
PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN PADA GEDUNG PARIWISATA BARUGA SAPTA PESONA SULAWESI TENGGARA

Prinob Aksar

Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu Kendari 93232

E-mail: prinobaskar@gmail.com

Abstrak

Energi merupakan salah satu kebutuhan penting manusia. Perkembangan sosial dan ekonomi memiliki hubungan dengan penggunaan energi. Saat ini penggunaan energi dihadapkan pada permasalahan keterbatasan dan pengaruh negatif terhadap lingkungan, sehingga usaha untuk mengurangi konsumsi energi sangat diperlukan. Bangunan merupakan salah satu sumber konsumsi energi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung beban pendinginan di Gedung Pariwisata (Baruga Sapta Pesona) Sulawesi Tenggara. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggunaan data primer dari pengambilan di lapangan dan penggunaan model matematika pada panas dalam bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total beban pendinginan adalah sekitar 122.113,487 W, dengan pengaruh utama dari beban dalam ruangan. Hasil yang lain menunjukkan bahwa beban pendinginan berubah-ubah terhadap waktu. Beban pendinginan puncak terjadi pada pukul 14.00 waktu setempat.

Kata Kunci : *Beban pendinginan, bangunan, energi, konsumsi*

Abstract

The cooling load calculation in the building tourism of the Baruga Sapta Pesona in Southeast Sulawesi. The energy is one of the essential needs of human. The social and economic developments are obviously linked to the energy use. In present day, the use of the energy is posed by the challenges of the limitations and the negative effects on the environment, thus so efforts to reduce energy consumption are needed. The building is one of the sources on the energy consumption. The purpose of this study is to calculate the cooling load at the Tourism Building of the Baruga Sapta Pesona in Southeast Sulawesi. The method in this study is the use of primary data obtained from the building and the use of mathematical models on the heat gain in the building. The results show that the total cooling load is around 122.113,487 watt with the major influence of the internal cooling load. The cooling load is varying by the time with the peak at 14.00 local time.

Keywords: *Cooling Load, building, energy, consumption*

1. Pendahuluan

Pada saat ini, energi merupakan salah satu kebutuhan manusia yang paling penting. Kebutuhan manusia terhadap ketersediaan energi sangatlah besar, sehingga pemakaiannya haruslah bijaksana, produktif dan efisien. Peningkatan tajam penggunaan energi dalam kaitannya untuk menaikkan taraf hidup manusia tidak saja mengeksplor sumber-sumber daya energi, tetapi juga dapat membahayakan lingkungan dalam skala global.

Bangunan sebagai bagian dari lingkungan yang bertujuan menciptakan ruang-ruang nyaman untuk taraf kehidupan yang lebih baik juga menyebabkan permasalahan yang sama. Bangunan dengan seluruh peralatan penunjangnya mengkonsumsi energi, sehingga teknologi hemat energi perlu diupayakan untuk membatasi penggunaan energi dalam gedung. Salah satu konsumsi energi dalam bangunan adalah untuk pendinginan.

Beban pendinginan dari suatu bangunan dapat terdiri dari beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban eksternal yaitu panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi-konveksi melalui selubung bangunan (Anwar, 2010).

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui beban pendinginan maksimum pada Gedung Pariwisata Baruga Sapta Pesona di Sulawesi Tenggara.

2 Tinjauan Pustaka

Pustaka Terdahulu

Anwar (2010) meneliti pengaruh beban pendingin terhadap kinerja sistem mesin pendingin yang meliputi kapasitas refrigerasi, koefisien prestasi dan waktu pendinginan dengan menggunakan metode eksperimental. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan beban pendingin menyebabkan koefisien prestasi sistem pendingin akan membentuk kurva parabola.

Salpanio (2007) melakukan penelitian tentang perhitungan intensitas konsumsi energi listrik pada gedung kampus UNDIP Pleburan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi secara keseluruhan maupun pada masing-masing sektor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas konsumsi energi listrik setiap pelanggan yang ada di kampus UNDIP Pleburan sebagian besar termasuk kriteria efisien. Selain itu, peluang penghematan energi dan penghematan biaya listrik dapat dilakukan dengan penurunan kapasitas pelanggan listrik, seperti laboratorium. Hasil yang lain menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban udara setiap ruangan ber-AC di gedung kampus pada saat beban pendinginan minimum sudah memenuhi standar dan telah sesuai untuk kegiatan perkantoran dan perkuliahan.

Loekita (2005) melakukan penelitian tentang optimasi perencanaan selubung bangunan dari gedung-gedung perkantoran yang dikondisikan dengan sistem tata udara, yang memiliki ketinggian di atas delapan lantai. Sistem tata udara ini menggunakan 50-70% energi dari keseluruhan energi yang dipakai dalam gedung perkantoran tersebut untuk mendukung upaya konservasi energi pada bangunan perkantoran

yang direncanakan. Perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*), perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) menggunakan SNI 03-6389- 2000 dan perhitungan ETTV (*Envelope Thermal Transfer Value*) menggunakan draft pengganti BCA (*Regulation 69 of the Building Control Regulations*).

Syahrizal (2013) menganalisis pengaruh panas tambahan untuk konsumsi listrik pada mesin AC. Penelitian ini menggunakan unit AC perpecahan dengan kapasitas 9000 Btu/h dan refrigeran R22. Ruang yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dimensi 4 x 4 meter. Kondisi percobaan kamar bervariasi dengan mendapatkan panas tambahan dari pekerja dan peralatan listrik dan mempertimbangkan pengaruh ventilasi dengan membuka pintu setiap 1 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan panas, seperti jumlah manusia dan peralatan elektronik menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk pengkondisian udara lebih panjang, sehingga meningkatkan konsumsi listrik.

Mesin Pendingin

Air Conditioning atau tata udara adalah suatu proses dari pengontrolan panas, dingin, kebersihan dan sirkulasi udara serta kandungan uap air pada udara untuk kenyamanan tubuh manusia. Kondisi ruangan tidak selalu tetap, baik suhu, kelembaban uap air atau kebersihan udaranya. Jika dalam ruangan itu mengandung uap air yang terlalu banyak, maka ruangan tersebut akan terasa lembab, dan sebaliknya bila ruangan itu mengandung uap air yang sedikit maka ruangan tersebut akan terasa kering. Begitu pula bila suhu di dalam ruangan terlalu panas atau terlalu dingin akan mengakibatkan ketidaknyamanan (Munandar, 2002).

Prinsip kerja mesin pendingin adalah memindahkan panas dari suatu tempat/bahan yang temperturnya rendah ke tempat atau bahan lain yang temperturnya lebih tinggi. Pendingin adalah usaha mencapai suhu lebih rendah dari temperatur sekitarnya. Di dalam sistem pendingin untuk menjaga temperatur rendah memerlukan pembuangan kalor dari produk pada temperatur rendah dan pembuangan kalor ini ke tempat yang lebih tinggi (Munandar, 2002).

Salah satu mesin pendingin udara adalah AC (*Air Conditioning*). Komponen utama mesin AC adalah kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator (Stoecker, 1982)

Kompresor yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigeran) menuju kondensor. Di bagian kondenser ini refrigeran yang dimampatkan akan berubah fase dari uap menjadi cair, sehingga refrigeran mengeluarkan kalor. Setelah refrigeran melewati kondenser dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair maka refrigeran dilewatkan melalui katup ekspansi. Pada katup ekspansi ini refrigeran tekanannya diturunkan. Setelah itu refrigeran dialirkan ke evaporator. Di dalam evaporator ini refrigeran akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap (Stoecker, 1982)

Kenyamanan Tubuh Manusia

Kenyamanan tubuh manusia berbeda antara musim dingin dan musim panas. Suhu tubuh manusia berkisar antara 35 - 37°C, hal ini dapat dicapai apabila panas yang dibuang oleh tubuh manusia seimbang dengan panas yang didapatkan. Kenyamanan akan didapatkan oleh manusia apabila suhu ruangan berkisar antara 22-27 °C dengan kelembaban relatif antara 50-60 % (Munandar, 2002).

Beban Pendinginan

Beban Pendinginan adalah jumlah total energi panas yang harus dihilangkan dalam satuan waktu dari ruangan yang didinginkan. Beban ini diperlukan untuk mengatasi beban panas eksternal dan internal. Beban panas eksternal diakibatkan oleh panas yang masuk melalui konduksi (dinding, langit-langit, kaca, partisi, lantai), radiasi (kaca), dan konveksi (ventilasi dan infiltrasi). Beban panas internal diakibatkan oleh panas yang timbul karena orang/penghuni, lampu, dan peralatan/mesin (Stoecker, 1982).

