

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PENGARUH BEBAN PENDINGIN DENGAN MENGGUNAKAN**  
**ELEMEN PANAS LISTRIK DAN LINGKUNGAN AKTUAL**  
**TERHADAP KINERJA SISTEM MESIN PENDINGIN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mengikuti sidang sarjana Strata Satu (S-1)

Jurusan Teknik Mesin

Disusun oleh :

Nama : Wely Yonathan

Nim : 0951050003



**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN MESIN**  
**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**  
**JAKARTA**  
**2013**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Nama** : **Wely Yonathan**  
**Nim** : **0951050003**  
**Fakultas/Jurusan** : **Teknik Mesin**  
**Judul** : **ANALISA PENGARUH BEBAN PENDINGIN**  
**DENGAN MENGGUNAKAN ELEMEN PANAS**  
**LISTRIK DAN LINGKUNGAN AKTUAL**  
**TERHADAP KINERJA SISTEM MESIN PENDINGIN**

Diterima dan disahkan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Mesin.

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing II

(Ir. Victor M.N, MS.)

(Ir. Kimar Turnip, MS.)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

( ..... )



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN  
JAKARTA**

**SURAT TUGAS AKHIR**

1. Dengan persetujuan Kaprodi / Koordinator Tugas Akhir

Jurusan Mesin, maka :

N a m a : Wely Yonathan

N I M : 0951050003

Berjanji akan menyelesaikan tugas ini dalam waktu yang ditentukan dengan kesungguhan, kreatifitas dan penuh tanggung jawab sesuai dengan kepribadian seorang Sarjana Teknik yang diharapkan daripadanya.

2. **Topik Tugas Akhir** : Analisa pengaruh beban pendingin dengan menggunakan elemen panas listrik dan lingkungan aktual terhadap kinerja sistem mesin pendingin

Diberikan pada tanggal :

Selesai pada tanggal :

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Victor M.N, MS  
2. Ir. Kimar Turnip, MS

3. Pembayaran uang tugas tanggal :

4. Tugas selesai dan diterima pada tanggal :

Nomor .  
.../pts/jtm/ft.uki/11.12

T. Tangan :

Ir. Aryantono M, Ph.D  
*Kaprodi*

Wely Yonathan  
*Mahasiswa ybs.*

Ir Victor M.N, MS  
*Dosen Pembimbing I*

Ir. Kimar Turnip, MS  
*Dosen Pembimbing II*

Bagian Keuangan

Ir. Aryantono M, Ph.D

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Dalam hal ini saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wely Yonathan  
NIM : 0951050003  
Institusi/ perguruan : Universitas Kristen Indonesia  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Mesin

Menyatakan :

Dalam tugas akhir dengan topik **ANALISA PENGARUH BEBAN PENDINGIN DENGAN MENGGUNAKAN ELEMEN PANAS LISTRIK DAN LINGKUNGAN AKTUAL TERHADAP KINERJA SISTEM MESIN PENDINGIN** adalah hasil karya saya sendiri.

Dalam hal topik tersebut baru pertama kali dilakukan di Teknik Mesin UKI.

Demikian surat pernyataan ini saya buat.

Jakarta, 19 Februari 2013

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunianya yang tiada batas sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian akhir sarjana Strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Laporan tugas Akhir ini memang sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dari pembaca sekalian, yang akhirnya buku laporan Tugas Akhir ini nantinya semakin sempurna dan dapat berguna serta bermanfaat untuk kemajuan bersama.

Tugas akhir ini juga dapat terselesaikan berkat bimbingan dan bantuan baik secara moral dan moril dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang saya cintai, yang telah menguliahkan saya sampai setinggi ini
2. Bapak Ir. Aryantono M, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia
3. Bapak Ir Kimar Turnip, MS, selaku Pembimbing Akademik saya, yang telah memberikan arahan-arahan dan masukan kepada saya
4. Ir. Lolom Hutabarat, MT, selaku sekretaris fakultas yang telah memberikan ijin untuk pemakaian Laboratorium Fakultas Teknik Mesin sebagai tempat untuk melaksanakan penelitian dan pengolahan data tugas akhir ini.

5. Teman – teman Fakultas Teknik Mesin angkatan 2009, yang telah memotivasi dan membantu saya dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
6. Kekasih saya terkasih Tetty Cristiani yang telah mendukung dan memberi motivasi dalam mengerjakan Tugas akhir saya ini.

Jakarta, 19 februari 2013

(.....)

Penulis

## ABSTRAK

Refrigerasi adalah proses pengambilan kalor atau panas dari suatu benda atau ruang untuk menurunkan temperaturnya. Kalor adalah salah satu bentuk dari energi, sehingga mengambil kalor suatu benda ekuivalen dengan mengambil sebagian energi dari molekul-molekulnya. Pada aplikasi tata udara (*air conditioning*), kalor yang diambil berasal dari udara.

Kalor yang diambil dalam suatu ruangan pada sistem refrigrasi disebut beban pendinginan, dalam proses pengambilan kalor tersebut dapat mempengaruhi kinerja sistem mesin pendingin, hal ini bergantung terhadap seberapa besar kalor yang akan diambil oleh sistem refrigerasi.

Pada penelitian ini penulis akan membahas tentang efek beban pendingin terhadap kinerja sistem mesin pendingin meliputi kapasitas refrigerasi, koefisien prestasi dan waktu pendinginan. Penelitian dilakukan dengan beban pendinginan menggunakan elemen panas listrik sebesar 480 Watt dan 630 Watt, dan beban pendinginan pada lingkungan aktual. Sehingga diharapkan penggunaan mesin pendingin dapat lebih efektif dan efisien.

## ABSTRACT

Refrigeration is the process of taking the heat or the heat of an object or space to lower the temperature. Heat is a form of energy, so take the heat of an object is equivalent to taking some of the energy of the molecules. On the application of air conditioning, heat taken from the air.

Heat is taken in a room at refrigrasi system called the cooling load, the heat-making process can affect the performance of the refrigeration system, it depends on how much heat to be captured by the system refrigeration.

In this research the author will discuss about the effect of the cooling load on the refrigeration system performance includes the refrigeration capacity, coefficient of performance and cooling time. The research was conducted with the cooling load using electric heat element of 480 Watt and 630 Watt, and the actual cooling load on the environment. So expect the use of engine coolant can be more effective and efficient.



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	
LEMBAR SURAT TUGAS AKHIR.....	
LEMBAR PERNYATAAN.....	
KATA PENGANTAR.....	i
LEMBAR ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 BATASAN DAN PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3.1. BATASAN MASALAH.....	2
1.3.2. RUMUSAN MASALAH.....	3
1.4 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN.....	3
1.4.1. TEMPAT PENELITIAN.....	3
1.4.2. WAKTU PENELITIAN.....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	5

## BAB II TEORI DAN KONSEP DASAR

2.1 PRINSIP DASAR SISTEM PENYEGARAN UDARA.....	6
2.1.1 PENEMUAN SIKLUS REFRIGERASI DAN PERKEMBANGAN SISTEM PENYEGARAN UDARA.....	6
2.1.2 SIKLUS KOMPRESI CARNOT.....	7
2.1.3 DEFINISI DARI PENYEGARAN UDARA.....	9
2.1.4 PENGERTIAN TENTANG KENYAMANAN.....	10
2.2 PSIKOMETRI DAN SISTEM PENYEGARAN UDARA.....	11
2.2.1 UDARA.....	11
2.2.2 DIAGRAM PSIKOMETRI DAN SIFAT UDARA BASAH.....	11
2.2.3 PROSES PSIKOMETRI.....	17
2.2.4 BEBAN KALOR DAN SISTEM PENYEGARAN UDARA.....	26
2.2.4.1 BEBAN KALOR.....	26
2.2.4.2 BEBAN KALOR RUANGAN DAN UDARA PENYEGAR.....	27
2.3 DIAGRAM MOLLIER (DIAGRAM TEKANAN-ENTALPI).....	28
2.3.1 KETERANGAN TENTANG DIAGRAM MOLLIER.....	28
2.4 REFRIGERAN.....	32
2.4.1 PENGERTIAN REFRIGERAN.....	32
2.4.2 JENIS-JENIS REFRIGERAN.....	32
2.4.3 CFC (CHLOROFLUOROCARBON).....	34
2.4.3.1 PENGERTIAN CFC (CHLOROFLUOROCARBON).....	34
2.5 MESIN PENDINGIN.....	35
2.5.1 KOMPRESOR.....	36
2.5.2 KONDENSOR.....	36

