



**ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN
BERBASIS KARBON DIOKSIDA (R-744) DENGAN
ENGINEERING EQUATION SOLVER**

SKRIPSI

DEA ZULPIANA PUTRI

2010313002

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2024



**ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN
BERBASIS KARBON DIOKSIDA (R-744) DENGAN
ENGINEERING EQUATION SOLVER**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

DEA ZULPIANA PUTRI

2010313002

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:


Nama : Dea Zulpiana Putri

NIM : 2010313002

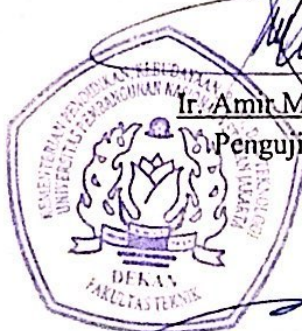

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Sistem Pendingin Kapal Ikan Berbasis Karbon Dioksida (R-744) Dengan Engineering Equation Solver.


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.




Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Penguji Utama



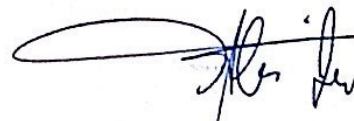
Ir. Amir Marasabessy, MT
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT
Penguji I (Pembimbing I)



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST.,
MT., IPM., ASEAN.Eng
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Januari 2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN BERBASIS KARBON
DIOKSIDA (R-744) DENGAN ENGINEERING EQUATION SOLVER

Disusun Oleh:

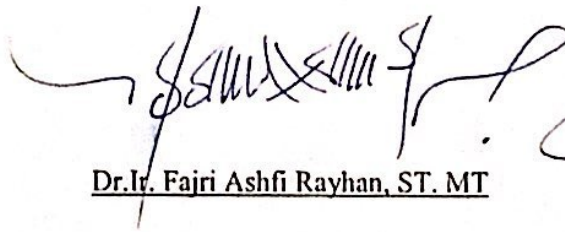
DEA ZULPIANA PUTRI

2010313002

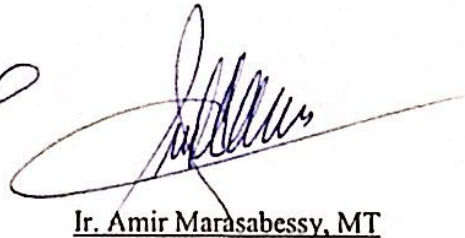
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

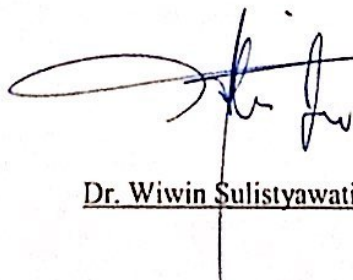


Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT



Ir. Amir Marasabessy, MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dea Zulpiana Putri

NIM : 2010313002

Program Studi : Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 15 Januari 2024

Yang menyatakan,



Dea Zulpiana Putri

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Zulpiana Putri
NIM : 2010313002
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN BERBASIS KARBON
DIOKSIDA (R-744) DENGAN ENGINEERING EQUATION SOLVER”**

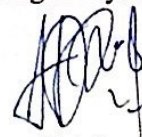
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 15 Januari 2024

Yang menyatakan,



Dea Zulpiana Putri

ANALISIS SISTEM PENDINGIN KAPAL IKAN BERBASIS KARBON DIOKSIDA (R-744) DENGAN ENGINEERING EQUATION SOLVER

DEA ZULPIANA PUTRI

ABSTRAK

Nelayan Indonesia hingga kini masih tertinggal, salah satunya mengenai kebutuhan fasilitas penyimpanan pendingin ikan yang efektif untuk menjaga hasil tangkapan tetap dingin selama penyimpanan, dimana kapal penangkap ikan di Indonesia masih menggunakan *refrigerant* konvensional yaitu R-134a yang merusak ozon dan iklim. Namun di Eropa sudah menggunakan karbon dioksida (R-744) yang dimana sudah banyak keterbaharuan yang lebih baik untuk alam. Studi ini bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis *enthalpy*, energi dan *Coefficient Of Performance (COP)* pada sistem pendingin kapal ikan dengan variasi *pressure* dan *temperature*, dengan *temperature* yang ada di Indonesia, serta merancang skema mesin *refrigerant*. Pada penelitian ini melakukan simulasi termodinamika menggunakan *software Engineering Equation Solver* yang dimana *pressure* divariasikan dari 800 [Kpa] hingga 1000 [Kpa] dan *temperature* divariasikan menjadi *low* dan *high temperature*, untuk *low temperature* dari -2°C hingga -6°C dan *high temperature* dari 31°C hingga 40°C. Hasil dari simulasi yang telah dilakukan ini menunjukkan hasil COP terhadap *pressure* R-744 paling rendah dengan nilai 1,4 [-] sedangkan terhadap *temperature* menunjukkan hasil 4[-], sehingga ditemukan bahwa COP R-744 yang divariasikan terhadap *pressure* lebih baik performanya dibandingkan dengan variasi terhadap *temperature*. Dengan demikian penelitian ini dapat memberikan perkembangan lebih lanjut mengenai karbon dioksida (R-744) bagi nelayan di Indonesia.

Kata Kunci: R-744, Pendingin, Kapal Ikan.

ANALYSIS OF CARBON DIOXIDE BASED FISHING VESSEL COOLING SYSTEM (R-744) WITH ENGINEERING EQUATION SOLVER

DEA ZULPIANA PUTRI

ABSTRACT

Indonesian fishermen are still left behind, one of which is about the need for effective fish cooling storage facilities to keep the catches cool during storage, where fishing vessels in Indonesia still use conventional refrigerant, namely R-134a which damages ozone and climate. But in Europe it has used carbon dioxide (R-744) which has a lot of better renewal for nature. This study aims to compare and analyse enthalpy, energy and Coefficient Of Performance (COP) in fish boat cooling systems with variations in pressure and temperature, with temperatures in Indonesia, as well as designing a refrigerant engine scheme. In this study, do a thermodynamic simulation using the Engineering Equation Solver software where the pressure is varied from 800 [Kpa] to 1000 [Kpa] and the temperature is varied to low and high temperature, for low temperature from -2 °C to -6 °C and high temperature from 31 °C to 40 °C. The results of this simulation have shown that the results of the COP against the lowest pressure R-744 with a value of 1.4 [-] while the temperature show the results of 4[-], so it was found that the COP R-744 that is varied against the pressure is better in performance than the variation in temperature. Thus this research can provide further development regarding carbon dioxide (R-744) for fishermen in Indonesia.

Keywords: Refrigerant, R-744, Fishing Vessel.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim

Dengan mengucap rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Sistem Pendingin Kapal Ikan Berbasis Karbon Dioksida (R-744) Dengan Engineering Equation Solver” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Dr. Anter Venus, MA, Comm. Selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Dr. Hendry Binsar Hamonangan Sitorus, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Jakarta.
3. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan penulis dengan sepenuh hati dan dosen yang sangat baik terhadap semua mahasiswanya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Pa fajri baik sekali kepada mahasiswanya semoga bapak dan keluarga diberi keselamatan dan kebahagiaan selalu.
5. Ir. Amir Marasabessy, MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Ernawati selaku ibunda yaitu wanita hebat tercinta tersayang terkasih dan tercantik yang sudah membesarkan penulis sampai saat ini yang sudah memberikan doa serta restu untuk penulis dalam menyusun skripsi.
7. Erizal selaku papa yang selalu mencintai anak perempuannya dengan kasih sayang dan doa tulus untuk keselamatan dan kesuksesan anak perempuannya.

