

**SIMULASI DISTRIBUSI UDARA DAN PERPINDAHAN PANAS RUANGAN
LANTAI DUA GEDUNG PT. JAYA KREASI INDONESIA**



**STEIVANI
NIM : 41321120013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024**

LAPORAN TUGAS AKHIR

SIMULASI DISTRIBUSI UDARA DAN PERPINDAHAN PANAS RUANGAN LANTAI DUA GEDUNG PT. JAYA KREASI INDONESIA



Disusun Oleh :
Nama : Steivani
NIM : 41321120013
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Steivani

NIM : 41321120013

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Tugas Akhir : Simulasi Distribusi Udara Dan Perpindahan Panas

Ruangan Lantai Dua Gedung PT. Jaya Kreasi Indonesia

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Dafit Feriyanto, Ph. D

NIDN : 0310029004

()

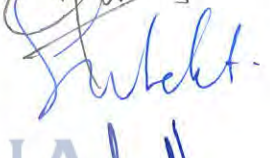
Penguji 1 : Dr. Nanang Ruhyat

NIDN : 0323027301

()

Penguji 2 : Subekti M. T.

NIDN : 0323117307

()

Penguji 3 : Dafit Feriyanto, Ph. D

NIDN : 0310029004

()

Jakarta, 29 Juni 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M. T

NIDN. 03070307202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Steivani

NIM : 41320110013

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Simulasi Distribusi Udara dan Perpindahan Panas Ruangan Lantai Dua Gedung PT. Jaya Kreasi Indonesia

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 29 Juni 2024



Steivani

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang sudah memberi berkat kesehatan serta hikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dengan judul **“Analisis Perpindahan Panas Ruangan Lantai Dua Gedung PT. Jaya Kreasi Indonesia”**. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam penyusunan, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik berupa moril maupun material pada saat dari masa mulai perkuliahan sampai pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Dafit Feriyanto, Ph. D selaku Dosen Pembimbing yang selalu meluangkan waktu dan pikiran untuk mengarahkan penulis selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.
6. Para dewan penguji yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan dalam penyempurnaan proposal ini.
7. Kedua orang tua saya yaitu, Alm. Bapak yang semasa hidupnya mendorong penulis untuk melanjutkan pendidikan sarjana dan Mama yang senantiasa mendukung dan memberikan doa kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan kelas karyawan Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta sama-sama berjuang untuk masa depan kita.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikannya dengan baik, namun apabila masih terdapat kekurangan dalam penulisan maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Atas perhatian dan kerjasama seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis ucapkan terima kasih.

Jakarta, 29 Juni 2024

Steivani



ABSTRAK

Sebagian besar populasi di berbagai belahan dunia telah merasakan dampak musim panas tahun 2023 memecahkan rekor suhu panas di seluruh dunia. Suhu rata-rata global mencapai puncak baru $17,23^{\circ}\text{C}$. Di Wilayah Jakarta suhu udara bisa mencapai 34 derajat celcius dengan kelembaban mencapai 60%. Salah satu dampak yang dialami terutama para pekerja di musim kemarau adalah merasa gerah ketika siang hari. Studi menunjukkan bahwa produktivitas tenaga kerja pekerja berketerampilan rendah menurun saat suhu udara melampaui ambang batas $26,2^{\circ}\text{C}$. Pada pedoman SNI 03-6572-2001 yang memuat tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung yang menjelaskan kriteria kenyamanan termal antara temperatur efektif $20,5^{\circ}\text{C} \sim 22,8^{\circ}\text{C}$ serta kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik. Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian pada gedung PT. Jaya Kreasi Indonesia dengan pengambilan data pada ruangan kerja pada Lantai Dua. Tujuan penulis pada penelitian ini untuk menghitung dan menganalisis beban pendingin yang mempengaruhi kenyamanan termal serta simulasi pendistribusian udara dengan metode CFD pada ruangan kerja tersebut.

Kata Kunci : Kenyamanan Termal, Beban Pendingin, Distribusi Udara.

ABSTRACT

Most of the population in various parts of the world have felt the impact of the summer of 2023, breaking hot temperature records throughout the world. The global average temperature reached a new peak of 17.23° C. In the Jakarta area, the air temperature can reach 34 degrees Celsius with humidity reaching 60 %. One of the impacts experienced by workers, especially during the dry season, is feeling hot during the day. Studies show that the labor productivity of low-skilled workers decreases when air temperatures exceed a threshold of 26.2 degrees Celsius. In the SNI 03-6572-2001 guidelines which contain procedures for designing ventilation and air conditioning systems in buildings which explain the criteria for thermal comfort between an effective temperature of 20.5°C ~ 22.8°C and the speed of air falling overhead must not be more than greater than 0.25 m/sec. In this research, the author conducted research at the PT building, Jaya Kreasi Indonesia by collecting data in the work room on the Second Floor. The author's aim in this research is to calculate and analyze the cooling load which affects thermal comfort as well as simulating air distribution using the CFD method in the work space.

Keywords : Thermal Comfort, Cooling Load, Air Distribution.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN.....	2
1.4 MANFAAT	2
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PERPINDAHAN PANAS	7
2.3 KENYAMANAN TERMAL PADA MANUSIA DAN LINGKUNGAN.....	8
2.4 PERPINDAHAN PANAS PADA BANGUNAN.....	9
2.5 PENGKONDISIAN UDARA	10
2.5.1 Beban Eksternal	11
2.5.2 Beban Internal.....	14
2.5.3 Kalor Total	16
2.6 PERHITUNGAN SISTEM REFRIGERASI.....	17
2.6.1 Diagram Mollier (P-h)	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 DIAGRAM ALIR.....	18
3.2 PENJELASAN DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	21

3.3 PENGUMPULAN DATA	22
3.3.1 Kondisi Lingkungan	22
3.3.2 Layout Lantai 2	23
3.3.3 Fungsi dan Luas Area	23
3.4 ALAT PENELITIAN	24
3.5 DATA RUANGAN	25
3.5.1 Dimensi Ruang Kerja Marketing	25
3.5.2 Dimensi Ruang Kerja Sales LLUMAR	26
3.6 STRUKTUR BANGUNAN	27
3.6.1 Dinding Luar	27
3.6.2 Partisi Dinding	28
3.6.3 Partisi Lantai	29
3.6.4 Partisi <i>Ceiling</i>	30
3.6.5 Partisi Kaca	31
3.6.6 Peralatan	31
3.6.7 Lampu	32
3.6.8 Penghuni	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 HASIL PENGUKURAN TEMPERATUR RUANGAN	33
4.1.1 Hasil Pengukuran Temperatur dan Kelembaban	33
4.2 RANCANGAN SISTEM TATA UDARA	34
4.3 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG MARKETING	35
4.3.1 Beban Transmisi Dinding Luar	35
4.4 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN INTERNAL RUANG MARKETING	39
4.4.1 Beban Kalor Melalui Partisi Kaca	40
4.4.2 Beban Kalor Melalui Partisi Dinding	40
4.4.3 Beban Kalor Melalui Partisi Lantai	41
4.4.4 Beban Kalor Melalui Partisi <i>Ceiling</i>	41
4.4.5 Beban Kalor Penghuni	41
4.4.6 Beban Kalor Penerangan	42
4.4.7 Beban Kalor Peralatan	42
4.4.8 Beban Ventilasi	43

4.4.9 Beban Infiltrasi	44
4.5 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN EKSTERNAL RUANG LLUMAR	45
4.5.1 Beban Kalor Melalui Kaca Luar	45
4.6 PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN INTERNAL RUANG LLUMAR	47
4.6.1 Beban Kalor Melalui Partisi Kaca	48
4.6.2 Beban Kalor Melalui Partisi Dinding	48
4.6.3 Beban Kalor Melalui Partisi Lantai	49
4.6.4 Beban Kalor Melalui Partisi Ceiling.....	49
4.6.5 Beban Kalor Penghuni	49
4.6.6 Beban Kalor Penerangan	50
4.6.7 Beban Kalor Peralatan	50
4.6.8 Beban Ventilasi	51
4.6.9 Beban Infiltrasi	52
4.7 HASIL PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN	53
4.7.1 Beban Total Pada Ruang Marketing	53
4.8 Analisis Psikometrik.....	56
4.9 Analisis Psikometrik.....	60
4.10 <i>Air Change Rate</i>	62
4.11 SIMULASI CFD RUANG MARKETING	64
4.11.1 Tahap Geometri.....	64
4.11.2 Tahap Meshing.....	65
4.11.3 Tahap <i>Setup</i>	65
4.11.4 Tahap Result.....	66
4.11.5 Aliran Udara Ruangan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 KESIMPULAN	70
5.2 SARAN	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3. 1 Kondisi Lingkungan Penelitian.....	22
Tabel 3. 2 Arah Mata Angin Disesuaikan Standar ASHRAE.....	22
Tabel 3. 3 Data Ruangan Ruang Kerja.....	24
Tabel 3. 4 Alat Penelitian	24
Tabel 3. 5 Dimensi Ruang Kerja Dept. Marketing.....	25
Tabel 3. 6 Dimensi Ruang Kerja Sales LLUMAR.....	26
Tabel 3. 7 Bahan Konstruksi Dinding Luar	27
Tabel 3. 8 Bahan Konstruksi Dinding Partisi.....	28
Tabel 3. 9 Bahan Konstruksi Lantai Partisi.....	29
Tabel 3. 10 Bahan Konstruksi Ceiling	30
Tabel 3. 11 Bahan Konstruksi Kaca Single Glass.....	31
Tabel 3. 12 Bahan Konstruksi Kaca Laminasi	31
Tabel 3. 13 Daya Peralatan Elektronik.....	31
Tabel 3. 14 Daya Peralatan Elektronik.....	32
Tabel 4. 1 Temperatur dan Kelembaban Ruang Kerja Departemen R. Marketing	33
Tabel 4. 2 Temperatur dan Kelembaban Ruang Kerja Sales Llummar	34
Tabel 4. 3 Nilai CLTD Dinding Luar	35
Tabel 4. 4 Nilai Penyesuaian Warna Dinding.....	36
Tabel 4. 5 Beban Transmisi Dinding Luar Ruang Marketing.....	37
Tabel 4. 6 Nilai CLTD Konduksi Kaca	37
Tabel 4. 7 Beban Transmisi Kaca Jendela.....	38
Tabel 4. 8 Nilai SHGF dan CLF pada Kaca Luar	39
Tabel 4. 9 Beban Radiasi Kaca Luar	39
Tabel 4. 10 Beban Kalor Konduksi Partisi Kaca.....	40
Tabel 4. 11 Beban Transmisi Partisi Dinding.....	40
Tabel 4. 12 Nilai CLTD Konduksi Kaca	45
Tabel 4. 13 Beban Transmisi Kaca Luar Ruang Sales LLUMAR	46
Tabel 4. 14 Nilai SHGF dan CLF pada Kaca Luar	47
Tabel 4. 15 Beban Radiasi Kaca Luar	47
Tabel 4. 16 Beban Transmisi Partisi Kaca	48

Tabel 4. 17 Beban Transmisi Partisi Dinding.....	48
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Beban Pendingin Ruang Marketing.....	53
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Beban Pendingin Ruang Sales Llumar	58
Tabel 4. 20 Parameter Boundary Condition Ruang Marketing.....	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konduksi Panas Melalui Dinding dengan Ketebalan (D_x) dan Luas Permukaan (A) (Çengel & Afshin J. Ghajar, 2015).....	7
Gambar 2. 2 Perpindahan Panas Melalui Permukaan Panas Ke Udara	8
Gambar 2. 3 Perpindahan Panas Antara Permukaan dan Permukaan yang Mengelilinginya (Çengel & Afshin J. Ghajar, 2015).....	8
Gambar 2. 4 Beban Pendinginan (Pita, 2002).....	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	18
Gambar 3.2 Diagram Alir Beban Pendinginan	19
Gambar 3.3 Diagram ANSYS	20
Gambar 3.4 Layout Lantai 2	23
Gambar 3.5 Layout Ruang Kerja Dept. Marketing.....	25
Gambar 3.6 Layout Ruang Kerja Dept. LLUMAR.....	26
Gambar 3.7 Ilustrasi Lapisan Dinding Luar.....	28
Gambar 3.8 Ilustrasi Lapisan Dinding Partisi	29
Gambar 3.9 Ilustrasi Lapisan Pada Lantai	30
Gambar 3.10 Ilustrasi Lapisan Pada Ceiling.....	30
Gambar 4.1 Model 3D Ruang Marketing Posisi Ke-1	64
Gambar 4.2 Model 3D Ruang Marketing Posisi Ke-2.....	64
Gambar 4.3 Meshing Posisi Awal Inlet dan Outlet	65
Gambar 4.4 Meshing Perubahan Posisi Inlet dan Outlet	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - <i>Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Calculations of Coefficients for Roof and Wall</i>	73
Lampiran 2 - <i>Thermal Properties of Typical Building and Insulating Materials</i> ...	74
Lampiran 3 – <i>Coefficients of Transmission (U) and Heat Capacities of Solid Masonry Walls</i>	75
Lampiran 4 – <i>Overall Coefficients of Heat Transmission (U-Factor) of Windows and Skylights, Btu/ (hr.ft².F)</i>	75
Lampiran 5 – <i>Persentase Total Solar Energy Rejected</i>	75
Lampiran 6 – <i>Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load From Sunlit Walls</i>	76
Lampiran 7 – <i>CLTD Correction for Latitude and Months Applied to Walls and Roofs, North Latitude</i>	76
Lampiran 8 – <i>Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/ (hr.ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes</i>	77
Lampiran 9 - <i>Cooling Load for Glass without Interior Shading, North Latitude</i> ..	78
Lampiran 10 - <i>Shading Coefficients for Glass Without or With Interior Shading by Venetian Blinds or Roller Shades</i>	79
Lampiran 11 – <i>Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors</i>	79
Lampiran 12 – <i>Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces</i>	80
Lampiran 13 – <i>Coefficients for Appliances and Certain Laboratory Equipment</i> ..	80
Lampiran 14 – <i>“a” Classification for Lights</i>	81
Lampiran 15 - <i>“b” Classification for Lights</i>	81
Lampiran 16 - <i>Cooling Load Factors when Lights Are on for 14 Hours</i>	82
Lampiran 17 – <i>Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone</i>	82