

**ANALISIS ENERGI PANAS BUANG KONDENSOR GANDA SECARA SERI
PADA SISTEM REFRIGERASI DENGAN REFRIGERAN 22**



MUHAMMAD ALDI SATRIANI
NIM: 41317010043

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS ENERGI PANAS BUANG KONDENSOR GANDA SECARA SERI
PADA SISTEM REFRIGERASI DENGAN REFRIGERAN 22



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Aldi Satriani
NIM : 41317010043
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
APRIL 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Aldi Satriani


NIM : 41317010043

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Energi Panas Buang Kondensor Ganda Secara Seri
Pada Sistem Refrigerasi Dengan Refrigeran 22

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

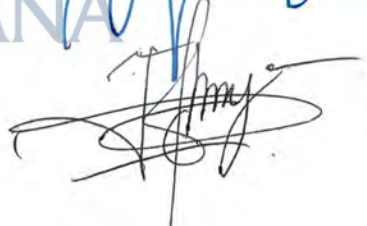
Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, MT. ()

NIDN : 0323027301

Penguji 1 : Dra. I Gusti Ayu Arwati, Ph.D ()

NIDN : 0010046408

Penguji 2 : Swandya Eka Pratiwi, ST, M.Sc ()

NIDN : 116910537

Jakarta, 03 Agustus 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.

NIDN 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Aldi Satriani
NIM : 41317010043
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Energi Panas Buang Kondensor Ganda Secara Seri
Pada Sistem Refrigerasi Dengan Refrigeran 22

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang 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 Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 03 Agustus 2024

Mu  iani
83613AKX219732626

Muhammad Aldi Satriani

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan petunjuk-Nya penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS ENERGI PANAS BUANG KONDENSOR GANDA SECARA SERI PADA SISTEM REFRIGERASI DENGAN REFRIGERAN 22”. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam melakukan kegiatan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, tentu tak lepas dari pengarahannya dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka penulis ucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT. selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
5. Keluarga, terutama orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa, sehingga kegiatan dan penyusunan laporan tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik,
6. Farhan Ali, Mas Rangga Hengki, Mas Rahman Husein dan teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang turut membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini,
7. Bapak Firman, Bapak Dikki, Bapak H Udin dan Mas Lukman yang turut membimbing dan membantu dalam pengerjaan alat tugas akhir,
8. Warga saung RT02 Villa Pamulang Mas yang turut menyemangati dan menemani penulis dalam menyusun laporan tugas akhir ini setiap malamnya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini memang masih jauh dari kesempurnaan. Namun hal tersebut semata-mata bukan karena disengaja, melainkan

karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan, yang nantinya bisa bermanfaat untuk perbaikan maupun penyempurnaan selanjutnya.

Akhir kata penulis ucapkan sekali lagi terima kasih, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 03 Agustus 2024

Muhammad Aldi Satriani



ABSTRAK

Air Conditioner (AC) merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk mendinginkan ruangan. AC menyerap panas dari dalam ruangan dan dibuang ke lingkungan. Panas buang AC ini sering kali dibiarkan percuma, padahal udara panas buang memiliki suhu yang cukup tinggi dan kelembaban yang cukup rendah sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan kembali, salah satunya untuk mesin pengering. Pada penelitian ini dilakukan analisis energi panas buang kondensor ganda secara seri dari sistem refrigerasi dengan refrigeran R22. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dan kelembaban yang dapat dihasilkan oleh sistem refrigerasi tersebut dan nilai COP dari masing-masing sistem. Penelitian ini dimulai dengan studi literatur terkait panas buang AC dan pemanfaatannya. Selanjutnya, tahap persiapan sistem refrigerasi, dan peralatan pendukung yang diperlukan. Setelah itu, tahap pengujian performa alat di mana dilakukan pengujian untuk mengevaluasi performa sistem refrigerasi, proses ini melibatkan pengukuran suhu dan kelembaban udara serta suhu dan tekanan refrigeran. Selanjutnya, hasil pengujian akan dianalisis menggunakan rumus-rumus yang sesuai, dan dari hasil analisis tersebut kemudian dapat ditarik kesimpulan tentang performa sistem refrigerasi ini. Dari hasil analisis, diketahui bahwa pada pengujian di dalam ruangan non-AC mesin ini mampu menghasilkan panas buang dengan suhu 68.7 dan RH 10%, dan COP kompresor 3/4 dan 1 PK sebesar 2.022 dan 2.2275 Untuk pengujian di luar ruangan, didapatkan suhu panas buang sebesar 68.5 dan RH 10% dengan COP kompresor 3/4 dan 1 PK sebesar 2.0719 dan 3.2454 Pada pengujian di dalam ruangan ber-AC didapatkan suhu panas buang 62.8 dan RH 10% dengan COP kompresor 3/4 dan 1 PK sebesar 3.6032 dan 3.2362. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem refrigerasi dapat menghasilkan panas buang yang cukup memuaskan sehingga selanjutnya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk digunakan sebagai sumber panas mesin pengering yang sudah ada.

Kata kunci: Energi Panas Buang, Sistem Refrigerasi, Refrigeran R22, Suhu, Kelembaban, COP

**EXHAUST HEAT ENERGY ANALYSIS FROM DOUBLE CONDENSERS IN
SERIES ON REFRIGERATION SYSTEMS WITH REFRIGERANT 22**

ABSTRACT

Air Conditioner (AC) is a machine used to cool a room. AC absorbs heat from inside the room and is released into the environment. This AC exhaust heat is often wasted, even though the hot exhaust air has a fairly high temperature and low humidity so that it has the potential to be reused, such as for a drying machine. In this study, an analysis of the exhaust heat energy of a double condenser in series from a refrigeration system with refrigerant 22 was carried out. This study aims to determine the temperature and humidity that can be produced by the refrigeration system and the COP value of each system. This study began with a literature study related to AC exhaust heat and its utilization. Next, the preparation stage of the refrigeration system, and the supporting equipment needed. After that, the performance testing stage of the tool where testing is carried out to evaluate the performance of the refrigeration system, this process involves measuring the temperature and humidity of the air as well as the temperature and pressure of the refrigerant. Furthermore, the test results will be analyzed using the appropriate formulas, and from the results of the analysis, conclusions can be drawn about the performance of this refrigeration system. From the analysis results, it is known that in testing in a non-AC room, this machine is able to produce exhaust heat with a temperature of 68.7 and RH 10%, and a compressor COP of 3/4 and 1 PK of 2.022 and 2.2275. For outdoor testing, the exhaust heat temperature was obtained at 68.5 and RH 10% with a compressor COP of 3/4 and 1 PK of 2.0719 and 3.2454. In testing in an air-conditioned room, the exhaust heat temperature was obtained at 62.8 and RH 10% with a compressor COP of 3/4 and 1 PK of 3.6032 and 3.2362. The results of this study indicate that the refrigeration system can produce exhaust heat that is quite satisfactory so that further research can be carried out to be used as a heat source for an existing drying machine.

Keywords: Exhaust Heat Energy, Refrigeration System, Refrigerant 22, Temperature, Humidity, COP

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. SISTEM REFRIGERASI	10
2.2.2. Komponen Pada Sistem Refrigerasi	11
2.2.1. Air Conditioner	16
2.2.3. Refrigeran	19
2.2.4. HEAT PUMP DRYER	20
2.3. SIKLUS KOMPRESI UAP	21
2.3.1 Proses Kompresi	22
2.3.2 Proses Kondensasi	23
2.3.3 Proses Ekspansi	24
2.3.4 Proses Evaporasi	24
2.3.5 Coefficient Of Performance	25

