

# Analisis Beban Pendingin Palka Ikan Kapal Katinting Menggunakan Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

Surya Hariyanto<sup>1</sup>, Syerly Klara<sup>1</sup>, Balqis Shintarahayu<sup>1</sup>, Eunike Barangan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin  
Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa, Indonesia

\*Email: eunikebarangan12@gmail.com

---

## Abstrak

Palka ikan merupakan tempat menyimpan dan menjaga kesegaran hasil tangkapan yang penempatannya secara permanen maupun yang masih bisa diangkat dan diturunkan dari kapal. Berdasarkan hasil wawancara dan survei langsung terhadap beberapa nelayan di Makassar, khususnya nelayan kapal katinting, sebagian besar masih memanfaatkan kotak *styrofoam* yang biasanya diisi dengan es batu untuk mempertahankan kesegaran dan mutu ikan hingga sampai ke tangan konsumen. Namun metode pendinginan tersebut dapat mengurangi kapasitas ruang muat palka. Untuk itu diperlukan sebuah sistem pendingin yang optimal dan juga ramah terhadap lingkungan. Sistem pendingin palka ikan berbasis energi surya merupakan opsi yang tepat untuk digunakan. Penggunaan dan pengaplikasiannya yang cenderung lebih mudah dan sangat memungkinkan diterapkan pada perahu nelayan. Dengan memanfaatkan sistem pendingin tersebut tentunya pada dinding palka harus dilapisi dengan material isolator yang mampu mempertahankan suhu yang diinginkan di dalam ruang palka. Maka pada penelitian ini dilakukan perhitungan beban pendingin dengan *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) dan menganalisa perbandingan penggunaan material insulasi palka yakni *polystyrene* dan *polyurethane* menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Palka dengan lapisan insulasi *polystyrene* (*fiberglass* 3 mm + *polystyrene* 1 cm + *fiberglass* 2 cm) dengan perhitungan diperoleh beban panas (Q) sebesar 92 W dan *heat flux* 47,339 W/m<sup>2</sup>, dari hasil simulasi diperoleh temperatur operasi ruang palka 2,073°C, *heat flux* 46,163 W/m<sup>2</sup>, dan persentase penyimpangan antara hitungan dengan simulasi sebesar -2,484%. Palka dengan lapisan insulasi *polyurethane* (*fiberglass* 3 mm + *polyurethane* 1 cm + *fiberglass* 2 cm) dengan perhitungan diperoleh beban panas (Q) sebesar 84 W dan *heat flux* 43,378 W/m<sup>2</sup>, dari hasil simulasi diperoleh temperatur operasi ruang palka 2°C, *heat flux* 42,593 W/m<sup>2</sup>, dan persentase penyimpangan antara hitungan dengan simulasi sebesar -1,808%, dengan beban panas, *heat flux*, dan persentase penyimpangan yang lebih rendah didapatkan pada palka dengan material insulasi *polyurethane*, sehingga material insulasi yang tepat untuk diaplikasikan pada palka ikan Katinting yaitu *polyurethane*.

## Abstract

**Analysis of Cooling Load in Katinting Boat Fish Hold using Computational Fluid Dynamics (CFD).** Fish holds are places for storing and maintaining the freshness of catch, whether they are permanently placed or can be lifted and lowered from the vessel. Based on interviews and direct surveys with several fishermen in Makassar, particularly those operating Katinting boats, most still utilize styrofoam boxes filled with ice as an alternative to maintaining the freshness and quality of fish until they reach consumers' hands. However, this cooling method can reduce the cargo capacity of the fish hold. Therefore, an optimal and environmentally friendly cooling system is needed. A solar-powered fish hold cooling system is a suitable option for this purpose. Its usage and application are relatively more accessible and highly feasible for fishermen's boats. By utilizing such a cooling system, the fish hold walls must be lined with insulating material capable of maintaining the desired temperature inside the hold space. Hence, this study calculates the cooling load using the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) and analyzes the comparison of insulation materials for the fish hold, namely polystyrene and polyurethane, using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method. For a fish hold with a polystyrene insulation layer (fiberglass 3 mm + polystyrene 1 cm + fiberglass 2 cm), the calculated heat load (Q) is 92 W and the heat flux is 47,339 W/m<sup>2</sup>. The simulation results show an operating temperature of 2.073°C, heat flux 46,163 W/m<sup>2</sup>, and a deviation percentage between calculation and simulation of -2.484%. Meanwhile, for a fish hold with a polyurethane insulation layer (fiberglass 3 mm + polyurethane 1 cm + fiberglass 2 cm), the calculated heat load (Q) obtained is 84 W and the heat flux 43,378 W/m<sup>2</sup>. The simulation results show an operating temperature of 2°C, heat flux 42,593 W/m<sup>2</sup>, and a deviation percentage between calculation and simulation of -1.808%. With lower heat load, heat flux, and deviation percentage, polyurethane insulation is deemed more suitable for application in Katinting fish holds.

**Kata Kunci:** Palka ikan; kapal katinting; polystyrene, polyurethane; ANSYS R2 2018

## 1. Pendahuluan

Palka merupakan tempat penyimpanan muatan yang penempatannya secara permanen maupun yang masih bisa diangkat dan diturunkan dari kapal. Ruang palka ini berguna untuk menyimpan dan mengawetkan muatan berupa ikan hasil tangkapan. Muatan harus dapat tersimpan dengan baik, tidak rusak, tidak busuk, kedap air, dan tidak mudah terpengaruh panas dari luar sehingga suhu di dalamnya tetap dalam kondisi dingin. Cara yang paling mudah untuk pendinginan adalah dengan menggunakan es sebagai bahan pendingin [1].

Dari wawancara yang dilakukan terhadap beberapa nelayan dengan Kapal Katinting di Makassar, sebagian besar masih memanfaatkan kotak gabus/*styrofoam* yang diisi dengan es batu sebagai alternatif untuk mempertahankan kesegaran dan mutu ikan hasil tangkap hingga sampai ke tangan konsumen. Karena dianggap lebih ekonomis dan mudah.

Namun jika dianalisa dengan baik secara teknis maupun ekonomis, banyak kelemahan dalam sistem pendingin es batu tersebut. Dari sisi teknis, dengan adanya es sebagai media pendingin, maka berat esnya akan menjadikan berat kapal bertambah, sehingga menambah tahanan kapal yang sebetulnya harus dihindari karena dampaknya terhadap konsumsi bahan bakar yang akan menjadi besar untuk mencapai kecepatan yang sama sebelumnya tahanannya bertambah. Dari segi ekonomis, *owner* kapal mengalami kerugian karena hilangnya kapasitas angkut ikan yang oleh karena penggunaan sebagian ruang muat untuk mengisi kotak gabus dan es. Selain itu, lama pelayaran juga akan terbatas karena menyesuaikan dengan waktu mencairnya es, serta rasa dan berat ikan akan berubah dengan pemberian garam untuk memperlambat pencairan es [2].

Untuk itu diperlukan sebuah sistem pendingin yang optimal dan juga ramah terhadap lingkungan. Sistem pendingin palka ikan berbasis energi surya menjadi salah satu opsi yang dapat digunakan. Selain penggunaan dan pengaplikasian yang cenderung lebih mudah dibandingkan energi terbarukan yang lain, juga sangat memungkinkan diterapkan pada perahu nelayan [3]. Dengan memanfaatkan sistem pendingin tersebut tentunya pada dinding palka harus dilapisi dengan material isolator yang mampu mempertahankan suhu yang diinginkan di dalam ruang palka.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini penulis ingin menganalisis beban pendingin palka ikan berinsulasi yang permanen pada lambung kapal dengan panel surya sebagai penyuplai dayanya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Palka Ikan

Menurut Furkanudin [4] palka merupakan tempat menampung dan atau mengawetkan hasil tangkapan, baik penempatannya secara permanen maupun tidak permanen (yang dapat diangkat dan diturunkan) dalam lambung kapal.

Terdapat empat jenis palka ikan di kapal, yaitu palka berinsulasi, palka yang tidak berinsulasi, palka berinsulasi dengan refrigasi mekanik untuk pendinginan, dan palka berinsulasi dengan refrigasi mekanik untuk pembekuan [5].

Bentuk palka ikan secara umum dibedakan menjadi dua yaitu berbentuk ruang persegi dan ada yang bentuknya mengikuti bentuk badan kapal di bagian dasar dan atau di sisi samping kapal [6].

### 2.2. Isolasi Ruang Palka

Sistem isolasi/insulasi ruang palka berfungsi sebagai penghalang panas dari luar untuk masuk ke dalam ruang palka. Berbagai sistem insulasi telah populer diaplikasikan pada penangkap ikan, diantaranya *polystyrene* dan *polyurethane* hal ini dikarenakan kemudahan dalam aplikasinya. Bahan ini dapat diaplikasikan pada berbagai bentuk palka karena bentuknya yang cair saat disisipkan ke dinding palka, sehingga dapat masuk ke seluruh bagian dinding palka sebelum mengeras [7].

