

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Akhid Riza

NIM : 2013 013 0207

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul **EFEK VARIASI BEBAN PENDINGINAN TERHADAP *COEFFICIENT OF PERFORMANCE* (COP) ALAT UJI PENGUKURAN KOEFISIEN EVAPORASI MENGGUNAKAN REFRIGERAN R-134A** ini adalah asli hasil karya saya sendiri 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, Agustus 2017

Muhammad Akhid Riza
20130130207

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kepada Sang Pemilik Kehidupan.....

Dengan segala kerendahan hati ku bersimpuh sujud dan mengucapkan syukur kepadamu Ya Allah, tak terhitung nikmat dan kasih sayang yang telah engkau kucurkan kepada hamba serta keluarga hamba. Terimakasih atas cinta kasih yang engkau curahkan walau banyak dari hamba ketidaksempurnaan ibadah serta akhlak. Tak tahu jadi apa hamba jikalau engkau tak menyayangi dan tak memperdulikanku Ya Allah, terus bimbing hamba dengan ilmu dan pertolonganmu serta tolonglah hamba di segala sendi kehidupan hamba Ya Allah.

Kepada Junjunganku Rasulullah Muhammad SAW....

Allahummasholli'ala sayyidina Muhammad, terimakasih kau telah mengajarkan akhlak, kehalusan budi, dan hakikat perjuangan, engkau lah sebaik-baik panutan. Semoga Rahmat Allah SWT selalu menaungi engkau, sahabat, serta bantulah hamba di segala sendi kehidupan hamba dengan barokah amal sholehmu Ya Rasulullah.

Dua Malaikat yang paling mulia.....

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibuk dan Abah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tak mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan ini. Doakan anakmu ini agar terus bersemangat dan membuktikan kemampuanku. Terimakasih telah menyiramkan kasih dan sayang tiada henti, lantunan doa tanpa henti yang mengiringi jalannya hidupku hingga saat ini. Semoga Allah membalas semua kebaikan Abah dan Ibuk ribuan bahkan jutaan kali lipat

اللَّهُمَّ اغْفِرْ لِي وَلِوَالِدَيَّ وَارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا

dari apa yang abah dan ibuk lakukan untuk kebaikanmu. Semoga Allah juga mengampunkan semua dosa abah dan ibuk

MOTTO

"Orang yang mempunyai pemikiran maju adalah orang yang berani mencoba"

-Abah dan Ibuk-

"It always seems impossible, until it's done"

-Nelson Mandela-

(Former President of South Africa)

"Setiap orang punya jatah gagal, habiskan jatah gagalmu sewaktu masih muda"

-Dahlan Iskan-

(Menteri BUMN Republik Indonesia 2011-2014)

"Education is most powerful weapon which you can use to change the world"

-Nelson Mandela-

(Former President of South Africa)

INTISARI

Pengkajian pengaruh beban pendinginan terhadap *Coefficient of Performance* (COP) sangat penting dilakukan. *Coefficient of Performance* (COP) berkaitan dengan kerja kompresor dan kapasitas refrigerasi agar tercipta suatu sistem pendingin yang memiliki nilai COP yang tinggi. Nilai COP tinggi dapat dicapai dengan kerja kompresor minimal namun memiliki kapasitas refrigerasi maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek variasi beban pendinginan terhadap performa alat uji pengukuran koefisien evaporasi. Dengan mengetahui perubahan performa terhadap variasi beban pendinginan, maka dapat bermanfaat dalam perancangan sistem pengkondisian udara yang efektif dan efisien.