2.4	DIAGRAM PSIKROMETRI	25
2.5.1	Suhu Bola Kering Dan Basah	28
2.5.2	Kelembaban Relatif (RH)	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
3.2.	ALAT DAN BAHAN	31
3.3.	SKEMA MESIN SISTEM REFRIGERASI	34
3.4.	PROSEDUR EKSPERIMEN	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	DATA HASIL PENGUJIAN	37
4.2	ANALISIS UDARA PANAS BUANG DENGAN PSIKROMETRI	43
4.2.1	Perhitungan Udara Panas Buang Kondensor	47
4.3	ANALISIS COP MESIN REFRIGERASI	51
4.3.1	Pengujian Dalam Ruangan non-AC	52
4.3.2	Pengujian Di Luar Ruangan	57
4.3.3	Pengujian Dalam Ruangan Ber-AC	61
BAB V PENUTUP		67
5.1	KESIMPULAN	67
5.2	SARAN	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 UNIT PENDINGIN UDARA PERTAMA	11
GAMBAR 2.2 SKEMATIS SISTEM REFRIGERASI	12
GAMBAR 2.3 KOMPRESOR	12
GAMBAR 2.5. PIPA KAPILER	14
GAMBAR 2.6 <i>EVAPORATOR</i>	14
GAMBAR 2.7 <i>BLOWER</i> SENTRIFUGAL	15
GAMBAR 2.8 <i>AXIAL FAN</i>	16
GAMBAR 2.9 <i>AC SPLIT WALL</i>	17
GAMBAR 2.10 <i>AC WINDOW</i>	18
GAMBAR 2.11 <i>AC CENTRAL</i>	19
GAMBAR 2.12 REFRIGERAN	20
GAMBAR 2.13 SKEMATIS SISTEM POMPA PANAS	20
GAMBAR 2.15 DASAR GRAFIK PSIKROMETRI	26
GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
GAMBAR 3.3 <i>STOPWATCH</i>	32
GAMBAR 3.4. <i>THERMOCOUPLE TYPE-K</i>	33
GAMBAR 3.5 HIGROMETER	33
GAMBAR 3.6 <i>DIGITAL CLAMP METER</i>	34
GAMBAR 3.7 SKEMA MESIN SISTEM REFRIGERASI	34
GAMBAR 4.1 GRAFIK PERUBAHAN SUHU UDARA	41
GAMBAR 4.2 GRAFIK PERUBAHAN KELEMBABAN RELATIF	42
GAMBAR 4.3 <i>PSYCHROMETRIC CHART</i> UDARA DALAM RUANGAN NON-AC	43

GAMBAR 4.4 KARAKTERISTIK UDARA PENGUJIAN DALAM RUANGAN NON-AC	44
GAMBAR 4.5 <i>PSYCHROMETRIC CHART</i> SUHU LUAR RUANGAN	44
GAMBAR 4.6 KARAKTERISTIK UDARA PENGUJIAN LUAR RUANGAN	45
GAMBAR 4.7 <i>PSYCHROMETRIC CHART</i> SUHU DALAM RUANG AC	45
GAMBAR 4.8 KARAKTERISTIK UDARA PENGUJIAN DALAM RUANGAN AC	46
GAMBAR 4.9 GRAFIK LAJU PERPINDAHAN PANAS UDARA	50
GAMBAR 4.9 GRAFIK LAJU ALIRAN MASSA UAP AIR	51
GAMBAR 4.10 DATA PROPERTI TERMODINAMIKA R-22 DUPONT	52
GAMBAR 4.11 DIAGRAM P-H KOMPRESOR $\frac{3}{4}$ PK DALAM RUANGAN NON-AC	53
GAMBAR 4.12 DIAGRAM P-H KOMPRESOR 1 PK DALAM RUANGAN NON-AC	53
GAMBAR 4.13 DIAGRAM P-H KOMPRESOR $\frac{3}{4}$ PK DI LUAR RUANGAN	57
GAMBAR 4.14 DIAGRAM P-H KOMPRESOR 1 PK DI LUAR RUANGAN	58
GAMBAR 4.15 DIAGRAM P-H KOMPRESOR $\frac{3}{4}$ PK DALAM RUANGAN NON-AC	62
GAMBAR 4.16 DIAGRAM P-H KOMPRESOR 1 PK DALAM RUANGAN NON-AC	62
GAMBAR 4.17 GRAFIK PERBANDINGAN COP	65

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
TABEL 3.1. ALAT DAN BAHAN	31
TABEL 4.1 DATA HASIL PENGUJIAN DALAM RUANGAN NON-AC	38
TABEL 4.2 DATA HASIL PENGUJIAN LUAR RUANGAN	39
TABEL 4.3 DATA HASIL PENGUJIAN DALAM RUANGAN AC	40
TABEL 4.4 PERUBAHAN SUHU DAN KELEMBABAN RELATIF UDARA	41
TABEL 4.5 KARAKTERISTIK UDARA TIAP RUANGAN	46
TABEL 4.5 DATA REFRIGERAN PADA PENGUJIAN DALAM RUANGAN NON-AC	52
TABEL 4.7 DATA REFRIGERAN PADA PENGUJIAN LUAR RUANGAN	57
TABEL 4.8 DATA REFRIGERAN PADA PENGUJIAN LUAR RUANGAN	61

