

ISSN : 2337-7976

VOLUME V/NO.1/MARET 2017

**PROSIDING**  
**SEMINAR HASIL PENELITIAN**  
**SEMESTER GANJIL**  
**2016/2017**  
**14 Maret 2017**

*“MENINGKATKAN MUTU DAN PROFESIONALISME  
DOSEN MELALUI PENELITIAN”*

**LEMBAGA PENELITIAN,  
PENGABDIAN MASYARAKAT DAN KEMITRAAN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

# ANALISA KEGAGALAN SISTEM PENDINGIN PADA KAPAL X DOUBLE ENGINE

Shahrin Febrian S.T, M.Si, Shanty Labora Manulang S.Pi, M.Si, Aldyn Clinton Partahi Oloan  
e-mail: [shahrin.febrian@gmail.com](mailto:shahrin.febrian@gmail.com),

Fakultas Teknologi Kelautan – Program Studi Teknik Perkapalan  
Universitas Darma Persada

## Abstrak

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki 17.100 pulau yang dibatasi oleh perairan. Karena luasnya wilayah perairan Indonesia ini maka negara ini memerlukan banyak kapal sebagai sarana transportasi dan sarana untuk mendukung hasil laut Indonesia yang melimpah dan transportasi antar pulau yang masif. Untuk itu PT. DKB membuat sebuah kapal jenis X Double Engine yang dilengkapi dengan sistem RAS (*Replenishment at Sea*) yaitu sebuah kapal untuk membantu transfer bahan bakar di laut. Namun, mesin belum berfungsi maksimal disebabkan karena panas mesin yang berlebih, yang mana panas yang dikeluarkan oleh mesin sehingga efisiensi dari mesin kapal tersebut menjadi menurun. Panasnya mesin tersebut kemungkinan disebabkan karena adanya masalah pada *Cooler* yang tidak mampu untuk melayani kebutuhan mesin induk. Untuk itu maka perlu dilakukan kajian ulang mengenai hal tersebut agar performa mesin optimal.

**Kata kunci:** Kapal, Panas, Cooler, Mesin, Efisiensi

### 1.2. Rumusan Masalah

Yang menjadi fokus pada penelitian ini penghitungan ulang dan penentuan ulang dari *cooler* untuk mesin agar panas yang berlebih (*overheating*) tidak terjadi lagi dan kinerja mesin dapat lebih meningkat dan optimal.

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan dan ruang lingkup peneliti, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Parameter yang diambil adalah temperatur saja.
2. Pembahasan hanya menghitung *low temperature cooler* pada mesin induk kapal.
3. Tidak membahas fenomena perpindahan panas maupun aliran uap panas dalam *Cooler* dan *Heat Exchanger*.

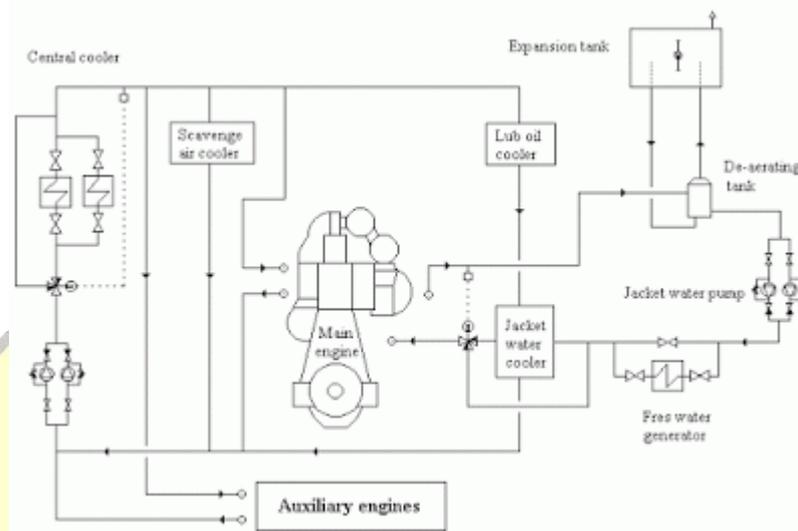
### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui sejauh mana *cooler* bekerja sesuai dengan desain yang dirancang dan untuk mengetahui apakah *cooler* cukup untuk melayani mesin induk.
2. Memastikan kapasitas pendingin (*cooler*) pada *low temperature* sesuai dengan kebutuhan *Heat Balance*.