Karakteristik *polyurethane* dan *polystyrene* terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik *polyurethane* [8]

Material	Expanded Polyurethane	Polystyrene
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	40	15-30
Konduktivitas Termal (W/m <sup>2</sup> °C)	0,023	0,033
Ketahanan terhadap api	Kurang bagus	Baik
Kekuatan kompresi (kg/m <sup>2</sup> )	3000	Tidak bagus
Harga	Cukup mahal	Murah
Biaya pasang	Cukup mahal	Cukup murah

### 2.3. Refrigerasi

Refrigerasi atau pendinginan merupakan proses pengambilan atau pengeluaran kalor dari suatu materi atau ruangan dan mempertahankan keadaannya sedemikian rupa sehingga temperaturnya lebih rendah dari pada lingkungan sekitarnya.

Refrigerasi kompresi uap adalah jenis pendingin yang memanfaatkan siklus kompresi uap untuk melakukan pendinginan. Pendingin ini menggunakan fluida kerja dalam bentuk refrigeran untuk menghasilkan kondisi dingin. Pendinginan dilakukan dengan proses pengembunan refrigeran oleh kondensor dan penguapan oleh evaporator.

Komponen utama dari pendingin kompresi uap meliputi kompresor, kondensor, evaporator, katup ekspansi, dan refrigeran. Salah satu jenis cairan refrigeran yang bisa dipilih dan paling cocok dengan alat pada penelitian ini adalah R134A.

#### 2.4. Perhitungan Beban Pendingin

Metode yang digunakan adalah *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*. Berdasarkan buku pegangan ASHARE, *Cooling Load* secara keseluruhan merupakan gabungan dari *eksternal load* dan *internal load*. *eksternal load* merupakan beban yang berasal dari perpindahan panas yang ada di luar ruangan, sedangkan *internal load* yang berasal dari panas yang ditimbulkan oleh manusia, alat elektronik, dan alat penerangan seperti lampu.

Pada *eksternal load* ini dilakukan perhitungan beban pendingin dari luar yang sumbernya dari kalor sensibel dinding, atap, dan lantai dinamakan beban transmisi. Beban kalor dalam kurun waktu tertentu tergantung pada laju aliran panas yang menembus dinding. Berikut merupakan perhitungan laju perpindahan panas yang dapat dilihat pada persamaan ini.

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad (1)$$

Nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan (U) pada dinding, atap, dan lantai dapat dihitung melalui persamaan:

$$U = 1/(1/h_{in} + x/k + 1/h_{out}) \quad (2)$$

Beban kalor infiltrasi udara adalah kehilangan atau perpindahan kalor yang disebabkan oleh perembesan udara luar ke dalam ruang pendingin. Dihitung dengan persamaan:

$$q_{inf} = V \times f \times \rho_{ud} \times c_{ud} \times \Delta T \quad (3)$$

Pada *internal load* beban pendingin yang disebabkan oleh bobot muatan rangkaian perhitungan tiga tahap yaitu; pelepasan kalor sebelum beku, pelepasan kalor laten produk serta pelepasan kalor setelah beku. Namun untuk pendinginan yang digunakan tidak mencapai titik beku sehingga hanya dihitung sampai tahap pertama. Dapat dihitung dengan persamaan;

$$Q = m \times C_p \times (t_o - t_i) \quad (4)$$

#### 2.5. Computational Fluid Dynamics (CFD)

CFD adalah salah satu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk menganalisa dan menyelesaikan masalah yang terjadi pada aliran fluida. Adapun tahapan yang dilakukan ketika menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* pada *software ANSYS R2 2018* yaitu *geometri, meshing, setup, solution* dan *result*.

### 3. Metode

Objek penelitian Kapal Katinting yang sedang dibangun di galangan Taiyo Marineng, Makasar. Setelah mengidentifikasi objek, pada konstruksinya belum dilengkapi dengan sistem insulasi palka, kemudian dilakukan studi literatur terkait bahan pustaka atau literatur yang menunjang penelitian dan dilakukan studi lapangan, dalam hal ini peneliti melakukan wawancara dengan nelayan yang mengoperasikan kapal dengan tipe yang sama dengan objek yang diteliti.

Pengumpulan data diperlukan untuk pembuatan model palka, bahan insulasi, dan ketebalan bahan insulasi. Data yang dikumpulkan seperti data utama kapal, material kapal, ukuran palka, trayek pelayaran, data ikan yang menjadi target penangkapan, spesifikasi bahan insulasi yang digunakan serta hal lain yang mendukung pengerjaan penelitian ini.

