

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH RETROFIT REFRIGERAN R407C KE R450A
MESIN PENDINGIN HVAC PADA INSTALASI LEPAS PANTAI**



Oleh:

SLAMET SUBAGIO

NIM. 2021040012

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS GRESIK

2025

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, atas kehadiran-Nya dan memberikan kesehatan serta kemudahan kepada saya. Atas karunia dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul tugas akhir **Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A Mesin Pendingin HVAC pada Instalasi Lepas Pantai** dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan dalam kesabaran, dakwah, dan kehidupan. Atas bantuan dan dorongan dari banyak pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

1. Lisa Puspita Arieyanto, S.Si., M.Si Selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi Pertama saya S1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Gresik yang selalu senantiasa memberikan masukan dan bimbingan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
2. Putri Sundari ST., M.T Selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi Kedua saya S1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Gresik yang telah memberikan masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak/Ibu Dosen Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Gresik yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dan telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
4. Kepada Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi saya dalam pengerjaan skripsi ini serta pihak-pihak yang turut membantu dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat dari berbagai sumber karena penulis menyadari masih banyaknya permasalahan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak, termasuk para pembaca.

Gresik, 25 Juli 2025

Slamet Subagio
NIM 2021040012

LEMBAR PENGESAHAN



UNIGRES
UNIVERSITAS GRESIK
Character Building Through Education

SK BAN PT No. 1209/SK/BAN-PT/Akred/PT/XII/2021 Peringkat Akreditasi "Baik Sekali"

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN | PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
TERAKREDITASI "BAIK"

Prodi Teknik Mesin SK No. 0125/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023

Prodi Teknik Sipil SK No. 0078/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023

Prodi Ilmu Komputer SK No. 093/SK/LAM-INFOKOM/Ak.Min/S/VII/2024

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A Mesin
Pendingin HVAC Pada Instalasi Lepas Pantai.

Nama Mahasiswa : SLAMET SUBAGIO

NIM : 2021040012

Telah Selesai Dilakukan Bimbingan Dan Dinyatakan Layak Memenuhi Syarat Dan Menyetujui
Untuk Diuji Pada Tim Penguji Tugas Akhir Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Gresik.

Gresik, 01 Juli 2025
Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Lisa Puspita Ariyanto, S.Si., M.Si
NIPY. 10710202025258

Putri Sundari, ST., M.T
NIPY. 017102020200167

Mengetahui,
Plt. Ketua Program Studi




Akhmad Andi Saputra, ST., M.T
NIPY. 107102020160127



LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A Mesin
Pendingin HVAC Pada Instalasi Lepas Pantai
Nama Mahasiswa : Slamet Subagio
NIM : 2021040012
Telah dipertahankan /diuji dihadapan Tim Penguji
Pada Tanggal : 03 Juli 2025

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GRESIK 2025

1. **Hasti Suprihatin, S.T.,M.T**
NIPY. 107102022221180
Ketua Penguji

1.


2. **Putri Sundari, ST.,MT**
NIPY. 017102020200167
Anggota Penguji I

2.


3. **Dedy Rahman Ardian, ST.,M.Sc**
NIPY. 107102020190149
Anggota Penguji II

3.


Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik




Akhmad Andi Saputra, ST.,MT
NIPY. 107102020160127



UNIGRES
UNIVERSITAS GRESIK
Character Building Through Education

SK BAN PT No. 1209/SK/BAN-PT/Akred/PT/XII/2021 Peringkat Akreditasi "Baik Sekali"

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN | PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
TERAKREDITASI "BAIK"

Prodi Teknik Mesin SK No. 0125/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023
Prodi Teknik Sipil SK No. 0078/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023
Prodi Ilmu Komputer SK No. 093/SK/LAM-INFOKOM/Ak.Min/S/VII/2024

SURAT KETERANGAN CEK PLAGIASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SLAMET SUBAGIO
NIM : 2021040012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A
Mesin Pendingin HVAC Pada Instalasi Lepas Pantai.
Hasil Cek Plagiasi : 16 % (Enam Belas Persen)

