

# **LAPORAN TUGAS AKHIR**

## **Analisa Modifikasi Sistem Pendingin Air Laut Menjadi Air Tawar Mesin Caterpillar CAT 32 ACERT**

**Diajukan Guna Memenuhi Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir  
Pada Program Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Ari Rodiyansyah**

**NIM : 41312120036**

**Program Studi : Teknik Mesin**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2014**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ari Rodiyansyah  
NIM : 41312120036  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Skripsi : Analisa Modifikasi Sistem Pendingin Air Laut Menjadi  
Air Tawar Mesin Caterpillar CAT 32 ACERT

Dengan ini menyatakan bahwa hasil laporan tugas akhir telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan laporan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di universitas mercubuana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



(Ari Rodiyansyah)

# LEMBAR PENGESAHAN

## Analisa Modifikasi Sistem Pendingin Air Laut Menjadi Air Tawar Mesin Caterpillar CAT 32 ACERT



**Disusun Oleh:**

**Nama : Ari Rodiyansyah**

**NIM : 41312120036**

**Program Studi : Teknik Mesin**

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Pembimbing

( Yuriadi Kusuma, ST. MT. )

Mengetahui

Koordinator TA/Kaprodi

( Dr. Ing. Darwin Sebayang )

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan kehendak-Nyalah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun judul penulisan Tugas Akhir, yang penulis ambil adalah “Analisa Modifikasi Sistem Pendingin Air Laut Menjadi Air Tawar Mesin Caterpillar CAT 32 ACERT ”.

Tujuan penulisan ini dibuat adalah sebagai syarat mencapai jenjang strata satu (S1). Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan tugas akhir ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Yuriadi Kusuma, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan saran dan arahan terhadap penulis melalui berbagai nasehat dan dorongan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen jurusan Teknik Mesin, yang telah memberikan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan di Universitas Mercu Buana.

6. Ayahku dan almarhumah Ibuku tercinta, serta keempat adikku yang menjadi sumber semangat, inspirasi, dan dukungan baik moral maupun materil selama perkuliahan dan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman teknik mesin angkatan 2012 yang telah banyak memberi dukungan dan semangat melalui tukar pikiran serta sering menemani penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat ketidaksempurnaan baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, penulis mohon saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi bahan masukan bagi penulisan selanjutnya dan rekan-rekan mahasiswa lainnya.

Jakarta, 10 Oktober 2014

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA (Penulis)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Lembar Pernyataan</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	iii
<b>Abstrak</b> .....	iv
<b>Kata Pengantar</b> .....	v
<b>Daftar Isi</b> .....	vii
<b>Daftar Tabel</b> .....	x
<b>Daftar Gambar</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Mesin Diesel .....	5
2.2. Sistem Bahan Bakar .....	9

2.2.1. Daya Mesin Diesel .....	11
2.2.2. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	11
2.2.3. Karakteristik Bahan Bakar .....	12
2.3. Sistem Pendingin .....	14
2.3.1 Karakteristik Air Tawar .....	17
2.4. Heat Exchanger (HE) .....	18
2.4.1. Konstruksi Heat Exchanger Jenis Shell And Tube .....	20
2.4.2. Jenis Jenis Heat Exchanger.....	24
2.4.3. Analisis Heat Exchanger .....	28
2.4.4. Beda Temperatur Rata-rata Logaritma ( $\Delta T_{LMTD}$ ) .....	33
2.4.5. Efektifitas ( $\epsilon$ ) .....	34
2.4.6. Effisiensi thermal ( $\eta_{th}$ ) .....	35

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat & Waktu Penelitian .....	37
3.2 Objek Penelitian .....	37
3.3 Identifikasi & Perumusan Masalah .....	37
3.4 Studi Literatur .....	37
3.5 Pengumpulan Data .....	38
3.6 Modifikasi Sistem Pendingin Mesin Induk .....	38
3.7 Analisa Heat Exchanger .....	39

## **BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN ANALISA**

4.1. Spesifikasi Main Engine.....	43
4.2. Sistem Pendingin main engine Caterpillar CAT 32 1450 BHP .....	45
4.3. Langkah Menganalisa Heat Exchanger Tambahan .....	50
4.4 Sirkulasi Air Laut Kapal KRI Rencong.....	52
4.5 Hasil Pengamatan dan Pengukuran .....	57
4.6 Laju Perpindahan Kalor Maksimum yang terjadi di Heat Exchanger .....	62
4.7 Efektifitas HE ( $\epsilon$ ) dan Effisiensi Thermal ( $\eta_{th}$ ) .....	63

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran .....	67

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	68
-----------------------------	----



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.2. Informasi dan sifat-sifat air .....	18
Tabel 2.3. Konstruksi shell dan penutup HE.....	21
Tabel 2.4. Konstanta C dan n .....	32
Tabel 4.1. Spesifikasi main engine FB Wisnu I.....	43
Tabel 4.2. Data operasi HE .....	58
Tabel 4.3. Kalor yang dilepas air tawar.....	59
Tabel 4.4. Performansi air laut .....	60
Tabel 4.5. Kalor yang dilepas ke lingkungan.....	60
Tabel 4.6. Perhitungan Laju Perpindahan Kalor dengan Menggunakan Software HTRI.....	61

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.3. Langkah hisap.....	7
Gambar 2.4. Langkah tekan .....	8
Gambar 2.5. Langkah kerja .....	8
Gambar 2.6. Langkah buang .....	9
Gambar 2.7. Sistem bahan bakar.....	10
Gambar 2.8. Sistem pendingin tertutup.....	15
Gambar 2.9. Dimensi dan struktur molekul air .....	17
Gambar 2.10. HE jenis shell and tube.....	19
Gambar 2.11. Pola aliran searah (cross flow) .....	19
Gambar 2.12. Pola aliran berlawanan (counter flow) .....	20
Gambar 2.13. Konstruksi pipa (tube).....	22
Gambar 2.14. Konstruksi Sekat (baffle).....	23
Gambar 2.15. Alat penukar kalor jenis pipa rangkap.....	25
Gambar 2.16. Alat penukar kalor jenis pipa koil .....	26
Gambar 2.17. Alat penukar kalor jenis pipa terbuka.....	27
Gambar 2.18. Alat penukar kalor jenis spiral.....	27
Gambar 2.19. Plat penukar panas .....	28
Gambar 2.20. Perpindahan kalor secara konduksi pada suatu plat .....	29
Gambar 2.21. Perpindahan kalor secara konveksi pada suatu pelat.....	30

Gambar 2.22	Perpindahan kalor secara radiasi pada suatu plat .....	33
Gambar 3.1.	Flowchart Tugas Akhir.....	42
Gambar 4.1	Main Engine Caterpillar CAT 32 .....	44
Gambar 4.2	Spesifikasi Main Engine Caterpillar CAT 32.....	44
Gambar 4.3	Gambar Komponen Sistem Pendingin Caterpillar .....	45
Gambar 4.4	Scematik Sistem Pendingin Air Laut Main Engine.....	45
Gambar 4.5	Scematik Sistem Pendingin Main Engine setelah Modifikasi.....	46
Gambar 4.6	Komponen Sistem Pendingin Main Engine 1 .....	46
Gambar 4.7	Komponen Sistem Pendingin Main Engine 2 .....	47
Gambar 4.8	Komponen Sistem Pendingin Main Engine 3 .....	47
Gambar 4.9	Spesifikasi Heat Exchanger Baru 1 .....	48
Gambar 4.10	Spesifikasi Heat Exchanger Baru 2 .....	48
Gambar 4.11	Spesifikasi Heat Exchanger Baru 3 .....	49
Gambar 4.12	Spesifikasi Heat Exchanger Baru 4 .....	49
Gambar 4.13	Diagram Sistem Pendingin Main Engine Caterpillar Modifikasi.....	53
Gambar 4.14	Performansi heat exchanger dengan parameter T dan q berdasarkan variasi putaran main engine .....	62
Gambar 4.15	Performansi HE dengan parameter $\eta_{th}$ dan q berdasarkan variasi putaran main engine.....	63



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA