

**SKRIPSI**  
**KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI AIR**  
***CONDITIONING SPLIT* UNTUK REFRIGERAN R-**  
**410-A DAN R-22**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana**  
**Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**DUSYADI**  
**03051381320037**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2017**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI AIR  
CONDITIONING SPLIT UNTUK REFRIGERAN R-  
410-A DAN R-22**

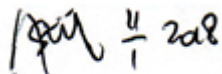
**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**Dusyadi  
03051381320037**

2017  
Dosen Pembimbing 1,



Astuti, S.T, M.T  
NIP. 197210081998022001


Palembang, Agustus

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Irwin Bizzy, M.T.  
NIP.196005281989031002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :**

---

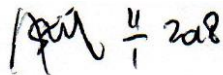
---

## **SKRIPSI**

**NAMA : DUSYADI  
NIM : 03051381320037  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
BIDANG STUDI : KONVERSI ENERGI  
JUDUL SKRIPSI : KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI AIR  
CONDITIONING SPLIT UNTUK  
REFRIGERAN R-410-A DAN R-22  
DIBUAT TANGGAL : JULI 2017  
SELESAI TANGGAL : DESEMBER 2017**

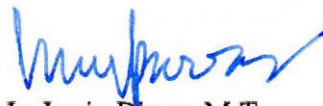
Palembang, November 2017  
Diperiksa dan disetujui oleh

**Dosen Pembimbing 1,**




**Astuti, S.T., M.T  
NIP. 197210081998022001**

**Dosen Pembimbing 2,**



**Ir. Irwin Bizzy, M.T.  
NIP. 196005281989031002**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadyani, S.T., M.Eng., Ph.D  
NIP. 197112251997021001**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI *AIR CONDITIONING SPLIT* UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Desember 2017.

Palembang, Januari 2018.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. Firmansyah Burlian, M.T  
NIP. 195612271988111001

(  )

Anggota:


1. Ir. Irwin Bizzy, M.T  
NIP. 196005281989031002

(  )

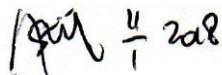
2. Ir. Hj. Marwani, M.T  
NIP. 196503221991022001

(  )

2. Dr. Dewi Puspitasari, S.T, M.T  
NIP. 197001151994122001

(  28/12/2018 )

Dosen Pembimbing 1,

 11/1/2018

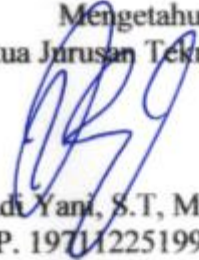
Astuti, S.T, M.T  
NIP. 197210081998022001

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Irwin Bizzy, M.T.  
NIP.196005281989031002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001





## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

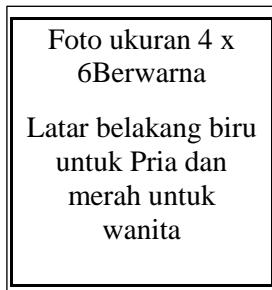
Nama : Dusyadi

NIM : 03051381320037

Judul : KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI *AIR CONDITIONING SPLIT* UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Januari 2018

Materai Rp.6000

Dusyadi



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dusyadi

NIM : 03051381320037

Judul : Kaji Eksperimental Performansi *Air Conditioning Split* Untuk Refrigeran R-410-A dan R-22.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2018

Penulis,

Dusyadi



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunianya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI AIR CONDITIONING SPLIT UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat, anugerah ilmu, kesempatan, dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung baik dalam hal materil maupun do'a.
3. Ibu Astuti, S.T, M.T, Bapak Ir. Irwin Bizzy, M.T, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D, selaku sekretariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
7. Tim skripsi seperjuangan, Anjas Permana, Mario Kusnovaldi, Tri Sugandi, Yogi Adicahya.
8. Muhammad Fadhlurrahman, Nurhadi Kurniawan, Mgs Ahmad Fikri, dan semua teman angkatan 2013 Teknik Mesin.
9. Para kakak tingkat dan adik tingkat.

10. Orang spesial yang tersayang yaitu Dea Putri Utami, Maristya Pebriana, Yuana.

11. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Januari 2018  
Penulis,

Dusyadi

## RINGKASAN

KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI AIR CONDITIONING SPLIT  
UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22

Karya tulis ilmiah berupa skripsi,   december 2017

Dusyadi : dibimbing oleh Astuti, S.T., M.T., dan Ir. Irwin Bizzy, M.T.

