



**ANALISA UNJUK KERJA RETROFIT MESIN PENDINGIN REFRIGERANT R600 PADA
REFRIGERATOR 1 PINTU KAPASITAS 170 LITER DENGAN SOFTWARE *COOLPACK***

TUGAS AKHIR

ARIF SATRIYO UTOMO

1121800053

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TANGERANG SELATAN

2025



**ANALISA UNJUK KERJA RETROFIT MESIN PENDINGIN REFRIGERANT
R600 PADA REFRIGERATOR 1 PINTU KAPASITAS 170 LITER DENGAN
SOFTWARE *COOLPACK***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

ARIF SATRIYO UTOMO

1121800053

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

TANGERANG SELATAN

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arif Satriyo Utomo

NRP : 1121800053

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir/Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Arif Satriyo Utomo

NRP 1121800053

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : ANALISA UNJUK KERJA RETROFIT MESIN PENDINGIN
REFRIGERANT R600 PADA REFRIGERATOR 1 PINTU
KAPASITAS 170 LITER DENGAN SOFTWARE COOLPACK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Imaddudin Haq. S,T,M,T. (.....)

Penguji 1 : Dr. Eng. Ir. Rudi Purwo Wijayanto, (.....)
S.T, M.T

Penguji 2 : Dr. ir. Achmad Zaki Rahman, S.T, (.....)
M.T, IPM.

Penguji 3 : Ir. J. Viktor Tuapetel S.T, M.T, (.....)
Ph.D,IPM ASEAN, Eng.

Ditetapkan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan

Tanggal : 4 September 2025

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN – ITI

(Ir. J. Victor Tuapetel, ST, MT, Ph.D, IPM ASEAN-Eng)

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-NYA, Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini merupakan hasil dari pelaksanaan tugas akhir di BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) pada tanggal 4 Juni 2025 hingga 1 Agustus 2025 dan dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat studi pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia. Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada :

1. Orang tua beserta keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan arahan untuk selalu menjaga *attitude* dimanapun tempatnya.
2. Bapak Ir. J. Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D.IPM.ASEAN-Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia dan Kordinator Tugas Akhir yang telah memberikan izin untuk melaksanakan tugas akhir dan memberikan arahan pada penulis dalam penulisan laporan ini.
3. Bapak Imaduddin Haq. ST, MT. MSi selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing penulis dalam penulisan proposal Tugas akhir ini.
4. Ibu Dra. Perak Samosir MSi selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan semangat motivasi selama perkuliahan di Institut Teknologi Indonesia.
5. Bapak Imaduddin Haq. ST, MT selaku Dosen Pembimbing di Lapangan yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan tugas akhir di BRIN, sekaligus mengarahkan serta memotivasi penulis dalam pelaksanaan tugas akhir
6. Bapak Hendra selaku Pembimbing Lapangan yang telah membimbing, menyediakan waktu, tenaga dan pikiran selama berlangsungnya kegiatan tugas akhir ini.
7. Tanti Triyana selaku *support system* penulis yang telah memberikan semangat motivasi untuk terus berjuang hadapi setiap permasalahan walaupun beda kampus.
8. Rekan-rekan organisasi DKM Al-Bayan Institut Teknologi Indonesia yang telah memberikan semangat dan *support* untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini

9. Rekan-rekan organisasi Himpunan Mahasiswa Mesin Institut Teknologi Indonesia khususnya angkatan 2018 yang telah memberikan semangat dan *support* untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga proposal tugas akhir ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu.

Tangerang selatan, 20
Agustus 2025

Penulis
(ARIF SATRIYO UTOMO)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Satriyo Utomo

NRP 1121800053

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISA UNJUK KERJA RETROFIT MESIN PENDINGIN REFRIGERANT
R600 PADA REFRIGERATOR 1 PINTU KAPASITAS 170 LITER DENGAN
SOFTWARE COOLPACK**

Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Tangerang Selatan Pada
Tanggal, 20 Agustus 2025 Yang
Menyatakan,

(ARIF SATRIYO UTOMO)

ABSTRAK

Nama : Arif Satriyo Utomo

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : ANALISA UNJUK KERJA RETROFIT MESIN
PENDINGIN REFRIGERANT R600 PADA
REFRIGERATOR 1 PINTU KAPASITAS 170 LITER
DENGAN SOFTWARE COOLPACK

Dosen Pembimbing : Imaddudin Haq, ST.,MT.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa sistem refrigerasi dengan menggunakan refrigeran R600 melalui metode perhitungan langsung serta simulasi perangkat lunak Coolpack. Hasil perhitungan manual menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa beban, sistem memiliki nilai Coefficient of Performance (COP) sebesar 2,87 dengan daya kompresor 26,1 watt. Namun, pada kondisi berbeban, nilai COP menurun signifikan menjadi 0,19 dengan daya kompresor 393,7 watt. Sementara itu, hasil simulasi melalui Coolpack memperlihatkan bahwa kebutuhan daya kompresor tanpa beban adalah 49,69 watt dan meningkat menjadi 86,94 watt pada kondisi berbeban. Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk menghasilkan kapasitas pendinginan sebesar 75 watt, sistem refrigerasi berbasis R600 membutuhkan daya kompresor sebesar 86,94 watt pada kondisi berbeban dan 49,69 watt pada kondisi tanpa beban.

Kata kunci: *refrigeran R600, sistem refrigerasi, COP, daya kompresor, Coolpack*

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of a refrigeration system using R600 refrigerant through direct calculation and simulation with Coolpack software. The manual calculation results show that under no-load conditions, the system has a Coefficient of Performance (COP) of 2.87 with a compressor power of 26.1 watts. However, under load conditions, the COP decreases significantly to 0.19 with a compressor power of 393.7 watts. Meanwhile, the simulation results using Coolpack indicate that the required compressor power under no-load conditions is 49.69 watts and increases to 86.94 watts under load conditions. Based on this analysis, it can be concluded that to produce a cooling capacity of 75 watts, the refrigeration system using R600 refrigerant requires compressor power of 86.94 watts under load conditions and 49.69 watts under no-load conditions.

Keywords: R600 refrigerant, refrigeration system, COP, compressor power, Coolpack

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN – ITI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Metodologi Penelitian	4
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 <i>State of the art</i>	5
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II DASAR TEORI.....	10
2.1 TEKNOLOGI MESIN PENDINGIN	10
2.1.1 Pengertian Sistem Pendingin (<i>Refrigeration System</i>).....	10
2.1.2 Prinsip Dasar Refrigerasi.....	11
2.1.3 Termodinamika Siklus Refrigerasi.....	12
2.2 Komponen utama sistem pendingin	15
2.3 Fluida kerja atau refrigerant retrofit yang digunakan.....	20
2.4 Sifat-sifat Refrigerant	24
R600 (Isobutana):.....	25
R134a (Tetrafluoroethane):	25
2.5 <i>Coefficient of Performance (COP)</i>	26
2.6 Inovasi Teknologi pada Sistem Pendingin	28
2.6.1 Teknologi Inverter	28
2.6.2 Katup Ekspansi Elektronik (EEV)	28

2.6.3 Thermoelectric Cooling (TEC)	28
2.6.4 Smart Refrigeration System (IoT-based)	28
2.7 Dampak Lingkungan dan Regulasi Penggunaan Refrigeran	29
2.7.1 Protokol Montreal dan Kigali	29
2.7.2 Penanganan Limbah Refrigeran	29
2.8 Metodologi Pengujian Sistem Pendingin	29
2.8.1 Pengujian COP	29
2.8.2 Pengukuran Konsumsi Energi	29
2.8.3 Pengujian Keandalan Komponen	30
2.9 Simulasi dan Desain Sistem Pendingin	30
2.9.1 Software Simulasi	30
2.9.2 Desain Eksperimental	30
Dalam pengujian sistem pendingin, desain eksperimental sering mencakup:.....	30
BAB III	31
METODE PENELITIAN	31
3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.3 Alat ukur dan peralatan pengujian	32
3.4 Spesifikasi komponen mesin	38
3.5 Teknik pengumpulan data	40
3.6 Tahapan analisis COP	41
3.7 Langkah – langkah pengujian	42
4.2 Penyajian data	44
BAB IV	46
HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.1.1 Penjelasan Hasil Pengujian Temperatur Freezer	46
4.1.2 Penjelasan Hasil Pengujian Temperatur Chiller Tanpa Beban	48
4.1.3 Penjelasan Hasil Pengujian Temperatur Freezer dan Chiller dengan Beban (R600a)	50

4.2 Perhitungan Kapasitas Pendinginan (Kw) Pada Refrigeran R600 tanpa beban	52
4.3 Perhitungan Kapasitas Pendinginan (Kw) Pada Refrigeran R600 menggunakan beban	55
4.4 Perhitungan performa mesin pendingin menggunakan software coolpack.....	58
BAB V.....	63
Kesimpulan dan Saran	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi sistem Refrifgrasi	13
Gambar 2. 2 Diagram P-h dan T-s siklus refrigerasi.....	13
Gambar 2. 3 Kompresor Hermetik.....	15
Gambar 2.4 Kondensor Berjari	16
Gambar 2.5 Pipa Kapiler.....	17
Gambar 2.6 Evaporator	17
Gambar 2.7 Thermostrat	18
Gambar 2.8 Filter Dyer	19
Gambar 2.9 PTC dan Overload.....	20
Gambar 2.10 Refrigeran R600	21
Gambar 2.11 Refrigerant R134a	24
Gambar 3.1 Thermostat.....	33
Gambar 3.2 STC-1000	33
Gambar 3.3 Tang Ampere	34
Gambar 3.4 Cutter Pipa.....	35
Gambar 3.5 Timbangan.....	35
Gambar 3.6 Manifold gauge	36
Gambar 3.7 Las Portable.....	36
Gambar 3.8 Las Oxygen & LPG.....	37
Gambar 3.9 Software Coolpack	41
Gambar 4.1 Perbandingan temperature Freezer R600 dan R134a.....	46
Gambar 4. 2 Perbandingan temperature Chiller R600 dan R134a.....	48
Gambar 4. 3 Perbandingan Temperature Freezer dan Chiller R600 Menggunakan Beban.....	50
Gambar 4. 4 Data high pressure dan low pressure pada R600	51
Gambar 4.5 R600 menggunakan software coolpack.....	58
Gambar 4. 6 Tabel R134a menggunakan software coolpack.....	60
Gambar 4. 7 Tabel R600 menggunakan software coolpack dengan pembebanan	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Properties R134a	22
Tabel 2. 2 Properties R600	23
Tabel 4. 1 Software Refprop Result untuk mencari nilai entalphi R600	52
Tabel 4. 2Software Refprop Result untuk nilai enthalphi R600 menggunakan beban	55