik digunakan untuk mengatasi permasalahan temperatur udara kamar mesin KMP. Tanjung Sole adalah model variasi ke-3.

Kata kunci : CFD, Kapal Feri, Kamar Mesin, Sistem Ventilasi, *Ducting*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **Design Modification of Engine Room Ventilation System KMP. Tanjung Sole**

**Student** : Hario Pramudito  
**NRP** : 0421174500022  
**Department** : Marine Engineering  
**Supervisor 1** : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.  
**Supervisor 2** : Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T.

### **ABSTRACT**

KMP. Tanjung Sole is one of the ships built to serve shipping routes in the Eastern part of Indonesia. Unlike the ship's brother, at the time of the KMP. The only solution to overcome the problem of temperature at 45 0C. KMP. Tanjung Sple difference and its ships only on the engine layout in the engine room and channel design of the engine room ventilation system. To find solutions to problems from KMP. Tanjung Sole then evaluates and simulates several alternative design and layout ducting systems for the engine room of the ship. Simulations are carried out by using CFD (Dynamic Fluid Computational) to analyze the temperature and airflow in the engine room, before making a good change in ventilation design. There are three alternative system designs offered and reviewed. From the results of simulations carried out for the implementation system installed in KMP. Tanjung Solel obtained data on the average air temperature distribution in the room by 54.3 ° C - needed in real conditions on the ship. After repairing the channel system design, by using an alternative design or variation 1, the air temperature in the engine drops to 47.6 ° C. While in variation 2 and the variations in the engine room temperature of 3 KMP. Tanjung Sole dropped to 43.5 ° C which means that it has met the requirements. The difference from variation 3 with variation 2 is only in the presence of connecting ducting and dampening between the right side protection system and the left side of the engine room which is supplied by one fan. The results of the study show that the alternative ventilation system that is best used to overcome KMP. Tanjung Sole engine room air temperature problems is the 3rd variation model.

*Keywords : CFD, Ferry Boat, Engine Room, Ventilation System, Ducting*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Modifikasi Desain Sistem Ventilasi Kamar Mesin KMP. Tanjung Sole** dengan baik. Tugas Akhir tersebut diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program studi sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir dan keberhasilan menempuh program studi sarjana, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini, yaitu :

1. Keluarga penulis, Nenek Haroemiyati, Mama Haju Silawati, Ayah Sri Pramono, yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis setiap kegiatan dan aktivitas hingga saat ini serta mengingatkan untuk taat beribadah.
2. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pendidikan baik akademik maupun non akademik sehingga kami sebagai mahasiswa wali dapat belajar bekerja keras, pantang menyerah, dan bekerjasama.
3. Bapak Ir. Alam Bahersyah, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Ede Mehta Wardhana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua, yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir, memberikan motivasi, dan pelajaran baik akademik dan non akademik berupa karakter, etika, dan sikap.
4. Bapak Ir. Agoes Santoso, M.Sc., M.Phil., selaku Kepala Laboratorium MMS yang telah membimbing penulis dan memberikan motivasi untuk terus belajar dan mengembangkan diri.
5. Kepada pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk menjadikan karya yang lebih baik dan memberikan kebermanfaatannya. Penulis berharap bahwa karya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca di kemudian hari.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Tujuan Penelitian.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Tinjauan Umum Kapal Feri Ro-Ro 500 GT.....	3
2.2. Data Utama Kapal .....	4
2.3. Data Mesin Kapal Feri Ro-ro 500 GT.....	4
2.4. Spesifikasi <i>Fan Blower</i> .....	4
2.5. Rute Pelayaran.....	4
2.6. Komponen Kamar Mesin .....	4
2.7. Pengkondisian Udara dan Sistem Ventilasi di Kamar Mesin.....	6
2.8. Jumlah Kebutuhan Udara untuk Kamar Mesin .....	6
BAB III METODOLOGI .....	9
3.1. Perumusan Masalah.....	10
3.2. Pengumpulan Data .....	10
3.3. Kalkulasi.....	10
3.4. Desain.....	10
3.5. <i>Running Model</i> .....	10
3.6. Kesimpulan.....	11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1. Dimensi Komponen Kapal Di Kamar Mesin .....	13

4.2.	Perhitungan Komponen Peralatan Penghasil Panas .....	13
4.3.	Pembuatan Model .....	15
4.4.	Simulasi Sistem Ventilasi Di Kamar Mesin .....	21
4.5.	Hasil Simulasi Suhu .....	27
4.6.	Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara .....	37
4.7.	Grafik Hasil Simulasi Suhu .....	39
4.8.	Grafik Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara.....	40
4.9.	Validasi.....	40
BAB V KESIMPULAN .....		43
5.1.	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran dan Rekomendasi.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN .....		47
BIODATA PENULIS.....		51

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 KAPAL KMP. TANJUNG SOLE .....	3
GAMBAR 3. 1 METODELOGI.....	9
GAMBAR 4. 1 MODEL 3D GEOMETRI KAMAR MESIN BESERTA PERALATANNYA .....	15
GAMBAR 4. 2 DESAIN DUCTING SEBELUM DI MODIFIKASI BAGIAN KIRI .....	16
GAMBAR 4. 3 DESAIN DUCTING SEBELUM DI MODIFIKASI BAGIAN KANAN .....	16
GAMBAR 4. 4 POSISI OUTLET DUCTING SEBELUM DI MODIFIKASI .....	17
GAMBAR 4. 5 DESAIN DUCTING VARIASI-1 BAGIAN KIRI .....	17
GAMBAR 4. 6 DESAIN DUCTING VARIASI-1 BAGIAN KANAN .....	18
GAMBAR 4. 7 POSISI OUTLET DUCTING VARIASI-1 .....	18
GAMBAR 4. 8 DESAIN DUCTING VARIASI-2 BAGIAN KIRI .....	19
GAMBAR 4. 9 DESAIN DUCTING VARIASI-2 BAGIAN KANAN .....	19
GAMBAR 4. 10 POSISI OUTLET DUCTING VARIASI-2 .....	20
GAMBAR 4. 11 DESAIN DUCTING VARIASI-3 .....	20
GAMBAR 4. 12 POSISI OUTLET DUCTING VARIASI-3 .....	21
GAMBAR 4. 13 HASIL IMPORT DESAIN DUCTING SEBELUM DIMODIFIKASI.....	21
GAMBAR 4. 14 HASIL MESH DUCTING .....	22
GAMBAR 4. 15 HASIL SOLVER CONTROL DUCTING KANAN.....	24
GAMBAR 4. 16 HASIL SOLVER CONTROL DUCTING KIRI.....	24
GAMBAR 4. 17 HASIL KECEPATAN UDARA PADA DUCTING SEBELUM MODIFIKASI.....	24
GAMBAR 4. 18 GEOMETRY MODEL KAMAR MESIN.....	25
GAMBAR 4. 19 HASIL MESH KAMAR MESIN.....	26
GAMBAR 4. 20 HASIL SOLVER CONTROL KAMAR MESIN .....	27
GAMBAR 4. 21 KONDISI SUHU KAMAR MESIN PADA SAAT DUCTING OFF (0.5 METER) ..	27
GAMBAR 4. 22 KONDISI SUHU KAMAR MESIN PADA SAAT DUCTING OFF (1 METER) ..	28
GAMBAR 4. 23 KONDISI SUHU KAMAR MESIN PADA SAAT DUCTING OFF (1,5 METER) ..	28
GAMBAR 4. 24 KONDISI SUHU KAMAR MESIN PADA SAAT DUCTING OFF (2 METER) ..	29
GAMBAR 4. 25 KONDISI SUHU KAMAR MESIN SEBELUM VARIASI (0,5 METER).....	29
GAMBAR 4. 26 KONDISI SUHU KAMAR MESIN SEBELUM VARIASI (1 METER).....	30
GAMBAR 4. 27 KONDISI SUHU KAMAR MESIN SEBELUM VARIASI (1,5 METER).....	30
GAMBAR 4. 28 KONDISI SUHU KAMAR MESIN SEBELUM VARIASI (2 METER).....	31
GAMBAR 4. 29 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 1 (0,5 METER) .....	31
GAMBAR 4. 30 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 1 (1 METER) .....	32
GAMBAR 4. 31 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 1 (1,5 METER) .....	32
GAMBAR 4. 32 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 1 (2 METER) .....	33
GAMBAR 4. 33 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 2 (0,5 METER) .....	33
GAMBAR 4. 34 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 2 (1 METER) .....	34
GAMBAR 4. 35 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 2 (1,5 METER) .....	34
GAMBAR 4. 36 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 2 (2 METER) .....	35
GAMBAR 4. 37 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 3 (0,5 METER) .....	35
GAMBAR 4. 38 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 3 (1 METER) .....	36

GAMBAR 4. 39 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 3 (1,5 METER) .....	36
GAMBAR 4. 40 KONDISI SUHU KAMAR MESIN VARIASI 3 (2 METER) .....	37
GAMBAR 4. 41 KONDISI KECEPATAN ALIRAN UDARA DI KAMAR MESIN SEBELUM DIVARIASI .....	37
GAMBAR 4. 42 KONDISI KECEPATAN ALIRAN UDARA DI KAMAR MESIN VARIASI 1 .....	38
GAMBAR 4. 43 KONDISI KECEPATAN ALIRAN UDARA DI KAMAR MESIN VARIASI 2 .....	38
GAMBAR 4. 44 KONDISI KECEPATAN ALIRAN UDARA DI KAMAR MESIN VARIASI 3 .....	39
GAMBAR 4. 45 GRAFIK SIMULASI SUHU DI KAMAR MESIN KMP. TANJUNG SOLE.....	39
GAMBAR 4. 46 GRAFIK SIMULASI KECEPATAN ALIRAN UDARA DI KAMAR MESIN KMP. TANJUNG SOLE .....	40

## DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 KOMPONEN KAMAR MESIN.....	5
TABEL 4. 1 DIMENSI KOMPONEN PERALATAN YANG MENGHASILKAN PANAS .....	13
TABEL 4. 2 DATA HASIL PERHITUNGAN PANAS YANG DIBEBAHKAN OLEH PERALATAN	14
TABEL 4. 3 DATA HASIL PENGUKURAN KECEPATAN ALIRAN UDARA OUTLET DUCTING	41

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Sistem udara ventilasi di kamar mesin kapal berperan penting dalam memenuhi standar kesehatan orang bekerja, ketersediaan udara pembakaran, kecukupan udara untuk menetralkan panas permesinan serta memenuhi standar peraturan badan klasifikasi kapal. Pengaturan atau desain dalam sistem ventilasi serta *ducting* meliputi penentuan jumlah *fan/blower* dan juga kapasitas *fan/blower* tersebut. Udara dari *fan/blower* ini kemudian didistribusikan ke dalam kamar mesin melalui sistem *ducting*. Ujung-ujung luaran dari *ducting* harus diatur penempatannya sedemikian rupa sehingga udara ventilasi yang dihisap dari luar oleh fan dapat mencapai semua bagian kamar mesin sehingga tidak ada bagian udara di dalam kamar mesin yang tidak bersirkulasi. Berdasarkan ISO 8861:1998 tentang “*Shipbuilding, Engine-Room Ventilation In Diesel, Engined Ships, Design Requirements And Basis Of Calculations*” untuk kondisi desain sistem ventilasi udara kamar mesin, suhu lingkungan udara luar adalah +35 °C dengan RH 70 % dan tekanan 101,3 kPa [1]. Kenaikan suhu dari udara suplai yang masuk ke dalam kamar mesin sampai dengan kemudian akan dikeluarkan melalui selubung atau funnel keluar kapal adalah sekitar +12,5 K. Dengan kata lain menurut standar ISO besarnya temperatur udara di dalam kamar mesin kapal adalah 47,5 °C. Sedangkan menurut Biro Klasifikasi Indonesia [2] kondisi yang dipersyaratkan pada kamar mesin yang berisi mesin, peralatan dan alat-alat bantu lainnya dan dioperasikan pada kondisi kerja di daerah tropis maka suhu udara di dalam kamar mesin sebaiknya dijaga tidak lebih dari 45 °C.

Pada kenyataannya saat KMP Tanjung Sole beroperasi ternyata temperatur udara di dalam kamar mesin jauh melebihi 45 °C dan hal ini sangat dikeluhkan oleh para ABK yang bekerja di dalam kamar mesin. Sehubungan dengan hal itu maka beberapa desain alternatif *ducting* untuk sistem ventilasi udara kamar mesin di KMP. Tanjung Sole dikaji serta disimulasikan dengan menggunakan pendekatan CFD. Ada tiga variasi desain *ducting* yang coba ditawarkan.

### 1.2.Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas yaitu :

Bagaimana desain sistem ventilasi kamar mesin yang baru, yang dapat menjaga temperatur sesuai standar kelas ?

### 1.3.Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus yaitu perencanaan yang dilakukan tidak memperhitungkan faktor biaya.

### 1.4.Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain sistem ventilasi kamar mesin yang baru agar temperatur tetap terjaga sesuai standar kelas.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Umum Kapal Feri Ro-Ro 500 GT

Kapal feri ro-ro 500 GT mempunyai panjang antara 45,50 sampai 50 meter. Kecepatan yang bisa dioperasikan pada kapal ini antara 12 sampai 14 knot. Adapun sistem penggeraknya menggunakan mesin serta *Propeller* ganda. Kapal feri ro-ro 500 GT adalah kapal dengan muatan penumpang dan barang yang beroperasi di wilayah – wilayah tertentu di Indonesia, biasanya di daerah-daerah sungai, penyebrangan selat dan pelayaran pendek lainnya. Dimana kapal feri ro-ro di desain sedemikian rupa untuk dapat mengangkut kendaraan secara langsung karena memiliki dek khusus kendaraan.

Kapal Feri Ro-ro 500 GT dibuat/dibangun berdasarkan gambar rancang-bangun (*design*) yang ada dan spesifikasi teknis yang lengkap. Dari data survey yang di dapatkan di laksanakan di kapal feri 500 GT KMP.Tanjung Sole, didapati bahwa untuk sistem ventilasi pada kapal ini menggunakan system ventilasi paksa dan *mechanical blower*, dimana sistem nya tidak menggunakan AC sentral di dalamnya. Sistem ventilasi paksa dengan menggunakan *supply blower* untuk mengalirkan udara dari luar masuk kedalam kamar mesin melalui saluran *ducting*. Sedangkan untuk udara di dalam keluar melewati sistem ventilasi yang dihisap oleh *exhaust blower* dan ditekan keluar melalui saluran udara.



Gambar 2. 1 Kapal KMP. Tanjung Sole

## 2.2. Data Utama Kapal

Panjang kapal	: 45,5 meter
Lebar	: 12 meter
Tinggi	: 3,2 meter
Tinggi garis air	: 2,15 meter
Mesin utama	: 2 x 829 HP
Kecepatan	: 12 <i>Knots</i>
Awak kapal	: 20 orang
Penumpang	: 184 orang
Kendaraan	: 12 truk, 8 sedan
Kelas	: BKI

## 2.3. Data Mesin Kapal Feri Ro-ro 500 GT

Mesin Utama [3] dan Mesin Bantu [4] yang paling besar menghasilkan panas di kamar mesin adalah :

1. Mesin Utama
  - Tipe : YANMAR 6AYM-WET
  - Jumlah silinder : 6 silinder
  - Daya : 610 KW = 818,023 HP
  - Putaran : 1900 RPM
  - (ada 2 buah)
2. Mesin Bantu
  - Tipe : Perkins 1000- 6TG2AM
  - Jumlah silinder : 6 silinder
  - Daya : 110 KW = 147,5 HP
  - Putaran : 1800 RPM

## 2.4. Spesifikasi *Fan Blower*

Sistem ventilasi udara kamar mesin KMP. Tanjung Sole menggunakan 2 (dua) buah *blower* [5] yang masing-masing menyuplai aliran udara untuk ducting bagian/sisi kanan dan bagian kiri dalam kamar mesin. Adapun spesifikasinya yaitu :

Tipe	: Hartzell 44VM_606DA_STAIU4
Power	: 44,19 kW
Kapasitas	: 87179 CFM = 41,1439 m <sup>3</sup> /s
Pressure	: 1 inch SP 248,6 Pa
HP	: 60 HP
RPM	: 1175 RPM

## 2.5. Rute Pelayaran

KMP Tanjung Sole melayani rute perintis di Maluku untuk lintas Namlea – Manipa – Waisala dan lintas Saumlaki – Adaut – Letwurung.

## 2.6. Komponen Kamar Mesin

Komponen yang ada di kamar mesin KMP Tanjung Sole antara lain :

Tabel 2. 1 Komponen kamar mesin

No	Nama Bagian	Jumlah
1	Mesin induk	2
2	Mesin bantu	2
3	Pompa bilga / ballast	2
4	Tangki hydropor air tawar	1
5	pompa saniter air tawar	1
6	pompa air tawar	1
7	tangki hydropor air aut	1
8	pompa saniter air laut	1
9	Pompa pendingin air laut	1
10	Oily water separator	1
11	Kompresor	1
12	Pompa pemindah bahan bakar	1
13	Pompa tangan bahan bakar	1
14	Pompa sewage	1
15	Pompa sprinkle air tawar	1
16	Bilga/ballast manipol	1
17	GS pemadam kebakaran	1
18	GS manipol	1
19	MSB	1
20	Tangki minyak pelumas	1
21	Tangki harian bahan bakar	2
22	Tanki minyak kotor	1
23	Tangki minyak pelumas harian	1
24	Ducting	
25	Seachest	3
26	Pipa seachest	
27	Valve seachest	3
28	Engine control room	1
29	Harbour genset	1

No	Nama Bagian	Jumlah
30	Tangki harian bahan bakar	1
31	Powerpack windlass & ramp winch	1
32	Pompa tangan pelumas	1
33	Pompa tangan minyak kotor	1
34	Pompa sprinkle air laut	1

## 2.7. Pengkondisian Udara dan Sistem Ventilasi di Kamar Mesin

Perlengkapan sistem ventilasi udara merupakan perlengkapan dikapal yang sangat penting, instalasi dan konstruksi serta mekanismenya harus mengikuti dan diatur oleh peraturan Klasifikasi dan *International Load Line Convention 1966*. Perlengkapan ini berfungsi untuk mensirkulasikan kebutuhan udara kedalam ruang tertentu didalam kapal sesuai kebutuhan, antara lain untuk kebutuhan sirkulasi udara diruang muat, ruang mesin atau tanki-tanki. Ventilasi udara secara konstruksi dipasang diatas geladak utama yang memiliki ketinggian minimum 1000 mm (sesuai peraturan *International Load Line*).

Berdasarkan ISO 8861:1998 tentang “*Shipbuilding, Engine-Room Ventilation In Diesel, Engined Ships, Design Requirements And Basis Of Calculations*” kondisi *design* kamar mesin yaitu suhu lingkungan udara luar dapat diambil untuk kamar mesin sekitar +35 °C. RH 70 % dan tekanan 101,3 kPa. Kenaikan suhu dari udara masukan ke udara yang di tuju dari ruang mesin sampai selubung masuk diambil sekitar +12,5 K (peningkatan suhu udara di ruang mesin yaitu perbedaan antara *inlet* dan *outlet* suhu diukur pada kondisi desain). Dalam kondisi normal, dimana pada saat mesin dan peralatan di ruang mesin dinyalakan, suhu ruang mesin mencapai 10-12° C lebih tinggi dari temperatur udara ambien di luar atau sekitar 45-47 °C. Menurut Biro Klasifikasi Indonesia (2014:volume 8) tentang “*Rules For The Classification And Construction Of Seagoing Steel Ships For Refrigerating Instalation*”. Kondisi yang dipersyaratkan pada kamar mesin yang berisi mesin, peralatan dan alat-alat bantu lainnya dan dioperasikan pada kondisi kerja di daerah tropis yaitu sebagai berikut:

- Suhu maksimum kamar mesin : 40°C atau lebih dari 5°C dari temperatur udara luar
- Suhu maksimum air laut : 32°C
- Kelembaban relatif : 50%
- Tekanan barometer : 76 cm Hg

## 2.8. Jumlah Kebutuhan Udara untuk Kamar Mesin

Design standart *Japanese Engineering Society* terhadap kebutuhan udara untuk kamar mesin dan sirkulasi udara segar rata-rata di kamar mesin untuk mempertahankan kesehatan lingkungan adalah :

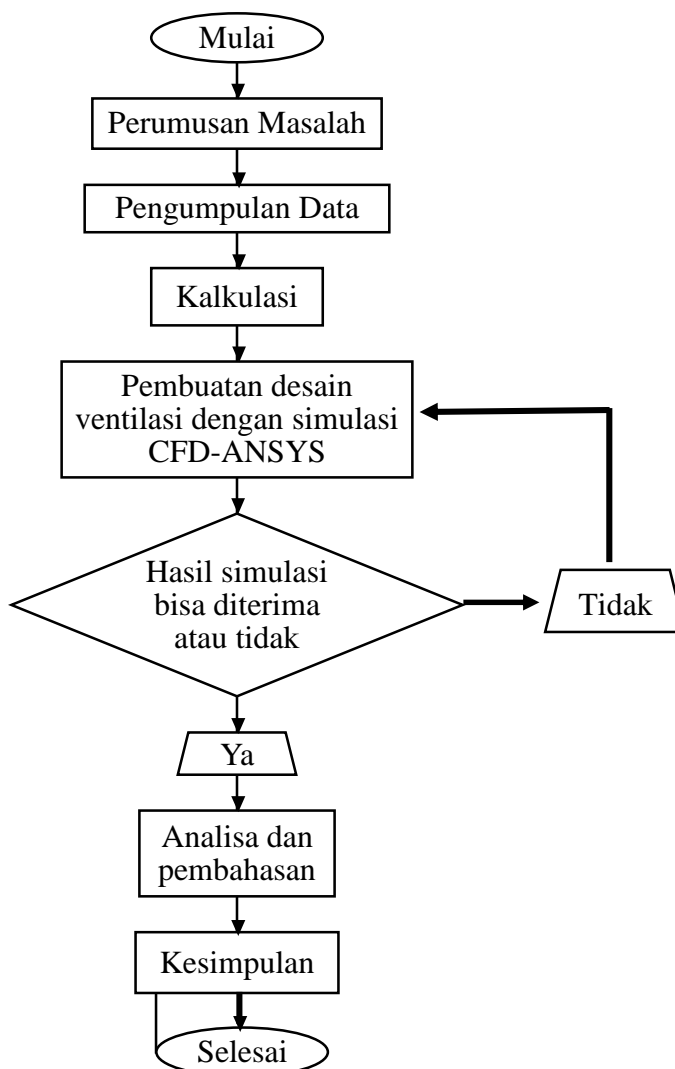
- Ruangan dengan disipasi panas : 20 kali volume ruangan per jam  
 Ruangan lainnya (workshop, dll) : 15 kali volume ruangan per jam

Ruangan dibukaan geladak sekeliling mesin induk dan di dalam engine casing yang lebih dari 2,5 meter diatas platform tidak dimasukkan dalam perhitungan ventilasi, karena ruangan ini akan dimasukkan dalam *exhaust way*.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

### BAB III METODOLOGI

Dalam pembuatan skripsi ini, tentu saja memerlukan proses yang harus terstruktur. Hal tersebut haruslah ada, agar kedepannya dalam pengerjaan akan terasa lebih terarah dan lebih mudah. Dalam metodologi penelitian ini, akan diuraikan tahap demi tahap yang akan dilakukan dalam pengerjaan skripsi ini nantinya. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Metodologi

### 3.1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam pelaksanaan skripsi. Tahap ini merupakan tahap yang sangat penting, dimana pada tahap inilah mengapa suatu permasalahan yang ada harus dipecahkan sehingga layak untuk dijadikan bahan dalam skripsi. Pencarian masalah dilakukan dengan cara menggali informasi mengenai masalah yang terjadi pada saat ini. Dari tahap ini juga, tujuan mengapa skripsi ini dikerjakan dapat diketahui, masalah yang akan dibahas dan dipecahkan adalah mengenai Modifikasi Desain Ventilasi Kamar Mesin KMP Tanjung Sole.

### 3.2. Pengumpulan Data

Selanjutnya adalah pengumpulan data yang bertujuan memperoleh data dan informasi yang menunjang pengerjaan skripsi. Dalam hal ini data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data kapal KMP. Tanjung Sole.
2. *Lay out* kamar mesin.
3. Data peralatan dan komponen di kamar mesin.

### 3.3. Kalkulasi

Data yang diperoleh KMP Tanjung Sole, diproses dalam suatu perhitungan. Diantaranya :

1. Menghitung ventilasi udara yang berada di kamar mesin berdasarkan ISO 8861
2. Menghitung panas udara yang dihasilkan
3. *Fan capacity*.

### 3.4. Desain

Mendesain ulang dengan *software solidworks* dan *software Ansys Fluent*, karena suhu di kamar mesin terlalu panas, didesain ulang agar suhu di kamar mesin mencapai suhu standar.

### 3.5. Running Model

Percobaan menggunakan *software solidworks* dan *software Ansys Fluent*. Model disimulasikan dengan menggunakan program CFX untuk mendapatkan data baru hasil simulasi. Dimana setelah model valid maka dilakukan proses *solver* dan *post-processor*. Dari *post-processor*, maka dapat dilakukan proses visualisasi model terhadap variabel yang kita inginkan. Dalam tahap awal, yaitu *pre-processor* masukan data dalam sub bagiannya terdiri dari beberapa langkah. Berikut ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan dalam penyelesaian tahap *pre processor* :

1. *Geometry Modelling*
2. *Fluid Domains*
3. *Boundary Conditions*
4. *Initial Conditions*



5. *Meshing*
6. *Solver Control*
7. *Definition File*

### **3.6. Kesimpulan**

Hasil dari perhitungan, desain dan simulasi yang baru dibuat apakah sudah sesuai dengan standar suhu pada umumnya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Dimensi Komponen Kapal Di Kamar Mesin

Data ukuran komponen mesin-mesin serta perlengkapan kapal lainnya yang menghasilkan panas di kamar mesin, antara lain yaitu :

Tabel 4. 1 Dimensi komponen peralatan yang menghasilkan panas

Nama Mesin/Komponen	Ukuran	Jumlah	Luas
Mesin Utama	Panjang = 2000 mm Lebar = 1305 mm Tinggi = 1596,5 mm	2 (kanan dan kiri)	15,769 m <sup>2</sup>
Mesin Bantu	Panjang = 1939 mm Lebar = 800 mm Tinggi = 1490 mm	2 (kanan dan kiri)	11,264 m <sup>2</sup>
Pompa Pemadam Kebakaran	Panjang = 1142 mm Lebar = 381 mm Tinggi = 690	1 (di tengah)	2,971 m <sup>2</sup>
Kompresor	Panjang = 1014 mm Lebar = 477 mm Tinggi = 676 mm	1 (kanan)	2,903 m <sup>2</sup>
Pompa Bilga/Balas	Panjang = 1100 mm Lebar = 460 mm Tinggi = 690	2 (kanan)	3,020 m <sup>2</sup>
Pompa Air Tawar	Panjang = 1010 mm Lebar = 470 mm Tinggi = 680	1 (kiri)	2,9622 m <sup>2</sup>
Pompa Sanitasi	Panjang = 844 mm Lebar = 410 mm Tinggi = 540	1 (kiri)	2,0464 m <sup>2</sup>
Pompa Tinja ( <i>seawage</i> )	Panjang = 480 mm Lebar = 240 mm Tinggi = 560	1 (kiri)	1,0368 m <sup>2</sup>
Pompa <i>Hydrophore</i>	Panjang = 437 mm Lebar = 146 mm Tinggi = 520	1 (kiri)	0,7339 m <sup>2</sup>

### 4.2. Perhitungan Komponen Peralatan Penghasil Panas

#### 4.2.1. Perhitungan Beban Panas Yang Dihasilkan Mesin

Di dalam kamar mesin terdapat mesin utama dan juga mesin bantu yang menghasilkan panas paling besar dikarenakan merupakan komponen utama dari penggerak kapal. Perhitungan dilakukan berdasarkan pada saat kapal

menggunakan balingan penuh. Adapun perhitungan beban panas yang dihasilkan oleh mesin utama dan mesin bantu adalah :

1. Panas yang dibebaskan oleh mesin utama, yaitu:

$$Q = 0,02 N_e \times g_c \times Q_f$$

$$Q = 0,02 \times 818,023 \times 0,152 \times 10100 = 20655,08 \text{ kkal/jam}$$

$$\Rightarrow 1522,006 \text{ watt/m}^2$$

Karena mesin utama yang terdapat di kamar mesin sebanyak 2 buah dengan daya yang sama, maka mesin utama yang lainnya juga mengeluarkan panas sebesar 1522,006 watt/m<sup>2</sup>.

2. Panas yang dibebaskan oleh mesin bantu, yaitu:

$$Q = 0,02 N_e \times g_c \times Q_f$$

$$Q = 0,02 \times 147,5 \times 0,157 \times 10100 = 3551,968 \text{ kkal/jam}$$

$$\Rightarrow 316,423 \text{ watt/m}^2$$

Karena mesin bantu yang terdapat di kamar mesin sebanyak 2 buah dengan daya yang sama, maka mesin bantu yang lainnya juga mengeluarkan panas sebesar 316,423 watt/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2. Perhitungan Beban Panas yang Dihasilkan Komponen Lainnya

Selain mesin utama dan mesin bantu, terdapat beberapa komponen yang berada di dalam kamar mesin yang juga menghasilkan panas, dengan menggunakan rumus  $Q = 864 \times N \times [(1-\eta)/\eta]$ , dan berikut merupakan data perhitungan dari komponen-komponen tersebut :

Tabel 4. 2 Data hasil perhitungan panas yang dibebaskan oleh peralatan

Nama Komponen	Motor Power		$\eta$	Beban panas yang dibebaskan		
	KW	HP		Kkal/jam	Kal/detik	watt
Pompa dinas/kebakaran	75	100,57 7	0,9	9454,238	2626,18	10985,5091 8
Kompresor Utama	15	20,115 3	0,9	1890,8382	525,2334	2197,09091 3
Pompa Bilga	37	49,617 8	0,9	4664,0732	1295,577	5419,49747 3
Pompa air tawar	7,5	10,057 7	0,9	945,4238	262,618	1098,55091 8
Pompa Sanitasi	4	5,3640 9	0,9	504,22446	140,0625	585,892002 4
Pompa Seawage/tinja	2,2	2,9502 5	0,9	277,3235	77,03439	322,240656

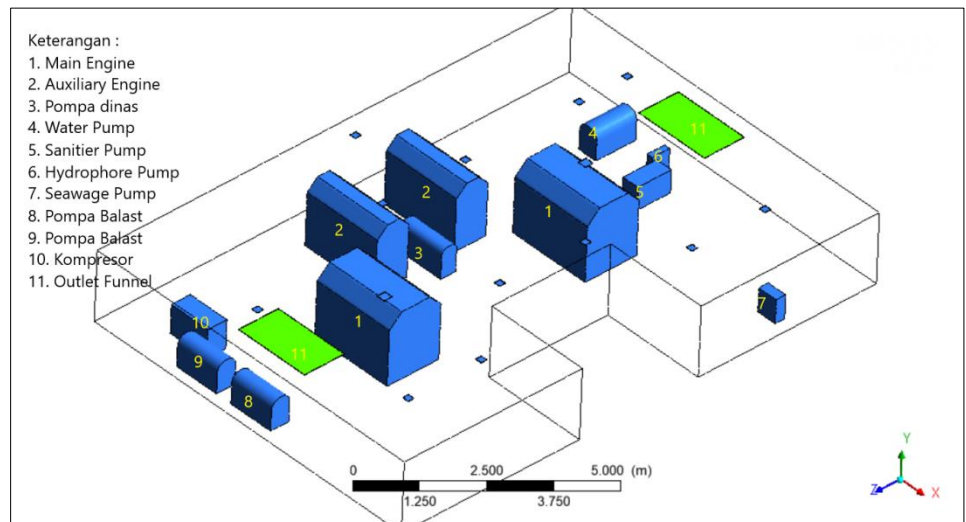
Nama Komponen	Motor Power		$\eta$	Beban panas yang dibebaskan		
	KW	HP		Kkal/jam	Kal/detik	watt
Pompa <i>Hydrophore</i>	11	14,751 2	0,9	1386,6128	385,1706	1611,19781 9

#### 4.3. Pembuatan Model

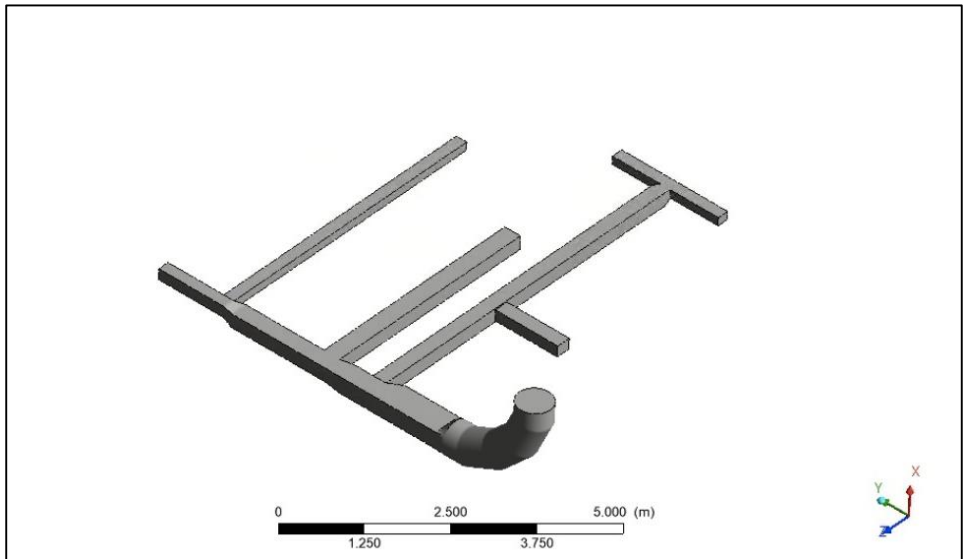
Sebelum melakukan analisa untuk sistem ventilasi yang optimal di kamar mesin KMP. Tanjung Sole, maka dilakukan pembuatan model 3D dari desain *ducting* dan juga desain model kamar mesin baik sebelum di lakukan variasi, maupun sesudah dilakukan variasi. Permodelan dilakukan menggunakan bantuan *solidworks* dan *ansys modeller*.

##### 4.3.1. Pembuatan Desain Ducting Sebelum Divariasi

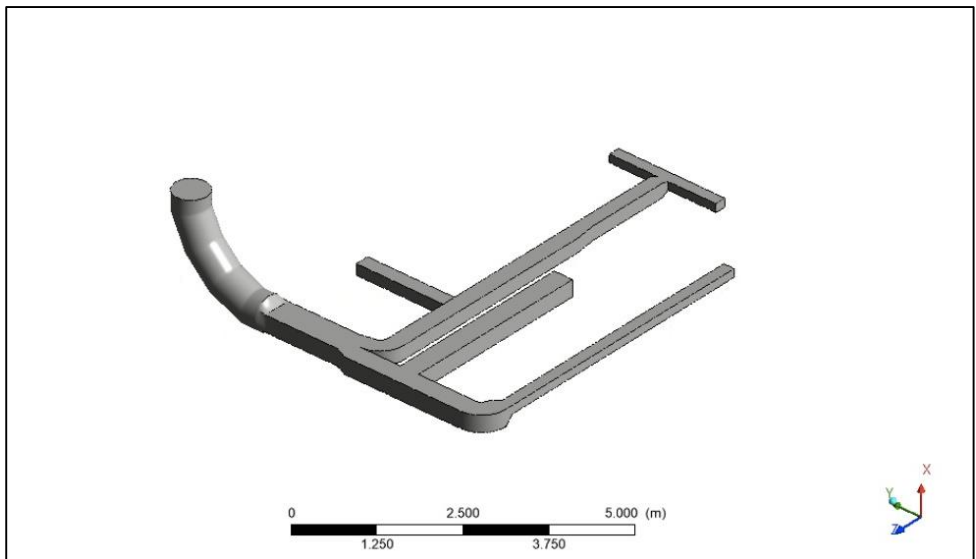
Berikut adalah desain *ducting* beserta desain 3D dari kamar mesin dan peralatannya yang di buat menggunakan bantuan *software solidworks*, adapun hasilnya sebagai berikut :



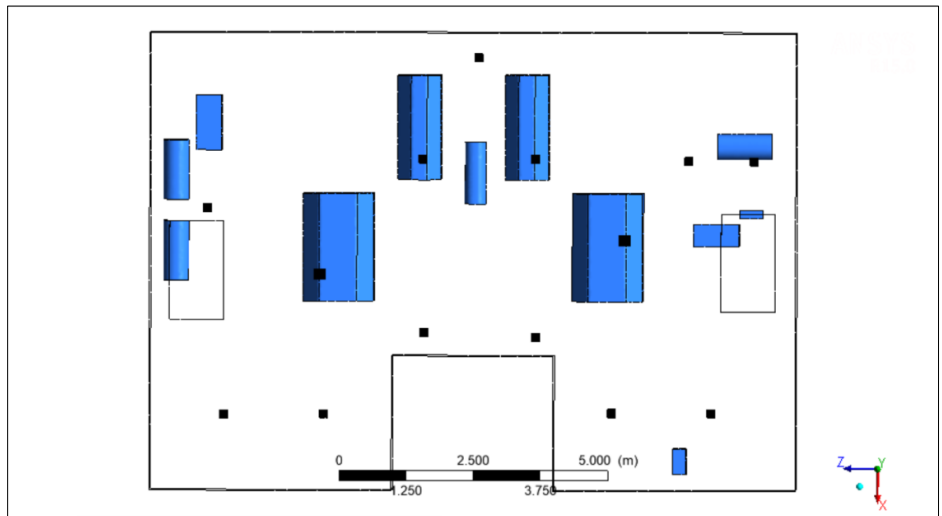
Gambar 4. 1Model 3D geometri kamar mesin beserta peralatannya



Gambar 4. 2 Desain ducting sebelum di modifikasi bagian kiri



Gambar 4. 3 Desain ducting sebelum di modifikasi bagian kanan

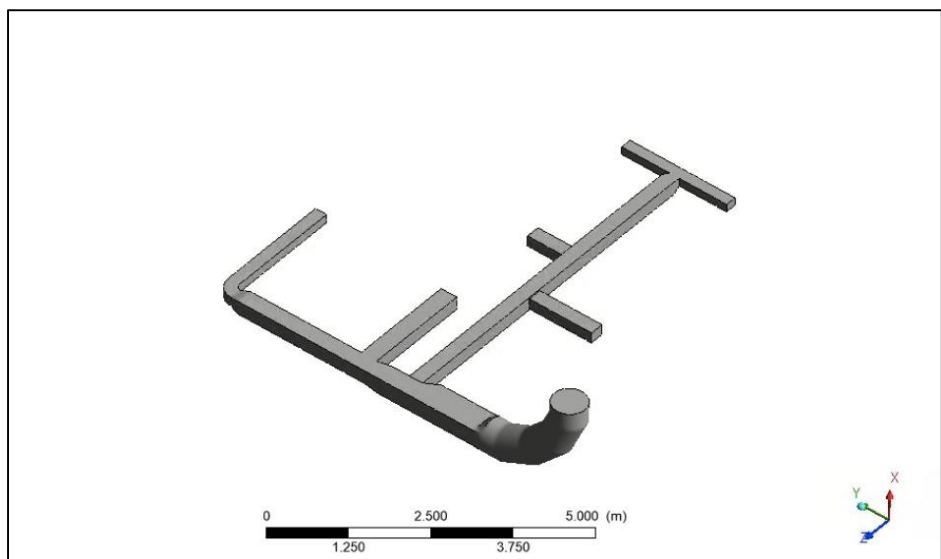


Gambar 4. 4 Posisi outlet ducting sebelum di modifikasi

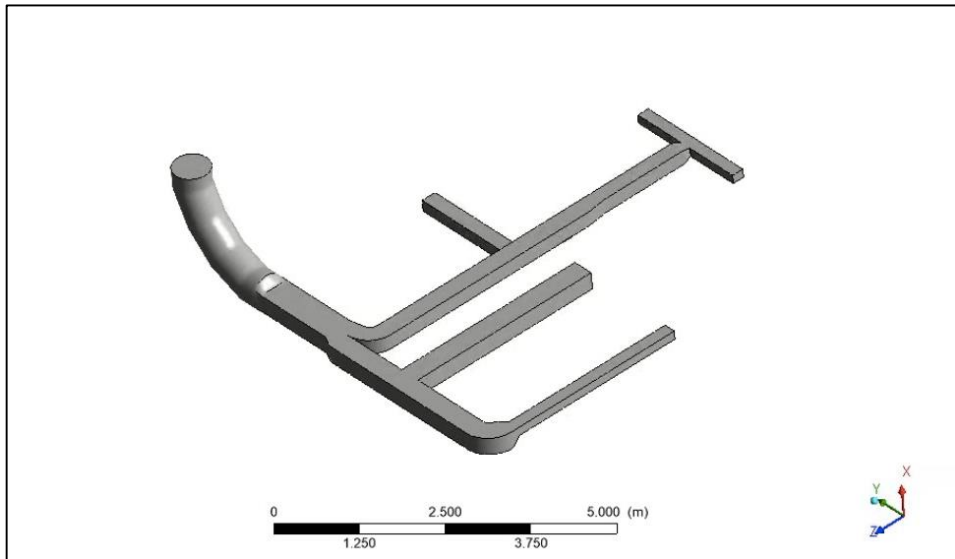
#### 4.3.2. Pembuatan Desain *Ducting* Variasi Modifikasi

Setelah membuat desain 3D sistem ventilasi di kamar mesin, maka berikutnya adalah membuat variasi untuk sistem ventilasi yang ada, adapun variasi yang di lakukan antara lain :

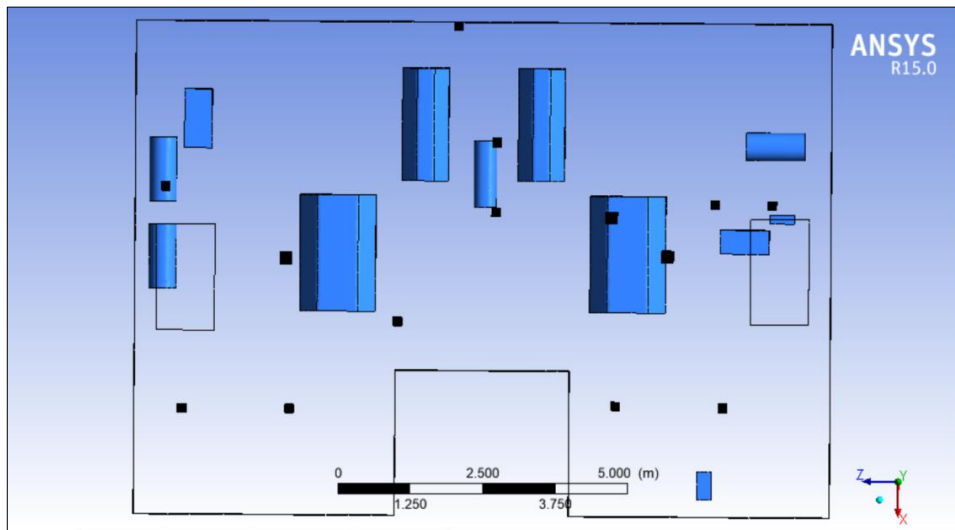
- a. Variasi 1 : Merubah aliran *output* udara menjadi disamping *engine* atau *equipment* dari sebelumnya yang langsung diatas *engine* atau *equipment*.



Gambar 4. 5 Desain ducting variasi-1 bagian kiri



Gambar 4. 6 Desain ducting variasi-1 bagian kanan



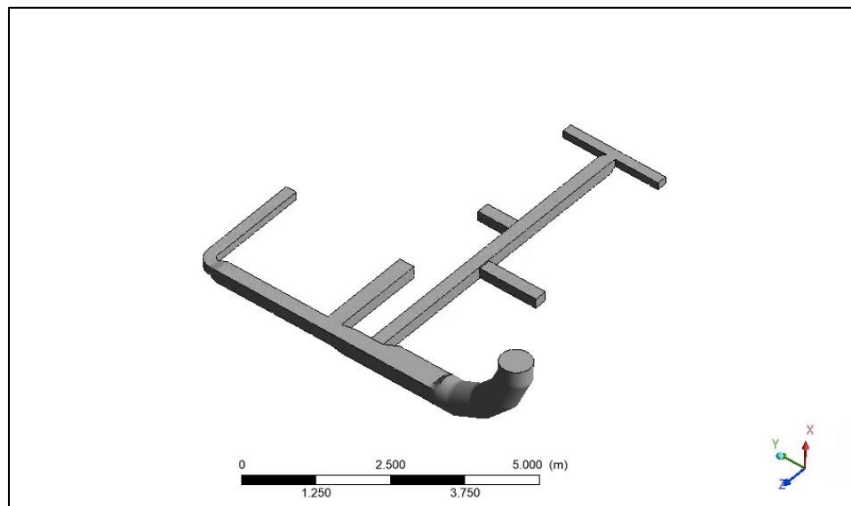
Gambar 4. 7 Posisi outlet ducting variasi-1

Pada gambar 4.5 dan 4.6 di atas adalah desain 3D dari variasi ke-1 yang dilakukan pada saluran udara dikamar mesin, adapun variasi yang dilakukan adalah mengubah lubang-lubang *outlet* dari *ducting* yang semula langsung diatas *engine* menjadi di samping *engine*, adapun hal ini sudah diperingatkan pada buku panduan *engine, rules* dan ISO 8861 bahwa

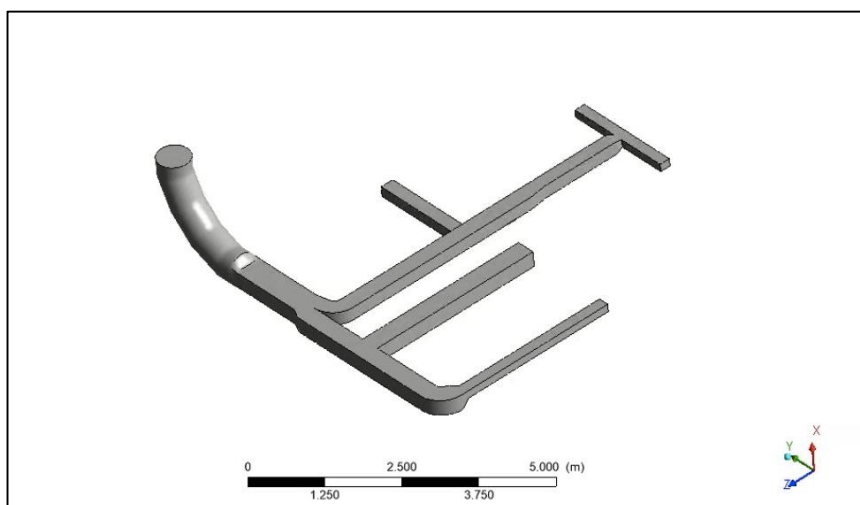


jika *output* udara ventilasi langsung mengarah ke mesin atau *equipment* akan terjadi perpindahan panas yang menyebar dari panas mesin dan *equipment* yang sedang berkerja, maka suhu panas tersebut akan menyebar keseluruhan ruangan yang akan menyebabkan kenaikan suhu pada ruangan, yang diperlihatkan pada gambar 4.7.

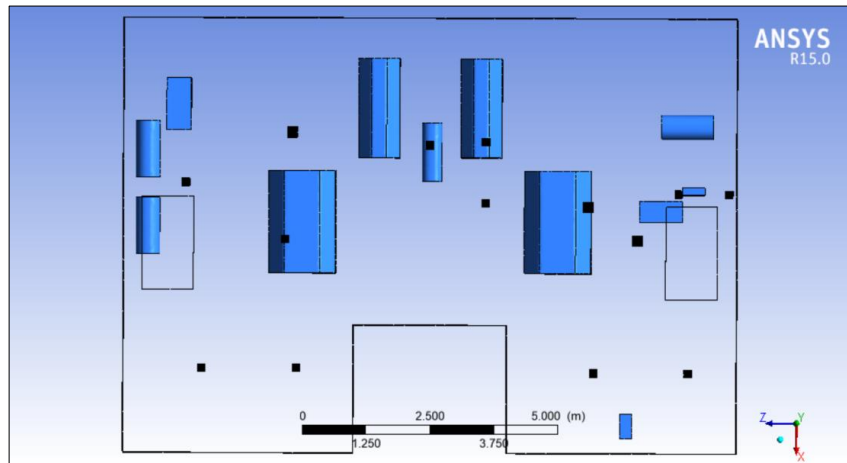
- b. Variasi 2 : Sama dengan variasi pertama namun ditambah dengan merubah ukuran percabangan kedua menjadi 250x250 hingga percabangan *output* dari sebelumnya terdapat 3 varian 350x200, 250x150 dan 150x150, penyeragaman tersebut harus dilakukan agar udara tersebar secara maksimal.



Gambar 4. 8 Desain ducting variasi-2 bagian kiri

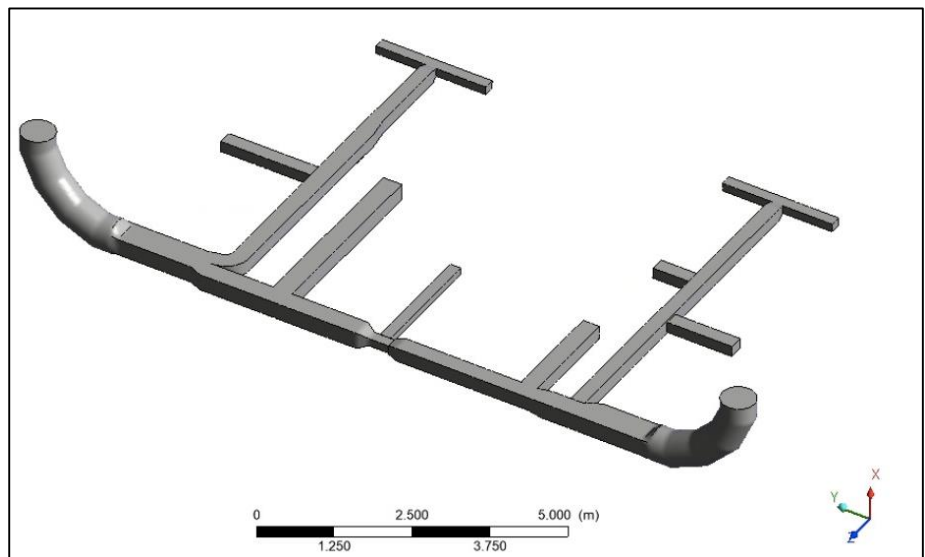


Gambar 4. 9 Desain ducting variasi-2 bagian kanan

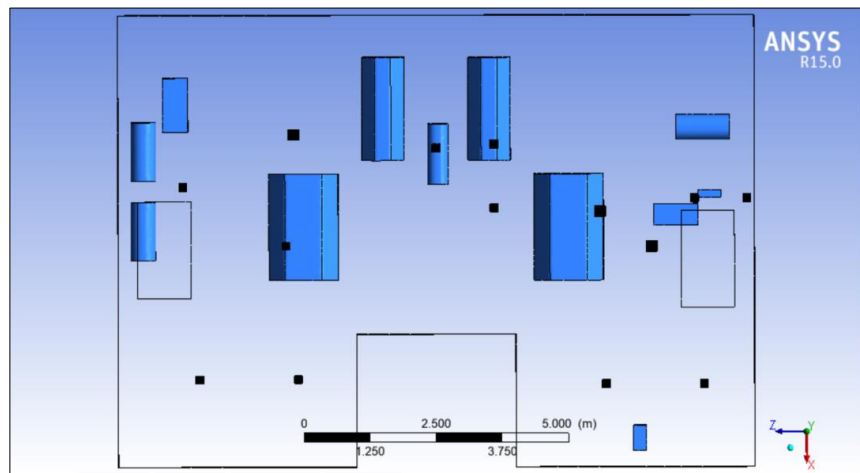


Gambar 4. 10 Posisi outlet ducting variasi-2

3. Variasi 3 : Sama dengan variasi 1 dan 2 , kemudian ditambah dengan menggabungkan aliran kedua *blower* menjadi satu aliran dengan *ducting* yang saling terhubung, hal ini dilakukan untuk memaksimalkan aliran udara dan juga menjawab kekhawatiran jika salah satu *fan blower* mati maka *ducting* bisa dialiri oleh satu *blower* ke semua rangkaian.



Gambar 4. 11 Desain ducting variasi-3



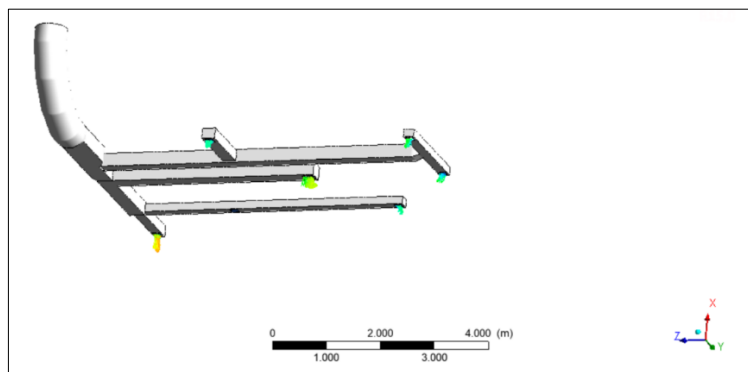
Gambar 4. 12 Posisi outlet ducting variasi-3

#### 4.4. Simulasi Sistem Ventilasi Di Kamar Mesin

Sebelum melakukan analisa untuk sistem ventilasi di kamar mesin kapal feri 500 GT, maka dilakukan suatu simulasi untuk mendapatkan data-data berupa suhu, tekanan, kecepatan aliran udara, serta *mass flow* (debit) dari sistem ventilasi yang ada di kamar mesin feri 500 GT baik sebelum dilakukan modifikasi, maupun sesudah di modifikasi. Adapun langkah-langkah pengerjaan yang di bantu oleh *software* CFD *Ansys fluent* 15.0, yaitu : *pre-processor*, *solver*, *post-processor*.

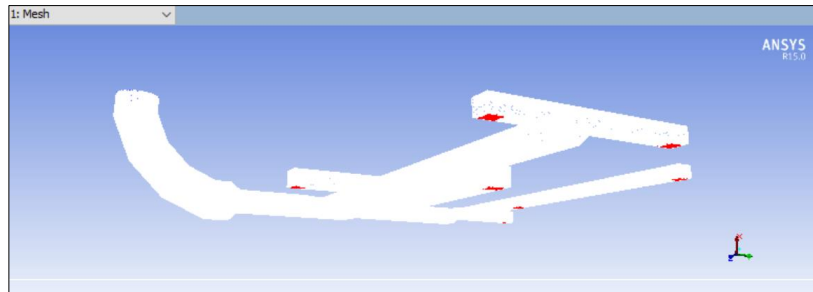
##### 4.4.1. Simulasi Desain Ventilasi (*ducting*)

1. *Pre-processor* dalam setiap sub-bagiannya untuk model *ducting* bagian kanan dan kiri dari model ventilasi di kamar mesin, yaitu :
  - *Geometry Modeling*  
Geometri yang di buat di *Solidworks* adalah dua buah saluran udara. Ukuran masing-masing *inlet* berdiameter 0,6 meter. Adapun hasil setelah di *import* ke *Ansys modeller*, sebagai berikut :



Gambar 4. 13 Hasil import desain ducting sebelum dimodifikasi

- *Meshing*  
Setelah membuat geometri, langkah berikutnya adalah melakukan pembagian obyek menjadi bagian-bagian kecil (*grid*) yang prosesnya disebut *meshing*. *Meshing* ini akan sangat mempengaruhi waktu iterasi pada solver, ukuran *mesh* ini juga dibatasi oleh kemampuan komputasi yang digunakan. Setelah *meshing* pada program *Ansys modeller* selesai kemudian dilakukan penentuan kondisi batas pada program *Ansys Fluent 15.0*.



Gambar 4. 14 Hasil mesh ducting

Gambar 4.14 merupakan tampilan *ducting* sebelum dimodifikasi setelah dilakukan proses *meshing*. Model *grid* yang digunakan adalah tetrahedral. Dari ukuran yang telah diberikan diperoleh jumlah node sebanyak 166996, jumlah elemen dengan bentuk tetrahedral sebanyak 858538.

- *Fluid Domains*  
*Fluid Domains* digunakan untuk menentukan jenis fluida yang digunakan dalam simulasi, menentukan kondisi masing-masing partisi geometri, menginisialisasi kondisi geometri juga menentukan sub-domain fluida.
- *Boundary Conditions*  
*Boundary Conditions* digunakan untuk menspesifikasi kondisi fluida pada *surfaces* dari *fluid domain* juga sub domainnya serta untuk mendefinisikan simulasi alirannya. Pada *fluid boundary* simulasi pemodelan udara terdapat tiga tipe yaitu *inlet*, *outlet* dan *wall*. Input data pada *boundary condition* untuk simulasi model *ducting*, yaitu:
  1. *Inlet*  
Untuk inlet input yang digunakan adalah kecepatan aliran udara yang berasal dari blower dengan keadaan yang dipilih *normal speed*, adapun persamaan untuk menghitung kecepatan aliran udara ini yaitu:

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

Dimana :

Q = Debit udara (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas permukaan yang dilalui oleh udara (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan aliran udara (m/s)

## 2. Wall

*Boundary Conditions* untuk wall *ducting* meliputi seluruh bagian *ducting* kecuali untuk *inlet* dan *outlet*, dengan keadaan yang diberikan adalah *no slip*, karena aliran udara yang melewati *ducting* terdapat *pressure drop*.

## 3. Outlet

Jenis kondisi batas yang digunakan sebagai inputan untuk outlet *ducting* berupa *pressure outlet* dengan nilai tekanan awal bernilai 0 Pa karena udara yang disirkulasikan melalui *ducting* di ambil dari udara kondisi lingkungan dengan tekanan atmosfer.

- *Initial Conditions*

Untuk *initial conditions* pada *ducting ini* di atur sesuai dengan metode turbulensi yang di gunakan.

## 2. Solver

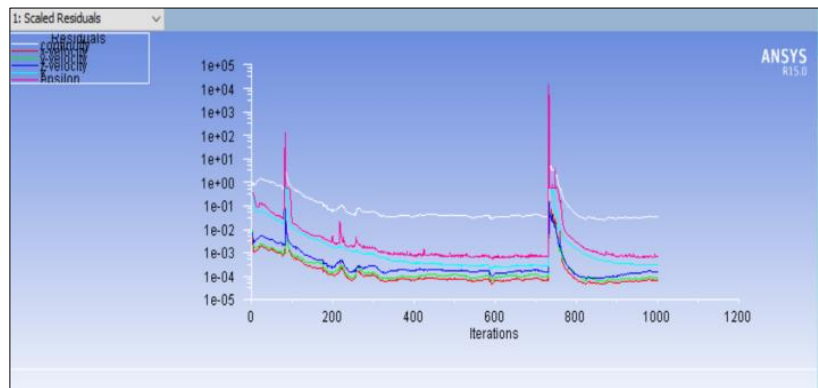
*Solver* dalam setiap sub-bagiannya untuk model *ducting* sebelum variasi di kamar mesin, yaitu :

- *Solver Control*

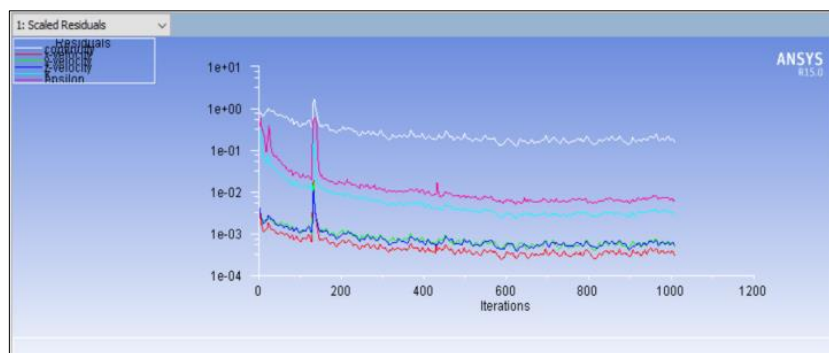
Pada tahap *solver control* ini dapat menentukan banyaknya step iterasi. Penentuan step ini akan mempengaruhi lama dari *solver* dalam melakukan perhitungan. Pada simulasi *ducting* kanan dan *ducting* kiri banyaknya *maximum* step iterasi yang digunakan sebesar 1000 dengan *timescale control* yaitu *auto timescale* , *convergence criteria* yang digunakan RMS dengan *residual target* sebesar *1.e-4*. Menurut *AEA technology* tahap verifikasi dalam menentukan berhasil atau tidaknya simulasi selama proses perhitungan dengan pendekatan CFD dilakukan dengan tahapan yaitu konvergen.

- *Definition File*

*Definition file* berisi semua informasi yang diperlukan oleh *solver* untuk mendefinisikan simulasi CFD. Tahap ini juga mendeteksi kesalahan input yang terdapat pada model sebelum dimasukkan ke *solver*. Gambar di bawah ini merupakan contoh hasil *solver* untuk ventilasi awal sebelum variasi.

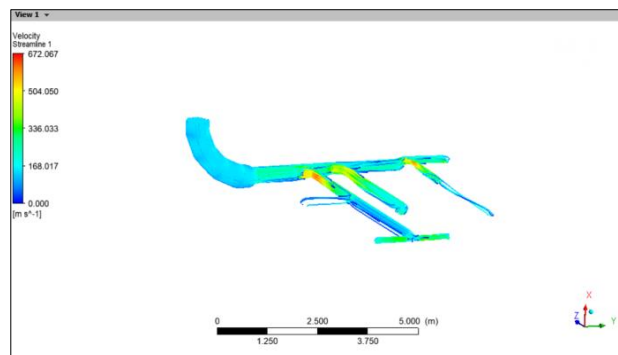


Gambar 4. 15 Hasil solver control ducting kanan



Gambar 4. 16 Hasil solver control ducting kiri

3. Tahap terakhir yaitu *post-processor* yang merupakan *result file* hasil dari simulasi yang telah dilakukan, berupa gambar (*visual*) atau berupa data-data numerik (angka).



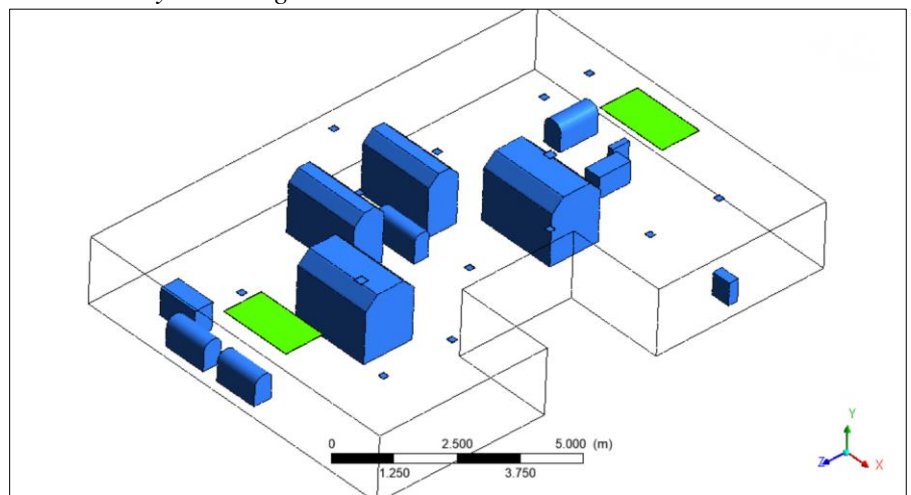
Gambar 4. 17 Hasil kecepatan udara pada ducting sebelum modifikasi

#### 4.4.2. Simulasi Desain Kamar Mesin

Untuk keperluan melakukan analisa sistem ventilasi yang paling optimal di kamar mesin KMP. Tanjung Sole, maka dilakukan pembuatan model 3D dari desain ventilasi udara dan juga desain model kamar mesin baik sebelum di lakukan variasi, maupun sesudah dilakukan variasi. Permodelan dilakukan menggunakan bantuan *solidworks* dan *ansys modeller*. Kajian atau analisa dilakukan untuk beberapa kondisi sebagai berikut.

1. *Pre-processor* dalam setiap sub-bagiannya untuk model kamar mesin, dalam simulasi model kamar mesin kondisi yang diberikan dalam keadaan *steady state* dengan metode yang di gunakan SST. Adapun tahapannya antara lain :

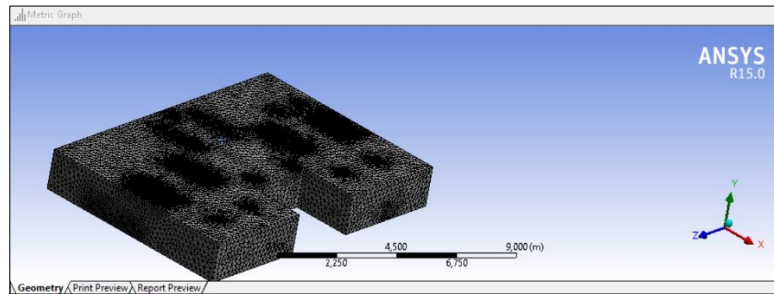
- *Geometry Modeling*



Gambar 4. 18 Geometry model kamar mesin

- *Meshing*

Model *grid* yang digunakan adalah tetrahedral. Dari ukuran yang telah diberikan diperoleh jumlah node sebanyak 175622, jumlah elemen dengan bentuk tetrahedral sebanyak 928060. Berikut adalah hasil *meshing* dari model kamar mesin:



Gambar 4. 19 Hasil mesh kamar mesin

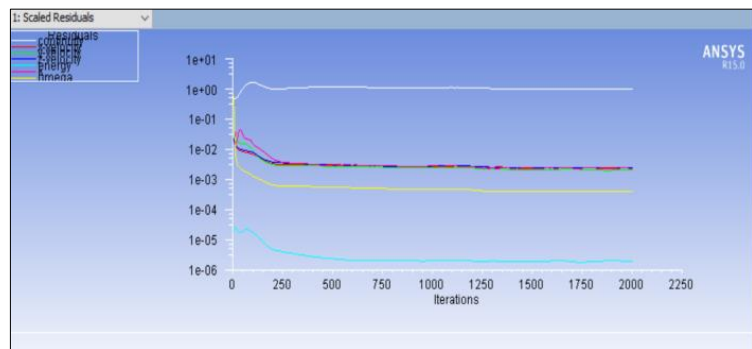
- *Fluid Domains*  
*Fluid Domains* digunakan untuk menentukan jenis fluida yang digunakan dalam simulasi, menentukan kondisi masing-masing partisi geometri, menginisialisasi kondisi geometri juga menentukan sub-domain fluida.
  - *Boundary condition*  
*Boundary condition* yang digunakan pada kamar mesin sebagai inputan untuk inlet adalah kecepatan aliran udara dari masing-masing *outlet ducting* kanan dan kiri yang telah disimulasikan pada tahap pertama (model *ducting*), model *heat transfer* untuk *inlet* ini menggunakan *static temperature* 30°C karena temperatur udara pada saat kapal berjalan dipermukaan air laut berdasarkan standar BKI, IACS dan ISO adalah maksimum sekitar 32°C, pada mesin dan peralatan diberi batasan *wall* dengan *type no slip* karena permukaan mesin dan peralatan diasumsikan kasar dan mempunyai nilai *heat flux* berdasarkan nilai panas persatuan luas yang telah dihitung sebelumnya, untuk seluruh bagian atas, bawah, tengah dan wadah kamar mesin diberi *wall* dengan tipe *free slip* dan dengan tekanan konstan tidak ada *heat flux* sedangkan untuk *outlet* pada kamar mesin ini berupa saluran *exhaust funnel* yang dibiarkan terbuka dengan *boundary conditions* berupa *pressure outlet* dengan nilai tekanan awal bernilai 0 Pa karena udara yang disirkulasikan ke kamar mesin melalui ujung-ujung *outlet ducting* berasal dari udara kondisi lingkungan dengan tekanan atmosfer.
2. *Solver* dalam setiap sub-bagiannya untuk model kamar mesin, yaitu :
- *Solver Control*  
Pada tahap *solver control* ini dapat menentukan banyaknya step iterasi. Penentuan step ini akan mempengaruhi lama dari *solver* dalam melakukan perhitungan. Pada simulasi model kamar mesin banyaknya *maximum step* iterasi yang digunakan sebesar 2000 dengan *timescale control* yaitu *auto timescale* , *convergence criteria* yang digunakan RMS dengan *residual target* sebesar  $1.e-4$ . Menurut AEA *technology* tahap verifikasi dalam menentukan berhasil atau



tidaknya simulasi selama proses perhitungan dengan pendekatan CFD dilakukan dengan tahapan yaitu konvergen.

- *Definition File*

*Definition file* berisi semua informasi yang diperlukan oleh solver untuk mendefinisikan simulasi CFD. Tahap ini juga mendeteksi kesalahan input yang terdapat pada model sebelum dimasukkan ke solver. Gambar di bawah ini merupakan contoh hasil solver untuk ventilasi awal sebelum variasi.

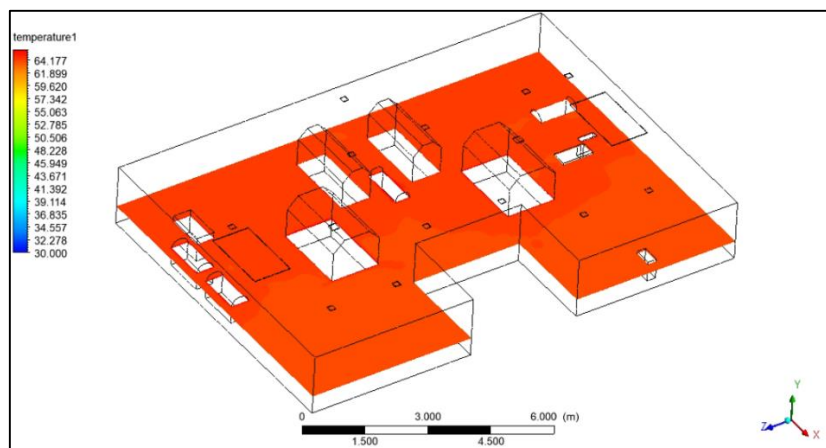


Gambar 4. 20 Hasil solver control kamar mesin

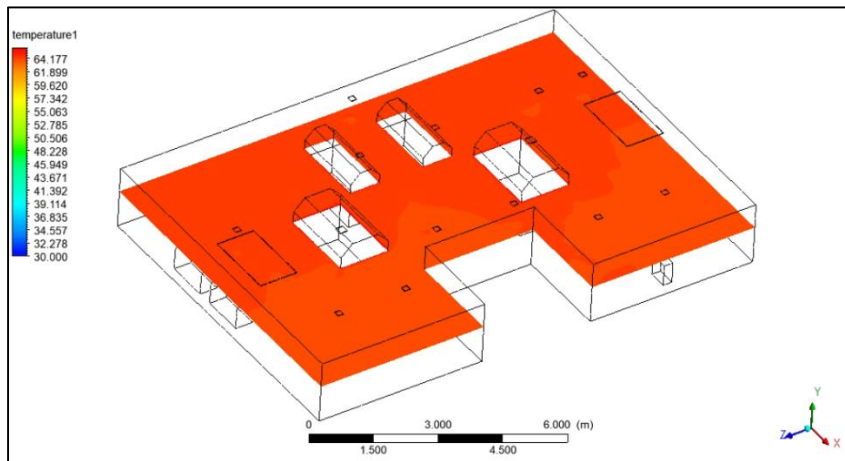
3. Tahap terakhir yaitu *post-processor* yang merupakan *result file* hasil dari simulasi yang telah dilakukan, berupa gambar (*visual*) atau berupa data-data numerik (angka).

## 4.5. Hasil Simulasi Suhu

### 4.5.1. Hasil Simulasi Suhu Sebelum Divariasi



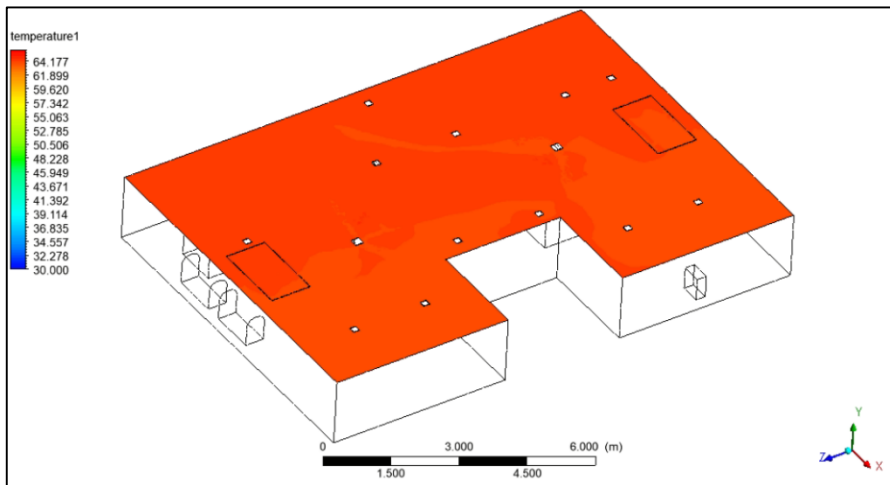
Gambar 4. 21 Kondisi suhu kamar mesin pada saat ducting off (0.5 meter)



Gambar 4. 22 Kondisi suhu kamar mesin pada saat ducting off (1 meter)

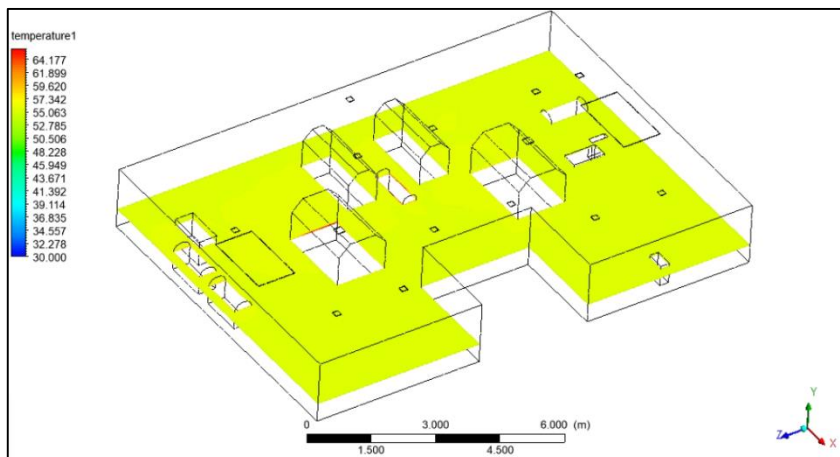


Gambar 4. 23 Kondisi suhu kamar mesin pada saat ducting off (1,5 meter)

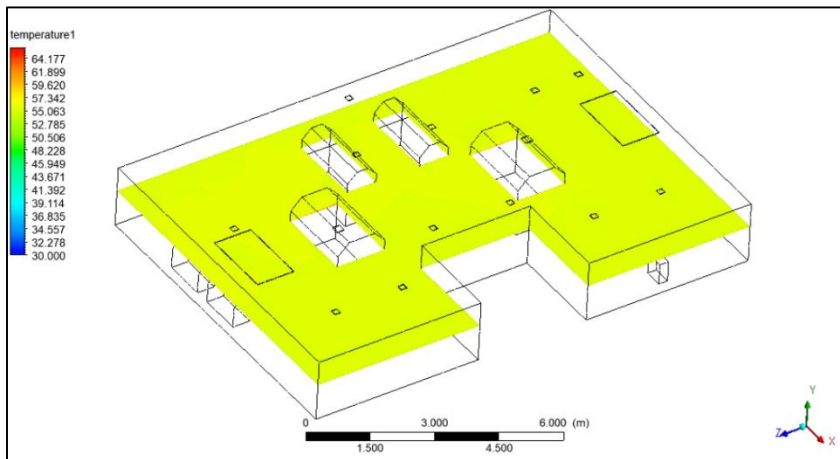


Gambar 4. 24 Kondisi suhu kamar mesin pada saat ducting off (2 meter)

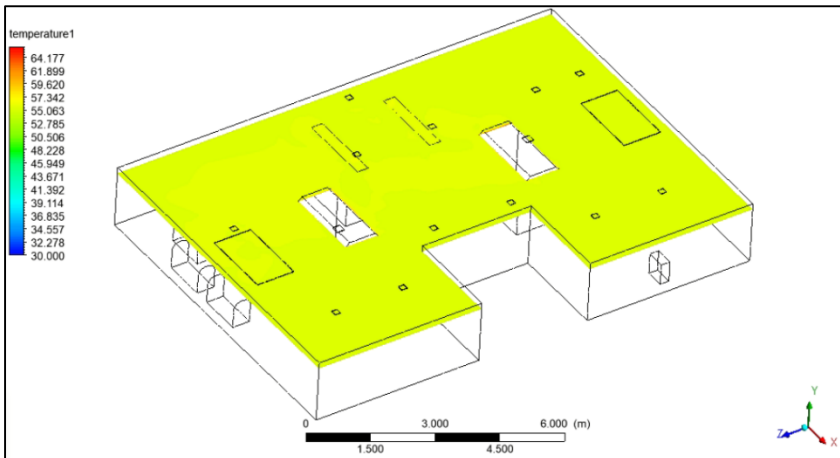
Dari gambar di atas yang merupakan hasil simulasi dapat diketahui bahwa kondisi suhu rata-rata di kamar mesin adalah sebesar  $64,12\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 0,5 meter, sebesar  $63,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1 meter, sebesar  $63,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1,5 meter, dan sebesar  $62,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 2 meter.



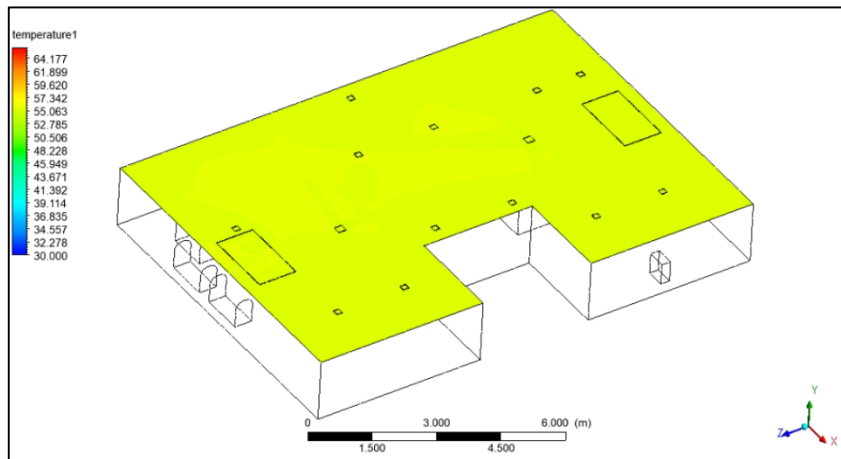
Gambar 4. 25 Kondisi suhu kamar mesin sebelum variasi (0,5 meter)



Gambar 4. 26 Kondisi suhu kamar mesin sebelum variasi (1 meter)



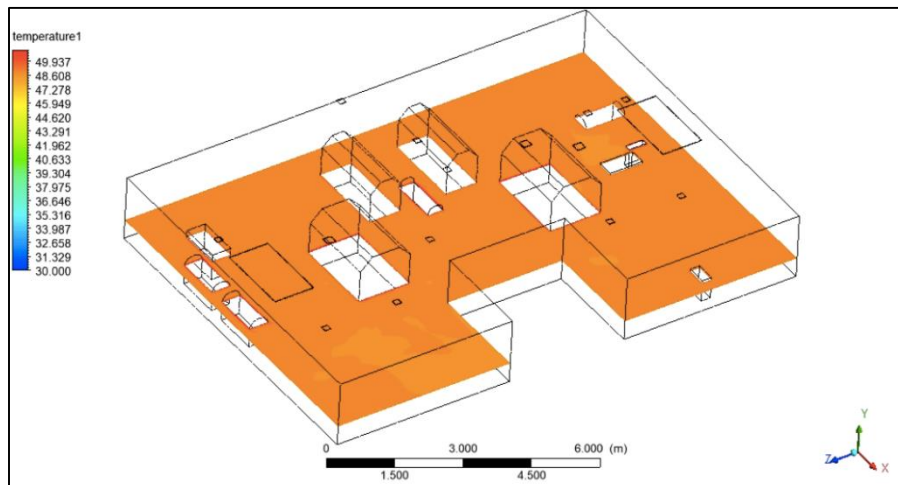
Gambar 4. 27 Kondisi suhu kamar mesin sebelum variasi (1,5 meter)



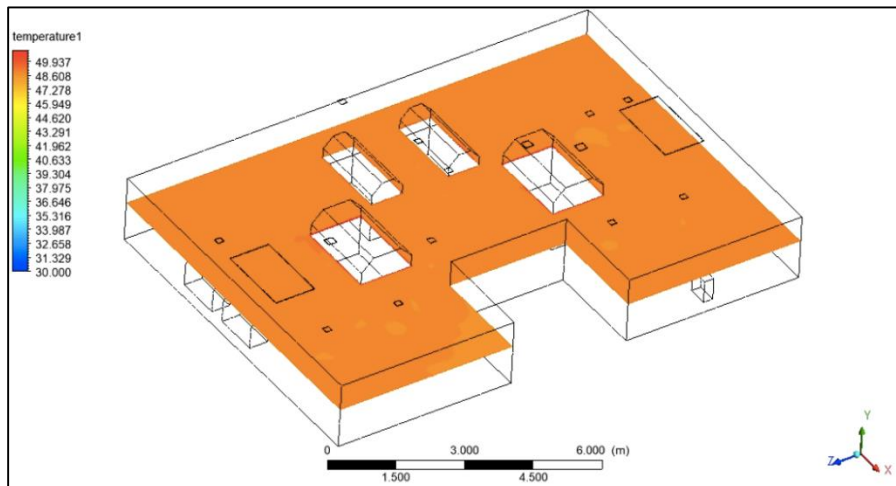
Gambar 4. 28 Kondisi suhu kamar mesin sebelum variasi (2 meter)

Dari gambar di atas yang merupakan hasil simulasi dapat diketahui bahwa kondisi suhu rata-rata di kamar mesin adalah sebesar  $54,3^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 0,5 meter, sebesar  $54,58^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1 meter, sebesar  $54,21^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1,5 meter, dan sebesar  $54,2^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 2 meter.

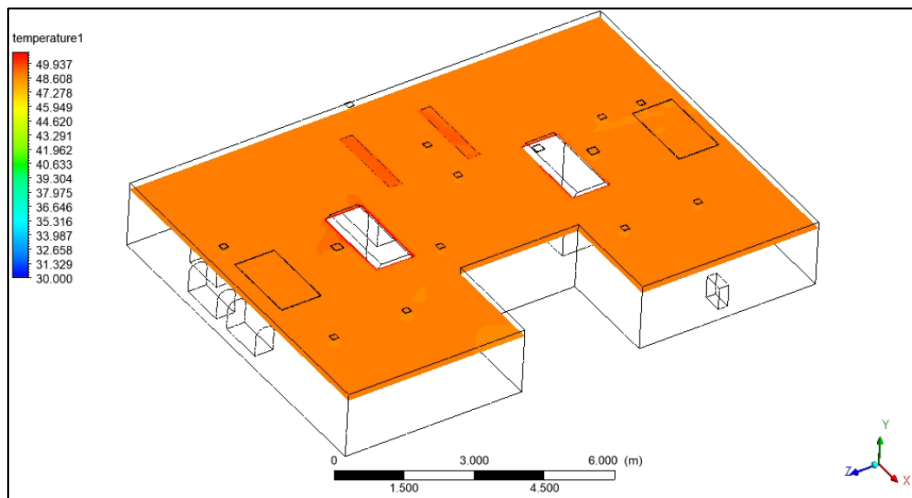
#### 4.5.2. Hasil Simulasi Suhu Variasi 1



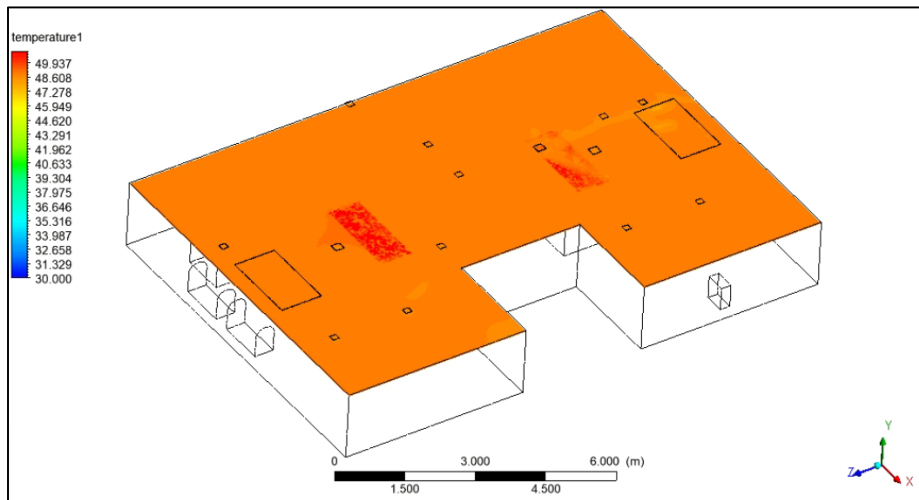
Gambar 4. 29 Kondisi suhu kamar mesin variasi 1 (0,5 meter)



Gambar 4. 30 Kondisi suhu kamar mesin variasi 1 (1 meter)



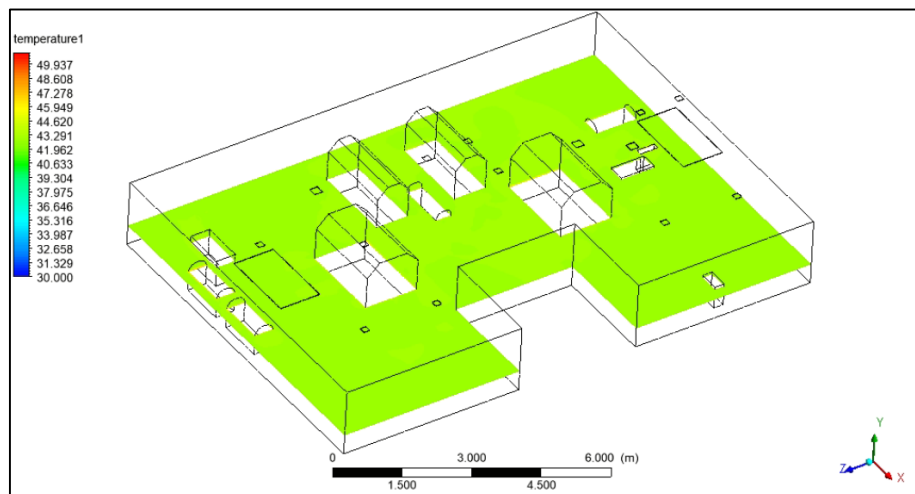
Gambar 4. 31 Kondisi suhu kamar mesin variasi 1 (1,5 meter)



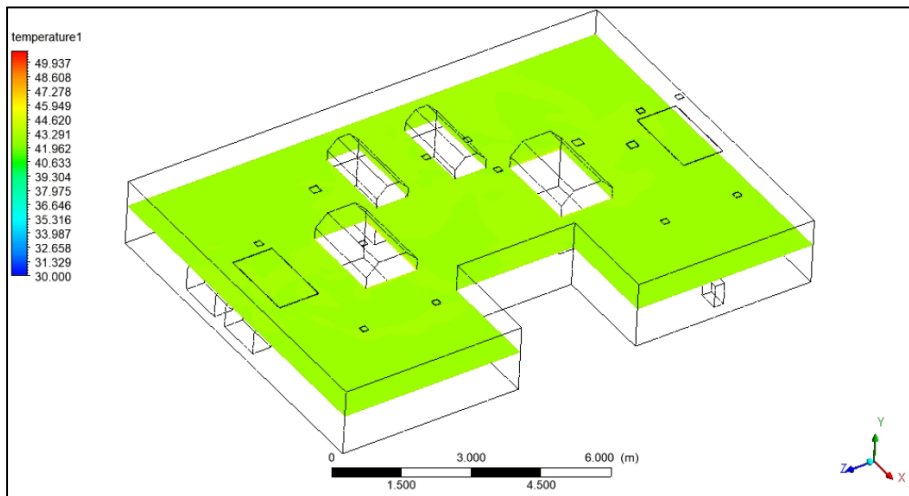
Gambar 4. 32 Kondisi suhu kamar mesin variasi 1 (2 meter)

Dari gambar hasil simulasi untuk variasi 1 di atas dapat diketahui bahwa kondisi suhu pada kamar mesin sebesar  $47,5^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 0,5 meter, sebesar  $47,8^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1 meter, sebesar  $47,65^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1,5 meter, dan sebesar  $47,45^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 2 meter.

#### 4.5.3. Hasil Simulasi Suhu Variasi 2



Gambar 4. 33 Kondisi suhu kamar mesin variasi 2 (0,5 meter)

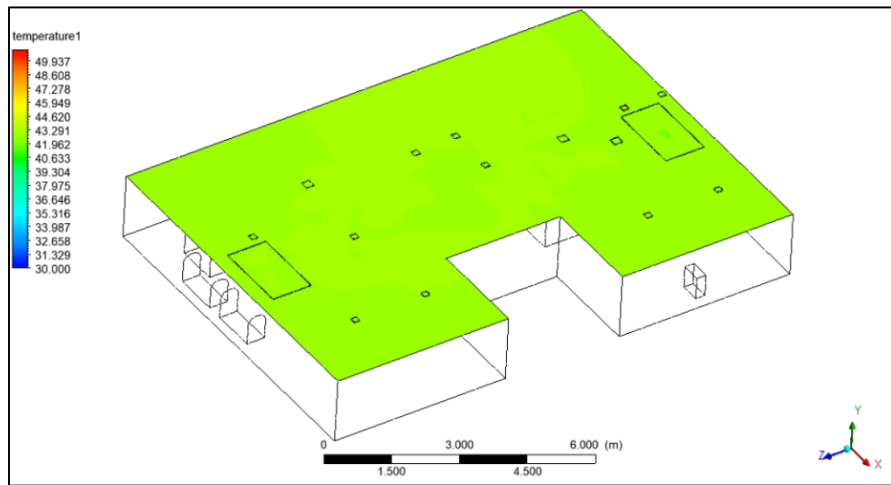


Gambar 4. 34 Kondisi suhu kamar mesin variasi 2 (1 meter)



Gambar 4. 35 Kondisi suhu kamar mesin variasi 2 (1,5 meter)

