

TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN ULANG BEBAN PENDINGINAN PADA RUANG AUDITORIUM GEDUNG MANGGALA WANABAKTI BLOK III KEMENTERIAN KEHUTANAN JAKARTA

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



Yayasan Menara Bhakti UNIVERSITAS MERCU BUANA Perpustakaan Pusat	
Sumber :	Sumbangan
Tanggal :	25/10/2013
No. Reg. :	1. S213111 51
	2. ST/13/13/058

Disusun Oleh :

Nama : Sabaruddin Harahap

NIM : 41311120049

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2013**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Sabaruddin Harahap

NIM : 41311120049

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Perhitungan Ulang Beban Pendinginan Pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III Kementerian Kehutanan Jakarta.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keaslinya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan dan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak diipaksakan.

Penulis,



Sabaruddin Harahap

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN ULANG BEBAN PENDINGINAN PADA RUANG AUDITORIUM GEDUNG MANGGALA WANABAKTI BLOK III KEMENTERIAN KEHUTANAN JAKARTA

Dibuat Oleh :

Nama : Sabaruddin Harahap

NIM : 41311120049

Jurusan : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Pembimbing,



(Dr. Abdul Hamid, M. Eng)

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Ir. Gimbal Doloksaribu)

ABSTRAK

Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti diresmikan sejak 24 Agustus 1983 yang merupakan salah satu ruang yang multifungsi diantaranya sebagai ruang rapat/kongres, seminar, wisuda, pameran dan pegelaran, serta resepsi pernikahan. perhitungan ulang beban pendingin pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti ini dimaksudkan untuk melakukan perhitungan kembali beban pendinginan pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Kementerian Kehutanan RI dikarenakan kondisi suhu udara pada ruang Auditorium saat digunakan pada acara-acara tidak sesuai dengan set point suhu yang diharapkan sehingga para penghuni/pengguna merasa kurang nyaman.

Perhitungan beban pendinginan ini menggunakan metode metode CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*). Perhitungan beban pendinginan berdasarkan data sekunder yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan kapasitas beban pendinginan terpasang.

Hasil akhir dari penelitian ini diperoleh beban pendinginan maksimum pada kondisi puncak sebesar 3.387.719,37 kJ/jam (374,58 PK) dengan kebutuhan daya listrik sebesar 279,435 kW, sedangkan Kapasitas beban mesin terpasang pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III yang terdiri dari 4 (empat) unit AHU (*Air Handling Unit*) adalah 268,1 PK dengan kebutuhan daya listrik sebesar 200 kW, terjadi kekurangan beban pendinginan sebesar 113,48 PK dan kekurangan kebutuhan daya listrik sebesar 79,435 kW. Dari hasil perhitungan beban pendingin di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas mesin AHU (*Air Handling Unit*) yang terpasang belum mencukupi dalam memenuhi kebutuhan sistem penyegaran udara pada ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabhakti Kementerian Kehutanan RI.

Kata-kata Kunci : Beban pendinginan, set point, Air Handling Unit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmatnya yang telah memberikan nikmat sehat wal'afiat dan kekuatan pada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun Tugas Akhir ini dibuat dengan judul **" Perhitungan Ulang Beban Pendinginan Pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III Kementerian Kehutanan Jakarta "**. Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Arisetyanto Nugroho. Dr, MM, Ir. Selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Bapak Toriq Husein, MT, Ir. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.
3. Bapak Gimbal Doloksaribu. Prof, Dr, Ir. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin/ koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Abdul Hamid. Dr, M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang membantu dalam membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik, khususnya Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, yang telah memberikan ilmunya dalam menjalani perkuliahan dan memberikan semangat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

6. Ayahanda dan Ibunda, Istri dan ananda tercinta, serta segenap anggota keluarga yang telah memberikan dorongan, semangat, motivasi dan doa yang mengiringi setiap langkah, serta dukungan moril maupun materil dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang membantu, rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Mercubuana angkatan XX serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu atas segala dukungan yang diberikan kepada saya.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhirnya diharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna terutama bagi penulis sendiri, serta pembaca pada umumnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Oktober 2013

Penulis,



Sabaruddin Harahap

DAFTAR ISI

Lembar Pernyataan	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Notasi.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Metode Penulisan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II DASAR TEORI SISTEM PENGKONDISIAN UDARA.....	 5
2.1 Defenisi Sistem Pengkondisian Udara.....	5
2.2 Prinsip Sistem Pengkondisian Udara.....	6
2.3 Siklus Pendingin	9
2.4 Dasar-dasar Psikometrik	13

2.4.1	Komposisi Udara.....	13
2.4.2	Diagram Psikometri dan Sifat Udara Basah	13
2.5	Klasifikasi Sistem Pengkondisian Udara	16
2.5.1	AC Paket	16
2.5.2	AC Sentral.....	19
2.6	Penggolongan Sistem Pengkondisian Udara	21
2.6.1	Sistim Udara Penuh.....	21
2.6.2	Sistim Air Udara	25
2.6.3	Sistem Air Penuh	27
2.7	Distribusi Udara di Dalam Ruangan dan Tingkat Kenyamanan	28
2.8	Kecepatan Aliran Udara.....	29
2.9	Prinsip Perhitungan dan Penaksiran Beban Pendinginan	30
2.9.1	Kondisi Dasar.....	30
2.9.2	Kondisi udara dalam dan di luar ruang	31
2.9.3	Beban Kalor Sensibel Daerah Parimeter (tepi)	35
2.9.4	Beban Kalor Laten Daerah Parimeter (tepi)	38
2.9.5	Beban Kalor Sensibel Daerah Interior	39
2.9.6	Beban Kalor Laten Daerah Interior.....	40
2.9.7	Beban Kalor Sensibel Mesin.....	41
2.9.8	Beban Kalor Laten Mesin	42
2.10	Komponen Sistem Pendingin.....	44
2.10.1	Komponen Utama	44
2.10.2	Komponen Tambahan	47

2.11	Refrigerant	51
2.12	Faktor Perhitungan Beban Pendingin	53
2.12.1	Faktor Aspek Fisik	54
2.12.2	Faktor Jenis Beban	55
2.12.3	Sumber Beban Pendingin.....	55
2.13	Aplikasi Sistem Pengkondisian Udara pada Gedung	56
2.13.1	Gedung Kantor	56
2.13.2	Hotel.....	57
2.13.3	Rumah Sakit.....	57
2.13.4	Toko Serba Ada dan Pusat Pertokoan.....	58
2.13.5	Gedung Bioskop, Gedung pertemuan umum, Mesjid, Gereja dan sebagainya.	59
2.13.6	Industri	59
2.13.7	Tempat Tinggal.....	59

BAB III METODOLOGI DAN ANALISA DATA PERHITUNGAN

BEBAN PENDINGIN	61
3.1 Metodologi Data Perhitungan Beban Pendingin.....	61
3.1.1 Data-data Penelitian di Lapangan	63
3.2 Diagram Alir Perhitungan Beban Pendingin	67
3.3 Bagan perhitungan Beban Pendingin.....	68
3.4 Analisa Data Perhitungan Beban Pendingin	69
3.4.1 Nama Gedung	69
3.4.2 Nama Gedung	69

3.4.3	Beban Kalor Sensibel Daerah Parimeter (Tepi).....	71
3.4.4	Beban Kalor Laten Daerah Parimeter (Tepi)	77
3.4.5	Beban Kalor Sensibel Daerah Interior	77
3.4.6	Beban Kalor Laten Daerah Interior.....	83
3.4.7	Beban Kalor Sensibel Mesin.....	84
3.4.8	Beban Kalor Laten Mesin	85
3.5	Total Beban Pendinginan Pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III yang di peroleh	87
3.6	Perbandingan Total Kapasitas Pendingin Terhadap Kapasitas Beban Yang Terpasang.....	88
BAB IV	PENUTUP	89
4.1	Kesimpulan	89
4.2	Saran-saran.....	89

Daftar Pustaka

Lampiran-lampiran

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Prinsip pendinginan dan penyegaran ruangan	5
Tabel 2.2 Harga Koefisien Konveksi	8
Tabel 2.3 Jenis dan Penggunaan Refrigerant	52
Tabel 3.1 Data Kapasitas Mesin Air Handling Unit (AHU) yang terpasang	66
Tabel 3.2 Kondisi Perancangan	69
Tabel 3.3 Temperatur Udara Luar Sesaat dan Jumlah Radiasi Matahari Sepanjang Hari	71
Tabel 3.4 Data Peralatan	81
Tabel 3.5 Data lampu penerangan	82
Tabel 3.6 Jumlah beban pendinginan	86

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Prinsip Refrigrasi	6
Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konduksi	7
Gambar 2.3 Siklus Pendingin	11
Gambar 2.4 Grafik siklus carnot	12
Gambar 2.5 Penyegar Udara Jenis Paket	17
Gambar 2.6 Penyegar Udara Jenis Jendela (Window)	18
Gambar 2.7 Penyegar Udara Jenis Terpisah atau split	19
Gambar 2.8 Skema Sistem Penyegar Udara Sentral	21
Gambar 2.9 Sistem Udara Penuh	21
Gambar 2.10 Unit Volume Udara Variable	23
Gambar 2.11 Sistem dua saluran	24
Gambar 2.12 Sistem Air Udara	27
Gambar 2.13 Perhitungan Beban Pendinginan	30
Gambar 2.14 Ukuran Lantai	30
Gambar 2.15 Tinggi Bangunan	31
Gambar 2.16 Radiasi matahari	33
Gambar 2.17 Ketinggian Matahari dan Azimuth	34
Gambar 2.18 Kompresor	44
Gambar 2.19 Kondensor	45
Gambar 2.20 Evaporator	45
Gambar 2.21 Katup Ekspansi	46
Gambar 2.22 Filter Drier	48

Gambar 2.23	Thermostat	48
Gambar 2.24	Liquid Receiver	49
Gambar 2.25	Sight Glass	50
Gambar 2.26	Pressurestat	50
Gambar 3.1	Data Utama Perhitungan Beban Pendingin	61
Gambar 3.2	Penampang dinding	73



DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas Penampang	(m^2)
ETD	Equivalent Temperature Difference	$(^{\circ}C)$
f	Tekanan uap jenuh pada temperatur bola basah	$(mmHg)$
h	Ketinggian matahari (dinyatakan dalam derajat dengan sistem desimal)	
h_c	Koefesien Konveksi	$(W/m^2\ ^{\circ}C)$
h_2	Entalphi refrigerant cair jenuh	(kJ/kg)
h_3	Entalphi refrigerant yang keluar dari kompressor	(kJ/kg)
$(h_2 - h_1)$	Efek refrigerasi	(kJ/kg)
$(h_3 - h_2)$	Kerja kompresi	(kJ/kg)
J_{β}	Radiasi matahari langsung pada bidang vertikal, tetapi pada posisi membuat sudut samping β dari arah datangnya radiasi	
J_h	Radiasi matahari langsung pada bidang horizontal	
J_n	Radiasi matahari langsung pada bidang tegak lurus arah datangnya radiasi	
J_v	Radiasi matahari langsung pada bidang vertikal	
K	Koefisien transmisi kalor dari dinding/ atap	$(kJ/ m^2\ jam^{\circ}C)$
$\dot{m}$	Laju aliran massa refrigerant	(kg/s)
P	Permeabilitas atmosferik (0,6 - 0,75 pada hari yang cerah)	
Δt	Perubahan temperatur harian	$(^{\circ}C)$
Q	Laju Perpindahan panas	(W)

Q_c	Banyaknya kalor yang diserap di evaporator persatuan waktu	(kJ/s)
q_c	Kalor yang dilepas di kondensor	(kJ/kg)
Q_w	Kapasitas pemanasan	(kJ/s)
R_t	Tahanan total	(m ² jam °C /kJ)
R_{si}	Tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan dalam dinding	(m ² jam °C /kJ)
R_{so}	Tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan luar dinding	(m ² jam °C /kJ)
t	Temperatur bola kering	(°C)
t'	Temperatur bola basah	(°C)
t_f	Suhu Fluida	(°C)
t_o	Temperatur udara luar sesaat	(°C)
t_o rancangan	Temperatur udara luar untuk perancangan	(°C)
t_s	Suhu Permukaan	(°C)
τ	Waktu penyinaran matahari	
x	Perbandingan kelembaban	(kg/kg')
x_s	Perbandingan kelembaban jenuh pada temperatur yang sama	(kg/kg')
γ	Saat terjadinya temperatur maksimum (+ 2)	