

RANCANG BANGUN
AIR CONDITIONING TEST-BED



UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

PANDU AKBAR
21050110060040

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Pandu Akbar

NIM : 21050110060040

Jurusan/Program Studi : Pogram Studi Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Air Conditioning Test-Bed

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I: Ir. Rahmat ()

Pembimbing II:Drs. Ireng S.A., M.Kes ()

Penguji : Drs. Wiji Mangestiyono, MT()

Semarang, Februari 2015
Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST. M.Eng
NIP 1968090119982021001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Pandu Akbar

NIM : 21050110060040

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Pandu Akbar
NIM : 21050110060040
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
JenisKarya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Peraga Pengukur Tekanan” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti / Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
PadaTanggal :

Yang menyatakan

Pandu Akbar
NIM 21050110060040

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

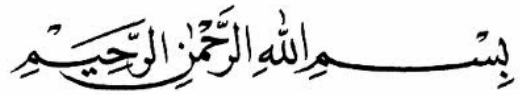
“...Tanpa kegagalan seseorang tidak akan pernah mampu menghargai keberhasilan...” –@pandu akb.

“...Susah bareng-bareng lebih keren ketimbang senang sendirian...” –Cak Lontong

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang ku sayangi :

1. Keluarga tercinta, terima kasih untuk kesabaran dan doa yang tak pernah putus, semua pengorbanan serta kasih sayang yang tak kan mungkin tergantikan.
2. Teman-teman saya GEAR 2010 (Teknik Mesin 2010), teman-teman seangkatan, adik-adik kelas maupun kakak-kakak kelas saya di DIII Teknik Mesin, Fakultas Teknik maupun teman-teman Universitas lain yang telah memberi masukan dan arahan. Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya yang telah mengisi hari-hari kuliah maupun hari-hari begadang hingga pada akhirnya terselesaikan tugas akhir ini.
3. Pembimbing Tugas Akhir saya, Bapak Ir. Rahmat., Bapak Drs. Ireng S.A., M.Kes. Yang tidak pernah lelah, yang selama ini selalu memberi arahan kepada saya sehingga Tugas Akhir saya dapat terselesaikan.
4. Teman-teman semua, serta tim atau partner dalam penyusunan tugas akhir ini, terima kasih untuk kritik, saran, semangat dan segala supportnya.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Air Conditioning Test-Bed”.

Tugas akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang ahli madya. Selain itu pembuatan tugas akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan metrology instrumentasi dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh dibangku kuliah.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Ir. Zainal Abidin ,MS ,selaku ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bambang Setyoko, ST, M.Eng. selaku ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Ir. Rahmat, selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
4. Drs. Ireng S.A., M.Kes selaku dosen pembimbing II tugas akhir.

5. Didik Ariwibowo, ST, MT., selaku dosen wali kelas B angkatan 2010.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar mata kuliah Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Segenap Teknisi Laboratorium Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
8. Orang tua kami yang telah melahirkan dan membesarkan kami dengan penuh cinta dan kasih sayang.
9. Teman-teman mahasiswa seperjuangan, angkatan 2010.
10. Semua pihak yang telah membantu sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahkan Rahmat dan Karunia serta ke lapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, Februari 2015

Penulis

PANDU AKBAR

21050110060040

ABSTRAKSI

Pendinginan merupakan proses pengambilan panas, sehingga terjadi penurunan suhu lingkungan dan menjaga suhu tersebut selama waktu yang diinginkan. Terdapat beberapa system pendinginan yang digunakan namun system pendingin kompresi uap merupakan pendinginan yang umum digunakan karena mudah diterapkan. Sistem ini terdiri dari kompresor, katup ekspansi, kondensor dan evaporator. Fluida kerja yang digunakan dalam proses pendinginan disebut sebagai refrigeran.

Pada laboratorium konversi energy terdapat air conditioner test-bed hasil rekayasa terdahulu yang kinerjanya masih belum sesuai dengan harapan dikarenakan beberapa hal, menyangkut instalasi equipment dan instrument. Rancang bangun dilakukan guna mengevaluasi letak sumber permasalahan, merancang dan menginstalasi beberapa peralatan dan instrument agar mendapatkan kinerja system atau performa yang lebih baik. Pendekatan teoritis dan praktis dilakukan untuk mengkaji dan menyelesaikan permasalahan tersebut, dan ternyata mampu menghasilkan kinerja test-bed yang lebih baik dibanding sebelumnya yaitu 4,35 dan COP pada alat yang sekarang sebesar 4,45.

Kata kunci : *air conditioning test-bed, refrigerant, suhu*

ABSTRACT

Refrigeration is a heat removal process, resulting in a decrease in ambient temperature and maintain that temperature for the desired time. There are several cooling systems that are used, but the vapor compression refrigeration system is cooling a commonly used because it is easy to implement and easy to analyze its effectiveness. This system consists of a compressor, expansion valve, condenser and evaporator. Working fluid used in the cooling process referred to as a refrigerant.

In the energy conversion laboratory there is an air conditioner test-bed, results of previous engineering process whose performance is still not in line with expectations due to several things, involves the installation of equipment and instruments. Design was conducted for evaluating the location of the source of problems, designing and installing some equipment and instruments to obtain system performance or better performance. Theoretical and practical approach is to examine and resolve these problems, and was able to produce test-bed performance better than before the previous 4,35 and COP on the tools that are now at 4,45.

Keyword : air conditioning test-bed, refrigerant, temperature.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Laporan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Pengertian Umum.....	5
2.2 Daur Kompresi Uap	9
2.2.1 Daur Kompresi Uap Standar.....	11
2.2.2 Daur Kompresi Uap Nyata	14
2.3 Termodinamikadan Proses Kompresi Uap.....	15
2.3.1 Dampak Refrigerasi.....	15
2.3.2 Daya Spesifik dan Daya Total Kompresor	16
2.3.3 Laju Aliran Massa	16
2.3.4 Panas buang total kondensor	17

2.3.5	Kalor Buang Total Kondensor.....	17
2.3.6	Coefficient Of Performance.....	18
2.3.7	PerpindahanKalor	18
2.4	Komponen-Komponen Utama	21
2.4.1	Refrigerant	21
2.4.2	Evaporator	25
2.4.3	Kondensor.....	29
2.4.4	Kompresor	34
2.4.5	Katup Ekspansi	41
2.4.6	Instrumen Pendukung	43

BAB III INSTALASI PERALATAN

3.1	Evaluasi/Kajian Existing Equipment	45
3.1.1	Peralatan Pengujian	48
3.2	Redesign Instalasi	56
3.2.1	Tujuan	56
3.2.2	Redesign Yang Dilakukan	56
3.2.3	Akurasi Alat Ukur	57
3.2.4	Uji Kelayakan	57

BAB IV PROSEDUR PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Tujuan Pengujian Kinerja Test-Bed	59
4.2	Persiapan Sebelum Pengujian	59
4.3	Pengambilan Data	60
4.4	Hasil Pengamatan	61
4.5	Perhitungan Psychometric	65
4.5.1	Perhitungan Psychometric Inlet	66
4.5.2	Perhitungan Psychometric Outlet	69
4.6	Perhitungan Kinerja Sistem Thermodinamika	74
4.6.1	Perhitungan Beban Evaporator	75
4.6.2	Perhitungan Beban Kondensor	77
4.6.2.1	Berbasis pada sisi udara.....	77

4.6.3	Perhitungan Massa Aliran Refrigerant	78
4.6.4	Perhitungan Kapasitas Kompresor	78
4.6.5	Perhitungan Koefisien Prestasi Mesin	79
4.6.6	Daya Elektrik Kompresor	80
4.6.7	Efisiensi Total Kompresor	80
4.7	Pembahasan	81
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem kompresi uap standar	11
Gambar 2.2.	Diagram T-S dan P-H	12
Gambar 2.3	Daur kompresi uap nyata dengan uap standar	14
Gambar 2.4	Diagram P-H.....	15
Gambar 2.5	Diagram P-H R-22.....	22
Gambar 2.6	Perpipaan pada system refrigrasi.....	24
Gambar 2.7	Selisih temperature rata-rata evaporator.....	28
Gambar 2.8	Kondensor tabung dan pipa bersirip horisontal.....	30
Gambar 2.9	Kondensor tabung dan koil.....	31
Gambar 2.10	Kondensor dengan pendingin udara	32
Gambar 2.11	Selisih rata-rata temperature kondensor	34
Gambar 2.12	Penggolongan kompresor berdasarkan metodenya	34
Gambar 2.13	Konstruksi kompresor torak (silinder ganda).....	36
Gambar 2.14	Mekanisme kompresor sekrup.....	37
Gambar 2.15	Penampang kompresor semi hermetik.....	39
Gambar 2.16	Kompresor putar hermetik.....	40
Gambar 2.17	Pipa kapiler	43
Gambar 2.18	Kipas blower dan kipas kondensor.....	44
Gambar 3.1.	Gambar konstruksi AC	46
Gambar 3.2.	Skema instalasi pengujian	46
Gambar 3.3.	Kompresor hermetik.....	49
Gambar 3.4.	Evaporator	50

Gambar 3.5. Kondensor.....	51
Gambar 3.6. Pipa kapiler.....	51
Gambar 3.7. Thermometer digital.....	52
Gambar 3.8. Pengukur tekanan tinggi.....	53
Gambar 3.9. Pengukur tekanan rendah.....	54
Gambar 3.10. Ampere meter.....	54
Gambar 3.11. Volt meter.....	55
Gambar 3.12. Higrometer.....	56
Gambar 4.1. Skema instalasi pengujian.....	63
Gambar 4.2. Diagram ph r-22.....	63
Gambar 4.3. Grafik psychometric udara masuk dan keluar evaporator.....	65
Gambar 4.4. Grafik suhu pengembunan dan entalpi udara masuk.....	68
Gambar 4.5. Grafik suhu pengembunan dan entalpi udara keluar.....	71
Gambar 4.6. Grafik psychometric pada sisi inlet dan outlet.....	72
Gambar 4.7. Siklus udara dan refrigerant pada evaporator.....	76
Gambar 4.8. Siklus udara dan refrigerant pada kondensor.....	77
Gambar 4.9. Grafik kalor buang total evaporator dan perubahan waktu.....	82
Gambar 4.10. Grafik kalor buang total kondensor dan perubahan waktu.....	83
Gambar 4.11. Grafik hubungan efisiensi dan perubahan waktu.....	83
Gambar 4.12. Grafik hubungan COP dan temperature keluar kompresor.....	84
Gambar 4.13. Grafik Perbandingan RH udara inlet dan outlet.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Komposisi udara kering.....	7
Tabel 4.1.	Data hasil pengujian alat	62
Tabel 4.2.	Entalpi udara dari diagram p-h.....	64
Tabel 4.3.	Temperatur dan kelembaban udara	66
Tabel 4.4.	Hasil perhitungan psychometric inlet dan outlet pada menit ke-5	73
Tabel 4.5.	Hasil perhitungan psychometric inlet dan outlet.....	74
Tabel 4.6.	Hasil perhitungan pada evaporator	76
Tabel 4.7.	Data hasil perhitungan COP	80
Tabel 4.8.	Data hasil perhitungan efisiensi kompresor	81