Panas Sensibel

Panas Sensibel adalah jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan temperatur suatu benda. Jika panas ditambahkan pada suatu benda (dipanasi), temperatur benda akan naik, hal ini karena molekul-molekul pada benda tersebut meneri panas dan bergerak lebih

cepat. Jika panas sensibel diambil dari suatu benda temperaturnya akan turun, karena gerakan molekulnya menjadi lemah. Perubahan ini dapat dilihat dan diukur dari perubahan temperatur pada thermometer. (Stoecker, 1982)

Panas Laten

Laten artinya tidak nampak atau tersembunyi (*hidden*). Panas laten adalah panas yang diperlukan untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair, dari cair menjadi gas atau sebaliknya tanpa mengubah temperaturnya. Tiap zat mempunyai dua panas laten yaitu padat menjadi cair atau sebaliknya (peleburan pembekuan) dan cair menjadi gas atau sebaliknya (penguapan dan pengembunan (Stoecker, 1982).

3 Metoda Penelitian

Rancangan Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada Bulan Juni 2011 di Gedung Pariwisata (Baruga Sapta Pesona) Sulawesi Tenggara. Alat dan bahan yang digunakan adalah termometer, rolmeter dan stopwatch.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi konsep makro, yang meliputi bahan dan ukuran ruangan, material bangunan, posisi bangunan dengan arah mata angin, dan konsep mikro yang meliputi, sumber-sumber perolehan kalor.

Penelitian ini menggunakan sumber data berasal dari lapangan, yang meliputi bahan dan ukuran material bangunan, dan sumber data yang berasal dari literatur, yang meliputi standar-standar kalor setiap material.

Analisa Data

Dalam penelitian ini akan menghitung beban pendinginan dengan menggunakan persamaan-persamaan matematika.

Transmisi panas bangunan melalui atap, dinding atau kaca dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Nasution, 2012)

$$Q = U.A.CLTD_{corr} \quad (1)$$

Dimana, U adalah koefisien perpindahan panas, A adalah luas, CLTD_{corr} adalah *Cooling Load Temperatur differential*.

Radiasi panas bangunan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Nasution, 2012)

$$Q = A \cdot Sc \cdot SHGF \cdot CLF \quad (2)$$

Dimana Sc adalah *shading coefisien*, $SHGF$ adalah *Solar Heat Gain Factor* dan CLF adalah *Cooling Load Factor* (Factor Beban Pendingin) apabila kaca dilengkapi dengan peneduh dalam.

Panas dari penerangan lampu dapat ditentukan dengan persamaan (Nasution, 2012).

$$Q = Q_i \cdot F_u \cdot F_b \cdot CLF \quad (3)$$

Dimana Q_i adalah jumlah total watt lampu, F_u adalah faktor penggunaan, F_b adalah faktor kelonggaran spesial dan CLF adalah faktor beban pendingin.

Penambahan panas yang diakibatkan oleh penghuni ruangan terdiri dari penambahan panas sensibel (Q_s) dan laten (Q_L).

Jumlah udara infiltrasi dapat ditentukan dengan persamaan

$$L/S = P \cdot Q/p \quad (4)$$

Dimana P adalah luas dari pintu dan Q/p adalah infiltrasi karena perbedaan tekanan.

3 Hasil dan Pembahasan

Dimensi Ruangan

Luas ruangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4200 m^2 , dengan tinggi 7 meter. Tabel 1 menunjukkan detail dimensi ruangan.

Tabel 1 Dimensi Ruangan

1	Tinggi Ruangan	7 m
2	Panjang Ruangan	30 m
3	Lebar Ruangan	20 m
4	Luas Ruangan	4.200 m^2
5	Luas dinding dan kaca	
	Timur	140 m^2
	Barat	140 m^2
	Selatan	
	-diding	143.5 m^2
	-kaca	66.5 m^2

Bahan yang digunakan untuk atap adalah *multiroof* yang berbahan dasar metal. Pada dinding, bahan yang digunakan adalah batu merah dan plester adukan semen timbal balik dengan tebal 12 cm. Pada kaca, bahan yang digunakan adalah kaca biasa lembaran kaca tunggal dengan ketebalan 0,5 cm *frame* kayu.

Data Beban Dalam

Jenis lampu yang digunakan pada gedung ini adalah neon kapsul 50 watt (1 buah) dan 18 watt (13 buah), neon panjang 40 watt (14 buah) dan 20 watt (8 buah), neon merkuri 20 watt (4 buah) dan lampu Kristal 105 watt (1 buah).

Adapun kapasitas gedung maksimal dapat dihuni adalah 500 orang, dimana gedung tersebut digunakan sebagai tempat resepsi pernikahan, seminar, rapat dan lain sebagainya.

Tabel 2 Beban Luar Ruangan

Jam	Atap	Dinding	Kaca	Partisi, Lantai, langit-langit	Total
08.00	2.739,2789 watt	261,197 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	40.356,1099 watt
10.00	9.060,6915 watt	459,975 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	46.876,3005 watt
12.00	15.382,1042 watt	706,485 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	53.444,2232 watt
14.00	18.753,5243 watt	878,491 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	56.987,6493 watt
16.00	17.910,6693 watt	1.061,905 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	56.328,2083 watt
18.00	13.696,3941 watt	1.193,049 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	52.245,0771 watt
20.00	6.953,5540 watt	1.008,131 watt	35.290,134 watt	2.065,5 watt	45.317,319 watt

DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Tabel 3 Beban Dalam Ruangan

Sumber	Sensibel	Laten	Total
Lampu	1.052,9784 watt	-	1.052,9784 watt
Manusia	25.200 watt	25.000 watt	50.200 watt
Peralatan	518,4 watt	864 watt	1.382,4 watt

Tabel 4. Ventilasi dan Infiltrasi

Sumber	Sensibel	Laten	Total
Ventilasi	91,575792 watt	1.243,8054 watt	1.335,3811,92 watt
Infiltrasi	47,4123 watt	6,440 watt	53,8523 watt

Tabel 5. Rekapitulasi Beban Pendinginan

Panas Luar Ruangan	56.987,6493 watt
Beban Dalam Ruangan	52.635,3784 watt
Beban Ventilasi	1.335,381192 watt
Beban Infiltrasi	53,8523 watt
Safety Factor	11.101,226 watt
Total Beban Pendinginan	122.113,487 watt

Dari tabel 1, beban luar ruangan maksimum adalah pada pukul 14.00, dengan kontribusi panas dari kaca yang terbesar. Pada tabel 2, lampu memiliki kontribusi terbesar dalam pembebanan pendinginan dari dalam ruangan. Dari tabel 3, ditunjukkan bahwa panas dari ventilasi lebih besar daripada panas dari infiltrasi. Secara umum, total beban pendinginan dalam ruangan adalah 122.113,487 watt dengan kontribusi terbesar dari panas dalam ruangan.

6 Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini telah menghitung beban pendinginan maksimum pada Gedung Pariwisata (Baruga Sapta Pesona) Sulawesi Tenggara. Berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil.

Beban perolehan kalor dalam suatu ruangan berubah-ubah bersamaan dengan berubahnya waktu. Pengaruh utama yang mempengaruhi beban pendinginan adalah beban dari dalam ruangan. Beban pendinginan puncak terjadi pada pukul 14.00 waktu setempat. Dengan beban total

sebesar 122.113,487 watt, kapasitas AC yang terpasang saat ini masih belum bisa mencukupi.

Untuk mengurangi beban pendinginan dari radiasi matahari melalui kaca di Gedung Pariwisata (Baruga Sapta Pesona) Sulawesi Tenggara, dapat digunakan peneduh dalam. Selain itu, untuk mengurangi beban melalui infiltrasi (pintu masuk) dapat digunakan pintu putar.

Daftar Pustaka

- Anwar, K, 2010, "Efek Beban Pendingin Terhadap Performa Sistem Mesin Pendingin", Jurnal SMARTek, Vol 8, No 3
- Loekita, S, 2005, "Analisis konservasi energi melalui selubung bangunan pada bangunan gedung perkantoran di Jakarta". Master Thesis, Petra Christian University.

- Munandar, A, Wiranto HS, 2002, "*Penyegaran Udara*". Pradnya Paramita, Jakarta.
- Nasution, H, 2012, "*Performansi pemakaian energi pada sistem pendingin bangunan menggunakan kendali termostat, on/off digital dan logika fuzzy*", Jurnal Penelitian Sainstek, Vol 16, No 2
- Salpanio, R, Warsito, A, Winardi, B, 2007, "*Audit Energi Listrik pada Gedung Kampus UNDIP Pleburan Semarang*", Jurnal Transmisi, Vol 9, No 2
- Stoecker, Wilber F. Jerold. Jones, 1982. "*Refigeration And Air Conditiong*". Erlangga, Jakarta.
- Syahrizal, I, Panjaitan, S, Yandri, 2013, "*Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Pengkondisian Udara berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan (Studi kasus di Politeknik Terpikat Sambas)*", Jurnal Elektro Katulistiwa, Vol 5, No 1