

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN BEBAN PENDINGIN UNTUK RUANG KANTOR-2 LANTAI 26 PADA GEDUNG WISMA 77 TOWER-2

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



Disusun Oleh:

Nama : Windi Oktavandi
NIM : 41307120052
Program Studi : Teknik Mesin

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2012**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Windi Oktavandi
N.I.M : 41307120052
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Perancangan Beban Pendingin Untuk Ruang Kantor-2
Lantai 26 Pada Gedung Wisma 77 Tower-2

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

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

Penulis,

(Windi Oktavandi)

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan Beban Pendingin Untuk Ruang Kantor-2 Lantai 26 Pada Gedung Wisma 77 Tower-2

Disusun Oleh :

Nama : Windi Oktavandi
NIM : 41307120052
Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing,



(Ir. Yuriadi, M.Eng)

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



(Dr. Abdul Hamid, M.Eng)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat dengan baik menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) difakultas teknik mesin di Universitas Mercu Buana.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, terutama:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat, terutama nikmat sehat yang tiada harganya.
2. Orang tua dan keluarga saya, yang selalu memberikan dukungan dan do'anya.
3. Bapak Ir. Yuriadi, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan, waktu dan ilmu yang sangat bermanfaat dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Abdul Hamid, M.Eng selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama kegiatan perkuliahan.
6. Rekan-rekan Engineer divisi Mekanikal di PT.ARKONIN yang telah membantu dan memberikan bimbingan dalam mempelajari data-data untuk penulisan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman mahasiswa khususnya Teknik Mesin angkatan 12 yang selalu memberikan dukungan dalam menyusun penulisan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu saya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini memiliki banyak kekurangan yang perlu ditambahkan dalam penyusunannya, oleh sebab itu segala saran dan kritik merupakan suatu pelengkap dari sebuah kekurangan.

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, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| Lembar Pernyataan..... | i |
| Lembar Pengesahan..... | ii |
| Abstrak..... | iii |
| Kata Pengantar | iv |
| Daftar Isi..... | vi |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar..... | xi |
| Notasi..... | xiii |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Perancangan..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Perancangan..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Perancangan..... | 3 |
| 1.5 Metode Perancangan..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| | |
| BAB II. TEORI DASAR SISTEM PENGKONDISIAN UDARA..... | 5 |
| 2.1 Pengantar Sistem..... | 5 |
| 2.2 Prinsip Kerja Penyegar Udara..... | 5 |
| 2.3 Lingkaran Pendingin..... | 6 |
| 2.4 Komponen Utama Penyegar Udara..... | 7 |
| 2.4.1 Kompresor..... | 7 |
| 2.4.1.1 Kompresor positif..... | 8 |
| 2.4.1.2 Kompresor Non Positif..... | 11 |
| 2.4.1.3 Menurut Konstruksinya..... | 11 |
| 2.4.2 Kondensor..... | 13 |
| 2.4.2.1 Kondensor dengan pendinginan udara..... | 13 |
| 2.4.2.2 Kondensor dengan pendinginan air..... | 14 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.4.2.3 | Kondensor dengan pendinginan campuran.... | 15 |
| 2.4.3 | Jenis- jenis Kondensor..... | 15 |
| 2.4.3.1 | Jenis Tabung dan Pipa Horizontal..... | 15 |
| 2.4.3.2 | Jenis Tabung dan Koil..... | 16 |
| 2.4.3.3 | Jenis Pipa Ganda..... | 17 |
| 2.4.4 | Evaporator..... | 18 |
| 2.4.4.1 | Berdasarkan Konstruksinya..... | 19 |
| 2.4.4.1.1 | Evaporator Tabung dan Koil..... | 19 |
| 2.4.4.1.2 | Finned Evaporator..... | 20 |
| 2.4.4.1.3 | Plate Surface Evaporator..... | 20 |
| 2.4.4.1.4 | Evaporator Tabung dan Pipa..... | 20 |
| 2.4.4.2 | Berdasarkan Cara Kerja..... | 21 |
| 2.4.4.2.1 | Sistem Ekspansi Langsung..... | 21 |
| 2.4.4.2.2 | Sistem Ekspansi Tidak Langsung.. | 21 |
| 2.4.4.3 | Keadaan Refrigerant Yang Ada Di dalamnya..... | 22 |
| 2.4.4.3.1 | Evaporator Jenis Ekspansi Kering. | 22 |
| 2.4.4.3.2 | Evaporator Jenis Basah..... | 22 |
| 2.4.5 | Katup Ekspansi..... | 23 |
| 2.4.5.1 | Katup Ekspansi Manual..... | 23 |
| 2.4.5.2 | Katup Ekspansi Tekanan Konstan..... | 24 |
| 2.4.5.3 | Katup Ekspansi Termostatik..... | 24 |
| 2.4.5.4 | Katup Ekspansi Otomatis..... | 26 |
| 2.4.5.5 | Pipa Kapiler..... | 26 |
| 2.4.6 | Sistem Distribusi Udara..... | 28 |
| 2.4.7 | Rancangan Saluran Udara..... | 28 |
| 2.4.8 | Bentuk Penampang Saluran udara..... | 28 |
| 2.4.9 | Bahan Saluran Udara..... | 28 |
| 2.4.10 | Isolasi Saluran Udara..... | 29 |
| 2.4.11 | Kecepatan Aliran Udara..... | 30 |
| 2.4.12 | Sistem Saluran Udara..... | 30 |
| 2.4.13 | Menentukan Ukuran Saluran Udara..... | 31 |

| | | |
|---------------------------|---|----|
| 2.4.14 | Lubang Keluar..... | 33 |
| 2.4.14.1 | Lubang Keluar Aliran Aksial..... | 33 |
| 2.4.14.2 | Lubang Keluar Aliran Radial..... | 35 |
| 2.4.14.3 | Lubang Hisap..... | 36 |
| | | |
| BAB III. PERHITUNGAN..... | | 37 |
| 3.1 | Beban Pendingin Ruangan..... | 37 |
| 3.2 | Teori Dasar Perhitungan Beban Pendingin..... | 39 |
| 3.2.1 | Luas Ruangan dan Volume Ruangan..... | 39 |
| 3.2.2 | Nama Bulan Perancangan..... | 40 |
| 3.2.3 | Kalor Sensibel Daerah Perimeter (Tepi)..... | 44 |
| 3.2.4 | Beban Transmisi Kalor Melalui Jendela..... | 45 |
| 3.2.5 | Infiltrasi Beban Kalor Sensibel..... | 45 |
| 3.2.6 | Beban Transmisi Kalor Melalui Dinding atau Atap.. | 46 |
| 3.2.7 | Beban Kalor Tersimpan Dari Ruangan..... | 46 |
| 3.8.8 | Beban Kalor Laten Daerah Perimeter (Tepi)..... | 47 |
| 3.8.9 | Beban Kalor Sensibel Daerah Interior..... | 47 |
| 3.8.10 | Beban Kalor Sensibel Mesin..... | 49 |
| 3.8.11 | Beban Kalor Sensibel Ruangan Total..... | 50 |
| 3.8.12 | Kenaikan Beban Oleh Kebocoran Saluran Udara..... | 50 |
| 3.8.13 | Beban Kalor Laten Mesin..... | 50 |
| 3.8.14 | Beban Kalor Laten Ruangan Total..... | 51 |
| 3.8.15 | Jumlah Udara Yang Diperlukan Untuk Perbandingan..... | 51 |
| 3.3 | Identifikasi Masalah..... | 52 |
| 3.4 | Diagram Perhitungan Beban Pendingin..... | 53 |
| 3.5 | Teori Perhitungan Beban Pendingin..... | 54 |
| 3.6 | Pengumpulan Data..... | 55 |
| 3.7 | Beban Kalor Sensibel Daerah Perimeter (Tepi)..... | 62 |
| 3.7.1 | Beban Transmisi Kalor Melalui Kaca..... | 62 |
| 3.7.2 | Infiltrasi Beban Kalor Sensibel..... | 66 |
| 3.7.3 | Beban Transmisi Kalor Melalui Atap..... | 67 |

| | | |
|-----------------------------------|--|----|
| 3.7.4 | Beban Kalor Tersimpan..... | 69 |
| 3.8 | Beban Kalor Laten Daerah Perimeter (Tepi)..... | 69 |
| 3.9 | Beban Kalor Sensibel Daerah Interior..... | 69 |
| 3.10 | Beban Kalor Laten Daerah Interior..... | 70 |
| 3.11 | Jumlah Beban Ruangan..... | 70 |
| BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 72 |
| 4.1 | Kesimpulan..... | 72 |
| 4.2 | Saran..... | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 74 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|------------|---|
| Tabel 3.1 | Nama Bulan Perancangan (Terpanas).....40 |
| Tabel 3.2 | Kondisi Udara Dalam Ruang.....40 |
| Tabel 3.3 | Kondisi Udara Luar Ruang41 |
| Tabel 3.4 | Temperatur Udara Luar Sesaat.....41 |
| Tabel 3.5 | Radiasi Panas Matahari Sesaat Untuk Perancangan.....42 |
| Tabel 3.6 | Nilai τ berdasarkan waktu44 |
| Tabel 3.7 | Nama Bulan Perancangan (Terpanas).....56 |
| Tabel 3.8 | Kondisi Perancangan Udara Dalam57 |
| Tabel 3.9 | Kondisi Perancangan Udara Luar57 |
| Tabel 3.10 | Temperatur Udara Luar Sesaat.....58 |
| Tabel 3.11 | Radiasi Panas Matahari Sesaat Untuk Perancangan.....59 |
| Tabel 3.12 | Radiasi Matahari Total.....62 |
| Tabel 3.13 | Faktor transmisi dari jendela64 |
| Tabel 3.14 | Jumlah Penggantian.....66 |
| Tabel 3.15 | Udara luar masuk ruangan penyegaran66 |
| Tabel 3.16 | Hambatan Kalor Permukaan.....67 |
| Tabel 3.17 | Koefisien transmisi kalor dan kapasitas kalor atap.....67 |
| Tabel 3.18 | Tahanan kalor dan kapasitas kalor dari bahan bangunan68 |
| Tabel 3.19 | Jumlah kalor sensibel,kalor laten dari orang dan faktor kelompok.....69 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|-------------|---|
| Gambar 2.1 | Konstruksi kompresor torak.....8 |
| Gambar 2.2 | Mekanisme kompresor putar.....9 |
| Gambar 2.3 | Konstruksi kompresor sekrup..... 10 |
| Gambar 2.4 | Mekanisme kompresor sekrup..... 10 |
| Gambar 2.5 | Kondensor dengan koil bersirip plat..... 14 |
| Gambar 2.6 | Kondensor pendingin campuran..... 15 |
| Gambar 2.7 | Kondensor tabung dan pipa..... 16 |
| Gambar 2.8 | Kondensor tabung dan koil..... 17 |
| Gambar 2.9 | Kondensor koil pipa ganda..... 18 |
| Gambar 2.10 | Bare Tube Evaporator (Evaporator tabung dan koil)..... 19 |
| Gambar 2.11 | Shell Tube Evaporator (Evaporator pada tabung dan pipa)...20 |
| Gambar 2.12 | Evaporator jenis ekspansi tidak langsung (menggunakan Brine).....21 |
| Gambar 2.13 | Dry expansion coil.....22 |
| Gambar 2.14 | Evaporator jenis basah (Flooded coil)..... 23 |
| Gambar 2.15 | Katup ekspansi manual..... 24 |
| Gambar 2.16 | Katup ekspansi otomatis.....25 |
| Gambar 2.17 | Lubang keluar jenis nozzle..... 33 |
| Gambar 2.18 | Lubang keluar jenis punka..... 34 |
| Gambar 2.19 | Lubang keluar jenis sudu..... 34 |
| Gambar 2.20 | Lubang keluar jenis celah..... 35 |
| Gambar 2.21 | Lubang keluar jenis panci..... 35 |
| Gambar 2.21 | Diffuser langit-langit.....36 |
| Gambar 3.1 | Diagram perbedaan besarnya penambahan kalor dan beban pendinginan sesaat..... 39 |
| Gambar 3.2 | Luas ruangan dan volume ruangan..... 40 |
| Gambar 3.3 | Radiasi matahari langsung dan terpencar..... 42 |
| Gambar 3.4 | Ketinggian matahari dan azimuth..... 43 |
| Gambar 3.5 | Diagram perhitungan beban pendingin..... 53 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.6 | Denah lantai 26..... | 55 |
| Gambar 3.7 | Radiasi matahari terpencar..... | 61 |
| Gambar 3.8 | Denah dan tampak sisi utara ruang office-2 lantai 26..... | 63 |
| Gambar 3.9 | Tampak sisi timur ruang office-2 lantai 26..... | 64 |
| Gambar 3.10 | Denah ruang office-2 sisi selatan lantai 26..... | 65 |

NOTASI

| Simbol | Besaran | Satuan |
|-----------------|---|-----------------------------|
| A | Luas | (m ²) |
| E _{td} | Equivalent temperature difference | (°C) |
| f | Tekanan parsial uap air | (mmHg) |
| h | Ketinggian matahari | (°) |
| H _s | Beban kalor sensible ruangan | (kcal/jam) |
| i | Entalpi | (kkcal/kg') |
| J _h | Radiasi matahari langsung pada bidang horisontal | (kcal/m ² jam) |
| J _n | Radiasi matahari langsung pada bidang tegak lurus | (kcal/m ² jam) |
| J _v | Radiasi matahari langsung pada bidang vertical | (kcal/m ² jam) |
| K | Koefisien transmisi kalor | (kcal/m ² jam°C) |
| Q | Kalor | (kcal/jam) |
| Q _{ut} | Beban kalor sisi utara | (kcal/jam) |
| Q _{ti} | Beban kalor sisi timur | (kcal/jam) |
| Q _{se} | Beban kalor sisi selatan | (kcal/jam) |
| R | Tahanan transmisi kalor sisi dalam | (kcal/m ² jam°C) |
| R _{si} | Tahanan transmisi kalor dari permukaan Dalam | (kcal/m ² jam°C) |
| r | tahanan konduktivitas kalor | (kcal/m ² jam°C) |

| Simbol | Besaran | Satuan |
|------------------------|---|------------------------------|
| R _{so} | Tahanan transmisi kalor dari permukaan luar | (kcal/m ² jam°C) |
| dB | Dry Bulb | (°C) |
| wB | Wet Bulb | (°C) |
| RH | Kelembaban relative | (%) |
| t _o | Temperatur udara luar sesaat | (°C) |
| t _{o ruangan} | Temperatur udara luar untuk perancangan | (°C) |
| t _r | Temperatur udara ruangan | (°C) |
| t _s | Temperatur udara masuk ruangan | (°C) |
| Δt | Selisih temperatur luar dan dalam | (°C) |
| λ | Perbandingan kelembaban | (kg/kg _{ud} ,kg/kg) |