

**PENGARUH DIAMETER PIPA KAPILER TERHADAP
KINERJA AC *SPLIT***

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat

Memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Mesin



Diajukan oleh:

NAMA : Teguh Apriyanto

NIM : 133010370

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

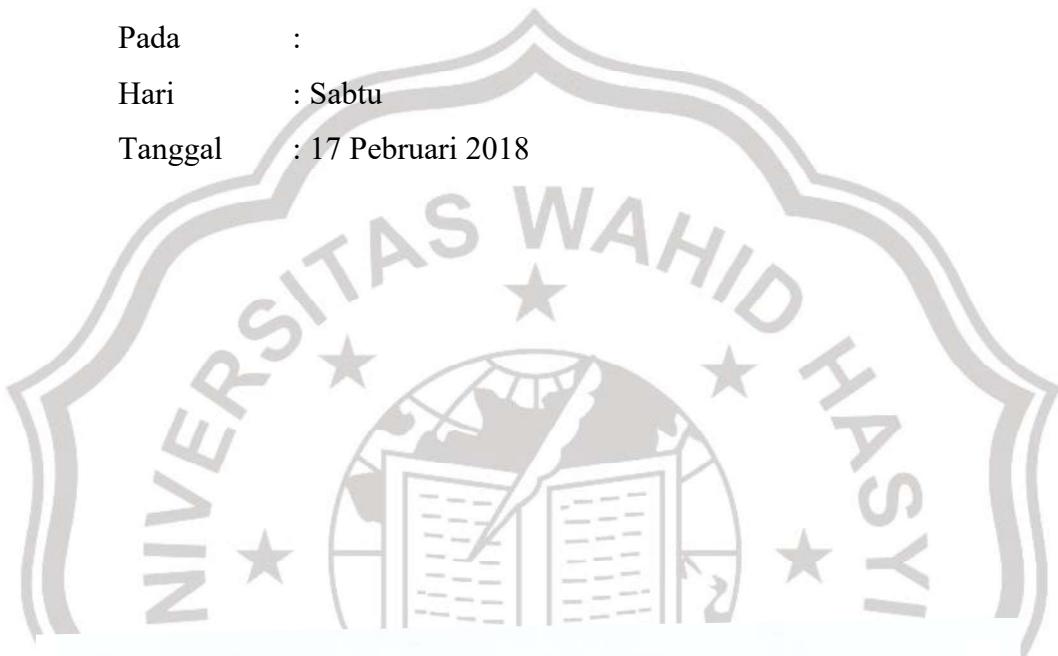
“Pengaruh Diameter Pipa Kapiler Terhadap Kinerja AC Split.”

Telah diperiksa, disetujui dan dipertahankan dihadapan Dewan Pengaji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

Pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 17 Pebruari 2018



Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Tabah".

Ir. Tabah Priangkoso, MT

NIP/NPP: 05.04.1.0113

Pembimbing II

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dzulfikar".

M. Dzulfikar, ST., MT

NIP/NPP: 05.15.1.0324

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN/REVISI

Nama : Teguh Apriyanto

NIM : 13.301.0370

Judul TA : "Pengaruh Diameter Pipa Kapiler Terhadap Kinerja AC Split"

Telah dipertahankan dan direvisi dihadapan Dewan Penguji Tugas Akhir program studi teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji 1

Nama : Ir. Tabah Priangkoso, MT

Tanggal Pengesahan : 06 Pebruari 2018

Tanda Tangan.....

2. Penguji 2

Nama : SM. Bondan Respati, ST., MT

Tanggal Pengesahan : 26 Pebruari 2018

Tanda Tangan.....

3. Penguji 3

Nama : Darmanto, ST., M Eng

Tanggal Pengesahan : 27 Pebruari 2018

Tanda Tangan.....

4. Penguji 4

Nama : Imam Syafa'at, ST., MT

Tanggal Pengesahan : 27 Pebruari 2018

Tanda Tangan.....

Semarang,

27 Pebruari

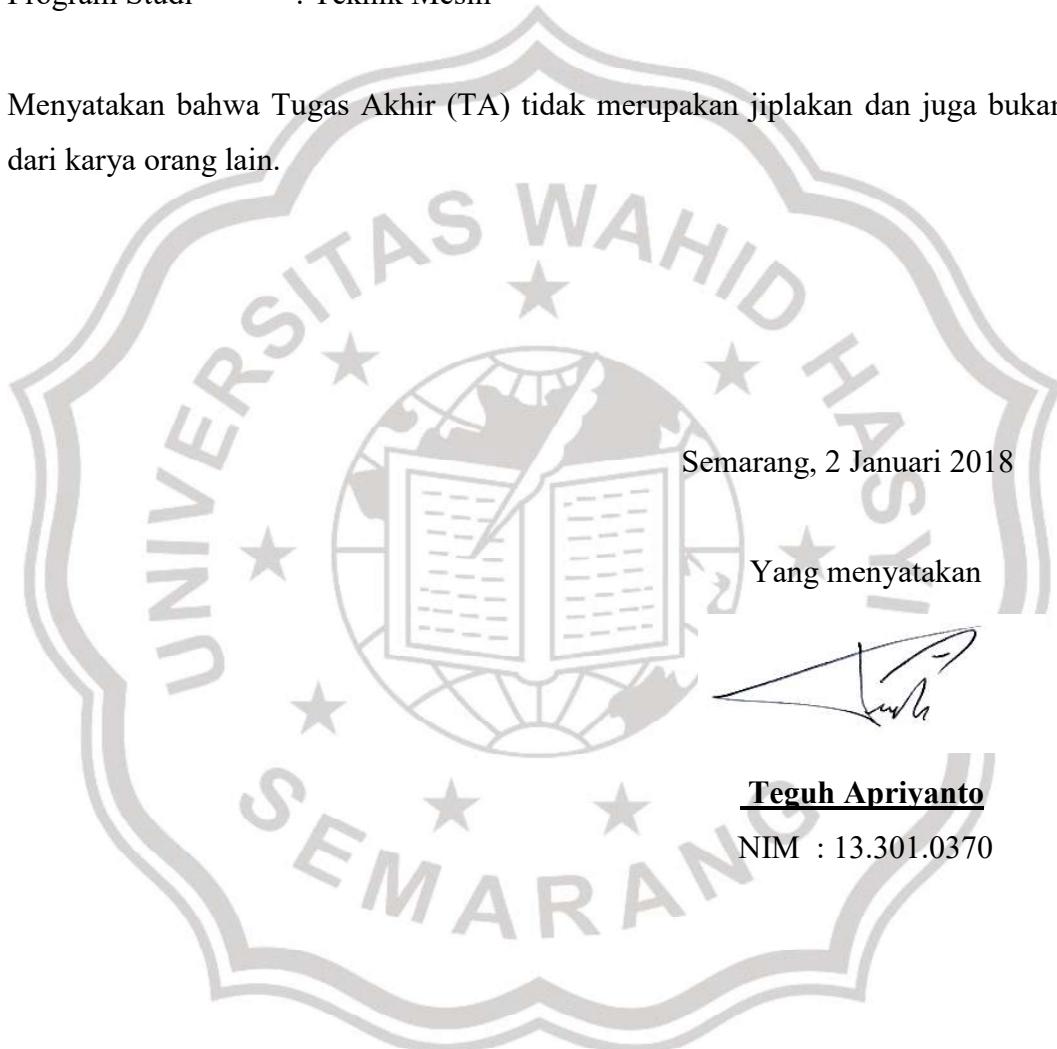


HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Teguh Apriyanto
NIM : 13.301.0370
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) tidak merupakan jiplakan dan juga bukan dari karya orang lain.



MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ Berbuatlah yang Terbaik Didunia dan Berbuatlah yang Bermanfaat Untuk Akhirat
- ❖ Ridho Allah Adalah Ridho Orang Tua
- ❖ Selalu Optimis, dan Jangan Pesimis
- ❖ Jangan Lupa Bersyukur Kepada Allah S.W.T.

