

Perencanaan Kebutuhan Pendinginan Udara Ruang Rapat Anggota Dewan Provinsi Papua Tengah

Agung Nugroho

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi dan Rekayasa,
Universitas Satya Wiyata Mandala

Email :

agungn1414@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan pendinginan udara saat ini dirasa penting, terutama untuk pendinginan ruang pertemuan dan auditorium. Dengan demikian kondisi udara yang sejuk dan nyaman dapat dihadirkan. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan beban pendinginan udara di Gedung DPRP Papua Tengah. Metode yang dilakukan adalah dengan menghitung besarnya kalor yang berasal dari luar ruangan dan dalam ruangan. Besarnya kalor dari ruangan adalah kalor dari panas matahari yang merambat melalui dinding, atap, jendela kaca dan pintu Kalor yang berasal dari dalam ruangan bersumber dari manusia sebagai penghuni, lampu, dan peralatan elektronik lainnya. Dari hasil analisa data bisa ditentukan bahwa beban pendinginan Gedung DPRP Papua Tengah adalah sebesar 72038,5 Watt atau setara dengan 240581 Btu/hr. Total daya AC yang dibutuhkan untuk mendinginkan ruangan adalah 27 PK.

Kata kunci : Air Conditoner (AC), Kalor, BTU

Abstract

The need for air cooling is currently considered important, especially for cooling meeting rooms and auditoriums. In this way, cool and comfortable air conditions can be provided. This research was conducted to determine the air cooling load in the Central Papua DPRP Building. The method used is to calculate the amount of heat that comes from outdoors and indoors. The amount of heat from the room is the heat from the sun's heat which propagates through the walls, roof, glass windows and doors. The heat that comes from inside the room comes from humans as occupants, lights and other electronic equipment. From the results of data analysis it can be determined that the cooling load of the Central Papua DPRP Building is 72038.5 Watts or the equivalent of 240581 Btu/hr. The total AC power needed to cool the room is 27 PK.

Keywords: Air Conditioner (AC), Heat, BTU

PENDAHULUAN

Pengkondisian Udara

Pengkondisian udara adalah pengaturan suhu dan kelembaban udara suatu ruangan sesuai dengan yang diinginkan. Indonesia sebagai negara yang berada di daerah tropis mempunyai suhu udara yang relatif panas, dengan kelembaban udara yang cukup tinggi. Karena itu penggunaan AC (Air Conditioner) banyak kita jumpai di perkantoran, pertokoan, maupun rumah tinggal. Zona temperatur nyaman orang Indonesia yang berada di daerah tropis adalah sekitar $25^{\circ} \text{C} \pm 10\%$. Kelembaban udara relatif dalam perencanaan umum adalah sebesar $55\% \pm 10\%$.

Kondisi udara yang diinginkan bisa diperoleh dengan bantuan pendingin udara atau AC. Proses pendinginan yang terjadi adalah udara panas di suatu ruangan karena dia lebih ringan maka berada di bagian atas. Udara ini masuk dihisap melewati evaporator atau indoor AC. Pada bagian ini terjadi perpindahan panas dimana kalor udara berpindah ke refrigerant ketika melewati koil pendingin pada evaporator, sehingga udara mengalami pendinginan. Kemudian udara yang sudah mengalami pendinginan ditiupkan ke ruangan dengan bantuan kipas indoor, sehingga ruangan berangsur-angsur menjadi dingin.

Komponen dan Prinsip Kerja AC

Secara garis besar AC mempunyai empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, pipa kapiler atau katup ekspansi, dan evaporator. Kompresor berfungsi menaikkan tekanan refrigerant atau freon. Freon yang masuk ke dalam kompresor berwujud gas bertekanan rendah dan bersuhu rendah mengalami kompresi sehingga tekanannya naik, suhunya naik, namun wujudnya tetap berupa gas. Kondensor berfungsi merubah wujud freon dari gas menjadi cair. Freon masuk ke dalam kondensor pada kondisi tekanan tinggi, wujud gas, dan suhu tinggi. Di dalam kondensor dengan disain berupa pipa berkelok-kelok atau koil dan bantuan kipas blower, kalor freon sebagian berpindah ke lingkungan, dan suhu freon dalam kondensor turun. Sehingga pada kondisi tersebut freon berangsur-angsur mengalami pengembunan dan menjadi cair seluruhnya. Ketika keluar kondensor kondisi freon berwujud cair bertekanan tinggi dan bersuhu masih tinggi.

Pipa kapiler atau katup ekspansi berfungsi menurunkan tekanan freon secara drastis. Akibat dari penurunan tekanan secara drastis ini maka suhu freon juga turun secara drastis. Freon keluar dari pipa kapiler atau katup ekspansi pada kondisi wujud cair bertekanan rendah dan bersuhu rendah. Evaporator berfungsi sebagai penukar panas atau heat exchanger. Evaporator atau sering disebut bagian indoor AC menyerap panas dari udara ruangan, sehingga udara di ruangan menjadi dingin, dan freon dalam evaporator mengalami kenaikan

suhu. Karena suhu freon mengalami kenaikan, pada kondisi ini freon yang sebelumnya berwujud cair berubah menjadi gas atau mengalami penguapan.

Beban Pendinginan Ruangan

Beban Kalor dalam sistem pendinginan udara terdiri dari beban pendinginan luar, beban pendinginan dalam, beban kalor ruangan, beban kalor dari udara luar yang masuk, beban blower dan motor, serta beban kebocoran. Beban pendinginan luar adalah beban kalor yang masuk ke ruangan melalui dinding, kaca, atap, dan lantai. Besarnya kalor yang masuk melalui dinding dipengaruhi oleh konduktifitas termal bahan dinding, luas dinding, dan perbedaan suhu luar dan dalam ruangan.

Nilai kalor yang masuk ke dalam ruangan melalui dinding (Q dinding) bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_{\text{dinding}} = A_{\text{dinding}} \cdot U_{\text{dinding}} \cdot (T_{d1} - T_{d2})$$

Dimana A dinding adalah luas dinding, U dinding adalah konduktifitas termal dinding, T_{d1} adalah suhu luar ruangan, dan T_{d2} adalah suhu dalam ruangan. Nilai konduktifitas termal dinding bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$U = \frac{1}{\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{h}}$$

Dimana l adalah tebal dinding, λ adalah koefisien konduksi bahan, dan h adalah koefisien konveksi bahan. Nilai kalor yang masuk kedalam ruangan melewati kaca, atap, dan lantai dihitung dengan cara yang sama. Beban pendinginan luar atau kalor total yang berasal dari luar ruangan diperoleh dengan menjumlahkan kalor-kalor yang melalui dinding, kaca, atap, dan lantai, dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{total luar}} = Q_{\text{dinding}} + Q_{\text{kaca}} + Q_{\text{atap}} + Q_{\text{lantai}}$$

Beban pendinginan dalam adalah beban dari kalor yang berasal dari dalam ruangan. Kalor tersebut berupa kalor dari lampu, kalor dari penghuni, dan kalor dari peralatan elektronik lainnya. Sehingga kalor dalam total bisa dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{total dalam}} = Q_{\text{lampu}} + Q_{\text{penghuni}} + Q_{\text{peralatan}}$$

Selanjutnya beban pendinginan total merupakan total jumlah beban ruangan yang terdiri dari beban total pendinginan luar dan beban total pendinginan dalam. Beban pendinginan total dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{total luar}} + Q_{\text{total dalam}}$$

METODE

Gambar 2. Gedung Sekerretaris Dewan DPRP Papua Tengah



Gambar 2. Ruang Rapat Anggota DPRP Papua Tengah



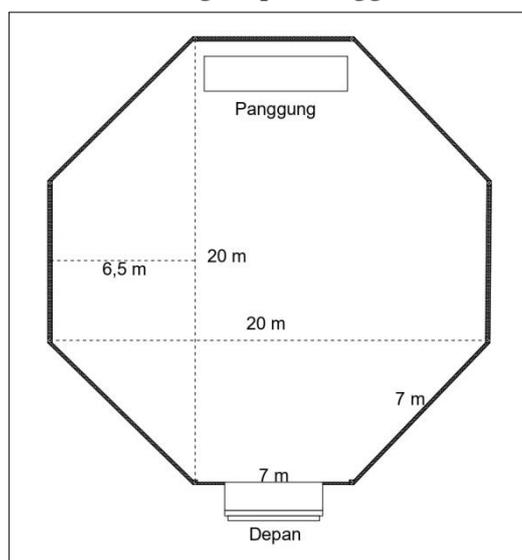
Penelitian ini dilakukan di Gedung Dewan Perwakilan Rakyat Provinsi Papua Tengah, Jl. Pepera No. 1 Nabire. Penelitian dilakukan dengan metode observasi lapangan. Dari observasi tersebut diperoleh data-data ukuran ruangan, ukuran dan jenis bahan dinding, jendela, dan pintu, ukuran dan jenis bahan atap, ukuran dan jenis bahan lantai, kapasitas orang yang menempati ruangan, jumlah dan ukuran lampu yang digunakan, jenis dan jumlah peralatan elektronik lain yang digunakan.

Kemudian dilanjutkan dengan metode kajian pustaka untuk menganalisa data yang ada melalui perhitungan. Perhitungan meliputi perhitungan kalor luar, kalor dalam, dan kalor total. Beban pendinginan total dijadikan dasara untuk menentukan ukuran AC dan jumlah AC yang perlu digunakan sebagai alat pengkondisian udara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi yang dilakukan di Gedung DPRP Papua Tengah menghasilkan data-data sebagai berikut:

Gambar 3. Denah Ruang Rapat Anggota DPRP Papua Tengah



1. Bentuk Gedung Rapat adalah Segi Delapan atau Octagon
2. Panjang tiap sisi segi delapan beraturan adalah 7 m, sehingga dengan rumus luas octagon = $2s^2 (\sqrt{2} + 1)$ didapat luas ruangan tersebut adalah $236,59 \text{ m}^2$
3. Dinding berjenis tembok batu bata dengan ketebalan 0,14 m tinggi 6 m. Luas keseluruhan dinding adalah $7 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 8 \text{ sisi} = 336 \text{ m}^2$
4. Pintu depan terbuat dari kayu mempunyai luas $2 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$.

5. Jendela kaca depan dengan ketebalan 0,005 dengan L 0,3m x P 3m x 3 buah=2,7m².
6. Jendela kaca untuk 7 sisi yang lain adalah 4m x 2,5m x 7 sisi = 70m²
7. Atap berupa genting galvalum dengan ketebalan 0,00045 m, dengan luas atap 236,59 m²
8. Lantai aula mempunyai luas 236,59m² . Dalam hal ini kalor yang melalui lantai diabaikan.
9. Lampu yang terpasang di auditorium adalah lampu neon dengan daya 40 watt berjumlah 25 buah, dan 100 Watt berjumlah 20 buah.
10. Kapasitas ruangan disediakan untuk 100 orang.
11. Pada kondisi siang hari, suhu di dalam ruangan 29 C, dan suhu di luar ruangan 35 C

Penentuan Daya AC berdasarkan Luas Ruangan

Data ruangan menunjukkan bahwa luas ruangan adalah 236,59m² . Sehingga dengan cara sederhana bisa ditentukan nilai beban pendinginan ruangan sebagai berikut :

- a. Beban Pendinginan = Luas Ruangan x 500

$$= 236,59 \times 500$$

$$= 118.295 \text{ BTU/ hr}$$
- b. AC 1 PK mampu melakukan pendinginan 9000BTU/hr, maka AC yang dibutuhkan oleh ruangan adalah :

$$= 118.295/9000$$

$$= 13,143 \text{ PK}$$

Perhitungan Beban Pendinginan Ruangan

1. Kalor dari luar ruangan

a. Menghitung kalor yang masuk melalui dinding tembok

$$U = \frac{1}{\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{h}}$$

$$U = 3,28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = \frac{1}{\frac{0,14\text{m}}{0,8\text{W/mK}} + \frac{1}{7,7\text{W/m}^2\text{K}}}$$

$$U = \frac{1}{0,175\text{m}^2\text{K/W} + 0,13\text{m}^2\text{K/W}}$$

Kalor yang merambat melalui dinding tembok adalah :

$$Q_{\text{dinding}} = A_{\text{dinding}} \cdot U_{\text{dinding}} \cdot (T_{d1} - T_{d2})$$

Total luas seluruh dinding tembok (A dinding) adalah 424,8 m², sedangkan perbedaan suhu luar dan dalam ruangan (T_{d1}-T_{d2}) adalah (35° – 29°C)=6° atau 6K, maka :

$$Q \text{ dinding} = 336 \text{ m}^2 \times 3,28 \text{ W/m}^2\text{K} \times 6\text{K} \quad Q \text{ dinding} = 7661 \text{ W}$$

b. Menghitung kalor yang masuk melalui Kaca

Kalor Konduksi dan Konveksi (Q1 kaca)

$$U = \frac{1}{\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{h}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{0,005\text{m}}{0,96\text{W/mK}} + \frac{1}{7,7\text{W/m}^2\text{K}}}$$

$$U = \frac{1}{0,005\text{m}^2\text{K/W} + 0,13\text{m}^2\text{K/W}}$$

$$U = \frac{1}{0,135\text{m}^2\text{K/W}}$$

Total luas seluruh jendela kaca adalah 72,7m², maka kalor konduksi dan konveksi melalui kaca adalah :

$$Q1 \text{ kaca} = 72,7 \text{ m}^2 \times 7,4\text{W/m}^2\text{K} \times 6\text{K} \quad Q1 \text{ kaca} = 3228\text{W}$$

Kalor Radiasi Kaca (Q2 kaca) $Q2 \text{ kaca} = A \times SC \times SCL \times Fc$

SC adalah shading coefficient, SCL adalah solar cooling load, dan Fc adalah faktor koreksi.

$$Q2 \text{ kaca} = 1498,34 \text{ ft}^2 \times 0,59 \times 162 \text{ Btu/hr ft}^2 \times 0,39$$

$$Q2 \text{ kaca} = 55852 \text{ Btu/hr}$$

$$Q2 \text{ kaca} = 16379\text{W}$$

$$Q \text{ kaca} = 3228 + 16379 = 19607\text{W}$$

c. Menghitung kalor yang masuk melalui atap

$$U = \frac{1}{\frac{l}{\lambda} + \frac{1}{h}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{0,0045\text{m}}{9,5\text{W/mK}} + \frac{1}{7,7 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

$$U = 7,703 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total luas seluruh atap seng galvalum adalah 236,59 m², maka kalor konduksi dan konveksi melalui atap adalah :

$$Q_{\text{atap}} = 236,59 \text{ m}^2 \times 14\text{W/m}^2\text{K} \times 6\text{K} \quad Q_{\text{atap}} = 19908\text{W}$$

Total kalor total yang berasal dari luar ruangan adalah :

$$Q_{\text{total luar}} = Q_{\text{dinding}} + Q_{\text{kaca}} + Q_{\text{atap}} + Q_{\text{lantai}} \quad Q_{\text{total luar}}$$

$$= 7661 \text{ W} + 19607 \text{ W} + 19908 \text{ W} + 0$$

$$Q_{\text{total luar}} = 47176 \text{ W}$$

2. Kalor dari dalam ruangan

a. Kalor lampu

Lampu yang terpasang di aula adalah 40 watt berjumlah 25 buah, 100 watt 20 buah, maka kalor lampu adalah $Q_{\text{lampu}} = 1000 \text{ Watt} \times 1,25 \times 0,85 \times 0,78$

$$Q_{\text{lampu}} = 1462,5 \text{ W}$$

b. Kalor Manusia

Kalor sensibel manusia adalah 72W/ orang Kalor laten manusia adalah 45W/ orang

Dengan jumlah penghuni 100 orang, maka kalor manusia adalah : $Q_{\text{manusia}} = 200 \times (72+45)$

$$Q_{\text{manusia}} = 23400 \text{ W}$$

Beban pendinginan dalam

$$Q_{\text{dalam}} = Q_{\text{lampu}} + Q_{\text{manusia}} = 1462,5 + 23400 = 24862,5 \text{ W}$$

$$Q_{\text{total pendinginan}} = Q_{\text{luar}} + Q_{\text{dalam}}$$

$$Q_{\text{total}} = 47176 \text{ W} + 24862,5 \text{ W} = 72038,5 \text{ W} = 240581 \text{ Btu/ hr}$$

Maka AC yang dibutuhkan adalah $240581/9000 = 27 \text{ PK}$

Perhitungan beban pendinginan Gedung DPRP Papua Tengah dengan menggunakan pertimbangan luas ruangan menghasilkan total daya AC yang dibutuhkan sebesar 13 PK. Hasil perhitungan beban pendinginan berdasarkan kalor yang masuk dari luar dan kalor dari dalam menghasilkan daya total AC yang dibutuhkan sebesar 27 PK. Dalam perhitungan dengan cara pertama yaitu mempertimbangkan luas ruangan, diasumsikan tinggi ruangan berkisar 6 meter. Dalam perhitungan dengan cara kedua, semua data ukuran ruangan dihitung sesuai dengan kondisi ukuran yang ada, sehingga didapatkan jumlah daya AC yang dibutuhkan lebih besar.

KESIMPULAN

Perhitungan beban pendinginan Gedung DPRP Papua Tengah dengan menggunakan pertimbangan luas ruangan menghasilkan total daya AC yang dibutuhkan sebesar 13 PK. Hasil perhitungan beban pendinginan berdasarkan

kalor yang masuk dari luar dan kalor dari dalam menghasilkan daya total AC yang dibutuhkan sebesar 27 PK.

DAFTAR PUSTAKA

- Suyanto, Riyanto Wibowo. Perencanaan Kebutuhan Pendinginan Udara Auditorium Universitas Ivvet, <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/maristec>
- Afendi, Ahmad Arif, Puad, Jamil M. Sonhaji, M. 2012, Perhitungan Beban Pendinginan, Pemilihan dan Pemasangan Air Conditioning di Ruang AutoCad, Teknik Mesin, Universitas Diponegoro
- Arismunandar, Wiranto, Saito, Heizo, 1991, Penyegaran Udara, PT Pradya Paramita, Jakarta
- Badan Standar Nasional, 2011, Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung, Jakarta, BSN
- ASHARE Research, 2006. ASHARE Handbook: Refrigeration. Inch Pound Edition
- Bell, Arthur A. 2008, HVAC Equation, Data, and Rules of Thumb, Second Edition. United State of America : The McGraw-Hill Companies
- Sapto Widodo, Syamsul Hasan, 2008. Sistem Refrigerasi dan Tata Udara, Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional