

## Perencanaan dan Perhitungan Beban Pendinginan untuk *Lobby Lift Hotel* Luas 58m<sup>2</sup>

Yusrizal<sup>1\*</sup>, Iwan Setiono<sup>1</sup>, Ayu Amanah<sup>1</sup>, Dewa Tri Kusuma Purnama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Universitas Bung Karno, Jakarta, 10320, Indonesia

\*Email Corresponding Author: yusrizal@ubk.ac.id

### ABSTRAK

Fungsi utama sistem pengkondisian udara secara garis besar yaitu untuk memberikan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada didalamnya (*comfort air conditioning*). Sistem pendinginan udara telah menjadi suatu kebutuhan pokok bagi bangunan-bangunan besar. Pemilihan alat pengkondisian udara yang tidak tepat dengan kebutuhannya akan mengakibatkan pemborosan, baik itu energi maupun biaya yang cukup mahal. Perencanaan sistem tata udara diperlukan oleh seorang perancang untuk mengestimasi beban pendingin yang cukup akurat sebagai dasar untuk memperkirakan berapa besar kapasitas peralatan tata udara yang akan digunakan suatu ruangan. Pada penelitian ini terdapat beberapa langkah penelitian untuk menghitung beban pendinginan menggunakan metode CLTD. Metode ini diperkenalkan oleh ASHRAE pada tahun 1977. Dalam perhitungan ini, beban pendinginan dibagi menjadi dua yaitu, beban kalor ruangan (*room total heat gain*) dan beban kalor peralatan pengkondisian udara. Beban ruangan terdiri dari beban eksternal dan internal yang didalamnya terdapat beban kalor sensibel dan laten. Berdasarkan hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLTD pada laporan ini dihasilkan total beban pendinginan sebesar 33.067 Btu/h. Dari perhitungan diatas, didapatkan beban pendinginan total sebesar 33.067 Btu/h dengan besar faktor keamanan sebesar 3.306,7 Btu/h, maka total beban pendinginan yang diperlukan adalah 36.373,7 Btu/hr. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa unit FCU yang cocok untuk beban sebesar 36.373,7 Btu/h adalah FCNQ36MV14 dengan kapasitas 36.000 Btu/h.

**Kata Kunci :** Perencanaan, Perhitungan Beban Pendingin, *Lobby Lift Hotel*.

### ABSTRACT

*The main function of the air conditioning system in general is to provide comfortable conditions needed by the occupants in it (comfort air conditioning). Air cooling systems have become a staple for large buildings. The selection of air conditioning equipment that is not right for its needs will result in waste, both energy and quite expensive costs. Planning an air conditioning system is required by a designer to estimate the cooling load accurately enough as a basis for estimating how much air conditioning equipment capacity a room will use. In this study, there are several research steps to calculate the cooling load using the CLD method. This method was introduced by ASHRAE in 1977. In this calculation, the cooling load is divided into two, namely, the room heat gain and the heat load of the air conditioning equipment. The load of the room consists of external and internal loads in which there is a sensible and latent heat load. Based on the results of the calculation of cooling load using the CLTD method in this report, a total cooling load of 33,067 Btu / h was generated. From the calculation above, a total cooling load of 33,067 Btu / h was obtained with a safety factor of 3,306.7 Btu / h, then the total cooling load required was 36,373.7 Btu / hr. From these results, it can be concluded that the FCU unit suitable for loads of 36,373.7 Btu/h is FCNQ36MV14 with a capacity of 36,000 Btu/h.*

**Keywords :** *planning, cooling load calculation, hotel elevator lobby.*

### PENDAHULUAN

Fungsi utama sistem pengkondisian udara secara garis besar yaitu untuk memberikan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada di dalamnya (*comfort air conditioning*). Sistem pendinginan udara telah menjadi suatu kebutuhan pokok bagi bangunan-bangunan besar seperti gedung perkantoran, hotel, rumah, apartemen, auditorium, supermarket, industri, dan lain-lain terutama di wilayah yang memiliki musim panas.

Sistem pengkondisian udara meliputi penghangatan/pendinginan, pengaturan kelembaban dan kualitas udara. Sistem pengkondisian udara pada suatu ruangan merupakan salah satu fasilitas yang sering digunakan untuk mendukung fungsi

ruangan itu sendiri, sebagai pelindung dari kondisi lingkungan seperti panas, angin, debu, dan kondisi lain yang tidak dikehendaki. Kebanyakan unit pengkondisian udara digunakan untuk kenyamanan, yaitu untuk menciptakan kondisi yang nyaman bagi orang yang berada di dalamnya.

Perhitungan beban pendingin perlu dilaksanakan terlebih dahulu sebelum dilakukan perencanaan sistem pengkondisian udara di suatu ruangan. Hal ini diperlukan karena besarnya beban pendinginan sangat berpengaruh terhadap pemilihan mesin pengkondisian udara (AC) sehingga kenyamanan dapat diperoleh. Oleh karena itu penulis menghitung beban pendingin yang ada di dalam ruang *lobby lift* Hotel, sehingga dapat diupayakan pemilihan mesin

Pengondisian udara yang tepat guna memberikan kenyamanan bagi orang yang berada di dalam ruang tersebut. Pemilihan alat pengondisian udara yang tidak tepat dengan kebutuhannya akan mengakibatkan pemborosan, baik itu energi maupun biaya yang cukup mahal.

Perencanaan sistem tata udara diperlukan oleh seorang perancang untuk mengestimasi beban pendingin yang cukup akurat sebagai dasar untuk memperkirakan berapa besar kapasitas peralatan tata udara yang akan digunakan suatu ruangan. Oleh karena itu penulis membuat penelitian dengan judul “Perencanaan Dan Perhitungan Beban Pendinginan Untuk Lobby Lift Hotel Luas Area 58m<sup>2</sup>” sehingga dapat memasang system tata udara yang sesuai untuk gedung.

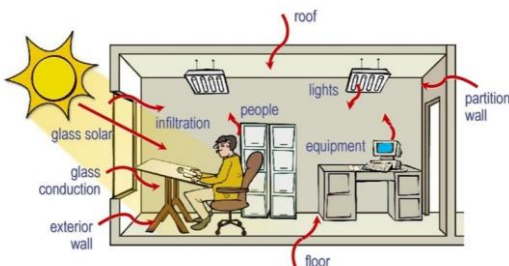
### 1.1. Perumusan Masalah

- Bagaimana cara mengetahui kebutuhan beban pendinginan untuk suatu ruangan.
- Bagaimana penentuan perhitungan kapasitas pendinginan suatu ruangan.

## I. KAJIAN PUSTAKA

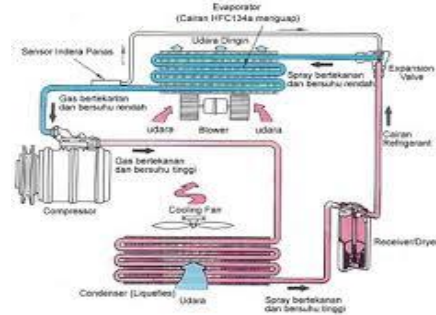
### 2.1. Definisi Pengondisian Udara

Pengondisian udara adalah proses pendinginan udara dengan tujuan untuk mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan persyaratan kondisi udara pada suatu ruangan tertentu. Pengondisian udara nyaman (*comfort air conditioning*) adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada di dalamnya. Oleh karena itu teknik pengondisian udara juga mencakup usaha pemanasan (yang tidak menerapkan teknik refrigerasi kecuali untuk pompa kalor), seperti pengaturan kecepatan, radiasi termal, dan kualitas udara termasuk penyisihan partikel dan uap pengotor.



Gambar 1. Ilustrasi Beban Pendingin

### 2.2. Proses Pengondisian Udara



Gambar 2. Skema Pengondisian Udara Sederhana

Siklus pengondisian udara sederhana dapat dilihat pada Gambar 2 Cara kerja pengondisian udara sederhana atau sering disebut siklus kompresi uap adalah *refrigerant* cair mengalir didalam evaporator dan menguap dengan cara menyerap panas. Ketika terjadi perubahan fasa sehingga udara tersebut menjadi dingin. Uap *refrigerant* dari evaporator tersebut mengalir ke kompressor, didalam kompressor uap tersebut dikompresikan dengan temperatur dan tekanan yang tinggi, sehingga uap dari *refrigerant* tersebut mudah dicairkan. Setelah uap keluar dari kompressor kemudian dialirkan ke kondensor, panas dari *refrigerant* yang keluar dari kompressor dibuang keluar dari sistim sehingga *refrigerant* tadi berubah fasa, dari uap panas lanjut menjadi cair jenuh, setelah itu *refrigerant* cair tersebut diturunkan. Maksud dari penurunan tekanan ini agar supaya *refrigerant* dapat menguap pada temperatur rendah. Keluar dari alat ekspansi tekanan *refrigerant* cair kembali masuk ke evaporator. Demikian siklus tersebut berulang Kembali[1].

### 2.3. Outdoor Unit

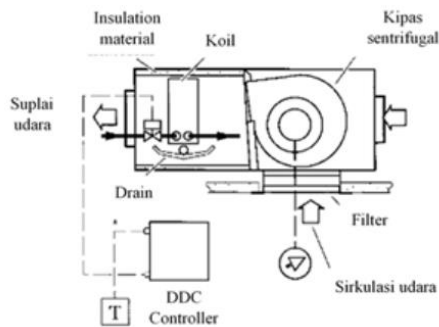
*Outdoor unit* adalah alat yang berfungsi untuk mendinginkan kondensor dan merupakan bagian yang paling panas pada sistem AC. *Outdoor unit* diletakkan ditempat terbuka biasanya diatas gedung. Berikut merupakan gambar *outdoor unit*:



Gambar 3. Outdoor Unit

#### 2.4. Fan Coil Unit (FCU)

Konsumsi energi pada sistem HVAC sebagian besar digunakan untuk *fan coil unit* (FCU). *Fan coil unit* (FCU) adalah unit sederhana yang berfungsi untuk controlling suhu ruangan. FCU terdiri dari kipas dan *coil* yang dikendalikan oleh thermostat dengan bantuan katup kontrol sehingga *thermostat* bekerja secara konstan mengendalikan kecepatan kipas sehingga suhu dalam ruangan tetap terkontrol. Berikut merupakan bagian-bagian dari FCU[2]:



Gambar 4. Fan Coil Unit

- a. *Filter*  
*Filter* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyaring udara kotor sehingga udara yang masuk dapat dijamin kebersihannya.
- b. *Cooling Coil*  
*Cooling coil* adalah alat yang berfungsi untuk menukar panas dari udara campuran agar menjadi lebih dingin.
- c. *Blower*  
*Blower* merupakan kipas yang digunakan untuk mendorong udara yang sudah didinginkan menuju ke saluran udara.
- d. *Ducting*  
*Ducting* adalah bagian FCU yang berfungsi untuk menyalurkan udara dari *blower* ke seluruh ruangan.

#### 2.5. Beban Pendinginan

Beban pendinginan adalah laju aliran kalor yang harus diambil dari dalam ruangan untuk mempertahankan temperatur dan kelembaban udara relatif ruangan pada kondisi yang diinginkan[3]. Beban pendinginan ruangan dibagi dalam 2 bagian, yaitu :

##### 2.5.1. Beban Pendinginan Luar (*External Cooling Load*)

Beban pendinginan ini terjadi akibat penambahan panas di dalam ruangan yang dikondisikan karena sumber kalor dari luar yang masuk melalui selubung bangunan (*building envelope*), atau kerangka bangunan (*building shell*) dan dinding partisi. Sumber kalor dari luar tersebut adalah :

- a. Panas konduksi melalui pintu dan kaca jendela akibat perbedaan temperatur.
- b. Panas karena infiltrasi oleh udara yang masuk melalui celah-celah.

##### 2.5.2. Beban Pendinginan Dalam (*Internal Cooling Load*)

Beban pendinginan ini terjadi karena dilepaskannya kalor sensibel maupun kalor laten dari sumber yang ada di dalam ruangan yang dikondisikan. Sumber kalor yang termasuk beban pendinginan ini adalah:

- a. Panas karena penghuni.
- b. Panas karena lampu.

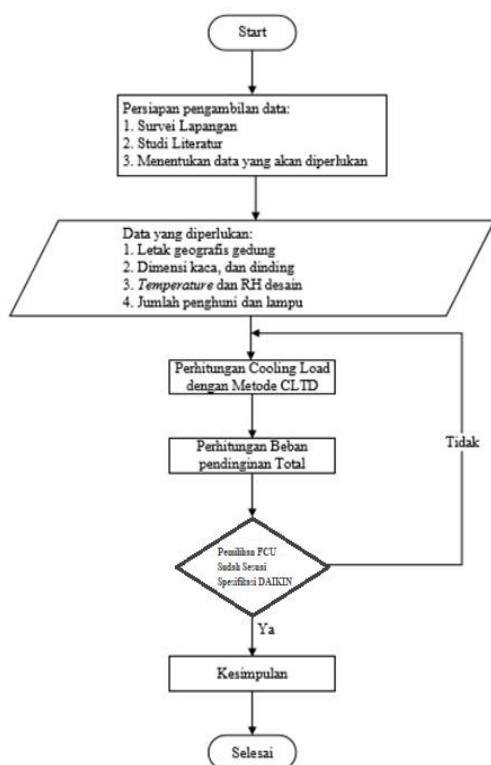
#### 2.6. Perhitungan Beban Pendinginan

Perhitungan beban pendinginan merupakan perhitungan besarnya beban kalor, baik kehilangan maupun perolehan kalor, dari ruangan yang dikondisikan. Perhitungan beban pendinginan berasal dari beberapa sumber panas[4], yaitu :

- a. Panas dari luar bocor melalui pintu dan jendela atau dilakukan melalui dinding yang terisolasi.
- b. Material transparan memungkinkan panas untuk menembusnya. ini terjadi ketika jendela digunakan di ruang berpendingin.
- c. Pintu dan jendela yang terbuka memungkinkan panas masuk ke tempat yang didinginkan. Retakan di sekitar pintu dan jendela juga memungkinkan panas masuk ke ruang pendingin.
- d. Orang yang menempati ruang yang didinginkan mengeluarkan panas, ini harus dipertimbangkan ketika mencari beban apapun untuk unit AC tertentu.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa langkah penelitian untuk menghitung beban pendinginan menggunakan metode CLTD yang akan dijabarkan melalui diagram alir pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir

Perencanaan ini menggunakan metode perhitungan CLTD, dimana proses dimulai dari pengumpulan data gedung dan suhu perencanaan pada gedung tersebut, melakukan perhitungan beban pendingin yang terdiri dari perhitungan beban pendingin internal dan external.

### 3.1. Persiapan Awal

Dalam penyusunan laporan penelitian, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan tema atau topic dari laporan penelitian ini, yaitu perhitungan sistem pengkondisian udara pada *lobby lift* pada *basement 2* sebuah hotel. Langkah selanjutnya adalah membuat rumusan masalah dan batasan masalah untuk merancang metode atau teknik yang tepat untuk menyelesaikan laporan. Dalam pelaksanaannya, diperlukan proses pengambilan data yang diperlukan untuk analisa laporan. Berikut merupakan proses pengambilan data, yaitu:

#### a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan salah satu proses pengambilan data dimana data diambil dari buku-buku yang menjadi referensi tentang pengkondisian udara beserta standarisasi nya, dan perencanaan instalasi saluran udara. Dalam laporan ini referensi didapatkan dari buku dan jurnal. Referensi utama pada laporan ini mengacu pada buku *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979*.

#### b. Survei Lapangan

Survei lapangan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi nyata yang ada di lapangan mulai dari instalasi, peralatan, cara mengukur parameter, sistem dan lain sebagainya. Dengan pendamping pembimbing lapangan, yang diharapkan ada komunikasi dua arah sehingga kita dapat menganalisa parameter-parameter yang ada pada laporan ini dengan jelas.

### 3.2. Peralatan

Dalam proses pengambilan data diperlukan beberapa peralatan yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter yang dibutuhkan. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### a. Anemometer

Anemometer berfungsi untuk mengukur kecepatan angin sehingga mutlak diperlukan dalam penerjunan. Pada umumnya, anemometer menggunakan sensor berupa 4 buah *wind cup* yang berputar ketika angin bertiup, sehingga anemometer mudah rusak.



Gambar 6. Anemometer

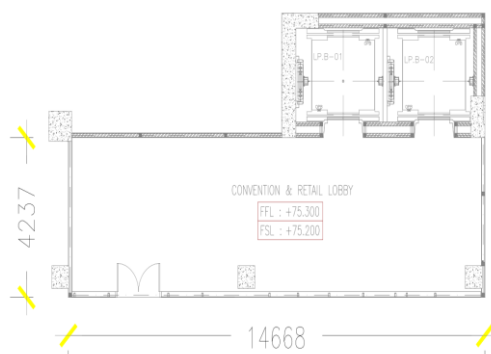
#### b. Infrared Thermometer Gun

*Infrared thermometer gun* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengambil data suhu dengan prinsip kerja yang berbeda dengan termometer lainnya, *Thermometer gun* yang berbentuk seperti senjata api yang dilengkapi dengan Sensorsuhu adapun penggunaan alat tersebut dengan cara menembakan ke bagian yang ingin diambil data suhunya.



Gambar 7. Infrared Thermometer Gun

### 3.3. Denah



Gambar 8. Denah Lobby Lift Basement 2

### 3.4. Data Hasil Survey

#### 3.4.1. Data Umum

- Objek penelitian: Lobby Lift pada basement 2
- Lokasi : Jl. Sultan Agung , Semarang
- Letak geografis :  $7^{\circ}00'33.2''S$  dan  $110^{\circ}24'58.4''T$
- Arah gedung : Barat
- Fungsi gedung : Komersial
- Jam kerja : 24 Jam
- Warna dinding : *Brown* (Coklat)
- Jenis kaca : *Single Glass*
- Jarak lantai-atap: 3 m
- Luas ruangan : 58 m<sup>2</sup>

#### 3.4.2. Kondisi Ruangan

Berikut merupakan data temperatur, kecepatan udara dan RH pada *lobby lift* pada basement 2 :

Tabel 1. Kondisi Ruangan

TEMPERATUR (°C)	KECEPATAN UDARA (m/s)	RH (%)
27,6 °C	0 m/s	63,6%

#### 3.4.3. Kondisi Udara Lingkungan Luar

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari *NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION*, suhu tertinggi pada daerah Semarang pada tahun 2022 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kondisi Udara Lngkungan Luar

TEMPERATUR (°C)	RH (%)	Keterangan
32,8	63,1%	Suhu tertinggi pada tahun 2022

#### 3.4.4. Beban Ruang

Beban ruangan yang dikondisikan adalah beban dari luar (eksternal) dan beban dari dalam (internal). Beban eksternal adalah beban kalor yang melalui dinding kaca, sedangkan beban internal adalah beban kalor dari orang, lampu, dan peralatan elektronik lainnya.

#### 3.4.5. Beban Penghuni

Merupakan beban internal yang dihitung menurut jumlah pengunjung yang mendatangi Hotel. Beban penghuni dihitung dari jumlah penghuni, kegiatan yang dilakukan, dan berapa penghuni melakukan kegiatan, pada *lobby lift* pada *basement 2* banyaknya pengunjung adalah 15 orang.

#### 3.4.6. Beban Lampu

Besarnya beban lampu pada perhitungan ini bergantung pada besar daya dan jumlah lampu yang ada pada *lobby lift basement 2*. Berikut merupakan data lampu yang ada pada *lobby lift basement 2*:

Tabel 3. Data Lampu

Tipe	Daya	Jumlah
1 <i>Fixture</i>	14 W	11

## HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1. Perhitungan Beban Pendinginan

Perhitungan beban pendinginan merupakan perhitungan besarnya beban kalor, baik kehilangan maupun perolehan kalor, dari ruangan yang dikondisikan [5]. Pada laporan ini, perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan menggunakan metode CLTD. Metode ini diperkenalkan oleh ASHRAE pada tahun 1977. Dalam perhitungan ini, beban pendinginan dibagi menjadi dua yaitu, beban kalor ruangan (*room total heat gain*) dan beban kalor peralatan pengkondisian udara. Beban ruangan terdiri dari beban eksternal dan internal yang di dalamnya terdapat beban kalor sensibel dan laten. Untuk menghitung beban pendinginan

menggunakan metode CLTD ini, maka diperlukan data data perhitungan yaitu, sebagai berikut:

Bulan perencanaan : Desember 2022  
 Letak geografis gedung : 7°00'33.2"S dan 110°24'58.4"T  
 Temperatur ruang : 81,7°F, RH 63,6 %  
 Temperatur luar : 91°F, RH 63,1 %  
 (NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION)

**4.1.1. Perhitungan Beban Transmisi Ruangan**

Pada perhitungan ini, dinding luar termasuk ke dalam grup D dimana harga koefisien perpindahan panasnya (U) adalah 0,5 Btu/hr ft<sup>2</sup>°F. Dengan menggunakan Persamaan 2.4 maka beban transmisi dinding dapat dihitung. Harga CLTD untuk beban transmisi dinding grup D terdapat pada Tabel 4 yang diambil dari nilai maksimal tabel 4 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979.

Tabel 4. Tabel Solar Time Dinding Grup D

DIR	Nilai CLTD Dinding Grup D		
	Min	Max	Difference
N	6	19	13
NE	7	25	18
E	8	33	25
SE	8	32	24
S	6	29	23
SW	8	38	30
W	9	41	32
NW	7	32	25

Harga LM (Latitude Month) didapatkan pada tabel 5 dari ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979, yang didasarkan pada letak geografis Hotel. Sehingga harga LM yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 5 Harga LM

Arah	LM
Utara	-4
Selatan	12
Barat	-3
Timur	-3

Berikut merupakan harga CLTD\_C dari masing – masing arah dengan menggunakan harga CLTD maksimal :

Tabel 6. Harga CLTDc

Arah	CLTD Maksimal (°F)	CLTD <sub>c</sub> (°F)
Utara	19	17,3
Selatan	29	19,3
Barat	41	40,3
Timur	33	32,3

Berikut merupakan beban transmisi dinding dari masing-masing arah :

Tabel 7. Beban Transmisi Dinding

ARAH	U dinding	A (ft <sup>2</sup> )	CLTD corr (°F)	Q (Btu/h)
	Tab 3.9 Btu / (h ft <sup>2</sup> °F)			
Barat	0,5	397,29	40,3	8.005,40
Timur	0,5	397,29	32,3	6.416,23
Selatan	0,5	176,57	19,3	1.703,90
Utara	0,5	794,58	17,3	6.873,12
Total				22.998,65

**4.1.2. Perhitungan Transmisi Kaca**

Kaca yang digunakan dalam lobby lift basement 2 merupakan tipe single glass. Persamaan matematika digunakan untuk menghitung beban transmisi pada kaca, dengan koefisien perpindahan panas untuk single glass adalah U = 1,04 Btu/hr ft<sup>2</sup>°F. Berikut merupakan data kaca yang ada di lobby lift basement 2 :

Tabel 8. Data Kaca

No	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas		Jumlah	Total Luas
			m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>		
1	7	2,3	16,1	1732,99	1	1732,99
Total						1732,99

Berdasarkan Tabel 8 pada buku ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979, harga CLTD maksimal adalah 14. Maka besar beban transmisi kaca adalah sebagai berikut:

$$Q = U \times A \times CLTD_c$$

$$Q = 1,04 \text{ Btu}/(\text{hr ft}^2\text{°F}) \times 1732,99 \text{ ft}^2 \times 16,3 \text{ °F}$$

$$Q = 29.377 \text{ Btu/hr}$$

**4.1.3. Beban Infiltrasi**

Beban infiltrasi adalah beban yang di sebabkan oleh masukan udara luar ke dalam ruangan tanpa di sengaja melalui celah celah atau bukaan –bukaan yang ada pada dinding, jendela, dan pintu.



## a. Beban Infiltrasi Pintu

Harga CFM dapat dihitung dengan mengalikan luas pintu dengan nilai infiltrasi pintu, yaitu sebesar 0,5 CFM / ft<sup>2</sup>. maka dapat dihitung beban infiltrasi pada pintu yaitu sebagai berikut :

Beban Sensibel

$$Q_s = 1,08 \times CFM \times TC$$

$$Q_s = 1,08 \times 33,9066 \times (T_o - T_r)$$

$$Q_s = 1,08 \times 33,9066 \times (91 - 81,7)$$

$$Q_s = \mathbf{340,5578} \text{ Btu/hr}$$

Beban Laten

$$Q_L = 4840 \times CFM \times (\dot{W}_o - \dot{W}_i)$$

$$Q_L = 4840 \times 33,9066 \times (0,02016 - 0,01674)$$

$$Q_L = \mathbf{561,2491} \text{ Btu/hr}$$

## b. Beban Infiltrasi Kaca

Perhitungan beban infiltrasi kaca masih sama seperti beban infiltrasi pintu, tetapi yang membedakan adalah nilai laju infiltrasi untuk kaca adalah 0,37 CFM/ft<sup>2</sup>. maka dapat dihitung beban infiltrasi pada pintu yaitu sebagai berikut :

Beban Sensibel

$$Q_s = 1,08 \times CFM \times TC$$

$$Q_s = 1,08 \times 0 \times (T_o - T_r)$$

$$Q_s = 1,08 \times 0 \times (91 - 81,7)$$

$$Q_s = \mathbf{0} \text{ Btu/hr}$$

Beban Laten

$$Q_L = 4840 \times CFM \times (\dot{W}_o - \dot{W}_i)$$

$$Q_L = 4840 \times 0 \times (0,02016 - 0,01674)$$

$$Q_L = \mathbf{0} \text{ Btu/hr}$$

## 4.1.4. Beban Penerangan

Beban penerangan ada karena adanya perpindahan panas ke ruangan yang diakibatkan oleh lampu. Lampu yang digunakan pada *Lobby Lift basement 2* merupakan lampu 1 *fixture* sehingga harga BF (*Balast Factor*) adalah 1,3 dengan jumlah total sebanyak 11 lampu. Harga Fu adalah 1 karena semua lampu menyala, sedangkan harga CLF adalah 1 karena AC menyala 24 jam. Jadi besar beban penerangan adalah sebagai berikut :

$$Q = 3,41 \times W \times BF \times CLF \times Fu$$

$$Q = 3,41 \times 14 \text{ Watt} \times 1,3 \times 1 \times 1$$

$$Q = \mathbf{682,7} \text{ Btu/hr}$$

## 4.1.5. Beban Penghuni

Beban penghuni dibagi menjadi dua, yaitu beban penghuni sensibel dan beban penghuni laten. Besar beban penghuni untuk *lobby lift basement 2* dengan jumlah penghuni 15 orang/jam. Harga SHG didapatkan dari tabel 9 *ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979*). Yang dapat dilihat pada Tabel 9, sebagai berikut:

Tabel 9. Harga SHG dan LHG

AKTIVITAS	SHG	LHG
	Btu/h	Btu/h
Hotel, Apartement, duduk	255	255
Kantor	230	190
Mall, Toko	315	325
Restoran	255	325
Pabrik sedang	345	695
Pabrik berat	565	1035
Arena olahraga	635	1165
Bioskop	210	140
Athletik	710	1090

Sehingga untuk harga SHG pada perhitungan beban penghuni adalah 255 Btu/h dan harga CLF adalah 1. Perhitungan beban penghuni sensibel adalah sebagai berikut:

$$Q_s = SHG \times n \times CLF$$

$$Q_s = 225 \text{ Btu/hr} \times 15 \times 1$$

$$Q_s = \mathbf{3.375} \text{ Btu/hr}$$

Beban Penghuni Laten

$$Q_L = LHG \times n$$

Harga LHG didapatkan dari Tabel 4.5, sehingga harga LHG adalah 255 Btu/hr. Harga CLF adalah 1. Perhitungan beban penghuni laten adalah sebagai berikut :

$$Q_L = LHG \times n$$

$$Q_L = 225 \text{ Btu/hr} \times 15$$

$$Q_L = \mathbf{3.375} \text{ Btu/hr}$$

## 4.1.6. Beban Pendingin Total Ruangan

Beban pendinginan total ruangan dibagi menjadi dua, yaitu beban sensibel ruangan dan beban laten ruangan. Sehingga, besar beban pendinginan total ruangan adalah jumlah dari beban sensibel ruangan dan beban laten ruangan. Berikut merupakan perhitungan beban pendinginan total ruangan :

a. Total beban sensibel ruangan

$$RSHG = Q(\text{transmisi dinding}) + Q(\text{transmisi kaca}) + Q(\text{infiltrasi pintu}) + Q(\text{infiltrasi kaca}) + Q(\text{penghuni}) + Q(\text{penerangan})$$

$$RSHG = 22.998,65 + 1732,99 + 340,5578 + 0 + 3.375 +$$

$$682,7$$

$$RSHG = \mathbf{29.130} \text{ Btu/hr}$$

b. Total beban laten ruangan

$$RLHG = Q(\text{infiltrasi pintu}) + Q(\text{infiltrasi kaca}) + Q(\text{penghuni})$$

$$RLHG = 561,2491 + 0 + 3.375$$

$$RLHG = \mathbf{3.937} \text{ Btu/hr}$$

c. Beban Pendingin Total

$$RTHG = RSHG + RLHG$$

$$RTHG = (29.130 + 3.937) \text{ Btu/hr}$$

$$RTHG = \mathbf{33.067} \text{ Btu/hr}$$

#### 4.1.7. Total Pendinginan Udara Luar

Besar total beban pendinginan udara luar merupakan penjumlahan total beban sensibel udara luar dan total beban laten udara luar. Pada *lobby lift* basement 2 tidak memiliki ventilasi sehingga beban pendinginan sensibel dan laten udara luar bernilai 0.

$$\begin{aligned} \text{OATH} &= \text{OASH} + \text{OALH} \\ \text{OATH} &= 0 + 0 \\ \text{OATH} &= \mathbf{0} \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

#### 4.1.8. Total Beban Pendingin

Besar total beban pendinginan adalah jumlah dari total beban pendinginan ruangan dan total beban pendinginan udara luar. Berikut merupakan perhitungan total beban pendinginan:

$$\begin{aligned} \text{GTH} &= \text{RTHG} + \text{OATH} \\ \text{GTH} &= (32.385 + 0) \text{ Btu/hr} \\ \text{GTH} &= \mathbf{33.067} \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

#### 4.1.9. Faktor Keamanan

Berdasarkan buku *ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979, chapter28* minimal faktor keamanan adalah 10% dari total beban pendinginan (GTH).

$$\begin{aligned} X &= \text{Sf} \times \text{GTH} \\ X &= 10\% \times 33.067 \text{ Btu/hr} \\ X &= \mathbf{3.306,7} \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

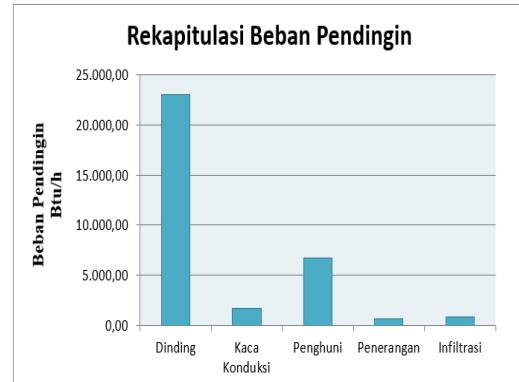
#### 4.1.10. Analisa

Berdasarkan hasil perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLTD pada laporan ini dihasilkan total beban pendinginan sebesar 33.067 Btu/h. Dengan rincian adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Rincian Perhitungan Beban Pendinginan

No	Beban	Sensibel Btu/h	Laten Btu/h	Total Btu/h
1.	Dinding	22.998,65	-	22.998,65
2.	Kaca Konduksi	1.732,99	-	1.732,99
3.	Penghuni	3.375	3.375	6.750
4.	Penerangan	682,7	-	682,7
5.	Infiltrasi	340,5578	561,2491	901,8069
SUBTOTAL				33.067
SAFETY FACTOR (10%)				3.067,7
<b>TOTAL</b>				<b>36.373,7 Btu/h</b>

Dari data rincian diatas, untuk mempermudah pembacaan maka data hasil perhitungan dapat disajikan dalam bentuk diagram. Berikut merupakan rekapitulasi data perhitungan beban pendinginan pada *lobby lift* basement 2 yang disajikan menggunakan diagram batang :



Gambar 9. Rekapitulasi Beban Pendingin

Dari rekapitulasi beban pendingin diatas bisa kita ketahui bahwa luas beban yang dihasilkan oleh dinding lebih besar dari pada luas beban penghuni, kaca konduksi, infiltrasi, dan penerangan.

#### 4.1.11. COP (Coefficient of Performance)

Refrigerant	: R410A
Tekanan rendah	: 7,5 bar
Tekanan tinggi	: 14,5 bar
Temperatur evaporator	: -15 °C
Temperatur masuk kompressor	: -5 °C
Temperatur keluar kompressor	: 50 °C
Temperatur refrigerant masuk ekspansi	: 25 °C
Nilai kalor yang diserap evaporator ( Qc )	$Q_c = h_1 - h_4 = 310 - 208 = 102 \text{ kJ/kg}$
Nilai kalor yang dilepas kondensor ( Qh )	$Q_h = h_2 - h_3 = 330 - 208 = 122 \text{ kJ/kg}$
Kerja kompressor ( Wc )	$W_c = h_2 - h_1 = 330 - 310 = 20 \text{ kJ/kg}$
Coefficient of Performance (COP)	$\text{COP} = Q_c / W_c = 102 / 20 = \mathbf{5,1} \text{ kJ/kg}$

Berikut adalah unit FCU yang cocok untuk hasil dari penelitian yang sudah diamati :



Gambar 10. AC Split Duct Middle Static Pressure

Merk : **DAIKIN**  
Kapasitas : **36.000 Btu/h (4 PK)**

#### KESIMPULAN

- Dari perhitungan diatas, didapatkan beban pendinginan total sebesar 33.067 Btu/h dengan besar faktor keamanan sebesar 3.306,7 Btu/h, maka



total beban pendinginan yang diperlukan adalah 36.373,7 Btu/hr. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa unit FCU yang cocok untuk beban sebesar 36.373,7 Btu/h adalah **FCNQ36MV14** dengan kapasitas **36.000** Btu/h.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Lei, J. Yang, and E. H. Yang, “Energy performance of building envelopes integrated with phase change materials for cooling load reduction in tropical Singapore,” *Appl. Energy*, vol. 162, pp. 207–217, 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.10.031.
- [2] Wirajati and I. Natha, “Analisa kinerja FCU Menggunakan Diagram Psikrometri,” *J. Appl. Mech. ...*, vol. 2, pp. 114–118, 2021, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/ahowr3etkrf4rbwj4aedmd6awm/access/wayback/http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH/article/download/2461/1675>.
- [3] Samnur, “Perancangan Sistem Pengkondisian Udara (AC) pada Ruang Aula Teknol Fakultas Teknik,” pp. 227–236, 2011.
- [4] Suko Winarno dan Agus Budihadi, “Analisa Perhitungan Beban Pendinginan Ruang Perangkat Internet di PT. X SITE KEDATON”, Teknik Mesin Univesitas Mercu Buana, hal 2, 2017.
- [5] B. L. Maluegha and H. Luntungan, “Penentuan Beban Pendinginan Ac Untuk Memilih Sistem,” vol. 7, pp. 43-50, 2021. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/140>.