

**PERHITUNGAN CATU KALOR EVAPORATOR MESIN AC
SPLIT 3/4 PK MERK LG PADA TIAP VARIASI KECEPATAN
UDARA PADA BLOWER**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh :

MUHAMMAD KEMAL INDRAJATI

(2013 013 0329)

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERHITUNGAN CATU KALOR EVAPORATOR MESIN AC SPLIT LG
3/4 PK MERK LG PADA TIAP VARIASI KECEPATAN UDARA PADA
*BLOWER***

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

Muhammad Kemal Indrajati
20130130329

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal :

Susunan Tim Penguji

Pembimbing I

Pembimbing II

Tito Hadji Agung S., S.T., M.T.
NIK : 19720222200310 123 054

Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng.
NIK : 19790106200310 123 053

Anggota Tim Penguji

Wahyudi, S.T., M.T.
NIK : 19700823199702 123 032

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc
NIK : 19740302200104 123 049

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 30 Desember 2017

Muhammad Kemal Indrajati

20130130329

HALAMAN MOTTO

vita est milila ” hidup adalah perjuangan ”

BARANG SIAPA YANG BERTAKWA KEPADA ALLAH, NISCAYA ALLAH MENJADIKAN BEGINYA
KEMDAHAN DALAM URUSANNYA

(QS At-Talaq : 4)

TIGA SIFAT MANUSIA YANG MERUSAK ADALAH : KIKIR DITURUTI, HAWA NAFSU YANG DIKURI,
SERTA SIFAT MENGAGUMI DIRI SENDIRI YANG BERLEBIHAN

(NABI MUHAMMAD SAW)

SEMAKIN KITA BELAJAR UNTUK MENGETAHUI SESUATU MAKA SEMAKIN TAHU PULA BAHWA
KITA SEBENARNYA TIDAK TAHU APA-APA

(PENULIS)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Terima kasih Ya Allah atas segala yang Engkau berikan kepadaku

Kupersembahkan karya ini untuk mereka yang telah berjasa dalam hidupku :

☺ Ayahanda & Ibunda tercinta ... terima kasih atas segalanya, untuk semua limpahan cinta & kasih sayang yang teramat dalam serta do'a yang senantiasa menyertai langkahku, tak mungkin dapat terbalas dan terlupakan.

☺ MY BROTHER, < rouf >

☺ MY MOTIVATOR, << my MOTHER >>

☺ Almamaterku

(Universitas Muhammadiyah Yogyakarta)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perhitungan Catu Kalor Evaporator Mesin AC Split 3/4 PK Merk LG Pada Tiap Variasi Kecepatan Udara Pada *Blower*”**.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung S., S.T., M.T., selaku Pembimbing I Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan, masukan-masukan dan motivasinya.
3. Bapak Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing II Tugas Akhir. Terima kasih atas waktu bimbingan, masukan ide serta penjelasannya.
4. Bapak Wahyudi, S.T., M.T. selaku Penguji Pendaran Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan dan masukan-masukannya.
5. Segenap Dosen dan Asisten Teknik Mesin, terima kasih atas bimbingan dan pelajaran yang telah diberikan selama ini.
6. Seluruh Staf dan Karyawan UMY atas segala pelayanan akademiknya.
7. Teknisi CV.Ekajaya AC, terima kasih atas pengalaman dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan.
8. Ayah dan Ibu serta Adiku, terima kasih atas segala dukungan baik moril maupun materiil.
9. Warung makan Bu Nana, yang menemani saya makan saat istirahat kuliah.

10. Teman-teman Mesin UMY khususnya angkatan 2013, terimakasih atas kebersamaan selama berjuang di Mesin UMY.
11. Teman-teman (Qodri, Rama, Diki, Nuril, Gusman, Fikih, Erik, Uyung, etc), terimakasih atas pertemanannya selama ini yang akan menjadi momen tidak akan terlupakan.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini bukan merupakan hasil yang sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 30 Desember 2017

(Muhammad Kemal Indrajati)

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| HALAMAN MOTTO..... | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| INTISARI..... | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan..... | 3 |
| 1.5. Manfaat..... | 3 |
| 1.6. Metodologi..... | 3 |
| | |
| BAB II DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1. Pengertian Perpindahan Kalor..... | 5 |
| 2.1.1. Perpindahan Kalor Konduksi | 5 |
| 2.1.2. Perpindahan Kalor Konveksi..... | 6 |
| 2.1.3. Perpindahan Kalor Radiasi..... | 7 |
| 2.2. Prinsip Dasar Alat Penukar Kalor..... | 9 |
| 2.3. Tipe-Tipe Alat Penukar Kalor | 9 |
| 2.3.1. <i>Recuperative Heat Exchanger</i> | 10 |
| 2.3.2. <i>Regenerative Heat Exchanger</i> | 13 |
| 2.3.3. <i>Direct Contact Heat Exchanger</i> | 14 |
| 2.4. Siklus Carnot Dan Siklus Reversed Carnot | 14 |
| 2.4.1. Siklus <i>Carnot</i> | 15 |
| 2.4.2. Siklus <i>Reversed Carnot</i> | 15 |
| 2.5. Pernyataan Clausius..... | 16 |
| 2.6. Siklus Kompresi Uap Standar..... | 16 |
| 2.7. Evaporator..... | 17 |
| 2.7.1. Panas Yang Dipindahkan Evaporator..... | 17 |
| 2.7.2. Jenis Evaporator Berdasarkan Cairan Yang Didinginkan..... | 18 |
| 2.7.3. Jenis Ekspansi Pada Evaporator..... | 18 |
| 2.7.4. Jenis Evaporator Pada Sistem Pendingin Berdasarkan Konstruksinya | 19 |
| 2.8. Analisis Perpindahan Kalor Pada Heat Exchanger Evaporator AC Split..... | 22 |
| 2.8.1. Modus Simulasi..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.8.2. Laju Perpindahan Kalor Udara Pada Evaporator..... | 23 |
| 2.8.3. Koefisien Perpindahan Kalor Di Dalam Pipa..... | 24 |
| 2.8.4. Koefisien Perpindahan Kalor Di Luar Pipa..... | 28 |
| 2.8.5. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan..... | 32 |
| 2.8.6. Beda Temperatur Rata-rata Logaritmik (LMTD)..... | 34 |
| 2.8.7. Faktor Korektif LMTD..... | 36 |
| 2.8.8. Interpolasi Linear..... | 39 |
| BAB III ALAT PENUKAR KALOR EVAPORATOR..... | 40 |
| 3.1. Diagram Alir Analisis Data Keseluruhan..... | 40 |
| 3.2. Material Pipa Evaporator..... | 41 |
| 3.3. Kapasitas Pendinginan Evaporator Pada Label Pabrik..... | 42 |
| 3.4. Tekanan Pada Refrigeran..... | 42 |
| 3.5. Pengukuran Geometri AC Split 3/4 PK..... | 43 |
| 3.5.1. Diagram Alir Pengukuran Geometri..... | 43 |
| 3.5.2. Alat Dan Bahan..... | 44 |
| 3.5.3. Prosedur Pengukuran..... | 45 |
| 3.5.4. Data Geometri Yang Diperoleh..... | 47 |
| 3.6. Temperatur Udara Bebas..... | 47 |
| 3.7. Pengukuran Kecepatan Udara..... | 48 |
| 3.7.1. Diagram Alir Pengukuran Kecepatan Udara..... | 48 |
| 3.7.2. Alat Dan Bahan..... | 49 |
| 3.7.3. Prosedur Pengukuran..... | 50 |
| 3.7.4. Data Kecepatan Udara Yang Diperoleh..... | 51 |
| 3.7.5. Kendala Pengukuran..... | 51 |
| 3.8. Rencana Analisis Data..... | 51 |
| 3.8.1. Data Geometri..... | 52 |
| 3.8.2. Data Temperatur Udara..... | 52 |
| 3.8.3. Data Kecepatan Udara Bebas..... | 52 |
| 3.8.4. Data Karakteristik Udara..... | 53 |
| 3.8.5. Data Karakteristik R-22..... | 53 |
| 3.8.6. Data Karakteristik Tembaga..... | 53 |
| 3.8.7. Data Perhitungan Catu Kalor Evaporator..... | 54 |
| BAB IV PERHITUNGAN CATU KALOR | 55 |
| 4.1. Diagram Alir Perhitungan..... | 55 |
| 4.2. Pengambilan Data. | 56 |
| 4.3. Perhitungan Manual..... | 57 |
| 4.3.1. Perhitungan Luas Perpindahan Kalor Dan Luas Aliran Udara..... | 57 |
| 4.3.2. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Dalam Pipa..... | 58 |
| 4.3.3. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Luar Pipa..... | 64 |
| 4.3.4. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan..... | 77 |
| 4.3.5. Perhitngan <i>Log Mean Temperature</i> Difference..... | 80 |
| 4.3.6. Perhitungan Faktor Koreksi LMTD..... | 81 |
| 4.3.7. Perhitungan Nilai Catu Kalor Evaporator..... | 84 |
| 4.3.8. Pembahasan | 86 |

| | |
|----------------------|----|
| BAB V PENUTUP | 87 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 87 |
| 5.2. Saran | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 89 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Perpindahan kalor konduksi..... | 5 |
| Gambar 2.2 | Perpindahan kalor konveksi..... | 7 |
| Gambar 2.3 | Perpindahan kalor radiasi..... | 8 |
| Gambar 2.4 | Aliran searah..... | 10 |
| Gambar 2.5 | Aliran berlawanan arah..... | 11 |
| Gambar 2.6 | Penukar kalor tipe plat datar yang melukiskan aliran lintang dengan kedua fluidanya tak bercampur..... | 11 |
| Gambar 2.7 | Pemanas udara aliran lintang yang melukiskan aliran lintang dengan satu fluidanya bercampur dan fluida lainnya tak bercampur..... | 12 |
| Gambar 2.8 | Penukar kalor <i>shell and tube</i> dengan sekat-sekat (<i>baffles</i>) segmen | 13 |
| Gambar 2.9 | <i>Regenerative heat exchanger</i> | 13 |
| Gambar 2.10 | <i>Cooling Tower</i> | 14 |
| Gambar 2.11 | (a) Siklus Carnot, (b) Siklus Reversed Carnot..... | 15 |
| Gambar 2.12 | Siklus Kompresi Uap Standar..... | 16 |
| Gambar 2.13 | <i>Finned Evaporator</i> | 19 |
| Gambar 2.14 | <i>Bare Tube Evaporator</i> | 20 |
| Gambar 2.15 | <i>Plate type evaporator</i> | 21 |
| Gambar 2.16 | <i>Shell and tube evaporator</i> | 21 |
| Gambar 2.17 | Aliran udara pada evaporator..... | 23 |
| Gambar 2.18 | (a) <i>In-line tube layout</i> , (b) <i>Staggered tube layout</i> (Cengel, 2017).... | 29 |
| Gambar 2.19 | Tabel mencari nilai C dan n..... | 31 |
| Gambar 2.20 | Perpindahan kalor pada silinder (pipa) | 32 |
| Gambar 2.21 | (a) Aliran searah arah, (b) Aliran berlawanan arah, (c) Penerima kalor bertemperatur konstan, (d) Sumber penghasil kalor bertemperatur konstan..... | 35 |
| Gambar 2.22 | <i>One-shell pass and 2, 4, 6, etc. (any multiple of 2), tube passes</i> | 37 |
| Gambar 2.23 | <i>Two-shell passes and 4, 8, 12, etc. (any multiple of 4), tube passes</i> | 37 |
| Gambar 2.24 | <i>Single-pass cross-flow with both fluids unmixed</i> | 38 |
| Gambar 2.25 | <i>Single-pass cross-flow with one fluid mixed and the other unmixed</i> | 38 |
| Gambar 2.26 | Rumus interpolasi linear..... | 39 |
| Gambar 3.1 | Diagram alir metode analisis data keseluruhan..... | 40 |
| Gambar 3.2 | Diagram alir mencari data geometri..... | 43 |
| Gambar 3.3 | Meteran..... | 44 |
| Gambar 3.4 | Jangka sorong..... | 44 |
| Gambar 3.5 | Unit evaporator AC LG 3/4 PK..... | 44 |
| Gambar 3.6 | Temperatur udara bebas pada <i>anemometer</i> | 47 |
| Gambar 3.7 | Diagram alir mencari data kecepatan udara..... | 48 |
| Gambar 3.8 | Remot AC LG..... | 49 |
| Gambar 3.9 | AC split LG 3/4 PK..... | 49 |
| Gambar 4.1 | Diagram Alir Perhitungan..... | 55 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| Gambar 4.2 | Diagram alir perhitungan lanjutan..... | 56 |
| Gambar 4.3 | Diagram perbandingan catu kalor perhitungan dengan catu kalor label spesifikasi pabrik..... | 86 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Karakteristik termal tembaga (A.1 Incropera..... | 41 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi AC split LG 3/4 PK..... | 42 |
| Tabel 3.3 Tekanan R-22 yang digunakan dalam perhitungan..... | 42 |
| Tabel 3.4 Skema pengukuran..... | 45 |
| Tabel 3.5 Skema pengukuran lanjutan..... | 46 |
| Tabel 3.6 Hasil pengukuran geometri..... | 47 |
| Tabel 3.7 Skema pengukuran kecepatan udara..... | 50 |
| Tabel 3.8 Hasil pengukuran kecepatan udara dengan <i>anemometer</i> | 51 |
| Tabel 4.1 Temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> | 58 |
| Tabel 4.2 Nilai entalpi termal R-22 pada temperatur <i>suction</i> dan <i>discharge</i> | 58 |
| Tabel 4.3 Karakteristik termal R-22 pada temperatur <i>suction</i> | 59 |
| Tabel 4.4 Konduktivitas termal tembaga pada temperatur <i>suction</i> | 63 |
| Tabel 4.5 Karakteristik termal udara pada temperatur atmosfer..... | 65 |
| Tabel 4.6 Hasil data perhitungan catu kalor..... | 86 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Table 1 Freon™ 22 Saturation Properties..... | 90 |
| Lampiran 2 <i>Saturated liquid of R-22 Continued</i> (A.5 Incropera..... | 91 |
| Lampiran 3 Karakteristik udara pada tekanan atmosfer (A.5 Incropera..... | 91 |
| Lampiran 4 Karakteristik material padat (A.1 Incropera..... | 92 |
| Lampiran 5 P-h diagram R-22..... | 93 |