Metode pengambilan data yang dilakukan adalah dengan metode eksperimental. Dengan memvariasikan laju aliran massa air (*cooling load*) menuju evaporator. Evaporator direndam dalam suatu bak berukuran 30 cm x 15 cm x 20 cm yang akan diisi air. Debit air bisa divariasikan dan diukur debitnya menggunakan rotameter. Refrigeran yang digunakan adalah R-134a. Percobaan dilakukan menggunakan alat uji pengukuran koefisien evaporasi. Alat ini adalah peraga sebuah sistem refrigerasi yang dimodifikasi dengan menambahkan perangkat *orifice*, seksi uji, dan heater. Termokopel dan *pressure gauge* dipasang pada titik-titik yang sudah ditentukan. Termokopel dan *pressure gauge* digunakan untuk pengambilan data temperatur dan tekanan. Setelah dilakukan pengujian dengan variasi *cooling load* evaporator yang berbeda, didapatkan data temperatur dan tekanan. Selanjutnya berdasarkan nilai tekanan dan temperatur didapatkan nilai entalpi untuk menghitung daya kompresor. Kapasitas refrigerasi dapat dihitung dari jumlah kalor yang diserap evaporator dari air dibagi dengan laju aliran massa refrigeran yang melewati evaporator.

Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa *cooling load* yang diberikan pada evaporator mempengaruhi COP alat uji. Dengan semakin naiknya *cooling load* pada variasi yang ditentukan, akan terus menaikkan *Coefficient of Performance* (COP) alat uji. Pada penelitian ini didapatkan hasil kenaikan COP pada beberapa variasi laju aliran massa refrigeran. Hasil tertinggi didapatkan pada range variasi Inverter terendah yaitu 16 Hz ($\dot{m}_r = 9,4 \text{ g/s} - 10,26 \text{ g/s}$) dan variasi beban pendinginan tertinggi yaitu 2 LPM dengan nilai COP 4,96. Sedangkan hasil terendah didapatkan pada range variasi Inverter tertinggi yaitu 24 Hz ($\dot{m}_r = 11,83 \text{ g/s} - 12,25 \text{ g/s}$) dan variasi beban pendinginan terendah yaitu 1 LPM dengan nilai COP 1,98.

Kata kunci : Alat uji, R-134a, *Cooling load*, *Coefficient of Performance* (COP)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Efek Variasi Beban Pendinginan Terhadap *Coefficient Of Performance (COP)* Alat Uji Pengukuran Koefisien Evaporasi Menggunakan Refrigeran R-134a**”. Tugas akhir ini berisi simulasi performansi suatu mesin-mesin pendingin apabila terjadi variasi beban pendinginan. Dengan mengetahui beban pendinginan yang sesuai, diharapkan tercipta mesin pendingin yang efektif dan efisien dalam konsumsi energinya. Tugas akhir ini juga kami gunakan untuk memenuhi kewajiban akademik untuk mencapai derajat Strata-1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Kami menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Kami menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Orang tuaku tercinta Bapak Khuzaini dan Ibu Nur Faizah yang selalu memberikan doa, nasihat, motivasi, dukungan moril maupun materiil, serta pelajaran kehidupan yang sangat berarti, juga untuk adikku Rizka yang memberikan keceriaan kepada penulis.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. dan Bapak Thoharudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan pengarahan, evaluasi, serta membantu kelancaran penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga penulisan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. T2's Team, Moch. Nala Choiron P., Arif Burhanuddin L., Anis Kurniawan, Warsito Kabul S., Arya Yudha H., Sahlan H., yang telah berjuang bersama dalam melaksanakan tugas akhir ini.
5. Laboran Teknik Mesin, Pak Mujiarto, Pak Mujiyana, Pak Joko yang telah menyiapkan segala fasilitas dan peralatan selama proses pembuatan alat uji.
6. Sahabat dan partner terbaik, Intan Nur Shabrina, Muhammad Lukman Khakim, Dani Rahman Putra, Muhammad Fatahillah, Muhammad Irham Fanani yang telah memberikan warna dan pengalaman unik dan berharga.
7. Sahabat seperantauan, satu atap Kos Ghaffary, Mull, Sofi, Iconk, Inang, Mas Azhar, Alfian, Udin, Noval, terimakasih telah menjadi keluarga yang saling membantu.
8. Keluarga besar Badan Eksekutif Mahasiswa Keluarga Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas pelajaran dan pengalaman yang sangat berharga selama dua periode.
9. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas pelajaran dan pengalaman yang sangat berharga selama satu periode.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin UMY yang selalu saling support dan kompak.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan tugas akhir ini

