

**PERENCANAAN KEBUTUHAN TATA UDARA PADA GEDUNG  
PERKANTORAN 13 LANTAI DENGAN LUAS  
12.443 M<sup>2</sup> UNTUK KENYAMANAN  
TERMAL PENGHUNI**



RIZKI VERDIAN

NIM: 41322120044

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JANUARI 2025**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN KEBUTUHAN TATA UDARA PADA GEDUNG  
PERKANTORAN 13 LANTAI DENGAN LUAS  
12.443 M<sup>2</sup> UNTUK KENYAMANAN  
TERMAL PENGHUNI**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun oleh:

Nama : Rizki Verdian

NIM : 41322120044

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH**

**TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)**

**JANUARI 2025**


## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Verdian  
NIM : 41322120044  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Laporan Skripsi : Perencanaan Kebutuhan Tata Udara Pada Gedung Perkantoran 13 Lantai Dengan Luas 12.443 m<sup>2</sup> Untuk Kenyamanan Termal Penghuni

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


Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT. (  )

NIDN : 0323027301

Penguji 1 : Dr. Eng. Imam Hidayat, MT. (  )

NIDN : 0005087502

Penguji 2 : Swandya Eka Pratiwi, ST., M.Sc (  )

NIDN : 116910537

Jakarta, 25 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.  
NIDN. 0307037202



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.  
NIDN. 0005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rizki Verdian

NIM : 41322120044

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kebutuhan Tata Udara Pada Gedung Perkantoran 13 Lantai Dengan Luas 12.443 m<sup>2</sup> Untuk Kenyamanan Termal Penghuni

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

UNIVERSITAS Jakarta, 25 Januari 2025  
MERCU BUANA



(Rizki Verdian)

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada kehadiran *illahi rabbi*, atas Rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Sholawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu A'laihi Wasallam*, kepada keluarganya, sahabatnya, dan umatnya hingga akhir zaman. Aamiin.

Dalam proses pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan saran, bimbingan, dukungan, dan membantu dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir. Adapun pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sutarwanto dan Ibunda Lilis Wilia Rosmayanti yang tak pernah berhenti memberikan kasih sayang, motivasi dan juga doa.
2. Adik tercinta, Wendi Kurnia Farham yang telah memberi dukungan dan semangat.
3. Prof. Dr. Ir. Andi Ardiansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
4. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Dr.Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Dr. Nanang Ruhyat, ST., MT. sebagai dosen pembimbing yang bersedia Penulis dalam pelaksanaan tugas akhir dengan sabar dan tulus.
7. Segenap rekan kerja di PT. Meltech Consultindo Nusa yang telah memberikan dukungan dan juga masukan terhadap topik/materi tugas akhir.
8. Rekan-rekan Alumni Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung Angkatan 2015 yang telah memberi dukungan dan masukan bagi penulis.
9. Teman-teman Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana tahun Angkatan 2023 khususnya rekan-rekan RPL D3 yang telah memberikan dukungan dan motivasi.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran. Akhir kata, penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan bagi pembaca khususnya dalam bidang tata udara.

Jakarta, Januari 2025



Penulis

## ABSTRAK

Indonesia, sebagai negara beriklim tropis, membutuhkan sistem tata udara yang optimal untuk menciptakan kenyamanan termal pada bangunan, terutama gedung perkantoran. Kenyamanan termal yang tepat berperan penting dalam mendukung produktivitas dan kenyamanan penghuninya. Namun, sering kali perencanaan sistem tata udara tidak memenuhi standar yang berlaku karena fokus pada percepatan pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan kebutuhan sistem tata udara pada gedung 13 lantai, yang merupakan bangunan perkantoran baru dengan luas 12.443 m<sup>2</sup>. Perhitungan total beban pendinginan dilakukan menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) secara manual dan divalidasi menggunakan *software Hourly Analysis Program* (HAP). Validasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa selisih perhitungan tidak melebihi 10%, serta parameter yang digunakan telah mengacu pada standar ASHRAE dan SNI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total *cooling load* yang dihitung secara manual adalah 3.322.544,9 BTU/Hr, sedangkan perhitungan menggunakan *software* HAP menghasilkan 3.492.287,0 BTU/Hr, dengan selisih sebesar 169.742,1 BTU/Hr atau 5,11%. Selisih ini masih dalam batas toleransi yang dapat diterima, sehingga perhitungan *cooling load* dapat dijadikan acuan dalam menentukan kapasitas sistem tata udara yang optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode CLTD dapat digunakan untuk estimasi awal kebutuhan pendinginan gedung, tetapi tetap memerlukan validasi dengan *software* untuk meningkatkan akurasi. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam perencanaan sistem tata udara pada gedung yang sesuai dengan standar, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan termal penghuni.

