

## PERENCANAAN SISTEM TATA UDARA GEDUNG AULA SMK NEGERI 1 SEKAYU

Novi Andriani<sup>1</sup>, Baiti Hidayati<sup>2\*)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa (D3) Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu

<sup>\*)</sup> Email: [bavy10@gmail.com](mailto:bavy10@gmail.com)

### INFORMASI ARTIKEL

Submitted:  
13/12/2018

Revised:  
10/01/2019

Accepted:  
15/01/2019

Print-Published:  
31/01/2019

### ABSTRAK

Perencanaan sistem tata udara ini dimaksudkan untuk melakukan perhitungan beban pendingin pada Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu. Sehingga sebelum dipasang AC pihak SMKN 1 Sekayu memiliki gambaran jumlah kapasitas AC yang diperlukan untuk mengkondisikan udara di aula dengandimensi 18 m x 16 m x 6 m. Untuk memperoleh hasil tersebut, penulis menggunakan metode perhitungan CLTD ( Cooling Load Temperature Difference ) berdasarkan ASHRAE GRP 158 Cooling Load Calculation Manual, yang terdiri dari perhitungan beban pendingin Extenal dan Internal. Perhitungan beban pendinginan berdasarkan data primer dan sekunder yang kemudian hasilnya disesuaikan dengan jenis sistem tata udara. Setelah melakukan perhitungan beban pendingin, didapatkan hasil beban maksimum sebesar 23.7013,1917Btu/hr, dengan demikian kapasitas AC yang diperlukan sebesar 26 PK dengan sistem Direct Refrigerant System, AC Floor Standing.

Kata kunci : Perencanaan sistem tata udara, beban pendingin, metode CLTD

### ABSTRACT

The planning of the air system is intended to calculate the cooling load in the Hall of SMKN 1 Sekayu. So that before the AC was installed in the SMKN 1 Sekayu had an overview of the amount of AC capacity needed to condition the air in the hall with dimensions of 18 m x 16 m x 6 m. To obtain these results, the authors used the CLTD (Cooling Load Temperature Difference) calculation method based on ASHRAE GRP 158 Cooling Load Calculation Manual. Which consists of calculation of Extenal and Internal cooling loads. Calculation of cooling load based on primary and secondary data which then results are adjusted to the type of air system. After calculating the cooling load, the maximum load results are obtained at 237013,1917 Btu / hr, thus the AC capacity needed is 26 Pk with the Direct Refrigerant System, AC Floor Standing system

**Keywords:** Planning Of The Air System, Cooling Load, CLTD metode

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di zaman modern saat ini, pengkondisian udara pada suatu ruangan menjadi hal yang sangat diperhatikan agar ruangan tersebut bisa digunakan dengan maksimal. Contohnya pada ruangan kerja di gedung, ruangan harus dikondisikan sedemikian sehingga penghuni bisa bekerja dengan baik. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengukuran besarnya cooling load dari ruangan atau gedung tersebut agar

bisa diketahui jenis sistem HVAC mana yang harus digunakan. Salah satu cara menghitung cooling load adalah dengan menggunakan metode CLTD. CLTD adalah perbedaan temperatur teoritis yang merupakan efek dari gabungan perbedaan temperatur udara di dalam dan luar ruangan, daily temperature range, radiasi matahari, dan panas dari konstruksi gedung tersebut. Pengkondisian udara pada suatu ruangan banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menyebabkan naiknya beban pendinginan. Faktor-faktor tersebut diantaranya, infiltrasi,

peralatan elektronik, dan pencahayaan. Dari ketiga faktor tersebut, pencahayaan memiliki distribusi yang lebih kompleks dalam peningkatan beban pendinginan dari faktor lainnya. Dari definisi diatas dapat disimpulkan bahwa sistem tata udara atau pengkondisian udara adalah sebuah proses pengaturan udara yang meliputi temperatur udara, kelembapan udara, serta kualitas udara dan cara pendistribusiannya kedalam ruangan, untuk mendapatkan kondisi kenyamanan tertentu. Secara umum, dalam sebuah perencanaan sistem tata udara bertujuan untuk menghasilkan kenyamanan termal bagi penghuni (manusia), atau menciptakan kondisi nyaman dengan suhu dan kelembapan yang nyaman bagi penghuni suatu ruangan.

Pada suatu tempat atau ruangan yang akan dipasang mesin pendingin maka diperlukan perhitungan yang baik dan benar agar dapat lebih selektif dalam menentukan jumlah kapasitas yang dipasang. Dengan demikian dapat memperoleh tingkat efisiensi dalam pemilihan mesin pendingin terutama hemat energi, khususnya pada gedung aula SMK Negeri 1 Sekayu.

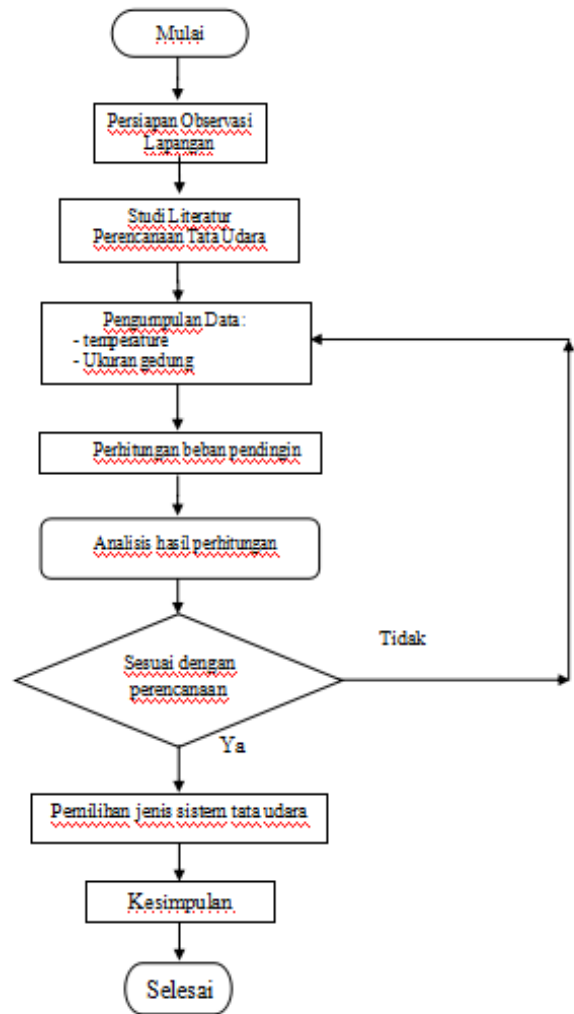
### 1.2 Tujuan

Perencanaan bertujuan sebagai berikut :

- Menghitung beban pendingin yang ada di Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu.
- Mengetahui jenis Sistem Tata Udara yang baik untuk digunakan di Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu.

## 2. METODOLOGI PERENCANAAN

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. Setelah melakukan perhitungan beban pendingin, maka didapat beban pendingin suatu ruangan dimana dari hasil tersebut dapat diketahui kapasitas AC yang digunakan untuk mengkondisikan ruangan Aula SMKN 1 Sekayu. Langkah terakhir yaitu menentukan jenis pengkondisian udara, beberapa diantaranya berupa All-Air System, All-Water System, Air-Water System, Direct Refrigerant System. Diharapkan setelah memperoleh perhitungan beban pendinginan ini, dapat membantu pihak SMKN 1 untuk menentukan jenis pengkondisian di Aula dengan tepat sasaran.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

Alat-alat yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

- Alat tulis
- Thermometer Digital
- Meteran
- Sling (Alat ukur Suhu bola kering dan Suhu bola basah)

### 2.1 Kenyamanan Termal

Tujuan utama HVAC adalah menyediakan kondisi untuk kenyamanan termal manusia, "kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan lingkungan termal Definisi ini membuka apa yang dimaksud dengan "kondisi pikiran" atau "kepuasan," tetapi dengan benar menekankan bahwa pertimbangan kenyamanan adalah proses kognitif yang melibatkan banyak masukan dipengaruhi oleh fisik, proses fisiologis, psikologis, dan lainnya. Secara umum, kenyamanan terjadi ketika suhu tubuh diadakan dalam rentang sempit, kelembapan kulit rendah, dan efek fisiologis regulasi diminimalkan.

Kenyamanan juga tergantung pada perilaku yang diinisiasi secara sadar atau tidak sadar dan dipandu

oleh sensasi panas dan kelembaban mengurangi ketidaknyamanan. Beberapa contoh mengubah pakaian, mengubah aktivitas, mengubah postur atau lokasi, mengubah pengaturan thermostat, membuka jendela. (ASHRAE 2005)

Dalam hal kenyamanan termal bagi manusia, faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal:

- a. Tingkat aktivitas
- b. Pakaian
- c. Harapan/ ekspektasi
- d. Temperatur udara
- e. Kelembapan

Kriteria nyaman yang umum diterima oleh kebanyakan orang Indonesia adalah temperatur 24-25 °C dengan kelembapan relatif 50 % (SNI-2011)

## 2.2 Perpindahan Panas

Ilmu perpindahan panas tidak hanya bertujuan untuk menjelaskan bagaimana energi panas dapat ditransfer, tetapi juga memprediksi tingkat di mana pertukaran akan terjadi dalam kondisi tertentu. Fakta bahwa tingkat transfer panas adalah tujuan yang diinginkan dari suatu analisis menunjukkan perbedaan antara perpindahan panas dan termodinamika. (Holman, 2010)

### a. Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas antara dua objek, atau melintasi satu objek, yang terjadi melalui media material dan tidak melibatkan gerakan cairan apa pun, disebut perpindahan panas konduksi. Contoh perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas dari sisi panas ke sisi dingin dari media cair atau gas yang padat atau tidak bergerak, perpindahan panas dari atau ke tangan kita ketika kita menyentuh suatu objek.

### b. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas antara objek dan cairan bergerak yang berdekatan (cair atau gas) disebut perpindahan panas konveksi. Ada dua cara perpindahan panas konveksi terjadi di sekitar objek. Jika gerakan fluida dihasilkan oleh kipas atau pompa atau angin, itu akan disebut konveksi paksa. Di sisi lain, jika gerakan fluida dihasilkan oleh perbedaan kerapatan karena perbedaan suhu di dalamnya, konveksi itu disebut konveksi alami atau bebas.

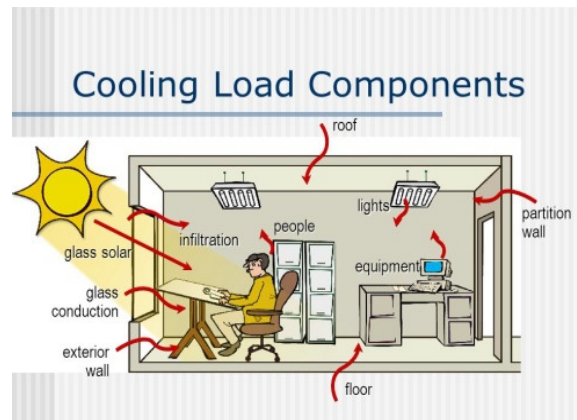
### c. Perpindahan Panas Radiasi

Ada situasi di mana tidak ada media antara dua benda yang berada pada temperatur yang berbeda dan saling berhadapan, dalam situasi ini transfer panas terjadi melalui pertukaran gelombang elektromagnetik atau foton dan dikenal sebagai perpindahan panas radiasi. Perpindahan panas dari matahari ke atmosfer bumi dan perpindahan panas dari permukaan pesawat ruang angkasa ke langit yang sangat dingin adalah contoh perpindahan panas radiasi.

## 2.3 Beban Pendinginan

Metode yang tepat untuk menghitung beban pendinginan ruangan adalah dengan menggunakan persamaan keseimbangan panas untuk menentukan suhu permukaan interior struktur bangunan dan kemudian menghitung beban pendinginan sensibel, yang sama dengan jumlah transfer panas konvektif dari permukaan beban pendinginan laten. (Wang, 2000)

Beban untuk unit pendingin udara berasal dari banyak sumber. Beban ini berasal dari beberapa sumber panas, yang lebih umum adalah dari luar bocor melalui pintu dan jendela atau dilakukan melalui dinding yang terisolasi, material transparan memungkinkan panas untuk menembusnya. ini terjadi ketika jendela digunakan di ruang berpendingin, 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, orang yang menempati ruang yang didinginkan mengeluarkan panas, ini harus dipertimbangkan ketika mencari beban apa pun untuk unit AC tertentu, peralatan di dalam ruang pendingin dapat mengeluarkan panas. Misalnya, motor, listrik ke lights, peralatan elektronik, meja uap, guci, pengering rambut, dan barang serupa mengeluarkan panas. Untuk mendapatkan angka yang akurat, perlu mempertimbangkan semua sumber panas (Miller, 2006)



Gambar 2. Beban pendingin ruangan

### a. Beban Konduksi Melalui Dinding

Untuk menghitung beban konduksi melalui dinding digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = U.A.CLTDc$$

$$CLTDc = [(CLTD + LM) \times K + (78 - TR) + (T0 - 85)]$$

Ket:  
 U = Overall heat transfer (BTU/hr.ft<sup>2</sup>. °F)  
 A = Roof Area, wall or glass (ft<sup>2</sup>)  
 CLTDc = Cooling Load Temperature Different Corrected (°F)  
 CLTD = Cooling Load Temperature Different (°F) lihat di Table 2.3 CLTD dinding (ASHRAE 158,1979)  
 LM = Latitude month(°F) Tabel Nilai LM (Latitude and Month) untuk dinding dan atap (ASHRAE 158,1979)  
 K = Correction for color of surface  
 K = 1,0 for dark color or light in an industrial area  
 K = 0,83 if permanently medium colored (rural area)  
 K = 0,65 if permanently light colored (rural area)  
 TR = Room Temperature (°F)  
 T0 = average outside design temperature (°F) tabel Climatic Conditions For Other Countries (ASHRAE 158,1979) dan Correction for Inside and Outside Design Conditions (ASHRAE 158,1979)  
 ΣR = Tahanan termal total lapisan Konstruksi dinding atau atap (hr. °F.ft<sup>2</sup>/BTU)

b. Beban Konduksi Melalui Atap

Untuk menghitung beban konduksi melalui atap digunakan persamaan sebagai berikut : (ASHRAE 158.1979)

$$Q = U. A. CLTDc$$

$$CLTDc = [(CLTD + LM) \times K + (78-TR) + (T0 - 85)] \times f$$

Ket :

U = Overall heat transfer (BTU/hr.ft<sup>2</sup>. °F)  
 A = Roof Area, wall or glass (ft<sup>2</sup>)  
 CLTDc = Cooling Load Temperature Different Corrected (°F)  
 CLTD = Cooling Load Temperature Different (°F) lihat di Table 2.4 CLTD untuk atap datar (ASHRAE 158,1979)  
 LM = Latitude month(°F) Tabel Nilai LM (Latitude and Month) untuk dinding dan atap (ASHRAE 158,1979)  
 K = Correction for color of surface  
 K = 1,0 if dark colored or light in an industrial are  
 K = 05 permanently light colored (rural area)  
 TR = Room Temperature (°F)  
 T0 = average outside design temperature (°F) tabel Climatic Conditions For Other Countries (ASHRAE 158,1979) dan

Correction for Inside and Outside Design Conditions(ASHRAE 158,1979)

f = faktor koreksi untuk kipas atau saluran udara di atas  
 f = 0,75 jika ada kipas / ventilasi  
 f = 1,0 jika tidak ada kipas atau saluran udara  
 ΣR = Tahanan termal total lapisan Konstruksi dinding atau Atap (hr. °F.ft<sup>2</sup>/Btu)

c. Beban Pendingin Konduksi Melalui Kaca  
 Untuk perhitungan kalor yang masuk melalui kaca secara konduksi dihitung dengan persamaan sebagai berikut, : (ASHRAE 158,1979)

$$Q = U. A. CLTD$$

Dimana :

U = Overall heat transfer (BTU/hr.ft<sup>2</sup>. °F)  
 A = Roof Area, wall or glass (ft<sup>2</sup>)  
 CLTD = Cooling Load Temperature Difference(°F). CLTD dinding dan kaca berbeda. Tabel CLTD kaca terlihat seperti tabel dibawah:

**Tabel 1.** Nilai CLTD Untuk Kaca

Hour	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD, F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Sumber: (ASHRAE 158,1979)

d. Radiasi Melalui kaca

Selain merambat secara konduksi, kalor juga merambat secara radiasi melalui kaca, dengan demikian perhitungan beban pendinginan melalui kaca terdiri dari dua komponen beban yaitu secara konduksi dan secara radiasi.

Radiasi melalui kaca dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut : (ASHRAE 158,1979)

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

Ket:

Q = Net solar radiation heat gain melalui kaca (Btu/hr)  
 SHGF = Solar heat gain factor(Btu/hr.ft<sup>2</sup>) Tabel Maximum Solar Heat Gain Factor (SHGF) for sun light glass, BTU/hr.ft<sup>2</sup> ((ASHRAE 158,1979)  
 A = Luas permukaan kaca (ft<sup>2</sup>)  
 SC = Shade coefficient Table 2.6 Shading Coefficients for glass without or with interior shading by venetian blind or roller shades (ASHRAE 158,1979)  
 CLF = Cooling load factor for glass ( °F )

**Table 2.** Shading Coefficients for glass without or with interior shading by venetian blind or roller shades

Glazing	Glass Trans.	Glass SC*
Single Glass		
¼ in. Clear	0,80	0,95
½ in. Clear	0,71	0,88
¼ in Heat Abs.	0,46	0,67
½ in. Heat Abs	0,24	0,50

Sumber: (ASHRAE 158,1979)

e. Konduksi Melalui Interior Partisi

Perpindahan kalor secara konduksi melalui partisi dapat dihitung menggunakan persamaan perpindahan kalor secara umum, yaitu:

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Ket:

U = Koefisien konduktifitas partisi (BTU/h ft<sup>2</sup> F)

A = Luasan partisi (ft<sup>2</sup>)

ΔT = Perbedaan temperatur ruangan dengan ruangan sebelahnya (°F)

Jika temperatur sebelah ruangan tidak diketahui maka nilai ΔT diambil paling kecil 6°F (14,4°C). Bila ruangan disebelahnya tidak kondisikan dan terdapat banyak peralatan yang mengeluarkan kalor, maka nilai ΔT dapat lebih besar.

f. Beban Pendinginan dari Penghuni

Manusia melepaskan kalor sensibel dan kalor laten ke ruang yang dikondisikan. Bagian radiasi dari perolehan kalor sensibel adalah sekitar 70 % ketika lingkungan dalam ruangan yang dikondisikan dipertahankan dalam zona nyaman. (Wang,2001)

Heat gain kalor sensibel dan laten dari penghuni dapat dinyatakan dengan persamaan : (ASHRAE 158,1979)

$$q_s = x \text{ no. of people} \times CLF$$

$$q_l = x \text{ no. of people}$$

Ket :

q<sub>s</sub> = Sensible cooling Load (Btu/hr)

q<sub>l</sub> = Latent cooling Load (Btu/hr)

q<sub>s</sub>/person = Sensible heat per person (Btu/hr) Table Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces (ASHRAE 158,1979)

no.of people = number of people

CLF = Cooling Load Factor Table 2.15 Sensible heat cooling load factor for people (ASHRAE 158.1979)

Use CLF = 1,0 if cooling system does not run 24 hr a day

g. Heat Gain dari Peralatan

Peralatan yang berada di dalam ruangan yang tidak menghasilkan uap air, hanya menghasilkan kalor sensibel saja, sedangkan bila peralatan tersebut menghasilkan uap air maka selain akan menghasilkan kalor sensibel peralatan itu juga akan menghasilkan kalor laten.

$$\text{Beban sensibel} \quad Q_s = C_s \times q_r \times CLF$$

$$\text{Beban laten} \quad Q_l = C_s \times q_r$$

Ket:

Q<sub>s</sub> = Beban sensibel peralatan (Btu/hr)

Q<sub>l</sub> = Beban laten peralatan (Btu/hr)

Q<sub>r</sub> = Jumlah beban Peralatan (Btu/hr)

C<sub>s</sub> = koefisien sensibel Tabel 2.7 Koefisien sensibel dan laten peralatan masak dan laboratorium (ASHRAE 158,1979)

C<sub>l</sub> = koefisien laten Tabel 2.7 Koefisien sensibel dan laten peralatan masak dan laboratorium (ASHRAE 158,1979)

CLF = Faktor beban sensibel ( °F ) Tabel Sensible Heat Cooling Load Factors for Unhooded Appliances, Motor, etc (ASHRAE 158,1979)

CLF = 1 untuk mesin tata udara tidak bekerja 24/hari ( °F )

**Table 3.** Koefisien sensibel dan laten peralatan masak dan laboratorium

	Cs	Cl
Hooded-electric or steam heated	0,16	0,00
Hooded-gas heated	0,10	0,00
Unhooded-electric or steam heated	0,33	0,17
Unhooded-gas heated	0,33	0,16

Sumber: (ASHRAE 158,1979)

h. Pencahayaan (Lighting)

Beban pendingin yang disebabkan oleh pencahayaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut : (ASHRAE 158,1979)

$$q_s = 3,41 \times q_i \times F_s \times CLF$$

Ket :

q<sub>s</sub> = Sensible cooling load (Btu/hr)

q<sub>i</sub> = Total lamp wattage

3,41 = Conversion factor (Btu/hr per watt)

F<sub>s</sub> = Special ballas allowance factor

CLF = Cooling Load Factor

CLF = 1,0 when cooling system is operated only when light are on Tabel Cooling Load Factors When Lights Are on for 8 Hours

CLF = 1,0 when lights are on more than 16 hr per day

**Tabel 4.** Average Values of Ballast Factor Fs

Lamp Wattage	No. Of lamps Per Fixture	Fs
35	1	1,30
40		
35	2	1,20
40		
60	1	1,30
75		
60	2	1,20
75		
110	1	1,25
110	2	1,07
160	1	1,15
160	2	1,08

Sumber: (ASHRAE 158,1979)

#### i. Infiltrasi

Beban infiltrasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut : (ASHRAE 158.1979)

$$q_s = 1,10 \times (\Delta t) \times \text{scfm}$$

$$q_l = 4840 \times (\Delta W) \times \text{scfm}$$

Ket :

$q_s$  = Sensible cooling load (Btu/hr)  
 $q_l$  = Latent load due to infiltration (Btu/hr)  
 1,10 = units of Btu/hr per scfm  
 $\Delta t$  = inside-outside temperature difference (OF)  
 $\Delta W$  = inside-outside humidity ratio difference in (lb/lb dry air)  
 scfm = Q the infiltration or ventilation in cfm  
 Tabel Nilai CFM Infiltrasi dan Ventilasi (ASHRAE 158,1979)

#### j. Ventilasi

Beban ventilasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (ASHRAE 158.1979):

$$Q = x \text{ no. of People}$$

Ket :

$Q$  = Outdoor ventilation rate in cfm  
 $Q/\text{person}$  = Ventilation rate per person (Btu/hr)  
 no. of people = number of people normally in conditioned space

## 2.4 Komponen Sistem Tata Udara

### a. Kompresor

Fungsi kompresor adalah menetapkan perbedaan tekanan dalam suatu sistem pendinginan. Oleh karenanya menyebabkan zat pendingin dalam sistem mengalir dari suatu bagian ke bagian lain. Kompresor dikategorikan sebagai suatu pompa yang bertugas untuk mensirkulasikan zat pendingin, tetapi tugasnya ialah mengadakan tekanan untuk hal

tersebut. Tekanan yang disebabkan oleh kompresor tersebut dapat membuat uap cukup panas untuk pendingin dalam ruangan udara yang hangat. (Daryanto,2017)

### b. Kondensor

Pada saat uap pendingin dipompa ke dalam kondensor oleh kompresor, suhu dan tekanannya meningkat. Suhu yang tinggi itu memudahkan perambatan panas yang efektif dari permukaan kondensor ke ruang disekitarnya. Sebagian dari panas yang dipindahkan ke ruangan udara itu adalah laten yang diserap zat pendingin dalam evaporator. Pelepasan panas ke dalam ruangan cukup untuk mengembunkan uap pendingin menjadi cairan. (Daryanto,2017).

### c. Pipa Kapiler

Pipa kapiler adalah peralatan pengatur utama yang dipakai dalam sirkuit pendinginan. Biasanya terdiri dari pipa atau tabung kecil, panjang dan lebar, lubangnya tergantung pada ukuran unit kondensor dan jenis zat pendingin yang dipakai.

Diameter dalam pipa kapiler pada setiap saat dijaga pada keadaan yang normal agar tetap penuh dengan cairan. Ukuran lubang pipa yang kecil penting untuk menjaga agar sirkuit pendinginan bebas dari debu, lemak dan benda asing lainnya, sebab benda tersebut dapat menyumbat pipa kapiler sehingga sistem tidak dapat bekerja.

### d. Evaporator

Fungsi evaporator dalam suatu alat pengkondisian udara adalah untuk menyerap panas dari udara sekitarnya. Panas itu dilepaskan oleh banyak sumber di dalam suatu ruangan. Pada waktu cairan pendingin meninggalkan pipa kapiler dan masuk ke pipa evaporator yang lebih besar, diameter pipa yang membesar dengan tiba-tiba menimbulkan suatu daerah tekanan rendah, menyebabkan turunnya titik didih zat pendingin, menyebabkan penyerapan yang lebih cepat oleh heat unit. (Daryanto,2017)

## 2.5 Jenis-jenis Sistem Tata Udara

### a. All-Air System

All-Air System menyediakan kapasitas pendinginan sensibel dan laten hanya melalui pasokan udara dingin yang dikirimkan ke ruang yang terkondisi. Tidak ada pendingin tambahan yang disediakan oleh sumber pendinginandi dalam ruangan dan tidak ada air dingin yang dipasok ke ruangan. Pemanasandapat dicapai dengan aliran udara pasokan yang sama, dengansumber panas yang terletak baik di peralatan sistem pusat atau diperangkat terminal yang melayani ruangan (Walter,1998)

All-Air System memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan maupun pemasangannya. Berikut ini merupakan kelebihan dan kekurangan All-Air System.

**b. Air-Water System**

Pengondisian ruangan dengan sistem air-water akan mendistribusikan keduanya yaitu, udara yang terkondisi dan air ke unit terminal yang dipasang di ruangan. Udara dan air didinginkan dan / atau dipanaskan dalam mekanika sentral ruang peralatan. Udara yang disediakan disebut udara utama untuk membedakan dari udara ruangan yang disirkulasi (sekunder). berikut merupakan keuntungan dan kerugian sistem air-water :

Karena panas spesifik yang lebih besar dan kerapatanair yang jauh lebih besardibandingkan dengan udara, luas penampang perpipaan jauh lebih kecil daripada saluran kerja yang dibutuhkan untuk memberikan pendinginan yang sama. Karena sebagian besar ruang pemanasan / pendinginan beban ditangani oleh bagian air dari sistem jenis ini, secara keseluruhanpersyaratan distribusi saluran dalam sistem udara dan air sangat pentingdari pada sistem udara yang menyimpan bangunan ruang.

**c. All-Water System**

Dalam sistem all-water, pendingin dan / atau pemanasan ruang disediakan oleh air dingin dan / atau panas yang disirkulasikan dari pendingin sentral /pabrik boiler ke unit terminal yang berlokasi di, atau segera berdekatan dengan, berbagai ruang yang dikondisikan. Perpindahan panas ke / dariudara ruangan terjadi melalui konveksi paksa atau alami. Kecuali untuk sistem bercahaya, transfer panas pancaran biasanya nominal karenaukuran dan pengaturan permukaan transfer panas. Sistem all-water dapat digunakan untuk pemanasan dan pendinginan. Air pemanas disediakan baik melalui jaringan perpipaan yang sama yang digunakan untuk kedinginanair di musim panas atau melalui sistem perpipaan independen.

**d. Direct Refrigerant System**

Kebanyakan sistem pendingin dibangun sebagai sistem langsung, yaitu sistem dengan langsung expansion (DX), dimana refrigeran digunakan untuk mengangkut panas secara langsung dari ruang yang akan didinginkan ke ruang di mana panas dilepaskan. Selain refrigeran, sistem langsung memiliki empatkomponen utama, evaporator, kompresor, katup ekspansi kondensor och. UtamaPrinsipnya adalah bahwa panas dari objek pendingin atau sumber panas diambil di evaporatorandan dilepas di kondensor.

Refrigeran berubah dari cair menjadi uap atau gas di evaporator yang ditempatkan di dalamruang untuk didinginkan. Tekanan dan suhu dari gas pendingin meningkat dalam kompresor dan gas kemudian pergi

ke kondensor di mana pendingin didinginkan dan mengembun menjadi cair. Cairan kemudian masuk ke katup ekspansi, alat yang mencekik di mana tekanan refrigeran berkurang, dan kemudian kembali ke evaporator dan prosesnya mulai awal lagi mesin pendingin terpisah dengan kompresor sering digunakan untuk setiap evaporator dan pendinginan satuan. Dalam kasus lain beberapa atau semua evaporator dan unit pendingin dalam suatu sistem terhubung satu atau lebih kompresor yang ditempatkan di ruang mesin pusat. Refrigeran sering terjadidiangkut melalui tabung panjang, membutuhkan muatan refrigeran yang relatif besar.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Total Beban Pendingin

Objek	Besar Beban Pendingin (Btu/hr)
Konduksi Dinding	45.894,82
Konduksi Atap	26.865,35
Konduksi Kaca	2.185,95
Radiasi Kaca	16.202,88
Pencahayaann	5.408,07
Peralatan	1.548,49
Penghuni	70.000
Inviltrasi	67.320
Ventilasi	1.500
Total	236.925,58
Besar Kapasitas AC	26,32

Sehingga beban pendingin keseluruhan dari ruangan Aula SMK Negeri 1 Sekayu adalah sebesar 236.925,5828Btu/hr sehingga didapatlah kapasitas AC yang dibutuhkan di Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu sebesar 26 Hp.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan beban pendingin dan data yang di peroleh di Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pemilihan jenis sistem tata udara dan unit AC disesuaikan berdasarkan dengan hasil perhitungan beban di ruangan, sehingga semakin besar ruangan yang harus didinginkan maka semakin besar pula kapasitas AC yang digunakan.
- b. Dari hasil perhitungan beban pendingin di Gedung Aula SMK Negeri 1 Sekayu dengan pelayanan suhu dalam ruangan yang diasumsikan 25°C, dan suhu luar diasumsikan 34°C, sehingga diperoleh hasil perhitungan sebesar 236.925,5828 Btu/hr. Dan membutuhkan AC dengan kapasitas sebesar 26 Hp.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE GRP 158. 1979. *Cooling and Heating Calculations Manuals, American Society, of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.*
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Konversi Energi Sistem Bangunan Gedung.* Jakarta : BSN 2011
- Daryanto, Drs. 2017. *Teknik Pendingin AC, Freezer, Kulkas.* Bandung : Yrama Widya
- Holman J.P., 2010. *Heat Transfer Tenth Edition.* Singapore : Mc.Graw-Hill International Edition.
- SHRAE. 2005. *Chapter 8 Thermal Comfort.* ASHRAE Handbook Fundamentals.
- Walter T.1989. Grondzik., *Air Conditioning System Design Manual Second Edition*
- Wang, S.K., 2000. *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration,* Mc.Graw-Hill, Inc.