

**Analisa Kebutuhan Cooling Capacity AC di Ruang Balai Besar Teknologi Konversi Energi
(B2TKE)
Politeknik Negeri Jakarta**

Abidillah Nur Rasyid¹, Paulus Sukusno¹, dan Benhur Nainggolan¹

**¹Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.
A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425**

abidillah.nurrasyid.tm19@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Jurnal ini menjelaskan tentang perhitungan *cooling capacity* yang dibutuhkan pada ruangan meeting, perhitungan *cooling capacity* bertujuan untuk mengetahui daya yang dibutuhkan pada sistem pendingin. Metode yang digunakan adalah menghitung *cooling capacity* berdasarkan GA (*General Arrangement*) yang mencakup beberapa parameter yaitu jumlah orang, jumlah jendela, volume ruangan, *equipment*, dan panas dari lampu. Sehingga didapatkan perhitungan *Heat Calculation*, *Air Capacity*, dan *Cooling Capacity* pada sebuah ruangan meeting.

Kata kunci: *Cooling capacity*, ruangan, *HVAC*, *temperature*, kelembaban.

ABSTRACT

This journal describes the calculation of the cooling capacity needed in the meeting room, the calculation of cooling capacity aims to determine the power needed in the cooling system. The method used is to calculate cooling capacity based on GA (General Arrangement) which includes several parameters, namely the number of people, the number of windows, the volume of the room, equipment, and heat from the lamp. So that the calculation of Heat Calculation, Air Capacity, and Cooling Capacity is obtained in a meeting room.

Keywords: Cooling capacity, room, HVAC, temperature, humidity.

PENDAHULUAN

Pada saat ini kebutuhan pada pengkondisian udara dalam ruangan sangat penting. Hal ini disebabkan karena semakin meningkat kebutuhan konsumen pada aspek kenyamanan dan keamanan didalam ruangan. Penggunaan sistem pendingin dalam ruangan termasuk dalam bidang HVAC (heating, ventilation, dan air conditioning). Tujuan penggunaan system HVAC pada ruangan meeting adalah untuk memberikan kenyamanan, menjaga suhu dan kelembaban, dan menjaga peralatan dan elektronik pada ruangan meeting dalam kondisi terbaik[1].

Untuk mencapai kondisi udara yang diinginkan, diperlukan sistem pendinginan yang mampu mengatur kondisi udara dalam ruangan sesuai dengan jumlah beban pendinginan. Beban pendinginan (*cooling capacity*) sebenarnya adalah jumlah panas yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara setiap waktu. Beban pendinginan terdiri atas panas yang berasal dari ruang dan tambahan panas. Tambahan panas adalah jumlah panas setiap saat yang masuk kedalam ruang melalui kaca secara radiasi maupun melalui dinding akibat perbedaan temperature, pengaruh penyimpanan energi pada struktur bangunan, serta peralatan – peralatan listrik seperti lampu dan peralatan elektronik lainnya[1].

METODE PENELITIAN

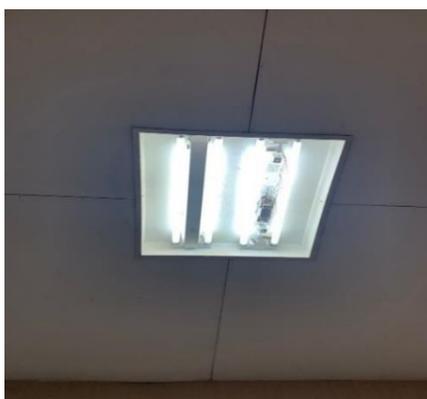
Perhitungan dimulai dari mengukur dimensi (panjang, lebar dan tinggi) dan volume ruang meeting. Di ruangan meeting ini terdapat 7 kursi besi dan 1 kursi sandaran rendah, dengan meja berbahan kayu. Bisa dilihat bahwa jendela tersebut tidak terkena paparan matahari. Jendela tersebut berjenis jendela *single glass*. Jenis lampu yang di pakai di ruangan meeting Balai besar Teknologi Konversi Energi adalah jenis *flourecent*.



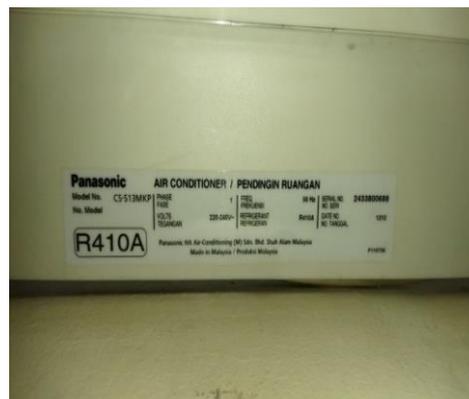
Gambar 1. Ruang Meeting BPPT



Gambar 2. Kaca Jenis Single Glass



Gambar 3. Jenis Lampu Flourecent



Gambar 4. Spesifikasi AC Panasonic

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ada beberapa variabel sampel yang digunakan seperti beban panas melewati dinding dan lantai ruangan, penghuni ruangan, panas dari jendela, lampu penerangan, peralatan, perhitungan sirkulasi udara dan perhitungan kapasitas pendingin (*Cooling Capacity*).

Data didapat dari perusahaan maupun dari sumber seperti jurnal. Dikarenakan peralatan yang tidak ada maka dari itu penulis memakai sumber dari berbagai jurnal guna untuk menyelesaikan tugas akhir. Sumber beban panas dari ruangan meeting bersumber dari dinding, lantai ruangan, penghuni ruangan, jendela, lampu dan peralatan. Perhitungan masing – masing beban masing – masing itu dijelaskan pada sub bagian 4.1.1 – 4.1.5.

4.1.1 Beban Panas Melewati Dinding dan Lantai Ruangan

Nilai transfer panas QTr pada dinding untuk ruangan meeting dihitung menggunakan rumus (1). Koefisien transfer panas (K) diambil tahap desain awal dan diasumsikan sebesar 0.9 W/m °C

$$QTr = K \times A \times \Delta T \text{ (Watt)} \tag{1}$$

Dengan,

- A = Luas ruangan yang dirambati panas (m²)
- ΔT (T0 – T1) = Perbedaan temperature di luar ruangan dan didalam

Data pengukuran didalam ruangan dan diluar sebagai berikut:

- Temperature dalam ruangan T1: 24°C
- Temperatur di luar ruangan T0: 28°C

Angka 2 menyatakan ada 2 bagian luas ruanan yaitu luas lantai dan luar plafon Dengan memasukan data – data ini ke persamaan (2) maka diperoleh

$$\begin{aligned} QTR \text{ WALL} &= (K \cdot A \cdot \Delta T) \times 2 \\ &= (0,9 \times (P \times T) \times 4) \times 2 \\ &= (0,9 \times (3,01 \times 4,72) \times 4) \times 2 \\ &= 102,3 \text{ Watt} \\ QTR \text{ FLOOR} &= (0,9 \times (L \times T) \times 4) \times 2 \\ &= (0,9 \times (2,73 \times 4,72) \times 4) \times 2 \\ &= 92,8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} QTR \text{ total} &= QTR \text{ WALL} + QTR \text{ FLOOR} \\ &= 102,3 \text{ watt} + 92,8 \text{ watt} \\ &= 195,1 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.1.2 Beban Panas dari Penghuni Ruangan

Tabel 1. Panas yang dihasilkan Manusia

Degree Of Activity	Heat Rate : BTU/h (Kcal/h)
	Sensible
Person	220 (55)

Beban panas dari penghuni ruangan Qp dihitung dari persamaan (2) sebagai berikut:

$$Qp = \text{Heat rate} \times \text{Qty Person} \text{ (Watt)} \tag{2}$$

Nilai panas sensible dan latent diperoleh Berdasarkan tabel 2.1. Dengan menggunakan konversi satuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1\text{Watt} &= 0,86 \text{ Kcal/h} = 3.412 \text{ BTU/h} \\ 55 \text{ Kcal/h} &= 63,965 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} Qp &= 63,965 \text{ Watt} \times 6 \text{ Orang} \\ &= 383,79 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.1.3 Beban Panas Rambatan dari Jendela

Beban Panas rambatan dari jendela Q_w diperoleh dari persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$Q_w = K \times A \times \Delta T \tag{3}$$

Dengan,

K = Jenis jendela Single glass (6,5 untuk jendela jenis single glass)

A = Luas Jendela (m^2)

Dalam perhitungan Q_w , Nilai K diambil dari jurnal (1)

Jendela pada ruangan meeting menggunakan jendela *single glass*. Nilai A , dan K adalah sebagai berikut :

Jendela *single glass* = 6,5 w/m^2 °C

Jumlah Jendela = 7

Luas Jendela = 12.600 cm/m^2

= 1,26 m^2

ΔT = 4 °C

Maka dengan menggunakan nilai – nilai itu kepersamaan (1) diperoleh

$$\begin{aligned} Q_w &= K.A. \Delta T \\ &= 6,5 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 1,26 \text{ m}^2 \cdot 4^\circ\text{C} \\ &= 32,76 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.1.4 Beban Panas Lampu Penerangan

Tabel 2. Panas yang dihasilkan Lampu

Space	Heat Gain from general lighting (W/m^2)
	Flourescent
Ruang Meeting (x2)	3,5 Watt

Beban panas dari lampu juga di tentukan apakah lampu itu tipe *Incandescent* atau *Flourescent*. Pada ruangan meeting yang terletak di BPPT. Beban panas lampu dihitung menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$Q_L = K_L \times A \times \Delta T \text{ (watt)} \tag{4}$$

Dengan,

K_L = koefisien panas lampu (W/m^2 °C)

A = luas ruangan meeting (m^2) (panjang ruangan x lebar ruangan)

Dari tabel 2.2 nilai Koefisien panas dari lampu *flourecent* pada ruang meeting sebesar 3,5 W/m^2 °C. sedangkan nilai A diperoleh sebagai berikut:

Luas ruangan meeting (A) : 4,72 x 2,73 = 12,9 m^2 dan ΔT : 4°C.

Dengan memasukan nilai – nilai tersebut ke persamaan (2.4) maka diperoleh

$$\begin{aligned} Q_{Lamp} &= K_L. A . \Delta T \\ &= 7 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 12,9 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 361,2 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.1.5 Beban dari Peralatan

Peralatan yang terpasang di ruangan meeting adalah Tv Samsung LED (80 Watt). Lalu karena di ruangan tersebut dipakai untuk ruangan meeting jadi ada peralatan yang dipakai seperti proyektor dan laptop dengan daya (270 Watt) dan (60 Watt).

4.1.6 Beban Panas Total

Maka jumlah beban panas total yang terdapat pada ruang meeting adalah:

$$\begin{aligned} QR &= QTr + Qp + Qw + QL + Qe \\ &= 195,1 \text{ Watt} + 383,79 \text{ Watt} + 32,76 \text{ Watt} + 361,2 \text{ Watt} + 410 \text{ Watt} \\ &= 1.377,6 \text{ Watt} (0,0013776 \text{ KW}) \end{aligned}$$

4.2 Perhitungan Cooling Capacity

Untuk kenyamanan penghuni ruang yang dikondisikan, jumlah sirkulasi udara tergantung pada beban yang diderita ruang. Penentuan sirkulasi udara digunakan ruang meeting yang terletak di Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE) :

4.2.1 Penentuan Sirkulasi Udara

Tabel 3. Sirkulasi Udara dalam Ruangan

No	Room Conditioned	Air Change (x/h)
1.	Public Room / Office	12

Untuk penentuan kapasitas udara dapat dilihat dari tabel 3. Sirkulasi udara dalam ruangan. Penentuan sirkulasi udara digunakan ruang meeting yang terletak di Balai Besar Teknologi Konversi Energi. Dari tabel 2.3 diperoleh ruang meeting Ruangan : 12 kali sirkulasi dalam 1 jam (Standar Ruangan dengan sirkulasi udara yang baik menurut sumber)

4.2.2 Penentuan Kapasitas Udara

Dari sumber terdapat *density* udara sebesar $1,2 \text{ kg/m}^3$ dan panas spesifik udara $1 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$. Kapasitas udara yang akan disuplai ke dalam ruang Kapasitas udara yang akan disuplai ke dalam ruang. V diperoleh dalam persamaan (5) yaitu :

$$v = Qr / (\rho \cdot Cp \cdot \Delta T) \quad (5)$$

dengan ,

Qr = Total panas yang diderita ruang

ρ = Densitas udara

Cp = Panas spesifik udara

Dengan memasukan ρ , Qr dan Cp dan ΔT maka :

$$v = (3.241,86 \text{ watt}) / (1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 \text{ j.Kg } ^\circ\text{C} \cdot 4 ^\circ\text{C})$$

$$v = 675,3875 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.2.3 Perhitungan Enthalphy