2.5.3 KATUP EKSPANSI.....	37
2.5.4 EVAPORATOR.....	38
2.5.5 URUTAN PROSES MESIN PENDINGIN.....	39
BAB III PERANCANGAN SISTEM MESIN PENDINGIN DAN PENGOLAHAN DATA	
3.1 SPESIFIKASI PERANCANGAN SISTEM MESIN PENDINGIN.....	42
3.1.1 KOMPRESOR.....	42
3.1.2 KONDENSOR.....	42
3.1.3 EVAPORATOR.....	43
3.1.4 KATUP EKSPANSI.....	44
3.1.5 DAYA LISTRIK.....	44
3.1.6 REFRIGERAN.....	44
3.1.7 DIMENSI MESIN PENDINGIN.....	44
3.1.8 AIR PENDINGIN KONDENSOR.....	44
3.2 ALAT-ALAT PENGUKUR.....	45
3.3 PROSEDUR PENGOLAHAN DATA.....	46
3.3.1 TAHAPAN PENGOLAHAN DATA.....	46
3.3.2 PENGOLAHAN DATA.....	47
3.4 SPESIFIKASI LINGKUNGAN AKTUAL.....	48
3.4.1 PENGOLAHAN DATA.....	48
3.4.2 DENAH RUMAH.....	49
3.4.3 SPESIFIKASI DENAH RUMAH.....	49

## BAB IV ANALISA DATA

4.1 PENGOLAHAN DATA PRESTASI KERJA.....	55
4.2 PENGOLAHAN DATA PRESTASI KERJA UNTUK BEBAN PENDINGINAN DENGAN MENGGUNAKAN ELEMEN PANAS LISTRIK.....	55
4.2.1 UNTUK BEBAN PENDINGINAN SEBESAR 480 WATT.....	59
4.2.2 UNTUK BEBAN PENDINGINAN SEBESAR 630 WATT.....	61
4.3 PENGOLAHAN DATA PRESTASI KERJA UNTUK BEBAN PENDINGINAN LINGKUNGAN AKTUAL.....	64
4.3.1 MENGHITUNG TEMPERATUR BEBAN PENDINGINAN LUAR DAN DALAM.....	64
4.3.2 MENGHITUNG PEROLEHAN KALOR PADA WAKTU MATAHARI 06.00 SAMPAI 12.00.....	65
4.3.3 MENGHITUNG PEROLEHAN KALOR PADA WAKTU MATAHARI 13.00 SAMPAI 18.00.....	77

## BAB V KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN.....	84
5.2 SARAN.....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Udara Kering

Tabel 2.2. Beberapa jenis Refrigeran dan Nilai ODP (*Ozon Depleting Potential*)

Tabel 4.1. Sifat – sifat Cairan dan Uap Jenuh Pada R-12

Tabel 4.2. Data – data Hasil Penelitian Dengan Menggunakan Elemen Panas Listrik  
Sebagai Beban Pendingin

Tabel 4.3. Data – data Total Beban Panas Yang Dihasilkan Oleh Setiap Dinding  
Ruangan

Tabel 4.4. Data Beban Panas Yang Dihasilkan Oleh Setiap Lantai

Tabel 4.5. Data Beban Panas Yang Dihasilkan Oleh Setiap Atap Ruangan

Tabel 4.6. Beban Kalor Peralatan

Tabel 4.7. Data Beban Panas Yang Dihasilkan Peralatan Rumah

Tabel 4.8. Data Total Beban Panas Sensibel dari Infiltrasi

Tabel 4.9. Sifat – sifat Termodinamik Udara Jenuh

Tabel 4.10. Total Panas Laten dari Infiltrasi

Tabel 4.11. Data – data Total Beban Panas Yang Dihasilkan Setiap Dinding Ruangan

Tabel 4.12. Data – data Beban Panas Yang Dihasilkan dari Setiap Atap Ruangan.

Tabel 4.13. Total panas sensibel dan panas laten pada waktu matahari 06.00 sampai  
12.00

Tabel 4.14. Total panas sensibel dan panas laten pada waktu matahari 13.00 sampai  
18.00.

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Siklus Refrigerasi
- Gambar 2.2. Skema Kompresi Carnot
- Gambar 2.3. Skema Mesin Kalor Carnot
- Gambar 2.4. Daur refrigerasi Carnot dan diagram suhu entropi daur refrigerasi Carnot
- Gambar 2.5. Diagram Psikometrik
- Gambar 2.6. Higrometer Jenis Ventilasi
- Gambar 2.7. Proses-proses Dalam Diagram Psikometrik
- Gambar 2.8. Proses Pendinginan Sensibel Pada Diagram Psikometri
- Gambar 2.9. Proses Panas Sensibel Pada Diagram Psikometri
- Gambar 2.10. Diagram Mollier
- Gambar 2.11. Komponen Utama dari Mesin Pendingin Beserta Diagram  $P - h$  dan  $T - s$
- Gambar 2.12. Kompresor Torak
- Gambar 2.13. Kondensor
- Gambar 2.14. Katup Ekspansi
- Gambar 2.15. Evaporator
- Gambar 2.16. Diagram  $p-h$  Mesin Pendingin
- Gambar 3.1. Contoh Beban Pendinginan Ruangan
- Gambar 4.1. Grafik Hubungan Beban Pendingin Terhadap COP
- Gambar 4.2. Grafik Hubungan Beban Pendinginan Terhadap Kapasitas Refrigerasi ( $Q_e$ ) dan Daya Kompresor ( $P_T$ )
- Gambar 4.3. Sketsa Hambatan - hambatan yang Ada Pada Dinding Setiap Ruangan

## DAFTAR NOTASI

Notasi :		Satuan :
$t$	= Temperatur bola kering dan bola basah	: $^{\circ}\text{C}$
$f$	= Tekanan parsial uap air	: $\text{mmHg}$
$x$	= Perbandingan kelembaban	: $\text{kg/kg}$
$\omega$	= Kelembaban relatif	: %
$v$	= Volume spesifik	: $\text{m}^3/\text{kg}'$
$t''$	= Titik embun	: $^{\circ}\text{C}$
$h$	= Entalpi	: $\text{kJ/kg}$
$A$	= Luas permukaan	: $\text{m}^2$
$U$	= Koefisien transmisi kalor	: $\text{Watt/m}^2.\text{^{\circ}\text{C}}$
$\text{CLTD}_{\text{penyesuaian}}$	= Beda suhu untuk beban pendinginan	: $^{\circ}\text{C}$
$R_t$	= Hambatan termal total	: $\text{m}^2.\text{^{\circ}\text{C}} / \text{Watt}$
$Q$	= Jumlah kalor	: $\text{W/kW}$
$SC$	= Koefisien peneduhan	: -
$SHGF$	= Faktor perolehan kalor matahari	: $\text{W/m}^2$
$CLF$	= Faktor beban pendinginan	: -
$TD$	= Design temperature defference	: -
$Q_{\text{inf}}$	= Laju aliran volumetrik udara	: $\text{m}^3/\text{s}$
$Q_s$	= Beban sensibel	: $\text{W/Kw}$
$Q_L$	= Beban laten	: $\text{W/kW}$
$\Delta T$	= Perbedaan temperatur	: $^{\circ}\text{C}$
$\Delta W$	= Perbandingan kelembaban udara luar dan dalam	: $\text{kg/kg}$

$n$	= Jumlah orang dalam ruangan	: -
$Q_{sm}$	= Kalor sensibel manusia	: W
$f$	= Koreksi faktor kelompok	: -
$P_m$	= Daya mesin yang digunakan	: W
$F_L$	= Beban faktor	: -
$P_l$	= Daya lampu	: W
$F_u$	= Faktor penggunaan lampu	: -
$F_b$	= Ballast faktor	: -
$p_c$	= Tekanan kondensor	: $N/m^2$
$p_e$	= Tekanan evaporator	: $N/m^2$
$m_w$	= Laju air	: g/s
$m_r$	= Laju refrigeran	: g/s
$V_e$	= Tegangan evaporator	: Volt
$I_e$	= Arus evaporator	: I
$N_c$	= Putaran kompresor	: rpm
$P_e$	= Daya evaporator	: W
$Q_e$	= Panas yang diserap refrigeran	: kW
$Q_c$	= Laju perpindahan panas pada refrigeran	: kW
$P$	= Daya kompresor	: kW
$COP$	= Koefisien prestasi	: -