

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perubahan tekanan dalam aliran fluida terjadi karena adanya perubahan ketinggian, perubahan kecepatan akibat perubahan penampang dan gesekan fluida. Pada aliran tanpa gesekan perubahan tekanan dapat dianalisa dengan persamaan Bernoulli yang memperhitungkan perubahan tekanan ke dalam perubahan ketinggian dan perubahan kecepatan. Sehingga perhatian utama dalam menganalisa kondisi aliran nyata adalah pengaruh dari gesekan. Gesekan akan menimbulkan penurunan tekanan atau kehilangan tekanan dibandingkan dengan aliran tanpa gesekan. Berdasarkan alokasi timbulnya kehilangan, secara umum kehilangan tekanan akibat gesekan atau kerugian. (Dharma, & Prasetyo, (2012).

Terjadinya gesekan sepanjang dinding pipa terutama pada pipa lengkung (elbow) yang mengakibatkan kerugian tekanan atau head loss. TURBO ISSN 2301-6663 Volume 1 No. 2, Desember 2012 107 2) Terbentuknya turbulensi akibat gerakan relatif dalam molekul fluida yang dipengaruhi oleh viskositas fluida. Semakin besar debit aliran dalam pipa akan mengakibatkan nilai head loss juga semakin besar. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut banyak dilakukan berbagai penelitian terhadap fluida. Seperti pada tahun 1883, Osborne Reynold melakukan eksperimen melalui pipa klasiknya yang memperlihatkan pentingnya bilangan Reynold dalam aliran fluida (Dharma & Prasetyo, 2012).

Mempelajari bagaimana karakteristik fluida mengalir pada belokan pipa menjadi hal yang penting karena sistem saluran seringkali menggunakan belokan pipa. Partikel fluida yang lebih dekat dengan dinding dalam pipa cenderung memiliki kelajuan mendekati nol dibandingkan dengan partikel fluida yang jauh dari dinding dalam pipa yang lebih leluasa bergerak (Tang dan Rohmat, 2021). Gradien laju tersebut merupakan fungsi jarak dari dinding batas. Aliran zat cair nyata yang disebut aliran viskos dipengaruhi oleh temperatur. Kondisi ini menunjukkan bahwa selain oleh lengkungan pipa karakteristik aliran fluida juga ditentukan oleh temperatur. Karakteristik Aliran Fluida dapat ditentukan berdasarkan bilangan Reynold (Re). Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskos (Russano, dan Avelino, 2019).

Keel cooling system adalah sistem pendingin yang memakai keel. Keel adalah bagian sistem pendingin yang ditaruh di luar lambung kapal. Sistem pendingin dengan menggunakan *Keel Cooler* merupakan salah satu sistem pendingin sirkuit tertutup yang dipasang secara eksternal pada lambung kapal di bawah permukaan air. Konsep pendinginan lunas mirip dengan penerapan radiator pada mobil. Pendingin mesin disirkulasikan melalui pendingin lunas, yang memindahkan panas dari pendingin sebelum kembali ke mesin. Pendingin lunas berada dalam kontak konstan dengan air laut yang memungkinkan sistem pendingin mentransfer panas secara efisien antara pendingin dan air laut.

Kapal OT. SKYLIE merupakan salah satu jenis kapal tanker yang dibuat oleh PT. Samudra Marine Indonesia, jika pada umumnya kapal konvensional menggunakan *cooler* sebagai sistem pendingin mesin, namun dalam pembangunan kapal OT. SKYLIE ini mengaplikasikan *Keel Cooler* sebagai alat pendingin mesin utama penggerak kapal.