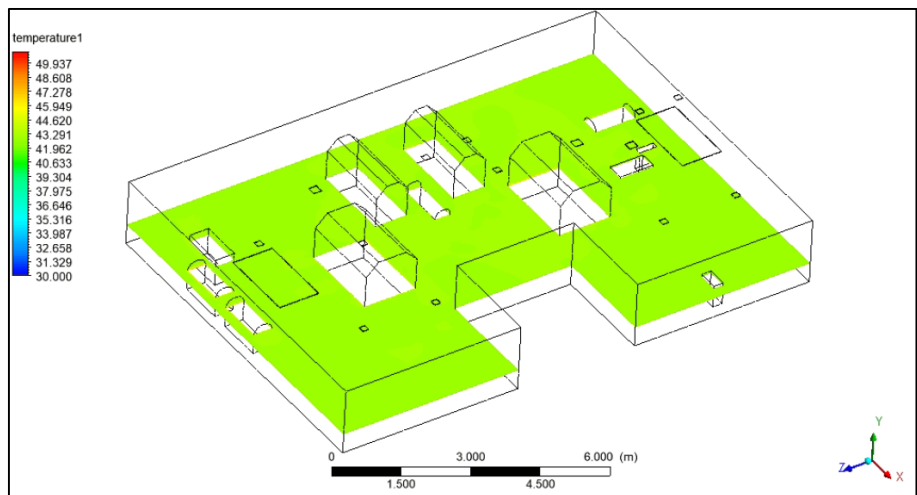




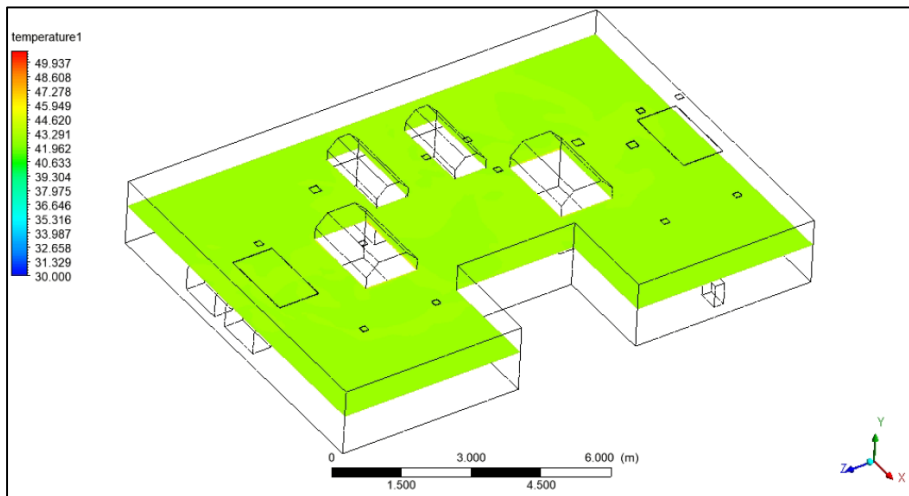
Gambar 4. 36 Kondisi suhu kamar mesin variasi 2 (2 meter)

Hasil simulasi untuk variasi 2 pada gambar di atas menunjukkan bahwa suhu rata-rata di kamar mesin variasi 2 yaitu sebesar  $43,36^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 0,5 meter, sebesar  $43,6^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1 meter, sebesar  $43,55^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 1,5 meter, dan sebesar  $43,3^{\circ}\text{C}$  pada ketinggian 2 meter.

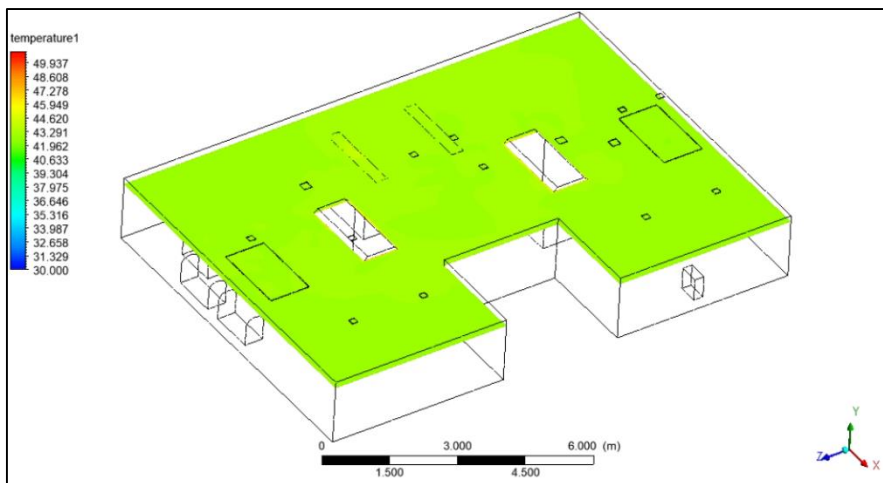
#### 4.5.4. Hasil Simulasi Suhu Variasi 3



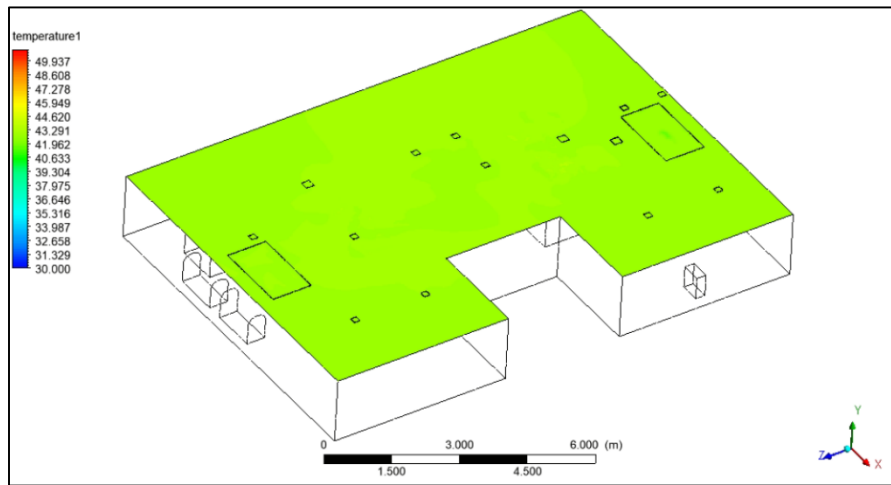
Gambar 4. 37 Kondisi suhu kamar mesin variasi 3 (0,5 meter)



Gambar 4. 38 Kondisi suhu kamar mesin variasi 3 (1 meter)



Gambar 4. 39 Kondisi suhu kamar mesin variasi 3 (1,5 meter)

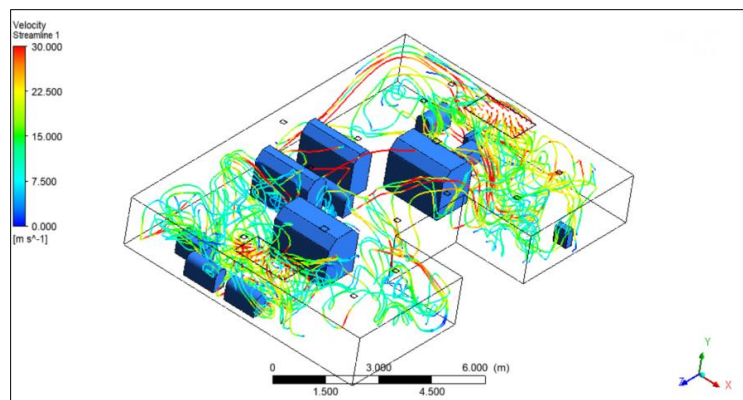


Gambar 4. 40 Kondisi suhu kamar mesin variasi 3 (2 meter)

Hasil simulasi variasi 3 sama dengan variasi 2 oleh karena tidak ada perbedaan yang signifikan dalam tata letak outlet ducting maupun besaran debit aliran udara ventilasinya.

#### 4.6. Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara

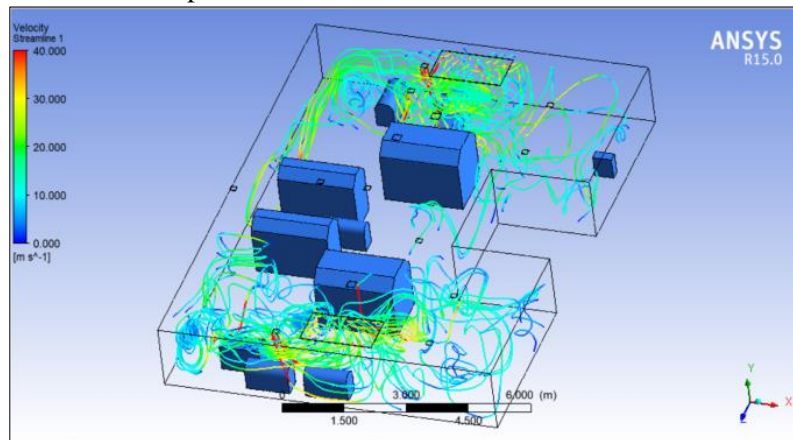
##### 4.6.1. Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara Sebelum Divariasi



Gambar 4. 41 Kondisi kecepatan aliran udara di kamar mesin sebelum divariasi

Gambar 4.41 adalah kondisi *streamline* dari aliran udara yang terjadi di kamar mesin sebelum dilakukan variasi, adapun rata-rata kecepatan aliran udara nya yaitu sekitar 9,96 m/s, aliran udara dari *inlet* ujung-ujung *ducting* mengarah ke *exhaust funnel* untuk di buang.

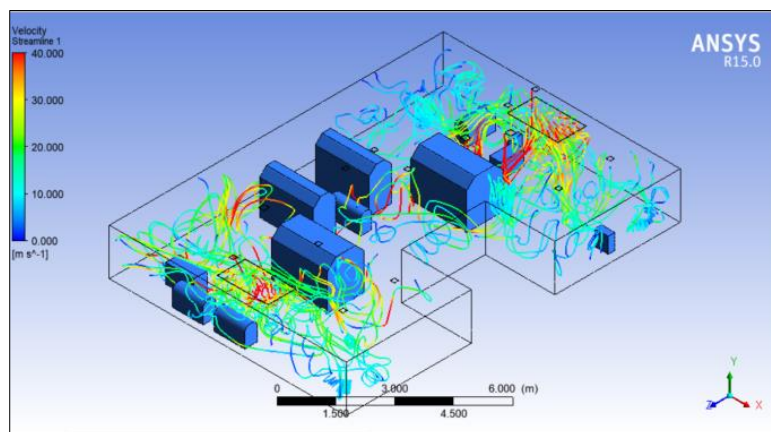
#### 4.6.2. Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara Variasi 1



Gambar 4. 42 Kondisi kecepatan aliran udara di kamar mesin variasi 1

Gambar 4.42 adalah kondisi *streamline* dari aliran udara yang terjadi di kamar mesin variasi 1, adapun rata-rata kecepatan aliran udaranya yaitu sekitar 12,48 m/s.

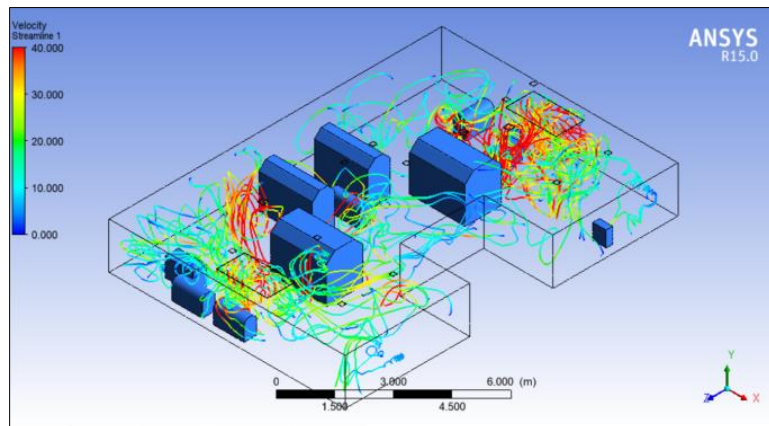
#### 4.6.3. Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara Variasi 2



Gambar 4. 43 Kondisi kecepatan aliran udara di kamar mesin variasi 2

Gambar 4.43 adalah kondisi *streamline* dari aliran udara yang terjadi di kamar mesin variasi 2, adapun rata-rata kecepatan aliran udaranya yaitu sebesar 15,2 m/s.

#### 4.6.4. Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara Variasi 2

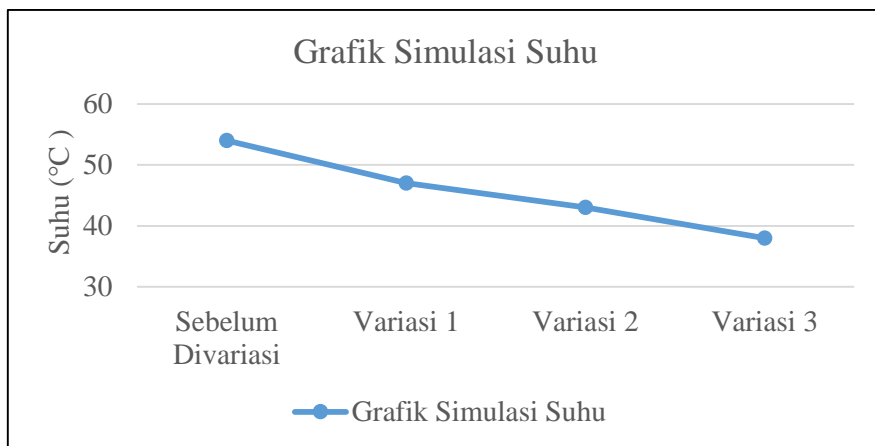


Gambar 4. 44 Kondisi kecepatan aliran udara di kamar mesin variasi 3

Gambar 4.44 adalah kondisi *streamline* dari aliran udara yang terjadi di kamar mesin variasi 3, adapun rata-rata kecepatan aliran udara nya yaitu sebesar 35,15 m/s.

#### 4.7. Grafik Hasil Simulasi Suhu

Berikut adalah grafik suhu dari hasil simulasi di kamar mesin KMP. Tanjung Sole :

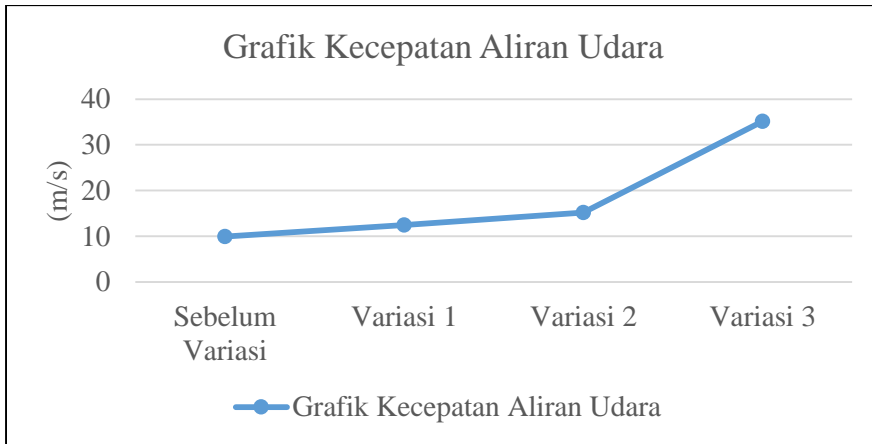


Gambar 4. 45 Grafik simulasi suhu di kamar mesin KMP. Tanjung Sole

Pada gambar 4.45 menunjukan perubahan suhu dikamar mesin KMP. Tannjung Sole akibat modifikasi *layout ducting* di kamar mesin, pada kondisi 1 (sebelum di modifikasi) suhu pada grafik menunjukan sebesar 54,21°C, dan setelah di lakukan modifikasi variasi ke-1 turun menjadi 47,65°C, lalu menjadi 43,35°C pada modifikasi variasi ke-2 dan variasi-3.

#### 4.8. Grafik Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara

Berikut adalah grafik kecepatan aliran udara dari hasil simulasi di kamar mesin KMP. Tanjung Sole :



Gambar 4. 46 Grafik simulasi kecepatan aliran udara di kamar mesin KMP. Tanjung Sole

Dari grafik diatas maupun dari data pada tabel 4.46, dapat kita lihat perubahan kecepatan aliran udara di kamar mesin KMP. Tanjung Sole mengalami kenaikan dari model awal hingga variasi ke-3, hal ini mengindikasikan bahwa semakin cepat aliran udara maka suhu akan semakin rendah, selain itu kecepatan distribusi aliran udara juga mempengaruhi kecepatan *supply* udara dalam hal sirkulasi udara bersih dan kotor maupun hawa panas yang ada di kamar mesin tersebut.

#### 4.9. Validasi

Sebelum memasuki tahap simulasi maupun analisa kondisi udara di dalam kamar mesin KMP. Tanjung Sole, maka kita perlu menganalisa terlebih dahulu sistem aliran udara yang keluar dari dalam *ducting* melalui lubang-lubang *ducting* akibat adanya tekanan udara yang dihasilkan oleh *blower*, maupun mengukur suplai udara yang dihasilkan melalui *outlet* di kamar mesin, dimana untuk mendapatkan data ini maka dilakukan pengambilan data secara langsung menggunakan anemometer pada tiap-tiap lubang keluaran atau outlet dari *ducting* pada kapal.

Tabel 4. 3 Data hasil pengukuran kecepatan aliran udara pada outlet ducting

Posisi	Outlet	V (m/s)	A (m <sup>2</sup> )	Q (debit)
1	1	96	0,0225	2,16
	2	96	0,0225	2,16
	3	76	0,0225	1,71
	4	72	0,0225	1,62
2	5	121	0,0225	2,7225
	6	121	0,0225	2,7225
3	7	92	0,04	3,68
	8	90	0,04	3,6
4	9	160	0,0225	3,6
	10	89	0,0225	2,0025
	11	89,9	0,0225	2,02275
	12	81,47	0,0225	1,8307
	13	118	0,0225	2,655
5	14	183	0,0225	4,1175
TOTAL			0,35	36

### Validasi Data Software

Nilai kapasitas udara keluaran di outlet hasil dari *Ansys Fluent* adalah

$Q = V \times A$  (luasan outlet untuk lubang *funnel*)

$$9,96 \text{ m/s} \times (1,834944 \times 2)$$

$$9,96 \text{ m/s} \times 3,66988 \text{ m}^2$$

$$36,552 \text{ m}^3/\text{s}$$

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil simulasi serta analisa desain sistem ventilasi udara untuk kamar mesin KMP. Tanjung Sole maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 5.1.1.** Dari hasil perubahan desain ducting atau saluran udara didapatkan perubahan suhu rata-rata dari kondisi awal sebesar 54,3 °C menjadi 47,65 °C pada variasi 1, dan sebesar 43,55 °C pada variasi 2 serta variasi 3.
- 5.1.2.** Nilai kecepatan aliran udara *streamline* rata-rata mengalami kenaikan, berbanding terbalik dengan penurunan suhu ruangan.
- 5.1.3.** Desain ducting Variasi 3 adalah desain yang paling baik karena dapat menjaga temperatur udara di dalam kamar mesin KMP Tanjung Sole berada di bawah batas maksimum temperatur yang direkomendasikan oleh badan klasifikasi kapal.

#### **5.2. Saran dan Rekomendasi**

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya, maka penulis menyarankan dan merekomendasikan beberapa hal yaitu:

- 5.2.1.** Untuk mencapai ketelitian yang maksimal dalam analisa dengan menggunakan program *Solidworks* dan *Ansys Fluent*, dapat dilakukan dengan membuat model geometri yang baik. Kesalahan dalam membuat geometri model akan mempengaruhi keakuratan perhitungan.
- 5.2.2.** Perlu diadakan kajian mengenai pemasukan nilai *meshing* pada model hendaknya sebanyak mungkin, karena akan mempengaruhi hasil yang akan keluar.
- 5.2.3.** Kapasitas dan kemampuan komputer sangat mengaruhi dalam proses *running*, jadi diperlukan komputer spek tinggi.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

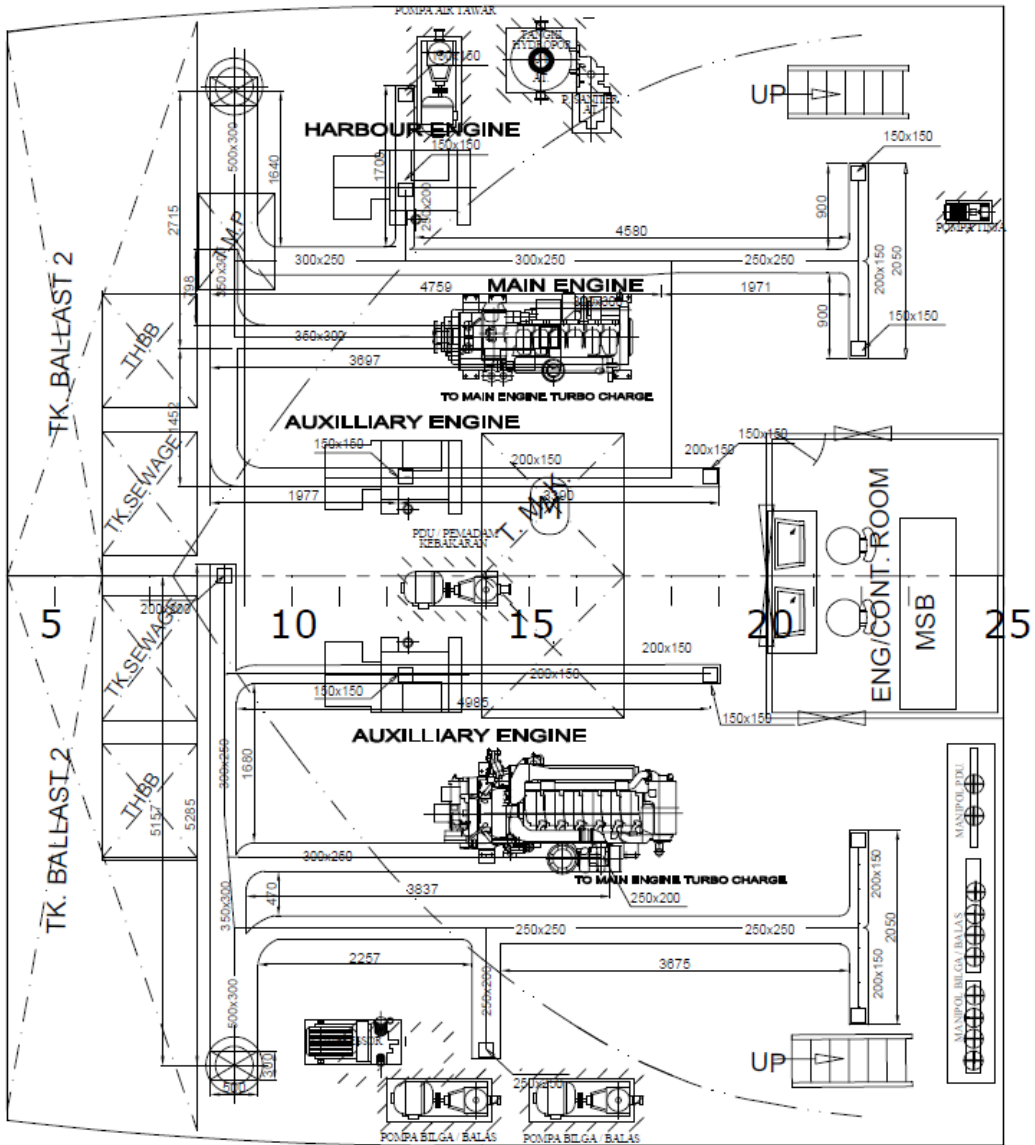
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ISO 8861 : *Shipbuilding Engine Room Ventilation in Diesel Engined Ships Design Requirements and Basic of Calculation*, ISO, 1998.
- [2] Biro Klasifikasi. Indonesia, "Rules For The Classification And Construction Of Seagoing Steel Ships", Vol III, Jakarta, 2015.
- [3] Y. Ltd, "Spesifikasi Mesin Yanmar 6AYM-WET," in *Spesifikasi Mesin Yanmar 6AYM-WET*, Osaka, 2000, p. 1.
- [4] Perkins, "Perkins Marine Power," Englan, 2015, p. 3.
- [5] I. H. Fan, "Marine Duty Fans and Blowers," Ohio, 2008, p. 28.

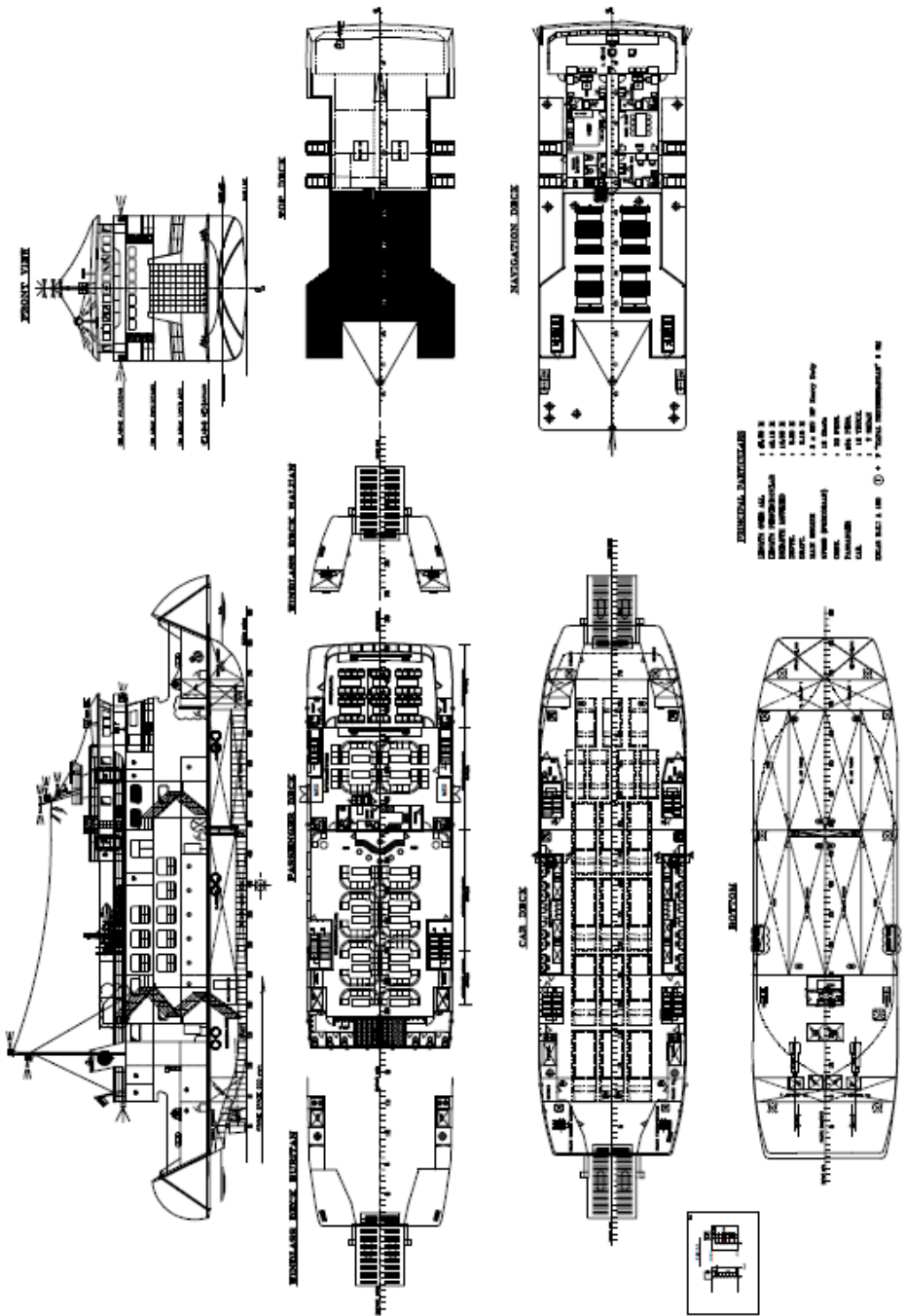
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# LAMPIRAN

## Gambar Sistem Ventilasi Kamar Mesin



# RENCANA UMUM KMP TANJUNG SOLE



### BOUNDARY CONDITION KOMPONEN

Nama mesin peralatan dan outlet pada ujung ducting	Type	Input Data	Suhu °C
<i>Main Engine I</i>	WALL	1552,066 watt/m <sup>3</sup>	90
<i>Main Engine II</i>	WALL	1552,066 watt/m <sup>3</sup>	90
<i>Auxiliary Engine I</i>	WALL	316,423 watt/m <sup>3</sup>	36
<i>Auxiliary Engine II</i>	WALL	316,423 watt/m <sup>3</sup>	36
Pompa dinas	WALL	3694,57 watt/m <sup>3</sup>	60
<i>Water pump</i>	WALL	390,85 watt/m <sup>3</sup>	45
<i>Sanitier pump</i>	WALL	286,3 watt/m <sup>3</sup>	41
<i>Hydrophore pump</i>	WALL	195,39 watt/m <sup>3</sup>	32
<i>Seawage pump</i>	WALL	310,803 watt/m <sup>3</sup>	43
Pompa bilga	WALL	1794,5 watt/m <sup>3</sup>	55
Kompresor	WALL	756,93 watt/m <sup>3</sup>	48
OTT_1	INLET	96 m/s	30
OTT_2	INLET	96 m/s	30
OTT_3	INLET	76 m/s	30
OTT_4	INLET	72 m/s	30
OTT_5	INLET	121 m/s	30
OTT_6	INLET	121 m/s	30
OTT_7	INLET	92 m/s	30
OTT_8	INLET	90 m/s	30
OTT_9	INLET	160 m/s	30
OTT_10	INLET	89 m/s	30
OTT_11	INLET	89,9 m/s	30
OTT_12	INLET	81,47 m/s	30
OTT_13	INLET	118 m/s	30
OTT_14	INLET	183 m/s	30

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BIODATA PENULIS



Penulis, **Hario Pramudito** lahir di Semarang, Jawa Tengah pada tanggal 28 Maret 1996. Merupakan anak tunggal. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu SD Kanisius Tlogosari Kulon, Semarang (2002-2008), kemudian melanjutkan jenjang sekolah menengah pertama di SMP St. Yoris, Semarang (2008-2011) dan melanjutkan jenjang di SMA Sint Louis, Semarang (2011-2014). Penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan di Program Studi Diploma III di Universitas Diponegoro, Semarang (2014-2017), yang terdaftar sebagai mahasiswa Diploma III Teknik Perkapalan Kapal dengan NRP. 21090114060022. Pernah ikut serta menjadi Staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan dengan menjalankan Program Kerja Ketua Panitia Penerimaan Mahasiswa Baru 2015. Setelah lulus dari Diploma III penulis memilih untuk melanjutkan kuliah di tahap Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang terdaftar sebagai mahasiswa Lintas Jalur Angkatan 2017 Semester Ganjil dengan NRP. 04211745000022 sampai dengan saat ini.

Hario Pramudito

[hariopramudito1@gmail.com](mailto:hariopramudito1@gmail.com)