

**PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA
PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL. RASUNA SAID**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Nama : Ihsanul Fauzi

NIM : 41309110048

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2011

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA

PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL. RASUNA SAID

Diajukan Kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Strata-1 Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : Ihsanul Fauzi

NIM : 41309110048

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ihsanul Fauzi
NIM : 41309110048
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Skripsi : PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN
UDARA PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL.
RASUNA SAID

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau tiruan terhadap orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 21 Juli 2011

Ihsanul Fauzi
NIM : 41309110048

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA

PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL. RASUNA SAID

Diajukan oleh :

Nama : Ihsanul Fauzi

NIM : 41309110048

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Jakarta, 21 Juli 2011

Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN KETUA JURUSAN TEKNIK MESIN

PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA

PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL. RASUNA SAID

Diajukan oleh :

Nama : Ihsanul Fauzi

NIM : 41309110048

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Jakarta, 21 Juli 2011

Kaprodi Teknik Mesin

(DR. Abdul Hamid, M.Eng)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan akhir dengan judul **“PERENCANAAN SISTEM PENGKONDISIAN UDARA PROYEK GEDUNG CYBER_2 JL. RASUNA SAID”** dapat selesai sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Laporan akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.

Skripsi ini disusun berdasarkan pengamatan langsung di Proyek Cyber_2 Jl. Rasuna Said dan menggabungkannya dengan beberapa pustaka. Selain itu juga dengan mencari informasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Penulis menyadari bahwa dalam laporan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan dikarenakan keterbatasan pengetahuan, pengalaman dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

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

1. Allah SWT atas segala kekuasaan, petunjuk, cinta dan kasih sayangnya serta atas segala yang dianugerahkan.
2. Kedua orang tua tercinta, kakak dan adik yang telah memberikan dorongan, semangat, nasehat dan doanya.
3. Bpk Ir. Yuriadi Kusuma, M.Sc selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan dorongan dan bimbingan demi kesempurnaan skripsi ini, serta kemudahan yang telah diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak DR. Abdul Hamid, M.Eng selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana atas waktu dan bantuannya untuk menyelesaikan skripsi ini.

5. Teman-teman PKK Teknik Mesin angkatan XV yang telah memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Semua rekan-rekan mahasiswa dan mahasiswi serta semua pihak yang telah memberikan masukan dan bantuan yang tidak bias kami sebutkan satu persatu.

Jakarta, 21 Juli 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Metode Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Teori Kenyamanan	5
2.1.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal orang	5
2.1.2 Zona kenyamanan ruangan	9
2.2 Ventilasi	11
2.2.1 Ventilasi alami	11
2.2.2 Ventilasi mekanis	12
2.3 Dasar-dasar Psikometrik	13

2.3.1	Definisi istilah dan plotting pada diagram	13
2.3.2	Cara membaca diagram	16
2.3.3	Proses Pengkondisian Udara	17
2.3.4	Persamaan dalam psikometrik	17
2.4	Sistem Pengkondisian Udara	19
2.4.1	Sistem ekspansi langsung (<i>direct expansion / DX</i>)	19
2.4.2	Sistem ekspansi tak langsung (<i>indirect expansion</i>)	20
2.4.2.1	Sistem udara penuh	21
2.4.2.2	Sistem air penuh	23
2.4.2.3	Sistem air udara	23
2.5	Sistem pengkondisian udara sentral	25
2.5.1	Komponen sistem pengkondisian udara sentral	25
2.5.1.1	Menara pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	26
2.5.1.2	Mesin <i>Chiller</i>	30
2.5.1.3	Terminal unit	32
2.6	Komponen-komponen Sistem Pengkondisian Udara	35
2.6.1	Komponen utama	35
2.6.1.1	Kompresor	35
2.6.1.2	Kondensor	37
2.6.1.3	Katub ekspansi	39
2.6.1.4	Evaporator	39
2.6.1.5	Refrigerant	41

2.6.2	Komponen tambahan	42
2.6.3	Sistem refrigeransi	44
2.6.3.1	Sistem kompresi uap (<i>vapour compression refrigeration sistem</i>)	45
2.6.3.2	Sistem absorpsi uap (<i>vapour absorption refrigeration sistem</i>)	48
2.7	Beban Pendingin	50
2.7.1	Metode Perbedaan Temperatur Ekuivalen Total (TETD/TA)	53
2.7.3	Metode Fungsi Transfer (TFM Method)	56
2.7.4	Metode CLTD/SCL/CLF.....	61
2.8	Perencanaan Saluran Udara	64
2.9	Sistem Pemipaan	68
2.9.1	Tangki ekspansi	71
2.9.2	Menentukan dimensi pipa	72
2.9.3	Penurunan tekanan / kerugian gesek (<i>head losis</i>)	72
2.9.4	Isolasi pipa	76
2.10	Pompa	77
2.10.1	Jenis-jenis pompa	79
2.10.2	Istilah-istilah pada pompa	81
BAB III PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN		86
3.1	Perhitungan Beban Pendingin Ruangan	86
3.1.1	Lantai Basement 1	86
3.1.2	Lantai Dasar	89
3.1.3	Lantai 2 sampai lantai 13 (tipikal)	94

3.1.4 Lantai 14	99
3.1.5 Lantai 15	103
3.1.6 Lantai 16 sampai lantai 31	106
3.1.7 Lantai 32	109
3.1.8 Lantai 33	112
3.2 Perhitungan Kapasitas <i>FCU</i> dan <i>AHU</i>	115
3.3 Perhitungan Kapasitas <i>Chiller</i>	119
3.4 Perhitungan Kapasitas <i>Cooling Tower</i>	120
3.5 Perhitungan Kapasitas Tangki Ekspansi	121
3.6 Perhitungan Sistem Pemipaan	122
3.6.1 Diameter pipa di lantai 33	127
3.6.2 Diameter pipa tegak (riser)	128
3.7 Perhitungan Kapasitas Pompa	133
3.7.1 Perhitungan Penurunan tekanan pada pipa <i>supply</i>	133
3.7.1.1 Perhitungan <i>head</i> pompa riser 1 (<i>high zone</i>)	133
3.7.1.2 Perhitungan <i>head</i> pompa riser 2 (<i>low zone</i>)	135
3.7.2 Perhitungan Penurunan tekanan pada pipa <i>return</i>	137
3.7.2.1 Perhitungan <i>head</i> pompa riser 1 (<i>high zone</i>)	137
3.7.2.2 Perhitungan <i>head</i> pompa riser 2 (<i>low zone</i>)	139
3.7.3 Pompa SCHWP (pompa chiller sekunder)	141
3.7.3.1 Head total pompa SCHWP	141
3.7.3.2 Daya pompa SCHWP	141
3.7.4 Pompa PCHWP (pompa chiller primer)	143
3.7.4.1 <i>Head</i> total pompa PCHWP	143
3.7.4.2 Daya pompa PCHWP	143
3.7.5 Pompa CWP (pompa kondensor)	144

3.7.5.1 Perhitungan <i>head</i> pada pipa hisap (<i>suction</i>)	144
3.7.5.2 Perhitungan <i>head</i> pada pipa tekan (<i>discharge</i>)	145
3.7.5.3 Perhitungan <i>head</i> total pompa CWP	146
3.7.5.4 Perhitungan daya pompa CWP	147
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	148

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.1. Kecepatan udara dan kesejukan	6
Tabel 2.1.2. Penambahan kalor berdasarkan aktivitas penghuni ruangan	8
Tabel 2.1.4. Kebutuhan ventilasi mekanis	12
Tabel 2.8.1. Kecepatan maksimum udara.....	65
Tabel 2.8.2. Persen penurunan area <i>ducting</i> pada metode <i>equal friction</i>	66
Tabel 2.8.3. Contoh rasio perbandingan dimensi saluran udara	66
Tabel 2.9.1. Standar penyempian Cc untuk air	74
Tabel 2.9.2. Harga tahanan K	75
Tabel 2.9.3. Tebal isolasi minimum untuk pipa air dingin	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.6.1. Prosedur perencanaan sistem pengkondisian udara	3
Gambar 2.1.1. Kebutuhan peningkatan kecepatan udara untuk mengkompensasi kenaikan temperatur udara kering.....	6
Gambar 2.1.2. Daerah zona nyaman untuk aktivitas	10
Gambar 2.3.1. <i>psychrometric chart</i>	13
Gambar 2.3.2. Diagram psikometrik dari <i>ASHRAE</i>	16
Gambar 2.3.3. Kurva <i>psychrometric</i> untuk pengkondisian udara ruangan	17
Gambar 2.4.1. Sistem ekspansi langsung.....	20
Gambar 2.4.2. Sistem paket	20
Gambar 2.4.3. Sistem udara penuh saluran tunggal	21
Gambar 2.4.4. Sistem udara penuh dua saluran	22
Gambar 2.4.5. Sistem air penuh	23
Gambar 2.4.6. Unit fan koil dengan pemasukan udara dari luar ruangan.	23
Gambar 2.4.7. Sistem air udara	24
Gambar 2.4.8. Sistem air udara dengan unit induksi	24
Gambar 2.5.1. Perpindahan panas pada sistem pengkondisian udara	25
Gambar 2.5.2. <i>flow switch</i>	26
Gambar 2.5.3. <i>Pressure gauge</i>	26
Gambar 2.5.4. <i>Thermostat</i>	26
Gambar 2.5.5. konfigurasi <i>cross flow</i>	27
Gambar 2.5.6. konfigurasi <i>counter flow</i>	27
Gambar 2.5.7. Jenis <i>cooling tower</i> berdasarkan penempatan fan	28

Gambar 2.5.8. <i>Cross flow cooling tower</i>	28
Gambar 2.5.9. Komponen-komponen menara pendingin	29
Gambar 2.5.10. <i>Water Cooled Chiller</i>	31
Gambar 2.5.11. <i>Air Cooled Chiller</i>	32
Gambar 2.5.12. Vertikal <i>AHU</i>	33
Gambar 2.5.13. Komponen <i>AHU</i> , 1. Motor, 2. <i>Centrifugal blower</i> , 3.bak drain, 4. <i>Frame</i> , 5. Vibration isolator, 6. <i>Casing wall</i> , 7. Koil pendingin dan filter	33
Gambar 2.5.14. <i>FCU</i>	34
Gambar 2.6.1. Kompresor	35
Gambar 2.6.2. <i>Scew compressor</i>	36
Gambar 2.6.3. <i>Double acting ammonia compressor and steam engine (courtesy of vilter manufacturing corporation)</i>	36
Gambar 2.6.4. Kompresor <i>Reciprocating</i>	37
Gambar 2.6.5. <i>CentrifugalCompressor</i>	37
Gambar 2.6.6. Kondensor	38
Gambar 2.6.7. Kondensor berpendingin udara.....	38
Gambar 2.6.8. Kondensor berpendingin air	38
Gambar 2.6.9. Katub ekspansi.....	38
Gambar 2.6.10. <i>Shell and tube evaporator</i>	41
Gambar 2.6.11. Skematik sistem kompresi uap	45
Gambar 2.6.12. Diagram PH Sistem Kompresi Uap	46
Gambar 2.6.13. Skematik sistem absorpsi	49
Gambar 2.7.1. Contoh beban pendingin ruangan	51

Gambar 2.9.1. <i>Two pipe direct return</i>	69
Gambar 2.9.2. Pola tekanan air pada <i>two pipe direct return</i>	69
Gambar 2.9.3. <i>Two pipe reverse return</i>	69
Gambar 2.9.4. Pola tekanan air pada <i>two pipe reverse return</i>	70
Gambar 2.9.5. <i>Loop piping system</i>	70
Gambar 2.9.6. Pola tekanan air pada <i>loop piping system</i>	70
Gambar 2.10.1. konfigurasi sistem <i>volume variable</i> dengan 2 pipa <i>reverse return</i>	77
Gambar 2.10.2. konfigurasi sistem <i>Variable volume variable speed</i>	78
Gambar 2.10.3. konfigurasi sistem distribusi konstan.....	78
Gambar 2.10.4. konfigurasi sistem dengan pompa tersier.....	79
Gambar 2.10.5. Jenis-jenis pompa	80
Gambar 2.10.6. <i>Centrifugal End Suction Pump</i>	80
Gambar 2.10.7. <i>Horizontal Split Case pump</i>	80
Gambar 2.10.8. <i>Vertikal In Line Pump</i>	81
Gambar 2.10.9. Tinggi angkat pompa dengan hss diatas pompa.....	84
Gambar 2.10.10. Tinggi angkat pompa dengan hss dibawah pompa.....	84