

**PERHITUNGAN ANALISIS BEBAN PENDINGIN UDARA
PADA RUANG KELAS FT UNTIRTA DENGAN METODE
HVAC ROT DAN CLTD**

Skripsi

**Untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

Sukma Agisna

3331200008

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Sukma Agisna

NIM : 3331200008

Judul : Perhitungan Analisis Beban Pendinginan Udara pada Ruang Kelas
FT UNTIRTA dengan Metode HVAC ROT dan CLTD

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

Menyatakan

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Agustus 2024



Sukma Agisna

3331200008

TUGAS AKHIR

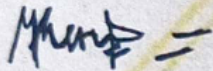
Perhitungan Analisis Beban Pendingin Udara Pada Ruang kelas FT. Untirta Dengan Metode HVAC ROT dan CLTD

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

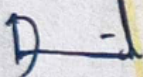
Sukma Agisna
3331200008

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 13 Mei 2024

Pembimbing Utama

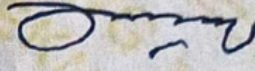


Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.
NIP. 196706022001122001

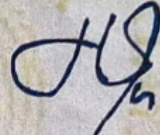


Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP. 198301122008121001

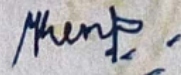
Anggota Dewan Penguji



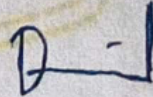
Imron Rosyadi, ST., MT.
NIP. 197605042006041001



Shofiatul Ula, M.Eng.
NIP. 198403132019032009



Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, MT.
NIP. 196706022001122001



Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP. 198301122008121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 19 Desember 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

PERSETUJUAN

Skripsi

**PERHITUNGAN ANALISIS BEBAN PENDINGINAN UDARA PADA
RUANG KELAS FT UNTIRTA DENGAN METODE HVAC ROT DAN CLTD**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Sukma Agisna

3331200008

Telah disetujui oleh dosen pembimbing Skripsi

Pada tanggal 30 Agustus 2024

Dosen Pembimbing 1,

Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T

NIP. 196706022001122001

Dosen Pembimbing 2,

Dr. Dwinanto, S.T., M.T

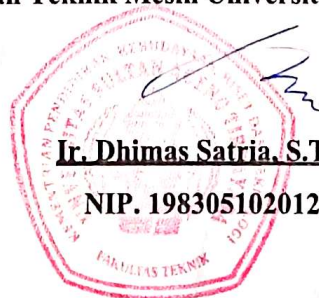
NIP. 198902262015041002

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal

Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng

NIP. 198305102012121006

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas berkah dan rahmat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan dalam sebagai syarat menyelesaikan proses perkuliahan studi S-1 dan penyusunan laporan ini. Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak, baik terlibat secara langsung maupun yang tidak. Berikut penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M.Eng. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T. Selaku Koordinator Tugas Akhir
3. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T selaku dosen pembimbing akademik dan Dosen Pembimbing satu Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Dwinanto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing dua Tugas Akhir.
5. Serta Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Seluruh Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
7. Serta seluruh pihak yang membantu saya selama dalam penyusunan laporan proposal skripsi ini.
8. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik secara moril dan materil.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan laporan proposal ini jauh dari kesempurnaan, baik dari segi materi maupun cara penulisannya. Namun dengan demikian penulis berusaha dengan segala kemampuan dan pengetahuannya yang dimiliki untuk dapat menyelesaikan laporan magang ini dengan baik. Penulis sangat mengharapkan adanya kritik serta saran yang dapat membangun dan menambahkan pengetahuan. Sekian saya ucapkan terimakasih.

ABSTRAK

PERHITUNGAN ANALISIS BEBAN PENDINGIN UDARA PADA RUANG KELAS FT UNTIRTA DENGAN METODE HVAC ROT DAN CLTD

SUKMA AGISNA

3331200008

Perhitungan beban pendinginan bertujuan untuk menentukan kapasitas sistem HVAC yang diperlukan untuk mencapai kondisi udara yang diinginkan. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk menghitung beban pendinginan, salah satunya adalah metode ASHRAE dan metode HVAC Rule of Thumb. Pada ASHRAE melakukan pendekatan komprehensif untuk menghitung beban pendinginan untuk sistem HVAC sehingga melakukan perhitungan secara rinci dengan berbagai faktor. *Rule Of Thumb* sendiri dapat melakukan perhitungan yang sederhana untuk memperkirakan beban pendinginan. Perbedaan antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb ini memicu penelitian untuk membandingkan penggunaan kedua metode tersebut dalam hal perhitungan beban pendinginan pada gedung kelas R.3-2. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perhitungan beban pendinginan yang ada pada ruang kelas R.3-2 FT UNTIRTA antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb, serta menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut. Pada penelitian kali ini didapatkan nilai beban pendinginan menggunakan metode CLTD sebesar 26.326 BTU/h, sedangkan untuk nilai beban pendinginan menggunakan metode ROT sebesar 23.859 BTU/h untuk minimalnya dan 29.408 BTU/h untuk maksimalnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode ROT ini merupakan perancangan untuk menghitung nilai beban pendinginan secara kasar karena tidak mempertimbangkan nilai-nilai kalor yang dihasilkan dari lampu, peralatan, jendela, jumlah manusia, dan lainnya.

