

# LAPORAN TUGAS AKHIR

## **Perencanaan Sistem Pemanfaatan Udara Panas Buang Kondensor AC (*Air Conditioning*) untuk Kebutuhan Pembilasan *Food Tray***

**Diajukan Guna Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir Pada  
Program Sarjana Strata Satu (S1)**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

UNIVERSITAS  
**Disusun Oleh :  
MERCU BUANA**

Nama : Bima Dwi Utomo

NIM : 41314120018

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Bima Dwi Utomo  
NIM : 41314120018  
Jurusan : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Pemanfaatan Udara Panas  
Buang Kondensor AC (*Air Conditioning*) untuk  
Kebutuhan Pembilasan *Food Tray*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini benar – benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan sanksi yang telah diatur di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Penulis,



Bima Dwi Utomo

## LEMBAR PENGESAHAN

### Perencanaan Sistem Pemanfaatan Udara Panas Buang Kondensor AC (*Air Conditioning*) Untuk Kebutuhan Pembilasan *Food Tray*



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun oleh:


Nama : Bima Dwi Utomo  
NIM : 41314120018  
Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui,

Pembimbing

Koordinator TA / Ketua Program Studi

  
(Nanang Ruhyat, ST MT)

  
(Nurato, ST,MT)

# KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullaah wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah bagi Allah SWT penulis panjatkan atas limpahan-Nya kepada kita sehingga penyusunan karya ilmiah Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program S1 dapat dituntaskan walaupun masih jauh dari kata sempurna. Tugas Akhir ini disusun dengan judul **“Perencanaan Sistem Pemanfaatan Udara Panas Buang Kondensor AC (*Air Conditioning*) untuk Kebutuhan Pembilasan *Food Tray*”**. Perlu diketahui bahwa pemilihan judul ini bertujuan sebagai informasi pemanfaatan salah satu bagian energi buang dari *air conditioner* (AC).

Terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu ucapan terima kasih disampaikan pada:

1. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan moral serta doa yang selalu terucap.
2. Bpk. Dr. Ing. Darwin Sebayang selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana serta sebagai Dosen mata kuliah Metodologi Penelitian dan Materi Perancangan Produk yang selalu memberikan motivasi luar biasa serta.
3. Bpk. Prof. Dr. Chandrasa Soekardi selaku Dekan Fakultas Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta serta sebagai Dosen mata kuliah teknik Pendingin yang turut menjadi pondasi terbentuknya Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bpk. Nanang Ruhyat, ST. MT selaku Dosen Pembimbing atas bimbingannya, motivasi, perhatian, , pengajaran, kesabaran, ketekunan, serta waktu yang telah diberikan kepada mahasiswa untuk dapat menyelesaikan Tugas Tugas Akhir ini.

5. Dosen-dosen Fakultas Teknik yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas segala bentuk pengajaran baik akedemis maupun non-akademis.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Angkatan tahun 2014 atas dukungan dan informasi yang banyak diberikan serta rasa kebersamaan selama menimba ilmu di Fakultas Teknik.
7. Seluruh pihak di Universitas Mercu Buana khususnya di Fakultas Teknik baik mahasiswa ataupun bagian tata usaha, sehingga Laporan ini dapat terselesaikan.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap dan berdo'a semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pembaca khususnya rekan Mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

*Wassalamu'alaikum warahmatullaah wabarakatuh*



Jakarta, 13 Juli 2016

Bima Dwi Utomo

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>NOMENKLATUR .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Alat Pengkondisian Udara/ <i>Air Conditioning</i> (AC).....	5
2.2 Prinsip Kerja AC Split .....	6
2.3 Pelepasan Kalor Buang Kondensor.....	9
2.4 Perpindahan Kalor.....	11
2.5 Aliran eksternal .....	21
2.6 Aliran Internal .....	23
2.7 Alat Penukar Kalor.....	25
2.8 <i>Germ Free Tray Washer</i> .....	33

2.9	Perencanaan Sistem Pemanfaatan Panas Buang .....	34
<b>BAB III</b>	<b>METODE PERANCANGAN .....</b>	<b>36</b>
3.1	Diagram Alir .....	36
3.2	Pembatasan Masalah .....	37
3.3	Studi Literatur .....	37
3.4	Penentuan Data desain .....	37
3.5	Perhitungan dan Perencanaan .....	41
3.6	Analisa Desain dan Perhitungan .....	41
3.7	Membuat <i>Technical Drawing</i> .....	41
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1	Data Analisa .....	42
4.2	Perhitungan dan Analisa Perpindahan Panas .....	45
4.3	Perhitungan Neraca Kalor .....	46
4.4	Perhitungan Perencanaan Alat Penukar Kalor .....	48
4.5	Hasil Desain Sistem .....	61
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
5.1	Kesimpulan .....	64
5.2	Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daur kompresi uap aktual dan ideal.....	8
Gambar 2.2	Kondensor AC Panasonic CS-YN9RKJ .....	9
Gambar 2.3	Spesifikasi AC Panasonic CS-YN9RKJ .....	10
Gambar 2.4	Bentuk perpindahan panas konduksi, konveksi, dan radiasi .....	12
Gambar 2.5	Hubungan perpindahan panas konduksi dengan penyebaran energi akibat aktivitas molekular .....	13
Gambar 2.6	Temperatur hilang akibat tahanan kontak termal.....	14
Gambar 2.7	Satu dimensional aliran panas melalui dinding.....	16
Gambar 2.8	Satu dimensional aliran panas melalui silinder berlubang.....	16
Gambar 2.9	Pengaruh temperatur material solid pada konduktivitas termal.....	15
Gambar 2.10	Pengaruh temperatur material non metalik likuid pada konduktivitas termal.....	17
Gambar 2.11	Pengaruh temperatur fluida gas pilihan pada konduktivitas termal.....	17
Gambar 2.12	Perkembangan garis batas pada perpindahan panas konveksi .....	18
Gambar 2.13	Proses konveksi. (a) Konveksi paksa. (b) Konveksi natural.....	19
Gambar 2.14	Boiling dan kondensasi .....	19
Gambar 2.15	Hambatan konveksi pada permukaan (a) dinding (b) silinder .....	21



Gambar 2.16	Aliran melintang pada silinder .....	22
Gambar 2.17	Penerapan hukum kontinuitas .....	24
Gambar 2.18	Distribusi temperatur APK aliran searah <i>conscentric tube parallel flow</i> .....	26
Gambar 2.19	Distribusi temperatur APK aliran searah <i>conscentric tube counter flow</i> .....	26
Gambar 2.20	Perbandingan performa APK (a) tipe berlawanan dan (b) tipe searah.....	27
Gambar 2.21	Alat penukar kalor <i>shell</i> dan <i>tube</i> dengan satu laluan <i>shell</i> dan satu laluan <i>tube</i> (tipe aliran silang-berlawanan).....	27
Gambar 2.22	<i>Germ free tray washer</i> .....	33
Gambar 2.23	Sistem pemanfaatan panas buang kondensor AC .....	34
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi .....	36
Gambar 3.2	Letak ruang <i>tray washer</i> .....	37
Gambar 3.3	Thermocouple .....	38
Gambar 3.4	Anemometer.....	39
Gambar 3.5	<i>Food tray</i> .....	39
Gambar 3.6	Uji coba penentuan temperatur pembilasan .....	40
Gambar 4.1	Dimensi tampak luar kondensor .....	42
Gambar 4.2	Pola perpindahan pans pada silinder berlubang.....	52
Gambar 4.3	Hubungan antara <i>baffle cut</i> dengan rasio diameter <i>shell</i> dan jarak antara <i>baffle</i> .....	54
Gambar 4.4	Desain pola <i>tube</i> .....	62
Gambar 4.5	Desain APK tipe aliran berlawanan .....	62
Gambar 4.6	Desain ducting udara panas buang kondensor .....	63
Gambar 4.7	Desain keseluruhan sistem .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tahanan kontak termal untuk metalik dan fluida cair dan gas.....	15
Tabel 2.2	Nilai tipikal koefisien perpindahan panas .....	20
Tabel 2.3	Nilai koefisien perpindahan panas menyeluruh, $U$ .....	20
Tabel 2.4	Nilai koefisien untuk $\overline{Nu}_D = \frac{\bar{h}D}{k} = CRe_D^m Pr^{1/3}$ ( $Pr \geq 7$ ) .....	23
Tabel 2.5	Nilai koefisien untuk $\overline{Nu}_D = CRe_D^m Pr^n \left(\frac{Pr}{Pr_s}\right)^{1/4}$ ( $0,7 \leq Pr \leq 500$ dan $1 \leq Re_D \leq 10^6$ ) .....	23
Tabel 4.1	Pengambilan data temperatur dan kecepatan udara panas buang AC .....	43
Tabel 4.2	Pengambilan data kebutuhan air bertemperatur pembilas <i>food tray</i> .....	44
Tabel 4.3	Data properti udara panas buang AC Panasonic CS-YN9RKJ.....	45
Tabel 4.4	Data properti air pembilas.....	46
Tabel 4.5	Data properti udara panas buang dan air pembilas .....	48
Tabel 4.6	Pengaruh variasi koefisien perpindahan panas gas dengan konveksi paksa terhadap luasan perpindahan panas .....	50
Tabel 4.7	Properti pipa di dalam alat penukar panas .....	51

## NOMENKLATUR

i	= indeks untuk aliran masuk
o	= indeks untuk aliran keluar
M	= laju aliran massa
m	= massa
k	= konduktivitas termal
Q	= kapasitas/laju aliran fluida
q	= energi perpindahan panas
h	= koefisien perpindahan panas koneksi
A	= luasan penampang
a	= indeks untuk fluida air
u	= indeks untuk fluida udara
t	= indeks untuk tube
s	= indeks untuk shell
T	= indeks untuk temperatur
U	= koefisien perpindahan panas total
h	= indeks untuk fluida panas
c	= indeks untuk fluida dingin
$c_p$	= kalor jenis
$\mu$	= viskositas dinamik

$v$	=	kecepatan
$D$	=	diameter
$Re_D$	=	bilangan Reynold
$Nu_D$	=	bilangan Nusselt
$Pr$	=	bilangan prandtl
$\rho$	=	massa jenis
$N$	=	indeks untuk jumlah/banyaknya
$P_R$	=	Pitch Ratio
$CL$	=	profil tube
$\Delta$	=	indeks untuk menyatakan selisih
$T_{lm}$	=	<i>log mean temperature</i>
$B$	=	jarak baffle
$P_t$	=	penurunan tekanan
$f$	=	faktor gesek
$e$	=	indeks ekuivalen
$g$	=	percepatan gravitasi
$\varepsilon$	=	keefektifan APK



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA