

ANALISIS BEBAN PENDINGINAN PADA KERETA TMC PPI MADIUN

Balla Wahyu Budiarto, Dhina Setyo Oktaria

Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Madiun, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: balla@ppi.ac.id, dhina@ppi.ac.id

Article History

Received: August

Revised: August

Published: September

Key Words:

Cooling Load, Air Conditioning System, OTTV, CLTD, TMC Train.

Abstract: This study analyzes the cooling load on the Track Motor Car (TMC) PPI Madiun, a learning facility equipped with an Air Conditioning (AC) system from PT INKA. The cooling system is designed to maintain the passenger cabin temperature between 22°C and 26°C, in accordance with Indonesia's minimum service standards. The cooling load is influenced by environmental temperature, cabin structure, and passenger activity. This study uses the Cooling Load Temperature Difference (CLTD) method to calculate sensible and latent loads, including those from outside air, electrical equipment, and infiltration. Additionally, this research calculates the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) to assess heat transfer in the train. The results show that the OTTV value for TMC PPI is 21,844 W/m², which complies with the SNI 03-6389-2000 standards. The total cooling load calculated, including a 10% safety factor, is 4,719 kW, which can be accommodated by the two installed AC units, each with a capacity of 4,05 kW. The conclusion of this study is that the installed AC system on the TMC PPI train effectively meets the cooling requirements.

Kata Kunci:

Beban Pendinginan, Sistem Pengondisian Udara, OTTV, CLTD, Kereta TMC.

Abstrack: Penelitian ini menganalisis beban pendinginan pada kereta Track Motor Car (TMC) PPI Madiun, sebuah sarana belajar yang dilengkapi dengan sistem Air Conditioning (AC) dari PT INKA. Sistem pendingin ini dirancang untuk menjaga suhu ruang penumpang antara 22°C hingga 26°C sesuai dengan standar pelayanan minimum di Indonesia. Beban pendinginan dipengaruhi oleh suhu lingkungan, struktur ruang, serta aktivitas penumpang. Penelitian ini menggunakan metode CLTD (Cooling Load Temperature Difference) untuk menghitung beban sensibel dan laten, termasuk beban dari udara luar, peralatan listrik, dan infiltrasi. Selain itu, penelitian ini menghitung nilai OTTV (Overall Thermal Transfer Value) untuk menilai perpindahan panas pada kereta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OTTV pada TMC PPI adalah 21,844 W/m², yang masih memenuhi standar SNI 03-6389-2000. Total beban pendinginan yang dihitung, termasuk faktor keamanan 10%, adalah sebesar 4,719 kW, yang masih dapat diakomodasi oleh dua unit AC yang terpasang dengan kapasitas masing-masing 4,05 kW. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem AC yang terpasang pada kereta TMC PPI telah memenuhi kebutuhan pendinginan secara efektif.

Pendahuluan

Track Motor Car PPI Madiun adalah kereta khusus milik politeknik perkeretaapian indonesia yang digunakan sebagai sarana belajar para taruna. TMC PPI adalah kereta pesanan dari PT INKA. Kereta ini memiliki 2 sumber daya utama yaitu genset dan traction battery. TMC ini menggunakan sistem ATP (Automatic Train Protection) yang dilengkapi dengan sensor kecepatan yang terpasang diroda serta RFID tag dan RFID reader untuk sistem keamanan penggunaannya.

Pengaturan suhu dan kelembaban udara merupakan faktor penting yang dibutuhkan untuk kenyamanan penumpang selama perjalanan. Faktor – faktor yang mempengaruhi kenyamanan thermal seseorang di dalam ruangan adalah temperature udara kering, kelembapan udar arelatif,



radiasi permukaan panas, pergerakan udara, aktifitas atau metabolisme seseorang dan pakaian yang digunakan

Sistem pengondisian udara (Air Conditioning) adalah sistem yang mengatur sirkulasi udara dan temperatur udara pada ruangan untuk menjaga kelembaban ruangan, sehingga hal tersebut dapat memberikan kenyamanan pada penumpang. Sistem pengkondisian udara yang dipakai pada kereta TMC PPI Madiun ini merupakan Air Conditioning (AC) buatan PT.INKA. Sistem AC ini dirancang untuk menjaga suhu ruang penumpang sebesar 22°C hingga 26°C sesuai dengan aturan yang berlaku terkait standar pelayanan minimum di Indonesia

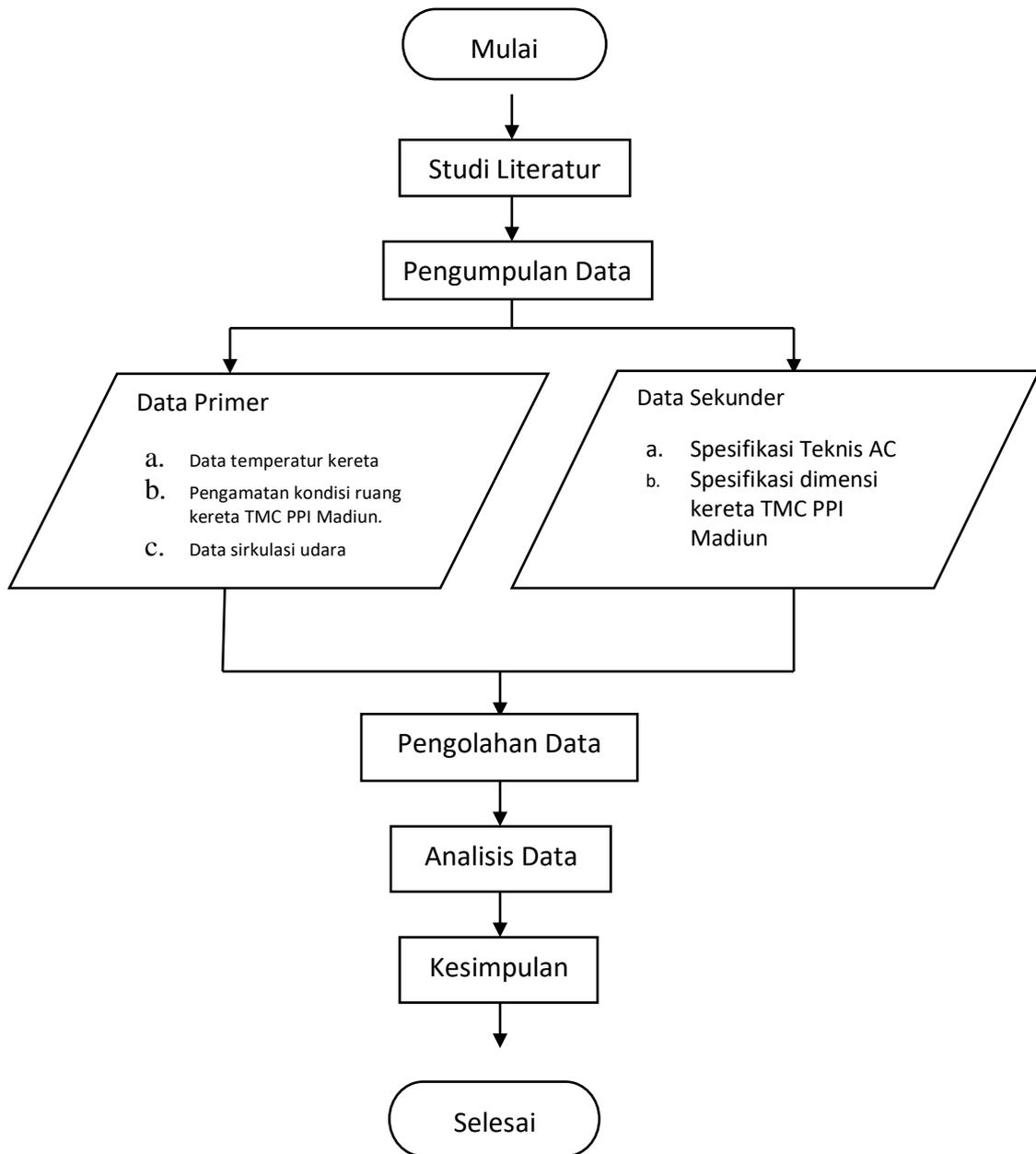
Beban pendinginan pada kereta dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan struktur ruang penumpang kereta tersebut. Perhitungan beban pendingin dapat dilakukan dengan metode CLTD (Cooling Load Temperature Difference). Perhitungan beban pendinginan ini meliputi beban sensibel dan laten, termasuk beban dari udara luar yang melewati dinding, jendela, lantai, atap, serta mempertimbangkan beban penumpang, beban peralatan elektrik yang ada, ventilasi dan juga infiltrasi. Selain menghitung beban pendinginan, perlu juga dilakukan perencanaan distribusi udara agar seluruh ruang dapat dikondisikan sesuai dengan kebutuhannya. Penelitian terkait beban pendinginan ini dapat diperoleh dari perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value). Sedangkan analisa terkait sirkulasi udara dapat dilakukan dengan melakukan pengujian sirkulasi udara untuk mengetahui kecepatan aliran udara pada ruang penumpang.

Rumusan masalah dalam penelitian ini berkaitan dengan analisis beban pendinginan pada kereta Track Motor Car (TMC) PPI Madiun. Salah satu masalah yang dihadapi adalah bagaimana menentukan nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) pada kereta tersebut, yang merupakan indikator penting dalam menilai efisiensi termal dari struktur bangunan kereta, terutama pada bagian dinding, jendela, lantai, dan atap. Selain itu, perlu dilakukan perhitungan beban pendinginan secara menyeluruh yang mencakup beban sensibel dan laten, serta beban dari udara luar yang melewati komponen struktural kereta. Faktor-faktor lain seperti beban penumpang, beban peralatan listrik, ventilasi, dan infiltrasi juga mempengaruhi kebutuhan pendinginan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung beban pendinginan dan merencanakan distribusi udara yang optimal agar seluruh ruang penumpang dapat dikondisikan dengan baik sesuai dengan standar kenyamanan termal yang berlaku.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan analisis komprehensif mengenai sistem pengkondisian udara pada kereta TMC PPI Madiun, dengan fokus pada penentuan nilai OTTV dan perhitungan beban pendinginan. Dengan menghitung secara tepat nilai OTTV dan beban pendinginan, penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem AC yang digunakan pada kereta ini mampu memenuhi kebutuhan kenyamanan termal penumpang, serta berkontribusi terhadap efisiensi energi dan performa keseluruhan kereta.

Metode Penelitian

Metode penelitian disajikan secara sistematis dalam diagram alir di bawah ini:



Metode Pengumpulan Data

Pada penyusunan proposal ini dibutuhkan data-data yang mendukung untuk menyelesaikan tugas akhir. Observasi secara langsung digunakan untuk metode pengumpulan data. Data yang diambil sebagai dasar penyusunan tugas akhir meliputi:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama atau asli dalam sebuah penelitian atau studi. Ini adalah informasi yang diperoleh langsung dari subjek penelitian atau kejadian yang sedang diteliti. Subjek dari penelitian ini meliputi data teknis kereta TMC PPI Madiun. Metode yang dijalankan untuk memperoleh data primer adalah dengan wawancara dan observasi.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang digunakan untuk menunjang perhitungan dan analisa pada penelitian. Data ini bisa menjadi sebuah faktor pendukung dalam memecahkan rumusan masalah, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

- a. Spesifikasi teknis komponen AC (*Air Conditioner*) yang digunakan pada kereta TMC PPI Madiun.
- b. Spesifikasi dimensi dari ruang kereta TMC PPI Madiun yang juga merupakan objek utama penelitian.

Metode pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara menghitung beban pendingin pada kereta TMC PPI Madiun, kereta TMC PPI Madiun menggunakan AC tipe ACI - 0801 Package unit, Roof Mounted. Penelitian dilanjutkan dengan menghitung beban pendingin dengan metode CLTD.

Metode analisis data

Metode analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis data kuantitatif. Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan melalui berbagai rumus untuk menjawab rumusan masalah. Perhitungan ini dilakukan secara sistematis sesuai dengan rumus yang diperlukan. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan untuk analisa perhitungan, yaitu :

a. Perhitungan OTTV

Perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) pada Kereta TMC PPI Madiun dilakukan berdasarkan standar SNI 03-6389-2000. Pada standar SNI, perhitungan OTTV pada bangunan dianggap tetap dan tidak bergerak.

b. Perhitungan Beban Pendinginan

Tahap berikutnya setelah mendapatkan nilai OTTV adalah melakukan perhitungan beban pendinginan. Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan menggunakan metode CLTD (Cooling Load Temperature Difference).

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan OTTV TMC

Overall Thermal Transfer Value (OTTV) merupakan nilai perpindahan panas secara keseluruhan yang ditetapkan untuk perancangan dinding dan kaca bagian luar bangunan. Perhitungan OTTV secara mendasar tercantum pada Standar Nasional Indonesia SNI 03-6389-2000. Suatu bangunan dinyatakan bagus jika nilai OTTV tidak lebih dari 45 Watt/m².

a. Perhitungan Nilai WWR

Window-Wall to Ratio (WWR) merupakan rasio perbandingan antara luas jendela dan luas dinding pada suatu ruangan.

Luas dinding (A_{dinding}) = Total luas dinding – Total luas jendela.

$$A_{\text{dinding}} = \{(2870 \times 1950 \times 4) + (2770 \times 1950 \times 2)\} \text{ mm} - \{(1.740 \times 810 \times 4) + (890 \times 290 \times 2)\} \text{ mm}$$

$$A_{\text{dinding}} = \{22,38 \text{ m}^2 + 10,8 \text{ m}^2\} - \{5,63 \text{ m}^2 + 0,51 \text{ m}^2\}$$

$$A_{\text{dinding}} = 33,18 \text{ m}^2 - 6,14 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{dinding}} = 27,04 \text{ m}^2$$

Luas jendela (A_{jendela}) = Total luas jendela pada dinding

$$A_{\text{jendela}} = (1.740 \times 810) \text{ mm} \times 4 + (890 \times 290) \text{ mm} \times 2$$

$$A_{\text{jendela}} = 6,14 \text{ m}^2$$

Nilai WWR:

$$\text{WWR} = \frac{A_{\text{jendela}}}{A_{\text{Dinding}}}$$

$$\text{WWR} = \frac{6,14}{27,04}$$

$$\text{WWR} = 0,227$$

b. Menentukan Parameter Perhitungan OTTV

Dalam perhitungan OTTV ada beberapa parameter yang digunakan sebagai acuan untuk proses perhitungan, acuan nilai pada parameter tersebut mengacu pada dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI 03- 6389-2000). Parameter-parameter yang berkaitan dengan perhitungan OTTV nantinya digunakan untuk menghitung nilai OTTV sesuai dengan rumus yang berlaku sesuai Standar Nasional Indonesia dan sesuai Standar Internasional ASHRAE.

Diketahui:

$$\alpha \text{ (Absorbtansi radiasi matahari)} = \alpha \text{ total}$$

$$\alpha = (\alpha_{\text{aluminium}} + \alpha_{\text{cat}}) / 2$$

$$\alpha = \frac{(0,12+0,25)}{2}$$

$$\alpha = 0,185$$

$$U_w(\text{transmitansi termal dinding}) = 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$TD_{EK}(\text{beda temperatur ekuivalen}) = \text{Kurang dari } 125 \text{ m}^2 \text{ (tabel 2.4)} \quad TD_{EK} = 15 \text{ K}$$

$$U_f(\text{transmitansi termal jendela}) = 2,89 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$SC \text{ (Shading Coefficient)} = \text{koeffisien peneduh sistem fenestrasi. } SC = 0,53$$

$$SF = \text{Faktor radiasi matahari (W/m}^2\text{)}$$

$$SF = 147$$

c. Perhitungan Nilai OTTV

Perhitungan nilai OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.1).

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \cdot (1 - WWR)) \cdot TD_{EK} + (SC \cdot WWR \cdot SF) + (U_f \cdot WWR \cdot \Delta T)]$$

$$OTTV = 0,185 [0,41 \cdot (1 - 0,227)] \cdot 15 + (0,53 \cdot 0,227 \cdot 147) + (2,89 \cdot 0,227 \cdot 5)$$

$$OTTV = 0,185 [0,316] \cdot 15 + (26,177) + (4,855)$$

$$OTTV = 0,879 + (17,685) + (3,280)$$

$$OTTV = 21,844 \text{ Watt/m}^2$$

b. Beban peralatan elektronik

Peralatan elektronik yang terdapat pada ruang penumpang juga menjadi faktor yang berpengaruh dalam menghitung beban pendinginan.

Tabel 1. Konsumsi daya peralatan elektronik

<i>Total category consumption (kW)</i>	Kabin LRT	Kabin DMU
<i>Konsumsi Daya</i>	0,428	0,428

(Sumber:Dokumen spesifikasi teknis TMC PPI)

Beban peralatan elektronik yang digunakan untuk perhitungan beban pendinginan mengacu pada tabel 1.

$$Q_{\text{peralatan elektronik}} = 856 \text{ W}$$

c. Beban pencahayaan

Pencahayaan yang digunakan dalam faktor perhitungan beban pendinginan adalah lampu yang terpasang pada ruang penumpang kereta. Besaran beban pencahayaan mengacu pada spesifikasi teknis kereta TMC PPI.

Tabel2.Konsumsi daya pencahayaan

<i>Total category consumption (kW)</i>	Kabin LRT	Kabin DMU
<i>Lighting Fittings</i>	0,12	0,12

(Sumber:Dokumen spesifikasi teknis kereta TMC PPI)

Berdasarkan tabel 2. maka ruang penumpang memiliki besaran total daya untuk pencahayaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{pencahayaan}} = 240 \text{ W}$$

d. Beban Eksternal

Beban eksternal dalam perhitungan beban pendinginan dengan metode CLTD meliputi beban konduksi dari jendela, atap, dinding; beban radiasi yang melewati kaca; dan beban partisi.

e. Beban konduksi

Beban konduksi dihitung menggunakan persamaan (2.3). Dalam perhitungannya, beban konduksi dibagi menjadi 3 perhitungan :

Beban konduksi jendela Diketahui :

$$U = 1,39 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ (ASHRAE 1997 chapter 29 tabel 5)}$$

$$A = 6,14 \text{ m}^2$$

$$T_{\text{jendela}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Standar temperatur, Permen No. 175 tahun 2015)}$$

$$T_{\text{luar}} = 27,1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Rata-rata suhu Madiun, BMKG)}$$

$$\Delta T = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Perhitungan beban konduksi jendela berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} Q_{\text{jendela}} &= U \cdot A \cdot \Delta T \\ &= (1,39) \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot (6,14) \text{ m}^2 \cdot (5,1) ^\circ\text{C} \\ &= 43,52 \text{ W} \end{aligned}$$

Beban konduksi dinding Diketahui :

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ (ASHRAE 1997 chapter 36 tabel 3)}$$

$$A = 27,04 \text{ m}^2$$

$$T_{\text{jendela}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Standar temperatur, Permen No. 175 tahun 2015)}$$

$$T_{\text{luar}} = 27,1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Rata-rata suhu Madiun, BMKG)}$$

$$\Delta T = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Perhitungan beban konduksi dinding berdasarkan persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} Q_{\text{dinding}} &= U \cdot A \cdot \Delta T \\ &= (0,26) \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot (27,04) \text{ m}^2 \cdot (5,1) ^\circ\text{C} \\ &= 35,85 \text{ W} \end{aligned}$$

Beban konduksi atap Diketahui :

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ (ASHRAE 1997 chapter 36 tabel 3)}$$

$$A = 2870 \text{ m} \times 2770 \text{ m} \times 2 = 15,89 \text{ m}^2$$

$$T_{\text{jendela}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Standar temperatur, Permen No. 175 tahun 2015)}$$

$$T_{\text{luar}} = 27,1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (Rata-rata suhu Madiun, BMKG)}$$

$$\Delta T = 5,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Perhitungan beban konduksi atap berdasarkan persamaan (2.3) :

$$\begin{aligned} Q_{\text{atap}} &= U \cdot A \cdot \Delta T \\ &= (0,26) \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot (15,89) \text{ m}^2 \cdot (5,1) ^\circ\text{C} \\ &= 21,07 \text{ W} \end{aligned}$$

Total beban konduksi

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{jendela}} + Q_{\text{dinding}} + Q_{\text{atap}} \\ &= 43,52 \text{ W} + 35,85 \text{ W} + 21,07 \text{ W} \\ &= 100,44 \text{ W} \end{aligned}$$

f. Beban partisi

Diketahui:

$$\begin{aligned} U &= 3,12 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ (ASHRAE 1997chapter 36 tabel 3)} \\ A &= 2870 \text{ m} \times 2770 \text{ m} \times 2 = 15,89 \text{ m}^2 \\ T_{\text{rc}} &= 22 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (Standar temperatur, Permen No. 175 tahun 2015)} \\ T_{\text{b}} &= 27,1 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (Rata-rata suhu Madiun, BMKG)} \end{aligned}$$

Perhitungan beban partisi lantai berdasarkan persamaan (2.4):

$$\begin{aligned} Q &= U \cdot A \cdot (t_{\text{b}} - t_{\text{rc}}) \\ &= 3,12 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot 15,89 \text{ m}^2 \cdot (5,1)^\circ\text{C} \\ &= 252,84 \text{ W} \end{aligned}$$

g. Beban radiasi

Beban radiasi yang dihitung dalam perhitungan ini adalah beban radiasi kaca terhadap matahari dengan menggunakan persamaan (2.2). Nilai SCL yang digunakan adalah nilai radiasi tertinggi yang diterima oleh kaca (arah Barat, pukul 15:00).