Maka diputuskan bahwa dokumen tugas akhir mahasiswa bersangkutan dinyatakan Lolos/~~Tidak Lolos~~,
~~Lolos~~,

Pembimbing Utama

Lisa Puspita Ariyanto, S.Si., M.Si
NIPY. 10710202025258

Gresik, 25 Juli 2025
Pembimbing Pendamping

Putri Sundari, ST., M.T
NIPY. 017102020200167



PERNYATAAN ORISINALITAS



UNIGRES
UNIVERSITAS GRESIK
Character Building Through Education

SK BAN PT No. 1209/SK/BAN-PT/Akred/PT/XII/2021 Peringkat Akreditasi "Baik Sekali"

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN | PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
TERAKREDITASI "BAIK"

Prodi Teknik Mesin SK No. 0125/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023
Prodi Teknik Sipil SK No. 0078/SK/LAM Teknik/AS/IV/2023
Prodi Ilmu Komputer SK No. 093/SK/LAM-INFOKOM/Ak.Min/5/VII/2024

PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SLAMET SUBAGIO
NIM : 2021040012
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : Strata Satu
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A
Mesin Pendingin HVAC Pada Instalasi Lepas Pantai.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan unsur – unsur plagiasi saya bersedia tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh DIBATALKAN, serta diproses sesuai peraturan perundang – undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya tanpa ada paksaan dari pihakmanapun.

Gresik, 15 Juli 2025
Yang Menyatakan,



Slamet Subagio
NIM. 2021040012



Analisis Pengaruh Retrofit Refrigeran R407C ke R450A Mesin Pendingin HVAC Pada Instalasi Lepas Pantai

Nama Mahasiswa : Slamet Subagio

Dosen Pembimbing : 1. Lisa Puspita Arieyanto, S.Si., M.Si
2. Putri Sundari, S.T., M.T

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *retrofit refrigeran* dari R407C ke R450A pada sistem pendingin HVAC di instalasi lepas pantai. Latar belakang penelitian ini didasari oleh kebutuhan akan sistem pendingin yang lebih ramah lingkungan dan efisien, serta regulasi internasional yang mendorong pengurangan refrigeran dengan potensi pemanasan global (GWP) tinggi. Metode yang digunakan meliputi simulasi termodinamika sistem basic cycle menggunakan perangkat lunak *Generaton Properties v1.4.2*, pengumpulan data primer dari lokasi lapangan, serta analisis kinerja parameter seperti COP, EER, daya kompresor, tekanan kerja, dan laju aliran massa refrigeran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa R450A memiliki COP lebih tinggi (2,072), EER lebih baik (7,07 Btu/W.h), serta tekanan kerja yang lebih rendah dibandingkan R407C. Selain itu, R450A memiliki GWP yang lebih rendah (547 dibandingkan 1624), yang berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca. Retrofit ke R450A juga dapat dilakukan tanpa perubahan besar pada komponen utama sistem HVAC, menjadikannya solusi yang layak secara teknis dan ekonomis. Implikasi penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem pendingin yang efisien dan ramah lingkungan di sektor industri energi lepas pantai, serta menjadi referensi praktis bagi teknisi dan insinyur dalam melakukan retrofit refrigeran di lapangan.

Kata kunci: Retrofit, R407C, R450A, Efisiensi Energi.

Analysis of the Effect of Retrofitting R407C Refrigerant to R450A HVAC Refrigeration Machines on Offshore Installations

Name Student : Slamet Subagio

Advisor Lecturer : 1. Lisa Puspita Arieyanto, S.Si.,M.Si
2. Putri Sundari, S.T., M.T

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of refrigerant retrofit from R407C to R450A on HVAC refrigeration systems in offshore installations. The background of this research is based on the need for more environmentally friendly and efficient refrigeration systems, as well as international regulations that encourage the reduction of refrigerants with high global warming potential (GWP). The methods used include simulation of the thermodynamics of the basic cycle system using Generaton Properties v1.4.2 software, primary data collection from the field site, as well as performance analysis of parameters such as COP, EER, compressor power, working pressure, and refrigerant mass flow rate. The results showed that R450A had a higher COP (2.072), better EER (7.07 Btu/W.h), and lower working pressure than R407C. In addition, R450A has a lower GWP (547 compared to 1624), which contributes to the reduction of greenhouse gas emissions. Retrofitting to the R450A can also be done without major changes to the main components of the HVAC system, making it a technically feasible and economical solution. The implications of this research make a real contribution to the development of efficient and environmentally friendly refrigeration systems in the offshore energy industry sector, as well as being a practical reference for technicians and engineers in conducting refrigerant retrofits in the field.