Pemodelan palka dengan membuat sketsa hasil pengukuran objek pada *Autocad* dan membuat model 3D pada *Solidworks* dalam hal ini variasi ketebalan material dan jenis material insulasi. Modifikasi palka ini menggunakan *polystyrene* dan *polyurethane* dengan ketebalan yang sama yakni 1 cm. Selanjutnya dilakukan perhitungan beban kalor.

Dalam menghitung beban kalor perlu memperhatikan material palka dan produk yang akan dibawa, baik menggunakan metode *CLTD* yang memanfaatkan perbedaan temperatur luar dan dalam palka, dan juga dilakukan analisis perpindahan panas palka menggunakan *CFD* dengan menggunakan *software ANSYS CFX R2 2018*.

#### 3.1. Data

Data kapal yang terlihat pada Gambar 1 diambil dengan melakukan pengukuran langsung di galangan fiber Taiyo Marineng seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Foto kapal dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan dimensi palka yang diperoleh dari pengukuran langsung ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data utama kapal

Tipe Kapal	Katinting
LOA	8,25 m
B	0,73 m
T	0,51 m
H	0,55 m
Mesin	Honda GX270, 9 PK
Lama Berlayar	8 Jam
Kecepatan kapal dengan mesin Honda GX270, 9 PK	8,96 Knot
Alat Tangkap	Jaring dan pancing



Gambar 1. Kapal Katinting

Tabel 3. Dimensi palka

Bentuk	Mengikuti bentuk lambung
Panjang	0,95 m
Lebar	0,63 m
Tinggi	0,454 m



Gambar 2. Ruang palka ikan

Data spesifikasi hasil tangkapan didapatkan dari wawancara terhadap nelayan yang menggunakan kapal dengan tipe yang sama dan relevan.

Tabel 4. Spesifikasi hasil tangkapan (Ikan Cepa/Kuwe)

Kingdom	Animalia
Filum	Chordata
Kelas	Actinopterygii
Ordo	Perciformes
Famili	Carangidae
Genus	Caranx
Spesies	Caranx Ignobilis
Suhu Habitat	28 -30 °C
Suhu awal	28 °C
Panas Spesifik	0,9 kkal/kg/°C
Panjang sampel Ikan	15 cm
Berat sampel Ikan	0,2 kg
Volume sampel Ikan	0,00032 m <sup>3</sup>

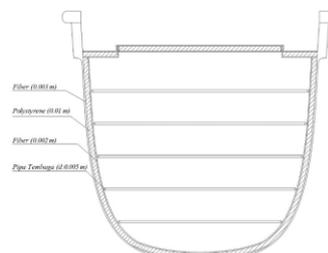
### 3.2. Variasi Model

Variasi ketebalan material dan jenis material insulasi. Modifikasi palka ini menggunakan *polystyrene* pada model 1 dan *polyurethane* model 2 dengan ketebalan yang sama yakni 1 cm. Berikut ini variasi model palka modifikasi secara detail.

#### • Variasi model 1

Tabel 5. Penyusun dinding palka model 1

Susunan	Bahan	Tebal (m)
1	Fiber	0,003
2	Polystyrene	0,01
3	Fiber	0,002

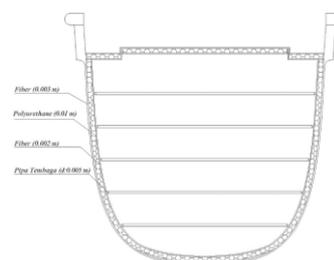


Gambar 3. Susunan dinding palka variasi model 1

#### • Variasi model 2

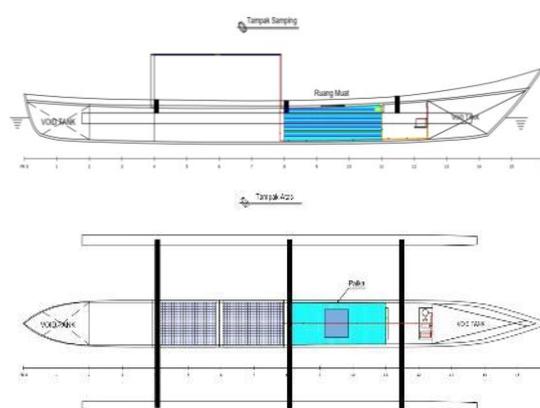
Tabel 6. Penyusun dinding palka model 2

Susunan	Bahan	Tebal (m)
1	Fiber	0,003
2	Polyurethane	0,01
3	Fiber	0,002

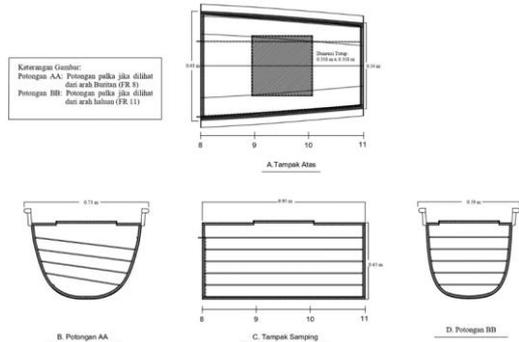


Gambar 4. Susunan dinding palka variasi model 2

## 4. Hasil dan Pembahasan



Gambar 5. General Arrangement Kapal Katinting



Gambar 6. Desain 2D model palka Kapal Katinting dengan software Autocad

Waktu pelayaran 8 jam/hari dan waktu operasi sistem pendingin 7 jam/hari. Sedangkan alat tangkap yang digunakan pada kapal ini ialah jaring dan pancing dengan hasil tangkapan ialah Ikan Cepa atau biasa juga dikenal dengan Ikan Kuwe.

4.1. Perhitungan Beban Pendingin

• Beban Transmisi

Beban transmisi merupakan kehilangan atau perolehan kalor akibat beda suhu antara kedua sisi elemen bangunan palka. Maka dalam penelitian ini ada beberapa sisi yang menjadi faktor perhitungan beban transmisi yaitu tutup palka, sisi kiri dan sisi kanan palka, alas palka, serta sisi depan dan belakang palka. Adapun beban transmisi dari kedua model sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil perhitungan beban transmisi

Model	Q tutup (W)	Q sisi (W)	Q depan (W)	Q belakang (W)	Q atap (W)	Q trans (W)
1	4,68	31,99	5,89	4,67	11,45	58,69
2	3,99	27,93	5,027	4,19	9,85	50,99

• Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi adalah beban kalor yang diakibatkan adanya udara yang masuk/menyusup (*infiltrate*) melalui tutup palka yang terbuka selama proses bongkar muat. Adapun perolehan beban infiltrasi dari kedua model sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil perhitungan beban infiltrasi

Model	V (m <sup>3</sup> )	f	$\rho_{ud}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$c_{ud}$ (kJ/kgK)	$\Delta T$ (K)	Q (kJ/jam)	Q (W)
1	0,13	32	1,3	0,72	28	9,1	25,3
2	0,13	32	1,3	0,72	28	9,1	25,3

• Beban Produk

Beban produk atau *internal load* merupakan data-data jumlah beban yang ada dalam ruangan tersebut. Berikut hasil dari kedua model.

Tabel 9. Hasil perhitungan beban produk

Model	m (kg)	Cp (kJ/kgK)	$\Delta T$ (K)	Q (W)
1	82,12	3,7656	26	8,0399
2	82,12	3,7656	26	8,0399

Dari hasil tersebut diperoleh beban panas total kedua model palka sebagai berikut.

Tabel 10. Beban panas total

Model	Beban kalor (W)			Q <sub>tot</sub> (W)
	Q <sub>trans</sub>	Q <sub>inf</sub>	Q <sub>produk</sub>	
1	58,69	25,3	8,0399	92,027
2	50,99	25,3	8,0399	84,326

Beban panas total tersebut diperoleh dari total jumlah antara beban transmisi, beban infiltrasi, dan beban produk atau muatan pada ruang palka. Jika diperhatikan pada Tabel 11 di atas, yang membedakan antara model 1 dengan model 2 yaitu beban transmisi (Q transmisi) dimana beban transmisi ini sendiri merupakan jumlah panas yang ditransfer melalui suatu material insulasi dari satu sisi luar ke sisi bagian dalam palka karena adanya beda temperatur antara sisi luar dengan bagian dalam palka.

Besar kecilnya beban transmisi pada palka sangat dipengaruhi oleh konduktivitas termal material insulasi dinding yang digunakan. Semakin rendah konduktivitas termal, semakin sedikit panas yang dapat ditransfer melalui material tersebut. Begitupun sebaliknya untuk konduktivitas termal yang tinggi, kemampuannya untuk menghantarkan panas akan lebih tinggi sehingga banyak panas yang ditransfer ke dalam ruang palka. Dari hal ini diketahui alasan beban transmisi pada kedua model di atas berbeda dikarenakan nilai konduktivitas material insulasi yang berbeda, yakni *polystyrene* konduktivitas (k) 0,033 W/m°C dan *polyurethane* dengan konduktivitas termal (k) 0,023 W/m°C. Nilai konduktivitas material *polyurethane* lebih rendah dibandingkan dengan *polystyrene*. Oleh karena itu, beban transmisi pada model 2 lebih rendah dibandingkan dengan model 1.

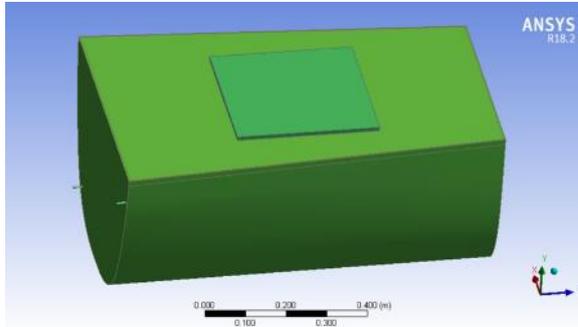
Besar kecilnya beban transmisi pada palka mempengaruhi kebutuhan daya pendinginan palka. Daya yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu palka adalah energi yang diperlukan untuk menyeimbangkan panas yang hilang atau ditambahkan ke sistem agar suhu tetap konstan. Dari hal ini dapat diketahui bahwa daya yang diperlukan untuk mempertahankan suhu palka yang diinginkan pada penelitian ini yakni 2 °C akan lebih rendah jika menggunakan *polyurethane* dibandingkan dengan *polystyrene*.

4.2. Analisis Menggunakan CFD

Analisis menggunakan CFD dilakukan dengan simulasi pada ANSYS CFX. Adapun beberapa tahapannya sebagai berikut.

- Tahap *Geometri*

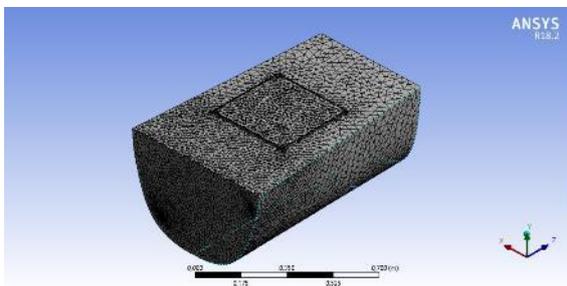
Model diimport ke software ANSYS CFX R2 2018. Setelah itu menentukan wilayah yang akan disimulasikan dalam hal ini dinding dalam dan dinding luar ruang palka serta pipa evaporator.



Gambar 7. Pemodelan pada tahap *geometri*

- Tahap *Meshing*

Salah satu faktor yang paling berpengaruh pada simulasi ini ialah tahap *meshing* atau *gridling*. Tahap ini sangat mempengaruhi akurasi, konvergensi, dan kecepatan simulasi. Semakin kecil cacahannya maka semakin akurat pula hasil yang didapatkan, namun jika terlalu kecil pula maka persamaan dan proses komputasi juga akan lama.



Gambar 8. Pembentukan *mesh* pada model

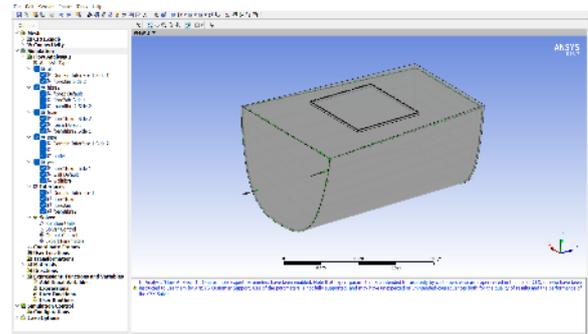
- Tahap *Setup*

Tahap ini adalah tahapan yang dilakukan untuk memasukkan variable-variabel yang berhubungan dengan simulasi yang dilakukan. Pada tahapan ini dibagi menjadi *default* dilakukan untuk mengatur sifat dalam analisis, seperti arah aliran, sifat fisik dan fluida yang digunakan dan *wall* merupakan pengaturan standar *boundary condition* untuk *domain fluid* yang meliputi sisi kiri dan sisi kanan, atap termasuk tutup palka, serta alas palka dapat dilihat pada Gambar 9.

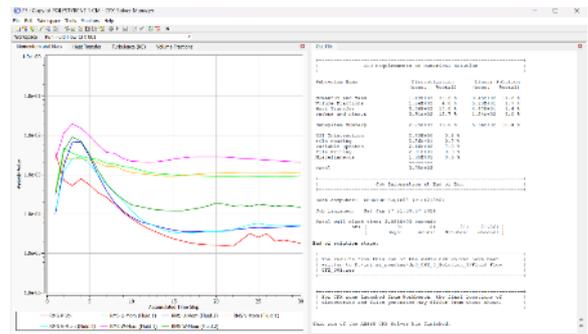
- Tahap *Solution*

Tahap *solution* adalah tahap dimana perhitungan numerik dengan batasan iterasi yang telah di atur. verifikasi dalam menentukan berhasil atau tidaknya simulasi selama proses perhitungan dengan pendekatan *CFD* dilakukan dengan tahapan yaitu

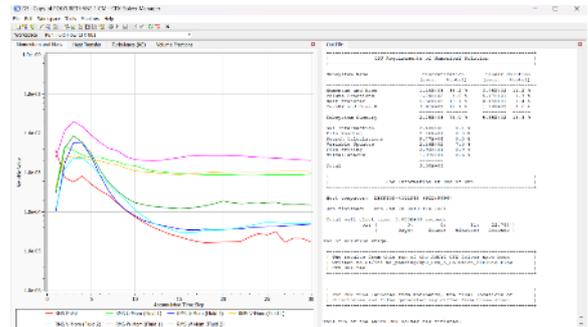
konvergen. Adapun hasil dari tahap *solution* ini berupa grafik pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 9. Pengaturan *domain* dan *boundary*



Gambar 10. Grafik *solution* pada model 1



Gambar 11. Grafik *solution* pada model 2

Dari kedua grafik di atas dapat dilihat konvergensi simulasi model 1 dan 2 pada kondisi *steady* dan jumlah iterasi yang digunakan 30. Pada sumbu x mewakili iterasi atau waktu simulasi, pada sumbu y mewakili domain yang dapat dilihat pada gambar 10. Adapun variable pada grafik tersebut yaitu RMS P-Vol, RMS V-Mom, RMS U-Mom (fluid 1), RMS W-Mom, RMS U-Mom (fluid 2), RMS W-Mom (fluid 2), dan RMS V-Mom (fluid 1).

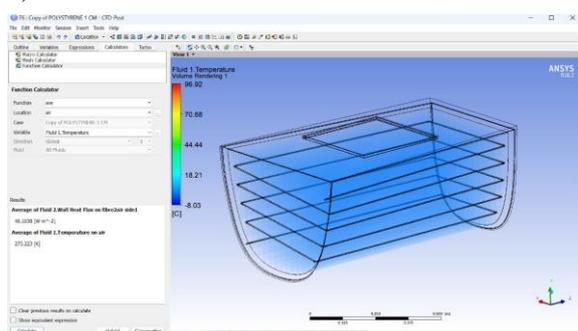
Kedua grafik tersebut menunjukkan ketika grafik sudah mulai konvergen khusus pada RMS P-Vol kembali kurang stabil pada iterasi 22 sampai pada iterasi 27 untuk model 1 dan untuk model 2 pada iterasi 22 sama pada iterasi 30. RMS P-Vol sendiri merupakan nilai rata-rata dari tekanan yang diukur di seluruh volume simulasi, yang digunakan untuk mengevaluasi konvergensi dalam simulasi aliran

fluida. Ketidakstabilan pada RMS P-Vol ini kemungkinan diakibatkan oleh perubahan tekanan dalam ruangan karena adanya perubahan suhu.

• Tahap *Result*

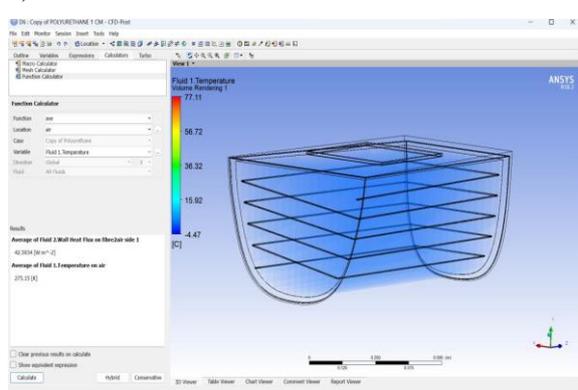
Dalam penelitian ini diperoleh hasil laju perpindahan panas dari setiap material yang berpengaruh pada suhu yang ada pada lapisan terdalam ruang palka. Dalam *software* ini juga dapat melihat visualisasi model, kontur, temperatur, dan lain sebagainya.

1) Variasi Model 1



Gambar 12. Temperatur dan *Heat Flux* operasi ruang palka hasil simulasi model 1

2) Variasi Model 2



Gambar 13. Temperatur dan *Heat Flux* operasi ruang palka hasil simulasi model 2

Pada tahap ini diperoleh *heat flux* dan temperatur operasi ruang palka sebagai berikut.

Tabel 11. *Heat flux* dan temperatur operasi palka

Model	Temperatur (°C)	<i>Heat Flux</i> (W/m <sup>2</sup> )
1	2,073	46,1638
2	2	42,5934

4.3. Validasi Hasil

Validasi yang digunakan adalah dengan membandingkan *heat flux* dari hitungan dengan hasil simulasi untuk menunjukkan persentase *error* atau persentase simpangan antara perhitungan dan hasil

simulasi. Nilai validasi yang baik pada umumnya <5%. Adapun nilai validasinya berikut ini.

Tabel 12. Persentase simpangan antara *heat flux* perhitungan dengan simulasi

Model	Metode CLTD <i>Heat Flux</i> (W/m <sup>2</sup> )	Metode CFD <i>Heat Flux</i> (W/m <sup>2</sup> )	Error (%)
1	47,339	46,163	-2,484
2	43,378	42,593	-1,808

Dari tabel di atas dapat dilihat persentase penyimpangan <5%, sehingga kedua model tersebut aplikatif. Nilai validasi yang paling kecil terdapat pada model 2 yaitu -1,808%. Selain itu juga *heat flux* yang lebih rendah terdapat pada model 2. Perbandingan nilai ini dapat menjadi poin pemilihan model yang tepat untuk digunakan pada palka ikan katinting yang diteliti.

5. Kesimpulan

Beban pendingin yang diperoleh dari metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* pada model palka dengan lapisan insulasi *polystyrene (fiberglass 3 mm + polystyrene 1 cm + fiberglass 2 cm)*, beban panas (Q) sebesar 92 W dengan *heat flux* sebesar 47,339 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan pada model palka dengan lapisan insulasi *polyurethane (fiberglass 3 mm + polyurethane 1 cm + fiberglass 2 cm)*, beban panas (Q) sebesar 84 W dengan *heat flux* sebesar 43,378 W/m<sup>2</sup>.

Dari hasil simulasi palka dengan lapisan insulasi *polystyrene* diperoleh temperatur operasi ruang palka 2,073°C, *heat flux* sebesar 46,163 W/m<sup>2</sup>. Palka dengan lapisan insulasi *polyurethane* diperoleh temperatur operasi ruang palka 2°C, *heat flux* sebesar 42,593 W/m<sup>2</sup>. Validasi dari palka dengan insulasi *polystyrene* sebesar -2,484% sedangkan dari palka dengan insulasi *polyurethane* sebesar -1,808%. *Heat flux* dan validasi yang lebih rendah terdapat pada palka dengan lapisan insulasi *polyurethane*. Sehingga lapisan insulasi yang tepat untuk diaplikasikan pada palka ikan katinting yaitu *polyurethane*.

Referensi

[1] A. P. L, S. J. Wattimena, and L. H. Laisina, "Perancangan Sistem Penerangan Lampu dengan Solarcell dan Coolbox Pendingin Ikan Menggunakan Peltier Bagi Nelayan Dusun Seri Kecamatan Nusaniwe Kota Ambon," *J. Pengabd. Masy. Iron*, vol. 2, pp. 112–122, 2019.

[2] Kiryanto and H. Supriyanto, "Analisa Teknis dan Ekonomis Perencanaan Sistem Pendingin Ruang Palkah Ikan Dengan Sistem Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran R22 (Monokloro Difluoro Metana)," *KAPAL*, vol. 8, pp. 6–15, 2011.

- [3] F. Mahmuddin, S. Klara, M. B. Selamat, and Rahmatullah, "Penerapan Teknologi Pendingin Ikan Berbasis Energi Surya pada Masyarakat Nelayan di Desa Turungan Kecamatan Mattiro Sompe Kabupaten Pinrang," *J. Ris. Teknol. Terap. Kemaritiman*, vol. 1, pp. 59–64, 2022.
- [4] Furkanudin, W. Amiruddin, and A. W. B. S, "Desain Palka Kapal Ikan yang Efisien Guna Melayani Kebutuhan Pelayaran di Daerah Zona Ekonomi Eksklusif," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 2, pp. 1–10, 2014.
- [5] M. Astawan, *Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan di Atas Kapal*. Jakarta: Universitas Terbuka, 2011.
- [6] E. S. Hadi, P. Manik, and Juwanto, "Analisa Performance Kapal Ikan Tradisional KM. Rizky Mina Abadi dengan Adanya Modifikasi Palka Ikan Berinsulasi Polyurethane," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 9, pp. 68–73, 2012.
- [7] W. Amiruddin, B. H. Iskandar, B. Murdiyanto, and M. S. Baskoro, "Densitas Insulasi Polyurethane pada Palka Kapal Penangkap Ikan Tradisional Di Pekalongan," *Mar. Fish. J. Teknol. dan Manaj. Perikan. Laut*, vol. 4, pp. 35–40, 2013.
- [8] G. G. Brown, *Teknologi Hasil Perikanan*. 1983.