

TUGAS AKHIR
ANALISA ULANG BEBAN PENDINGINAN LANTAI 10,11,12,DAN PADA
GEDUNG X

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



Nama : Anggi Pratama

NIM : 41311120004

Jurusan : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA 2014

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Anggi Pratama

NIM : 41311120004

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Ulang Beban Pendingin Lantai 10,11,12, dan 13 pada Gedung X.

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 dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis,



Anggi Pratama

LEMBARAN PENGESAHAN

**ULANG BEBAN PENDINGINAN LANTAI 10,11,12, DAN 13
PADA GEDUNG X**

Dibuat Oleh :

Nama : Anggi Pratama

NIM : 41311120004

Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing

UNIVERSITAS

(Prof.Dr.Ir. Gimbal Doloksaribu)
MERCU BUANA

Mengetahui

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Progam studi



(Prof.Dr.Ir. Gimbal Doloksaribu)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat 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 ” **Analisa Ulang Beban pendinginan Lantai 10,11,12, dan 13 Pada Gedung X.** 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 :

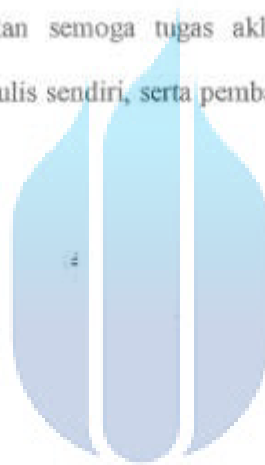
1. Bapak Arisetyanto Nugroho. Dr, MM, Ir. Selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Bapak Dana Santoso M. Eng, Sc, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.
3. Bapak Gimbal Doloksaribu. Prof, Dr, Ir. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin/ koordinator Tugas Akhir serta pembimbing yang membantu dan mengarahkan penulis selama menyusun tugas akhir.
4. 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.
5. Ayahanda dan Ibunda, serta segenap anggota keluarga yang telah memberikan dorongan, semangat, motivasi dan doa yang mengiringi setiap langkah, serta dukungan moril maupun materil dalam penyusunan

dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Seluruh rekan-rekan yang membantu, rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana 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.



Jakarta, Januari 2014

Penulis,



Anggi Pratama

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

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 Tujuan Penulisan | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Metode Penelitian..... | 3 |
| | |
| 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..... | 10 |
| 2.4 Teori Kenyamanan | 12 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.4.1 | Temperatur Udara Kering | 13 |
| 2.4.2 | Kelembaban Udara Relatif | 13 |
| 2.4.3 | Kecepatan Aliran Udara | 14 |
| 2.4.4 | Radiasi Permukaan Yang Panas | 14 |
| 2.4.5 | Aktifitas Orang | 15 |
| 2.4.6 | Pakaian Yang Dipakai | 15 |
| 2.5 | Dasar-dasar Psikometrik | 17 |
| 2.5.1 | Komposisi Udara | 17 |
| 2.5.2 | Diagram Psikometri Dan Sifat Udara Basah | 17 |
| 2.6 | Penggolongan Sistem Pengkondisian Udara | 20 |
| 2.6.1 | Sistim Udara Penuh..... | 20 |
| 2.6.2 | Sistim Air Udara | 24 |
| 2.6.3 | Sistem Air Penuh | 26 |
| 2.7 | Kecepatan Aliran Udara | 27 |
| 2.8 | Prinsip Perhitungan dan Penaksiran Beban Pendingan..... | 28 |
| 2.8.1 | Kondisi Dasar | 28 |
| 2.8.2 | Kondisi udara dalam dan di luar ruang | 30 |
| 2.8.3 | Beban Kalor Sensibel Daerah Parimeter (tepi)..... | 33 |
| 2.8.4 | Beban Kalor Laten Daerah Parimeter (tepi) | 36 |
| 2.8.5 | Beban Kalor Sensibel Daerah Interior | 37 |
| 2.8.6 | Beban Kalor Laten Daerah Interior..... | 38 |
| 2.8.7 | Beban Kalor Sensibel Mesin | 39 |
| 2.8.8 | Beban Kalor Laten Mesin..... | 40 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.9 | Komponen Pedingin | 41 |
| 2.9.1 | Komponen Utama | 41 |
| 2.9.2 | Komponen Tambahan | 44 |
| 2.10 | Refrigerant | 48 |
| 2.11 | Faktor Perhitungan Beban pendingin | 50 |
| 2.11.1 | Faktor Aspek Fisik | 51 |
| 2.11.2 | Faktor Jenis Beban | 52 |
| 2.11.3 | Sumber Beban Pedingin | 53 |
| 2.12 | Aplikasi Sistem Pengkondisian Udara Pada Gedung | 54 |
| 2.12.1 | Gedung Kantor | 54 |
| 2.12.2 | Hotel | 54 |
| 2.12.3 | Rumah Sakit | 55 |
| 2.12.4 | Toko Serba Ada Dan Pusat Pertokoan | 56 |
| 2.12.5 | Gedung Bioskop, Pertemuan Umum, Mesjid Gereja Dan sebagainya | 56 |
| 2.12.6 | Industri | 57 |
| 2.12.7 | Tempat Tinggal | 57 |
| BAB III | METODE PENGAMBILAN DATA | 58 |
| 3.1 | Metode Peneliti | 58 |
| 3.2 | Waktu Dan Tempat Penelitian | 60 |
| 3.3 | Alat yang Digunakan Dalam Pengambilan Data | 60 |
| 3.4 | Data-data Penelitian Di Lapangan | 61 |
| BAB V | ANALISA DAN PEMBAHASAN | 66 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Analisa Data Perhitungan Beban Pendingin | 66 |
| 4.1.1 Nama Gedung | 66 |
| 4.1.2 Data Gedung | 66 |
| 4.1.3 Beban Kalor Sensibel daerah Parimeter (Tepi) | 69 |
| 4.1.4 Beban Kalor Laten Daerah Parimeter (Tepi) | 74 |
| 4.1.5 Beban Kalor Sensibel Daerah Interior | 75 |
| 4.1.6 Beban Kalor Laten Daerah Interior | 80 |
| 4.1.7 Beban Kalor Sensibel Mesin | 81 |
| 4.1.8 Beban Kalor Laten Mesin | 82 |
| 4.1.9 Total Beban Pendinginan Pada lantai 10,11,12, dan 13 pada gedung X (Gedung Manggala Wanabakti Blok I)..... | 84 |
| 4.2 Pembahasan Hasil Perhitungan dengan Data Awal | 85 |
| BAB V PENUTUP | 88 |
| 5.1 Kesimpulan | 88 |
| 5.2 Saran-saran..... | 89 |

Daftar Pustaka

Lampiran-lampiran

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Prinsip Pendinginan Dan Penyejukan Ruangan | 5 |
| Tabel 2.2 Harga Koefisien Konveksi | 8 |
| Tabel 2.2.1 Kecepatan Udara Dan Kesejukan | 14 |
| Tabel 2.2.2 Isolasi Thermal Untuk Beberapa Jenis Pakaian | 15 |
| Tabel 2.3 Jenis dan Penggunaan Refrigerant | 48 |
| Tabel 3.1 Data Kapasitas Mesin Air Handling Unit (AHU) yang terpasang | 64 |
| Tabel 3.2 Kondisi Perancangan | 67 |
| Tabel 3.3 Temperatur Udara Luar Sesaat dan Jumlah Radiasi Matahari Sepanjang Hari | 68 |
| Tabel 3.4 Data Peralatan | 79 |
| Tabel 3.5 Data lampu penerangan | 79 |
| Tabel 3.6 Jumlah beban pendinginan | 83 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Prinsip Refrigerasi | 7 |
| Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konduksi | 8 |
| Gambar 2.3 Siklus Pendingin | 12 |
| Gambar 2.4 Grafik siklus carnot | 13 |
| Gambar 2.5 Sistem Udara Penuh | 21 |
| Gambar 2.6 Unit Volume Udara Variable | 23 |
| Gambar 2.7 Sistem dua saluran | 24 |
| Gambar 2.8 Sistem Air Udara | 27 |
| Gambar 2.9 Perhitungan Beban Pendinginan | 29 |
| Gambar 2.10 Ukuran Lantai | 30 |
| Gambar 2.11 Tinggi Bangunan | 30 |
| Gambar 2.12 Radiasi matahari | 32 |
| Gambar 2.13 Ketinggian Matahari dan Azimuth | 34 |
| Gambar 2.14 Kompresor | 42 |
| Gambar 2.15 Kondensor | 43 |
| Gambar 2.16 Evaporator | 44 |
| Gambar 2.17 Katup Ekspansi | 45 |
| Gambar 2.18 Filter Drier | 46 |
| Gambar 2.19 Thermostat | 47 |
| Gambar 2.20 Liquid Receiver | 48 |
| Gambar 2.21 Sight Glass | 48 |

Gambar 2.22 Pressurestat

49

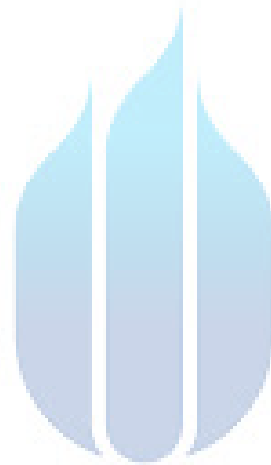
Gambar 3.1 Thermometer Udara

60

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 | Koefisien Konveksi | $(W/m^2 \text{ } ^{\circ}C)$ |
| 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 | $(kJ/ m^2 \text{ jam}^{\circ}C)$ |
| \dot{m} | Laju aliran massa refrigerant | (kg/s) |

| | | |
|-----------------|--|--|
| P | Permeabilitas atmosferik (0,6 - 0,75 pada hari yang cerah) | |
| Δt | Perubahan temperatur harian | ($^{\circ}\text{C}$) |
| 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_{τ} | Tahanan total | ($\text{m}^2 \text{ jam } ^{\circ}\text{C} / \text{kJ}$) |
| R_{si} | Tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan dalam dinding | ($\text{m}^2 \text{ jam } ^{\circ}\text{C} / \text{kJ}$) |
| R_{so} | Tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan luar dinding | ($\text{m}^2 \text{ jam } ^{\circ}\text{C} / \text{kJ}$) |
| t | Temperatur bola kering | ($^{\circ}\text{C}$) |
| t' | Temperatur bola basah | ($^{\circ}\text{C}$) |
| t_f | Suhu Fluida | ($^{\circ}\text{C}$) |
| t_o | Temperatur udara luar sesaat | ($^{\circ}\text{C}$) |
| t_o rancangan | Temperatur udara luar untuk perancangan | ($^{\circ}\text{C}$) |
| t_s | Suhu Permukaan | ($^{\circ}\text{C}$) |
| 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) | |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA