

LAPORAN TUGAS AKHIR

Evaluasi Sistem Pengkondisi Udara pada Gedung Perkantoran



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

MERCU BUANA

Nama : Sri Widodo
Nim : 41310110015

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2015**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Evaluasi Sistem Pengkondisi Udara pada Gedung Perkantoran



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

MERCU BUANA

Nama : Sri Widodo
Nim : 41310110015

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2015**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sri Widodo
Nim : 4131 011 0015
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Laporan : Evaluasi Sistem Pengkondisi Udara pada Gedung
Perkantoran

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah murni hasil karya saya, apabila saya mengutip hasil karya orang lain, maka saya mencantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya, apabila kemudian ditemukan penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Jakarta, 16 Agustus 2015

Yang membuat pernyataan,



Sri Widodo

(4131 011 0015)

LEMBAR PENGESAHAN UNIVERSISTAS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kurikulum Sarjana Strata Satu (S-1)

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Mercu Buana

Dengan judul:

Evaluasi Sistem Pengkondisi Udara pada Gedung Perkantoran

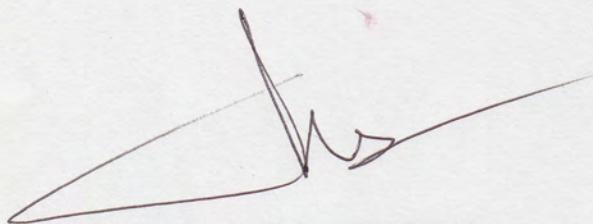
Disusun oleh :

SRI WIDODO

4131 011 0015

Laporan ini telah disetujui dan disahkan oleh :

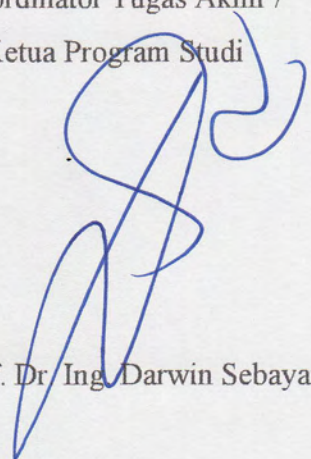
Pembimbing,



(Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi)

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir /
Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Ing. Darwin Sebayang)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya atas rahmat dan hidayah - Nya Tugas Akhir ini dapat tersusun hingga selesai.

Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Sistem Pengkondisi Udara pada Gedung Perkantoran” disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata 1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini selesai berkat bantuan moril maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Chandrasa S. selaku Pembimbing dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Prof. Dr. Ing. Darwin Sebayang selaku Kepala Program Studi Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Imam Hidayat ST. MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak, Ibu, Kakak serta Adikku yang selalu memberikan dorongan dan motivasi baik secara moral maupun material dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Sdr. Gathot, Suji, mas Yadi dan semua teman – teman PKK Teknik Mesin angkatan 17 yang selalu memberikan dukungan, motivasi serta bantuan secara langsung dan tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Andrew Sunaryo MBA. selaku *Executive Director* PT. Seltech Utama yang telah mengizinkan dilakukannya penelitian sebagai bahan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Ir. Liliani selaku *Product & Project Manager* PT. Seltech Utama yang telah memberikan kesempatan bertanya serta arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Sri Astuti, yang selalu memberikan dukungan moril kepada penulis serta semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis akan menerima saran dan kritik dengan senang hati. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu dan teknologi.



Jakarta, 16 Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN UNIVERSISTAS	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Metode Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Pengertian Umum	7
2.2. Thermal Comfort Zone	8
2.3. Faktor Kenyamanan Termal.....	10
2.4. Peralatan Tata Udara.....	15
2.5. Perpindahan Panas	21
2.5.1 Konduksi	22
2.5.2 Konveksi	23
2.5.3 Radiasi.....	24
2.5.4 Koefisien Perpindahan Panas.....	25
2.6. Psikometri	26
2.6.1 Definisi Udara.....	27

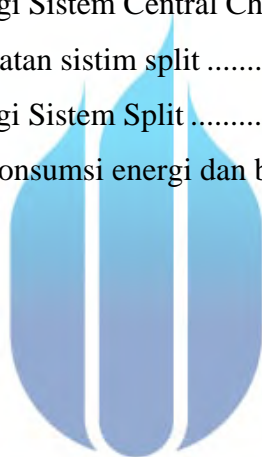
2.6.2	Kelembaban udara.....	28
2.7.	Beban Pendinginan	29
2.7.1	Beban Pendinginan Luar (External).....	31
2.7.2	Beban Pendinginan Dalam (Internal).....	33
2.7.3	Beban Pendinginan Ventilasi dan Infiltrasi.....	35
2.8.	Ducting.....	36
2.9.	Metode Perhitungan Ducting	36
2.10.	Aliran Fluida dalam Ducting.....	37
2.9.1.	Persamaan Kontinuitas Aliran	38
2.9.1.	Hukum Bernouli.....	39
2.9.2.	Kerugian akibat Gesekan	39
2.9.3.	Kerugian akibat <i>Fitting</i>	41
2.9.4.	Daya Fan	42
BAB III	METODOLOGI	44
3.1.	Diagram Alir Penelitian	45
3.2.	Data Teknis Gedung.....	46
3.2.1.	FCU 1-1 dan 2-1 (Area Gudang)	48
3.2.2.	FCU 1-2 (Ruang <i>Accounting</i>)	49
3.2.3.	FCU 1-3 (Area <i>Lobby</i>)	49
3.2.4.	FCU 1-4 (Ruang <i>Marketing Lt. 1</i>)	50
3.2.5.	FCU 2-2, 2-3 (Ruang <i>Training</i>)	51
3.2.6.	FCU 2-4 (Ruang <i>Finance</i>)	52
3.2.7.	FCU 2-5, 2-6 (Area <i>Lobby Lt. 2</i>)	53
3.2.8.	FCU 2-7 (Ruang Teknisi)	53
3.2.9.	FCU 2-8 (Ruang <i>Marketing Lt. 2</i>)	54
3.2.10.	FCU 2.9 (Ruang Direktur& Ruang Meeting)	55
3.3.	Koefisien Perpindahan Panas Transmisi	56
3.4.	Jenis Dinding dan Pengelompokan Zona.....	57
3.5.	Penyesuain tabel CLTD/SCL.....	58
BAB IV	PERHITUNGAN RANCANGAN PENGKONDISI UDARA	60
4.1.	Perhitungan Beban Pendinginan	61
4.1.1.	Beban FCU 1-1, Area Gudang	62
4.1.2.	Beban FCU 1-2, Ruang <i>Accounting Lt.1</i>	67

4.1.3.	Beban FCU 1-3, Area Lobby Lt. 1.....	68
4.1.4.	Beban FCU 1-4, Ruang Marketing Lt.1.....	69
4.1.5.	Beban FCU 2-1, Gudang Lt. 2.....	70
4.1.6.	Beban FCU 2-2, 2-3 (Ruang Training).....	71
4.1.7.	Beban FCU 2-4 (Ruang Finance).....	72
4.1.8.	Beban FCU 2-5, 2-6 (Area Lobby Lt. 2).....	73
4.1.9.	Beban FCU 2-7 (Ruang Teknisi).....	74
4.1.10.	Beban FCU 2-8 (Ruang Marketing).....	75
4.1.11.	Beban FCU 2-9 (Ruang Direktur).....	76
4.1.12.	Beban Total Chiller.....	78
4.2.	Analisa Psikometri.....	78
4.3.	Perhitungan Ducting.....	83
4.3.1.	Perhitungan Ducting FCU 1-2.....	84
4.3.2.	Perhitungan Ducting FCU 1-3.....	89
4.3.3.	Perhitungan Ducting FCU 1-4.....	90
4.3.4.	Perhitungan Ducting FCU 2-2, 2-3 (Typical).....	92
4.3.5.	Perhitungan Ducting FCU 2-4.....	92
4.3.6.	Perhitungan Ducting FCU 2-5, 2-6 (Typical).....	93
4.3.7.	Perhitungan Ducting FCU 2-7.....	94
4.3.8.	Perhitungan Ducting FCU 2-8.....	95
4.3.9.	Perhitungan Ducting FCU 2-9.....	96
4.4.	Perhitungan Daya Fan.....	97
4.5.	Biaya Operasi.....	99
4.6.	Optimasi Pengkondisi Udara menggunakan Sistem Split.....	101
BAB V PENUTUP.....		104
2.11.	Simpulan.....	104
2.12.	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....		106

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kecepatan udara terhadap temperatur udara kering.....	11
Tabel 2. 2. Laju pertambahan panas dari penghuni dalam ruangan.....	13
Tabel 2. 3. Besarnya metabolisme untuk berbagai aktifitas.....	14
Tabel 2. 4. Isolasi Thermal untuk berbagai jenis pakaian.....	15
Tabel 2. 5. Konduktivitas thermal material.....	23
Tabel 2. 6. Nilai Koefisien untuk Elbow persegi.....	41
Tabel 2. 7. Nilai Koefisien untuk Elbow bulat.....	42
Tabel 3. 1. Data FCU terpasang.....	48
Tabel 3. 2. Perhitungan nilai tahanan dinding bata.....	56
Tabel 3. 3. Perhitungan nilai tahanan lantai.....	57
Tabel 3. 4. Perhitungan nilai tahanan dan <i>U-Factor</i> kaca.....	57
Tabel 3. 5. Penyesuaian arah mata angin.....	58
Tabel 4. 1. Penentuan beban puncak harian.....	62
Tabel 4. 2. Perhitungan beban pendinginan FCU 1-1.....	66
Tabel 4. 3. Perhitungan beban pendinginan FCU 1-2.....	67
Tabel 4. 4. Perhitungan beban pendinginan FCU 1-3.....	68
Tabel 4. 5. Perhitungan beban pendinginan FCU 1-4.....	69
Tabel 4. 6. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-1.....	70
Tabel 4. 7. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-2, 2-3.....	71
Tabel 4. 8. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-4.....	72
Tabel 4. 9. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-5, 2-6.....	73
Tabel 4. 10. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-7.....	74
Tabel 4. 11. Perhitungan beban pendinginan FCU 2-8.....	75
Tabel 4. 12. Perhitungan beban pendinginan ruang meeting direktur.....	76
Tabel 4. 13. Perhitungan beban pendinginan ruang direktur & beban total FCU 2-9.....	77
Tabel 4. 14. Perhitungan beban total Chiller.....	78
Tabel 4. 15. Perhitungan aliran udara tiap FCU.....	82
Tabel 4. 16. Perbandingan kapasitas unit.....	82
Tabel 4. 17. Hasil perhitungan diameter hidrolis.....	87