## 2.1 Sistem Pendingin Pada Kapal

Mesin yang dipasang pada kapal dirancang untuk bekerja dengan efisien maksimal dan berjalan selama berjam-jam berjalan lamanya. Hilangnya energi paling sering dan maksimum dari mesin adalah dalam bentuk energi panas. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin (*Cooler*) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin. Untuk itu, sistem air pendingin dipasang pada kapal.



Gbr. 1. Sistem Utama

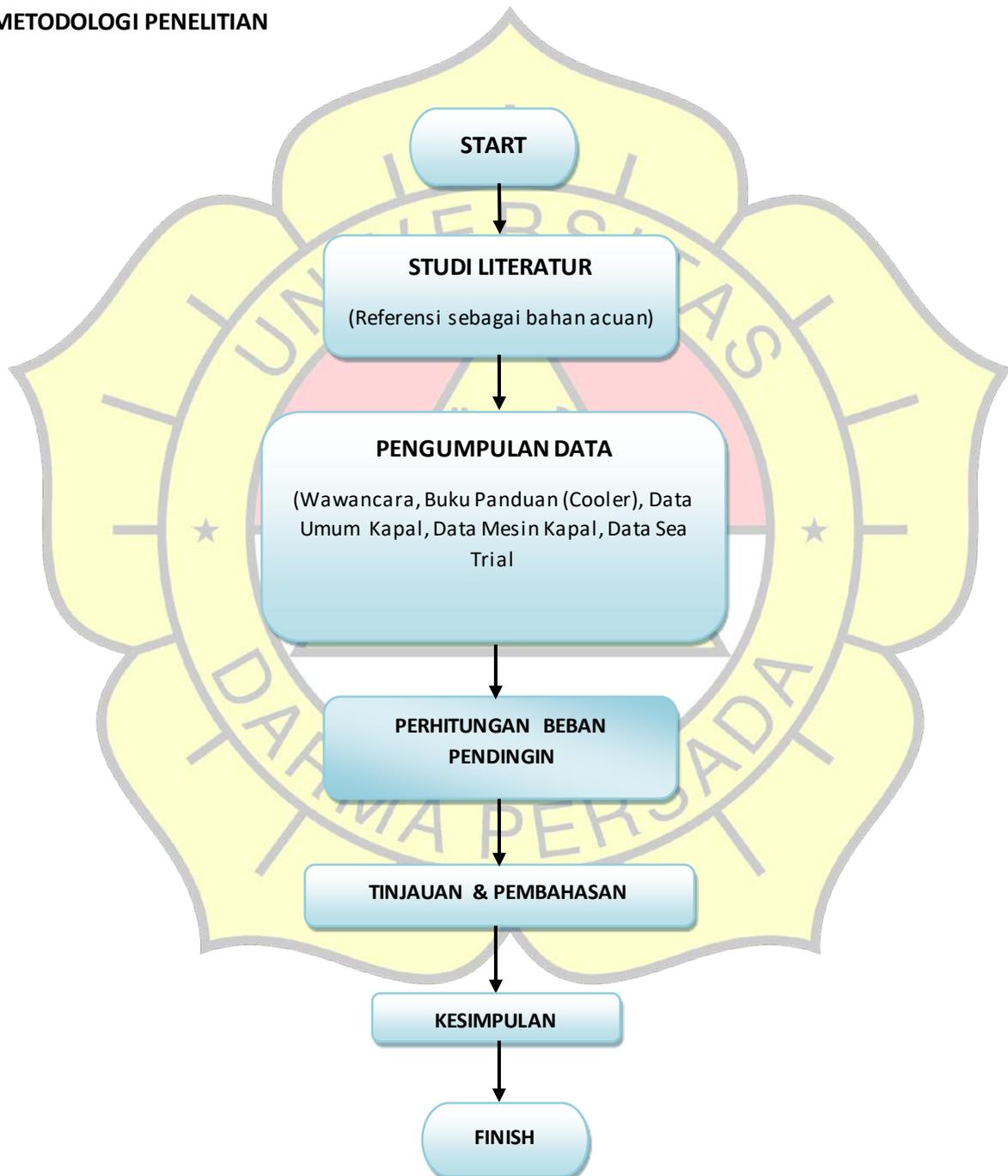
Pendingin

### Memahami Sistem Pendingin utama

Sistem ini terdiri dari tiga rangkaian yang berbeda.

1. Sistem Air Laut: Air laut digunakan sebagai media pendingin di dalam air lautan yang besar mendinginkan exchanger panas yang dapat mendinginkan air tawar dari rangkaian tertutup. Mereka merupakan sistem pendingin utama dan umumnya dipasang di kopel.
2. Sistem Temperatur rendah: Rangkaian temperatur yang rendah digunakan untuk daerah temperatur mesin yang rendah dan Rangkaian ini secara langsung terhubung ke air lautan utama pada pendingin pusat; maka temperatur rendah dibandingkan dengan temperatur yang tinggi (HT sirkuit). Rangkaian LT meliputi dari semua sistem bantu.
3. Suhu tinggi Rangkaian (HT): Rangkaian HT terutama meliputi dari sistem tabung air pada mesin utama dimana suhu ini cukup tinggi. Suhu air HT dijaga oleh air tawar dengan temperatur rendah berikut Tangki Ekspansi yang mengompensasi kerugian pada rangkaian tertutup air tawar dengan menyerap peningkatan tekanan karena ekspansi panas.

**METODOLOGI PENELITIAN**



**ANALISA**

Pada mulanya kapal X dipesan dengan kecepatan 18 knot tetapi setelah uji *Sea Trial* diketahui bahwa kecepatan maksimum kapal hanya 17 knot hal tersebut disebabkan karena panasnya *Main Engine* sehingga putaran *propeller* tidak dapat menghasilkan putaran yang maksimal, dan panasnya *main engine* tersebut diketahui disebabkan karena kapasitas *cooler* kurang dan harus ditambah agar dapat mendinginkan *Main Engine*.

Suhu *inlet* dan *outlite* pada *Fresh water* yang diukur dari *main engine* adalah 56,45 °C dan 38,38 °C sedangkan suhu *inlet* dan *outlite fresh water* pada *cooler* yang dibuat adalah 50,60 °C dan 38 °C. Lalu suhu *sea water*, *inlet* dan *outlite* yang diukur pada mesin adalah 32 °C dan 45 °C sedangkan suhu *inlet* dan *outlite sea water* yang direncanakan pada *cooler* adalah 32 °C dan 40,96 °C. Dari uraian tersebut dapat diketahui bahwa kapasitas dari *cooler* memang kurang dan harus ditambah agar dapat mendinginkan *main engine* dan dapat diperoleh kecepatan yang diinginkan.

#### 4.1. Pemeriksaan Low Temperature Cooler Mesin Induk

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap kapal X dapat diketahui bahwa kecepatan kapal tidak dapat mencapai kecepatan maksimal hal tersebut disebabkan karena kurangnya kapasitas pendingin, sehingga menyebabkan mesin menjadi panas sehingga kecepatan kapal tidak dapat terpenuhi.

Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk menambah kapasitas dari *cooler* :

Pada Data *cooler* diketahui bahwa *Mass Flow* pada *Fresh Water* 138488 kg/h sedangkan pada *Sea Water* 205448 kg/h, dan setelah dilakukan pengukuran saat kapal X beroperasi adalah :

1. *Mass Flow* :

a. *Fresh Water (FW)* = 138488 kg/h = 138,488 m<sup>3</sup>/h

Pada saat Pemeriksaan : Kapasitas *Low Temperature (LT) Pump* dilapangan 140 m<sup>3</sup>/h

Maka dapat disimpulkan Tidak ada masalah dalam aliran *Fresh Water (FW) Pump*.

b. *Sea Water (SW)* = 205448 kg/h = 205,448 m<sup>3</sup>/h

Pada saat Pemeriksaan : Kapasitas *Sea water Cooling pump* dilapangan 200 m<sup>3</sup>/h

Maka dapat disimpulkan Tidak ada masalah dalam aliran *Sea Water (SW) Cooling pump*.

2. *Heat Balance* Sesuai Rekomendasi pembuat mesin :

Untuk menghitung rumus *Heat Ballance* digunakan rumus yang didapat dalam buku : *The Theory Behind Heat Transfer* dari *Alfa Laval Plate Heat Exchanger (hal.8)*.

T1 *Inlet FW* = 56,5 °C

T2 *Outlet FW* = 41 °C

T3 *Inlet SW* = 32 °C

T4 *Outlet SW* = 46 °C

$\Delta Ta = T1 - T4$

$$= 56,5 \text{ }^{\circ}\text{C} - 46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_b = T_2 - T_3$$

$$= 41 \text{ }^{\circ}\text{C} - 32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{LMTD} = \frac{\Delta T_a - \Delta T_b}{\ln \frac{\Delta T_a}{\Delta T_b}}$$

$$= \frac{10,5 - 9}{\ln \frac{10,5}{9}}$$
$$= 9,734$$

3. Perhitungan luas Area kapasitas cooler yang dibutuhkan :

Untuk menghitung luas Area kapasitas cooler dapat digunakan rumus yang terdapat dalam buku : *The Theory Behind Heat Transfer* dari Alfa Laval Plate Heat Exchanger (hal.9).

$$P = K \times A \times \text{LMTD}$$

Catatan : Kapasitas alat diketahui dari cooler per unit

$$\text{Ln} = \frac{P}{A \times \text{LMTD}}$$
$$= \frac{2020 \text{ kw}}{34,77 \text{ m}^2 \times 7,68 \text{ }^{\circ}\text{K}}$$
$$= 7,56 \text{ kw/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Maka untuk kebutuhan yang harus ditambah adalah :

$$2020 = 7,56 \times A \times 9,734$$

$$A = \frac{2020}{7,56 \times (9,734 - 7,68)}$$

$$= 130 \text{ m}^2$$

$$P = 7,56 \text{ kw/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} \times A \times 9,734$$

$$= 2558,7 \text{ kw}$$

$$A = \frac{2558,7}{7,56 \times 7,68}$$

$$= 44,07 \text{ m}^2$$

Kekurangan Luas Pendingin :

$$= 44,07 - 34,77 = 9,3 \text{ m}^2 \text{ (Perlu ditambah 27,75\% dari kapasitas cooler)}$$

#### 4.2. Pemeriksaan LT Cooler Mesin Induk (Portside)

##### Saat Sea Trial (Portside):

Pemeriksaan ini dilakukan pada mesin sebelah kiri terhadap kapasitas low temperature saat kapal melakukan uji Sea Trial. Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk menambah kapasitas cooler :

1. *Mass Flow* : tidak ada masalah
2. *Heat Balance* Sesuai Rekomendasi pembuat mesin (Ref. 1)

$$T1 \text{ Inlet FW} = 31,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T2 \text{ Outlet FW} = 31,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T3 \text{ Inlet SW} = 30,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T4 \text{ Outlet SW} = 31,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_a &= T1 - T4 \\ &= 31,8 \text{ }^\circ\text{C} - 31,6 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 0,2 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_b &= T2 - T3 \\ &= 31,1 \text{ }^\circ\text{C} - 30,3 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 0,8 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas maka didapat kekurangan Luas Pendingin :

$$= 1,96 - 34,77 = - 32,81 \text{ m}^2 \text{ (Luasan kapasitas cooler harus ditambah)}$$