Keywords: Retrofit, R407C, R450A, Energy Efficiency.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. HVAC (<i>Heating Ventilation and Air Conditioning</i>).....	8
2.3. Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.....	10
2.3.1. Teori Refrigerasi	10
2.3.2. Macam-Macam Kompresor dalam Sistem Refrigerasi:	11
2.3.3. Macam-Macam Kondensor dalam Sistem Refrigerasi:	12
2.3.4. Macam-Macam Katup Ekspansi dalam Sistem Refrigerasi:	13
2.3.5. Macam-Macam Evaporator dalam Sistem Refrigerasi:	14
2.4. Proses dalam Siklus Kompresi Uap.....	16
2.4.1. Proses Kompresi (1-2)	16
2.4.2. Proses Kondensasi (2-3).....	17
2.4.3. Proses Ekspansi (3-4).....	17
2.4.4. Proses Evaporasi (4-1)	18
2.5. Variasi Temperatur Evaporasi Pada Siklus Kompresi Uap	19
2.6. Variasi Temperatur Kondensasi Pada Siklus Kompresi Uap.....	20
2.7. Variasi Efisiensi Isentropik Pada Siklus Kompresi Uap Sederhana	21
2.8. Refrigeran	22
2.8.1. Berdasarkan Komposisi	22
2.8.2. Berdasarkan Sifat Lingkungan.....	23
2.8.3. Berdasarkan Sifat Keamanan (ASHRAE 34 Standard)	23
2.8.4. Detail Data Refrigeran R407C.....	24

2.8.5. Detail Data Refrigeran R450A.....	26
2.9. <i>Retrofitting</i>	28
2.9.1. Proses Vakum	28
2.9.2. Pengaruh Refrigeran Terhadap Permasalahan Lingkungan	29
2.9.3. Minyak Pelumas Mesin Refrigerasi	30
2.10. Generation Properties.....	31
2.11. Persamaan Penunjang Penelitian	32
2.11.1. Q Evaporator (<i>Cooling Effect</i>)	32
2.11.2. Q Kondensor (<i>Heating Effect</i>)	33
2.11.3. W Kompresor (<i>Compressor Work</i>).....	33
2.11.4. COP (Coefficient of Performance).....	33
2.11.5. Efisiensi Isentropik	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Jenis Penelitian.....	35
3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian	35
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.4. Teknik Analisis Data.....	36
3.5. Persamaan Penunjang Penelitian	37
3.5.1. Q Evaporator (<i>Cooling Effect</i>)	37
3.5.2. Q Kondensor (<i>Heating Effect</i>)	37
3.5.3. W Kompresor (<i>Compressor Work</i>).....	37
3.5.4. COP (<i>Coefficient of Performance</i>).....	37
3.5.5. Efisiensi Isentropik	38
3.6. Diagram Alir Metode Penelitian	39
3.7. Prosedur Pelaksanaan Pengukuran.....	40
3.7.1. Persiapan	40
3.7.2. Proses Pengukuran dan Pengumpulan data	41
3.7.3. Alat dan Bahan.....	41
3.8. Analisa Data Berdasarkan Pengukuran dan Pengambilan Data.....	42
BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Deskripsi Lokasi Dan Waktu Penelitian	43
4.2. Data Hasil Pengujian Kedua Refrigerant R407C Dan R450A.....	43
4.3. Hasil Data Analisis Retrofit Refrigeran Dan Pembahasan	45
BAB 5 PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Komponen Utama Sistem Refrigerasi
- Gambar 2.2 Skema Sistem Refrigerasi
- Gambar 2.3 Diagram P-h siklus kompresi Uap
- Gambar 2.4 Variasi Temperatur Evaporasi pada Siklus Kompresi Uap
- Gambar 2.5 Variasi Temperatur Kondensasi pada Siklus kompresi Uap
- Gambar 2.6 Variasi Efisiensi Isentropik pada Siklus Kompresi Uap
- Gambar 2.7. Produk Refrigeran R407C
- Gambar 2.8. Diagram P-h Produk Refrigeran R407C
- Gambar 2.9. Produk Refrigeran R450A
- Gambar 2.10. Diagram P-h Produk Refrigeran R450A
- Gambar 2.11. Pompa Vakum Kompresor
- Gambar 2.12. *Manifold Gauge Analyzer*
- Gambar 2.13. Oli *synthetic poly ester* (POE) RL 32H
- Gambar 2.14. Perangkat Lunak *Generaton Properties Versi 1.4.2*.
- Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
- Gambar 3.2 Layout untuk Unit HVAC
- Gambar 3.3 Unit Kompresor HVAC
- Gambar 3.4 Diagram Alir
- Gambar 4.1. Siklus Mesin Pendingin HVAC *Basic Cycle Generaton Properties versi 1.4.2*
- Gambar 4.2. Diagram P-h Produk Refrigeran R450A Dengan Siklus *Basic Cycle* Pada Temperatur Evaporator -5°C
- Gambar 4.3. Diagram P-H Siklus *Basic Cycle* Pada Temperatur Evaporator -5°C Dengan Refrigeran R450A
- Gambar 4.4. Diagram T-S Siklus *Basic Cycle* Pada Temperatur Evaporator -5°C Dengan Refrigeran R450A
- Gambar 4.5. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2 Performance Parameters* Refrigeran R407C Pada Temperatur Evaporasi -5°C
- Gambar 4.6. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2* Diagram T-S Refrigeran R407C Pada Temperatur Evaporasi -5°C

Gambar 4.7. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2* Diagram P-h Refrigeran R407C Pada Temperatur Evaporasi -5°C

Gambar 4.8. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2* Performance Parameters Refrigeran R450A Pada Temperatur Evaporasi -5°C

Gambar 4.9. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2* Diagram T-S Refrigeran R450A Pada Temperatur Evaporasi -5°C

Gambar 4.10. Hasil Analisis *Generaton Properties ver 1.4.2* Diagram P-h Refrigeran R450AC Pada Temperatur Evaporasi -5°C

Gambar 4.11. Diagram P-h Refrigeran R450A

Gambar 4.12. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran

Gambar 4.13. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Daya Kompresor

Gambar 4.14. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Rasio Kompresi Di Kompresor

Gambar 4.15. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Kemampuan Kondensor Untuk Melakukan Pelepasan Kalor

Gambar 4.16. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Koefisien Kinerja

Gambar 4.17. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Tekanan Kerja Kompresor

Gambar 4.18. Grafik Pengaruh Temperatur Evaporasi Terhadap Efisiensi Energi

Gambar 4.19. Grafik Perbandingan W_{Ideal} Dan W_{Aktual} Dari R407C Dan R450A

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Spesifikasi Kompresor

Tabel 2.1 Tabulasi Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Sekarang

Tabel 2.2 Komponen Utama Sistem Refrigerasi

Tabel 2.3 Data Properti Termodinamika Refrigeran R407C

Tabel 2.4 Data Properti Termodinamika Refrigeran R450A

Tabel 2.5 Jenis Oli Yang Direkomendasikan Dalam Proses Retrofit

Tabel 4.1. Tabel Parameter Data Yang Digunakan Dalam Analisa Pengaruh Retrofit

Tabel 4.2. Tabel Data Analisis Refrigeran R407C Dengan *Generaton Properties*
Versi 1.4.2

Tabel 4.3. Tabel Data Analisis Refrigeran R450A Dengan *Generaton Properties*
Versi 1.4.2