

**SKRIPSI**

**ANALISA KEBUTUHAN BEBAN PENDINGIN UNTUK AULA  
KAMPUS III UM SUMATERA BARAT**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program  
Studi S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



**Oleh:**

**Fajar Nur Fadhli**  
**17.10.002.21201.010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2022**

LEMBARAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

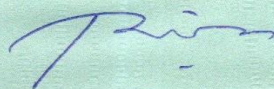
Disusun Oleh:

  
FAJAR NUR FADHLI

17.10.002.21201.010

Disetujui:

PEMBIMBING I



Riza Muharni, S.T.,M.T

NIDN. 1001127804

PEMBIMBING II



Muchlisinalabuddin, S.T.,M.T

NIDN. 1009058002

Diketahui oleh:

DEKAN

FAKULTAS TEKNIK



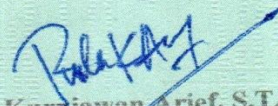


Masril, S.T.,M.T

NIDN. 1005057407

KA. PRODI

TEKNIK MESIN



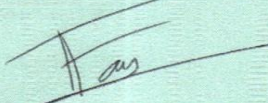
Rudi Kurniawan Arief, S.T.,M.T

NIDN. 1023068103

**LEMBARAN PENGUJI  
SKRIPSI**

**ANALISA KEBUTUHAN BEBAN PENDINGIN UNTUK AULA  
KAMPUS III UM SUMBAR**

Disusun Oleh:



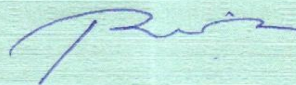
**FAJAR NUR FADHLI**

**17.10.002.21201.010**

*Telah Diuji dan Dipertahankan pada Sidang Sarjana  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*

Disetujui:

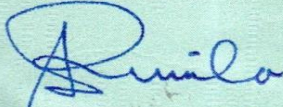
**KETUA SIDANG**



**Riza Muharni, S.T.,M.T**

**NIDN. 1001127804**

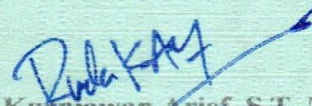
**PENGUJI I**



**Armila, S.T.,M.T**

**NIDN. 1008017404**

**PENGUJI II**



**Rudi Kurniawan Arief, S.T.,M.T**

**NIDN. 1023068103**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajar Nur Fadhli

NIM : 171000221201010

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Alamat Asal : Jorong Lundang, Nagari Panampuang, Kecamatan  
Ampek-angkek, Kabupaten Agam, Kota Bukittinggi,  
Sumatera Barat

No. HP / Email : 082385868832 / [fajarnurfadhli17@gmail.com](mailto:fajarnurfadhli17@gmail.com)

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul: ***“Analisa Kebutuhan Beban Pendingin Untuk Aula Kampus III UM Sumatera Barat”*** dalam bentuk laporan penuh, dan menyetujui menjadi hak milik UM Sumatera Barat serta memberikan Hak Bebas Royalti Non – eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta / plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak UM Sumatera Barat.

Bukittinggi, 06 Maret 2022

Yang menyatakan,



FAJAR NUR FADHLI

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat beserta salam juga penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad Salallahu'alaihiwasallam.

Skripsi ini ditulis guna untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi Strata Satu Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih ada kesalahan, untuk itu segala kritik dan saran, penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.

Penulisan dan pelaksanaan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Ibuk Sry Suryani dan Bapak Ali Nardi, seluruh anggota keluarga, selalu memberikan do'a, kasih sayang, pengorbanan, memberi motivasi agar semangat terus, agar tidak mengeluh.
2. Bapak Dr. Riki Saputra, M.A selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat beserta para Wakil Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
3. Bapak Masril, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
4. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, telah membantu untuk kelancaran kami melakukan proses pembelajaran dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibuk Riza Muharni S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Skripsi, sudah memberi waktu, arahan dan bimbingan selama penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Muchlisinalahuddin S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, sudah memberi waktu, arahan dan bimbingan selama penyelesaian skripsi ini.
7. Ibuk Armilla, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II skripsi ini.

8. Seluruh Bapak/Ibuk Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, sudah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan akhlak bagi penulis
9. Seluruh Bapak/Ibuk staf dan karyawan, dan perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, telah membantu penyelesaian skripsi ini.
10. Semoga amal kebaikan pihak-pihak yang telah membantu dan bimbngan penulisan skripsi ini mendapat pahala dari Allah Subhanau Wata'ala.

Bukittinggi, 12 Februari 2022

Penulis



**Fajar Nur Fadhli**

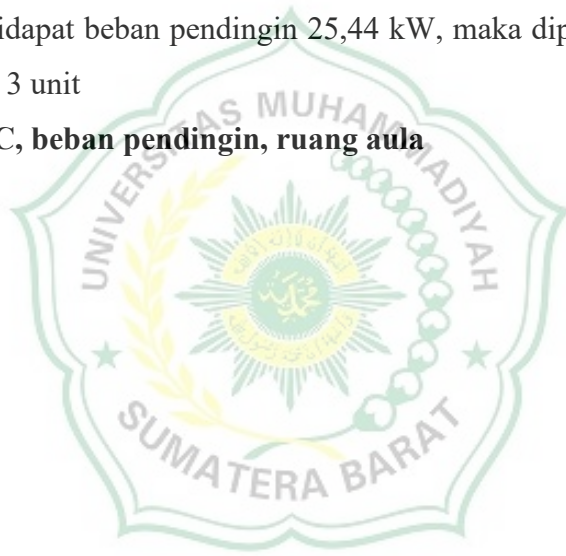
**NPM: 17.10.002.21201.010**

## ABSTRAK

Faktor kenyamanan suatu ruangan ditentukan menurut letak, karakteristik dan kegiatan di ruangan tersebut. Supaya ruangan terasa nyaman, maka diperlukan alat untuk mendinginkan ruangan tersebut. Aula kampus III UM Sumatera Barat sebagai tempat kegiatan akademik, berukuran panjang 28,3 m, lebar 8,3 m, tinggi 3,2 m, berkapasitas 130 orang, memerlukan AC sesuai kebutuhan ruangan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan beban pendingin AC untuk ruang aula tersebut. Penelitiannya yaitu melakukan kajian pustaka dan observasi, menghitung temperatur, suhu, ukuran ruang aula, dan lain-lain. Hasil penelitiannya didapat beban pendingin 25,44 kW, maka diperlukan AC jenis split  $\frac{1}{2}$  PK sebanyak 3 unit

**Kata kunci:** AC, beban pendingin, ruang aula



## ***ABSTRACT***

*The comfort factor of a room is determined according to the location, characteristics and activities in the room. In order for the room to feel comfortable, a tool is needed to cool the room. The hall of Campus III UM West Sumatra as a place for academic activities, measuring 28.3 m long, 8.3 m wide, 3.2 m high, with a capacity of 130 people, requires air conditioning according to the needs of the room.*

*This study aims to determine the need for air conditioning cooling load for the hall space. His research is conducting literature review and observation, calculating temperature, temperature, hall size, and others. The result of the research is that the cooling load is 25.44 kW, so 3 units of split type PK are needed*

**Keywords: AC, cooling load, hall room**





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGUJI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian AC ( <i>Air Conditioner</i> ) .....	4
2.2 Komponen-komponen AC ( <i>Air Conditioner</i> ) .....	4
2.3 Cara Kerja AC .....	6
2.4 Sistem-sistem Pada AC .....	7
2.4.1 Sistem Udara Penuh .....	7
2.4.2 Sistem Air Udara .....	8
2.4.3 Sistem Air Penuh .....	8
2.5 Kriteria Sehat dan Nyaman .....	8
2.6 Kenyamanan Termal .....	9
2.7 Kualitas Udara .....	10
2.8 Perkiraan panas yang hilang dan yang diperoleh .....	10

2.9 Dasar-dasar Psikrometrik .....	10
2.10 Suhu udara agar nyaman di dalam ruangan .....	12
2.11 Macam-macam panas pada beban pendingin .....	13
2.11.1 Panas Sensibel .....	13
2.11.2 Panas Laten.....	13
2.11.3 Panas dari alat penyejuk itu sendiri.....	13
2.12 Beban Pendingin yang Direncanakan.....	15
2.13 Perhitungan Beban Pendingin.....	15
2.13.1 Beban Eksternal.....	15
2.13.2 Beban Internal.....	16
2.14 Beban Pendinginan Total.....	16
2.14.1 Beban Sensibel Total Ruang .....	16
2.14.2 Beban Laten Total Ruang .....	16
2.15 Pemilihan Jenis AC.....	17
2.15.1 AC Split .....	17
2.15.2 Kelebihan AC Split .....	18
2.15.3 Kekurangan AC Split .....	18
2.16 Pemilihan Jenis Freon.....	19
2.16.1 Freon R32 .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Data Umum.....	20
3.3 Diagram Alir.....	22
3.4 Objek Penelitian.....	22
3.5 Letak dan Posisi Bangunan.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Data Bangunan Aula Kampus III UM Sumatera Barat.....	23
4.2 Pembahasan.....	24
4.2.1 Temperatur Pendinginan Luar .....	24
4.2.2 Temperatur Pendinginan Dalam .....	29
4.2.3 Temperatur AC .....	30
4.3 Macam-macam Panas Pada Ruang.....	31

4.3.1 Panas Sensibel Ruangan .....	31
4.3.2 Panas Laten Ruangan .....	32
4.4 Suhu Ruangan.....	33

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Kompresor AC .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Kondensor AC .....	5
<b>Gambar 2.3</b> Katup Ekspansi AC .....	6
<b>Gambar 2.4</b> Pipa Kapiler AC .....	6
<b>Gambar 2.5</b> Evaporator AC .....	6
<b>Gambar 2.6</b> Cara Kerja AC .....	7
<b>Gambar 2.7</b> Sistem Udara Penuh .....	8
<b>Gambar 2.8</b> Diagram Psikrometrik .....	11
<b>Gambar 2.9</b> Siklus Kompresi Uap .....	14
<b>Gambar 2.10</b> AC Split .....	18
<b>Gambar 2.11</b> Freon R32 .....	19



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Data Bahan Bangunan Aula Kampus III UM Sumatera Barat .....	18
<b>Tabel 4.2</b> Luas Dinding .....	19
<b>Tabel 4.3</b> Panas Sensibel Ruangan .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Panas Laten Ruangan .....	27
<b>Tabel 4.5</b> Pengambilan Data Suhu Ruangan .....	28



## DAFTAR SIMBOL

$Q_s$  = kalor sensibel (*Joule*)

$m$  = massa (kg)

$c$  = kalor jenis ( $J/kg^{\circ}C$ )

$\Delta T$  ( $T_2 - T_1$ ) = perubahan temperatur ( $^{\circ}C$ )

$Q_l$  = panas laten (*Joule*)

$m$  = massa (kg)

$L$  = kalor laten spesifik ( $J/kg$ )

$d$  = tebal bahan (m)

$k$  = konduktivitas termal bahan ( $W/m.K$ )

PK (Paard Kracht) atau daya kuda = kapasitas AC

LT = Lintang Selatan

BT = Bujur Timur



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat disingkat UM Sumatera Barat adalah perguruan tinggi swasta yang inovatif, islami dan terkemuka di Sumatera Barat. Akreditasi institusi UM Sumatera Barat adalah B, UM Sumatera Barat memiliki kampus III yang berlokasi di kota Bukittinggi. Kampus III UM Sumatera Barat di Bukittinggi memiliki karakteristik bangunan dan desain yang unik, serta memiliki 2 gedung kuliah yaitu gedung lama adalah fakultas hukum dan gedung baru adalah fakultas teknik dan lainnya. Kampus ini memiliki *front office*, tata usaha, ruang dekan, ruang dosen, mushalla, ruang belajar, toilet dan juga terdapat aula yang digunakan untuk berbagai acara.

Penulis mencoba untuk melakukan penelitian di aula untuk menghitung temperatur, suhu dan ukuran ruangan aula untuk mengetahui kebutuhan beban pendingin aula kampus.

Menurut data BMKG, kota Bukittinggi pada bulan september didapatkan suhu tertinggi harian sekitar 25°C, jarang turun dibawah 23°C atau melebihi 27°C. Suhu rendah harian sekitar 17°C, jarang turun dibawah 16°C atau melebihi 18°C.

Selain itu, mengatur aliran udara dan kebersihannya untuk dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang dipasang harus mempunyai kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki ruangan tersebut. Analisa kebutuhan beban pendingin dilakukan untuk mengetahui beban pendingin yang dibutuhkan kampus III UM Sumatera Barat untuk mengetahui sudut pancaran sinar matahari, suhu dinding luar, dalam, aksesoris dan lainnya.

Penelitian mengenai analisa beban pendingin, sudah dilakukan oleh banyak orang, diantaranya:

Penelitian analisa kebutuhan beban pendingin aula kampus II UM Metro, hasil penelitiannya didapatkan beban pendingin sebesar 47,87 kW, hal ini karena beban pendinginan luar, berupa temperatur pada dinding ruangan, kaca jendela,

pintu, atap dan lantai ruangan. Agar ruangan aula nyaman, maka diperlukan AC sebesar 1,77 kW atau setara 2,5 PK [1].

Penelitian analisa beban pendingin ruang data center gedung summitmas II, hasil penelitiannya didapatkan beban pendingin total sebesar 387.994,83 *BTU/hr* atau setara 113,71 kW, mesin pendingin sebanyak 3 unit berkapasitas 136,65 kW masih dapat mencukupi dari hasil perhitungan sebesar 113,71 kW [2].

Penelitian beban pendingin ruang auditorium manggala wanabakti, hasil penelitiannya, jumlah total beban pendingin pada beban puncak adalah 3.387.719,37 kJ/jam (374,58 PK) dengan kebutuhan daya listrik sebesar 279,435 kW [3].

Alasan penulis memilih aula kampus sebagai objek penelitian adalah untuk menghitung temperatur, suhu dan ukuran ruangan aula.

Maka dari itu, penulis memberi judul tugas akhir: "ANALISA KEBUTUHAN BEBAN PENDINGIN UNTUK AULA KAMPUS III UM SUMATERA BARAT".

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud penulis memilih judul tugas akhir ini adalah untuk menghitung temperatur, suhu dan ukuran ruangan aula kampus III Sumatera Barat.

### **1.2.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari pengajuan Tugas Akhir ini adalah penulis sebagai calon sarjana teknik mesin mampu/dapat:

1. Mengetahui kebutuhan beban pendingin untuk ruangan aula kampus III UM Sumatera Barat.
2. Mengetahui denah ruangan yang akan dipasang AC
3. Mengetahui jenis AC dan Freon yang digunakan

## **1.3 Batasan Masalah**

Penulisan ini membahas tentang kebutuhan beban pendingin aula kampus III UM Sumatera Barat.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Menambah wawasan penulis tentang ilmu beban pendingin.



## **1.5 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, maksud dan tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi pengertian sistem pengkondisi udara, siklus pendingin, perhitungan beban pendingin, beban pendinginan total.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang diagram alir, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, kondisi umum bangunan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang perhitungan data-data hasil penelitian dan analisisnya sehingga didapatkan kesimpulan beban pendingin ruang aula kampus III UM Sumatera Barat.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisa tugas akhir



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian AC (*Air Conditioner*)

AC (*Air Conditioner*) adalah alat untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman dan diperlukan oleh orang di dalam ruangan. Atau dapat didefinisikan suatu proses mendinginkan udara agar mencapai temperatur dan kelembaban ideal [4]. AC atau *Air Conditioner* merupakan mesin pendingin yang sistem kerjanya berdasarkan siklus refrigerasi kompresi uap. Dimana dalam siklus ini menggunakan *refrigerant* sebagai fluida kerja untuk mendinginkan sebuah ruangan [3].

Pengkondisian udara dibagi menjadi dua (2) golongan yaitu:

1. Pengkondisian udara untuk kenyamanan kerja

Mengkondisikan udara ruangan untuk memberikan kenyamanan bagi orang bekerja di dalam ruangan.

2. Pengkondisian udara untuk industri

Mengkondisikan udara untuk peralatan dan barang industri.

Untuk melakukan fungsi tersebut, *equipment* harus di installasi dan dikendalikan sepanjang tahun. Kapasitas dari *equipment* dihitung pada beban pendinginan puncak sesaat. Sedangkan jenis alat pengaturnya dapat ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi tertentu pada saat beban puncak dan pada saat beban parsial [5].

#### 2.2 Komponen-komponen AC (*Air Conditioner*)

Dari uraian diatas, bahwa pengkondisian udara bertujuan untuk mencapai kondisi dimana udara ruangan mempunyai temperatur dan kelembaban yang nyaman bagi pengguna ruangan tersebut. Adapun komponen AC, untuk mengatur temperatur dan kelembaban sesuai keinginan adalah kompresor, kondensor, katup ekspansi dan *evaporator* [6].

## 1. Kompresor



**Gambar 2.1** Kompresor AC

Berfungsi untuk menghisap dan menekan uap refrigerant dari evaporator dan kompresor menjadi komponen utama pada AC. Setelah itu, kompresor akan mengompresi uap tersebut sehingga suhu dan tekanannya lebih tinggi.

## 2. Kondensor



**Gambar 2.2** Kondensor AC

Berfungsi sebagai penukar panas, juga akan menurunkan temperatur refrigerant dari gas menjadi cair atau eisebut dengan kondensasi

## 3. Katup ekspansi



**Gambar 2.3** Katup Ekspansi AC

Berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigerant serta mengatur aliran refrigerant menuju evaporator.

#### 4. Pipa kapiler



**Gambar 2.4** Pipa Kapiler AC

Berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigerant serta mengatur aliran refrigerant ke evaporator. Pipa kapiler bekerja pada tekanan rendah dan tekanan tinggi. Refrigerant bertekanan tinggi akan diturunkan tekanannya sebelum melewati pipa kapiler.

#### 5. Evaporator



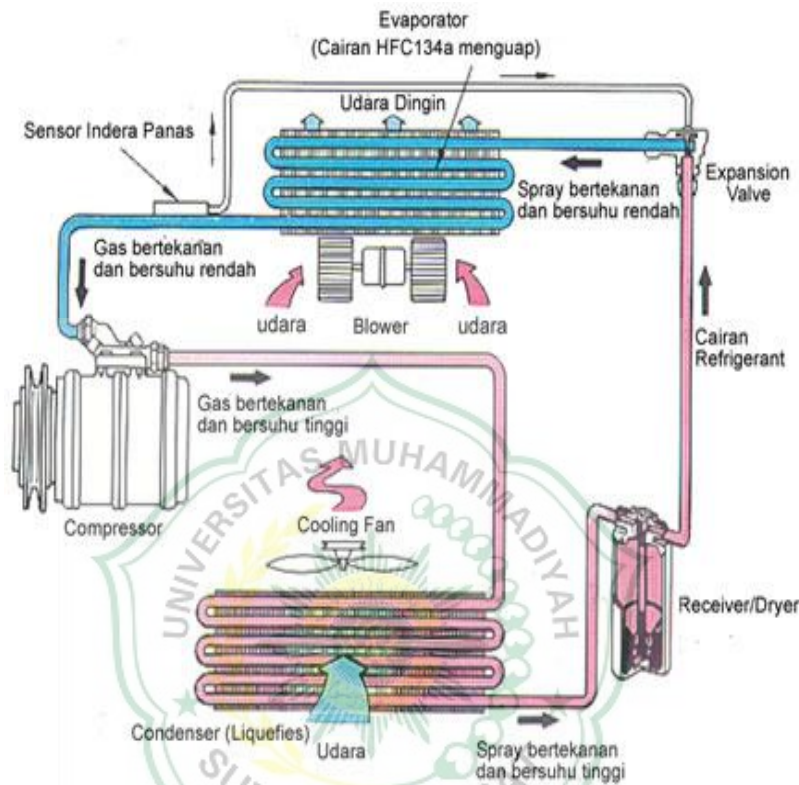
**Gambar 2.5** Evaporator AC

Berfungsi untuk menyerap panas dari udara ke dalam ruangan refrigerant. Wujud cair dari refrigerant akan berubah menjadi gas setelah melalui katup ekspansi [7].

### 2.3 Cara Kerja AC

Cara kerja AC adalah menyerap panas dari dalam ruangan kemudian melepaskan panas tersebut di luar ruangan. Dengan begitu, temperatur udara di dalam ruangan akan berangsur-angsur turun sehingga temperatur udara menjadi dingin. AC mendinginkan udara ruangan menggunakan prinsip sederhana dari

fisika, pengubahan cairan menjadi gas atau udara dengan cara alami, maka terjadi penyerapan panas, disebut juga dengan fase konversi. AC menggunakan campuran kimia, maka terjadi kondensasi dan penguapan berulang di suatu ruangan. Campuran tersebut dinamakan refrigerant, terdiri dari beberapa karbon [8].



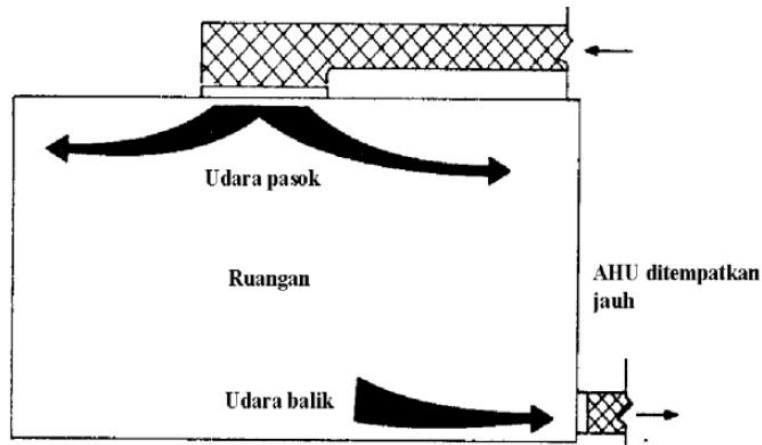
Gambar 2.6 Cara Kerja AC [9]

## 2.4 Sistem-sistem Pada AC

### 2.4.1 Sistem Udara Penuh

Pada sistem udara penuh ini campuran udara luar dan udara ruangan di dinginkan dan dikurangi kadar uap airnya, kemudian dialirkan kembali ke dalam ruangan melalui saluran udara.

Dalam keadaan dimana beban kalor dari beberapa ruangan yang akan dilayani berbeda, tidak mungkin mempertahankan udara ruangan pada suatu temperatur tertentu. Masalah tersebut dapat dipecahkan dengan melayani ruangan dengan kondisi yang sama oleh satu alat pengkondisian udara [10].



**gambar 2.7** Sistem Udara Penuh

#### **2.4.2 Sistem Air Udara**

Sistem air udara merupakan modifikasi dari sistem udara penuh. Sistem ini masih menggunakan sistem udara sentral tetapi dibantu oleh beberapa unit koil kipas udara yang dipasang di dalam ruangan yang dikondisikan.

Hal ini dimaksudkan untuk mengatasi beban pendingin yang tidak sama besarnya untuk tiap-tiap ruangan yang dikondisikan. Apabila salah satu ruangan beban yang harus diatasi cukup besar, maka pada ruangan tersebut dipasang unit koil kipas udara [11].

#### **2.4.3 Sistem Air Penuh**

Pada sistem air penuh beberapa ruangan yang harus dikondisikan tidak dilayani oleh pengkondisian udara sentral, tetapi dilayani oleh koil kipas udara yang dipasang pada tiap-tiap ruangan yang dikondisikan. Dalam hal ini air dingin dialirkan ke koil kipas udara untuk mengkondisikan udara yang disuplai ke dalam ruangan [12].

### **2.5 Kriteria Sehat dan Nyaman**

Sebuah bangunan didirikan untuk memberikan perlindungan dan lingkungan yang aman dan nyaman, sehingga setiap orang yang berada didalamnya dapat bekerja dengan maksimal.

Tubuh manusia adalah suatu organisme yang mampu menyesuaikan diri secara menakjubkan. Dalam jangka waktu yang lama tubuh manusia mampu berfungsi didalam kondisi thermal yang cukup ekstrim [13].

Tetapi karena keanekaragaman suhu dan kelembaban udara luar sering kali berada pada keadaan yang diluar batas kemampuan adaptasi tubuh, oleh karena itu diperlukan kondisi yang baik di dalam ruangan agar dapat dipertahankan lingkungan yang sehat dan nyaman [14].

## **2.6 Kenyamanan Termal**

Salah satu faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah panas tubuh manusia yang diproduksi oleh metabolisme untuk menjaga suhu tubuh agar tetap konstan. Seseorang yang sedang istirahat atau mengerjakan pekerjaan ringan didalam ruang yang terkondisi, tubuhnya mengeluarkan panas dengan cara konveksi (dibawa oleh udara sekitar) dan di radiasikan ke permukaan lingkungan yang suhunya lebih rendah dari suhu tubuhnya [7].

Proses metabolisme tubuh manusia dipengaruhi oleh faktor usia, berat badan dan tingkat kegiatan yang dilakukan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi kemampuan tubuh menyalurkan panas adalah suhu udara, suhu lingkungan sekitar, kelembaban dan kecepatan udara.

Selain itu jenis pakaian dan tingkat kegiatan yang dilakukan oleh seseorang juga mempengaruhi jumlah kalor yang dikeluarkan oleh tubuh. Jika seseorang memakai pakaian yang wajar maka batas keadaan berikut ini dapat diterima : suhu kerja antara 20°C hingga 26°C, kelembaban suhu pengembunan 2°C hingga 17°C dan kecepatan udara rata-rata 0,25 m/detik. Jika seseorang berada di dalam suatu ruangan tertutup untuk jangka waktu yang lama, dengan aktivitas berat dan ringan dan suhu didalam ruangan dipengaruhi suhu lingkungan luar ruangan, maka akan timbul rasa kurang nyaman [15].

Rasa nyaman atau disebut dengan kenyamanan termal dipengaruhi oleh banyak faktor sebagai berikut :

1. Kondisi fisik seseorang, yaitu gemuk atau kurus seseorang serta kebiasaan sehari-hari seseorang terhadap lingkungan dingin, sejuk, maupun panas.
2. Pakaian yang digunakan tipis, sedang, atau pakaian lengkap mempengaruhi rasa nyaman terhadap lingkungan.
3. Aktifitas yang dilakukan seseorang dalam ruangan. Aktivitas berat memerlukan rasa nyaman yang berbeda dengan aktivitas biasa.

Rasa nyaman di samping faktor-faktor diatas sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan. Rasa nyaman dapat diperoleh apabila suhu berkisar antara 75°F atau sekitar 23°C pada kelembaban 50% sampai 78°F atau sekitar 26°C pada kelembaban 70%.

Rekomendasi dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, menyebutkan bahwa daerah kenyamanan suhu untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi :

1. Sejuk, antara temperatur efektif 20,5°C - 22,8°C dan RH 40% - 60%.
2. Nyaman, antara temperatur efektif 22,8°C - 25,8°C dan RH 40% - 60%.
3. Hangat, antara temperatur efektif 25,8°C - 27,1°C dan RH 40% - 60%.

## **2.7 Kualitas Udara**

Kualitas udara perlu dijaga untuk kesehatan dan kenyamanan, ruangan memerlukan ventilasi untuk menyebarkan udara segar dari luar ke dalam ruangan, karena ventilasi merupakan faktor utama penggunaan energi

## **2.8 Perkiraan panas yang hilang dan yang diperoleh**

Perpindahan panas melalui bangunan ditentukan oleh jenis bahan yang digunakan seperti ukuran, bentuk dan orientasi bangunan. Perhitungan kehilangan dan perolehan panas menentukan kualitas udara ruangan agar terasa nyaman.

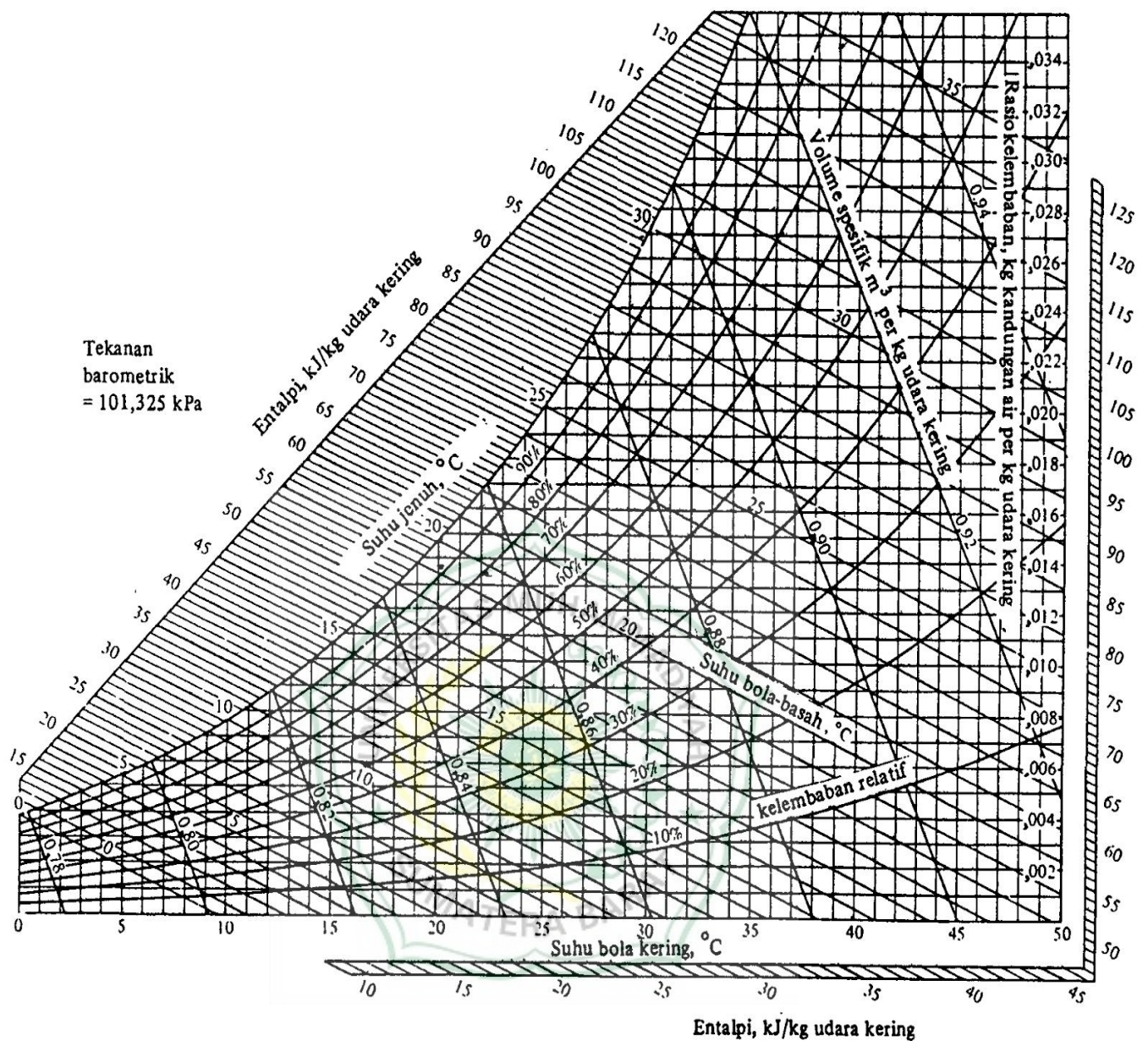
Kehilangan dan perolehan panas menurut *ASHRAE* ada 4, yaitu:

1. Transmisi yaitu panas yang hilang atau perolehan panas disebabkan oleh beda suhu antara kedua sisi bangunan
2. Panas matahari yaitu perolehan panas yang disebabkan oleh sinar matahari melalui komponen bangunan tembus cahaya dan tidak tembus cahaya
3. Perembasan udara yaitu kehilangan atau perolehan panas disebabkan udara dari luar ke dalam ruangan
4. Sumber dalam yaitu perolehan panas disebabkan pelepasan energi di dalam ruangan.

## **2.9 Dasar-dasar Psikrometrik**

Psikrometrik merupakan suatu bahasan tentang sifat-sifat campuran udara dengan uap air dan mempunyai arti sangat penting pada AC (*Air Conditioner*), karena udara pada atmosfer bersifat lembab.





**Gambar 2.8** Diagram Psikrometrik

Cara membaca diagram psikrometrik:

1. Temperatur bola kering  
 Temperatur bola kering merupakan temperatur pada termometer sensor kering dan terbuka, namun penunjukan dari temperatur ini tidak tepat karena adanya pengaruh radiasi panas
2. Temperatur bola lembab  
 Temperatur bola lembab merupakan temperatur pada termometer dengan sensor dibalut dengan kain lembab. Untuk mengukur temperatur ini,

diperlukan aliran udara sekurangnya 5 m/s. Temperatur bola lembab disebut juga temperatur jenuh adiabatik.

### 3. Titik embun

Titik embun adalah temperatur air ketika tekanan uap sama dengan tekanan air udara. Titik embun dapat ditentukan dengan mendinginkan permukaan mengkilat secara perlahan-lahan. Ketika permukaan mengkilat dingin, maka temperatur lapisan uap muncul dipermukaan

### 4. Kelembaban relatif

Kelembaban relatif merupakan banyaknya uap air di udara dibandingkan uap air pada temperatur jenuh. Semakin banyak kelembaban relatif maka semakin kecil udara tersebut menyerap uap air.

### 5. Kelembaban spesifik

Kelembaban spesifik merupakan banyaknya uap air di udara atau perbandingan massa uap air dengan massa udara kering pada atmosfer.

Kelembaban spesifik dapat dirumuskan:

$$w = \frac{M_w}{M_a}$$

dimana:

$w$  = kelembaban spesifik

$M_w$  = massa uap air

$M_a$  = massa udara kering

## 2.10 Suhu udara agar nyaman didalam ruangan

Suhu udara agar nyaman di dalam ruangan adalah 20°C - 23°C. Suhu ruangan tidak boleh dibawah 18°C, karena dapat menyebabkan penyakit pernapasan dan bahkan hipotermia jika terjadi pemaparan terlalu lama. Suhu ruangan terbaik adalah 21°C, temperatur ini baik untuk manusia karena dianggap tidak terlalu dingin atau panas.

Untuk menjaga keseimbangan suhu ruangan normal, maka kita perhatikan tingkat kelembaban ruangnya. Salah satunya menggunakan tirai untuk menyaring sinar matahari agar temperatur ruangan tidak terlalu panas. Selain itu, pada siang hari kita tidak harus menggunakan AC, alternatif lainnya bisa menggunakan kipas angin agar ruangan terasa sedikit lembab.

## 2.11 Macam-macam Panas Pada Beban Pendingin

### 2.11.1 Panas sensibel

Panas sensibel adalah panas yang menyebabkan terjadinya kenaikan/penurunan temperatur, tetapi wujudnya tidak berubah [10].

Rumus:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (T_2 - T_1)$$

Q = kalor sensibel (*Joule*)

m = massa (kg)

c = kalor jenis ( $J/kg^\circ C$ )

$\Delta T (T_2 - T_1)$  = perubahan temperatur ( $^\circ C$ )

### 2.11.2 Panas laten

Panas laten adalah panas yang diperlukan untuk merubah wujud benda, tetapi temperaturnya tetap.

Rumus:

$$Q = m \cdot L$$

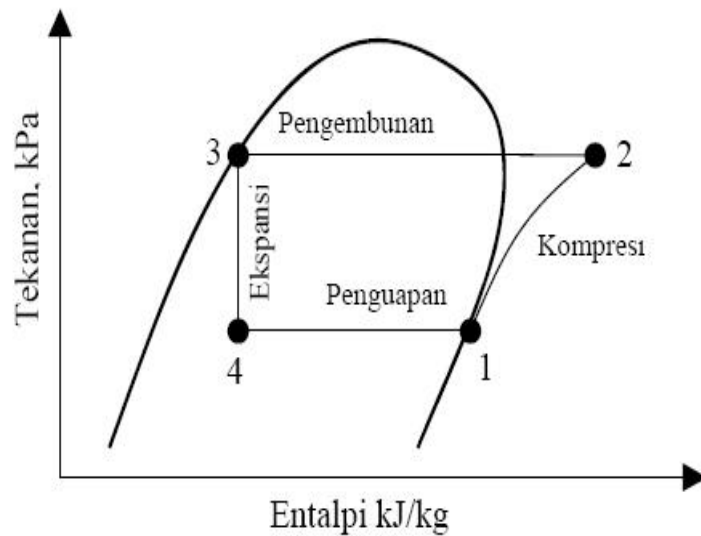
Q = panas laten (*Joule*)

m = massa (kg)

L = kalor laten spesifik ( $J/kg$ )

### 2.11.3 Panas dari alat penyejukkan itu sendiri

Kalor yang bersumber dari jumlah udara luar yang masuk ke alat penyejukkan maupun kenaikan beban oleh kebocoran saluran udara, hal-hal ini akan di analisa dan dihitung berdasarkan rumus-rumus yang ada, serta mengetahui berapa besar pengaruhnya terhadap kondisi udara di dalam ruangan yang direncanakan.



**Gambar 2.9** Siklus Kompresi Uap

Pada siklus kompresi uap standar ini, refrigeran mengalami 4 proses, yaitu:

1. Proses 1-2 : *refrigeran* meninggalkan *evaporator* dalam wujud uap jenuh dengan temperatur dan tekanan rendah, kemudian dikompresikan dengan tekanan yang tinggi (tekanan kondensor). Proses kompresi ini berlangsung secara isentropic (adiabatik reversibel).
2. Proses 2-3 : setelah mengalami proses kompresi, *refrigeran* berada dalam *fase* panas lanjut dengan tekanan dan temperatur tinggi dan masuk bagian kondesor, *refrigeran* akan membuang panas ke lingkungan sehingga temperatur turun dan menjadi cair.
3. Proses 3-4 : *refrigeran* dalam wujud cair jenuh bertekanan tinggi mengalir melalui katub ekspansi dan terjadi proses ekspansi dimana tekanan *refrigeran* akan diturunkan melalui proses tersebut dan kemudian masuk ke dalam *evaporator*.
4. Proses 4-1 : *refrigeran* yang keluar dari ekspansi mempunyai temperatur yang rendah. *Refrigeran* tersebut akan masuk ke *evaporator* untuk menyerap kalor dari ruangan yang akan di dinginkan. Proses penyerapan kalor menyebabkan temperatur *refrigeran* naik dan berubah menjadi uap. *Refrigeran* berfasa uap akan masuk kembali ke kompresor.

Udara luar untuk ventilasi dan udara dalam ruangan yang kembali masuk ke dalam mesin pengkondisi udara bercampur dan masuk ke dalam saringan udara yang menyaring debu di udara.

Untuk pendinginan, udara bersih didinginkan dan dikeringkan oleh pendingin udara. Sedangkan untuk pemanasan, udara bersih dipanaskan oleh pemanas udara dan dilembabkan oleh pelembab udara. Setelah itu, udara dimasukkan kembali ke dalam ruangan oleh kipas angin melalui udara.

Sistem penyegar udara yang berfungsi sebagai pendingin dan pemanas udara, yaitu air dingin sebagai pendingin udara dan air panas sebagai pemanas udara. Sedangkan pelembab udara ada 3 yaitu penyemprot uap, penyemprot air dan panci panas.

## **2.12 Beban Pendingin Yang Direncanakan**

Aula kampus III UM Sumatera Barat di Bukittinggi berukuran panjang 28,3 meter, lebar 8,3 meter, tinggi 3,2 meter. Maka akan direncanakan menggunakan beban pendingin AC jenis split sebanyak 3 unit, masing-masing berkapasitas  $\frac{1}{2}$  PK (*Paard Kracht*). Freon yang digunakan adalah freon R32, karena lebih cepat mendinginkan ruangan, dan memanfaatkan AHU (*Air Handling Unit*) dengan rancangan *ducting* sebagai saluran udaranya.

## **2.13 Perhitungan Beban Pendingin**

Dalam analisa beban pendingin aula kampus III UM Sumatera Barat, adapun tahapan untuk perhitungan *cooling load* yaitu dengan menghitung beban eksternal dan internal.

### **2.13.1 Beban Eksternal**

Beban eksternal adalah panas dari luar ruangan yang dikondisikan atau berkaitan langsung dengan lingkungan, contohnya panas sinar matahari mengenai gedung. Data untuk menghitung beban eksternal adalah:

1. Orientasi, letak geografis (lokasi)
2. Konstruksi bangunan
3. Ukuran dan fungsi ruangan
4. Temperatur dalam dan luar ruangan

Beban eksternal terdiri dari beban melalui dinding luar, atap, kaca, lantai, dan radiasi matahari.

### **2.13.2 Beban Internal**

Beban internal adalah panas yang berasal dari dalam ruangan contohnya panas dari lampu, laptop dan lain-lain. Beban internal terdiri dari beban lampu, orang, peralatan, dan lain-lain. Data untuk menghitung beban internal adalah:

1. Jenis lampu
2. Jumlah orang dalam gedung
3. Kapasitas daya peralatan

### **2.14 Beban Pendinginan Total**

Beban pendinginan total merupakan penjumlahan dari beban sensibel dan beban laten yang terdiri dari beban eksternal, beban internal, dan beban ventilasi serta infiltrasi.

#### **2.14.1 Beban Sensibel Total Ruangan**

Beban total ruangan yang terdiri atas beban kalor sensibel ruangan dan beban laten ruangan yang masing-masing diperoleh dari penjumlahan total beban internal dan beban eksternal. Beban sensibel ruangan terdiri dari :

$RSHG = \text{Kalor dinding} + \text{kalor atap} + \text{kalor kaca} + \text{kalor lantai} + \text{kalor sensibel penghuni} + \text{kalor penerangan} + \text{kalor sensibel peralatan}$

#### **2.14.2 Beban Laten Total Ruangan**

Kondisi rancangan ruangan yang dipilih untuk ruangan aula kampus III UM Sumatera Barat adalah temperatur 22°C / 71,60F dan kelembaban relatif 40%, selanjutnya letak geografis gedung UM Sumatera barat adalah 60 Lintang Selatan, posisi gedung arah Barat laut dan temperatur 340°C dan kelembaban 55%. Setelah rancangan kondisi ruangan dan rancangan kondisi lingkungan diperoleh, selanjutnya dilakukan pendataan kondisi bangunan yang mencakup arah, orientasi bahan dinding, lantai, atap, luas dinding, luas atap, luas jendela kaca dan lain-lain.

Beban laten ruangan terdiri dari:

$RLHG = \text{Kalor laten orang} + \text{kalor laten peralatan}$

Setelah itu, barulah beban pendinginan dapat ditentukan. Beban peralatan dapat dihitung jika data peralatan di ruangan aula kampus III UM Sumatera Barat di ketahui, selanjutnya beban peralatan di asumsikan sama dengan daya input peralatan. Beban konduksi melalui atap, dinding partisi, lantai, pintu dan kaca di hitung dengan menggunakan persamaan 1.

Beban radiasi matahari yang masuk melalui kaca di hitung dengan menggunakan persamaan 2. Beban Infiltrasi yang masuk dari celah di hitung dengan persamaan 6 dan 7. Sementara beban ventilasi dapat di hitung dengan persamaan 8 dan 9. Kemudian total beban *sensibel* dan laten dapat di hitung dengan persamaan 10 dan 11. Beban udara luar *sensibel* dan laten di hitung dengan persamaan 12 dan 13.

Perhitungan beban pendinginan dilakukan pada periode jam 9 pagi sampai jam 6 sore. Pertimbangannya, beban puncak diperkirakan akan terjadi di dalam periode tersebut akibat pengaruh beban eksternal. Setelah keseluruhan beban di hitung, selanjutnya beban tersebut disusun dalam satu format yang memisahkan antara beban internal dan eksternal, antara beban *sensibel* dan *laten*.

## **2.15 Pemilihan Jenis AC**

Ruangan aula kampus III UM Sumatera Barat dengan desain suhu dalam  $24^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RH} = 50\%$  didapat beban atau panas pendingin total sebesar  $2.732,69 \text{ kcal/h}$  atau  $10.844,19 \text{ Btu/hr}$ . Sehingga AC yang memenuhi beban pendingin dan dapat dipasang untuk rancangan ruang aula kampus adalah AC split berukuran  $\frac{1}{2}$  PK sebanyak 3 unit.

### **2.15.1 AC Split**

AC Split adalah alat pendingin ruangan dan telah diatur agar mengeluarkan suhu lebih rendah dan lebih efektif pada ruangan tertutup. Apabila suatu ruangan terpasang AC split namun jendela dan ventilasinya terbuka, maka sistem kerja AC untuk mendinginkan ruangan tidak akan berfungsi.



**Gambar 2.10** AC Split

AC split memiliki kelebihan dan kekurangan, sebagai berikut:

### **2.15.2 Kelebihan AC Split**

1. Bentuknya lebih simpel

AC Split biasanya berbentuk persegi panjang dan dipasang di dinding bagian atas, dengan bentuknya lebih simpel, rumah akan lebih hemat tempat untuk meletakkan AC ini

2. Lebih hemat listrik dibandingkan jenis lainnya

AC Split banyak diminati karena lebih hemat listrik dibandingkan jenis lainnya seperti AC standing dan AC central.

3. Lebih cepat mendinginkan ruangan

Meski bentuknya simpel dan tidak sebegus jenis AC lainnya, namun AC split mampu mendinginkan ruangan lebih cepat

4. Bisa dikendalikan jarak jauh

AC split dilengkapi dengan remote dan bisa dikendalikan jarak jauh, berkat kecanggihan teknologi, kita juga bisa mengendalikan AC Split dengan smartphone menggunakan fitur remote

### **2.15.3 Kekurangan AC Split**

1. Boros listrik ketika pertama kali dihidupkan

Meskipun hemat listrik, namun AC split boros listrik ketika pertama kali dihidupkan. Hal ini karena AC split membutuhkan banyak energi untuk menghidupkan peralatan penggerakannya.

2. Tidak boleh sering hidup-mati

AC split sangat boros listrik jika sering hidup-mati, selain itu jika AC split juga akan cepat rusak



### 3. Sulit mempertahankan temperatur

Meskipun suhu ruangan akan cepat dingin dengan AC split, suhu ruangan akan sulit dipertahankan sehingga perlu diperhatikan agar suhu ruangan tetap terjaga.

## 2.16 Pemilihan jenis Freon

Freon memiliki sifat karakteristik yang berbeda dan mempengaruhi efek refrigerasi dan COP (*Coefficient Of Performance*) atau koefisien kinerja, mengindikasikan berapa energi yang dipakai AC. Freon merupakan senyawa yang banyak digunakan dalam penyegar udara, penggunaan bidang otomotif, industri, dan lain-lain [5].

### 2.16.1 Freon R32

Freon untuk aula kampus III UM Sumatera Barat adalah freon R32, karena freon ini lebih ramah lingkungan, lebih rendah pemanasan globalnya. Freon R32 termasuk jenis freon mudah terbakar, namun tetap aman digunakan untuk AC. Pendinginan AC dengan freon R32 lebih cepat dingin dibandingkan freon R410A dan R22.



**Gambar 2.11** Freon R32

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di aula kampus III UM Sumatera Barat fakultas teknik di Kota Bukittinggi pada bulan september 2021. Ruangan yang diteliti berukuran panjang 28,3 m, lebar 8,3 m dan tinggi 3,2 m. Analisa dilakukan dengan menghitung seluruh bagian ruangan agar didapatkan kebutuhan beban pendinginnya

#### 3.2 Data Umum

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Objek           | = ruang aula kampus III UM Sumatera Barat                  |
| Lokasi          | = Jln. By Pass Aur Kuning No.1 Kota Bukittinggi            |
| Letak geografis | = 6°10'09,8" Lintang Selatan, dan 106°52'12.4" Bujur Timur |
| Ukuran ruangan  | = Panjang = 28,3 m lebar = 8,3 m tinggi = 3,2 m            |
- Luas lantai  
= Panjang x lebar  
= 28,3 m x 8,3 m  
= 234,89 m<sup>2</sup>
  - Luas ruangan  
= panjang x lebar  
= 28,3 m x 8,3 m  
= 234,89 m<sup>2</sup>
  - Volume ruangan = panjang x lebar x tinggi  
= 28,3 m x 8,3 m x 3,2 m  
= 751,648 m<sup>3</sup>
  - Pintu (pintu kecil ada 1 dan pintu besar ada 2)
    - Pintu kecil (panjang = 215 cm lebar = 75 cm),  
luas (p x l) = 215 cm x 75 cm = 16,125 cm<sup>2</sup>
    - Pintu besar (panjang = 215 cm lebar = 170 cm),  
luas (p x l) = 170 cm x 215 cm = 36,550 cm<sup>2</sup>  
jenis pintu = kayu                      tebal pintu = 4 cm
  - Jendela ada 6, (panjang = 256 cm lebar = 180 cm),  
luas (p x l) = 256 cm x 180 cm = 46,080 cm<sup>2</sup>

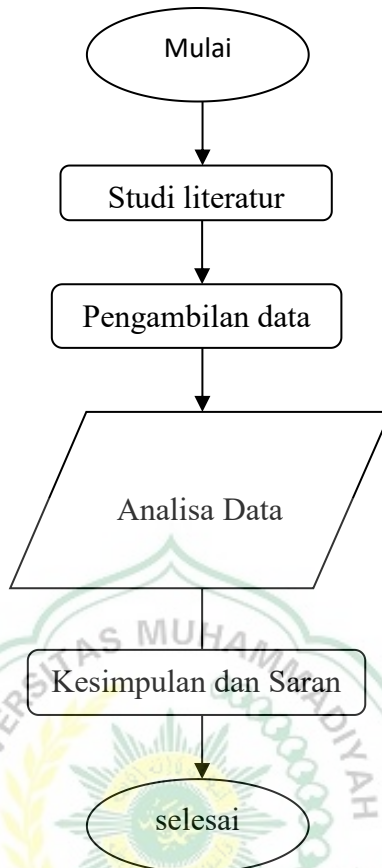
Jenis kaca = kaca polos                      ketebalan kaca = 5 mm

4. Kapasitas 130 orang
5. 114 unit lampu LED
6. Alat elektronik (2 *microphone*, 4 *speaker*)
7. 130 kursi, 10 meja
8. Tiang (panjang = 320 cm, lebar = 80 cm), luas (p x l) = 320 cm x 80 cm = 25,600 cm<sup>2</sup>
9. Tebal dinding:
  - dinding depan, kanan dan belakang (tembok beton), tebal 20 cm = 0,2 m
  - dinding kiri (berbahan kayu) tebal 8,5 cm = 0,085 m

luas dinding:

- luas sebelah utara (depan)
  - luas dinding = 26,56 m<sup>2</sup>
  - luas kaca = tidak ada kaca
- luas sebelah selatan (belakang)
  - luas dinding = 26,56 m<sup>2</sup>
  - luas kaca = tidak ada kaca
- luas sebelah timur (kanan)
  - luas dinding = 90,56 m<sup>2</sup>
  - luas kaca = 256 cm x 180 cm = 46,080 cm<sup>2</sup>,  
karena jendela ada 6, maka 6 x 46,080 cm<sup>2</sup> = 276,48 cm<sup>2</sup>
- luas sebelah barat (kiri)
  - luas dinding = 90,56 m<sup>2</sup>
  - luas kaca = tidak ada kaca

### 3.3 Diagram Alir



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

### 3.4 Objek Penelitian

Objek Penelitian ini adalah gedung kampus yang digunakan sebagai tempat kuliah dengan nama UM Sumatera Barat, terdiri dari 7 lantai.

### 3.5 Letak dan Posisi Bangunan

Kampus III UM Sumatera Barat terletak di Kota Bukittinggi. Bagian depan bangunan menghadap ke barat dan bagian belakang menghadap timur. Letak geografis dari gedung adalah  $6^{\circ}10'09,8''$  LS dan  $106^{\circ}52'12,4''$  BT.

## BAB IV

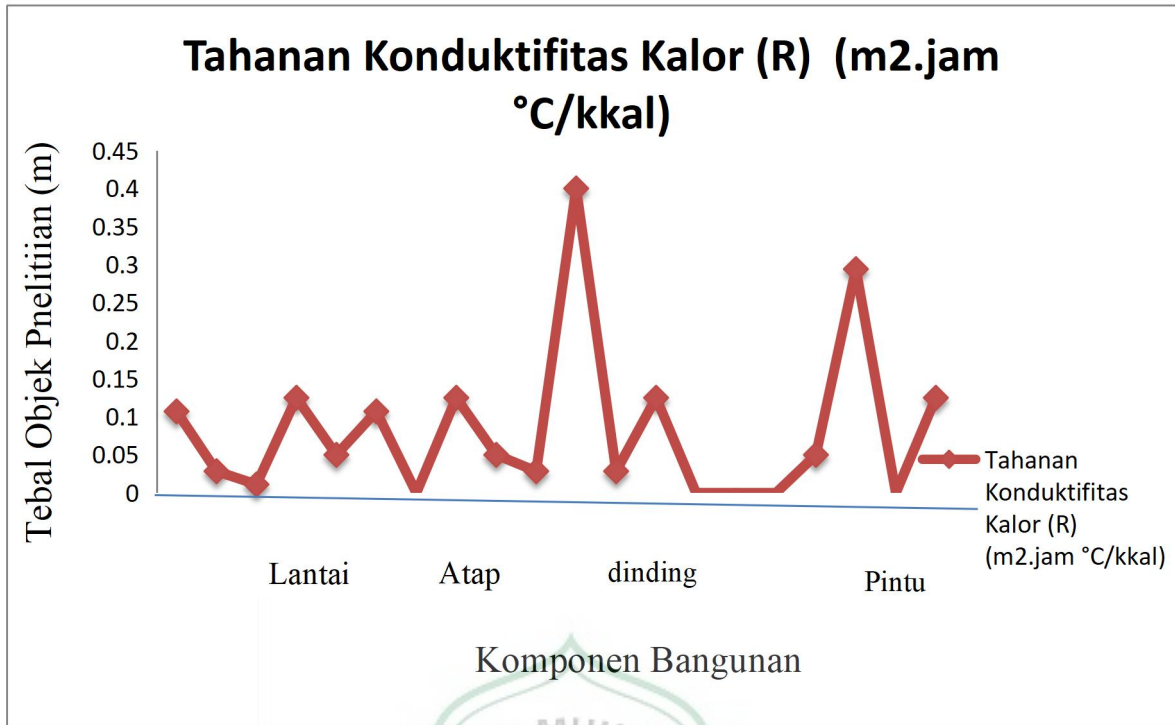
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Data Bangunan Aula Kampus III UM Sumatera Barat

Dari tabel 4.1 ini didapatkan tebal dan tahanan konduktifitas dari komponen bangunan aula kampus III UM Sumatera Barat, data diambil dengan mengukur komponen bangunan aula menggunakan meteran dan mengukur suhunya menggunakan termometer.

**Tabel 4.1** Data bahan bangunan aula kampus III UM Sumatera Barat[10]

Komponen Bangunan	Bahan	Tebal (m)	Tahanan Konduktifitas Kalor (R) (m <sup>2</sup> .jam °C/kkal)
Lantai	Beton	0,45	0,1071
	Plester semen	0,02	0,0285
	Marmer	0,01	0,011115
	Permukaan lantai	-	0,125
Atap	Permukaan luar	-	0,05
	Beton	0,5	0,1071
	Permukaan dalam	-	0,125
Dinding	Permukaan luar	-	0,05
	Plester semen depan, kanan dan belakang	0,01	0,0285
	(beton)	0,2	0,0285
	sisi kanan (triplek)	0,85	0,125
	permukaan dalam	-	
Pintu	Permukaan luar triplek	-	0,05
	Permukaan dalam	0,04	0,294
		-	0,125



**Gambar 4.1** Grafik tahanan konduktivitas termal kalor

Dari grafik diatas, tahanan konduktivitas kalor aula kampus didapat dengan menghitung seluruh bagian dalam ruangan, rata-ratanya adalah jumlah tebal objek penelitian dibagi jumlah objek penelitian  $\frac{2,25}{4} = 0,5625$  kJ/kg

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Temperatur Pendinginan Luar

1. Temperatur melewati dinding:

**Tabel 4.2** Luas Dinding

No	Objek	Meter		Luas (m <sup>2</sup> )
		Panjang	Tinggi	
1	dinding depan	8,3	3,2	26,56
2	dinding belakang	8,3	3,2	26,56
3	dinding kanan	28,3	3,2	90,56
4	dinding kiri	28,3	3,2	90,56

$$U_{dinding} = \frac{1}{RUL + RK + RUP}$$

$$= \frac{1}{(0,044 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,138 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,120 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W})}$$

$$= \frac{1}{0,302 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}$$

$$U_{dinding} = 3,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$Q_{dinding 1} = A_{dinding 1} \cdot U_{dinding} \cdot (Td_1 - Td_2)$$

$$= 26,5 \text{ m}^2 \cdot 3,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$= 87,715 \text{ W/K} (3 \text{ K})$$

$$Q_{dinding 1} = 263,145 \text{ watt}$$

Dengan cara yang sama maka dapat dihitung dan hasilnya sebagai berikut:

$$A_{dinding 2} = \text{luas dinding 2}$$

$$A_{dinding 2} = \text{panjang} = 28,3 \text{ m} \text{ tinggi} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Luas dinding} = \text{panjang} \times \text{tinggi}$$

$$= 28,3 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Luas dinding} = 90,5 \text{ m}^2$$

$$Q_{dinding 2} = A_{dinding 2} \cdot U_{dinding} \cdot (Td_1 - Td_2)$$

$$= 90,5 \text{ m}^2 \cdot 3,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$= 299,555 \text{ W/K} (3 \text{ K})$$

$$= 898,665 \text{ watt}$$

$$A_{dinding 3} = \text{luas dinding 3}$$

$$\text{Panjang} = 8,3 \text{ m} \quad \text{tinggi} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Luas dinding} = \text{panjang} \times \text{tinggi}$$

$$= 8,3 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}$$

$$= 26,5 \text{ m}^2$$

$$Q_{dinding 3} = A_{dinding 3} \cdot U_{dinding} \cdot (Td_1 - Td_2)$$

$$= 26,5 \text{ m}^2 \cdot 3,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$= 87,715 \text{ W/K (3 K)}$$

$$= 263,145 \text{ W}$$

$$A_{dinding\ 4} = \text{luas dinding 4}$$

$$\text{panjang} = 28,3 \text{ m} \quad \text{tinggi} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Luas dinding} = \text{panjang} \times \text{tinggi}$$

$$= 28,3 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}$$

$$= 90,5 \text{ m}^2$$

$$Q_{dinding\ 4} = A_{dinding\ 4} \cdot U_{dinding} \cdot (T_{d1} - T_{d2})$$

$$= 90,5 \text{ m}^2 \cdot 3,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$= 299,555 \text{ W/K (3 K)}$$

$$= 898,665 \text{ W}$$

Maka temperatur melewati dinding semuanya adalah:

$$Q_{dinding} = Q_{1(dinding)} + Q_{2(dinding)} + Q_{3(dinding)} + Q_{4(dinding)}$$

$$= 263,145 \text{ W} + 898,665 \text{ W} + 263,145 \text{ W} + 898,665 \text{ W}$$

$$= 2323,62 \text{ W}$$

2. Temperatur melewati kaca:

$$Q_{kaca} = A_{kaca} \cdot U_{kaca} \cdot (T_{k1} - T_{k2})$$

$$A_{kaca} = \text{luas kaca}$$

$$\text{luas kaca} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$\text{panjang} = 256 \text{ cm} \quad \text{lebar} = 180 \text{ cm}$$

$$256 \text{ cm} \times 180 \text{ cm}$$

$$A_{kaca} = 46.080 \text{ cm}^2$$

$$A_{kaca} = 4,608 \text{ m}^2$$

$$U_{kaca} = \frac{1}{R_{total}}$$

$$R_{total} = R_{up} (\text{permukaan dalam}) + R_{ul} (\text{permukaan luar})$$



$$R_{up} = 0,120 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \text{ dan } 0,299 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{ul} = 0,044 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{total} = (0,120 + 0,299 + 0,044) \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{total} = 0,463 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U_{kaca} = \frac{1}{R_{total}}$$
$$= \frac{1}{0,463 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}$$

$$U_{kaca} = 2,1598 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$Tk_1 = \text{temperatur ruangan} = 22,5 \text{ }^\circ\text{C} = 296 \text{ K}$$

$$Tk_2 = \text{temperatur beban kaca} = 25,6 \text{ }^\circ\text{C} = 299 \text{ K}$$

$$Q_{kaca} = A_{kaca} \cdot U_{kaca} \cdot (Tk_1 - Tk_2)$$
$$= 4,608 \text{ m}^2 \cdot 2,1598 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} (296 \text{ K} - 299 \text{ K})$$
$$= 9,95235 \text{ m}^4 \cdot \text{K/W} (3 \text{ K})$$

$$Q_{kaca} = 29,85705 \text{ m}^4 \cdot \text{K}^2/\text{W}$$

3. Temperatur melewati atap:

$$Q_{atap} = A_{atap} \cdot U_{atap} \cdot (Ta_1 - Ta_2)$$

$$A_{atap} = \text{luas atap}$$

$$\text{Panjang} = 28,3 \text{ m} \quad \text{lebar} = 8,3 \text{ m}$$

$$\text{luas atap} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 28,3 \text{ m} \times 8,3 \text{ m}$$

$$\text{luas atap} = 234,89 \text{ m}^2$$

$$U_{atap} = \frac{1}{R_{ul} + R_{k} + R_{up}}$$
$$= \frac{1}{(0,044 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,083 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,120 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W})}$$

$$= \frac{1}{0,247 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}$$

$$U_{\text{atap}} = 4,0485 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{atap}} &= A_{\text{atap}} \cdot U_{\text{atap}} \cdot (T_{a1} - T_{a2}) \\ &= 23,48 \text{ m}^2 \cdot 4,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 295 \text{ K}) \\ &= 95,094 \text{ W/K (1 K)} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{atap}} = 95,094 \text{ watt}$$

#### 4. Temperatur melewati lantai:

$$Q_{\text{lantai}} = A_{\text{lantai}} \cdot U_{\text{lantai}} \cdot (T_{l1} - T_{l2})$$

$$A_{\text{lantai}} = \text{luas lantai}$$

$$\text{Panjang} = 28,3 \text{ m} \quad \text{lebar} = 8,3 \text{ m}$$

$$\text{luas lantai} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 28,3 \text{ m} \times 8,3 \text{ m}$$

$$\text{luas lantai} = 234,89 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{lantai}} = \frac{1}{R_{UL} + R_K + R_{UP}}$$

$$= \frac{1}{(0,044 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,083 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}) + (0,120 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W})}$$

$$= \frac{1}{0,247 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}$$

$$U_{\text{lantai}} = 4,0485 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{lantai}} &= A_{\text{lantai}} \cdot U_{\text{lantai}} \cdot (T_{l1} - T_{l2}) \\ &= 23,48 \text{ m}^2 \cdot 4,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} (296 \text{ K} - 295 \text{ K}) \\ &= 95,094 \text{ W/K (1 K)} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{lantai}} = 95,094 \text{ watt}$$

#### 5. Total temperatur pendinginan luar:

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

$$= (2323,62 \text{ W}) + (29,85705 \text{ W}) + (95,094 \text{ W}) + (95,094 \text{ W})$$

$$Q_{total\ pendingin\ luar} = 2543,66505\ W$$

#### 4.2.2 Temperatur Pendinginan Dalam

1. temperatur lampu:

Aula kampus UM Sumatera Barat menggunakan 144 lampu LED, maka:

$$1\ lampu\ LED = 5\ W$$

$$144\ lampu\ LED = 144 \times 5\ watt = 170\ W$$

$$Q_{lampu} = 170\ W$$

2. Temperatur orang:

$$\begin{aligned} Q_{orang} &= z \cdot No \cdot CLFP \\ &= 100\ W \cdot 130\ orang \cdot 0,89 \\ &= 11570\ W \end{aligned}$$

3. temperatur 2 *microphone* dan 4 *speaker*:

$$\begin{aligned} Q_{alat} &= Q_{microphone} + Q_{speaker} \\ &= 64,98\ W + 34\ W \\ &= 410,98\ watt \end{aligned}$$

4. temperatur total ruangan dalam:

$$\begin{aligned} Q_{total\ pendingin\ dalam} &= Q_{lampu} + Q_{penghuni} + Q_{peralatan} \\ &= 170\ W + 11570\ W + 410,98\ W \\ &= 52838\ W \end{aligned}$$

5. Total temperatur pendinginan dalam:

$$\begin{aligned} Q_{total\ pendinginan} &= Q_{total\ pendinginan\ luar} + Q_{total\ pendinginan\ dalam} \\ &= 2543,66505\ W + 52838\ W \\ &= 254419343\ W \\ &= 25,44\ kW \end{aligned}$$

### 4.2.3 Temperatur AC

1. Temperatur refrigeran:

$$\begin{aligned}W &= h_1 - h_4 \\ &= 410,7 \text{ kJ/kg} - 249,7 \text{ kJ/kg} \\ &= 161 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

2. Tahap temperatur refrigerant:

$$\begin{aligned}\dot{m} &= \frac{Q_{\text{total pendinginan}}}{W} \\ &= \frac{25,44 \text{ kW}}{161 \text{ kJ/kg}} \\ &= 0,16 \text{ kg/det}\end{aligned}$$

3. Temperatur kompresor:

$$\begin{aligned}P_K &= \dot{m} \cdot (h_2 - h_3) \\ &= 0,16 \text{ kg/s} \cdot (416,6 - 410,7) \text{ kJ/kg} \\ &= 0,16 \text{ kg/s} \cdot (5,9) \text{ kJ/kg} \\ &= 0,94 \text{ kNm/s} \\ &= 0,94 \text{ kW}\end{aligned}$$

4. Suhu dikeluarkan kondensor:

$$\begin{aligned}P_c &= \dot{m} (h_2 - h_3) \\ &= 0,16 \text{ kg/s} \cdot (416,6 - 249,7) \text{ kJ/kg} \\ &= 0,16 \text{ kg/s} \cdot (166,9) \text{ kJ/kg} \\ &= 26,7 \text{ kNm/s} \\ &= 26,7 \text{ kW}\end{aligned}$$

5. Suhu diserap evaporator:

$$P_e = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

$$= 0,16 \text{ kg/s } (410,7 - 249,7) \text{ kJ/kg}$$

$$= 0,16 \text{ kg/s } (161) \text{ kJ/kg}$$

$$= 25,8 \text{ kNm/S}$$

$$= 25,8 \text{ kW}$$

## 6. Coefisien of Performance (COP)

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{total pendinginan}}}{P_k}$$

$$= \frac{25,44 \text{ kW}}{0,94 \text{ kW}}$$

$$= 27,06$$

Menurut hasil penelitian, temperatur ruangan luar dan dalam, didapat AC berkapasitas 0,94 kW, agar ruang aula terasa sejuk, maka diperlukan AC Berkapasitas 0,94 kW atau setara ½ PK sebanyak 3 unit.

### 4.3 Macam-macam panas pada ruangan

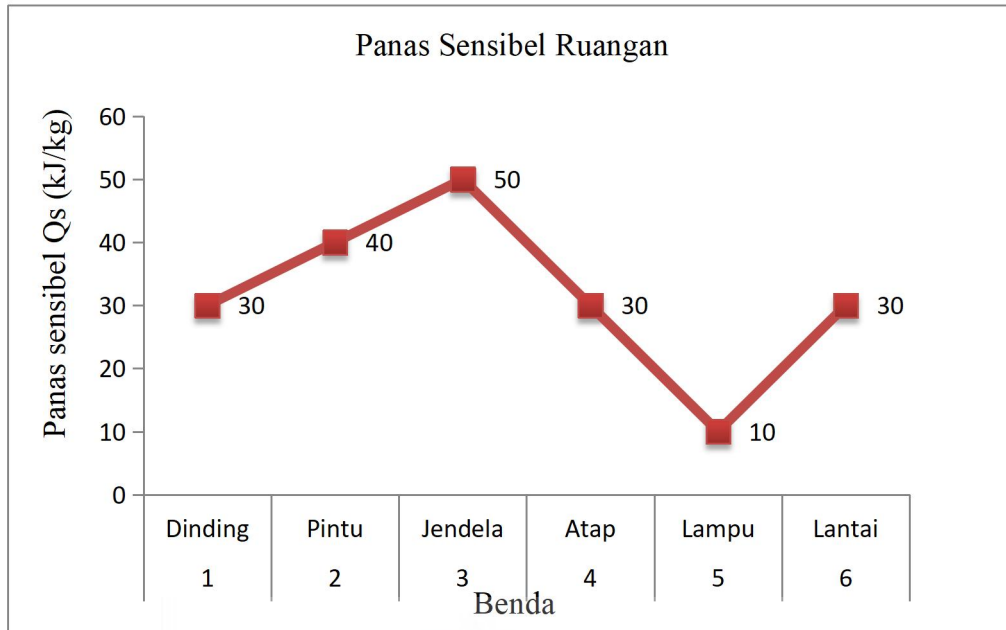
#### 4.3.1 Panas Sensibel Ruangan

Panas sensibel adalah panas pada ruangan yang terjadi pada beban puncak suhu panas yaitu suhu 26°C.

**Tabel 4.3** Panas Sensibel Ruangan

No.	Benda	Panas sensibel Qs (kJ/kg)
1	Dinding	30
2	Pintu	40
3	Jendela	50
4	Atap	30
5	Lampu	10
6	Lantai	30

Dari tabel diatas, panas sensibel ruangan didapatkan dan diukur menggunakan termometer.



**Gambar 4.2** Grafik Panas Sensibel Ruang

Dari grafik diatas didapat panas sensibel ruangan, panas sensibel didapatkan pada beban puncak suhu ruangan yaitu 26°C pada pukul 1 siang, rata-rata panas sensibel ruangan yaitu jumlah panas sensibel dibagi jumlah objek penelitian

$$\frac{30+40+50+30+10+30}{6} = \frac{90}{6} = 31.66 \text{ kJ/kg}$$

Jadi, rata-rata panas sensibel ruanga didapatkan 31.66 kJ/kg

Dari tabel diatas, didapatkan panas sensibel ruang aula kampus, data diambil menggunakan termometer.

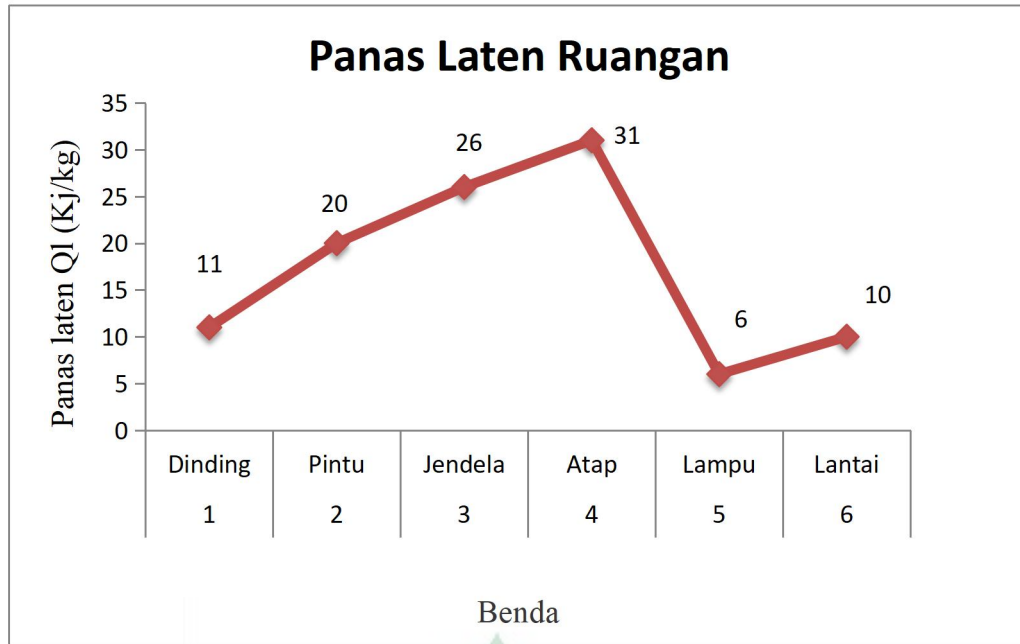
#### 4.3.2 Panas Laten Ruang

Panas laten ruangan adalah panas pada ruangan yang terjadi pada suhu rendah.

**Tabel 1.4** Panas Laten Ruang

No.	Benda	Panas Laten Ql (Kj/kg)
1	Dinding	11
2	Pintu	20
3	Jendela	26
4	Atap	31
5	Lampu	6
6	Lantai	10

Dari tabel diatas, didapatkan panas laten ruang aula kampus. Data diambil menggunakan termometer



**Gambar 4.3** Grafik Panas Laten Ruangan

Dari grafik diatas didapat panas laten ruangan, panas laten didapatkan pada suhu rendah yaitu 21°C, rata-rata panas laten ruangan yaitu jumlah panas laten dibagi jumlah objek penelitian

$$\frac{11+20+26+31+6+10}{6} = \frac{104}{6} = 17,33 \text{ kJ/kg}$$

#### 4.4 Suhu Ruangan

**Tabel 4.5** Suhu Ruangan

No	Jam	suhu ruangan
1	09.00	21°C
2	10.00	24°C
3	11.00	25°C
4	12.00	25°C
5	13.00	26°C
6	14.00	25°C
7	15.00	24°C
8	16.00	24°C
9	17.00	23°C
10	18.00	21°C

Dari tabel 4.5, didapatkan data suhu ruangan dari jam 9 pagi sampai jam 6 sore. Beban puncak suhu ruangan terjadi pada jam 1 siang, yaitu 26°C.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian, dapat kesimpulan sebagai berikut, ukuran ruang aula, panjang 28,3 m, lebar 8,3 m, tinggi 3,2 m, berkapasitas 130 orang memiliki beban pendingin sebesar 25,44 kW, maka diperlukan AC jenis split ½ PK sebanyak 3 unit, agar sirkulasi udara di ruangan jadi merata.

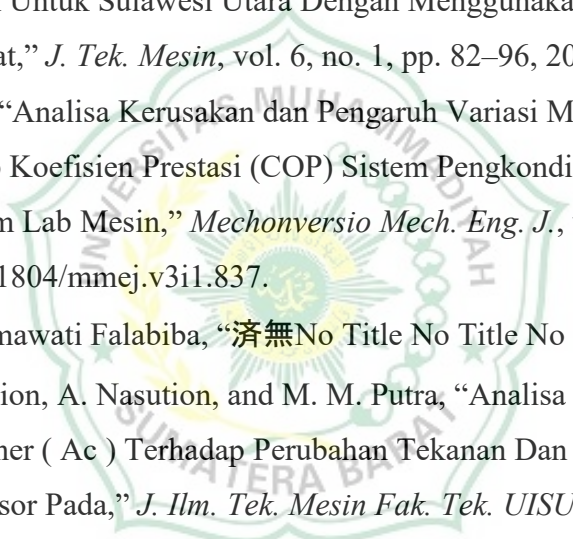
#### **5.2 Saran**

1. Diharapkan penelitian dilakukan secara teliti dan spesifik, agar pengambilan data bangunan dapat dipahami dengan benar.
2. Untuk perencanaan pemasangan AC kita harus menghitung beban pendinginan ruangan terlebih dahulu agar pemilihan unit AC dapat disesuaikan dengan ruangan.
3. Penempatan unit AC yang baik harus diperhatikan, agar distribusi suhu dapat merata atau dipusatkan pada beban tertentu.
4. Pemeliharaan unit AC secara rutin harus dilakukan agar AC tetap awet, dapat bekerja maksimal dan AC tidak mudah rusak.

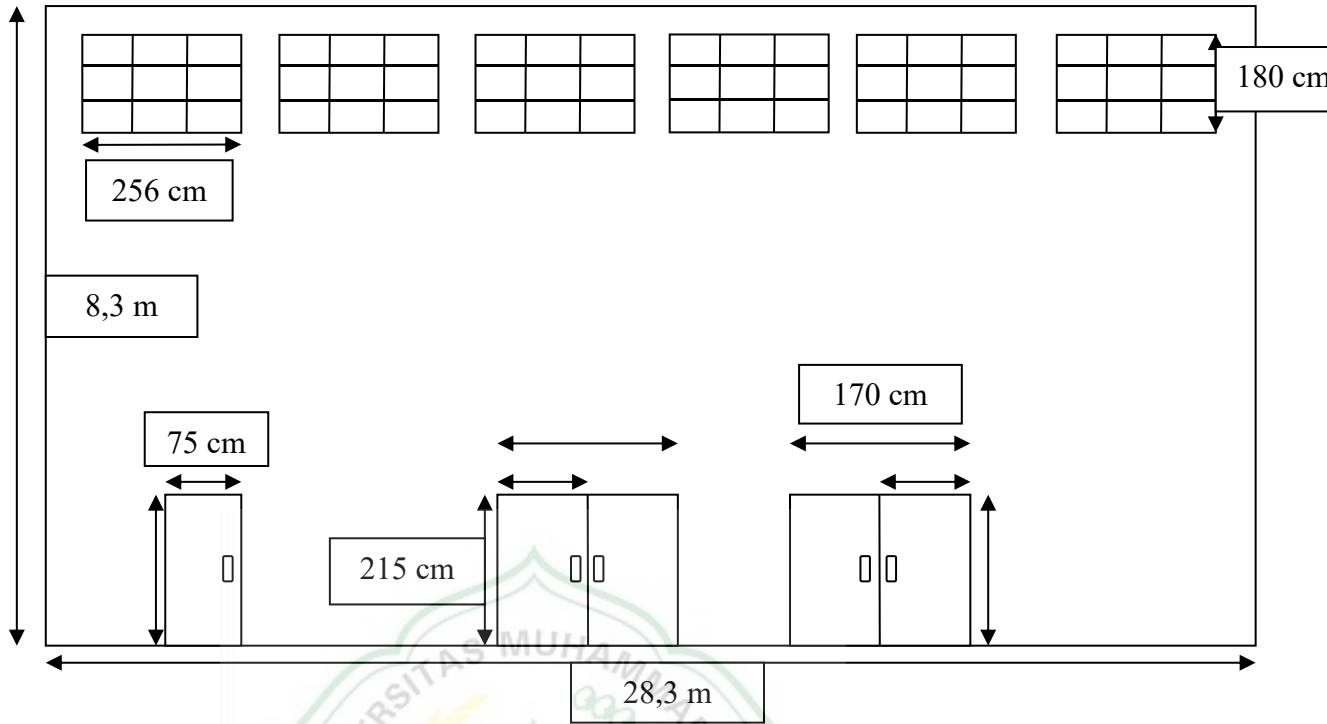


## DAFTAR PUSTAKA

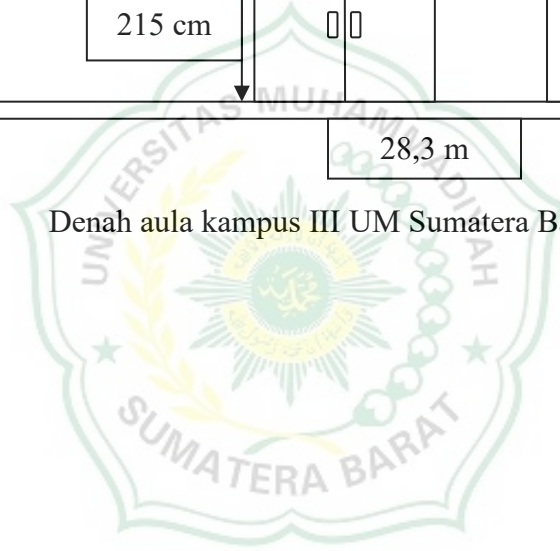
- [1] K. Ridhuan and A. Rifai, "Analisa kebutuhan beban pendingin dan daya alat pendingin AC untuk aula kampus 2 UM Metro," *J. Turbo*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [2] T. B. Pertiwi and H. Ahyadi, "Analisis Beban Pendingin Pada Ruangan Data Center / Server PT XX Di Gedung Summitmas II," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 29, no. 1, pp. 39–47, 2019, doi: 10.37277/stch.v29i1.318.
- [3] S. Harahap, A. Hamid, and I. Hidayat, "Perhitungan Ulang Beban Pendinginan Pada Ruang Auditorium Gedung Manggala Wanabakti Blok III Kementerian Kehutanan Jakarta," *Progr. Stud. Tek. Mesin, Fak. Tek. Univ. Mercu Buana, Jakarta*, pp. 149–154, 2014.
- [4] H. Sasuang, Vernando; Sappu, Frans; Luntungan, "PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN PADA RUANG SIDANG FAKULTAS TEKNIK UNSRAT Vernando," *J. Online Poros Tek. Mesin Vol.*, vol. 7 Nomor 1, pp. 25–36, 2018.
- [5] E. Purwanto and K. Ridhuan, "Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 11–16, 2014, doi: 10.24127/trb.v3i1.19.
- [6] M. L. Khakim, B. Sukoco, and ..., "Analisa Konsumsi Energi Listrik dan Peluang Penghemtan Pada AC Central Chiller Di Gedung Telkom Semarang," *Pros. Konf. Ilm. ...*, 2020.
- [7] I. Syahrizal, S. Panjaitan, and Yandri, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan (Studi Kasus Di Politeknik Terpikat Sambas)," *J. ELKHA*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [8] I. Pramacakrayuda, I. Adinugraha, H. Wijaksana, and N. Suarnadwipa, "Analisis Performansi Sistem Pendingin Ruangan Dikombinasikan dengan Water Heater," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 4, no. 1, pp. 57–61, 2010.
- [9] R. N. Putra, S. Suprayogi, and T. A. Ajiwiguna, "Pengaruh Temperatur

- Dan Kecepatan Udara Pada Proses Pengeringan,” *Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 3922–3927, 2017.
- [10] hendra ubai, “Kondisi Kerja Yang Baik Terutama Suhu Pada,” *Perenc. Pengkondisian Udar. Pada Ruang Shelter Tower Telkomsel Disungai Ambawang*, 2009.
- [11] A. Setiawan, J. Prihartono, and P. Subekti, “Perhitungan Beban Pendinginan Instalasi Tata Udara Sistem Fan Coil Chilled Water Di Gedung Showroom Mobil Jakarta,” *J. Aptek*, vol. Vol. 6 No., pp. 33–42, 2014.
- [12] B. M. Yosua A.P Tondok<sup>1)</sup>, Hengky Luntungan<sup>2)</sup> and J. T. M. U. S. Ratulangi, “Analisis Beban Pendinginan Pada Ruang Penyimpanan Produk Pertanian Untuk Sulawesi Utara Dengan Menggunakan Sistem Refrigerasi Bertingkat,” *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 82–96, 2017.
- [13] S. Arief, “Analisa Kerusakan dan Pengaruh Variasi Massa Refrigerant Terhadap Koefisien Prestasi (COP) Sistem Pengkondisian Udara AC Praktikum Lab Mesin,” *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.51804/mmej.v3i1.837.
- [14] Ninla Elmawati Falabiba, “No Title No Title No Title,” 2019.
- [15] M. Nasution, A. Nasution, and M. M. Putra, “Analisa Kinerja Air Conditioner ( Ac ) Terhadap Perubahan Tekanan Dan Kecepatan Putaran Kompresor Pada,” *J. Ilm. Tek. Mesin Fak. Tek. UISU*, vol. 4, no. 2, 2020.





Denah aula kampus III UM Sumatera Barat



Lokasi Penelitian (Aula Kampus III Sumatera Barat)



Ruang aula tampak depan



Ruang aula tampak samping



Ruang aula tampak belakang



Jendela aula



Bagian atas aula



pintu kecil aula



Pintu besar aula

Data BMKG suhu Kota Bukittinggi bulan September tahun 2021

No	Hari dan tanggal		jam	Suhu
1	rabu	01/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
2	Kamis	02/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
3	jum'at	03/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
4	sabtu	04/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
5	minggu	05/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
6	senin	06/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
7	Selasa	07/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
8	rabu	08/09/2021	06.00 WIB	17°C



			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
9	kamis	09/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
10	jum'at	10/09/2021	06.00 WIB	17°C
			09.00 WIB	21°C
			12.00 WIB	24°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
11	sabtu	11/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
12	mingu	12/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
13	senin	13/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
14	selasa	14/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
15	rabu	15/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
16	kamis	16/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C

			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
17	jum'at	17/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
18	sabtu	18/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
19	minggu	19/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
20	senin	20/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
21	selasa	21/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
22	rabu	22/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
23	kamis	23/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
24	jum'at	24/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C

25	sabtu	25/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
26	minggu	26/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
27	senin	27/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
28	selasa	28/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
29	rabu	29/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
30	kamis	30/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C
31	jum'at	31/09/2021	06.00 WIB	20°C
			09.00 WIB	23°C
			12.00 WIB	25°C
			15.00 WIB	24°C
			18.00 WIB	22°C