

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KUTUP
EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS
KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
PERFORMANSI MESIN PENDINGIN
AC SPLIT R-22**



Disusun Oleh :

MOCH. RIFAN FATCHURAHMAN

NBI : 1422000129

MARCELINO CHANDRA SAKTI

NBI : 1422000148

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KUTUP
EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS
KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
PERFORMANSI MESIN PENDINGIN
AC SPLIT R-22



Disusun Oleh :

MOCH. RIFAN FATCHURAHMAN

NBI : 1422000129

MARCELINO CHANDRA SAKTI

NBI : 1422000148

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

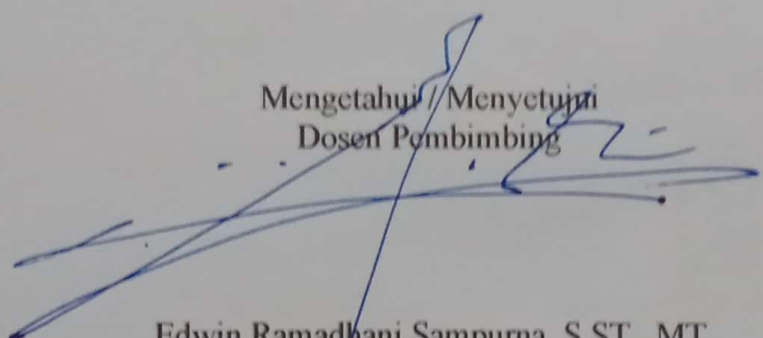
2024

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

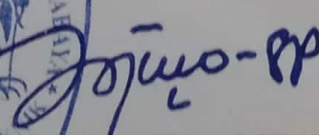
NAMA : MOCH. RIFAN FATCHURAHMAN
NBI : 1422000129
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : "STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KATUP
EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS
KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN
PERFORMANSI MESIN PENDINGIN AC SPLIT R-22"

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

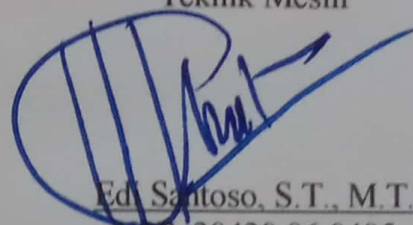

Edwin Ramadhani Sampurna, S.ST., MT
NPP. 20420.18.0793



Dekan
Fakultas Teknik


Dr. H. Saipyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Ed. Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PENDINGIN AC SPLIT R-22

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 12 Desember 2023



Moch. Rifan Fatchurahman

NBI. 1422000129



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch Rifan Fatchurahman
NBI/ NPM : 1422000129
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PENDINGIN AC SPLIT R-22

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 15 Januari 2024



(Moch. Rifan Fatchurahman)

* Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN:

Saya ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat, petunjuk, dan kemudahan kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini dan juga kepada dosen pembimbing satu bapak Edwin Ramadhani Sampurna dan dosen pembimbing dua bapak Royyan Firdaus yang telah membantu membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta kepada teman-teman dan sahabat saya yang tak pernah lelah dalam membantu, mendukung, dan memberi nasihat.

KATA MUTIARA:

“JANGAN MELAKUKAN SESUATU HINGGA MATI-MATIAN TENTANG
SESUATU YANG TIDAK DIBAWA MATI”

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF VARIATIONS IN THE EXPANSION VALVE AND CONDENSER HEAT TRANSFER RATE ON THE CHARACTERISTICS AND PERFORMANCE OF THE R-22 SPLIT AC COOLING MACHINE

As a country with a tropical climate, Indonesia has several impacts on the environment and people's lives. This makes the use of cooling machines very important in Indonesia, especially in densely populated urban areas. So the researchers will design an R-22 split AC cooling machine and analyze the effect of expansion valve type and condenser fan speed on the characteristics and performance of the cooling machine with the aim of getting the best variation. The methods in this research include building a cooling machine, data collection and analysis. The variation used is a capillary pipe type expansion valve with a length of 0.5 m; 1 m; 1.5 m and TXV (Thermostatic Expansion Valve) type and condenser fan speed variation of 2.2 m/s; 4.1 m/s; 6.1 m/s. The results of the analysis concluded that the variation using a capillary pipe expansion valve with a length of 0.5 meters and a condenser fan speed of 6.1 m/s produced a refrigerant mass flow rate value that was greater than the other variations, namely 0,026 kg/s, and produced actual COP. larger, namely 6,4. This is because the greater the air flow rate to cool the condenser at a fan speed variation of 6.1 m/s, the less power the compressor consumes. Meanwhile, in COPactual and mass flow rate of refrigerant there is an increase in the speed of the condenser cooling fan which is getting bigger.

Keywords : *Cooling Machine, Capillary Tube, Thermostatic Expansion Valve, Coefficient Of Performance, Mass Flow Rate.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KATUP EKSPANSI DAN LAJU PERPINDAHAN PANAS KONDENSOR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERFORMANSI MESIN PENDINGIN AC SPLIT R-22” ini dengan baik. Maksud dan tujuan dari penulisan Proposal Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi oleh mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

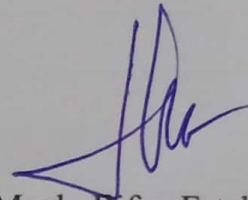
Atas keberhasilan penulis dalam menyusun Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan serta motivasi dari berbagai pihak sehingga penulis dapat mengatasi segala kendala dan kesulitan yang dihadapi. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendukung dengan memberikan bantuan berupa materil maupun non materil dan mendoakan serta memberi semangat sampai saat ini.
2. Bapak Edwin Ramadhani Sampurna, S.ST., MT sebagai dosen pembimbing 1 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, dan memberikan saran-saran dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak Royyan Firdaus, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing 2 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, dan memeriksa serta memberikan saran-saran dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah mengizinkan untuk penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya serta seluruh karyawan yang memberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh bapak/ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan perkuliahaan.

7. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya yang telah memberikan bantuan, semangat, dan saran selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang berperan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, besar harapan penulis semoga dengan adanya Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 12 Desember 2023



Moch. Rifan Fatchurahman

NBI. 1422000129

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Sistem Refrigerasi.....	5
2.2 Mesin Pendingin.....	5
2.3 AC (<i>Air Conditioning</i>).....	5
2.4 Komponen Sistem Refrigerasi.....	6
2.4.1 Kompresor.....	6
2.4.2 Kondensor.....	8
2.4.3 Katup Ekspansi.....	10
2.4.4 Evaporator.....	12

2.5 Refrigeran	12
2.6 Perpindahan Panas	13
2.7 Siklus Refrigerasi	15
2.7.1 Siklus Refrigerasi Uap Aktual	16
2.8 Parameter Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi	16
2.9 Penelitian Terdahulu	19
2.9.1 Pengaruh Panjang Pipa Kapiler Terhadap Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi Dengan <i>Fast Cooling</i> (Syafutra & Saragih, 2009)	19
2.9.2 Pengaruh Variasi Putaran Kipas Kondensor Terhadap Unjuk Kerja Sistem Pendingin <i>Air Conditioner</i> (Sukariyanto, 2019)	19
2.9.3 Studi Eksperimen Unjuk Kerja Sistem Refrigerasi <i>Single State</i> Dengan Variasi <i>Expansion Device</i> (Saiful, 2017)	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.2 Diagram Alir	22
3.3 Perencanaan Penelitian	22
3.3.1 Mulai	22
3.3.2 Studi Literatur	23
3.3.3 Studi Lapangan	23
3.3.4 Pembuatan Alat Pengujian	23
3.3.5 Pengujian Mesin Pendingin Dengan Variabel	23
3.3.6 Pengambilan Data	23
3.3.7 Analisis Data	29
3.3.8 Kesimpulan	29
3.3.9 Selesai	29
3.4 Skema dan <i>Prototype</i> Alat Uji	29
3.5 Mekanisme Kerja Alat Uji	30
3.6 Peralatan Pengujian	30
3.7 Alat dan Bahan Perancangan	32
3.8 Prosedur Pengujian	36
3.8.1 Persiapan Alat Pengujian	36

3.8.2 Tahapan Pengambilan Data.....	36
BAB IV ANALISA DATA.....	39
4.1 Analisa Data Penelitian.....	39
4.2 Data Hasil Pengujian.....	39
4.3 Perhitungan Pipa Kapiler 0,5 m Kecepatan Kipas Kondensor 2,2 m/s.....	43
4.4 Tabel Hasil Perhitungan.....	46
4.5 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Karakteristik dan Performansi.....	48
4.5.1 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor Nyata.....	48
4.5.2 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Daya Input Kompresor.....	49
4.5.3 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran.....	50
4.5.4 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Dilepas Kondensor.....	51
4.5.5 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Diserap Evaporator.....	52
4.5.6 Grafik dan Analisa Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap COP _{aktual}	53
4.5.7 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 2,2 m/s.....	54
4.5.8 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 4,1 m/s.....	54
4.5.9 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 6,1 m/s.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kompresor Torak	7
Gambar 2. 2 Kompresor Putar.....	7
Gambar 2. 3 Kompresor Sudu.....	8
Gambar 2. 4 Kondensor	8
Gambar 2. 5 Pipa Kapiler.....	10
Gambar 2. 6 Katup Ekspansi Termostatik.....	11
Gambar 2. 7 Katup Ekspansi Otomatis	12
Gambar 2. 8 Evaporator	12
Gambar 2. 9 Perpindahan Panas Konduksi	14
Gambar 2. 10 Perpindahan Panas Konveksi	14
Gambar 2. 11 Perpindahan Panas Radiasi.....	14
Gambar 2. 12 Siklus Kompresi Uap Standar dan Diagram Tekanan-Entalpi (P-h Diagram) Kompresi Uap	15
Gambar 2. 13 Perbandingan siklus aktual dan siklus standar	16
Gambar 2. 14 Grafik Hubungan Antara Panjang Pipa Kapiler Terhadap COP_{aktual} ..	19
Gambar 2. 15 Grafik Hubungan Antara Putaran Kipas Kondensor Terhadap COP_{aktual}	19
Gambar 2. 16 Grafik Hubungan Antara COP dan Beban Pada Perbedaan Jenis Katup Ekspansi	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Skema Alat Uji	29
Gambar 3. 3 Prototype Alat Uji	30
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kerja Kompresor Nyata.....	48
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Daya Input Kompresor	49
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Laju Aliran Massa Refrigeran	50
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Dilepas Kondensor	51
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap Kalor yang Diserap Evaporator	52
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Perhitungan Antara Jenis Katup Ekspansi dan Kecepatan Kipas Kondensor Terhadap COP_{aktual}	53
Gambar 4. 7 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 2,2 m/s	54
Gambar 4. 8 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 4,1 m/s	54
Gambar 4. 9 Diagram P-h Kecepatan Kipas Kondensor 6,1 m/s	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pengambilan data Temperatur dan Tekanan	24
Tabel 3. 2 Pengambilan data Tegangan dan Arus	27
Tabel 3. 3 Peralatan Pengujian	31
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 2,2 m/s	39
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 4,1 m/s	40
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Kecepatan Kipas Kondensor 6,1 m/s	41
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Tegangan dan Arus.....	42
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Entalpi	46
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Karakteristik dan Performansi	47