Tabel 4. 18 Hasil perhitungan Ducting FCU 1-2	89
Tabel 4. 19 Hasil perhitungan Ducting FCU 1-3	90
Tabel 4. 20 Hasil perhitungan Ducting FCU 1-4	91
Tabel 4. 21 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-2,2-3.....	92
Tabel 4. 22 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-4	93
Tabel 4. 23 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-5, 2-6.....	94
Tabel 4. 24 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-7	94
Tabel 4. 25 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-8	95
Tabel 4. 26 Hasil perhitungan Ducting FCU 2-9	97
Tabel 4. 27 Hasil perhitungan Daya tiap FCU.....	98
Tabel 4. 28 Konsumsi Energi Sistem Central Chiller	100
Tabel 4. 29 Pemilihan peralatan sistim split	101
Tabel 4. 30 Konsumsi Energi Sistem Split.....	102
Tabel 4. 31 Perbandingan konsumsi energi dan biaya operasi	103



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pemetaan Thermal Comfort Zone pada Psikometri	10
Gambar 2. 2 Hubungan kecepatan udara terhadap kenaikan temperatur.....	12
Gambar 2. 3 Water Cooled Screw Chiller	16
Gambar 2. 4 . Air Cooled Reciprocating Chiller	17
Gambar 2. 5 Pompa Sentrifugal dan Aksesorisnya.....	18
Gambar 2. 6 Ducted Fan Coil Unit	19
Gambar 2. 7 Cassette Fan Coil Unit.....	19
Gambar 2. 8 Air Handling Unit	20
Gambar 2. 8 Cooling Tower	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 3. 2 Skematik Instalasi <i>Chiller & Fan Coil Unit</i>	47
Gambar 3. 3 Skematik ducting FCU 1-2 (Ruang Accounting).....	49
Gambar 3. 4 Skematik ducting FCU 1-3 (Area <i>Lobby</i>)	50
Gambar 3. 5 Skematik ducting FCU 1-4 (Ruang <i>Marketing</i>).....	51
Gambar 3. 6 Skematik ducting FCU 2-2, 2-3 (Ruang <i>Training</i>)	52
Gambar 3. 7 Skematik ducting FCU 2-4 (Ruang <i>Accounting</i>)	52
Gambar 3. 8 Skematik ducting FCU 2-5, 2-6 (Area <i>Lobby</i> Lt. 2).....	53
Gambar 3. 9 Skematik ducting FCU 2-7 (Ruang Teknisi).....	54
Gambar 3. 10 Skematik ducting FCU 2-7 (Ruang <i>Marketing</i> Lt. 2)	54
Gambar 3. 11 Skematik ducting FCU 2-7 (Ruang <i>Direktur</i>).....	55
Gambar 4. 1 Analisa Kondisi udara pada diagram Psikometri	79
Gambar 4. 2 Skema pendinginan dalam ruangan.....	80
Gambar 4. 2 Bagan perbandingan kapasitas pendinginan	83
Gambar 4. 4 <i>Friction Chart FCU 1-2</i>	86
Gambar 4. 5 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 1-2</i>	89
Gambar 4. 6 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 1-3</i>	90
Gambar 4. 7 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 1-4</i>	91

Gambar 4. 8 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-2, 2-3</i>	92
Gambar 4. 9 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-4</i>	93
Gambar 4. 10 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-5, 2-6</i>	94
Gambar 4. 11 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-7</i>	95
Gambar 4. 12 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-8</i>	96
Gambar 4. 13 Skematik hasil perhitungan ducting <i>FCU 2-9</i>	97
Gambar 4. 14 Bagan hasil perhitungan Daya <i>FCU</i>	99



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	:	Layout <i>FCU</i> lantai 1
Lampiran 2	:	Layout <i>FCU</i> lantai 2
Lampiran 3	:	Tabel Properti Udara Campuran
Lampiran 4	:	Tabel Properti Termodinamik Uap Air
Lampiran 5	:	Tabel CLTD untuk berbagai jenis dinding
Lampiran 6	:	Tabel SCL untuk berbagai jenis zona
Lampiran 7	:	Tabel hasil perhitungan dimensi ducting
Lampiran 8	:	Tarif Dasar Listrik