Kata Kunci: HVAC, CLTD, ROT, Pendinginan

ABSTRACT

COOLING LOAD ANALYSIS CALCULATION IN FT UNTIRTA CLASSROOMS USING HVAC ROT AND CLTD METHODS

SUKMA AGISNA

3331200008

The calculation of the cooling load aims to determine the capacity of the HVAC system required to achieve the desired air condition. There are various methods that can be used to calculate the cooling load, one of which is the ASHRAE method and the HVAC Rule of Thumb method. The ASHRAE approach takes a comprehensive approach to calculating the cooling load for HVAC systems, performing detailed calculations with various factors. The Rule of Thumb can perform simple calculations to estimate the cooling load. The differences between the ASHRAE method and the HVAC Rule of Thumb method prompted this research to compare the use of both methods in calculating the cooling load in the R.3-2 classroom. This research aims to compare the cooling load calculations in the R.3-2 classroom at FT UNTIRTA between the ASHRAE and HVAC Rule of Thumb methods, and analyze the factors that affect these differences. In this study, the cooling load value using the CLTD method was found to be 26,326 BTU/h, while the cooling load value using the ROT method was 23,859 BTU/h for the minimum and 29,408 BTU/h for the maximum. It can be concluded that the ROT method is designed for rough calculations of the cooling load as it does not consider the heat generated from lights, equipment, windows, the number of people, and other factors.

Keywords: HVAC, CLTD, ROT, Cooling

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Bastasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ruang Kelas	4
2.2 HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning).....	6
2.3 ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering)	8
2.3.1 Perhitungan Faktor Eksternal CLTD Atap	9
2.3.2 Perhitungan Faktor Eksternal CLTD Dinding.....	10
2.3.3 Perhitungan Faktor Eksternal CLTD Kaca	12
2.3.4 Perhitungan Faktor Internal CLTD Plafond	13
2.3.6 Perhitungan Faktor Internal CLTD Lampu	13
2.3.7 Perhitungan Faktor Internal CLTD Penghuni.....	14
2.3.8 Perhitungan Faktor Internal CLTD Peralatan (<i>Equipment</i>).....	15
2.3.9 Perhitungan Faktor Internal CLTD Ventilasi	15
2.4 ROT (Rules Of Thumb)	16

2.5	Labjack U6 Data Acquisition.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Percobaan.....	19
3.2	Alat yang digunakan	20
3.3	Tahapan Penelitian	21
BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengambilan Data Ruang Kelas	23
4.2	Perhitungan CLTD (Cooling Load Temperature Difference).....	24
4.2.1	Faktor Eksternal.....	25
4.2.2	Faktor Internal.....	32
4.3	Perhitungan ROT HVAC (<i>Rule Of Thumb</i>).....	37
4.4	Analisis Dan Perbandingan Data	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kategori Temperatur Menurut SNI	6
Gambar 2.2 Kompresor AC	7
Gambar 2.3 Kondensor AC	7
Gambar 2.4 Katup Ekspansi AC	8
Gambar 2.5 Evaporator AC	8
Gambar 2.6 Nilai ROT untuk ruang kelas	17
Gambar 2.7 LabJack U6	18
Gambar 3.1 Diagram Alir	20
Gambar 3.2 Termokopel tipe K	20
Gambar 3.3 LabJack U6	21
Gambar 3.4 Meteran	21
Gambar 4.1 Gambar Luas Ruangan	23
Gambar 4.2 Gambar Luas Jendela pada Ruangan	23
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan nilai pembebanan tiap metode	38
Gambar 4.4 grafik nilai temperature ruang tanpa mesin pendingin terhadap waktu	41
Gambar 4.5 grafik nilai <i>Relative Humidity</i> terhadap waktu	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Dimensi Ruangan.....	23
Tabel 4.2 Data Temperatur dan RH Ruangan	24
Tabel 4.3 Data Tipe dinding.....	25
Tabel 4.4 Data nilai CLTD pada arah mata angin terhadap waktu	26
Tabel 4.5 Data nilai LM	27
Tabel 4.6 Data nilai CLTDc untuk setiap jamnya.....	28
Tabel 4.7 Data Nilai Q eksterior.....	28
Tabel 4.8 Data SHGF pada Latitude 6	30
Tabel 4.9 Data nilai pembebanan interior	32
Tabel 4.10 Nilai Q Pencahayaan	34
Tabel 4.11 Jenis dan jumlah Equipment	35
Tabel 4.12 Tabel Perhitungan ROT.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Belajar adalah petualangan penemuan diri yang menyeluruh, melibatkan jiwa dan raga. Melalui interaksi dengan lingkungan, individu mendapatkan pengalaman berharga yang memicu perubahan positif dalam perilaku. Perubahan ini meliputi aspek pengetahuan [1], perasaan dan sikap (afektif), dan keterampilan fisik (psikomotor) (Syaiful, 2008). Ruang kelas, sebagai tempat belajar, memiliki peran penting dalam efektivitas kegiatan belajar. Kenyamanan termal di ruang kelas menjadi faktor kunci yang memengaruhi efektivitas belajar. Suhu ruangan yang tidak ideal dapat menimbulkan rasa tidak nyaman bagi siswa, sehingga mengganggu konsentrasi, fokus, dan performa belajar mereka.

Sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC). merupakan komponen penting dalam berbagai jenis bangunan, seperti gedung perkantoran, rumah sakit, pusat perbelanjaan, dan tempat tinggal. Sistem HVAC berfungsi untuk menjaga kondisi udara di dalam ruangan agar nyaman dan sesuai dengan kebutuhan penghuninya. Salah satu aspek penting dalam desain sistem HVAC adalah perhitungan beban pendinginan.

Perhitungan beban pendinginan bertujuan untuk menentukan kapasitas sistem HVAC yang diperlukan untuk mencapai kondisi udara yang diinginkan. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk menghitung beban pendinginan, salah satunya adalah metode ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) dan metode HVAC Rule of Thumb. Pada ASHRAE melakukan pendekatan komprehensif untuk menghitung beban pendinginan untuk sistem HVAC sehingga melakukan perhitungan secara rinci dengan berbagai faktor [2]. *Rule Of Thumb* sendiri dapat melakukan perhitungan yang sederhana untuk memperkirakan beban pendinginan [3].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kristanto Elim metode ASHRAE merupakan metode yang lebih kompleks dan akurat, namun membutuhkan data dan waktu yang lebih banyak untuk menghitungnya. Sedangkan metode HVAC *Rule of Thumb* merupakan metode yang lebih sederhana dan cepat, namun tingkat akurasinya lebih rendah [4].

Perbedaan antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb ini memicu penelitian untuk membandingkan penggunaan kedua metode tersebut dalam hal perhitungan beban pendinginan pada gedung kelas R.3-2. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perhitungan beban pendinginan yang ada pada ruang kelas R.3-2 FT UNTIRTA antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb, serta menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan hasil perhitungan beban pendinginan pada ruang kelas FT UNTIRTA antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb?
2. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan beban pendinginan antara metode ASHRAE dan HVAC Rule of Thumb?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbedaan hasil perhitungan beban pendinginan pada ruang kelas FT UNTIRTA antara metode ASHRAE dan HVAC Rule Of Thumb.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perhitungan beban pendinginan antara metode ASHRAE dan HVAC Rule Of Thumb.

1.4 Bastasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya menganalisa beban pendingin dalam ruang kelas FT UNTIRTA tanpa melibatkan konstruksi ruang tersebut.
2. Perhitungan dilakukan untuk jumlah 25 orang.

3. Perhitungan beban pendinginan dilakukan pada waktu siang hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian kali ini memiliki manfaat diantaranya ialah:

1. Memberikan informasi tentang perbedaan hasil perhitungan beban pendinginan antara metode ASHRAE dan HVAC Rule Of Thumb
2. Memberikan panduan dalam memilih metode kapasitas mesin pendingin yang dibutuhkan berdasarkan perhitungan metode ASHRAE dan HVAC ROT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI, *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN, 2001.
- [2] ASHRAE, *COOLING AND HEATING LOAD CALCULATION MANUAL*. U.S Department of Housing and Urban Development, 1980.
- [3] A. A. J. Bell, "HVAC: equations, data, and rules of thumb," 2000.
- [4] K. Elim, A. C. Surja, P. Sudjarwo, and N. J. J. D. P. T. S. Susilo, "Perhitungan Dan Metode Konstruksi Sistem Pendinginan Terhadap Auditorium," vol. 4, no. 2, 2015.
- [5] N. A. Lusi Susanti, "EVALUASI KENYAMANAN TERMAL RUANG SEKOLAH SMA NEGERI DI KOTA PADANG " *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 12, p. 311, 2013.
- [6] LabJack. *Labjack u6 Precision USB Multifunction DAQ*. Available: <https://labjack.com/products/u6>
- [7] E. G. Pita, *Air Conditioning Principle and Systems*. 2002.
- [8] R. McDowall, *Fundamentals of HVAC systems: SI edition*. Academic Press, 2007.
- [9] Weather.com. (2024). *Cuaca Bulanan*. Available: <https://weather.com/id-ID/weather/monthly/1/8037d0acc8ee3fc5e43b2ce466e8ad5709bae0ea21a456d8cd9264b5b191b49cd8e1f2f93dae2db36c4a579b972beaf9>
- [10] engproguides.com. (2024, 10-5-2024). *HVAC Rule Of Thumb*.