REVIEW EXPERIMENTAL AIR CONDITIONING SPLIT PERFORMANCE  
FOR REFRIGERAN R-410-A AND R-22

xxv + 43 halaman, 16 gambar, 4 tabel, 10 lampiran

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja *Air Conditioning* (AC) dengan daya 1 PK, untuk mengetahui pengaruh kerja COP (*Coeffisien of performance*) dengan variasi bukaan katup pengatur. Data-data yang didapat pada saat pengujian AC menggunakan beberapa peralatan ukur, seperti *Thermometer*, *Presseur gauge*, *Timbangan refrigeran* (digital), *Manifold gauge*, *Pompa vakum*, *Leak Detector*, *Kompresor*. Hasil pengambilan data tekanan COP pada pengaruh bukaan katup, Dari hasil perhitungan COP dengan refrigeran R-410-A kecepatan bukaan katup pengatur 1/4 nilainya 5,11, bukaan katup 2/4 nilainya 5,89, bukaan katup 3/4 nilainya 7,43, bukaan katup 4/4 nilainya 10,09. Untuk hasil perhitungan refrigeran R22 dengan bukaan katup 1/4 nilainya 4,55, bukaan katup 2/4 nilainya 5,1, bukaan katup 3/4 nilainya 6,45, bukaan katup 4/4 nilainya 7,33. Dari hasil perhitungan COP pada refrigeran R-410-A lebih tinggi di bandingkan dengan COP refrigeran R-22. Dari hal ini menunjukkan bahwa refrigeran R-410-A mengkonsumsi energi yang rendah di bandingkan refrigeran R-22 untuk penyerapan daya pendingin ruang yang sama untuk di diinginkan.

**Kata Kunci** : *Air conditioning split*, Refrigeran, Katup pengatur, COP,  
**Kepustakaan** : 15 (1989-2017)





## SUMMARY

REVIEW EXPERIMENTAL AIR CONDITIONING SPLIT PERFORMANCE  
FOR REFRIGERAN R-410-A AND R-22

Final Project, december 2017

Dusyadi : supervised by Astuti, S.T., M.T., dan Ir. Irwin Bizzy, M.T.

KAJI EKSPERIMENTAL PERFORMANSI *AIR CONDITIONING SPLIT*  
UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22

xxv + 43 pages, 16 pictures, 4 tables, 10 appendixs

The purpose of this research is to analyze the performance of Air Conditioning (AC) with power 1 PK, to know the effect of COP (Coefficient of performance) with variation of regulator valve opening. The data obtained during the test air conditioner use some measuring equipment, such as Thermometer, Passeur gauge, refrigerant (digital), Manifold gauge, Vacuum pump, Leak Detector, Compressor. The result of COP pressure data on the influence of valve opening, From the calculation of COP with R-410-A refrigerant, the opening speed of the regulator valve 1/4 value is 5.11, the valve opening 2/4 value is 5.89, the valve opening 3/4 value is 7 , 43, 4/4 valve opening value 10.09. For the calculation of R22 refrigerant with the opening valve 1/4 value 4.55, valve openings 2/4 value 5.1, valve opening 3/4 value 6.45, 4/4 valve opening value 7.33. From the calculation of COP on refrigerant R-410-A higher in comparison with COP refrigerant R-22. From this it shows that R-410-A refrigerant consumes a low energy in comparison with R-22 refrigerant for the same cooling power absorption for desired.

**Keywords** : Air conditioning split, Refrigerant, Regulating Valve, COP,  
**Citations** : 15 (1989-2017)



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Agenda .....	v
Halaman Persetujuan .....	vii
Halaman Pernyataan Integritas .....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	xi
Kata Pengantar .....	xiii
Ringkasan .....	xv
Summary .....	xvii
Daftar Isi .....	xix
Daftar Gambar .....	xxi
Daftar Tabel .....	xxiii
Daftar Lampiran .....	xxv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Refrigeran .....	5
2.2. Evaporator .....	5
2.2.1. <i>Horizontal Tube Evaporator</i> .....	6
2.2.2. <i>Basket Evaporator</i> .....	6
2.2.3. <i>Standard Vertical – Tube Evaporator</i> .....	6
2.2.4. <i>Long Tube Vertical Evaporator</i> .....	6
2.3. Kondensor .....	7
2.4. Kompresor .....	7
2.4.1. Jenis – jenis Kompresor .....	8

2.4.1.1. Kompresor Berdasarkan Kerja Positif .....	8
2.4.1.2. Kompresor Berdasarkan Kerja Dinamik .....	8
2.5. Katup Ekpansi .....	9
2.6. Rumus – rumus yang digunakan .....	10
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	13
3.2. Waktu dan Penelitian.....	14
3.3. Metode Penelitian .....	14
3.4. Skematik Alat Uji .....	14
3.4.1. Deskripsi Fungsi Masing – masing Alat Uji .....	16
3.5. Alat – alat yang Digunakan .....	16
3.5.1. Komponen Alat Uji dan Alat Ukur .....	16
3.6. Prosedur Pengujian .....	17
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Pengujian.....	19
4.2. Bukaan Katup 1/4 Refrigeran R-410-A.....	20
4.2.1. Bukaan Katup 2/4 Refrigeran R-410-A .....	22
4.2.2. Bukaan Katup 3/4 Refrigeran R-410-A .....	24
4.2.3. Bukaan Katup 4/4 Refrigeran R-410-A .....	26
4.3. Bukaan Katup 1/4 Refrigeran R-22 .....	28
4.3.1. Bukaan Katup 2/4 Refrigeran R-22 .....	30
4.3.2. Bukaan Katup 3/4 Refrigeran R-22 .....	32
4.3.1. Bukaan Katup 4/4 Refrigeran R-22 .....	34
4.4. Pembahasan .....	35
4.4.1. Variasi Refrigeran dan Bukaan Katup Terhadap COP .....	35
4.4.2. Variasi Refrigeran dan Bukaan Katup Tergadap $w_c$ .....	36
4.4.3. Variasi Refrigeran dan Bukaan Katup Terhadap $\Delta_p$ .....	37
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran .....	39
Daftar Pustaka .....	41
Daftar Lampiran .....	4

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Evaporator .....	5
Gambar 2.2. Kondensor.....	7
Gambar 2.3. Siklus Refrigerasi .....	9
Gambar 2.4. Diagram p-h Siklus Refrigerai.....	9
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.2. Uji Skematik alat .....	15
Gambar 4.1. Diagram p-h Bukaannya Katup 1/4 Refrigeran R-410-A .....	20
Gambar 4.2. Diagram p-h Bukaannya Katup 2/4 Refrigeran R-410-A .....	22
Gambar 4.3. Diagram p-h Bukaannya Katup 3/4 Refrigeran R-410-A .....	24
Gambar 4.4. Diagram p-h Bukaannya Katup 4/4 Refrigeran R-410-A .....	26
Gambar 4.5. Diagram p-h Bukaannya Katup 1/4 Refrigeran R-22.....	28
Gambar 4.6. Diagram p-h Bukaannya Katup 2/4 Refrigeran R-22.....	30
Gambar 4.7. Diagram p-h Bukaannya Katup 3/4 Refrigeran R-22.....	32
Gambar 4.8. Diagram p-h Bukaannya Katup 4/4 Refrigeran R-22 .....	34
Gambar 4.9. Diagram Perbandingan COP .....	36
Gambar 4.10. Diagram Perbandingan $W_c$ .....	37
Gambar 4.11 Diagram perbandingan $\Delta p$ .....	38



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Spesifikasi AC <i>split</i> .....	17
Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan Refrigeran R-410-A .....	19
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Refrigeran R-22 .....	19
Tabel 4.3 Perbedaan Refrigeran R-410-A dan R-22 .....	38





## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A.1. Pompa Vakum.....	43
Lampiran A.2. Pressure Gauge.....	43
Lampiran A.3. Evaporator.....	43
Lampiran A.4. Kondensor.....	44
Lampiran A.5. Kompresor.....	44
Lampiran A.6. Refrigeran R-410-A.....	44
Lampiran A.7. <i>manifold gauge</i> .....	44
Lampiran A.8. Kerangka Alat.....	45
Lampiran A.9. Refrigeran R-22.....	45
Lampiran A10. Proses Pengecatan.....	45



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Air conditioning split* atau disingkat AC merupakan alat pengkondisian udara yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk kenyamanan ruangan, seperti ruangan perkantoran, apartemen, hotel, supermarket, dan bangunan lainnya. AC *split* digunakan untuk pendinginan, pemanasan, dan penurunan kelembaban udara. AC *split* ini biasanya terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu kondensor, evaporator, katup ekspansi, dan kompresor. Jenis fluida yang digunakan dinamakan refrigeran. Selain itu, beberapa peralatan pendukung, dan alat ukur digunakan untuk mengambil data.

Saat ini sistem AC *split* memegang peranan penting bagi kehidupan manusia. Baik dari segi kenyamanan manusia dalam ruangan berskala besar maupun untuk kepentingan keperluan rumah tangga, dari perkembangan pesat yang saat ini, refrigeran yang digunakan harus ramah lingkungan apabila refrigeran ini di buang ke udara (bocor) merupakan masalah utama dalam bidang sistem refrgerasi yang mempunyai dampak negatif sangat besar bagi lingkungan yaitu pemanasan global (GWP).

Untuk itu, akan di lakukan penelitian dengan melakukan pengujian kinerja dari AC *split* dengan refrigeran R-410-A dan R-22. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“KAJI EKPREMENTAL PERFORMANSI AIR CONDITIONING SPLIT UNTUK REFRIGERAN R-410-A DAN R-22.**

## 1.2 Rumusan Masalah

AC *split* yang ada dipasaran memiliki refrigeran yang berbeda – beda untuk itu, diperlukan kajian mengenai unjuk kerja atau performansi penggunaan beberapa refrigeran terhadap AC *split* itu sendiri.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun dari batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Daya AC *split* adalah 1 PK.
2. Peralatan penelitian yang digunakan berupa sistem refrigerasi menggunakan refrigeran R-410-A dan R-22.
3. Pengujian dilakukan dalam keadaan stedi.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah :

1. Membandingkan COP refrigeran R-410-A dan R-22 menggunakan bukaan katup 1/4 , 2/4, 3/4, 4/4.
2. Menganalisis COP (*Coefficient of performance*) sistem AC *split* dengan menggunakan refrigeran R-410 dan R-22.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin di capai pada penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan pustaka penelitian mengenai pengujian refrigeran R-410-A dan R-22.
2. Dapat dijadikan acuan penelitian pengembangan sistem pendingin refrigeran R-410-A dan R-22.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badarus, S. H., dan Bachtiar, A., 2012. *Studi Eksperimental Sistem Refrigerasi Cascade Menggunakan Refrigeran Musicool 22 di High Stage dan R410A di Low Stage dengan Variasi Beban Pendingin*, Jurnal Teknik POMITS: Vol.1, No.1, Halaman 1-6. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Basri, M. H., Mustafa, dan Anwar, K., 2014. *Pengaruh Variasi Massa Refrigeran R410A Pada Sisi Low Stage Terhadap Kinerja Mesin Pendingin Cascade*. Jurnal Mekanikal: Vol. 5, No. 1, Halaman 427-433. Universitas Tadulako, Palu.
- Cengel, Y. A.. 2002. *Heat Transfer : A Practical Approach*. United States of America : McGraw-Hill
- Isa, M., dan Alam, B., 2015. *Analisa Desain dan Performa Kondensor Pada Sistem Refrigerasi Adsorpsi Untuk Kapal Perikanan*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Kharagpur (2008) *Refrigeration & Air Conditioning*. India.
- Lumentut, Samuel R. Perbandingan Freon R32, R22, R410A dan R290.  
<https://nationalelektronik.com/2015/01/pebandingan-freon-r32-r22-r410a-dan-r290/> (diakses tanggal 30 agustus 2017)
- Mastur, dan Hidayat, A., 2015. *Analisa Kerja Kompresor Terhadap Penggunaan Refrigeran R134A dan Hidrokarbon Jenis Propane Iso Butane (PIB)*. Jurnal Intuisi Teknologi dan Seni: Vol. 7, No. 1, Halaman 21-39. Sekolah Tinggi Teknik Purwokerto, Purwokerto.
- Nurhalim, I. (2011) 'Rancang Bangun dan Pengujian Untuk Kinerja Alat Penukar Kalor Tipe Serpentine Pada Split Air Conditioning Water Heater'.
- Poernomo, H. et al. (2015) 'Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin ( Air Conditioning ) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin', 12(1), pp. 1-8.
- Saksono, P., dan Maryanti, B., 2015. *Pengaruh High Pressure Kompresor Terhadap Performansi Sistem Refrigerasi Dengan Menggunakan R-134-A Dan Refrigeran Hidrokarbon*. Jurnal Teknologi Terpadu: Vol 2, No 3, Halaman 81-86. Universitas Balikpapan, Balikpapan.
- Sungadiyanto (2006) 'Studi Eksperimental Performa Mesin Pengkondisian Udara (Ac) Mc Quay Dengan Refrigeran R-22 Pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang'.
- Stoecker, W.F & Jerold W. Jones., 1982, *Refrigeration and Air*

*Conditioning*. McGraw Hill Book Co. Singapura

Tampubolon., D., dan Samosir, R., 2005. *Pemahaman Tentang Sistem Refrigerasi*. Politeknik Negeri Medan, Medan.

Wahyu, D., Nasrullah., dan Amri, K., 2014. *Kaji Eksperimental Penggunaan R22 dan R410A Berdasarkan Variasi Laku Aliran Massa Pada Mesin AC*. Jurnal Poli Rekayasa: Vol 9, No 2. Politeknik Negeri Padang, Padang.

Widiyatmoko. (2015). *Perancangan , Perakitan , dan Pengujian Performa Mesin Pembuat Es Krim Manual Kapasitas 5 Liter*. Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara: Vol 1, No 1, Halaman 55–72. Politeknik Sekayu, Sekayu.