#### 5.3. Pemeriksaan LT Cooler Mesin Induk (Starboard)

##### Saat Sea Trial (Starboard):

Pemeriksaan ini dilakukan pada mesin sebelah kanan terhadap kapasitas low temperature saat kapal melakukan uji Sea Trial. Berikut adalah perhitungan yang dilakukan untuk menambah kapasitas cooler :

1. *Mass Flow* : tidak ada masalah
2. *Heat Ballance* Sesuai Rekomendasi pembuat mesin (Ref.1):

$$T1 \text{ Inlet FW} = 32,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

T2 Outlet FW = 31,6 °C

T3 Inlet SW = 30,1 °C

T4 Outlet SW = 31,9 °C

$$\Delta T_a = T_1 - T_4$$

$$= 32,3 \text{ °C} - 31,9 \text{ °C}$$

$$= 0,4 \text{ °C}$$

$$\Delta T_b = T_2 - T_3$$

$$= 31,6 \text{ °C} - 30,1 \text{ °C}$$

$$= 1,5 \text{ °C}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas maka didapat kekurangan Luas Pendingin :

$$= 3,79 - 34,77 = - 30,98 \text{ m}^2 \text{ ( Luasan kapasitas cooler harus ditambah)}$$

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan atas analisa yang telah dibuat, maka terdapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Pada saat uji *Sea Trial (portside)* kapasitas luasan cooler perlu ditambah 32,81 m<sup>2</sup> dari luasan sebelumnya yang besarnya 34,77m<sup>2</sup> menjadi 67,58 m<sup>2</sup> agar kebutuhan cooler dapat terpenuhi.
2. Pada saat uji *Sea Trial (Starboard)* kapasitas luasan cooler perlu ditambah 30,98 m<sup>2</sup> dari luasan sebelumnya yang besarnya 34,77m<sup>2</sup> menjadi 65,75 m<sup>2</sup> agar kebutuhan cooler dapat terpenuhi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Alfa Laval Plate Heat Exchanger."The Theory Behind Heat Transfer".
2. Anonim. "Pembagian Heat Exchanger Berdasarkan bentuk konstruksinya". 2010.
3. Anonim. "Jenis – jenis alat penukar panas dan tipe aliran Heat Exchanger (HE)". 2012.
4. Djunaidi."Pemeliharaan tube – side penuh kala Rsg – Gas jangka pendek dan jangka panjang". Pusat Reaktor serba guna – BATAN. Kawasan puspitek Serpong Tangerang : Banten. 2009.
5. Frank Kreith, Mark, S Bohn. *Principle of Heat Transfer, 4 th edition, Harper collins publishers, New York.* 1986, ISBN 0-06-043785-5.
6. GEA Heat Exchanger. "Operating instructions Gasketed plate heat exchangers" Version : 1.6,01-10.2014.
7. John wiley & sons. *F.P Incopera, D.P. Dewitt, Fundamentals of Heat and Mass transfer, 6 th edition.*2007.

8. **J.P Holman.** *Heat Transfer, 10 th edition, Mc Graw Hill co Singapore.* 1992, ISBN 0-07-112644-0.
9. **Marangtu, Stevano Victor.** "*Bagian Dasar-dasar perpindahan panas*". 2011.
10. **Maysitoh, Zuhrina ST, M.Sc dan Bode Haryanto ST, MT.** "*Perpindahan panas*". (Online. Fakultas Teknik Universitas Medan. Sumatra). 2006.
11. **Navy Tactics, Techniques, And Procedures.** "*Underway Replenishment NTTP 4-01.4. Edition March*". 2009.
12. **Rahmi, Ike yulia.** "*Alat Penukar Panas (Heat Exchanger)*". 2011.
13. **Saryanto, H.** "*Perpindahan panas*". *Model Bahan Ajar : Teknik Mesin – Universitas Mercu Buana.* Jakarta : 2002.
14. **Yunus A Cengel.** *Heat and Mass Transfer (SI Units), A Practical Approach, 3rd Edition.* 2006.