Untuk ruangan meeting di Balai Besar Teknologi Konversi Energi. Diperoleh dari jurnal (1) diasumsikan Nilai dari Heat Gain 80 W/p , Densitas Udara : $1,2 \text{ kg/m}^3$. Jumlah penghuni pada ruangan meeting maksimal 6 orang. Sirkulasi udara = 12/hours (kali perjam) sedangkan Volume Ruangan adalah $38,8 \text{ m}^3$. Perbedaan enthalphy luar dan dalam ruangan Δhe adalah (6)

$$\Delta he = (Qty \text{ Person} \cdot \text{Heat Gain}) / (\rho \cdot V \cdot \text{Air Change}) \quad (6)$$

$$\Delta he = (6 \text{ Person} \cdot 80 \text{ W/p}) / (1,2 \text{ k/g m}^3 \cdot 38,8 \text{ m}^3 \cdot 12 \text{ x/h})$$

$$= 0,8591 \text{ J/kg}$$

4.2.4 Perhitungan Kapasitas Pendinginan

Perhitungan kapasitas pendingin ruangan meeting di BPPT di peroleh persamaan (7). Yaitu :

$$QC = v \cdot \rho \cdot \Delta he \quad (7)$$

$$= 675,3875 \cdot 1,2 \text{ kg.m}^3 \cdot 0,8591$$

$$= 696,270482 \text{ Watt} (696270.482 \text{ Kilowatt})$$

4.3 Menghitung EER (Energy Efficiency Rating)

Efficiency rating dihitung menggunakan persamaan (8) yaitu:

$$\begin{aligned} EER &= \frac{BTU/h}{Watt} && (8) \\ &= \frac{3.825}{368} \\ &= 10,4 \end{aligned}$$



Gambar 1. Kriteria Label Hemat Energi

Jadi, bisa dilihat di Gambar 2.1 Tentang Kriteria Label Hemat Energi bahwa AC $1\frac{1}{2}$ PK di Ruang Meeting Balai Besar Teknologi Konversi Energi mendapat bintang 3 berarti termasuk AC hemat energi.

KESIMPULAN

Beban Panas Total adalah $1.382,87 \text{ Watt} / 740 \text{ Watt} = 1,86 \text{ PK}$. Bahwa AC $1\frac{1}{2}$ yang terpasang pada ruangan meeting Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE) kurang nyaman pada saat melakukan aktivitas di ruangan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Syah, N. S. Drastiawati, and H. Taufan, "Perhitungan Cooling Capacity Yang Dibutuhkan Pada Kapal Tanker 17500 LTDW Cooling Capacity Calculations Required On Tanker Ship 17500 LTDW," *Otopro*, vol. 14, no. 1, p. 6, 2019, doi: 10.26740/otopro.v14n1.p6-12.
- [2] Kepmenkes RI No. 1405, "Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri Menteri Kesehatan Republik Indonesia," *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, Nomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002, pp. 1–22, 2002, [Online]. Available: [https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes No 1405 th 2002 ttg PERSYARATAN KESEHATAN-LINGKUNGAN-KERJA-PERKANTORAN-DAN-INDUSTRI.pdf](https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes%20No%201405%20th%202002%20ttg%20PERSYARATAN%20KESEHATAN-LINGKUNGAN-KERJA-PERKANTORAN-DAN-INDUSTRI.pdf)
- [3] S. Pengkondisian and U. Untuk, "Sistem pengkondisian udara untuk gedung perkantoran," 2009.
- [4] <https://www.nationalelektronik.com> diakses pada tanggal 15 agustus 2022
- [5] Hartoyo, "AC Window dan AC Split," pp. 1–30, 2009.
- [6] O. A. M. A. H Kara, "Sistem Tata Udara," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 7, no. 2, pp. 107–15, 2014.
- [7] <http://www.biomagz.com/2018/05/rumus-massa-jenis-tabel-massa-jenis.html#> diakses pada tanggal 15 agustus 2022