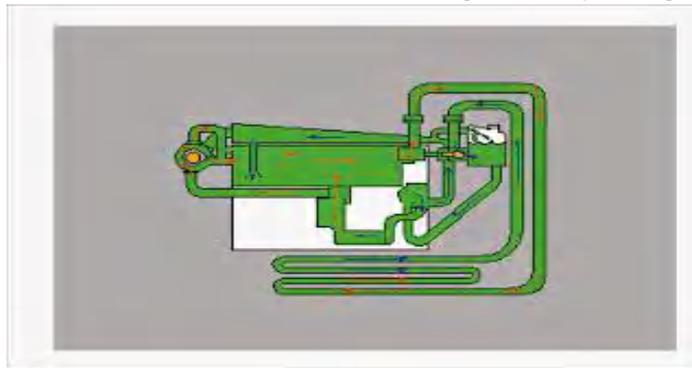
*Keel Cooler* ini merupakan salah satu alat penukar kalor tipe baru yang diaplikasikan di dunia perkapalan, Dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengembangkan penelitian sebelumnya mengenai variasi dimensi panjang yang efektif pada *Keel Cooler* dan analisis efektifitas *Keel Cooler* pendingin di kapal OT SKYLIE. Pengaruh perubahan laju aliran terhadap tekanan variasi bentuk dari *Inlet system Keel Cooler* ini sebagai mesin pendingin dikapal, maka akan penelitian dengan judul : "Pengaruh Variasi Bentuk *Keel Cooler* Pada Sistem Utama Kapal OT. SKYLIE".



## 1.2 Sistem Pendingin Dengan *Keel Cooler*

*Keel cooling system* adalah sistem pendingin yang memakai keel. Keel adalah bagian sistem pendingin yang ditaruh di luar lambung kapal. Sistem pendingin dengan menggunakan *Keel Cooler* merupakan salah satu sistem pendingin sirkuit tertutup yang dipasang secara eksternal pada lambung kapal di bawah permukaan air. Konsep pendinginan lunas mirip dengan penerapan radiator pada mobil. Pendingin mesin disirkulasikan melalui pendingin lunas, yang memindahkan panas dari pendingin sebelum kembali ke mesin. Pendingin lunas berada dalam kontak konstan dengan air laut yang memungkinkan sistem pendingin mentransfer panas secara efisien antara pendingin dan air laut.

Sistem *Keel Cooler* memiliki komponen-komponen yang hampir sama dengan yang konvensional. Ada pompa air (*water pump*), lubang aliran air, expansion tank tempat dimana dipasang pengatur suhu (*temperature regulator*). Air pendingin mengalir melalui *Keel Cooler*. *Keel Cooler* adalah tabung-tabung yang dililitkan atau dilas ke lambung kapal. Air mengalir dari *expansion tank*, ke pompa air (*water pump*), terus mengalir ke engine dan *Keel Cooler*, dimana air laut mendinginkan air pendingin.



Gambar 1 *Keel Cooler*  
(Sumber : Setyana, 2014)

Cara kerja dari sistem pendingin *Keel Cooler*, yaitu dengan cara memindahkan panas dari pendingin sebelum kembali ke mesin. Pendingin lunas selalu bersentuhan dengan air laut untuk mentransfer panas secara efisien.

## 1.3 Proses Perpindahan Kalor

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Maka ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari satu daerah ke daerah lain akibat adanya perbedaan temperatur pada daerah tersebut. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi (Suswanto dkk, 2015).

Ilmu perpindahan panas sangat berguna sekali dalam merencanakan alat-alat penukar panas. Kegunaan antara lain adalah:



merencanakan alat-alat penukar panas (heat exchanger).

menghitung kebutuhan media pemanas/pendingin pada suatu reboiler atau kondensor pada destilasi.

menghitung furnace/dapur yang menggunakan konsep perpindahan panas radiasi.

merencanakan ketel uap/boiler.

merencanakan alat-alat penguap (evaporator).

6. Untuk perancangan reaktor kimia.

Peristiwa perpindahan panas sangat banyak dijumpai dalam industri, misalnya pemanfaatan panas yang terbawa hasil akhir ataupun hasil antara untuk memanaskan umpan yang akan masuk ke reaktor dalam sebuah alat penukar panas, perpindahan panas dari sebuah pipa uap ke udara, pembuangan panas pada sebuah pembangkit tenaga.

### 1.3.1 Perpindahan Kalor Secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum (Holman J.P., 1986)

$$q_k = -kA \frac{\Delta T}{L} \quad (1)$$

Keterangan:

- $q_k$  = Laju Perpindahan Panas (kj / det, W)
- $k$  = Konduktifitas Termal (W/m.°C)
- $\Delta T$  = *Gardient temperature* kearah perpindahan kalor (°C)
- $L$  = Panjang medium (m)

Bahan yang mempunyai konduktivitas yang baik disebut dengan konduktor misalnya logam (Tembaga, aluminium, perak, dsb). Sedangkan bahan yang mempunyai konduktivitas jelek disebut dengan isolator, contohnya adalah asbes, wol, kaca, dsb (Bueche F.J, 2014).

$$q = hA(\Delta LMTD) \quad (2)$$

Keterangan :

- $Q$  = Laju Perpindahan Panas (kj/det atau W)
- $h$  = Koefisien perpindahan Panas Konveksi (W/m<sup>2</sup>. °C)
- $A$  = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas (ft<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>)
- $\Delta LMTD$  = beda suhu keseluruhan rata-rata logaritmik

### 1.4 Tahanan Termal di Dalam dan di Luar Pipa

Dua fluida yang mengalir sering dipisahkan oleh dinding padat dalam penukar panas. Konveksi digunakan untuk pertama memindahkan panas dari cairan panas ke dinding, diikuti oleh konduksi melalui dinding dan kemudian konveksi kembali ke cairan dinding. Koefisien perpindahan panas konveksi biasanya mencakup efek radiasi. Dua resistensi konveksi dan satu resistensi membentuk resistensi termal yang terhubung ke proses perpindahan panas. (Ozisik M.N., 1985)

$$R_{wall} = \frac{\ln(D_o - D_i)}{2 \pi k l} \quad (3)$$

Didalam  $L$  adalah Panjang tabung dan  $k$  adalah konduktivitas termal bahan dinding. Resistensi termal keseluruhan kemudian berubah menjadi:

$$R = R_{total} = R_i + R_{wall} + R_o = \frac{\ln(D_o - D_i)}{2 \pi k k x l} + \frac{1}{h_o x A_o} \quad (4)$$



ntara koefisien perpindahan panas yang diatas hanya berlaku untuk permukaan yang untuk memperhitungkan efek fouling perlu dilakukan perubahan, kemudian untuk shell yatakan sebagai berikut:

$$\frac{1}{\epsilon A_o} = R = R_{total} = R_i + R_o = \frac{1}{h_i x A_i} + \frac{\ln(D_o - D_i)}{2 \pi k k x l} + \frac{R_f}{A} + \frac{1}{h_o x A_o} \quad (5)$$

Koefisien perpindahan panas menyeluruh yang terjadi pada permukaan tabung dalam aplikasi penukar panas dapat digambarkan sebagai perpindahan panas keseluruhan yang mana sangat bergantung pada permukaan luar tabung:

$$U_{total} = \frac{1}{\left(\frac{D_o}{D_i}\right)\left(\frac{1}{h_i}\right) + \left(\frac{D_o}{D_i}\right)F_i + \left[\frac{D_o}{2k}\right] \ln\left(\frac{D_o}{D_i}\right) + F_o + 1/h_o} \quad (6)$$

Nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan sangat bervariasi untuk berbagai jenis aplikasi. (M.N. Ozisik, 1985, "Heat Transfer").

## 1.5 Beda Suhu Rata-Rata

Suhu fluida didalam penukar panas pada umumnya tidak konstan, tetapi berbeda dari satu titik ke titik lainnya pada waktu panas mengalir dari fluida yang lebih dingin, maka dari itu untuk tahanan termal yang konstan pun laju aliran panas akan berbeda-beda sepanjang lintasan penukar kalor harganya tergantung pada beda suhu antara fluida dan dinding yang penampang tertentu. Untuk menghitung perpindahan kalor dalam suatu alat penukar kalor dinyatakan dengan persamaan: (Holman J.P., 1986)

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{[(T_{hin} - T_{cout}) - (T_{hout} - T_{cin})]}{\ln[(T_{hin} - T_{cout}) / (T_{hout} - T_{cin})]} \quad (7)$$

Dimana :

- $T_{hin}$  = Temperatur fluida panas masuk (°C)
- $T_{hout}$  = Temperatur fluida panas keluar (°C)
- $T_{cin}$  = Temperatur fluida dingin masuk (°C)
- $T_{cout}$  = Temperatur fluida dingin keluar (°C)

## 1.6 Hasil Penelitian Sebelumnya

### 1.6.1 Efektifitas *Keel Cooler* Pada Sistem Pendingin Mesin Penggerak Utama Kapal

Penelitian sebelumnya tentang *Keel Cooler* sebagai system pendingin mesin utama pada kapal, yang di teliti oleh Muhammad Faizal, pada tahun 2022, dengan memfokuskan pada beberapa kondisi perubahan mesin dengan hasil Nilai perpindahan kalor total dari alat penukar kalor *Keel Cooler* system ini pada 5 kondisi *power/torque* mesin utama sesuai dengan kondisi kapal yaitu :

Pada kondisi *power/torque* 100%, *power/torque* 75%, *power/torque* 50%, *power/torque* 25%, *power/torque* 10%.

1. Nilai perpindahan kalor total pada alat penukar kalor tipe *Keel Cooler system* yang diperoleh dari 5 kondisi *power/torque* mesin kapal yaitu untuk nilai perpindahan kalor total terbesar didapatkan pada kondisi *power/torque* kapal 100% sebesar  $5,599 \times 10^5$  W, dan nilai perpindahan kalor total terkecil didapatkan pada kondisi *power/torque* kapal 10% sebesar  $5,055 \times 10^5$  W.
2. Nilai efektifitas dari alat penukar kalor tipe *Keel Cooler system* yang didapat dari data berdasarkan



*power/torque* yang berbeda diperoleh nilai efektifitas terbesar didapatkan pada kondisi *power/torque* kapal 100% sebesar 79,985%, dan untuk nilai efektifitas terkecil didapatkan pada *power/torque* kapal 10% sebesar 79,839%.

### 1.6.2 Optimasi *Keel Cooler* Pada Sistem Pendingin Mesin Penggerak Utama kapal

Selanjutnya penelitian yang berkaitan dengan *Keel Cooler* yaitu tentang *Keel Cooler* sebagai system pendingin mesin utama pada kapal, yang di teliti oleh Sri Ahyuni Amelia, pada tahun 2023, penelitian ini hanya meneliti mengetahui dimensi panjang *Keel Cooler* yang optimum pada sistem pendingin kapal, dengan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Variasi dimensi panjang yang optimum dengan berbagai variasi dimensi diperoleh pada variasi III dengan lebar pipa *Inlet* 27 m, pipa outlet 47 m, dan pipa distribusi 44 m sebesar 80,138%.
2. Nilai perpindahan kalor total ( $Q_{\text{menyeluruh}}$ ) dari kondisi power/torque mesin 100% diperoleh  $6,655 \times 10^5$  (I)  $5,599 \times 10^5$  (II)  $4,503 \times 10^5$  (III). Semakin kecil dimensi kapal yang digunakan maka semakin besar pula perpindahan kalor total yang di hasilkan.



salah

in latar belakang di atas, maka muncul rumusan masalah sebagai berikut.  
getahui variasi dimensi penampang pada *Inlet* yang optimal pada *Keel Cooler* sebagai  
dingin terhadap mesin utama kapal

2. Untuk mengetahui pengaruh dari beberapa variasi *Inlet* terhadap perpindahan kalor pada aliran *Keel Cooler*.

### 1.8 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian yang diusulkan memiliki tujuan sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui variasi dimensi penampang pada *Inlet* yang optimal pada *Keel Cooler* sebagai *system* pendingin terhadap mesin utama kapal
2. Untuk mengetahui pengaruh dari beberapa variasi *Inlet* terhadap perpindahan kalor pada aliran *Keel Cooler*.

### 1.9 Ruang Lingkup

Dalam pengerjaan penelitian ini perlu diadakan pembatasan-pembatasan pada ruang lingkup sebagai berikut.

1. Penelitian ini akan memfokuskan pada perubahan variasi bentuk *Inlet Inlet* dari *system Keel Cooler*.
2. Untuk spesifikasi mesin sesuai dengan data yang ada digalangan. Pada penelitian ini menggunakan data kapal OT. SKYLIE yang dibuat oleh galangan PT. Samudra Marine Indonesia.
3. Dua mesin penggerak kapal merek CUMMINS KTA 50 – M2, yang didinginkan dengan menggunakan *Keel Cooler system*, dan sesuai dimensi yang berada di lapangan atau data yang diberikan.
4. Variasi bentuk *Inlet Inlet* yang optimal diperoleh dari memodifikasi bentuk standar *Keel Cooler* menjadi bentuk yang lebih efektif.
5. Pada penelitian ini digunakan *power/torque* pada mesin utama berada pada kondisi 100%.
6. Analisis *fouling factor* pada material *Keel Cooler system* diabaikan
7. Kecepatan Aliran diluar pipa dianggap konstan. Kecepatan aliran Haluan di abaikan.
8. Untuk perubahan lebar *Inlet* pada *Keel Cooler*, posisi *stop block* pada saat dilakukan proses docking diabaikan dalam penelitian ini.
9. Simulasi pada Ansys hanya untuk mengetahui nilai temperature dan distribusi panas pada *Keel Cooler system*

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Perancangan metode penelitian dimaksudkan untuk menjawab rumusan masalah yang bertujuan untuk mencapai tujuan penelitian. Metode penelitian dengan simulasi pada *software ansys* dan validasi menggunakan beberapa persamaan. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, berikut ini merupakan metode penelitian.



#### Jmpulan data

an data diperoleh dengan dua cara yaitu melakukan pengambilan data langsung a sekunder yang diperoleh beberapa literatur ilmiah oler.

### 2.1.2 Jenis Data dan Sumber Data Penelitian

Adapun data yang diperoleh yaitu data primer (berupa hasil pengambilan data kapal yang diperlukan melalui pihak kapal) dan data sekunder, yaitu data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain) berupa variasi dimensi pada *Keel Cooler system* dari beberapa jurnal ilmiah

1. Data Primer yang diperoleh berupa:

- a. Data kapal
- b. Gambar kapal

2. Data sekunder yang diperoleh dari beberapa literatur berupa:

- a. Spesifikasi Mesin Utama
- b. Data variasi *power/torque* pada mesin utama kapal
- c. Letak *Keel Cooler System* pada kapal

### 2.2 Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini, pembuatan desain dan perencanaan *Keel Cooler system* dimulai dengan beberapa tahapan. Uraian lengkap metode penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Perumusan masalah

Tahap perumusan masalah merupakan tahap penuangan gagasan masalah yang akan penulis bahas. Rumusan masalah ini menjadi aspek pokok dalam analisis tugas akhir berdasarakan data yang telah didapatkan

b. Studi Literatur

Setelah penulis mengetahui permasalahan penelitian yang didapat selanjutnya dilakukan tahap studi literatur. Pada tahap ini penulis mencari referensi permasalahan dan solusi yang berhubungan dengan penelitian sehingga dapat menunjang penelitian, mengimplementasikannya ke dalam proposal skripsi. Studi literatur dalam pengerjaan proposal skripsi bersumber dari buku, jurnal, dan tugas akhir.

c. Pengumpulan Data

Pada bagian ini disajikan data-data untuk mendukung desain atau perencanaan *Keel Cooler system*. Adapun penyajian data penelitian sebagai berikut.

1. Data Kapal

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data kapal yang dilakukan dengan mengambil data sekunder dari kantor kesyahbandaran perikanan yaitu berupa surat ukur dan sertifikat kelaikan kapal dan wawancara/kunjungan langsung. Adapun data kapal yang didapatkan sebagai berikut :

Tabel 1 Data Kapal OT. Skylie

Variabel	Dimensi
Panjang	74,673 m
Lebar	18 m
Tinggi	4,5 m
Berat	3700 Ton





Gambar 2 Kapal OT. Skylic

## 2. Data *Keel Cooler system*

Pengambilan data *Keel Cooler system* dilakukan dengan mengukur langsung pada objek penelitian. Pada kapal ini, dengan dimensi *Keel Cooler system* yaitu sebagai berikut.

Tabel 2 Spesifikasi *Main Engine* Pada Kapal

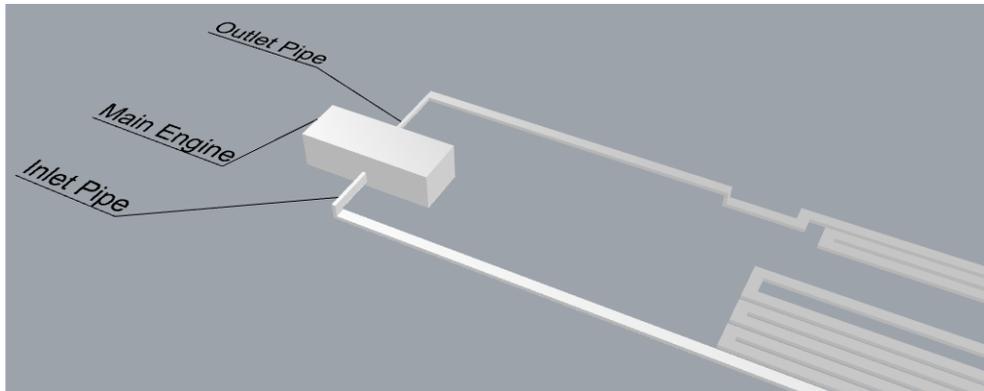
Variabel	Keterangan
Jenis Material Plat	Cummins
Ukuran Plat	25 x 80 x 9 x1200 mm
Jumlah Plat	34/34
Total Plat	68 batang

Mesin jenis ini, menggunakan sistem pendingin *Keel Cooler* umumnya diaplikasikan pada kapal laut atau *marine engine*. Sistem ini memanfaatkan *Keel Cooler*, yaitu rangkaian pipa atau panel yang dipasang di lunas kapal (bagian bawah). *Coolant* panas dari mesin bersirkulasi melalui pipa di lunas, yang kemudian di dinginkan oleh air laut di sekitar kapal.

Tabel 3 Variasi Dimensi Ukuran Dimensi

Model	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
Standar	375,841	0,090	0,090
Variasi I	375,841	0,078	0,078
Variasi II	375,841	0,102	0,102

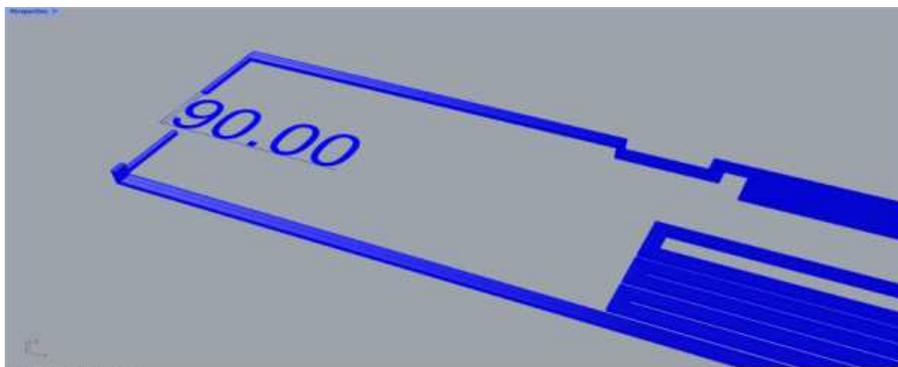




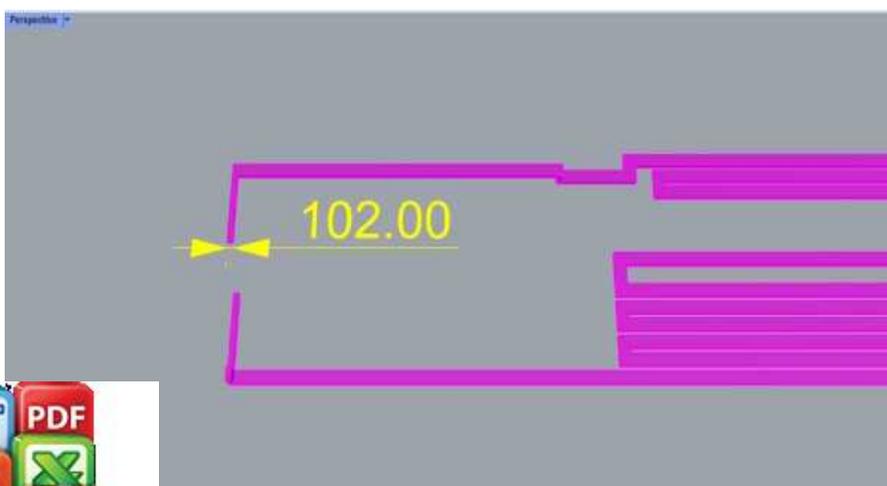
Gambar 3 Desain *Keel Cooler System*

3. Variasi Dimensi *Keel Cooler system*

Beberapa desain variasi dimensi *Inlet Keel Cooler system*, Pada plat sisi kiri dan sisi kanan pada *Keel Cooler* ini terdapat masing-masing 34 plat. *Keel Cooler* terdiri atas 1 pipa *Inlet*, dan 1 pipa outlet dan 8 buah pipa distribusi. Di bawah ini menunjukkan variasi dimensi lebar dari *Inlet Keel Cooler* yang akan di simulasikan.



Gambar 4 Desain Lebar *Inlet Pipa Keel Cooler* (Ukuran Sebenarnya)



Desain Lebar *Inlet Pipa Keel Cooler Variasi I* (Lebih Lebar dari Ukuran Sebenarnya)





Gambar 6 Desain Lebar *Inlet* Pipa *Keel Cooler* Variasi II (Lebih Kecil dari Ukuran Sebenarnya)

d. Pemodelan Objek

Untuk pemodelan objek penelitian ini terdiri beberapa tahap yaitu :

a) Membuat Desain Variasi Penampang *Inlet* pada *Keel Cooler*

Pada tahap ini dilakukan adalah membuat model penelitian dalam hal ini *Keel Cooler* yang terdiri atas plat yang disusun sebagai pipa yang diletakkan diluar lambung kapal, yang kemudian akan dianalisis dan disimulasi. Proses analisis dan simulasi ini dilakukan menggunakan dua software diantaranya, menggunakan Rhinoceros 6 dan Ansys.

b) Perencanaan dan Pemilihan Variasi yang Optimum pada *Keel Cooler system*

Tahap selanjutnya, variasi lebar bentuk saluran atau pipa juga memiliki dampak yang signifikan pada perubahan suhu. Ketika lebar penampang saluran menyempit, kecepatan fluida yang mengalir melaluinya akan meningkat berdasarkan prinsip kontinuitas fluida. Kecepatan aliran yang lebih tinggi sering kali menyebabkan perpindahan panas konvektif yang lebih intensif, yang berarti bahwa fluida dapat dengan cepat menyerap atau melepaskan panas ke lingkungannya. Sebaliknya, jika lebar saluran diperbesar, aliran fluida melambat, yang dapat memperlambat proses transfer panas, menyebabkan perubahan suhu yang lebih lambat dan distribusi suhu yang lebih seragam

c) Perancangan Desain

Pada tahap ini dilakukan dilakukan perancangan desain pada sistem *Keel Cooler* dalam bentuk 3 dimensi. Setelah itu baru akan dilakukan sebuah perancangan desain sistem pendingin *Keel Cooler* dengan memperhitungkan tentang perpindahan kalor dan penurunan pada suhu *Keel Cooler*

e. Analisis kinerja desain menggunakan Ansys CFX 2023

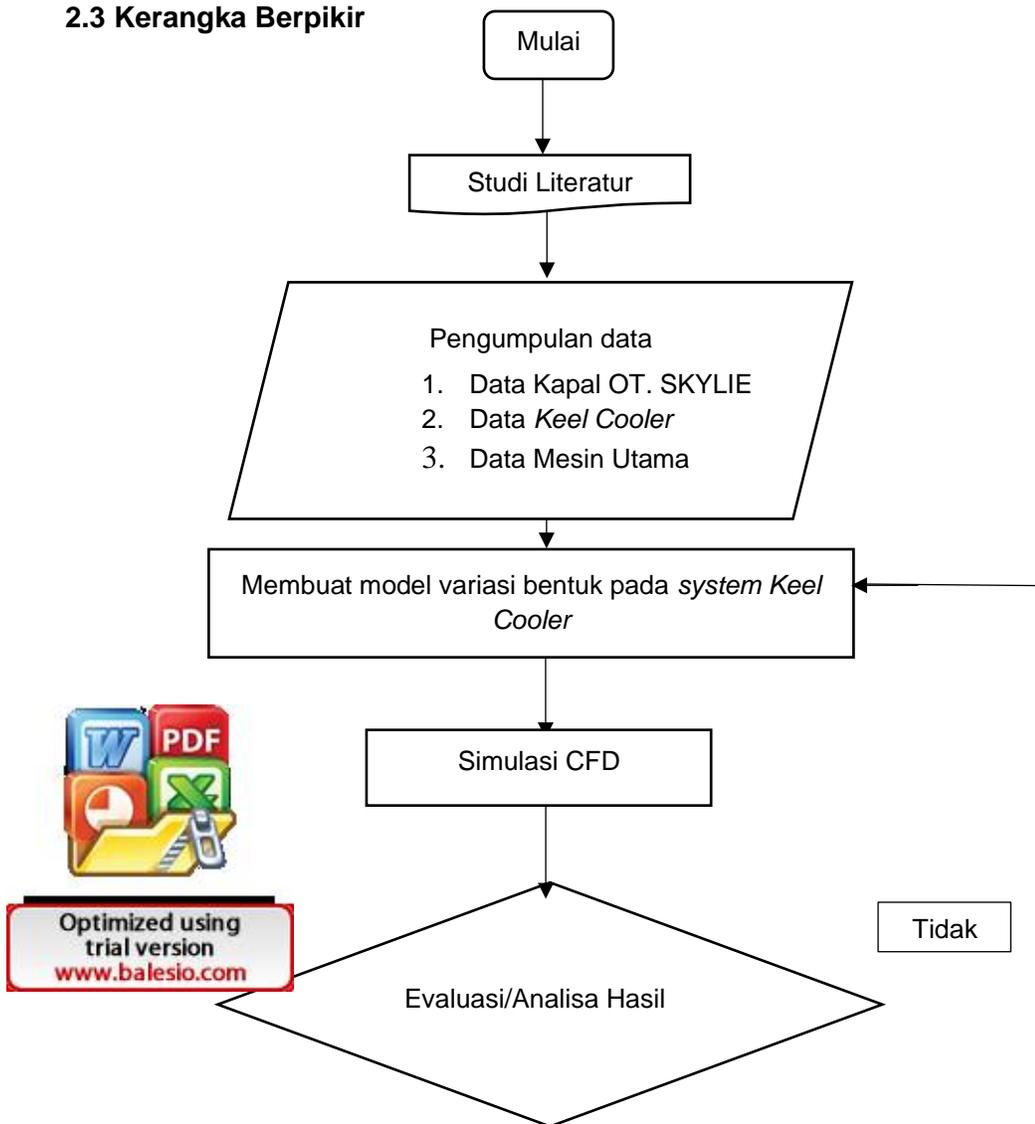
Setelah membuat model variasi *Inlet* pada *Keel Cooler system*, selanjutnya melakukan analisis kinerja desain dengan menggunakan *software* ansys CFX dengan hasil keluaran yang akan didapatkan setelah melakukan simulasi yaitu suhu pada *Keel Cooler system*.

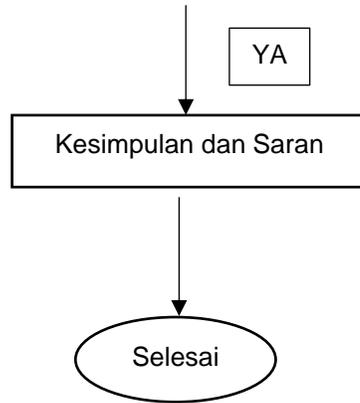
f. Kesimpulan dan Saran

Dibuat sebuah kesimpulan berdasarkan analisa yang telah dilakukan dan merupakan jawaban dari suatu perumusan masalah pada penelitian ini. Sedangkan saran bertujuan uuntuk pengembangan penulisan tugas akhir ini kedepannya.



### 2.3 Kerangka Berpikir





## 2.4 Waktu Penelitian

Waktu penelitian tugas akhir ini dimulai dari penentuan judul proposal, pengambilan data, hingga penyusunan akhir yang membutuhkan waktu sekitar 11 bulan, dimulai pada bulan Maret sampai bulan Oktober.

## 2.5 Jadwal Penelitian

Tabel 4 Jadwal penelitian

NO	NAMA KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN (Bulan)							
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	Mempelajari latar belakang penelitian	■							
2	Mencari sumber referensi tentang penelitian yang akan dilakukan	■							
3	Konsultasi penelitian	■	■						
4	Seminar proposal			■					
5	Pengerjaan hasil penelitian			■	■	■	■	■	
6	Seminar Hasil								■
7	Seminar Tutup								■