8. Zulpikar selaku ayah yang senantiasa mendoakan kesuksesan dan kemudahan untuk anaknya dalam melakukan segala hal.
9. Saudara dan saudari Maritim 2020 yang selalu ada satu sama lain menemani saat suka dan duka serta selalu mendorong, mengingatkan dan berbagi ilmu. Dan terimakasih sudah mampu melewati banyak masa sulit diakhir semester ini dengan baik. Semoga ujian ini mampu menjadi pembelajaran yang berguna.
10. Nabila Khoirunnisa yang sudah menjadi sahabat baik penulis dan menemani penulis ketika berada di Palembang.
11. Abah ekik Squad (Piela, Atiak, Yunita, Alaq dan Ekik) yang menjadi kelompok teman bagi penulis yang selalu menyambut hangat penulis ketika di Palembang.
12. Terima kasih juga kepada semua visual lokal Ehlija yaitu piti, ovy, gab, ka jor, ka gerry dan ka indah yang selalu menemani penulis dengan siaran langsung saat sedang menyusun skripsi.
13. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata penulis mengucapkan Alhamdulillah, semoga Allah SWT selalu menyertai langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Jakarta, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Nelayan Di Indonesia	5

2.2 Kapal Ikan	5
2.2.1 Kategori Kapal Ikan.....	5
2.2.2 Jenis - Jenis Kapal Penangkap Ikan.....	6
2.3 Sistem Pendingin.....	11
2.3.1 <i>Compressor</i>	12
2.3.2 <i>Condenser</i>	13
2.3.3 <i>Expansion Valve</i>	15
2.3.4 Evaporator.....	16
2.3.5 Siklus Kompresi Uap.....	17
2.3.6 freon.....	22
2.4 Software EES	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Langkah Pengerjaan	30
3.2.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	30
3.2.2 Studi Literatur	30
3.2.3 Pengumpulan Data.....	30
3.2.4 Perencanaan Skema Mesin <i>Refrigerant</i>	30
3.2.5 Simulasi Termodinamika.....	33
3.2.6 Variasi Tekanan Dan Temperatur.....	33
3.3 Coding Engineering Equation Solver.....	34
3.4 Validasi.....	38
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	41
4.1 <i>Enthalpy</i>	41
4.1.1 <i>Enthalpy Inlet Compressor</i>	41
4.1.2 <i>Enthalpy Outlet Compressor</i>	42

4.1.3 Enthalpy Outlet Condenser.....	44
4.1.4 Enthalpy R-744 Terhadap Temperature	45
4.2 Energi.....	47
4.2.1 Energi <i>Work Compressor</i>	48
4.2.2 Energi <i>Heat Rejection</i>	49
4.2.3 Energi <i>Heat Absorption</i>	50
4.2.4 Energi R-744 Terhadap Temperature	52
4.3 Coefficient Of Performance.....	54
4.3.1 Coefficient Of Performance Terhadap Pressure	54
4.3.2 Coefficient Of Performance Terhadap Temperature.	55
BAB 5 SIMPULAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Refrigerant	26
Tabel 3. 1 Variasi Penelitian.....	33
Tabel 3. 2 Perbandingan Data Simulasi dan Data Sekunder	39
Tabel 4. 1 Data Hasil Enthalpy Inlet Compressor	42
Tabel 4. 2 Data Hasil Enthalpy Outlet Compressor	42
Tabel 4. 3 Data Hasil Enthalpy Outlet Condenser.....	44
Tabel 4. 4 Data Hasil Enthalpy h1 R-744 Terhadap Temperature	46
Tabel 4. 5 Data Hasil Enthalpy h2 h3 R-744 Terhadap Temperature	46
Tabel 4. 6 Data Hasil Energi Work Compressor	48
Tabel 4. 7 Data Hasil Energi Heat Rejection.....	49
Tabel 4. 8 Data Hasil Energi Heat Absorption	51
Tabel 4. 9 Data Hasil Energi WC R-744 Terhadap Temperature.....	52
Tabel 4. 10 Data Hasil Energi HA dan HR R-744 Terhadap Temperature	53
Tabel 4. 11 Data Hasil Coefficient Of Performance Terhadap Pressure	55
Tabel 4. 12 Data Hasil Coefficient Of Performance Terhadap Temperature ..	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kapal Pukat Cincin	6
Gambar 2. 2 Kapal Pukat Hela	7
Gambar 2. 3 Kapal Pukat Berbingkai	7
Gambar 2. 4 Kapal Pukat Garuk.....	8
Gambar 2. 5 Kapal Jaring Angkat	8
Gambar 2. 6 Kapal Jaring Insang	9
Gambar 2. 7 Kapal Pancing Joran	10
Gambar 2. 8 Kapal Rawai.....	10
Gambar 2. 9 Kapal Tonda.....	11
Gambar 2. 10 Compressor.....	12
Gambar 2. 11 Compressor Dikapal Ikan	13
Gambar 2. 12 Simbol Compressor	13
Gambar 2. 13 Condenser	14
Gambar 2. 14 Simbol Condenser.....	14
Gambar 2. 15 Expansion Valve	15
Gambar 2. 16 Komponen Kerja Expansion Valve	15
Gambar 2. 17 Simbol Expansion Valve	16
Gambar 2. 18 Evaporator.....	16
Gambar 2. 19 Simbol Evaporator	17
Gambar 2. 20 Skema dan diagram T-s	18
Gambar 2. 21 Kulkas Rumah Tangga Biasa.....	19
Gambar 2. 22 Diagram P-h dari siklus refrigerasi kompresi uap ideal	20
Gambar 2. 23 Refrigerant R-744	23
Gambar 2. 24 Refrigerant R-32	24
Gambar 2. 25 Flamability	26
Gambar 2. 26 Logo Aplikasi Engineering Equation Solver	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3. 2 Skema Mesin Refrigerasi	31
Gambar 3. 3 Desain Kapal Acuan	32
Gambar 3. 4 Refrigerated Sea Water systems	32

Gambar 3. 5 Tampilan software Engineering Equation Solver	34
Gambar 3. 6 Menu Options Pada EES.....	35
Gambar 3. 7 Preferences Pada Unit System EES	35
Gambar 3. 8 Menu Options Pada EES.....	36
Gambar 3. 9 Ikon Function Information.....	36
Gambar 3. 10 Ikon Independent Properties	37
Gambar 3. 11 Ikon Equation Solver	37
Gambar 3. 12 Menu Calculate	38
Gambar 3. 13 Ikon Solution.....	38
Gambar 3. 14 Grafik Garis Hasil Data Pebandingan.....	40
Gambar 3. 15 Grafik Bar Hasil Data Pebandingan.....	40
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Enthalpy Inlet Compressor	41
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Enthalpy Outlet Compressor.....	43
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Enthalpy Outlet Condenser	45
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Enthalpy h1 R-744 Terhadap Temperature.....	46
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Enthalpy h2 h3 R-744 Terhadap Temperature.....	47
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Energi Work Compressor	49
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Energi Heat Rejection	50
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Energi Heat Absorption	52
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Energi WC R-744 Terhadap Temperature.....	53
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Energi HA dan HR R-744 Terhadap Temperature	53
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Coefficient Of Performance Terhadap Pressure .	55
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Coefficient Of Performance Terhadap Temperature	56

DAFTAR NOTASI

q_{in}	Kalor yang masuk ke sistem [kj/kg]
q_{out}	Kalor yang keluar dari sistem [kj/kg]
$W_{in} - W_{out}$	Net energi sistem [kj/kg]
Δh	Net enthalpy [kj/kg]
COP_R	Coefficient of performance refrigeration [-]
q_L	Kalor yang diserap oleh evaporator [kj/kg]
$W_{net,in}$	Kalor antara inlet dan outlet compressor
h_1	Enthalpy pada inlet compressor [kj/kg]
h_2	Enthalpy pada outlet compressor [kj/kg]
h_3	Enthalpy pada outlet <i>condenser</i> [kj/kg]
h_4	Enthalpy pada inlet evaporator [kj/kg]
$h_{g @ p1}$	Enthalpy saturasi gas terhadap fungsi tekanan fluida [kj/kg].
P_2	Tekanan fluida pada outlet compressor [MPa]
S_2	Entropi fluida pada outlet compressor [$kJ/kg \cdot K$].
$h_f @ p3$	Enthalpy saturasi fluid pada tekanan outlet compressor [kj/kg].

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembaran Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 2 Lembaran Konsultasi Pembimbing II