PERSEMBAHAN

- ❖ Untuk Kedua Orang Tua, Bapak Sanidi dan Ibu Alfiatun
- ❖ Untuk Saudara Abdul Basir, Suyono, dan Agus Partono

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah penulis menyelesaikan Tugas Akhir (TA) sebagai syarat meraih gelar Sarjana Strata-1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah **“Pengaruh Diameter Pipa Kapiler Terhadap Kinerja AC Split.”**

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan pengetahuan serta pengalaman penulis, namun demikian penulis telah bekerja keras dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai ditangan para pembaca.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih atas sumbang saran kepada :

1. Bapak Helmy Purwanto, ST., MT selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
2. Bapak S.M. Bondan Respati, ST., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. Bapak Ir. Tabah Priangkso, MT. selaku Dosen pembimbing I.
4. Bapak Dzulfikar, ST., MT selaku dosen pembimbing II.

Akhirnya penulis mohon maaf apabila ada kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini kelak bermanfaat bagi para pembaca. Terima kasih

Semarang, 2 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN/REVISI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMPAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian	2
I.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
II.1 Tinjauan Pustaka	4
II.2 Landasan Teori.....	7
II.2.1 Mesin pendingin.....	7
II.2.2 Macam-macam mesin pendingin.....	8
II.2.3 <i>Air Conditioner (AC)</i>	11
II.2.4 Komponen utama <i>Air Conditioner (AC)</i>	12
II.2.5 Siklus kompresi uap ideal.....	19
II.2.6 Siklus kompresi uap aktual.....	20
II.2.7 Perhitungan siklus kompresi uap.....	22
BAB III METODOLOGI	24
III. 1 Prosedur Percobaan	24

III. 2 Variabel Penelitian	24
III.2.1 Variabel bebas	24
III.2.2 Variabel terikat	24
III.2.3 Variabel tetap	25
III. 3 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	25
III.3.1 Alat	25
III.3.2 Bahan.....	30
III. 4 Rencana pengujian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Data Percobaan	33
IV.1.1 Data menggunakan pipa kapiler 0,042 inchi	33
IV.1.2 Data menggunakan pipa kapiler 0,054 inchi	38
IV.1.3 Data menggunakan pipa kapiler 0,064 inchi	41
IV.2 Perhitungan.....	43
IV.2.1 Efek refrigerasi	43
IV.2.2 Kerja kompresor	43
IV.2.3 <i>Coefficient of Peformance (COP)</i>	44
IV.2.4 Daya listrik	45
IV.3 Pembahasan	45
BAB V KESIMPULAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 COP sistem refrigerator menggunakan R-600a dan HC <i>mixture</i> untuk diameter pipa kapiler yang berbeda (Kumar, 2017).....	4
Gambar II. 2 a) Bentuk pipa kapiler <i>helical</i> b) bentuk pipa kapiler <i>serpentine</i> (Akintunde, 2007)	5
Gambar II. 3 COP Freezer Fungsi Temperatur Air Garam (Ekadewi, 2002)	5
Gambar II. 4 Skema penelitian (Dhumal , 2014)	6
Gambar II. 5 Grafik hubungan nilai COP dengan temperatur kondensor untuk masing-masing perangkat ekspansi (Dhumal , 2014)	6
Gambar II. 6 COP sistem untuk masing-masing pipa kapiler (Purwanto, 2016)....	7
Gambar II. 7 (A) Siklus carnot dan (B) siklus carnot terbalik mesin pendingin (http://web.ipb.ac.id/~tepfteta)	8
Gambar II. 8 Sistem pendinginan absorpsi sederhana air-amonia (Moran, 2006)...	9
Gambar II. 9 Sistem pendingin <i>cascade</i> (Moran, 2006)	10
Gambar II. 10 A) AC <i>window</i> , B) AC <i>split</i> (http://duniteknik.blogspot.co.id).....	11
Gambar II. 11 Sistem HVAC (INDOSURYA, 2010).....	11
Gambar II. 12 Kompresor <i>hermetic</i> (https://cloudfront.zoro.com).....	12
Gambar II. 13 kondensor (http://cimonbouchardinc.com).....	13
Gambar II. 14 <i>Evaporator Bare-tube</i> (a) <i>Flat zigzag coil</i> , (b) <i>oval trombone coil</i>	14
Gambar II. 15 Evaporator <i>plate-surface</i> (https://seamarknunn.com)	15
Gambar II. 16 Evaporator <i>Finned</i> (http://www.shenglin-tech.com).....	15
Gambar II. 17 Pipa kapiler (https://static.grainger.com).....	17
Gambar II. 18 Titik kesetimbangan kompresor dan pipa kapiler (Stoecker, 1986).....	17
Gambar II. 19 Diagram alur sistem kompresi uap dan diagram tekanan-entropi (Moran, 2006).....	20
Gambar II. 20 Siklus kompresi uap aktual dan standar (Stoecker, 1986).....	21
 Gambar III. 1 Alat pengujian	26

Gambar III. 2 Diagram skema alat pengujian refrigerasi.....	26
Gambar III. 3 Termometer digital.....	27
Gambar III. 5 <i>Pressure gage</i>	28
Gambar III. 6 A diameter 0,042 inchi, B diameter 0,054 inchi, C diameter 0,064 inchi.....	28
Gambar III. 7 Pompa vakum.....	28
Gambar III. 8 <i>Leak detector</i>	29
Gambar III. 9 <i>Hand valve</i>	29
Gambar III. 10 <i>Digital clamp tester</i>	29
Gambar III. 11 Freon R-22 (https://cdn.awsli.com).....	30
Gambar III. 12 Diagram alir rencana penelitian	32
Gambar IV. 1 Hubungan tekanan absolut, gage dan vakum (Moran, 2006)	34
Gambar IV. 2 Mencari nilai entalpi (h) dengan p-h diagram R-22 pada data menit ke 15(Chemours, 2016).....	36
Gambar IV. 3 Perbandingan efek refrigerasi pada masing-masing penggunaan pipa kapiler	49
Gambar IV. 4 Perbandingan kerja kompresor pada masing-masing penggunaan pipa kapiler	50
Gambar IV. 5 Hubungan COP dengan waktu pada perubahan pipa kapiler.....	51
Gambar IV. 6 COP rata-rata masing-masing pipa kapiler dan COP spesifikasi AC	53
Gambar IV. 7 Konsumsi rata-rata daya listrik kompresor pada penggunaan pipa kapiler.....	54
Gambar IV. 8 Siklus refrigerasi masing-masing penggunaan pipa kapiler pada diagram p-h R-22 (Chemours, 2016)	55

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Refrigeran klasifikasi kelas 1 (Widodo, 2008).....	16
Tabel IV. 1 Hasil pengukuran p dan T menggunakan pipa kapiler 0,042 inchi ...	33
Tabel IV. 2 Nilai tekanan absolut (MPa) dan suhu (oC) menggunakan pipa kapiler 0,042 inchi.....	35
Tabel IV. 3 Nilai entalpi h1 sampai h4 pada waktu pengujian menggunakan pipa kapiler 0,042 inchi.....	38
Tabel IV. 4 Hasil pengukuran p dan T menggunakan pipa kapiler 0,054 inchi ...	39
Tabel IV. 5 Nilai tekanan absolut (MPa) dan suhu (oC) menggunakan pipa kapiler 0,054 inchi.....	40
Tabel IV. 6 Nilai entalpi h1 sampai h4 pada waktu pengujian menggunakan pipa kapiler 0,054 inchi.....	40
Tabel IV. 7 Hasil pengukuran p dan T menggunakan pipa kapiler 0,064 inchi ...	41
Tabel IV. 8 Nilai tekanan absolut (MPa) dan suhu (oC) T menggunakan pipa kapiler 0,064 inchi.....	42
Tabel IV. 9 Nilai entalpi h1 sampai h4 pada waktu pengujian menggunakan pipa kapiler 0,064 inchi.....	42
Tabel IV. 10 Data pengukuran dan perhitungan menggunakan diameter pipa kapiler 0,042 inchi.....	46
Tabel IV. 11 Data pengukuran dan perhitungan menggunakan diameter pipa kapiler 0,054 inchi.....	47
Tabel IV. 12 Data pengukuran dan perhitungan menggunakan diameter pipa kapiler 0,064 inchi.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DIAGRAM TEKANAN-ENTALPI.....	62
LAMPIRAN B TABEL PROPERTIS R-22	64



DAFTAR NOTASI

Lambang	Nama	Satuan
COP	<i>Coefficient of Performance</i>	[$-$]
ρ	Densitas refrigeran	[kg/m ³]
Q	Debit aliran refrigeran	[m ³ /s]
q_{evap}	Efek refrigerasi evaporator	[kJ/kg]
W_{komp}	Kerja kompresor	[kJ/kg]
\dot{m}_{ref}	Laju aliran massa	[kg/s]
h_1	Entalpi refrigeran keluar evaporator	[kJ/kg]
h_2	Entalpi refrigeran keluar kompresor	[kJ/kg]
h_3	Entalpi refrigeran masuk pipa kapiler	[kJ/kg]
h_4	Entalpi refrigeran masuk evaporator	[kJ/kg]
V	Tegangan listrik masuk evaporator	[Volt]
I	Arus listrik	[Ampere]
P	Daya listrik	[W]
p_1	Tekanan refrigeran keluar evaporator	[MPa]
p_2	Tekanan refrigeran keluar kompresor	[MPa]
p_3	Tekanan refrigeran masuk pipa kapiler	[MPa]
p_4	Tekanan refrigerant masuk evaporator	[MPa]
T_1	Suhu refrigeran keluar evaporator	[°C]
T_2	Suhu refrigeran keluar kompresor	[°C]
T_3	Suhu refrigeran masuk pipa kapiler	[°C]
T_4	Suhu refrigeran masuk evaporator	[°C]

ABSTRAK

Mesin pendingin AC (*Air Conditioner*) bekerja berdasarkan siklus pendingin kompresi uap (*vapor compression refrigeration cycle*). Pada siklus pendingin ini terdapat 4 komponen utama yaitu: evaporator, kompresor, kondensor, dan alat ekspansi. Untuk mengukur unjuk kerja pada mesin pendingin biasanya dinyatakan dengan COP (*Coefficient Of Performance*). COP merupakan efek refrigerasi dibagi dengan kerja yang diperlukan sistem (kerja kompresor) Semakin tinggi COP yang dimiliki oleh suatu mesin pendingin maka akan semakin efisien mesin pendingin tersebut. Adapun rumusan masalah yang diambil pada Tugas Akhir ini adalah bagaimana pengaruh diameter pipa kapiler terhadap *Coefficient of Performance* (COP) AC *split*, bagaimana pengaruh diameter pipa kapiler terhadap efek refrigerasi, dan bagaimana pengaruh diameter pipa kapiler terhadap pemakaian daya listrik pada kompresor, Penelitian dilakukan dengan melakukan variasi ukuran diameter pipa kapiler pada AC *split* $\frac{1}{2}$ PK. Diameter yang digunakan adalah 0,054 inchi, kemudian diperkecil menjadi 0,042 inchi, dan diperbesar menjadi 0,064 inchi. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar diameter pipa kapiler yang digunakan semakin rendah COP yang dihasilkan, Penggunaan pipa kapiler diameter 0,054 inchi mengakibatkan efek refrigerasi tertinggi, dan pemakaian daya listrik kompresor AC akan naik jika diameter pipa kapiler semakin besar.

Kata kunci : AC, Pipa kapiler, COP