Diketahui:

$$\begin{aligned} A_{\text{jendela}} &= 5,63 \text{ m}^2 \\ SC &= 0,53 \text{ (ASHRAE1997 chapter 29)} \\ SCL &= 416 \text{ (ASHRAE1997chapter 28 table 36)} \end{aligned}$$

Perhitungan beban radiasi matahari terhadap kaca berdasarkan persamaan (2.2):

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot (SC) \cdot (SCL) \\ &= 5,63 \text{ m}^2 \cdot (0,53) \cdot (416) \\ &= 1.241,3 \text{ W} \end{aligned}$$

Beban Ventilasi dan Infiltrasi

Beban ventilasi secara keseluruhan didapatkan dari perhitungan beban sensibel sesuai persamaan (2.8) dan beban laten sesuai persamaan (2.9). Beban sensibel dan beban laten kemudian dijumlahkan dengan persamaan (2.10) untuk mendapatkan beban total ventilasi dan infiltrasi.

a. Beban sensibel Diketahui :

$$T_{\text{lingkungan}} = 27,1 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Rata-rata suhu Madiun, BMKG)}$$

$$T_{\text{ruang}} = 22^{\circ}\text{C} \text{ (Standar temperatur, Permen No. 175 tahun 2015)}$$

$$\text{Ventilasi rate (Q)} = 1800 \text{ cm}^3/\text{h} = 1,8 \text{ L/h}$$

Perhitungan beban sensibel berdasarkan persamaan (2.8):

$$q_{\text{sensibel}} = (1,23) \cdot Q \cdot (T_{\text{lingkungan}} - T_{\text{ruangan}})$$

$$= (1,23) \cdot 1,8 \text{ L/s} \cdot (5,1)^{\circ}\text{C}$$

$$= 11,29 \text{ W}$$

b. Beban laten Diketahui :

$$W_{\text{lingkungan}} = 0,0179 \text{ kg/kg} \text{ (saat suhu } 27,1^{\circ}\text{C} \text{ dan RH } 70\%) \quad W_{\text{ruang}}$$

$$= 0,0099 \text{ kg/kg} \text{ (saat suhu } 22^{\circ}\text{C} \text{ dan RH } 60\%)$$

$$\text{Ventilasi rate (Q)} = 1.800 \text{ cm}^3/\text{h} = 1,8 \text{ L/h}$$

Perhitungan beban laten berdasarkan persamaan (2.9):

$$q_{\text{laten}} = 3010 \cdot Q \cdot (W_{\text{lingkungan}} - W_{\text{ruang}})$$

$$= 3010 \cdot 1,8 \text{ L/h} \cdot (0,0179 - 0,0099) \text{ kg/kg}$$

$$= 43,34 \text{ W}$$

Total beban ventilasi

Total beban ventilasi dapat dihitung dengan persamaan (2.10) atau dengan menjumlahkan beban sensibel (q_{sensibel}) dengan beban laten (q_{laten}).

$$q_{\text{total}} = q_{\text{sensibel}} + q_{\text{laten}}$$

$$= 11,29 \text{ W} + 43,34 \text{ W}$$

$$= 54,63 \text{ W}$$

Beban Pendinginan Keseluruhan

Beban pendinginan total pada ruang penumpang *trailer car* dapat dihitung dari jumlah beban internal, beban eksternal, dan beban ventilasi yang telah didapatkan dari perhitungan dengan metode CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*).

