

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN PERFORMANSI SISTEM AC $\frac{3}{4}$ PK
DENGAN DAN TANPA INVERTER PADA ALAT
SIMULASI PENGUJIAN DI LAB. KONTROL TEKNIK
MESIN POLITEKNIK NEGERI BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG ARIAWAN

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

PROYEK AKHIR

**PENGUJIAN PERFORMANSI SISTEM AC $\frac{3}{4}$ PK
DENGAN DAN TANPA INVERTER PADA ALAT
SIMULASI PENGUJIAN DI LAB. KONTROL TEKNIK
MESIN POLITEKNIK NEGERI BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG ARIAWAN
NIM. 2015223013

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN PERFORMANSI SISTEM AC $\frac{3}{4}$ PK DENGAN DAN TANPA INVERTER PADA ALAT SIMULASI PENGUJIAN DI LAB. KONTROL TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG ARIAWAN
NIM. 2015223013

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ir. I Made Sugina, M.T.
NIP. 196707151997021004

Pembimbing II



I Wayan Temaja, S.T., M.T.
NIP. 196810221998031001

Disahkan oleh:
Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I. Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUJIAN PERFORMANSI SISTEM AC $\frac{3}{4}$ PK DENGAN DAN TANPA INVERTER PADA ALAT SIMULASI PENGUJIAN DI LAB. KONTROL TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

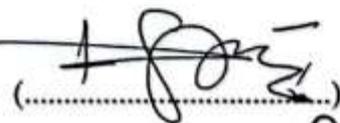
I KOMANG ARIAWAN
NIM. 2015223013

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk
dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
21 Agustus 2023

Tim Penguji

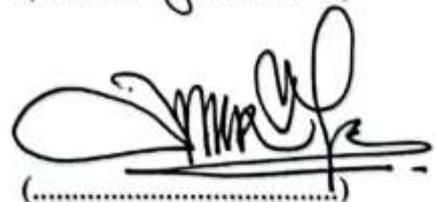
Tanda Tangan

Penguji I : Ir. Daud Simon Anakottapary, M.T.
NIP : 196411151994031003



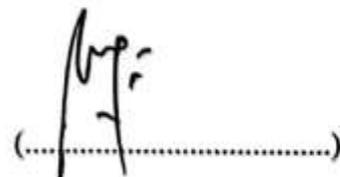
(.....)

Penguji II : I Nyoman Suamir, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP : 196503251991031002



(.....)

Penguji III : Ketut Bangse, S.T., M.T.
NIP : 196612131991031003



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Komang Ariawan

NIM : 2015223013

Program Studi : D3 Teknik Pendingin Dan Tata Udara

Judul Proyek Akhir : Pengujian Performansi Sistem Ac ¼ PK dengan dan tanpa Inverter pada Alat Simulasi Pengujian Di Lab. Kontrol Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 21 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Komang Ariawan

NIM. 2015223013

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara.
5. Bapak Ir. I Made Sugina, M.T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Wayan Temaja, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk saudara tercinta I Wayan Juliantika dan I Made Pratamaditia yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat 6 A TPTU angkatan 2023 terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu membeikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Proyek Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 21 Agustus 2023

I Komang Ariawan

ABSTRAK

Salah satu inovasi dalam bidang tata udara dan sistem refrigerasi, berupa pemasangan *Variable Frequency Drive* (VFD) atau inverter pada instalasi AC yang bertujuan untuk menghemat konsumsi energi listrik. Bagaimana perbedaan performansi sistem AC dengan dan tanpa Inverter menjadi tujuan dalam penelitian ini.

Pada pengujian ini menggunakan alat simulasi pengujian AC dengan dan tanpa inverter yang telah dibuat oleh tim seangkatan berjumlah 3 orang di Lab. Instrumentasi Kontrol dan Desain HVAC jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Bali dengan ukuran ruang uji panjang 150 cm, lebar 150 cm dan tinggi 200 cm, dengan beban pendinginan tiga buah heater (750 W dua buah, 1500 W satu buah). AC yang di uji adalah AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter.

