



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANAS AIR KAPASITAS 3,5  
LITER PER MENIT MEMANFAATKAN PANAS KONDENSOR  
AC 1 PK**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**FIROSI AKMAL**

**40040220650031**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2024**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANAS AIR KAPASITAS 35  
LPM MEMANFAATKAN PANAS KONDENSOR AC 1 PK**

**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**FIROSI AKMAL**

**40040220650031**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2024**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

### HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Firosi Akmal

NIM : 40040220650031

Tanda Tangan :



Tanggal : 27 September 2024

# SURAT TUGAS



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
SEKOLAH VOKASI  
PROGRAM STUDI S.Ter. REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Prof. Sudarto, S.H Tembalang Semarang  
Kode Pos 50275  
Telp/Fax (024) 7471379  
Laman www.vokasi.undip.ac.id  
e-mail Vokasi@live.undip.ac.id

## SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 374/PA/RPM/IV/2024

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:


Nama : Firosi Akmal  
NIM : 40040220650031  
Judul Proyek Akhir : Pemanas Air Dengan Panas Kondensor AC  
Dosen Pembimbing : Ir. Mumi M.T.  
NIP : 195908291987031009

Isi Tugas:

1. Merancang Alat Pemanas Air Dengan Panas Kondensor AC
2. Melakukan pengujian dan pengambilan data Alat Pemanas Air Dengan Panas Kondensor AC
3. Melakukan analisa dan melaporkan hasil pengujian alat
4. Membuat HAKI sederhana/jurnal

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 14 Mei 2024  
Ketua Prodi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik

  
Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

## HALAMAN PENGESAHAN





### HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Firosi Akmal  
NIM : 40040220650031  
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik  
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Alat Pemanas Air Kapasitas 3,5 Liter  
Per Menit Memanfaatkan Panas Kondensor AC 1 PK


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

#### TIM PENGUJI

Pembimbing : Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, ST, M.Eng. (  )  
Penguji I : Alaya Fadllu Hadi Mukhammad, ST, M.Eng. (  )  
Penguji II : Sri Utami Handayani, S.T., M.T. (  )  
Penguji III : Didik Ariwibowo, S.T., M.T. (  )

Semarang, 14 Oktober 2024

Ketua Program Studi Sarjana Terapan  
Rekayasa Perancangan Mekanik

  
Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP. 197609152003122001

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama	Firosi Akmal
NIM	40040220650031
Jurusan/Program Studi	Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen	Teknologi Industri
Fakultas	Sekolah Vokasi
Jenis Karya	Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

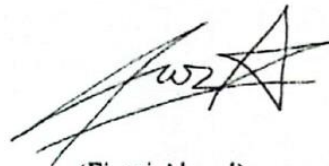
#### **“Rancang Bangun Alat Pemanas Air Kapasitas 3,5 Liter Per Menit Memanfaatkan Panas Kondensor AC 1 PK”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/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  
Pada Tanggal : 27 September 2024

Yang menyatakan



(Firosi Akmal)

## **MOTTO**

“Wong lanang kudu tanggung jawab, ojo lungo nk ono masalah”  
(Ibu)

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal proyek akhir dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PEMANAS AIR KAPASITAS 3,5 LITER PER MENIT MEMANFAATKAN PANAS KONDENSOR AC 1 PK” dengan baik.

Dalam penyusunan proposal proyek akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
2. Ibu Sri Utami Handayani S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S.Tr. Rekayasa Perancangan Mekanik, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro;
3. Ir. Murni M.T., selaku dosen pembimbing atas bimbingan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan proposal Proyek Akhir;
4. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes. selaku dosen wali selama menjadi mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik;
5. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik;
6. Keluarga dan terutama kedua orang tua dan wali yang mendukung;
7. Semua teman-teman Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik angkatan 2020



8. Rekan seperjuangan proyek akhir Aldi Sebastian, Ilham Akbar Maulana, dan Naufal Afif
9. Rekan seperjuangan selama masa kuliah

Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada laporan Proyek Akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Rekayasa Perancangan Mekanik.

Semarang, 27 September 2024

Firosi Akmal

## ABSTRAKSI

### **RANCANG BANGUN ALAT PEMANAS AIR KAPASITAS 3,5 LITER PER MENIT MEMANFAATKAN PANAS KONDENSOR AC 1 PK**

Kebutuhan masyarakat terhadap air hangat semakin meningkat. Hal itu disebabkan air hangat mempunyai berbagai manfaat. Air hangat sering digunakan untuk mandi karena dapat membantu relaksasi otot, mengurangi stres, dan memperlancar peredaran darah. Penggunaan air panas dalam mencuci pakaian membantu menghilangkan noda yang membandel dan membunuh bakteri. Untuk meningkatkan efisiensi energi dalam sistem refrigerasi, dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan panas buang sebelum dilepaskan ke lingkungan. Dalam penelitian ini, tangki Tabung Pemanas ditambahkan ke dalam sistem sebagai pengganti kondensor untuk berfungsi sebagai media penukar panas. Pada praktiknya refrigeran dalam bentuk gas bertekanan tinggi, yang sebelumnya telah menyerap panas dari udara dalam ruangan akan mengalir menuju tangki Tabung Pemanas untuk melepaskan panasnya melalui air sebagai media perpindahan panas. Tahapan proyek akhir ini meliputi observasi dan studi literatur dilanjutkan pembuatan desain, perencanaan dan perhitungan, fabrikasi, pengujian mesin, analisis, serta penyusunan laporan. Penelitian ini menggunakan AC 1 PK dengan refrigerant R32 yang dimodifikasi menggunakan tangki Tabung Pemanas dengan kapasitas 30 liter dengan tube helikal berdiameter  $\frac{1}{4}$  inch di dalam tabung. Dari hasil rancang bangun yang telah dilakukan menggunakan debit air 3,5 liter/menit dalam waktu 55 menit dapat menghasilkan air hangat dengan suhu 40,2 °C. Nilai COP (*Coefficient of Performance*) sebesar 13. Pada sistem pemanas air memiliki nilai efisiensi sebesar 4,15 % dengan COP (*Coefficient of Performance*) 15,1.

**Kata Kunci:** Pemanfaatan panas buang, Pemanas Air, Kondensor AC, Efisiensi, COP (*Coefficient of Performance*)

## **ABSTRACTION**

### **DESIGN OF A WATER HEATER WITH A CAPACITY OF 3.5 LITERS PER MINUTE UTILIZING THE HEAT OF A 1 PK AC CONDENSER**

*People's need for warm water is increasing. This is because warm water has various benefits. Warm water is often used for bathing because it can help relax muscles, reduce stress, and improve blood circulation. Using hot water in washing clothes helps remove stubborn stains and kills bacteria. To increase energy efficiency in the refrigeration system, research was carried out on the utilization of waste heat before it is released into the environment. In this research, a Tabung Pemanas tank was added to the system instead of a condenser to function as a heat exchange medium. In practice, the refrigerant in the form of high pressure gas, which has previously absorbed heat from the indoor air, will flow to the Tabung Pemanas tank to release the heat through water as a heat transfer medium. This final project stage includes observation and literature study followed by design, planning and calculations, fabrication, machine testing, analysis, and report preparation. This research uses a 1 PK AC with modified R32 refrigerant using a Tabung Pemanas tank with a capacity of 30 liters with a ¼ inch diameter helical tube in the tube. From the results of the design that has been carried out using a water flow of 3,5 liters/minute in 55 minutes can produce warm water with a temperature of 40.2 °C. COP value (Coefficient of Performance) of 13. The water heating system has an efficiency value of 4,15 % with COP (Coefficient of Performance) 15,1.*

**Keywords:** *Utilization of waste heat, Pemanas air, Condenser AC, Efficiency, COP (Coefficient of Performance)*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	i
SURAT TUGAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI .....	viii
ABSTRACTION.....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah dan Batasannya .....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Tujuan .....	4
1.6. Luaran .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Kajian Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Pengertian AC.....	8
2.2.2. Siklus Refrigerant.....	8
2.2.3. Siklus Kompresi Uap Standar .....	9
2.3. Perpindahan Panas .....	12
2.3.1. Pengertian Perpindahan Panas.....	12
2.3.2. Jenis Perpindahan Panas.....	12

2.4.	Alat Penukar Kalor ( <i>Heat Exchanger</i> ).....	16
2.4.1.	Pengertian <i>Heat Exchanger</i> .....	16
2.4.2.	Jenis <i>Heat Exchanger</i> .....	18
2.5.	Jenis Jenis <i>Pemanas air</i> (Pemanas Air) .....	19
BAB III METODOLOGI .....		23
3.1.	Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir .....	23
3.1.1.	Tahap Proyek Akhir .....	25
3.2.	Prinsip Kerja Alat Pemanas Air .....	27
3.3.	Perencanaan Alat Pemanas Air .....	29
3.4.	Desain Alat dan Komponen Mesin .....	40
3.4.1.	Desain Alat .....	40
3.4.2.	Alat dan Bahan .....	42
3.5.	Tahapan Fabrikasi .....	57
3.6.	Prosedur Pengujian dan Pengambilan Data .....	63
3.6.1.	Prosedur Pengujian .....	63
3.6.2.	Pengumpulan Data.....	64
3.6.3.	Analisa Perhitungan Data .....	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		70
4.1.	Data Hasil Pengujian.....	70
4.2.	Kondisi Kerja AC Tanpa Pemanas Air dan AC Dengan Pemanas Air....	72
4.3.	Perhitungan Sistem Kerja AC dan Efisiensi Pemanas air .....	73
4.3.1.	Perhitungan Sistem Kerja AC Tanpa Pemanas air.....	73
4.3.2.	Perhitungan Sistem Kerja AC Dengan <i>Pemanas air</i> .....	75
4.3.3.	Perhitungan Efisiensi <i>Pemanas air</i> .....	78
4.4.	Perbandingan Sistem AC Tanpa Pemanas air Dan Sistem AC Dengan Pemanas air .....	80
4.4.1.	Perbandingan Efek Refrigerasi.....	80
4.4.2.	Perbandingan Suhu Keluaran Evaporator .....	81
4.4.3.	Perbandingan <i>Coefficient of Perform (COP)</i> .....	82
4.4.4.	Penggunaan Daya Listrik Pemanas Air dan Estimasi biaya yang dikeluarkan .....	83
BAB V PENUTUP.....		85

5.1. Kesimpulan .....	85
5.2. Saran .....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN.....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Siklus refrigerasi .....	8
Gambar 2. 2. Diagram P-h dari siklus kompresi uap ideal .....	12
Gambar 2. 3. Skema aliran panas konduksi .....	13
Gambar 2. 4. Perpindahan panas konveksi .....	15
Gambar 2. 5. Aliran searah ( <i>co-current</i> ) .....	17
Gambar 2. 6. Berlawanan arah ( <i>counter-current</i> ) .....	18
Gambar 2. 7. Tipe double pipe <i>heat exchanger</i> .....	18
Gambar 2. 8. Spiral <i>heat exchanger</i> .....	19
Gambar 2. 9. <i>Shell and tube heat exchanger</i> .....	19
Gambar 2.10. Pemanas air listrik .....	20
Gambar 2. 11. Pemanas air bahan bakar gas .....	21
Gambar 2.12. Pemanas air tenaga surya .....	22
Gambar 3. 1 Diagram alir proses pembuatan alat pemanas air dengan panas kondensor AC .....	24
Gambar 3. 2 Diagram kerja alat pemanas air .....	27
Gambar 3. 3 Diagram p-h perencanaan sistem kerja AC .....	30
Gambar 3. 4 Desain alat pemanas air dengan panas kondensor AC .....	40
Gambar 3. 5 Desain kerangka alat .....	42
Gambar 3. 6 Unit AC GREE GWC-09MOO3 1 PK .....	43
Gambar 3. 7 Pompa air Shimizu PS-116 BIT .....	44
Gambar 3. 8 Desain tabung pemanas air .....	45
Gambar 3. 9 Pipa tembaga AC .....	45
Gambar 3. 10 Pipa PVC .....	46
Gambar 3. 11 Panel <i>box</i> .....	47
Gambar 3. 12 <i>Ball valve</i> .....	47
Gambar 3. 13 Termometer digital .....	48
Gambar 3. 14 <i>Nepel valve</i> AC .....	49
Gambar 3. 15 Flow meter .....	50
Gambar 3. 16 Manometer ( <i>pressure gauge</i> ) .....	50
Gambar 3. 17 <i>Switch</i> pompa air .....	51

Gambar 3. 18 <i>Minature circuit breaker</i> (MCB).....	52
Gambar 3. 19 Lampu indikator .....	52
Gambar 3. 20 <i>Refrigerant</i> R-32 .....	53
Gambar 3. 21 <i>Double manifold gauge</i> .....	53
Gambar 3. 22 Tang ampere .....	54
Gambar 3. 23 <i>Voltmeter</i> .....	54
Gambar 3. 24 Neraca.....	55
Gambar 3. 25 Las SMAW .....	55
Gambar 3. 26 Alat ukur meteran.....	56
Gambar 3. 27 Gerinda potong.....	57
Gambar 3. 28 Pembuatan rangka .....	58
Gambar 3. 29 Pembuatan <i>Tabung Pemanas</i> pemanas air .....	59
Gambar 3. 30 Pembuatan panel <i>box</i> .....	60
Gambar 3. 31 Instalasi pipa tembaga .....	61
Gambar 3. 32 Instalasi kelistrikan.....	62
Gambar 3. 33 Pengisian gas <i>refrigerant</i> .....	63
Gambar 4. 1 Perbandingan nilai kondisi kerja AC tanpa pemanas air dan AC dengan pemanas air .....	72
Gambar 4. 2 Perbandingan grafik efek refrigerasi .....	80
Gambar 4. 3 Perbandingan grafik suhu keluaran evaporator .....	81
Gambar 4. 4 Perbandingan grafik <i>Coeffiicient of Perform</i> (COP).....	82



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Spesifikasi AC Split Standard GREE GWC-09MOO3 1 PK.....	43
Tabel 3. 2 Spesifikasi pompa air Shimizu PS-116 BIT .....	44
Tabel 3. 3 Keterangan simbol diagram kerja alat.....	28
Tabel 4. 1 Data hasil rata-rata pengujian sistem kerja AC tanpa pemanas air	70
Tabel 4. 2 Data hasil rata-rata pengujian sistem kerja AC dengan pemanas air	71

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Halaman
$Q_{\text{kom}}$	Besar kerja Kompresi	10
$Q_{\text{kon}}$	Besar kapasitas kondensor	10
$h_1$	Nilai enthalpi saat masuk kompresor	10
$h_2$	Nilai enthalpi saat keluar kompresor	10
$h_3$	Nilai enthalpi saat keluar kondensor	10
$\dot{m}$	Laju aliran masa refrigeran	10
$Q_{\text{evap}}$	Besar kapasitas evaporator	11
$h_4$	Nilai enthalpi saat masuk evaporator	11
$T_{c \text{ in}}$	Temperatur masuk koil	29
$T_{c \text{ out}}$	Temperatur keluar koil	29
$T_a$	Temperatur rata-rata refrigeran	29
$d_i$	Diameter dalam pipa	29
$d_o$	Diameter luar pipa	30
$r_i$	Jari-jari dalam pipa	30
$r_o$	Jari-jari luar pipa	30
$Q_{\text{air}}$	Kalor yang dibutuhkan oleh air	30
$\rho$	Massa jenis air	30
$V$	Volume air	30
$t$	Waktu untuk memanaskan air	30
$Cp_{\text{air}}$	Kalor spesifik air	30
$\Delta T$	Beda temperatur	30
$h_o$	Koefisien perpindahan panas pipa luar	31
$L$	Panjang pipa	31
$Cp$	Kalor jenis refrigerant	31
$R_{th}$	<i>Resistans</i> thermal	32
$Q_{\text{koil}}$	Kalor yang dilepas koil	32

$v$	Kecepatan refrigeran	33
$A$	Luas penampang pipa	33
$\rho$	Massa jenis refrigeran	33
$Re$	Bilangan <i>Reynold</i>	34
$\mu$	Viskositas refrigeran	34
$Nu$	Bilangan <i>Nusselt</i>	34
$hi$	Koefisien perpindahan panas dalam pipa	35
$K$	Konduktivitas <i>thermal</i>	35
$A_i$	Luas penampang dalam pipa	35
$A_o$	Luas penampang luar pipa	36
$N$	Jumlah lilitan	37
$T_1$	Temperatur refrigerant masuk kompresor.	59
$T_2$	Temperatur refrigeran masuk kondensor	59
$T_3$	Temperatur refrigeran masuk katup ekspansi	59
$T_4$	Temperatur refrigeran masuk evaporator.	59
$T_5$	Temperatur udara yang keluar dari evaporator	59
$T_6$	Temperatur air yang masuk tabung pemanas	59
$T_7$	Temperatur air yang keluar tabung pemanas	59
$P_1$	Tekanan rendah ( <i>suction</i> )	60
$P_2$	Tekanan tinggi ( <i>discharge</i> )	60
$I$	Kuat arus	60
$V$	Tegangan	60
$w_{comp}$	Kerja kompresi (kompresor)	60
$W_{comp}$	Daya Kompresor	61
$q_H$	Efek kondensasi	61
$Q_H$	Kapasitas kondensor	61
$q_L$	Efek refrigerasi	61
$Q_L$	Kapasitas pendinginan AC	61
$\eta$	Efisiensi pemanasan air	57