Tabel 3. Total beban Internal

BEBAN INTERNAL	Nilai Beban
Beban penumpang	1.320 W
Beban peralatan elektronik	856 W
Beban pencahayaan	240 W
TOTAL BEBAN INTERNAL	2.416 W

(Sumber:Data Hasil Penelitian)

Tabel4.Total beban eksternal dan ventilasi

BEBAN EKSTERNAL	Nilai Beban
Beban konduksi	100,44 W
Beban partisi	252,84 W
Beban radiasi	1.241,3 W
Beban ventilasi	54,63 W
TOTAL BEBAN EKSTERNAL DAN VENTILASI	1.649,21 W

(Sumber:Data Hasil Penelitian)

Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa beban internal memiliki peran yang sangat besar (2.641 W) dibandingkan dengan beban eksternal (1.649,21 W). Total beban pendinginan pada ruang penumpang kereta TMC adalah jumlah dari beban internal, beban eksternal, dan beban ventilasi, yaitu sebesar 4.290,21 W. Berdasarkan dokumen ASHRAE 1997 chapter 28, faktor keamanan harus ditambahkan minimal 10% dari total keseluruhan beban pendinginan. Sehingga nilai total beban pendinginan pada ruang penumpang kereta TMC PPI adalah 4.719,21 W atau bisa disederhanakan menjadi 4,719 kW.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OTTV (Overall Thermal Transfer Value) pada kereta TMC PPI adalah 21,844 Watt/m². Berdasarkan standar SNI 03-6389-2000, nilai OTTV yang layak tidak boleh melebihi 45 Watt/m². Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa ruang penumpang kereta TMC PPI memiliki desain termal yang baik dan memenuhi syarat kelayakan.

Selain itu, perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLTD (Cooling Load Temperature Difference) menghasilkan beban internal sebesar 2.416 W, serta beban eksternal dan ventilasi sebesar 1.649,21 W. Total keseluruhan beban pendinginan, termasuk faktor keamanan sebesar 10%, adalah 4,719 kW. Berdasarkan spesifikasi teknis, unit AC yang digunakan pada kereta TMC PPI memiliki kapasitas 4,05 kW per unit, dengan dua unit AC yang dipasang, memberikan total kapasitas sebesar 8,1 kW. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua unit AC tersebut mampu memenuhi kebutuhan beban pendinginan pada ruang penumpang kereta TMC PPI.

Untuk meningkatkan penelitian ini lebih lanjut, disarankan agar dilakukan analisis yang lebih menyeluruh terkait sistem pendinginan di bagian lain dari kereta untuk memastikan kualitas pendinginan pada seluruh area kereta. Kajian lebih lanjut juga diperlukan mengenai sistem HVAC pada kereta TMC PPI, dengan tujuan agar komponen sistem pendingin ini dapat diproduksi di dalam negeri, sehingga mengurangi ketergantungan pada impor. Selain itu, diperlukan analisis yang lebih mendalam menggunakan metode berbeda guna memperkaya referensi dan meningkatkan akurasi dalam perhitungan beban pendinginan.

Referensi

- American Society of Heating Refrigerating. (1997). ASHRAE Handbook 1997. Amerika Serikat: ASHRAE.
- Hidayat, M. S. (2022). Studi Overall Thermal Transfer Value (OTTV) di Gedung Kampus Universitas. Universitas Mercubuana, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. (2014). Modul Sistem Air Conditioning Pada Kereta. Pusat Pengembangan SDM Perhubungan Darat, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. (2022). Permen No. 7 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Kereta Api Kecepatan Tinggi. Jakarta.
- Prianto, Y. T. (2015). Analisis Temperatur dan Sistem Pengkondisian Udara Pada Kereta Eksekutif Malam Bangunkarta. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Purwanto, E., & Ridhuan, K. (2012). Pengaruh Jenis Refrigerant dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. Universitas Muhammadiyah Metro, Metro.
- Sari, E. P., Darlyanto, B. B., & Efendi, R. (2021). Analisis Beban Pendinginan Pada Gerbong Kereta Eksekutif (Studi Kasus KA Argo Parahyangan). Sekolah Tinggi Teknologi Mekongga, Sulawesi Tenggara.
- Srihanto, M. S. (2021). Perencanaan Sistem Pendingin Udara Menggunakan Ceiling Duct dengan Pengaturan Sistem VRV/F Pada Gedung Perkantoran 3 Lantai. Jurnal Terapan Teknik Mesin, 2(1), STT Muhammadiyah Cileungsi.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung (SNI 03-6389-2000). Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung (SNI 03-6572-2001). Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Suyanto. (2023). Perhitungan Beban Pendinginan Mobil Box Pengangkut Ikan Beku. Universitas IVET, Semarang.
- Ulfa, L. (2012). Analisis Temperatur dan Aliran Udara pada Sistem Tata Udara di Gerbong Kereta Api Penumpang Kelas Ekonomi dengan Variasi Bukaannya Jendela. Jurnal Teknik POMITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.