

ANALISIS *COOLING LOAD* RUANG MAKAN TARUNA ASRAMA CURUG I SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA

Lutfia Primastri⁽¹⁾, Zulina Kurniawati⁽²⁾, Imam Hariyadi Wibowo⁽³⁾

Politeknik Penerbangan Indonesia – Curug, Tangerang

Abstrak: Ruang Makan Taruna merupakan salah satu fasilitas yang terdapat di Polteknik Penerbangan Indonesia Curug. Di Asrama Curug I, ruang makan yang digunakan sejumlah dua buah. Ruang makan taruna 1 digunakan oleh taruna senior dan ruang makan taruna 2 digunakan oleh taruna junior. Ruang makan taruna 1 memiliki kapasitas daya tampung hingga 302 taruna dalam waktu sekali makan, sedangkan ruang makan taruna 2 memiliki daya tampung sebanyak 386. Pada kedua ruang makan tersebut belum terpasang alat pengkondisian udara. Pengkondisian udara merupakan usaha untuk memberikan kenyamanan dan kesegaran bagi si pengguna ruangan. Pengkondisi udara diperlukan untuk menyerap kalor yang dihasilkan baik dari dalam ruangan maupun dari luar ruangan untuk menciptakan kenyamanan pada ruang tersebut. Metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan beban adalah Metode *Cooling Load Temperature Different (CLTD)*. Metode *CLTD* adalah prosedur manual untuk mengukur beban pendinginan melalui perolehan panas radiasi, konduksi matahari, beban internal, dan beban eksternal.

Kata Kunci: Ruang Makan Taruna, Kenyamanan, Beban Pendingin, *Cooling Load Temperature Different*

Abstract: *The Cadets' Dining Room is one of the facilities at the Indonesia Aviation Polytechnics-Curug. There are two dining rooms at Curug I dormitory. The cadets' dining room 1 is used by senior cadets and the cadet's dining room 2 is used by junior cadets. The cadet dining room 1 has a capacity of up to 302 cadets, while the cadet 2 dining room has a capacity of 386 cadets. In both dining rooms, air conditioning devices are not yet installed. Air conditioning is an attempt to provide comfort and freshness to the user of the room. Air conditioners are needed to absorb heat generated both indoors and from outside the room to create comfort in the space. The method used to perform load calculations is the Cooling Load Temperature Difference (CLTD). CLTD method is a manual procedure to measure cooling loads through the acquisition of radiation heat, solar conduction, internal loads, and external loads.*

Keywords : *Cadets Dining Room, Comfort, Cooling Load, Cooling Load Temperature Different*

Pendahuluan

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug (PPI Curug) sebagai salah satu sekolah kedinasan memiliki beberapa fasilitas penunjang pendidikan dan fasilitas penunjang kegiatan ketarunaan, salah satunya adalah ruang makan. Di asrama Curug I ruang makan taruna terbagi menjadi dua. Yaitu ruang makan taruna 1 dan ruang makan taruna 2. Ruang makan taruna satu digunakan oleh taruna senior. Dengan luas bangunan 385,03 m² mampu menampung sejumlah 302 orang taruna.

Untuk ruang makan taruna 2 yang digunakan oleh taruna junior memiliki kapasitas yang lebih besar yaitu 386 taruna dengan luas bangunan 508,012 m². Di kedua ruang makan tersebut hanya ada pintu dan jendela sebagai alat sirkulasi udara luar dan udara dalam. Tak jarang pengguna ruang makan mengeluhkan rasa panas yang mereka rasakan saat berada di dalam ruang makan. Kenyamanan thermal optimal dalam ruangan dengan suhu di luar ruangan 30°C - 35°C dan kelembaban udara 52% di siang hari dan dapat berubah – ubah jika dipengaruhi oleh cuaca pada daerah tersebut.

Dalam perencanaan peralatan yang dipasang dibutuhkan suatu analisa dengan metode perhitungan manual yakni *Cooling Load Temperature Different (CLTD)* dengan zona kenyamanan thermal untuk orang Indonesia dan untuk perancangan umumnya diambil 25°C ± 1°C dan kelembaban udara relatif 55% ± 10% (Standar Nasional, 2001). Metoda *CLTD* digunakan untuk perhitungan langsung beban pendinginan dari perolehan panas konduksi dan radiasi

berdasarkan Standar Nasional Indonesia untuk daerah tropis yaitu 22,8°C- 25,8°C, (Standar Nasional, 2001)

Untuk menjaga konsistensi suhu di dalam ruangan, usaha yang dapat dilakukan hanyalah dengan membuka seluruh jendela yang terdapat pada ruang makan tersebut. Hal ini tentunya kurang membantu dalam kondisi cuaca dan pengaruh dari sinar matahari di luar ruangan, serta udara kotor yang dapat masuk ke dalam ruang makan maka dibutuhkan suatu peralatan pengkondisi udara *AC (Air Conditioner)* untuk menstabilkan suhu dan memberi kenyamanan ruangan.

Jika berada di dalam ruangan tertutup tanpa adanya usaha menstabilkan kenyamanan dalam jangka waktu yang lama, maka akan menimbulkan rasa panas serta kemungkinan tidak fokus dalam melakukan aktivitas yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara di melalui dinding, kaca, serta atap yang disinari panas matahari. Selain metode *CLTD* ada metode *CLF (Cooling Load Factor)* yaitu perhitungan untuk beban yang terkena sinar matahari melalui kaca dan beban yang berasal dari dalam ruangan. Metoda ini relatif mudah dan sederhana jika dibandingkan dengan metode lainnya.

Kondisi tersebut memunculkan suatu pemikiran untuk menganalisa beban pendingin yang dibutuhkan oleh ruang makan asrama Curug I sehingga mencapai titik kenyamanan dan menjadi dasar dalam pemilihan *AC (Air Conditioning)*.

Metode

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini metode kualitatif dengan menggunakan teknik pengumpulan data obeservasi.

Metode Pengumpulan Data

Menurut sumber datanya, maka data yang digunakan adalah data dari sumber primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono 2016:137). Adapun metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dengan melakukan pengukuran secara langsung yang dilaksanakan secara acak selama 1 minggu dengan 3 kali pengukuran yaitu pagi hari pukul 06.00 WIB, siang hari pukul 12.00 dan sore hari 16.00,

Tabel 1. Data Ruang Makan Taruna 1

1.)	Nama Ruang	Ruang Makan Asrama Taruna 1
2.)	Fungsi Ruang	Ruang Makan Taruna
3.)	Kondisi di Luar Ruang	Temperature : 39,3°C Kelembaban : 53,5% Kandungan Uap Air : 0.022 kg/kg
4.)	Kondisi di Dalam Ruang	Temperature : 31,8°C Kelembaban : 77% Kandungan Uap Air : 0.009 kg/kg
5.)	Kondisi Rancangan	Temperature : 23°C Kelembaban : 55% Kandungan Uap Air : 0.013 kg/kg
6.)	Dimensi Ruang	P = 27,80 m; L = 13,85 m; T = 3.55 m
7.)	Volume Ruang	1499,97 m ³

Temperatur pada data diatas adalah temperatur maksimal pada pengukuran yang dilakukan di dalam maupun di luar Ruang Makan 1 dan Ruang Makan 2.

Tabel 2. Data Ruang Makan Taruna 2

1.)	Nama Ruang	Ruang Makan Asrama Taruna 2
2.)	Fungsi Ruang	Ruang Makan Taruna
3.)	Kondisi di Luar Ruang	Temperature : 40°C Kelembaban : 63% Kandungan Uap Air : 0.022 kg/kg
4.)	Kondisi di Dalam Ruang	Temperature : 34,2°C Kelembaban : 52,5% Kandungan Uap Air : 0.009 kg/kg
5.)	Kondisi Rancangan	Temperature : 23°C Kelembaban : 55% Kandungan Uap Air : 0.013 kg/kg
6.)	Dimensi Ruang	P = 28,54 m; L = 17,80 m; T = 3,75 m
7.)	Volume Ruang	1674,34 m ³

Metode Analisis Data

Untuk menentukan total kapasitas beban pendingin dilakukan perhitungan dengan metode *CLTD (Cooling Load Temperature Difference)* dimana metode ini membandingkan beban pendinginan karena matahari (*Solar Cooling Load (SCL)*), dan faktor beban pendinginan internal (*Internal Cooling Load Factor (CLF)*). *CLTD* dan *CLF* berubah - ubah dan tergantung fungsi dari kondisi sekitar dan parameter gedung. Metode ini dikembangkan oleh *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)* pada tahun 1972.

Dalam perhitungan ini, penulis akan menentukan kondisi dalam ruangan yaitu 25°C sesuai tingkat kenyamanan yang telah ditentukan pada Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6572-2001) dengan kelembaban udara 50 %.

Tahapan Perhitungan

- a. Menganalisis faktor internal yang digunakan untuk menghitung beban pendinginan. Yang termasuk kedalam faktor internal yaitu, pencahayaan, penghuni yang berada

dalam ruangan, serta peralatan apa saja yang digunakan dalam ruangan tersebut.

- b. Menganalisis faktor eksternal yang meliputi kalor atap, dinding, serta patisi yang digunakan di ruangan tersebut.
- c. Menganalisis beban pendinginan total dengan metode *Cooling Load Temperature Different (CLTD)*.

1. Ruang Makan Taruna 1

a) Beban Pendinginan Orang

Untuk mengetahui beban pendingin orang sebelumnya ditentukan laju kalor penghuni di dalam ruangan (W). Penulis menggunakan kalor sensibel 75 dan kalor laten 95 karena tingkat aktivitas di ruangan biasanya duduk serta melakukan kegiatan makan. Sedangkan faktor beban pendingin penghunian (CLF) yang digunakan yakni 0,50 karena lamanya ruangan setelah digunakan adalah 6 jam dan digunakan selama 1 jam. Maka dapat ditentukan nilai beban pendingin orang sebagai berikut:

(1) Beban sensibel	(2) Beban Laten
$Q_s = W_s \times N \times CLF$	$Q_l = W_l \times N$
$W_s = 75 \text{ Watt}$	$W_l = 95 \text{ Watt}$
$N = 302 \text{ orang}$	$N = 302 \text{ orang}$
$CLF = 0,50$	$Q_l = W_l \times N$
$Q_s = W_s \times N \times CLF$	$Q_l = 95 \times 302$
$Q_s = 75 \times 302 \times 0,5$	$Q_s = 28.690 \text{ W}$
$Q_s = 11.325 \text{ Watt}$	

b) Beban pendinginan lampu penerangan

$$Q = W \times F_u \times F_s \times CLF$$

$$W = 16 \text{ Watt} \times 82 \text{ lampu} = 1312 \text{ Watt}$$

$$F_u = 1$$

$$F_s = 1$$

$$CLF = 0,78$$

$$Q = W \times F_u \times F_s \times CLF$$

$$Q = 1312 \times 1 \times 1 \times 0,78$$

$$Q = 1.023,36 \text{ Watt}$$

c) Beban pendinginan ventilasi

Udara ventilasi merupakan udara yang masuk ke dalam ruangan. Udara tersebut memiliki suhu yang berbeda sehingga menghasilkan beban pendinginan terhadap ruangan. Jumlah udara ventilasi merupakan jumlah minimum udara luar atau *fresh air* yang diperlukan pada ruangan.

$$Q = N \times Q_r$$

$$Q = 302 \text{ orang} \times 0,21 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 63,42 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 1057 \text{ l/s}$$

(1) Beban Sensibel

$$Q = Q \times \Delta T \times 1,23$$

$$\Delta T = 39,3 - 34,5 = 4,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 1.057 \times 4,8 \times 1,23$$

$$Q_s = 6.240,52 \text{ Watt}$$

(2) Beban Laten

$$Q_l = Q \times \Delta W \times 3010$$

$$\Delta W = 0,022 - 0,009 =$$

$$0,013 \text{ kg/kg}$$

$$Q_l =$$

$$1057 \times 0,013 \times 3010$$

$$Q_l = 41.360,41 \text{ Watt}$$

d) Beban radiasi melalui dinding

Dinding yang dihitung pada ruangan adalah bagian yang terkena paparan sinar matahari langsung. Untuk mengetahui beban pendinginan yang dihasilkan oleh dinding perlu diketahui konstruksi dinding tersebut.

Tabel 3. Konduktivitas Thermal berdasarkan material dinding

Code Material	Material	R
A0	Outside Surface Resistance (R_o)	0,059
A1	Stucco / 25 mm Plaster ($R_{2,plaster}$)	0,034
A6	Finishing (R_i)	0,031
C4	Common Brick 100 mm ($R_{1,bata}$)	0,140
E0	Inside Surface Resistance (R_i)	0,121
Total		0,378
U	Thermal Conductivity	2,7

$$Q = U \times A \times CLTD$$

$$U = 1 / R_{total}$$

$$R_{plaster} = A_{plaster} \times (1/k)$$

$$R_{plaster} = 0.025 \text{ m} \times (1/0.727)$$

$$R_{plaster} = 0.034 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$R_{total} = R_o + R_i + R_{plaster} + R_{bata} +$$

$$R_{finishing}$$

$$R_{total} = 0.059 + 0.121 + 0.034 +$$

$$0.140 + 0.031$$

$$R_{total} = 0.385 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/0.385$$

$$U = 2,59 \text{ W/m}^2 \text{ K} \approx 2,6 \text{ W/m}^2$$

K

$$A_{timur} = 39,55 \text{ m}^2$$

$$A_{selatan} = 23,03 \text{ m}^2$$

$$A_{barat} = 46,86 \text{ m}^2$$

(1) Dinding Timur

CLTD ditentukan pada waktu jam 6, jam 12 dan jam 19 dimana ruangan akan digunakan untuk kegiatan makan taruna.

$$CLTD_6 = 5$$

$$CLTD_{12} = 15$$

$$CLTD_{19} = 17,2$$

Pukul 06.00 WIB : $Q = 2,6 \times 39,55 \times 5$

$$Q = 514,15 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $Q =$

$$2,6 \times 39,55 \times 15$$

$$Q = 1.542,45 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $Q =$

$$2,6 \times 39,55 \times 17,2$$

$$Q = 1.786,67 \text{ Watt}$$

(2) Dinding Selatan

$$CLTD_6 = 5$$

$$CLTD_{12} = 5$$

$$CLTD_{19} = 16,1$$

Pukul 06.00 WIB : $Q = 2,6 \times 23,03 \times 5$

$$Q = 299,39 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $Q = 2,67 \times 23,03 \times 5$

$$Q = 299,39 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $Q =$

$$2,6 \times 23,03 \times 16,1$$

$$Q = 964,03 \text{ Watt}$$

(3) Dinding Barat

$$CLTD_6 = 8,3$$

$$CLTD_{12} = 5$$

$$CLTD_{19} = 20$$

Pukul 06.00 WIB : $Q =$

$$2,6 \times 46,86 \times 8,3$$

$$Q =$$

$$1.011,23 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $Q = 2,6 \times 46,86 \times 5$

$$Q = 609,18 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $Q =$

$$2,6 \times 48,86 \times 20$$

$$Q = 2.436,72 \text{ Watt}$$

e) Atap

$$Q_s = U \times A \times CLTD$$

$$U = 1 / R_{total}$$

$$R_{total} = R_o + R_i + R_{genteng} + R_{kayu} +$$

$$R_{udara} + R_{gypsum} = 0,059 + 0,121 +$$

$$0,352 + 0,207 + 0,176 + 0,026 =$$

$$0,941 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/0,941$$

$$= 1,06 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 385,03 \text{ m}^2$$

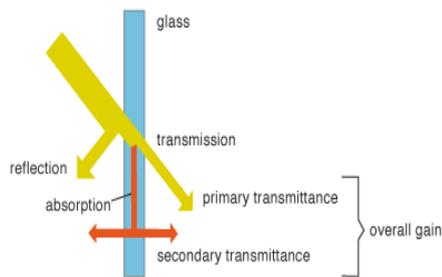
$$CLTD = 32$$

$$Q_s = 1,06 \times 385,03 \times 32$$

$$Q_s = 13.060,21 \text{ Watt}$$

f) Kaca

Beban pendinginan yang dihasilkan oleh kaca terbagi 2 yaitu secara radiasi dan konveksi. Dapat dilihat pada Gambar 1 *primary transmittance* adalah radiasi sedangkan *secondary transmittance* adalah konveksi.



Gambar 1. Beban Pendinginan oleh Kaca

Berikut adalah perhitungan beban pendinginan oleh kaca :

$$A_{\text{selatan}} = 26,13 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{timur}} = 59,14 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{barat}} = 51,83 \text{ m}^2$$

Secara Radiasi

Beban yang dihasilkan secara radiasi adalah beban pendinginan yang dihasilkan oleh cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Nilai *SC* kaca lembaran biasa dengan ketebalan 3 mm tanpa peneduh adalah 1.

Dapat ditentukan nilai dari koefisien peneduh untuk kaca 3 mm tanpa peneduh. *SHGF* yang digunakan adalah pada bulan April dimana pengukuran suhu ruangan dilakukan. *CLF* yang digunakan adalah pada waktu ruang makan digunakan untuk kegiatan makan taruna, mengikuti tebal dinding ruangan. Berikut adalah perhitungan beban pendinginan kaca ruang makan:

$$Q = SC \times SHGF \times CLF \times A$$

$$SC = 1$$

$$SHGF_{\text{barat/timur}} = 132,51 \text{ W/m}^2$$

$$SHGF_{\text{selatan}} = 126,2 \text{ W/m}^2$$

a. Kaca barat

$$\text{Pukul 06.00 WIB : } CLF_6 = 0,09$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,09 \times 51,83$$

$$Q = 618,11 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 12.00 WIB : } CLF_{12} = 0,14$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,14 \times 51,83$$

$$Q = 961,51 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 19.00 WIB : } CLF_{19} = 0,41$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,41 \times 51,83$$

$$Q = 2.815,87 \text{ Watt}$$

b. Kaca timur

$$\text{Pukul 06.00 WIB : } CLF_6 = 0,18$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,18 \times 59,14$$

$$Q = 1.410,60 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 12.00 WIB : } CLF_{12} = 0,39$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,39 \times 59,14$$

$$Q = 3.056,29 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 19.00 WIB : } CLF_{19} = 0,17$$

$$Q = 1 \times 132,51 \times 0,17 \times 59,14$$

$$Q = 1.097,12 \text{ Watt}$$

c. Kaca selatan

$$\text{Pukul 06.00 WIB : } CLF_6 = 0,08$$

$$Q = 1 \times 126,2 \times 0,08 \times 26,13$$

$$Q = 263,80 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 12.00 WIB : } CLF_{12} = 0,52$$

$$Q = 1 \times 126,2 \times 0,52 \times 26,13$$

$$Q = 1.714,75 \text{ Watt}$$

$$\text{Pukul 19.00 WIB : } CLF_{19} = 0,29$$

$$Q = 1 \times 126,2 \times 0,29 \times 26,13$$

$$Q = 956,30 \text{ Watt}$$

Secara konveksi

Beban yang dihasilkan oleh kaca secara konveksi adalah beban yang akibat panas matahari yang diserap oleh kaca lalu dikonveksikan ke udara di dalam ruangan. Maka perhitungan beban pendinginan kaca secara konveksi adalah:

$$Q_s = U \times A \times CLTD$$

$$U = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

a. Kaca barat

Pukul 06.00 WIB : $CLTD_6 = -1,1$

$$Q = 5,9 \times 51,83 \times (-1,1)$$

$$Q = -336,376 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $CLTD_{12} = 5$

$$Q = 5,9 \times 51,83 \times 5$$

$$Q = 1.528,985 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $CLTD_{19} = 5,5$

$$Q = 5,9 \times 51,83 \times 5,5$$

$$Q = 1.681,884 \text{ Watt}$$

b. Kaca timur

Pukul 06.00 WIB : $CLTD_6 = -1,1$

$$Q = 5,9 \times 59,14 \times (-1,1)$$

$$Q = -383,818 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $CLTD_{12} = 5$

$$Q = 5,9 \times 59,14 \times 5$$

$$Q = 1.744,63 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $CLTD_{19} = 5,5$

$$Q = 5,9 \times 59,14 \times 5,5$$

$$Q = 1.919,093 \text{ Watt}$$

c. Kaca selatan

Pukul 06.00 WIB : $CLTD_6 = -1,1$

$$Q = 5,9 \times 26,13 \times (-1,1)$$

$$Q = -169,58 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB : $CLTD_{12} = 5$

$$Q = 5,9 \times 26,13 \times 5$$

$$Q = 770,835 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB : $CLTD_{19} = 5,5$

$$Q = 5,9 \times 26,13 \times 5,5$$

$$Q = 847,9185 \text{ Watt}$$

Tabel 4. Perhitungan Beban Pendinginan Ruang Makan Taruna 1

No	Jenis Panas	Jumlah Beban Pendinginan (Watt)		
		Pukul 06.00	Pukul 12.00	Pukul 19.00
1.	Panas radiasi matahari melalui kaca	2.274,3	3.138,53	6.416,53
2.	Panas konduksi melalui kaca	- 889,77	4.044,45	4.448,90
3.	Panas konduksi melalui dinding	1.824,77	2.451,02	5.187,42
4.	Panas konduksi melalui atap		13.060,21	
5.	Panas penghuni Gedung (sensible)		11.098,50	
6.	Panas penghuni Gedung (laten)		28.690	
7.	Panas lampu penerangan		1.023,36	
8.	Beban pendinginan ventilasi (sensible)		6.240,52	
9.	Beban pendinginan ventilasi (laten)		41.360,41	
TOTAL		104.682,13	111.107,00	117.525,85

2. Ruang Makan Taruna 2

a) Beban pendinginan orang

(1) Beban sensibel

$$Q_s = W_s \times N \times CLF$$

$$W_s = 75 \text{ Watt}$$

$$N = 386 \text{ orang}$$

$$CLF = 0,50$$

$$Q_s = W_s \times N \times CLF$$

$$Q_s = 75 \times 386 \times 0,50$$

$$Q_s = 14.475 \text{ Watt}$$

(2) Beban Laten

$$Q_l = W_l \times N$$

$$W_l = 95 \text{ Watt}$$

$$N = 386 \text{ orang}$$

$$Q_l = W_l \times N$$

$$Q_l = 95 \times 386$$

$$Q_s = 36.670 \text{ Watt}$$

b) Beban pendinginan lampu penerangan

$$Q = W \times F_u \times F_s \times CLF$$

$$W = 16 \text{ Watt} \times 86 \text{ lampu} = 1.376 \text{ Watt}$$

$$F_u = 1$$

$$F_s = 1$$

$$CLF = 0,78$$

$$Q = W \times F_u \times F_s \times CLF$$

$$Q = 1376 \times 1 \times 1 \times 0,78$$

$$Q = 1.073,28 \text{ Watt}$$

c) Beban pendinginan ventilasi

$$Q = N \times Q_r$$

$$Q = 386 \text{ orang} \times 0,21 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 81,06 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 1.351 \text{ l/s}$$

(1) Beban Sensibel

$$Q = Q \times \Delta T \times 1,23$$

$$\Delta T = 40 - 34,2 = 5,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 1.351 \times 5,8 \times 1,23$$

$$Q_s = 9.638,034 \text{ Watt}$$

(2) Beban Laten

$$Q_l = Q \times \Delta W \times 3010$$

$$\Delta W = 0,022 - 0,009$$

$$= 0,013 \text{ kg/kg}$$

$$Q_l = 1.351 \times 0,013 \times 3.010$$

$$Q_l = 52.864,63 \text{ Watt}$$

d) Beban radiasi melalui dinding

$$Q = U \times A \times CLTD$$

$$U = 1 / R_{total}$$

$$R_{plaster} = A_{plaster} \times (1/k)$$

$$R_{plaster} = 0.025 \text{ m} \times (1/0.727)$$

$$R_{plaster} = 0.034 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$R_{total} = R_o + R_i + R_{plaster} + R_{bata} + R_{finishing}$$

$$R_{total} = 0.059 + 0.121 + 0.034 + 0.140 + 0.031$$

$$R_{total} = 0.385 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/0.385$$

$$U = 2,59 \text{ W/m}^2 \text{ K} \approx 2,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$A_{utara} = 68,745 \text{ m}^2$$

$$A_{selatan} = 68,745 \text{ m}^2$$

(1) Dinding Utara

CLTD ditentukan pada waktu jam 6, jam 12 dan jam 19 dimana ruangan akan digunakan untuk kegiatan makan taruna. CLTD dinding ruang makan taruna 2 adalah:

$$CLTD_6 = 3,89$$

$$CLTD_{12} = 3,89$$

$$CLTD_{19} = 10$$

Pukul 06.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 3,89$$

$$Q = 695,28 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 3,89$$

$$Q = 695,28 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 10$$

$$Q = 1.787,37 \text{ Watt}$$

(2) Dinding Selatan

$$CLTD_6 = 5$$

$$CLTD_{12} = 5$$

$$CLTD_{19} = 16,1$$

Pukul 06.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 5$$

$$Q = 893,69 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 5$$

$$Q = 893,69 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 68,745 \times 16,1$$

$$Q = 2.877,66 \text{ Watt}$$

(3) Dinding Barat

$$CLTD_6 = 8,3$$

$$CLTD_{12} = 5$$

$$CLTD_{19} = 20$$

Pukul 06.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 34,43 \times 8,3$$

$$Q = 742,99 \text{ Watt}$$

Pukul 12.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 34,43 \times 5$$

$$Q = 447,59 \text{ Watt}$$

Pukul 19.00 WIB

$$Q = 2,6 \times 34,43 \times 20$$

$$Q = 1.790,36 \text{ Watt}$$

e) Atap

$$Q_s = U \times A \times CLTD$$

$$U = 1 / R_{total}$$

$$R_{total} = R_o + R_i + R_{genteng} + R_{kayu}$$

$$+ R_{udara} + R_{gypsum}$$

$$= 0,059 + 0,121 + 0,352 +$$

$$0,207 + 0,176 + 0,026$$

$$= 0,941 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U = 1 / 0,941$$

$$= 1,06 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$A = 508,012 \text{ m}^2$$

$$CLTD = 32$$

$$Q_s = 1,06 \times 508,012 \times 32$$

$$Q_s = 17.231,76 \text{ Watt}$$

f) Kaca

Beban pendinginan yang dihasilkan oleh kaca terbagi 2 yaitu secara konveksi dan radiasi.

$$A_{selatan} = 38,28 \text{ m}^2$$

$$A_{utara} = 38,28 \text{ m}^2$$

$$A_{barat} = 32,32 \text{ m}^2$$

Secara Radiasi

$$Q = SC \times SHGF \times CLF \times A$$

$$SC = 1$$

$$SHGF_{barat/timur} = 132,51 \text{ W/m}^2$$

$$SHGF_{selatan/utara} = 126,2 \text{ W/m}^2$$

a. *Kaca Barat*

Pukul 06.00 WIB
 $CLF_6 = 0,09$
 $Q = 1 \times 132,51 \times 0,09 \times 32,32$
 $Q = 385,45 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLF_{12} = 0,14$
 $Q = 1 \times 132,51 \times 0,14 \times 32,32$
 $Q = 599,54 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLF_{19} = 0,41$
 $Q = 1 \times 132,51 \times 0,41 \times 32,32$
 $Q = 1.755,91 \text{ Watt}$

b. *Kaca utara*

Pukul 06.00 WIB
 $CLF_6 = 0,34$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,34 \times 38,28$
 $Q = 1.642,51 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLF_{12} = 0,70$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,70 \times 38,28$
 $Q = 3.381,65 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLF_{19} = 0,61$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,61 \times 38,28$
 $Q = 2.936,87 \text{ Watt}$

c. *Kaca selatan*

Pukul 06.00 WIB
 $CLF_6 = 0,08$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,08 \times 38,28$
 $Q = 386,47 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLF_{12} = 0,52$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,52 \times 38,28$
 $Q = 2.512,08 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLF_{19} = 0,29$
 $Q = 1 \times 126,2 \times 0,29 \times 38,28$
 $Q = 1.400,97 \text{ Watt}$

Secara Konveksi
 Beban yang dihasilkan oleh kaca
 secara konveksi adalah beban yang

akibat panas matahari yang diserap
 oleh kaca lalu dikonveksikan ke udara
 di dalam ruangan

$Q_s = U \times A \times CLTD$
 $U = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

a. *Kaca Barat*

Pukul 06.00 WIB
 $CLTD_6 = -1,1$
 $Q = 5,9 \times 32,32 \times (-1,1)$
 $Q = -209,75 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLTD_{12} = 5$
 $Q = 5,9 \times 32,32 \times 5$
 $Q = 953,44 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLTD_{19} = 5,5$
 $Q = 5,9 \times 32,32 \times 5,5$
 $Q = 1.048,78 \text{ Watt}$

b. *Kaca utara*

Pukul 06.00 WIB
 $CLTD_6 = -1,1$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times (-1,1)$
 $Q = -248,43 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLTD_{12} = 5$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times 5$
 $Q = 1.129,26 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLTD_{19} = 5,5$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times 5,5$
 $Q = 1.242,18 \text{ Watt}$

c. *Kaca selatan*

Pukul 06.00 WIB
 $CLTD_6 = -1,1$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times (-1,1)$
 $Q = -248,43 \text{ Watt}$

Pukul 12.00 WIB
 $CLTD_{12} = 5$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times 5$
 $Q = 1.129,26 \text{ Watt}$

Pukul 19.00 WIB
 $CLTD_{19} = 5,5$
 $Q = 5,9 \times 38,28 \times 5,5$
 $Q = 1.242,18 \text{ Watt}$

Tabel 5. Perhitungan Beban Pendinginan Ruang Makan Taruna 2

No	Jenis Panas	Jumlah Beban Pendinginan (Watt)		
		Pukul 06.00	Pukul 12.00	Pukul 19.00
1.	Panas radiasi matahari melalui kaca	2.025,77	1.799,95	5.648,03
2.	Panas konduksi melalui kaca	- 706,61	3.211,96	3.533,14
3.	Panas konduksi melalui dinding	2.331,96	2.036,56	6.455,39
4.	Panas konduksi melalui atap		17.231,76	
5.	Panas penghuni Gedung (sensible)		14.475,00	
6.	Panas penghuni Gedung (laten)		36.670	
7.	Panas lampu penerangan		1.073,28	
8.	Beban pendinginan ventilasi (sensible)		9.638,03	
9.	Beban pendinginan ventilasi (laten)		52.864,63	
TOTAL		135.603,82	139.001,17	147.589,26

Berdasarkan tabel perhitungan beban pendinginan, maka beban pendinginan yang terbesar yang akan digunakan untuk menghitung kapasitas AC yang dibutuhkan. Untuk ruang makan taruna satu adalah yang paling besar, yaitu 117.525,85 Watt atau 401.014,84 BTU/h, sedangkan untuk ruang makan taruna dua adalah yang paling besar, yaitu 147.589,26 Watt atau 503.595,45 BTU/h.

Pada saat ini sudah terpasang alat pengkondisi udara pada tiap – tiap ruang makan yang berjumlah 4 buah. Jenis pendingin ruangan yang dipakai adalah AC Standing Floor dengan merk Daikin type RR125DXY1A4 dengan kapasitas 5 PK atau 45.000 BTU.

Kesimpulan

Dari pembahasan analisa yang telah penulis lakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Total beban pendingin ruangan pada ruang makan taruna 1 dan ruang makan taruna 2 yang di ketahui dari metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* adalah sebesar 117.525,85 Watt untuk ruang makan taruna 1 dan untuk ruang makan taruna 2 sebesar 147.589,26 Watt.
2. Beban pendinginan hasil perhitungan tersebut di konversikan dari Watt menjadi Btu/h. Untuk ruang makan taruna 1 beban pendinginan setelah dikonversikan menjadi 401.014,84 Btu/h.

Sedangkan hasil perhitungan beban pendingin pada ruang makan 2 setelah dikonversikan menjadi 503.595,45 Btu/h.

3. Total beban pendingin ruangan pada ruang makan taruna 1 dan ruang makan taruna 2 menggunakan software FINE HVAC 14 adalah sebesar 141.074 Watt untuk ruang makan taruna 1 dan untuk ruang makan taruna 2 sebesar 124.991 Watt.
4. Perbandingan perhitungan secara manual dan perhitungan menggunakan software FINE HVAC 14 memiliki koreksi sebesar 8 % sampai dengan 9%.
5. Hasil perhitungan beban pendinginan yang diperoleh, merupakan hasil perhitungan pada saat taruna melaksanakan kegiatan makan bersama.
6. Alat pengkondisi udara yang sudah terpasang dapat menanggulangi beban pendinginan sebanyak 44% pada ruang makan taruna 1, dan sebanyak 35% pada ruang makan taruna 2.

Daftar Pustaka

Standar Nasional, B. (2001). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung (SNI 03-6572-2001)*. Badan Standardisasi Nasional.

Arismunandar, Wiranto & Saito, Heizo (1995). *Penyegaran Udara*, Jakarta : PT. Pradya Paramitha,

Stoecker, W,F. Jones, J.W(1982), *Refrigrasi dan Pengkondisian Udara*, Jakarta : Erlangga

McQuiston, F, C. Parker, J, D (1982), *Heating Ventilating, and Air Conditiong Analysis and Design*, USA : John Wiley and Sons, Inc