Hasil pengujian menunjukkan AC dengan inverter mencapai penurunan temperatur lebih cepat, COP dan konsumsi energi lebih tinggi daripada sistem AC tanpa inverter .

Kata kunci : *Inverter, AC , COP*

***TESTING THE PERFORMANCE OF 3/4 PK AC SYSTEM WITH
AND WITHOUT AN INVERTER ON A TEST SIMULATION
TOOL IN THE LAB. CONTROL OF MECHANICAL
ENGINEERING OF THE STATE POLYTECHNIC OF BALI***

ABSTRACT

One of the innovations in the field of air conditioning and refrigeration systems is the installation of a Variable Frequency Drive (VFD) or inverter in AC installations which aims to save electricity consumption. What is the difference in the performance of an AC system with and without an inverter is the aim of this study.

In this test using an AC testing simulation tool with and without an inverter that has been made by a team of 3 students in the Lab. HVAC Control and Design Instrumentation mechanical engineering department of Bali State Polytechnic with a test chamber size of 150 cm long, 150 cm wide and 200 cm high, with a cooling load of three heaters (two 750 W, one 1500 W). The AC tested was AC ¾ PK with and without inverter.

The test results show that AC with inverter achieves faster temperature reduction, COP and higher energy consumption than AC systems without inverter.

Keywords : *Inverter, AC, COP*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul Pengujian Performansi Alat Simulasi Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan Inverter tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 21 Agustus 2023

I Komang Ariawan

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	viii
Abstract dalam Bahasa Inggris.....	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2 Tujuan khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian <i>Air Conditioning</i> (AC).....	5
2.1.1 Prinsip kerja <i>Air Conditioning</i> (AC)	5
2.1.2 Sistem refrigerasi kompresi uap	6
2.1.3 <i>Air Conditioning</i> (AC) Inverter.....	8
2.2 <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD) / Inverter.....	10
2.2.1 Prinsip kerja <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD).....	11

2.2.2	Jenis – jenis <i>Variable Frequency Drive</i> (VFD)	12
2.3	Komponen-Komponen Pada AC Split	14
2.3.1	Komponen-komponen utama pada AC split	14
2.3.2	Komponen-komponen tambahan pada AC split	17
2.3.3	Refrigeran.....	20
2.4	Sistem Kontrol.....	22
2.4.1	Sistem kontrol lup terbuka	22
2.4.2	Sistem kontrol lup tertutup.....	23
2.5	Motor Listrik.....	24
2.6	Perhitungan Daya Listrik.....	26
2.7	Perhitungan pada Siklus Refrigerasi Kompresi Uap	27
2.8	Perhitungan pada Konsumsi Energi Listrik.....	29
BAB III. METODE PENELITIAN		30
3.1	Jenis Penelitian	30
3.1.1	Perangkat pengujian	30
3.2	Alur Penelitian	35
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.4	Penentuan Sumber Data.....	36
3.5	Instrumen Penelitian	42
3.6	Prosedur Penelitian	46
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Hasil Penelitian.....	47
4.1.1	Data pengujian performansi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter	47
4.2	Pembahasan	66
4.2.1	Pengolahan data.....	66
4.2.2	Hasil pengolahan data perhitungan performansi sistem (COP) pada setiap variasi dan setingan temperatur di masing-masing sistem AC	77
4.2.3	Hasil pengolahan data perhitungan konsumsi energi listrik pada setiap variasi dan setingan temperatur di masing-masing sistem AC	79

4.2.4 Grafik pencapaian penurunan temperatur pada pengujian setiap satu variasi di masing-masing sistem AC.....	80
4.2.5 Grafik konsumsi energi listrik pada pengujian setiap satu variasi di masing-masing sistem AC.....	88
4.2.6 Grafik performansi sistem (COP) dari hasil pengolahan data masing-masing variasi pengujian pada sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter	90
BAB V. PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	96

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal pelaksanaan penelitian proyek akhir.....	36
Tabel 3.2	Pengambilan data variasi pengujian dengan setingan temperatur 16 °C, 20 °C dan 24 °C pada sistem AC ¾ PK dengan dan tanpa inverter	41
Tabel 4.1	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter	48
Tabel 4.2	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter	49
Tabel 4.3	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter	50
Tabel 4.4	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter	51
Tabel 4.5	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter	52
Tabel 4.6	Pengambilan data pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter	53
Tabel 4.7	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter.....	54
Tabel 4.8	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	55
Tabel 4.9	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter.....	56
Tabel 4.10	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	57
Tabel 4.11	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter.....	58
Tabel 4.12	Pengambilan data pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	59

Tabel 4.13	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter.....	60
Tabel 4.14	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	61
Tabel 4.15	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter.....	62
Tabel 4.16	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	63
Tabel 4.17	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter.....	64
Tabel 4.18	Pengambilan data pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter.....	65
Tabel 4.19	Hasil pengolahan data perhitungan performansi sistem (COP) pada setiap variasi dan setingan temperatur di masing-masing sistem AC	77
Tabel 4.20	Hasil pengolahan data perhitungan konsumsi energi listrik pada setiap variasi dan setingan temperatur di masing-masing sistem AC	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skematik Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	6
Gambar 2.2	Siklus Sistem Refrigerasi Dalam Diagram P-h.....	7
Gambar 2.3	Perbedaan temperatur pada AC konvensional dan AC inverter.....	9
Gambar 2.4	<i>Rectifier</i>	11
Gambar 2.5	Diagram blok rangkaian <i>Variable Frequency Drive / Inverter</i>	11
Gambar 2.6	<i>Variable Voltage Inverter Circuit</i>	12
Gambar 2.7	<i>Current Source Inverter Schematic</i>	13
Gambar 2.8	<i>PWM Drive Basic Schematic</i>	13
Gambar 2.9	Kompresor hermetik jenis rotari	14
Gambar 2.10	Kondensor AC split (<i>Air cooled condenser</i>).....	16
Gambar 2.11	Pipa kapiler.....	17
Gambar 2.12	Evaporator AC split.....	17
Gambar 2.13	Akumulator AC split	18
Gambar 2.14	Fan motor kondensor.....	18
Gambar 2.15	Blower	19
Gambar 2.16	Strainer	19
Gambar 2.17	Diagram blok sistem kontrol lup terbuka.....	23
Gambar 2.18	Diagram blok sistem kontrol lup tertutup	23
Gambar 2.19	Lilitan utama dan lilitan pembantu.....	26
Gambar 3.1	Alat Simulasi Pengujian Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa Inverter	31
Gambar 3.2	Penempatan AC Inverter dan Heater pada Alat Simulasi Pengujian Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa Inverter.....	32
Gambar 3.3	Penempatan AC Non Inverter pada Alat Simulasi Pengujian Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa Inverter.....	33
Gambar 3.4	Alat Instrumentasi pada Alat Simulasi Pengujian Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa Inverter	34

Gambar 3.5	Diagram alur pengujian performansi alat simulasi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter.....	35
Gambar 3.6	Bagan penempatan alat ukur pada sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan inverter.....	37
Gambar 3.7	Bagan penempatan alat ukur pada sistem AC $\frac{3}{4}$ PK tanpa inverter.....	38
Gambar 3.8	<i>Thermocouple</i>	42
Gambar 3.9	Tespen	43
Gambar 3.10	Kotak-kontak.....	43
Gambar 3.11	<i>Thermometer</i>	44
Gambar 3.12	(a). Alat ukur bardi dan (b). Tampilan pembacaan arus dan tegangan pada aplikasi bardi	44
Gambar 3.13	<i>Elitech</i>	45
Gambar 3.14	(a). <i>High pressure gauge</i> (b). <i>Low Pressure gauge</i>	45
Gambar 3.15	Arduino Uno.....	46
Gambar 4.1	(a). Proses pengujian pada sistem AC dengan inverter (b). Proses pengujian pada sistem AC tanpa inverter	47
Gambar 4.2	Tampilan awal software coolpack.....	67
Gambar 4.3	Pemilihan refrigerant.....	67
Gambar 4.4	Tampilan membuat cycle	68
Gambar 4.5	Tampilan coordinates of points	69
Gambar 4.6	Tampilan pilihan options.....	69
Gambar 4.7	Tampilan menentukan isentropic efficiency	70
Gambar 4.8	Tampilan diagram p-h dengan menggunakan R410A.....	70
Gambar 4.9	Diagram p-h pada pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter	72
Gambar 4.10	Diagram p-h pada pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter	75
Gambar 4.27	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 16 °C.....	80
Gambar 4.28	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 20 °C.....	81

Gambar 4.29	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 24 °C.....	82
Gambar 4.30	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 16 °C	83
Gambar 4.31	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 20 °C	84
Gambar 4.32	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 24 °C	85
Gambar 4.33	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 16 °C	86
Gambar 4.34	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 20 °C	87
Gambar 4.35	Grafik pencapaian penurunan temperatur terhadap waktu pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 24 °C	87
Gambar 4.36	Grafik konsumsi energi listrik pada pengujian tanpa heater terhadap waktu pencapaian penurunan temperatur	88
Gambar 4.37	Grafik konsumsi energi listrik pada pengujian dengan beban 1 heater terhadap waktu pencapaian penurunan temperatur.....	89
Gambar 4.38	Grafik konsumsi energi listrik pada pengujian dengan beban 3 heater terhadap waktu pencapaian penurunan temperatur.....	89
Gambar 4.39	Grafik hasil data COP setiap variasi pengujian pada masing-masing sistem AC.....	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Gambar spesifikasi AC dengan inverter.....	96
Lampiran 2 : Gambar spesifikasi AC tanpa inverter.....	97
Lampiran 3 : Gambar spesifikasi kompresor AC dengan inverter.....	98
Lampiran 4 : Gambar modul inverter.....	99
Lampiran 5 : Gambar spesifikasi kompresor AC tanpa inverter	100
Lampiran 6 : Diagram p-h pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter	101
Lampiran 7 : Diagram p-h pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter	102
Lampiran 8 : Diagram p-h pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter	103
Lampiran 9 : Diagram p-h pengujian tanpa heater dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter	104
Lampiran 10 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter	105
Lampiran 11 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter	106
Lampiran 12 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter	107
Lampiran 13 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter	108
Lampiran 14 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter	109
Lampiran 15 : Diagram p-h pada pengujian beban 1 heater 1500 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter	110
Lampiran 16 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC dengan inverter	111

Lampiran 17 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 16 °C pada sistem AC tanpa inverter	112
Lampiran 18 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC dengan inverter	113
Lampiran 19 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 20 °C pada sistem AC tanpa inverter	114
Lampiran 20 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC dengan inverter	115
Lampiran 21 : Diagram p-h pada pengujian beban 3 heater 3000 W dengan setingan temperatur 24 °C pada sistem AC tanpa inverter	116



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem refrigerasi saat ini memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya penggunaan sistem pendingin ini baik di industri maupun rumah tangga. Sistem refrigerasi sangat menunjang peningkatan kualitas hidup manusia. Kemajuan dalam bidang refrigerasi akhir-akhir ini adalah akibat dari perkembangan sistem kontrol yang menunjang kinerja dari sistem refrigerasi tersebut.

Salah satu jenis mesin pendingin yang biasa digunakan pada ruangan adalah jenis AC Split. Secara khusus pengertian dari AC (*Air Conditioning*) adalah alat pengkondisi udara yang digunakan untuk menciptakan ruangan yang nyaman. AC dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi sebuah ruangan. Karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan ruangan yang nyaman untuk dapat bekerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruangan juga ditentukan oleh temperatur, kelembaban, sirkulasi dan tingkat kebersihan udara. Untuk mencapai tujuan tersebut ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi antara lain adalah *performance* dari AC yang digunakan. *Performance* disebut juga kinerja atau prestasi. Semakin tinggi kinerja suatu AC maka semakin cepat pendinginan yang dilakukan sesuai dengan temperatur yang diinginkan.