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Masih perlu perbaikan-perbaikan baik dari sisi penyajian, penulisan, hingga proses penelitian. Oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Kami berharap tugas akhir ini dapat menjadi acuan perbaikan untuk penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Prodi S-1 Teknik Mesin UMY. Semoga karya ini mampu memberikan manfaat bagi perkembangan teknologi dan memotivasi para insinyur muda untuk terus berkarya.

SALAM SOLVER!!!!

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarokatuh.

Yogyakarta, Agustus 2017

Muhammad Akhid Riza
20130130207

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	1
HALAMAN PERSEMBAHAN	2
MOTTO	3
INTISARI	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR GAMBAR.....	10
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR LAMPIRAN.....	14
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	15
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI ..	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tinjauan Pustaka.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Dasar Teori	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Dasar Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.

2.2.3 Perpindahan Kalor Evaporasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Prinsip Termal.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Penukar Kalor (<i>Heat Exchanger</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.6. Laju Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.2.7 Sistem Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.8 Satuan Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.9 Komponen Utama Sistem Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.2.10 Ruang Lingkup Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.11 Refrigeran (Bahan Pendingin)	Error! Bookmark not defined.
2.2.12 Beban Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
2.2.13 Efek Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.14 Termodinamika Sistem Refrigerasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.15 <i>Coefficient of Performance</i> (COP)..	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Skema Alat Uji.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Peralatan Uji	Error! Bookmark not defined.
3.4 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5 Kalibrasi Termokopel	Error! Bookmark not defined.
3.6 Kalibrasi dan Uji <i>Steady Heater</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7 Kalibrasi <i>Orifice</i>	Error! Bookmark not defined.
3.8 Tes Kebocoran	Error! Bookmark not defined.
3.9 Pengisian Refrigeran	Error! Bookmark not defined.
3.10 Pengambilan Data Awal	Error! Bookmark not defined.
3.11 Pelaksanaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.11.1 Persiapan	Error! Bookmark not defined.
3.11.2 Tahap Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.

3.11.3 Tahap Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
3.12 Parameter yang Digunakan dalam Perhitungan	Error! Bookmark not defined.
3.13 Rencana Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.2 Perhitungan	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Perhitungan <i>Cooling Load</i> (\dot{Q}_{evap}).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Perhitungan <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	Error! Bookmark not defined.
4.3 Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Hubungan <i>Cooling Load</i> dengan <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Hubungan antara <i>Cooling Load</i> dengan Temperatur dan Tekanan Evaporasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.3 Hubungan antara <i>Cooling load</i> dengan Laju Aliran Massa Refrigeran (\dot{m}_r).....	Error! Bookmark not defined.
4.3.4 Hubungan <i>Cooling Load</i> dengan Daya Kompresor (w_{komp}) dan kapasitas pendinginan (q_{evap})	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik hubungan beban pendingin terhadap COP (Anwar, 2010).....	4
Gambar 2.2 Grafik hubungan beban pendinginan terhadap COP menggunakan fluida kerja LPG dan R-12 (Rizal A.Y., Ilminnafik, Listyadi, 2013)	5
Gambar 2.3 Grafik Pengaruh Temperatur Keluar Evaporator Terhadap COP (Yunianto, 2005)	6
Gambar 2.4 Pembacaan tekanan gauge dan tekanan absolut (Nashir, 2014)	8
Gambar 2.5 Ilustrasi Perpindahan Kalor	10
Gambar 2.6 Perpindahan kalor konduksi	11
Gambar 2.7 Perpindahan kalor konveksi	12
Gambar 2.8 Perpindahan Kalor Radiasi.....	14
Gambar 2.9 Ilustrasi Perpindahan Kalor Evaporasi.....	16
Gambar 2.10 Ilustrasi alat penukar kalor tipe pipa ganda (a) Tipe <i>parallel flow</i> (b) Tipe counter flow (Hariyanto, 2015)	18
Gambar 2.11 Penukar panas tipe kompak (Cengel, 1989)	19
Gambar 2.12 Penukar Kalor jenis <i>Shell and Tube</i> (Hariyanto, 2015)	20
Gambar 2.13 <i>Regenerative heat exchanger</i>	20
Gambar 2.14 <i>Cooling Tower</i>	21
Gambar 2.15 Siklus Kompresi Uap Standar	23
Gambar 2.16 Skema Sistem Refrigerasi	24
Gambar 2.17 Kondensor Berpendingin Air	27

Gambar 2.18 <i>Evaporative Condenser</i> (Subarkah, 2011)	28
Gambar 2.19 Evaporator	29
Gambar 2.20 Skema katup ekspansi berpendingali panas	30
Gambar 2.21 <i>Filter Dryer</i>	31
Gambar 2.22 Refrigeran HFC-134a merk KLEA	32
Gambar 2.23 Ilustrasi pembebanan pendinginan dalam sebuah ruangan	33
Gambar 2.24 Aplikasi Sistem Pengkondisian Udara	34
Gambar 2.25 Diagram P-h Siklus Kompresi Uap dengan refrigeran R-134a.....	36
Gambar 3.1 Skema Alat Pengujian	42
Gambar 3.2 Foto Alat Uji	44
Gambar 3.3 Kompresor NIPPONDENSO 10P15C	45
Gambar 3.4 Motor Listrik	46
Gambar 3.5 Inverter 3 phase merk CHINT	47
Gambar 3.6 (a) Pressure gauge <i>high pressure</i> dan (b) pressure gauge <i>low pressure</i>	48
Gambar 3.7 Rotameter Air.....	48
Gambar 3.8 Katup Ekspansi	48
Gambar 3.9 <i>Filter Dryer</i>	49
Gambar 3.10 Pompa Air Merk Sunrise.....	50
Gambar 3.11 <i>Manifold</i>	50
Gambar 3.12 <i>Sight Glass</i>	51
Gambar 3.13 <i>MCB (Mini Circuit Breaker)</i>	51
Gambar 3.14 <i>Thermoreader</i>	52
Gambar 3.15 <i>Anemometer</i>	53
Gambar 3.16 <i>Voltage Regulator</i> KRISBOW	53
Gambar 3.17 <i>Heater</i> dan Seksi Uji	54
Gambar 3.18 Desain Seksi Uji.....	55
Gambar 3.19 <i>Blower</i>	56
Gambar 3.20 Kondensor	57
Gambar 3.21 Evaporator	57
Gambar 3.22 Tangki	58

Gambar 3.23 Bak Evaporator dan Kondensor	58
Gambar 3.24 Diagram Alir Penelitian	59
Gambar 3.25 Desain <i>Orifice</i>	62
Gambar 3.26 Hasil Pembuatan <i>Orifice</i>	62
Gambar 3.27 Skema Manometer (Azhar, 2011)	63
Gambar 3.28 Grafik hubungan beda tekanan orifice dengan bilangan Re	66
Gambar 3.29 Grafik hubungan bilangan Re dengan koefisien curah (C)	66
Gambar 3.30 Diagram P-h Siklus Kompresi Uap (Ajiwiguna, 2010)	72
Gambar 4.1 Grafik hubungan <i>Cooling load</i> dengan <i>Coefficient of Performance (COP)</i>	91
Gambar 4.2 Hubungan <i>cooling load</i> dengan tekanan evaporasi.....	94
Gambar 4.3 Hubungan <i>cooling load</i> dengan temperatur evaporasi.....	95
Gambar 4.4 Grafik hubungan laju aliran massa refrigeran dengan <i>Cooling load</i> evaporator	96
Gambar 4.5 Hubungan <i>cooling load</i> dengan daya kompresor (w_{komp})	97
Gambar 4.6 Hubungan <i>cooling load</i> dengan kapasitas pendinginan (q_{evap})	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Konduktivitas termal beberapa material pada 300 K (Dewitt dan Incropera, 2002)	11
Tabel 2.2 Nilai Koefisien Perpindahan Kalor Berdasarkan Jenis Fluida dan Aliran (Kharagpur, 2008)	13
Tabel 2.3 Perbedaan antara Pendidihan dan Evaporasi	15
Tabel 2.4 Kapasitas <i>Air Conditioner</i> berdasarkan PK (Kuncara, 2013)	35
Tabel 3.1. Sifat-sifat dari Refrigeran R-134a.....	40
Tabel 3.2. Sifat Fisik dan Termodinamik R-134a, R-12, dan R-22 (Fitriandi, 2007)	40
Tabel 4.1 Data tekanan dan temperatur hasil pengujian	77
Tabel 4.2 Data hasil penelitian <i>cooling load</i> dan penurunan temperatur air	79
Tabel 4.3 Perhitungan <i>Cooling load</i> (\dot{Q}_{evap})	82
Tabel 4.4 Perhitungan laju aliran massa refrigeran (\dot{m}_r)	85
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	89
Tabel 4.6 Hubungan nilai <i>cooling load</i> (\dot{Q}_{evap}) terhadap COP	90

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Data Kualitas Uap Refrigeran Setelah Keluar Katup Ekspansi .	103
LAMPIRAN 2. Kalibrasi Orifice.....	104
LAMPIRAN 3. Diagram P-h (Cengel, 1989)	105
LAMPIRAN 4. Tabel Persamaan Regresi	106
LAMPIRAN 5. Tabel Kalibrasi Termokopel	107
LAMPIRAN 6 Data Pengujian dan Perhitungan Keseluruhan	108

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

HCR-134a	= Salah satu jenis hidrokarbon
R-134a	= Saalah satu jenis Refrigeran 134a
P	= Tekanan (MPa)
T	= Temperatur (°C)
°C	= Satuan Temperatur (cgs)
K	= Satuan Temperatur (SI)
°F	= Satuan Temperatur (British)
Btu/lb	= <i>British Thermal Unit per pound</i> , Satuan Panas (British)
kJ	= Satuan panas (SI)
rpm	= <i>Rotation Per Minute</i> (Putaran Per Menit), satuan yang digunakan untuk mengukur putaran
PK	= <i>Paard Kracht</i> , sering juga disebut sebagai horsepower atau tenaga dari AC
hf	= <i>Enthalpy</i> pada sturasi liquid (kJ/kg)
hg	= <i>Enthalpy</i> pada saturasi uap (kJ/kg)
ρ_{air}	= Massa jenis air (kg/m ³)
C	= Koefisien curah
\dot{V}_{ideal}	= Laju aliran volume ideal
\dot{V}_{aktual}	= Laju aliran volume aktual
Re	= Bilangan <i>Reynolds</i>
ρ_{Hg}	= Massa Jenis air raksa (13.600 kg/m ³)
g	= Percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s ²)
COP	= <i>Coefficient of Performance</i> , bilangan tanpa dimensi untuk menyatakan nilai unjuk kerja dari siklus refrigerasi
ODP	= <i>Ozon Depletion Potential</i> , tingkat potensi penipisan ozon oleh

sebuah refrigeran
GWP = *Global Warming Potential*, tingkat potensi pemanasan global oleh
sebuah refrigerant
psi = *Pound square inch*, satuan tekanan (British)
CL = *Cooling load*, tingkat pembebanan pendinginan (Watt)