**Kata Kunci:** Kenyamanan Termal, Tata Udara, *Cooling Load*, Gedung Perkantoran, CLTD, HAP.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**PLANNING OF AIR CONDITIONING REQUIREMENTS FOR A 13-STORY  
OFFICE BUILDING WITH AN AREA OF 12,443 M<sup>2</sup> FOR OCCUPANTS  
THERMAL COMFORT**

**ABSTRACT**

*Indonesia, as a tropical country, requires an optimal air conditioning system to create thermal comfort in buildings, especially office buildings. Proper thermal comfort plays a crucial role in supporting the productivity and well-being of occupants. However, air conditioning system planning often fails to meet applicable standards due to a focus on accelerated construction. This study aims to plan the air conditioning requirements for a 13-story building, a newly constructed office building with an area of 12,443 m<sup>2</sup>. The total cooling load calculation is performed manually using the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) method and validated using the Hourly Analysis Program (HAP) software. This validation ensures that the calculation discrepancy does not exceed 10%, with parameters aligned with ASHRAE and SNI standards. The results indicate that the total cooling load calculated manually is 3,322,544.9 BTU/Hr; while the calculation using HAP software yields 3,492,287.0 BTU/Hr, with a difference of 169,742.1 BTU/Hr or 5.11%. This discrepancy remains within an acceptable tolerance limit, making the cooling load calculation a reliable reference for determining the optimal capacity of the air conditioning system. The study concludes that the CLTD method can be used for an initial estimation of a building's cooling requirements but still requires software validation to enhance accuracy. The findings of this study can serve as a reference for planning air conditioning systems in buildings that comply with standards, thereby improving the thermal comfort of occupants.*

**Keywords:** Thermal Comfort, Air Conditioning, Cooling Load, Office Building, CLTD, HAP.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b><i>ABSTRACT</i></b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	ix
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	x
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 BANGUNAN	10
2.3 SISTEM TATA UDARA GEDUNG	11
2.3.1 Sistem Chiller	11
2.3.2 Sistem <i>Variable Refrigerant Flow</i> (VRF)	12
2.3.3 <i>Split</i> Sistem	13
2.4 KENYAMANAN TERMAL	14
2.5 PERHITUNGAN <i>COOLING LOAD</i>	14
2.5.1 <i>Radiant Time Series</i> (RTS)	15
2.5.2 <i>Heat Balance</i>	18



2.5.3	<i>Cooling Load Temperature Difference (CLTD)</i>	19
2.5	PERHITUNGAN <i>COOLING LOAD</i> DENGAN <i>SOFTWARE</i>	29
2.5.1	<i>Hourly Analysis Program (HAP)</i>	30
2.5.2	<i>Trace 3d Plus</i>	30
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>32</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	32
3.1.1	Studi Literatur	33
3.1.2	Pengumpulan Data Perencanaan	33
3.1.4	Perhitungan <i>Cooling Load</i>	36
3.1.5	Analisis Hasil dan Perbandingan	38
3.1.6	Kesimpulan dan Saran	38
3.2	ALAT DAN BAHAN	38
3.2.1	Alat	38
3.2.2	Bahan	40
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>59</b>
4.1	PERENCANAAN <i>COOLING LOAD</i>	59
4.1.1	Kondisi Perencanaan	59
4.1.2	Hasil Perhitungan <i>Cooling Load</i>	60
4.2	VALIDASI PERHITUNGAN <i>COOLING LOAD</i>	61
4.2.1	Hasil Perhitungan <i>Cooling Load</i> Menggunakan <i>Software</i>	61
4.2.2	Analisis Hasil Perhitungan Manual dan Validasi <i>Software</i>	62
4.3	PEMBAHASAN	68
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>69</b>
5.1	KESIMPULAN	69
5.2	SARAN	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>71</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>73</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Schematic Diagram <i>Chiller System</i>	12
Gambar 2.2 Schematic Diagram <i>Variable Refrigerant Flow System</i>	13
Gambar 2.3 Schematic Diagram <i>Split System</i>	13
Gambar 2.4 Proses <i>Heat Balance</i>	18
Gambar 2.5 CLTD Atap	22
Gambar 2.6 CLF Kaca Tanpa Interior	25
Gambar 2.7 Koefisien Peneduh	25
Gambar 2.8 <i>Software Hourly Analysis Program (HAP)</i>	30
Gambar 2.9 <i>Software Trace 3D Plus</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	32
Gambar 3.2 Data Cuaca dan Temperatur DKI Jakarta Bulan September	34
Gambar 3.3 Grafik Cuaca dan Temperatur DKI Jakarta Bulan September	33
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengumpulan Data Dari Denah Arsitektur	35
Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan <i>Cooling Load</i>	36
Gambar 3.6 Laptop	38
Gambar 3.7 <i>Software GstarCAD</i>	39
Gambar 3.8 <i>Software Hourly Analysis Program</i>	39
Gambar 3.9 Denah Lantai <i>Basement 2</i> Gedung PT. X	41
Gambar 3.10 Denah Lantai <i>Basement 1</i> Gedung PT. X	43
Gambar 3.11 Denah Lantai Dasar Gedung PT. X	45
Gambar 3.12 Denah Lantai 2 Gedung PT. X	47
Gambar 3.13 Denah Lantai 3 Gedung PT. X	49
Gambar 3.14 Denah Lantai 4 Gedung PT. X	51
Gambar 3.15 Denah Lantai 5 s/d 8 Gedung PT. X	53
Gambar 3.16 Denah Lantai 9 dan 10 Gedung PT. X	55
Gambar 3.17 Denah Lantai 11 Gedung PT. X	57
Gambar 4.1 Data Dinding Pada <i>Software</i>	65
Gambar 4.2 Data Kaca Pada <i>Software</i>	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Standar Kenyamanan Termal	14
Tabel 2.3 CLTD Dinding Luar	20
Tabel 2.4 <i>Lattitude Month</i>	20
Tabel 2.5 CLTD Kaca Luar	23
Tabel 2.6 SHGF Kaca Tanpa Interior	24
Tabel 2.7 Perolehan Panas Dari Penghuni Ruangan	26
Tabel 2.8 Faktor <i>Ballast</i>	27
Tabel 2.9 Koefisien Peralatan	28
Tabel 2.10 Kebutuhan Udara Segar Minimum Untuk Ventilasi	29
Tabel 2.11 <i>Infiltration Rate</i>	29
Tabel 3.1 Data Yang Didapat Dari Denah Arsitektur	35
Tabel 3.2 Proses Perhitungan <i>Cooling Load Metode CLTD</i>	37
Tabel 3.3 Rincian Ruang Lantai <i>Basement 2</i>	42
Tabel 3.4 Rincian Ruang Lantai <i>Basement 1</i>	44
Tabel 3.5 Rincian Ruang Lantai Dasar	46
Tabel 3.6 Rincian Ruang Lantai 2	48
Tabel 3.7 Rincian Ruang Lantai 3	50
Tabel 3.8 Rincian Ruang Lantai 4	52
Tabel 3.9 Rincian Ruang Lantai 5 s/d 8	54
Tabel 3.10 Rincian Ruang Lantai 9 dan 10	56
Tabel 3.11 Rincian Ruang Lantai 11	58
Tabel 4.1 Parameter Perencanaan	59
Tabel 4.2 Total <i>Cooling Load</i> Gedung PT. X	60
Tabel 4.3 Total <i>Cooling Load</i> Gedung PT. X	62
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil <i>Cooling Load</i> Gedung PT. X	63
Tabel 4.5 Perbandingan Beban Dinding	64
Tabel 4.6 Perbandingan Beban Kaca Konduksi	66
Tabel 4.7 Perbandingan Beban Kaca Radiasi	66

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
A	Luasan
C	Celcius
F	Fahrenheit
F <sub>s</sub>	Faktor ballast lampu
F <sub>u</sub>	Faktor penggunaan lampu
K	Koefisien warna dinding
N	Jumlah Orang
Q <sub>l</sub>	Kalor laten
Q <sub>s</sub>	Kalor sensibel
To	Temperatur Luar
Tr	Temperatur Ruangan
U	<i>Overall Heat Transfer</i>
V	Volume ruangan
W	Daya Lampu
ΔT	Selisih Temperatur
ΔT	Selisih Rasio Kelembaban



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
AC	<i>Air Conditioning</i>
ACH	<i>Air Change per Hour</i>
AHU	<i>Air Handling Unit</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
BMS	<i>Building Management System</i>
BSN	Badan Standarisasi Nasional
BTUH	<i>British Thermal Unit per Hour</i>
CFM	<i>Cubic Feet per Minute</i>
CLF	<i>Cooling Load Factor</i>
CLTD	<i>Cooling Load Temperature Different</i>
CLTD <sub>c</sub>	<i>Cooling Load Temperature Different Corrected</i>
DKI	Daerah Khusus Ibukota
FCU	Fan Coil Unit
HAP	<i>Hourly Analysis Program</i>
HVAC	<i>Heating Ventilation and Air Conditioning</i>
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
KW	Kilo Watt
LM	<i>Lattitude Month</i>
LVDP	<i>Low Voltage Distribution Panel</i>
ME	<i>Mechanical Electrical</i>
MVDP	<i>Medium Voltage Distribution Panel</i>
RTS	<i>Radiant Time Series</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SC	<i>Shading Coefficient</i>
SHGF	<i>Solar Heat Gain Factor</i>
TETD	<i>Total Equivalent Temperature Difference Method</i>
TFM	<i>Transfer Function Method,</i>
TR	<i>Ton Refrigeration</i>
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>
VRV	<i>Variable Refrigerant Volume</i>