

TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG UTAMA Lt. 3 KANTOR MANAJEMEN PT SUPERMAL KARAWACI DENGAN METODE CLTD

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



UNIVERSITAS
Disusun oleh :
MERCU BUANA

Nama : Nunu Hermawan
NIM : 41308120014
Program Study : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2013**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nunu Hermawan

NIM : 41308120014

Program studi : Teknik mesin

Fakultas : Teknik Industri

Judul skripsi :

“PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG UTAMA Lt.3 KANTOR MANAJEMEN Lt 3 PT SUPERMAL KARAWACI DENGAN METODE CLTD “.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun ini merupakan hasil pemikiran dan analisa saya sendiri, serta tidak dibuat oleh pihak luar, kecuali kutipan – kutipan referensi yang telah disebutkan sebelumnya.

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

MERCU BUANA

Jakarta, 12 Maret 2013



[Nunu Hermawan]

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG UTAMA Lt.3 KANTOR MANAJEMEN PT SUPERMAL KARAWACI DENGAN METODE CLTD

Disusun Oleh:

Nama : Nunu Hermawan

Nim : 41308120014

Jurusan : Teknik mesin


Pembimbing



UNIVERSITAS
[Ir Yuriadi Kusuma M.Sc]
MERCU BUANA

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



[Prof. Dr Gimbal Doloksaribu]

PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG UTAMA Lt.3 KANTOR MANAJEMEN PT SUPERMAL KARAWACI DENGAN METODE CLTD

ABSTRAK

Pengkondisian udara adalah suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperature dan kelembaban yang sesuai dengan yang di persyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu selain itu untuk mengatur aliran udara dan kebersihannya. Pengkondisian udara (air conditioning) merupakan cara yang harus dilakukan untuk memberikan rasa nyaman untuk suatu ruangan yang akan dikondisikan.

Dalam tugas akhir ini, penulis akan merancang beban pendinginan untuk ruang kantor manajemen. Penyegaran udara dalam gedung kantor tersebut diperlukan untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi para penghuninya dan juga untuk melindungi peralatan kantor. Beban pendinginan yang akan direncanakan mengacu pada beberapa faktor, yaitu factor beban kalor dari luar ruangan, beban kalor dari dalam ruangan, Infiltration, Ventilasi. Dimana perhitungan dilakukan dengan metode CLTD, SCL, CLF.

Berdasarkan perhitungan maka di peroleh beban yang didapat 774,162 Btu / hr (64,5 Ton refrigerasi) [228.294 W]. Dimana didapat untuk nilai beban sensible yang tinggi terdapat pada Beban radiasi dari Jendela Kaca yaitu 62,6% dan untuk beban laten yang tinggi terdapat 69 % dari beban Ventilation' supply air flow yang di butuhkan yaitu sebesar 23,796 CFM [11,2 m³/s].

Kata kunci : *Cooling Load* (beban pendingin), *Relative Humidity* (kelembaban udara), *Dry Bulb* (temperatur bola kering), *Wet Bulb* (temperature bola basah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya sampaikan kepada Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunianya sehingga laporan Tugas Akhir dengan judul “**PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG UTAMA Lt.3 KANTOR MANAJEMEN PT SUPERMAL KARAWACI DENGAN METODE CLTD**” dapat selesai sesuai dengan jadwal yang di tentukan. Laporan akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.

Selama penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat nasehat bimbingan dan bantuan yang tak ternilai harganya. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya atas segala yang telah di anugerahkan.
2. Kedua Orang Tua Bapak Deni Muharis & Alm Ibu Aisah Yang Tercinta, kaka, adik, yang telah memberikan dorongan, semangat nasehat dan doannya.
3. Kepada Kekasihku Alfi Desy Kasandi yang selalu memberi support dan dukungannya.
4. Bpk Ir Yuriadi Kusuma , M.Sc Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan dorongan dan bimbingan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
5. Bpk Prof Dr Gimbal Doloksaribu selaku Kaprodi Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Nanang Rukhyat, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus Koordinator mata kuliah Tugas akhir ini.
7. Seluruh Bapak/ Ibu dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang tidak bisa disebutkan satu per satu namanya, telah memberikan bimbingan dan pengajaran selama kami kuliah.

8. Seluruh rekan Angkatan XIV PKK Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang saling memberikan semangat, motivasi dan arahan kepada penulis, semoga kita tetap kompak.
9. Seluruh rekan Kerja Di Dept Building Maintenance Kantor PT Supermal Karawaci.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih ada kekurangan, mengingat keterbatasan waktu, kemampuan dan sumber penulis dapatkan baik dari segi materi yang diuraikan maupun dari cara penyajiannya, akhir kata penulis mengharapkan adanya sumbangan saran yang dapat bermanfaat bagi penulis untuk memperbaiki isi laporan tugas akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat kepada para pembaca, khususnya rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan masyarakat pada umumnya, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.
Jakarta, 12 Maret 2013

Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABLE	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Sejarah Perkembangan Sistem Pengkondisian Udara	5
2.1.1. Penemuan Siklus refrigrasi dan perkembangan system pengkondisian Udara.....	5
2.1.2. Definisi dari pengkondisian Udara.....	7
2.1.3. Implikasi Arsitektur dan social dari Pengkondisian Udara	7

2.1.4 Industri Mesin Pengkondisian Udara	10
2.2. Teori Kenyamanan	11
2.2.1 Factor Yang mempengaruhi kenyamanan Termal Orang	11
2.2.2 Temperature Udara Kering	11
2.2.3 Kelembaban udara relatif	12
2.2.4 Kecepatan Aliran Udara (Pergerakan Udara).....	12
2.2.5 Radiasi Permukaan Yang Panas	13
2.2.6 Aktifitas Orang	14
2.2.7 Pakaian Yang di Pakai.....	15
2.2.8 ZonaKenyamanan Ruangan	16
2.3 Ventilasi	17
2.3.1 Ventilasi Alami	17
2.3.2 Ventilasi Mekanis	19
2.4 Dasar-dasar Psychometric	21
2.4.1 Definisi istilah dan Plotting pada Diagram	24
2.4.2 Cara Membaca Diagram.....	24
2.4.3 Proses Pengkondisian Udara	25
2.4.4 Persamaan dalam Psikometrik	25
2.5. System Pengkondisian Udara	27
2.5.1 System ekspansi langsung (direct expansion / DX).....	27
2.5.2 System Ekpansi Tak Langsung (indirect Expansion).....	29
2.5.2.1 System Udara Penuh	29
2.5.2.2 System Air Penuh	31

2.5.2.3 System air Udara.....	32
2.6 Sistem pengkondisian udara sentral.....	33
2.6.1 Komponen Sistem pengkondisian Udara	33
2.6.2 Menara Pendingin (Cooling Tower)	34
2.6.3 Mesin Chiller.....	37
2.6.4 Terminal unit	39
2.7 Komponen-komponen Pengkondisian Udara.....	42
2.7.1 Komponen Utama	42
2.7.1.1 Kompresor	42
2.7.1.2 Kondesor.....	43
2.7.1.3 Katub Expansi.....	44
2.7.1.4 Evaporator	45
2.7.1.5 Refrigerant.....	47
2.7.2 Komponen Tambahan.....	48
2.7.2.1 Filter Drier.....	49
2.7.2.2 Thermostat.....	49
2.7.2.3 Liquid Receiver	50
2.7.2.4 Sight Glass.....	50
2.7.2.5 Pressurestat	50
2.8 System Kompresi Uap (Vapor compression refrigeration system) .	51
2.9 System Absorsi Uap (<i>Vapour absorbtion refrigerant sistem</i>).....	54
BAB III PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN.....	57
3.1 Beban Pendingin.....	57

3.2 Perhitungan Metode CLTD / SCL/CLF	61
3.2.1 Penambahan kalor dari luar ruangan yang dikondisikan	63
3.2.1.1 Konduksi Melalui Dinding (Wall).....	69
3.2.1.2 Konduksi Melalui Atap (Roof).....	69
3.2.1.3 Konduksi Melalui Jendela (Windows)	70
3.2.1.4 Beban radiasi matahari melalui kaca	71
3.2.2 Penambahan kalor dari dalam ruangan yang dikondisikan.....	71
3.2.2.1 Beban panas dari penghuni (People)	72
3.2.2.2 Beban panas dari Pencahayaan (Ligthing)	73
3.2.2.3 Peralatan	74
3.2.3 Infiltration	75
3.2.4. Ventilasi	77
3.2.5. SHR.....	79
3.2.6. Penentuan Supply Air Flow	79
3.2.7. Perhitungan kondisi udara yang masuk ke koil pendingin	80
BAB IV PERHITUNGAN PERENCANAAN PENGKONDISIAN UDARA	81
4.1. Perhitungan Beban Pendingin	81
4.2. Konduksi Dari Luar Ruangan Yang di kondisikan.....	81
4.2.1 Konduksi dari Dinding Berbayang.....	81
4.2.2 Konduksi Dari Atap	82
4.2.3 Konduksi Melalui Kaca Jendela.....	82
4.2.4 Radiasi dari Kaca Jendela (Windows)	83
4.3 Penambahan kalor dari dalam ruangan yang dikondisikan	83

4.3.1 Beban panas dari penghuni (People).....	84
4.3.2 Beban panas dari Pencahayaan (Ligthing).....	84
4.3.3 Beban Dari Peralatan	85
4.4 Infiltration	86
4.5 Ventilasi.....	87
4.6. Total Beban Sensible dan laten	88
4.7. Sensible Heat Ratio (SHR)	89
4.8. Perhitungan Supply Air Flow	90
4.9. Perhitungan udara yang masuk ke koil pendingin.....	90
4.10 Perhitungan Beban Yang Memasuki cooling Coil	91
4.11 Total Cooling Load on Coil.....	93
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
DAFTAR ACUAN	97
LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1.1 Kondisi Temperatur Dan kelembaban Untuk pengkondisian Udara	9
Tabel 2.2.4 Kecepatan Udara dan kesejukan.....	12
Tabel 2.2.5 Laju Pertambahan kalor dari Penghuni dalam ruangan	14
Tabel 2.2.6 Isolasi termal untuk beberapa jenis baju	15
Tabel 2.3.2 Kebutuhan Ventilasi Mekanis	20
Tabel 3.1.1 Flow Chart Perhitungan	57
Tabel 3.2.1 Flow Chart Perhitungan Metode CLTD.....	63
Tabel 3.2.2 Termal resistance dinding U Factor	66
Tabel 3.2.3 U Factor For Windows	70
Tabel 3.2.3 Shading Coeficient	71
Tabel 3.2.5 Beban Laten Dan Sensible dari Orang	72
Tabel 3.2.6 Heat generate By Equipment	75
Tabel 3.2.7 Out Door Air requirements	75
Tabel 5.1.2 Total Cooling load On Coil.....	93

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1.1 Pencuci Udara	6
Gambar 2.1.2 Perkembangan Produksi Industry mesin pengkondisian udara.....	10
Gambar 2.2.4 Kebutuhan peningkatan Kecepatan Udara.....	12
Gambar 2.2.7 Daerah zona Temperature Operative	16
Gambar 2.4.1 Psychrometric Chart.....	20
Gambar 2.4.2 Diagram Psychrometric.....	24
Gambar 2.4.3 Kurva Psychrometric untuk pengkondisian udara	25
Gambar 2.5.1 System Ekpansi Langsung	28
Gambar 2.5.2 System Paket.....	28
Gambar 2.5.3 System Udara penuh saluran tunggal.....	29
Gambar 2.5.4 System udara penuh dua saluran.....	31
Gambar 2.5.5 System Air Penuh.....	31
Gambar 2.5.6 Unit Fan coil dengan pemasukan udara dari luar.....	32
Gambar 2.5.7 System air udara.....	32
Gambar 2.5.8 System air udara dengan unit induksi	33
Gambar 2.6.1 Flow Switch	33
Gambar 2.6.2 Pressure Gauge.....	34
Gambar 2.6.3 Thermostat	34
Gambar 2.6.4 Konfigurasi Cross Flow	35
Gambar 2.6.5 Konfigurasi Counter Flow.....	35
Gambar 2.6.6 Jenis Cooling tower berdasarkan penempatan Fan	35
Gambar 2.6.7 Cross Flow Cooling Tower	36

Gambar 2.6.8	Komponen Menara Pendingin	37
Gambar 2.6.9	Water Cooled Chiller	38
Gambar 2.6.10	Air Cooled Chiller.....	39
Gambar 2.6.11	Vertical AHU.....	40
Gambar 2.6.12	Komponen AHU.....	40
Gambar 2.6.13	FCU (Fan Coil Unit).....	41
Gambar 2.7.1	Kompresor.....	43
Gambar 2.7.2	Double acting amoniaa compressor	43
Gambar 2.7.3	Kondensor	44
Gambar 2.7.4	Katub ekspansi.....	45
Gambar 2.7.5	Evaporator	46
Gambar 2.7.6	Pressurestat.....	51
Gambar 2.8.1	Skematic system kompresi uap	51
Gambar 2.8.2	Diagram P-H system kompresi Uap.....	52
Gambar 2.8.2	Diagram system kompresi Uap.....	52
Gambar 2.9.1	Schematic system absorbs.....	55
Gambar 3.1.1	Contoh Beban pendingin ruangan.....	58
Gambar 3.2.1	Cooling Load Component.....	62
Gambar 3.2.2	U factor melalui Dinding	65
Gambar 3.2.3	Radiasi Cahaya Matahari	67
Gambar 3.2.4	Grafik Time Lag.....	67
Gambar 3.2.5	Beban Panas dari dalam Ruangan.....	72
Gambar 3.2.6	Ventilation.....	78

NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas	m (ft)
ΔT	Beda Temperature	F° (C°)
U	Koefisein perpindahan Kalor	Btu/hr (Watt/m ²)
CLTD	Factor pengganti beda temperature	F° (C°)
Q _{wall}	Konduksi melalui dinding	Btu/hr. (Watt)
Q _{roof}	Konduksi melalui atap	Btu/hr. (Watt)
Q _{windows}	Konduksi melalui jendela	Btu/hr. (Watt)
Q _{windows}	Radiasi melalui Jendela	Btu/hr. (Watt)
Q _s	Beban sensible	Btu/hr. (Watt)
Q _l	Beban Laten	Btu/hr. (Watt)
SCL	Faktor beban pendingin	Btu/hr.ft ² (Watt/m ²)
SC	Shading Coeficient	-
CLF	Cooling load Factor	-
Q _{lights}	Beban dari pencahayaan	Btu/hr. (Watt)
ΔW	Desain Rasio kelembaban	Btr air/lb(grm air/kg)
	Aliran Udara	CFM
DB	Dry Bulb	F° (C°)
WB	Wet Bulb	F° (C°)
RH	Relatif Humadity	%