

**PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN RUANG UNIT PENUNJANG AKADEMIK
TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI DI POLITEKNIK NEGERI
INDRAMAYU DENGAN METODE *COOLING LOAD TEMPERATURE DIFFERENCE*
(CLTD)**

***CALCULATION OF THE COOLING LOAD OF THE ACADEMIC SUPPORTING UNIT
OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY AT INDRAMAYU
STATE POLYTECHNIC USING THE COOLING LOAD TEMPERATURE
DIFFERENCE (CLTD) METHOD***

Bagus Dharmawan Hadi^{1*}, Rahajeng Kurnianingtyas², Firda Julianita Pradina Putri³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia

*bagusdharmawanhadi@polindra.ac.id

Abstrak: Kenyamanan termal di ruang belajar dan kerja merupakan faktor penting untuk mendukung produktivitas dan efektivitas kegiatan akademik. Salah satu ruang yang memerlukan perhatian khusus dalam hal kenyamanan termal adalah ruang Unit Penunjang Akademik Teknologi Informasi dan Komunikasi (UPA TIK) di Politeknik Negeri Indramayu, yang memiliki kapasitas 70 orang dan 70 unit komputer. Ruangan ini berpotensi mengalami peningkatan suhu yang signifikan akibat beban panas dari aktivitas penghuni dan peralatan elektronik. Oleh karena itu, tujuan dari pengabdian ini adalah untuk menghitung beban pendinginan yang dibutuhkan dengan menggunakan metode Cooling Load Temperature Difference (CLTD). Metode ini mempertimbangkan faktor internal seperti jumlah penghuni, peralatan elektronik, dan pencahayaan, serta faktor eksternal seperti suhu luar dan karakteristik bangunan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total beban pendinginan yang diperlukan adalah sebesar 167 kW (sekitar 14 PK). Beban terbesar berasal dari aktivitas penghuni dan peralatan elektronik. Berdasarkan hasil ini, disarankan untuk meninjau sistem pendingin yang ada agar sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan untuk meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi energi di ruangan tersebut.

Kata Kunci: Kenyamanan termal, beban pendinginan, *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD), UPA TIK Politeknik Negeri Indramayu

Abstract: *Thermal comfort in learning and working spaces is a crucial factor in supporting productivity and the effectiveness of academic activities. One of the spaces that requires special attention regarding thermal comfort is the Unit for Supporting Academic Information and Communication Technology (UPA TIK) room at Politeknik Negeri Indramayu, which has a capacity of 70 people and 70 computers. This room is at risk of experiencing significant temperature increase due to the heat load generated by occupants and electronic equipment. Therefore, the aim of this service activity is to calculate the cooling load required using the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) method. This method takes into account internal factors such as the number of occupants, electronic equipment, and lighting, as well as external factors such as outdoor temperature and building characteristics. The calculation results indicate that the total cooling load required is 167 kW (approximately 14 HP). The largest load comes from the activities of the occupants and electronic equipment. Based on these results, it is recommended to review the existing cooling system to match the required capacity in order to improve thermal comfort and energy efficiency in the room.*

Keywords: *Thermal comfort, cooling load, Cooling Load Temperature Difference (CLTD), UPA TIK, cooling load calculation, UPA TIK Politeknik Negeri Indramayu*

Article History:

Received	Revised	Published
28 Desember 2024	10 Januari 2025	15 Januari 2025

Pendahuluan

Kampus adalah tempat untuk belajar bagi mahasiswa dan pegawai termasuk dosen untuk bekerja. Ketika tempat belajar mengajar atau bekerja memiliki kondisi yang bisa dikatakan tidak nyaman maka akan mengganggu penghuninya dalam melakukan aktivitas secara efektif. Peningkatan kenyamanan lingkungan kerja dan pembelajaran merupakan faktor penting dalam mendukung produktivitas dan efektivitas proses belajar mengajar di institusi pendidikan (Adilline, 2021). Salah satu aspek yang memengaruhi kenyamanan tersebut adalah kondisi termal ruangan, khususnya di ruang-ruang dengan jumlah penghuni dan perangkat elektronik yang tinggi seperti Unit Penunjang Akademik Teknologi Informasi dan Komunikasi (UPA TIK) di Politeknik Negeri Indramayu. Ruang ini memiliki kapasitas 70 orang dan 70 komputer, yang berpotensi menghasilkan panas berlebih dan menurunkan kenyamanan termal.

Dalam upaya untuk meningkatkan kenyamanan termal di UPA TIK Politeknik Negeri Indramayu, perhitungan beban pendinginan menjadi langkah penting. Beban pendinginan merujuk pada jumlah energi yang diperlukan untuk mempertahankan suhu ruangan pada tingkat yang nyaman. Suhu ruangan yang nyaman untuk manusia menurut standar ASHRAE adalah sekitar 20 °C sampai 26°C (Mustamin et al., 2023). Perhitungan ini tidak hanya penting untuk memastikan kenyamanan, tetapi juga untuk efisiensi energi, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional.

Metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) adalah salah satu metode yang efektif untuk menghitung beban pendinginan (Susanto et al., 2017). Metode ini mempertimbangkan berbagai faktor seperti suhu luar, jenis bahan bangunan, orientasi ruangan, serta jumlah dan jenis perangkat yang menghasilkan panas. Dengan menggunakan metode CLTD, diharapkan dapat diperoleh estimasi yang akurat mengenai beban pendinginan yang diperlukan untuk UPA TIK Politeknik Negeri Indramayu.

Pengabdian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan beban pendinginan di ruang UPA TIK dengan menggunakan metode CLTD. Hasil dari perhitungan ini akan menjadi dasar untuk saran atau rekomendasi perbaikan sistem pendinginan yang ada, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan lingkungan kerja dan belajar mengajar di Politeknik Negeri Indramayu.

Metode

A. Pengambilan data di ruangan UPA TIK

Ruangan UPA TIK di Politeknik Negeri Indramayu adalah unit pelaksana untuk menyediakan fasilitas belajar untuk mahasiswa berupa komputer yang biasa digunakan untuk praktikum komputer atau ujian berbasis internet. Ruang ini memiliki bangunan berbentuk persegi dengan luas 144 m² dan jarak antara lantai dengan atap adalah sekitar 3 meter. Ruang UPA TIK memiliki kapasitas yang besar yang dapat menampung sampai 70 orang

dan dengan peralatan elektronik berupa komputer sebanyak 70 buah. Ruangannya ini adalah ruangan kaca karena memiliki banyak jendela cukup besar dengan jendela tinted glass dengan kaca film seperti reflektor untuk memantulkan cahaya matahari. Pencahayaan yang digunakan dalam ruangan ini adalah pencahayaan dari sinar matahari yang masih dapat menembus jendela dan juga lampu. Penggunaan atau fungsi utama dari ruangan UPA TIK adalah sarana bagi mahasiswa untuk melakukan praktikum komputer atau melakukan ujian tengah semester maupun ujian akhir semester berbasis internet dengan jam operasional pada hari Senin hingga Jum'at dari jam 08.00 – 16.00 WIB. Sistem pendingin di ruangan ini tentunya memiliki *Air Conditioner (AC)*. Pada bagian timur ruangan UPA TIK terhubung sebuah ruangan yang biasa digunakan sebagai ruangan staff UPA TIK atau dosen untuk bekerja, namun fokus studi ini adalah pada ruangan UPA TIK saja.



Gambar 1. Ruangannya UPA TIK Politeknik Negeri Indramayu

Metode pengambilan data yang dilakukan oleh penulis adalah dengan cara pengukuran langsung yang telah dikerjakan bersama-sama. Berikut di bawah ini adalah rincian dari ruangan UPA TIK.

Tabel 1. Material dan Rincian Bangunan Ruangannya UPA TIK

Komponen	Material	Luas (m^2)
Atap	Zincalume, Reflective Alumunium	144
Dinding	Common Brick, Cement Plaster	Barat : 20 Timur :22 Utara : 25 Selatan : 14
Kaca	Single Glazing 3.2 mm, fixed and	Barat : 16 Utara : 10

	vertical insulation, window frame alumunium without thermal break.	Timur : 14 Selatan : 21
Pintu	Wood door in wood frame, no glazing	
Ceiling	Plywood 3.2 mm	43.2

Luas dari ruangan UPA TIK adalah 144 m² dengan rincian kaca pada setiap arah mata angin. Luast langit-langit adalah 43,2 m². Penggunaan kaca terbanyak adalah pada bagian selatan dan barat pada ruangan UPA TIK.

Tabel 2. *Internal Heat Gain*

Kategori	Jumlah	Total Heat Gain (W)
Penghuni	70	5341
Lampu Fluorescent	48	2160
Komputer	70	18341,3

Untuk perhitungan *Internal Heat Gain* (IHG) dapat dilihat pada Tabel 2. Internal Heat Gain adalah beban pendinginan yang dihasilkan oleh aktivitas dari penghuni, peralatan elektronik dan termal dari pembuatan cahaya seperti lampu. Kemudian proses pengambilan data berupa temperatur dan pengukuran dimensi ruangan dilakukan pada saat ruangan tidak terpakai. Hasil pengukuran temperatur yang telah dilakukan di ruangan UPA TIK adalah sebesar 24,4 °C dan untuk kelembaban (*Humidity Relative*) adalah sekitar 41%.

B. Standar ASHRAE

Beban pendinginan dibagi menjadi dua bagian yaitu beban pendinginan internal dan beban pendinginan eksternal. Tentunya suhu luar ruangan, suhu di dalam ruangan, jumlah manusia, jumlah komputer yang digunakan di dalam ruangan UPA TIK mempengaruhi perhitungan total beban pendinginan. Standar yang digunakan dalam perhitungan beban pendinginan ini adalah Standar American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) yang mengatur tentang desain, instalasi, operasi dan pemeliharaan yang berkaitan dengan sistem *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (HVAC) beserta peralatan elektronika guna meningkatkan kenyamanan termal yang optimal, efisien energi dan kualitas udara yang baik.

Tabel 3. Standar ASHRAE 1997 (2020 ASHRAE HANDBOOK Heating, Ventilating, and Air - Conditioning Systems and Equipment, 2020)

Variabel	Referensi
Sensible / Latent Heat Gai Pengguna	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 3
Cooling Load Factor pengguna dan peralatan	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 37
Daya peralatan	Pengukuran
Cooling Load Lampu	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 38
Daya Lampu	Spesifikasi merk
Luas Permukaan (Atap, Dinding, Pintu, Jendela, Lantai)	Pengukuran
Suhu luar ruangan	Pengukuran
U Value Kaca untuk jendela	ASHRAE 1997 Chapter 29 Table 5
U Value Semen Plaster	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 11
U Value Pintu	ASHRAE 1997 Chapter 29 Table 7
U Value Dinding	ASHRAE 1997 Chapter 29 Table 11
U Value atap	ASHRAE 2017 Chapter 33 Table 3 ASHRAE 1997 Chapter 24 Table 4
CLTD Jendela, pintu dinding	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 32
CLTD atap	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 30
Shading Coefficient	ASHRAE 1997 Chapter 29 Table 11
Solar Cooling Load	ASHRAE 1997 Chapter 28 Table 36

C. Perhitungan dengan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*

Pada umumnya, banyak metode yang dapat digunakan dalam menghitung beban pendinginan, yaitu *Total Equivalent Temperature Difference (TETD)*, *Transfer Function Method (TFM)*, *Heat Balance (HB)*, Faktor Pembobotan (WF), *Radiant Time Series (RTS)*, *Cooling Load Faktor (CLF)* dan *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*. Namun, *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* merupakan metode yang cukup sering digunakan untuk menghitung beban pendinginan yang dibutuhkan pada sebuah ruangan atau gedung dalam perancangan sistem HVAC (*Heating, Ventilation dan Air Conditioning*) (Marjianto & Mangindaan, 2020). Metode CLTD ini memiliki prinsip, yaitu adanya perbedaan suhu antara luar dengan dalam ruangan dengan faktor koreksinya sehingga dapat menghitung beban panas yang harus dihilangkan oleh sistem pendingin ruangan.

Beban pendinginan eksternal pada ruangan UPA TIK akibat konduksi dan radiasi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut,

1. Konduksi yang melalui atap, dinding ataupun kaca

$$Q = U \times A \times CLTD_{correction} \quad (1)$$

Dimana nilai :

Q = beban pendinginan (Watt).

U = koefisien perpindahan kalor untuk atap, dinding dan kaca (Watt/m² °C).

A = luas permukaan atap, dinding dan kaca dari ruangan (m²).

CLTD = perbedaan suhu pada beban pendinginan (°C).

2. Konduksi melalui partisi

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad (2)$$

Dimana nilai :

Q = beban pendinginan (Watt)

U = koefisien perpindahan kalor untuk atap, dinding dan kaca (Watt/m² °C).

A = luas permukaan atap, dinding luar atau kaca luar dari ruangan (m²).

ΔT = perbedaan suhu terhadap objek yang berpartisi (°C).

3. Radiasi melalui kaca jendela

$$Q = A \times SC \times SCL \quad (3)$$

Dimana nilai :

A = luas permukaan kaca luar (m²).

SC = *Shading Coefficient* / rasio pengukuran seberapa banyak panas matahari yang melwati kaca jendela.

SCL = Solar Cooling Load / beban pendinginan terhadap panasnya radiasi matahari (Watt/m²).

4. Manusia (pegawai dan mahasiswa)

$$Q_L = n \times LHG \quad (4)$$

$$Q_s = n \times SHG \times CLF \quad (5)$$

Dimana nilai :

Q_L = kalor latent

Q_s = kalor sensibel

n = jumlah penghuni

LHG = beban pendinginan latent (Watt)

SHG = beban pendinginan sensibel (Watt)

5. Ventilasi

$$Q_L = 4840 \times n \times CFM \Delta w \quad (6)$$

$$Q_s = 1,1 \times n \times CFM \Delta T \quad (7)$$

Dimana nilai :

n = jumlah orang

CFM = cubic feet per minute / kebutuhan sirkulasi udara untuk tiap orang per jam

ΔT = perbedaan temperatur outdoor – indoor (°C)

Δw = perbedaan rasio kelembaban outdoor – indoor (%)

6. Pencahayaan

$$Q = n \times watts \times 3,41 \times F_s \times CLF \tag{8}$$

Dimana nilai :

- n = jumlah lampu yang terinstalasi
- Watts = daya lampu yang digunakan (Watt)
- F_s = ballas factor = 1
- CLF = *Cooling Load Factor* untuk lampu

7. Peralatan / alat elektronik

$$Q_L = n \times CLF \tag{9}$$

Dimana nilai :

- n = jumlah peralatan yang digunakan
- CLF = *Cooling Load Factor* untuk peralatan

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil perhitungan beban pendinginan

Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan menggunakan metode CLTD. Beban pendinginan terbagi menjadi dua yaitu beban pendinginan internal dan eksternal. Beban pendinginan internal adalah beban pendinginan yang terdiri dari penghuni, peralatan elektronik dan pencahayaan seperti lampu. Pada proses pengolahan data, asumsi nilai heat gain untuk penghuni adalah 70 Watt (sensible) dan 35 Watt (latent). Penerangan atau pencahayaan menggunakan jenis lampu Flourscent dan LED dengan total lampu yang digunakan adalah 48 buah.

Tabel 4. Komponen nilai U-Value, CLTD, SCL, dan SC

Komponen	U-Value	CLTD				SCL	SC
		U	S	T	B		
Atap	9.65						
Dinding	2.85	17	17		17		
Pintu	2.61						
Kaca	5.55	259	259	259	259	0.755	39

External Heat Gain adalah panas yang asalnya dari luar ruangan namun dapat masuk ke dalam bangunan melalui lantai, dinding, pintu dan atap. Nilai U-Value, CLTD, SCL, SC dapat dilihat pada tabel 4. Kemudian, penjumlahan total dari nilai External Heat Gain dan Internal Heat Gain bisa didapat nilai beban pendinginan total. Nilai dari beban pendinginan total dapat dilihat pada tabel berikut,

Tabel 5. Nilai total beban pendinginan pada ruangan UPA TIK

Beban pendinginan	Nilai (Watt)

Dinding	11702,23
Kaca	87984,62
Atap	2363,14
Ventilasi	127,3 (sensible) 1468,35 (latent)
Orang	14175 (sensible) 20930 (latent)
Alat	18341,3
Lampu	2160
Beban Pendinginan Total	159251,94

Berdasarkan tabel 5, nilai total dari beban pendinginan untuk ruangan UPA TIK adalah sebesar 159.251, 94 Watt. Untuk rentang nilai safety factor adalah 0% - 5%, untuk kasus kali ini yang digunakan adalah 5%. Sehingga nilai beban pendinginan totalnya adalah sebagai berikut

$$Q_{total} = (5\% \times 159251,94) + 159251,94 = 167214,54 \text{ Watt} \quad (10)$$

$$Q_{total} = 167kW \approx 13,9 \text{ PK} \quad (11)$$

Nilai total beban pendinginan yang dibutuhkan adalah 167214,54 Watt atau 167 kW. Nilai ini setara sekitar 13,9 PK (dibulatkan menjadi 14 PK). Nilai beban pendinginan yang menyumbang besar adalah beban pendinginan untuk penghuni sebesar 20930 Watt (latent) dan 14175 Watt (sensible) serta peralatan sebesar 18341 Watt.

B. Saran

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai total dari beban pendinginan dengan safety factor adalah 167.214,54 Watt atau sekitar 14 PK. Untuk menyelesaikan masalah beban pendinginan ini maka dibutuhkan AC dengan sekitar 15 PK atau lebih. Spesifikasi AC 16 PK adalah sekitar 518,624 Btu/hour. Kemudian, upaya lain yang dapat dilakukan selain menyediakan sistem pendingin yang sesuai adalah dengan membagi jumlah mahasiswa yang menggunakan UPA TIK secara bersamaan dengan membagi menjadi 2 sesi sekitar 35 orang untuk tiap sesi.

Kesimpulan

Kenyamanan termal dalam mendukung proses belajar mengajar atau bekerja sangat dibutuhkan di dalam ruangan tertutup. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan untuk menghitung nilai beban pendinginan pada ruangan yaitu ruangan Unit Penunjang Akademik Teknologi Informasi dan Komunikasi (UPA TIK) Politeknik Negeri Indramayu. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode *Cooling Load Termal Difference* (CLTD). Metode CLTD memiliki dua perhitungan yaitu *Internal Heat Gain* dan *Eksternal Heat Gain*. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, nilai beban pendinginan sebesar 167 kW atau sekitar 14 PK. Nilai tersebut cukup besar karena disebabkan oleh *Internal Heat Gain* yaitu kontribusi terbanyak

ada pada penghuni dan peralatan elektronik seperti komputer yang digunakan. Dari nilai tersebut maka dibutuhkan sistem pendinginan seperti AC dengan kapasitas 15 PK. Solusi lain untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan cara mengurangi jumlah penghuni yang menggunakan ruangan UPA TIK sehingga nilai *Internal Heat Gain* dapat berkurang secara signifikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terlibat dalam pengabdian yaitu staff UPA TIK dan pegawai lainnya untuk mendukung terlaksananya pengabdian.

Referensi

- Adilline, P. S. (2021). Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kuliah IKIP PGRI Wates Kulon Progo DIY. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 17(2), 165-174.
- 2020 ASHRAE HANDBOOK Heating, Ventilating, and Air - Conditioning Systems and Equipment. (2020).
- Marjianto, A., & Mangindaan, D. (2020). Perancangan Sistem Tata Udara Ditinjau dari Aspek Energi dan Biaya pada Bangunan Hotel di Semarang. *Engineering, Mathematics and Computer Science Journal (EMACS)*, 2(3), 97-106.
- Mustamin, M. T., Alauddin, A., & Quraisy, S. (2023). PERBANDINGAN KARAKTERISTIK TEMPERATUR PADA RAUNG KELAS TERHADAP STRANDAR KENYAMANAN TERMAL. *VISTA*, 1(1), 15-20.
- Susanto, A., Arnas, Y., & Hidayat, Z. (2017). Analisis kebutuhan beban pendingin dengan metode Cooling Load Temperature Difference (CLTD) pada ruang lobby gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 10(3), 31-41.