Selain itu, penghematan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi juga memang benar-benar diperlukan. Penghematan energi pada suatu ruangan bila dilaksanakan secara sistematis akan berpotensi mengurangi konsumsi energi yang besar. Dengan perekonomian yang saat ini sangat sulit, maka dunia industri dituntut untuk menciptakan inovasi baru yang dapat menghemat energi dan memberikan kondisi kenyamanan pada ruangan dalam berbagai bidang. Terutama inovasi dalam bidang tata udara dan sistem refrigerasi, karena sebagian besar pengeluaran biaya listrik pada rumah-rumah saat ini paling banyak pada

pemakaian AC Split yang juga sebagai untuk memberi kenyamanan pada ruangan. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi sistem yang dapat mengontrol suhu ruangan pada ruangan yang lebih hemat, nyaman dan efisien.

Inovasi yang digunakan dalam bidang tata udara berupa pemasangan *Variable Frequency Drive (VFD)* atau inverter pada instalasi AC bertujuan untuk menghemat daya konsumsi energi listrik. Inovasi ini dibuat mengingat perkembangan yang semakin pesat dalam bidang refrigerasi komersil dan permintaan dari masyarakat yang semakin banyak khususnya untuk AC. Karena itulah inovasi VFD atau inverter ini diciptakan untuk menghemat daya konsumsi energi yang dikeluarkan untuk mengurangi pengeluaran biaya listrik dan dengan harapan dapat meningkatkan *performance* dari AC .

Beberapa produk AC Split telah dikeluarkan dipasaran Indonesia dengan berbagai macam merk dan berbagai macam spesifikasi yang ditawarkan kepada masyarakat diantaranya LG, Samsung, Panasonic, Sharp dan Daikin. LG Hercules Inverter model S10INV-2 mengklaim menghemat penggunaan listrik hingga 60%, sedangkan Samsung Inverter Virus Doctor AS V13ESLN, Panasonic Envio Inverter model CS-S10JKP, dan Sharp Plasmacuster Sayonara Panas Eco Inverter AH-XP10LY, ketiga produk tersebut mengklaim dapat menghemat listrik 50% dibandingkan produk AC sejenis yang konvensional (Wahono, 2011). Berdasarkan hal tersebut maka penulis mengambil judul proyek akhir “Pengujian Performansi Sistem AC $\frac{3}{4}$ PK Dengan Dan Tanpa Inverter Pada Alat Simulasi Pengujian Di Lab. Kontrol Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam proyek akhir ini adalah:

1. Bagaimana melakukan pengujian performansi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa Inverter?
2. Bagaimana konsumsi energi listrik yang dibutuhkan sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter ?
3. Bagaimana performansi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan diambil pada pengujian performansi alat simulasi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter ini diantaranya :

1. Ruang uji.

Ruang uji yang dipakai pada pengujian ini adalah hasil rancang bangun oleh tim seangkatan di Lab. Instrumentasi Kontrol dan Desain HVAC jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Bali yang bisa dikondisikan sedemikian rupa dengan mengatur besar daya beban yakni heater yang dapat divariasikan sehingga temperatur ruangan bisa dikontrol untuk pembebanan pada sistem AC. Besarnya temperatur ruangan yang dipakai adalah rata-rata temperatur yang terbaca oleh sensor-sensor yang terpasang setiap permukaan dinding di dalam ruang uji dengan arduino selama pengujian.

2. AC dengan dan tanpa inverter yang diuji adalah AC merk LG $\frac{3}{4}$ PK

3. Temperatur lingkungan.

Temperatur lingkungan selama pengujian berlangsung secara alami. Dengan temperatur lingkungan yang telah disesuaikan setiap variasi pengujian, baik pada sistem AC dengan dan tanpa inverter.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.

3. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dan menerapkan ke dalam bentuk pengujian pada sistem yang telah dirancang.

1.4.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari pengujian performansi alat simulasi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara melakukan pengujian performansi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter.
2. Untuk mengetahui konsumsi energi listrik sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter.
3. Untuk mengetahui COP sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil pengujian performansi alat simulasi sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter diharapkan bermanfaat bagi :

1. Bagi Penulis
Pengujian sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek, selain itu merupakan syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III, Jurusan Teknik Mesin program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara Politeknik Negeri Bali.
2. Bagi Politeknik Negeri Bali
Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang sistem teknik pendingin dan tata udara, yang nantinya dapat dijadikan salah satu pertimbangan untuk di kembangkan lebih lanjut.
3. Bagi Masyarakat
Dapat memberikan pengetahuan baru bagi masyarakat yang ingin mengetahui bidang teknik pendingin dan tata udara.



POLITEKNIK NEGERI BALI

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengujian performansi setiap variasi pada sistem AC $\frac{3}{4}$ PK dengan dan tanpa inverter ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk pencapaian penurunan temperatur pada setiap pengujian variasi dengan setingan temperatur 16 °C, sistem AC dengan inverter lebih cepat mencapai penurunan temperatur daripada sistem AC tanpa inverter dengan selisih waktu rata-rata 1 menit. Sedangkan pada setingan temperatur 20 °C dan 24 °C pada setiap variasi pengujian, rata-rata untuk waktu pencapaian penurunan temperaturnya sama. Hanya dibedakan pada penurunan temperatur awal atau pada 1 menit pertama yang rata-rata sistem AC dengan inverter lebih cepat untuk penurunan temperaturnya dibandingkan dengan sistem AC tanpa inverter.
2. Rata-rata konsumsi energi listrik yang paling tertinggi terjadi pada sistem AC dengan inverter pada setiap satu variasi pengujian.
3. Performansi sistem (COP) pada sistem AC dengan inverter rata-rata mencapai 6,83 setiap variasi pengujian. Sedangkan COP pada sistem AC tanpa inverter rata-rata mencapai 6,78 setiap variasi pengujian.

5.2 Saran

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini penulis mempunyai beberapa saran kepada para pembaca untuk dipertimbangkan/diketahui adalah sebagai berikut;

1. Pengujian ini dapat dikembangkan dengan daya pada beban uji yang dipakai lebih besar atau temperaturnya dari beban yang bisa di kontrol agar cepat untuk menaikkan temperatur pada ruang uji, sehingga mendapatkan hasil pengujian yang menyatakan sistem AC dengan inverter lebih hemat energi dibandingkan sistem AC tanpa inverter.

2. Karena terjadi penyimpangan hasil dari pengolahan data yang membuat sistem AC dengan inverter lebih boros daripada sistem AC tanpa inverter, yang dimana jika ingin dikembangkan, sebaiknya melakukan waktu pengujian yang lebih lama dengan variasi pengujian yang berbeda dengan sebelumnya. Agar dapat membuktikan yang secara umum bahwa, sistem AC dengan inverter lebih hemat energi daripada sistem AC tanpa inverter.
3. Dalam pengambilan data saat melakukan pengujian, haruslah dilakukan dengan tepat waktu agar data yang diperoleh lebih akurat.
4. Lakukan kalibrasi terhadap alat ukur sebelum digunakan, agar data yang diperoleh lebih akurat.
5. Dalam penggambaran diagram P-h lakukan penandaan titik, pencarian *subcooling* dan *superheat* secara teliti sehingga tidak terjadi kesalahan dalam menentukan nilai *enthalpy* yang digunakan dalam perhitungan selanjutnya.
6. Lakukan setiap proses pengambilan data dengan hati-hati dan perhatikan selalu kesehatan dan keselamatan kerja (K3).



POLITEKNIK NEGERI BALI

DAFTAR PUSTAKA

1. Bagas, P. 2022. *Bagaimana Sih Cara Kerja AC Sebenarnya?*. Terdapat pada : <https://www.sepulsa.com/blog/bagaimana-cara-kerja-ac-sebenarnya>. Diakses pada tanggal 29 Januari 2023.
2. Daryanto. 2014. *Konsep Dasar Teknik Elektronika Kelistrikan*, Bandung : ALFABETA.
3. Hartoyo. 2014. *Materi Kuliah Teknik Pendingin dan tata Udara*. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132100514/pendidikan/materi-kuliah-ac-window-dan-split-hto.pdf>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2023.
4. Jamal. 2003. *BAB II Dasar Teori Sistem Refrigerasi Kompresi Uap*. Terdapat pada : <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptppolban-gdl-jamaljamal-4794-3-bab2--6.pdf>. Diakses pada tanggal 29 Januari 2023.
5. Listridirumah.com. 2013. *Cara Menghitung Daya Listrik Pada Perangkat Elektronik*. Terdapat pada : <https://listridirumah.com/cara-menghitung-daya-listrik-pada-perangkat-elektronik/>. Diakses pada tanggal 17 Agustus 2023
6. Prawira, I. 2020. *BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Sistem Refrigerasi*. Terdapat pada : <https://repo.undiksha.ac.id/4646/11/1615071036-%20BAB%201%20PENDAHULUAN.pdf>. Diakses pada tanggal 19 Januari 2023.
7. Pusatcompressorac. 2016 . *Spesifikasi Refrigeran R410A*. Terdapat pada : <http://www.pusatcompressorac.com/product/refrigerant-r410a-p342282.aspx>. Diakses pada tanggal 5 Februari 2023.
8. *Qualitytechnic*. 2015. *Pengertian Dasar Tentang AC (Air Conditioner)*. Terdapat pada : <https://www.blog.qualitytechnic.com/2015/04/pengertian-dasar-tentang-ac-air-conditioner.html>. Diakses pada tanggal 29 Januari 2023.
9. Risky, A. 2023. *Thermocouple: Pengertian, Fungsi, Jenis, Karakteristik, Prinsip Kerja*. Terdapat pada : <https://thecityfoundry.com/thermocouple/>. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2023.

10. Saputra, S. 2019. *BAB I PENDAHULUAN 1.1 Latar Belakang Air Conditioner*. Terdapat pada : <http://repository.ubb.ac.id/3198/7/BAB%20I.pdf>. Diakses pada tanggal 19 Januari 2023.
11. Stoecker, W.F. & Jerold J.W. 1994. *Refrigerasi dan Tata Udara edisi kedua*, PT. Erlangga, Jakarta.
12. Suamir, I.N.. 2015. *Teknologi Refrigerasi*, Bali.
13. Taufiqsabin. 2010. *BAB II Tinjauan Pustaka Jenis – Jenis Variable Speed Drive* . Terdapat pada : <http://eprints.polsri.ac.id/3818/3/BAB%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 4 Februari 2023.
14. Tresnadwin. 2012. *BAB II Landasan Teori Pengertian Air Conditioner Split*. Terdapat pada : <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptppolban-gdl-tresnadwin-4768-3-bab2--0.pdf>. Diakses pada tanggal 2 Februari 2023.
15. Wahono, T. 2011. *Pilihan AC Inverter yang Pintar Menghemat Listrik*. <http://tekno.kompas.com/read/2011/01/26/20144950/Pilihan.AC.Inverter.yan.g.Pintar.Menghemat.Listrik>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2023.
16. Widodo, S., Syamsuri Hasan. 2008 *Refrigerasi dan Tata Udara*, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
17. Zuhail. 2011. *BAB II Tinjauan Pustaka Variable Speed Drive (VSD)*. Terdapat pada : <http://eprints.polsri.ac.id/3818/3/BAB%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 17 Januari 2023.