

**ANALISIS KEBUTUHAN BEBAN PENDINGIN DENGAN METODE *COOLING LOAD TEMPERATURE DIFFERENCE (CLTD)* PADA RUANG *LOBBY* GEDUNG SIMULATOR SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA**

**Arief Susanto<sup>(1)</sup>, Yenni Arnas.,ST.,M.Si<sup>(2)</sup>, Zulham Hidayat.,SST<sup>(3)</sup>**

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug – Tangerang

**ABSTRAK**

Gedung Simulator adalah salah satu bangunan di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia yang digunakan sebagai fasilitas penunjang pendidikan. Gedung Simulator ini memiliki 3 lantai dan terdapat ruang *lobby* pada lantai 1 yang digunakan sebagai ruang pertemuan maupun sebagai ruang tunggu. Pada Gedung ini sudah terdapat suatu peralatan pengkondisian udara dengan tipe sentral yang salurannya terdistribusi ke seluruh ruangan pada gedung ini termasuk ruang *lobby* pada lantai 1. Namun peralatan pengkondisian udara tersebut tidak berfungsi. Sehingga menyebabkan temperature pada ruang *lobby* terukur 28°C - 30°C pada siang hari. Keadaan itu melebihi batas kondisi kenyamanan termal maksimum untuk daerah tropis yaitu 22,8°C – 25,8°C.

Oleh karena itu diperlukan sebuah alat pengkondisi udara (AC) untuk menjaga suhu kamar yang nyaman. Dalam perencanaan pemasangan alat pengkondisian udara, kita bisa menganalisisnya dengan metode beban pendingin perbedaan suhu beban atau *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* untuk kenyamanan zona termal indonesia yang umumnya 25°C ± 1°C pada suhu dan 55% ± 10% pada kelembaban udara relatif.

**Kata Kunci :** *Kenyamanan, Beban Pendingin, dan Alat Pengkondisi Udara.*

**ABSTRACT**

Simulator Building is one of the buildings in Indonesia Civil Aviation Institute, which is used as supporting educational facilities. This simulator building has three floors and a lobby on the first floor which is used as the meeting room and reception area. On this building, there is already a centralized air conditioning type whose channels are distributed throughout the room in this building including a lobby room on the first floor. But, those air conditioning equipment is not working. Thus, it is causing the temperature in the lobby room calculated as 28°C - 30°C during the daylight. Those condition is exceeding the maximum thermal comfort threshold for tropics which is 22,8°C – 25,8°C. It is over the limit of maximum thermal comfort condition for the tropics, which is 22,8°C- 25,8°C.

Therefore, it needs an air conditioner (AC) to keep the room temperature comfortable. in planning the installation of the equipment, we can analyze it by *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* calculation method for Indonesian comfort thermal zone which is generally 25°C ± 1°C on temperature and 55 % ± 10 % on relative air humidity.

**Keywords:** *Comfortable, Cooling Load, and Air Conditioner.*

## I. PENDAHULUAN

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia sebagai sekolah tinggi kedinasan memiliki beberapa fasilitas penunjang pendidikan, salah satunya adalah gedung simulator. Gedung Simulator tersebut terdapat di dekat pintu gerbang utama Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Gedung Simulator tersebut terdiri dari tiga lantai. Dan masing – masing lantai terdapat alat pengkondisi udara atau yang biasa dikenal dengan *Air Conditioner (AC)*.

Di lantai 1 gedung simulator terdapat ruang *lobby* yang biasa digunakan untuk tempat berkumpul orang maupun untuk menunggu atau kegiatan lainnya. Ruang *lobby* memiliki luas 281,89 m<sup>2</sup> dan volume ruangan 789,3 m<sup>3</sup> dan pada langit – langit terdapat suatu peralatan pengkondisi udara terpusat (sentral) namun sampai saat ini alat tersebut tidak berfungsi sebagai pengkondisi udara pada ruang *lobby* karena tidak terdapat *Chiller* untuk menjadikan alat tersebut berfungsi sebagaimana mestinya. Pada siang hari suhu udara yang terukur adalah antara 28°C - 30°C, hal ini melebihi kondisi kenyamanan termal optimal untuk daerah tropis yaitu 22,8°C-25,8°C.

Jika berada di dalam ruangan tertutup tanpa adanya usaha menstabilkan kenyamanan dalam jangka waktu yang lama, maka akan terasa panas, gerah, bisa jadi tidak fokus dalam bekerja yang dipengaruhi oleh faktor beban pendingin luar dan beban pendingin dalam (kalor). Selain itu dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban udara di dalam ruangan dengan suhu di luar ruangan 30°C - 35°C dan kelembaban udara 48% di siang hari dan dapat berubah – ubah dipengaruhi oleh cuaca pada daerah tersebut.

Dalam perencanaan peralatan yang dipasang dibutuhkan suatu analisa dengan metode perhitungan manual yakni *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* dengan zona kenyamanan termal untuk orang Indonesia dan untuk perancangan umumnya diambil 25°C ± 1°C dan kelembaban udara relatif 55% ± 10%.

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka dapat didefinisikan beberapa masalah antara lain:

1. Apakah dengan suhu terukur (28°C – 30°C) yang dapat berubah – ubah mempengaruhi kenyamanan dalam ruangan?
2. Apakah dengan suhu terukur tersebut sudah sesuai dengan standar kenyamanan sesuai dengan SNI 03-6572-2001?
3. Apakah perlu adanya pengadaan alat pengkondisi udara agar tercapai kenyamanan pada ruang *lobby* tersebut?

Dari masalah-masalah yang ada maka penulis melakukan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh faktor internal terhadap beban pendingin ruangan?
2. Bagaimana pengaruh factor eksternal terhadap beban pendingin ruangan?
3. Bagaimana menganalisa beban pendingin total dengan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*?

## II. LANDASAN TEORI

### Penyegaran Udara

Penyegaran udara adalah suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu. Selain itu, mengatur aliran udara dan kebersihannya. Sistem penyegaran udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama, yaitu :

1. Penyegaran udara untuk kenyamanan.  
Menyegarkan udara dari ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
2. Penyegaran udara untuk industry.  
Menyegarkan udara dari ruangan karena diperlukan proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya.

### Kemampuan Penyesuaian (*Adaptability*)

Tubuh manusia memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Dalam lingkungan yang dingin saluran darah akan mengerut untuk mengurangi kerugian panas yang diakibatkan

oleh radiasi dari kulit. Oleh karena itu permukaan kulit akan menjadi lebih dingin.

Sebaliknya, dalam lingkungan yang panas saluran darah akan mengembang sehingga radiasi dari kulit akan bertambah besar. Selanjutnya, dalam lingkungan yang lebih panas, tubuh akan berkeringat dan proses penguapan keringat akan mendinginkan kulit. Sudah diketahui pula bahwa tubuh manusia sanggup mempertahankan temperatur tubuh konstan dalam berbagai keadaan, meskipun ada batasnya juga.

### **Kenyamanan**

Kenyamanan terdiri atas kenyamanan psikis yaitu kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, senang, gembira dll.), yang terukur secara subyektif (kualitatif). Sedangkan kenyamanan fisik dapat terukur secara obyektif (kuantitatif) yang meliputi kenyamanan spesial, visual, auditorial dan termal.

Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Dalam kaitannya dengan bangunan, kenyamanan didefinisikan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan sensasi yang menyenangkan bagi pengguna bangunan. Manusia dikatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat menyatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu yang lebih panas atau lebih dingin dalam suatu ruangan. Produktivitas manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas.

Di Indonesia terdapat standar umum yang digunakan untuk menentukan temperatur yang nyaman, yang digunakan dalam suatu ruangan. Di Indonesia standar ini dikeluarkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu temperatur sebesar  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal seseorang, antara lain :

#### 1. Temperatur Udara Kering

Temperatur udara kering sangat besar pengaruhnya terhadap besar kecilnya kalor yang dilepaskan melalui penguapan (evaporasi) dan melalui konveksi.

#### 2. Kelembaban Udara Relatif

Kelembaban udara dalam ruangan adalah perbandingan antara jumlah uap air yang dikandung oleh udara tersebut dibandingkan dengan jumlah kandungan uap air pada keadaan jenuh pada temperatur udara ruangan tersebut. Untuk daerah tropis kelembaban udara yang dianjurkan antara 40% - 50%, tetapi bagi ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, *lobby*, dan lainnya, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% - 60%.

#### 3. Pergerakan Udara (Kecepatan Udara)

Untuk mempertahankan kondisi nyaman, kecepatan udara yang jatuh di atas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/s dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/s. Kecepatan udara ini dapat lebih besar dari 0,25 m/s tergantung dari temperatur udara kering rancangan.

#### 4. Radiasi Permukaan Panas

Apabila di dalam ruangan dinding – dinding sekitarnya panas, akan mempengaruhi kenyamanan seseorang di dalam ruangan tersebut, meskipun temperatur udara disekitarnya sesuai dengan tingkat kenyamanannya. Usahakan temperatur radiasi rata – rata sama dengan temperatur udara kering ruangan. Apabila temperatur radiasi rata – rata sama dengan temperatur udara kering ruangan, maka temperatur udara ruangan rancangan dibuat lebih rendah dari temperatur rancangan biasanya.

#### 5. Aktivitas Orang

Untuk perhitungan sistem pengkondisian udara, orang lebih tertarik terhadap besarnya kalor yang dihasilkan dari seseorang pada suatu aktivitas tertentu.

#### 6. Pakaian yang Dipakai

Besar kalor yang dilepas oleh jenis pakaian yang sedang dipakai pada saat itu, terutama mengenai besar kecilnya isolasi termal dari bahan pakaian dan tebalnya.

### Zona Kenyamanan Ruangan

Temperatur efektif didefinisikan sebagai indeks, lingkungan yang menggabungkan temperatur dan kelembaban udara menjadi satu indeks yang mempunyai arti bahwa pada temperatur tersebut respon termal dari orang pada kondisi tersebut adalah sama, meskipun mempunyai temperatur dan kelembaban yang berbeda, tetapi keduanya harus mempunyai kecepatan udara yang sama.

Untuk memperoleh daerah zona yang dapat diterima sebagai daerah temperatur operatif dan kelembaban udara relatif yang memenuhi nyaman untuk orang melakukan aktivitas ringan dengan met kurang dari 1,2 serta memakai pakaian dengan  $clo = 0,5$  untuk musim panas, zona kenyamanan termal untuk orang Indonesia untuk perancangan diambil  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara relatif  $55\% \pm 10\%$ .

### Jenis Kalor

#### 1. Kalor Sensibel

Kalor sensibel adalah suatu kalor yang berhubungan dengan perubahan temperatur dari udara. Penambahan kalor sensibel adalah kalor sensibel yang secara langsung masuk dan ditambahkan ke dalam ruangan yang dikondisikan melalui konduksi, konveksi atau radiasi.

#### 2. Kalor Laten

Kalor laten adalah suatu kalor yang berhubungan dengan fasa air. Penambahan kalor laten terjadi apabila ada penambahan uap air pada ruangan yang dikondisikan, misalnya karena penghuni ruangan atau peralatan yang menghasilkan uap.

### Beban Pendinginan Ruangan

Beban pendingin ruangan adalah laju aliran kalor yang harus di ambil dari dalam ruangan untuk mempertahankan temperatur dan kelembaban udara relatif pada kondisi yang diinginkan.

Beban pendingin ruangan dibagi menjadi 2 bagian :

#### 1. Beban Pendinginan Luar (eksternal)

Beban pendingin ini terjadi akibat penambahan panas di dalam ruangan yang

dikondisikan karena sumber kalor dari luar yang masuk melalui selubung bangunan atau kerangka bangunan dan dinding partisi. Sumber kalor luar yang termasuk beban pendingin adalah :

- a. Penambahan kalor radiasi matahari melalui benda transparan seperti kaca.
  - b. Penambahan kalor konduksi matahari melalui dinding luar dan atap.
  - c. Penambahan kalor melalui partisi, langit – langit, dan lantai.
  - d. Infiltrasi udara luar yang ke dalam ruangan yang dikondisikan.
  - e. Ventilasi udara luar yang masuk ke dalam ruangan yang dikondisikan.
2. Beban Pendinginan Dalam (internal)

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

- a. Penambahan kalor karena orang yang ada di dalam ruangan yang dikondisikan.
- b. Penambahan kalor karena adanya pecahaya buatan di dalam ruangan yang dikondisikan.
- c. Penambahan kalor karena adanya motor – motor listrik yang ada di dalam ruang yang dikondisikan.
- d. Penambahan kalor yang adanya peralatan – peralatan listrik atau pemanas yang ada di dalam ruangan yang dikondisikan.

### Metoda Perhitungan Beban Kalor

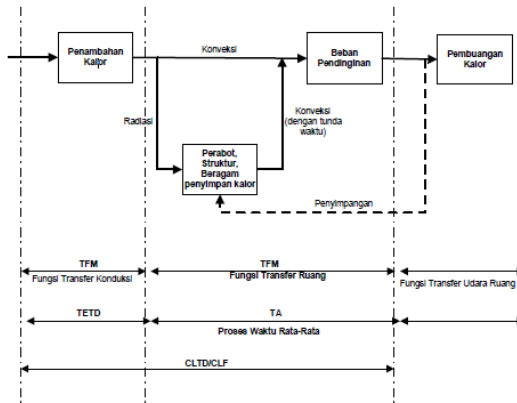
Perhitungan beban kalor tiap ruangan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kapasitas pendinginan yang dibutuhkan, sehingga harus dilakukan dengan hati – hati dan sangat cermat pada setiap komponen beban. Perhitungan beban pendinginan yang cermat akan dapat menjamin diperhatikannya sebanyak mungkin peluang penghematan energi pada tahap perencanaan.

Untuk menghitung beban pendinginan terdapat tiga metoda perhitungan yang diperkenalkan *ASHRAE (American Society of*

*Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) guna menentukan besarnya mesin pengkondisian udara yakni:

1. Metoda Perbedaan Temperatur Ekuivalen Total (TETD/TA)
2. Metoda Fungsi Transfer (*TFM Method*)
3. Metoda *CLTD/CLF* (*Cooling Load Temperature Difference/Cooling Load Factor*)

Gambar Perbedaan Besarnya Penambahan



Kalor (Sumber : SNI 03-6572-2001)

Dalam perhitungan beban pendingin ini metode yang akan digunakan adalah metode *CLTD* (*Cooling Load Temperature Difference*)/ *CLF* (*Cooling Load Factor*). Metode *CLTD* digunakan untuk perhitungan langsung beban pendinginan dari perolehan panas konduksi dan radiasi melalui dinding, kaca, serta atap yang disinari panas matahari.

Sedangkan *CLF* yaitu perhitungan untuk beban yang terkena sinar matahari melalui kaca dan beban yang berasal dari dalam ruangan. Jadi dapat disimpulkan bahwa metode *CLTD/CLF* adalah metode *one step* (satu langkah), yaitu prosedur manual untuk menghitung beban pendinginan melalui perolehan panas radiasi dan konduksi matahari, beban internal, serta beban ventilasi dan infiltrasi. Metode ini relatif mudah dan sederhana jika dibandingkan dengan metode lainnya.

## Jenis – jenis Alat Pengkondisian Udara

### 1. Tipe *Window* (*AC Window*)

*AC Window* adalah AC yang semua komponen AC seperti filter udara, evaporator, blower, kompresor, kondenser, refrigerant filter, expansion valve dan kontrol unit terpasang pada satu base plate. Kemudian base plate beserta semua komponen AC tersebut dimasukkan kedalam kotak plat sehingga menjadi satu unit yang kompak. *AC Window* merupakan unit AC yang mengimplementasikan pengkondisi udara pada ruangan kecil. Unit AC ini dibuat dengan ukuran kecil sesuai ukuran jendela sehingga mudah dipasang. Setelah dipasang, AC disambungkan ke stop kontak dan dinyalakan, maka ruangan akan segera dingin.

Gambar *AC Window*



2. Tipe *Split* (*AC Split*) *AC Split* adalah seperangkat alat yang mampu mengkondisikan suhu ruangan sesuai dengan yang kita inginkan terutama mengkondisikan suhu ruangan menjadi lebih rendah suhunya dibanding suhu lingkungan sekitarnya. *AC Split* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian in door dan out door. Bagian in door umumnya terdapat lima komponen utama yaitu: evaporator, blower, saringan (filter) udara, panel, listrik dan sensor suhu (Thermistor). Sedangkan pada bagian out door terdapat enam komponen yaitu : Kompresor, kondensor, kipas (fan), pipa kapiler, saringan udara (Strainer) dan sistem kelistrikan. Kompresor adalah pengendali aliran refrigerant. Dari kompresor, refrigerant akan dipompa dan

dialirkan menuju ke komponen utama AC, yaitu kondensor, pipa kapiler dan evaporator.

Jenis AC ini biasa digunakan untuk hotel, apartemen, dan juga umum digunakan di rumah.



Gambar AC Split

### 3. Tipe Standing Floor

AC Standing Floor memiliki komponen – komponen serta prinsip kerja yang sama seperti AC Split. Perbedaannya hanya terletak pada unit in door nya yang tidak dipasang di dinding seperti AC Split, namun diletakkan di lantai langsung, dan dapat dipindahkan. Serta untuk kapasitas AC Standing Floor ini lebih besar daripada AC Split, yaitu berkisar antara 2 PK – 5 PK. AC Standing Floor ini cocok digunakan untuk di ruangan yang digunakan hanya untuk sementara seperti dalam acara pernikahan, acara seminar, acara pameran, dan lain sebagainya.

Gambar AC Standing Floor



### 4. Tipe Ceiling Cassette

Tipe AC ini memiliki prinsip kerja yang sama seperti AC Split. Perbedaannya terletak pada unit in door nya yang dipasang pada plafon. Kapasitas

pendinginannya bervariasi antara 1,5 PK – 6 PK.

Gambar AC Ceiling Cassette

### 5. Tipe Split Duct

AC Split Duct merupakan AC yang pendistribusian hawa dinginnya menggunakan



Sistem Ducting. Ini artinya, AC Split Duct tidak memiliki pengatur suhu sendiri – sendiri melainkan dikontrol pada satu titik. Tipe AC ini biasanya digunakan di Mall atau gedung – gedung yang memiliki ruangan luas.

AC Split Duct tidak pernah terlepas dari sistem Ducting yang merupakan bagian penting dalam sistem AC sebagai alat penghantar udara yang telah dikondisikan dari sumber dingin ataupun panas ke ruang yang akan dikondisikan. Perkembangan desain ducting untuk AC hingga saat ini sangat dipengaruhi oleh tuntutan efisiensi, terutama efisiensi energi, pemakaian ruang, dan perawatan.

Gambar AC Split Duct



## 6. Tipe Sentral (Terpusat)

Merupakan suatu sistem AC dimana proses pendinginan udara terpusat pada satu lokasi yang kemudian didistribusikan/dialirkan ke semua arah atau lokasi (satu out door dengan beberapa in door). Sistem ini memiliki beberapa komponen utama yaitu unit pendingin atau Chiller, Unit pengatur udara atau Air Handling Unit (AHU), Cooling Tower, sistem pemipaan, sistem saluran udara atau ducting dan sistem kontrol dan kelistrikan.

Gambar AC Sentral



### Faktor Pertimbangan dalam Pemilihan Sistem Penyejukan Udara

Sasaran dari penyejukan udara adalah supaya temperatur, kelembaban, kebersihan dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diinginkan. Untuk mencapai hal tersebut, dapat dirancang dan digunakan beberapa sistem pendinginan, pemanasan dan ventilasi yang sesuai.

Maka dalam proses pemilihan sistem penyejukan udara, pemakai dan perancang haruslah bersepakat agar tingkat keadaan dan persyaratan yang ditetapkan dapat dipenuhi dengan sebaik – baiknya. Beberapa faktor pertimbangan pemilihan sistem penyejukan udara meliputi :

#### 1. Faktor Kenyamanan

Kenyamanan dalam ruangan pada umumnya ditentukan oleh beberapa parameter tersebut di bawah ini :

- Temperatur bola kering dan temperatur bola basah dari udara
- Temperatur radiasi rata – rata
- Aliran udara
- Kebersihan udara
- Bau
- Kualitas ventilasi
- Tingkat kebisingan

#### 2. Faktor Finansial

Dalam proses pemasangan, operasi dan perawatan serta sistem pengaturan yang akan dipergunakan, haruslah diperhitungkan pula segi – segi ekonominya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan perancangan sistem penyejukan udara haruslah dipertimbangkan faktor ekonomi tersebut di bawah ini :

- Biaya pengadaan
- Biaya operasi dan perawatan. Beberapa faktor operasi dan perawatan :
  - Konstruksi sederhana
  - Tahan lama
  - Mudah direparasi jika terjadi kerusakan
  - Mudah dicapai

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### Metodologi Penelitian

- Metode *deskriptif*, menggambarkan sesuatu keadaan, disertai analisisnya sebagai upaya pemecahan masalah.
- Melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan yaitu ruang *lobby* gedung simulator STPI, serta didukung oleh data – data yang diperoleh di gedung tersebut sebagai bahan referensi penelitian.
- Studi pustaka, menggunakan data-data yang diperoleh dari buku-buku yang terkait dengan materi tugas akhir sebagai referensi dari proses penyusunan tugas akhir sampai terselesaikannya tugas akhir.

### Jenis dan Sumber Data

- Jenis Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dan kuantitatif.

- a. Data kualitatif, yaitu data yang disajikan dalam bentuk kata verbal bukan dalam bentuk angka. Yang termasuk dalam data kualitatif dalam penelitian ini yaitu gambaran umum obyek penelitian, kondisi saat ini, sejarah obyek penelitian, serta fungsi dari obyek penelitian.
- b. Data kuantitatif, yaitu data yang dapat diukur atau dihitung secara langsung, yang berupa informasi atau penjelasan yang dinyatakan dengan bilangan atau berbentuk angka. Dalam hal ini data kuantitatif yang diperlukan adalah : Data dimensi ruang *Lobby* gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, data temperature di dalam dan di luar ruang *Lobby*, serta data obyek – obyek yang terdapat pada ruang *Lobby* yang menjadi perhitungan beban pendinginan.

## 2. Sumber Data

Yang dimaksud sumber data dalam penelitian ini adalah subjek dari mana data dapat diperoleh. Dalam penelitian ini penulis menggunakan dua sumber data yaitu :

- a. Data primer, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti (atau petugasnya) dari sumber pertamanya. Adapun yang menjadi data primer dalam penelitian ini yaitu data temperature di dalam ruang *lobby*, data temperature di luar ruang *lobby*, data kelembaban relative di dalam dan di luar ruang *lobby*, serta data – data dimensi dan objek – objek yang menjadi perhitungan beban pendingin.
- b. Data Sekunder, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti sebagai penunjang dari sumber pertama. Dapat juga dikatakan data yang tersusun dalam bentuk dokumen – dokumen. Dalam penelitian ini literature, artikel, dokumen – dokumen serta situs di internet merupakan sumber data sekunder.

## Kondisi Saat Ini

Pada saat ini terdapat suatu peralatan pengkondisian udara pada setiap ruangan di lantai 1 termasuk ruang lobby pada gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Pada awal pembangunan gedung simulator, dibuat suatu alat pengkondisian udara dengan tipe sentral Chiller Water-cooled. Pada gedung ini sudah terdapat Cooling Tower, Air Handling Unit, dan suatu sistem ducting, yang digunakan untuk mendistribusikan udara terkondisikan. Namun, sampai saat ini tidak adanya Chiller, menyebabkan peralatan pengkondisian udara tersebut tidak berfungsi. Dan diffuser yang terdapat pada setiap ruangan dan juga lobby tidak berfungsi mendistribusikan udara terkondisikan.

Adapun kondisi saat ini menjadi perhatian penulis adalah suhu dan kelembaban yang terukur dengan kondisi yang sudah penulis jelaskan diatas yaitu 25,3°C – 27,8°C dengan kelembaban 61 % - 68 % pada pukul 08.00 WIB, 26,1°C – 29,1°C dengan kelembaban 55 % - 65 % pada pukul 12.00 WIB dan 27,4°C – 31,8°C dengan kelembaban 60 % - 65 %. Pengukuran tersebut diambil pada tanggal 1 Juni sampai dengan 14 Juni 2017 dengan menggunakan alat pengukur berupa Thermometer dan Hygrometer.

## Kondisi yang Diinginkan

Memperhatikan beberapa kelemahan di dalam ruangan tersebut, maka perlu adanya upaya untuk mencapai kenyamanan dengan menganalisa beban pendingin yang dikeluarkan oleh peralatan yang berada di dalam ruangan (kalor) dan faktor – faktor yang mempengaruhi beban pendinginan internal dan eksternal ruangan dengan metode Cooling Load Temperature Difference (CLTD) karena metode ini membandingkan kalor oleh matahari terhadap beban pendingin di dalam ruangan dan dapat dihitung dengan manual. Dengan metode ini penulis dapat memenuhi



kriteria kenyamanan<sup>1</sup> yang dibutuhkan tiap ruangan beban pendinginan yang paling besar dalam satuan Watt atau BTU/h. Kondisi yang diinginkan yaitu kondisi nyaman untuk orang melakukan suatu aktivitas dengan suhu yang digunakan diambil  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara relatif  $55\% \pm 10\%$ .

### Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 1. Lokasi Penelitian

Untuk lokasi penelitian ini penulis melakukan penelitian di ruang *lobby* gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.

#### 2. Waktu Penelitian

Penulis memulai penelitian dari bulan April 2017 sampai bulan Agustus 2017.

### Kriteria Penelitian

Terdapat beberapa kriteria dalam penelitian ini :

1. Ekonomis, alat pengkondisian udara yang dipilih harus ekonomis, baik dari biaya awal, maupun biaya perawatan.
2. Efisien, alat pengkondisian udara yang dipilih harus efisien, dan hemat energi.
3. Ramah Lingkungan, alat pengkondisian udara yang dipilih harus tidak berisik, agar tidak mengganggu aktivitas dan kegiatan yang berlangsung di ruangan tersebut.
4. Reliabilitas Tinggi, alat pengkondisian udara yang dipilih harus handal, tidak mudah rusak, dan perbaikan maupun perawatannya mudah.

## IV. PEMBAHASAN

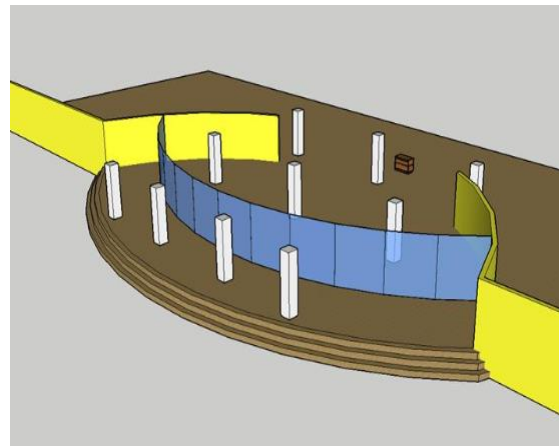
### Gambaran Umum

Dalam hal ini penulis akan menentukan kapasitas beban pendingin yang dibutuhkan untuk memenuhi kenyamanan ruangan di lobby gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Untuk menentukan total kapasitas beban pendingin dilakukan perhitungan dengan metode CLTD (Cooling Load Temperature Difference) dimana metode

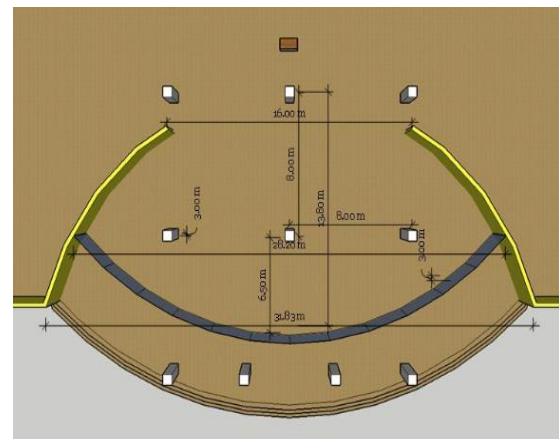
ini membandingkan beban pendinginan karena matahari (Solar Cooling Load (SCL), dan faktor beban pendinginan internal (Internal Cooling Load Factor (CLF). CLTD dan CLF berubah - ubah dan tergantung fungsi dari kondisi sekitar dan parameter gedung. Metode ini dikembangkan oleh ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) pada tahun 1972.

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

### Data Ruangan



Gambar Ruang *Lobby* Gedung Simulator STPI  
Tampak Isometris  
Gambar Ruang *Lobby* Gedung Simulator STPI Tampak Atas



<sup>1</sup> Badan Standar Nasional, Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, 2001, h.11.

Berikut adalah data ruangan yang dibuat berdasarkan hasil observasi lapangan oleh penulis.

| No | Data Ruangan                     |                              |
|----|----------------------------------|------------------------------|
| 1  | Nama Ruangan                     | Lobby                        |
| 2  | Dimensi Ruangan                  | (6,3 x 14,25 x 3,14) x 2,8 m |
| 3  | Volume Ruangan                   | 789,3 m <sup>3</sup>         |
| 4  | Koordinat Gedung Asrama          | 6°LS, 101°BT                 |
| 5  | Suhu Luar Ruangan                | 35,8 °C                      |
| 6  | Suhu Dalam Ruangan               | 31,8 °C                      |
| 7  | Kecepatan Udara                  | 0,01 m/s                     |
| 8  | Kelembaban Relatif dalam ruangan | 68 %                         |
| 9  | Kelembaban Relatif luar ruangan  | 61 %                         |

Tabel Data Ruang Lobby Gedung Simulator STPI

Pada metode perhitungan Cooling Load Temperature Difference (CLTD) ini, objek yang tidak mengeluarkan kalor dan tidak terkena langsung sinar matahari tidak dihitung kalornya.

### Tahapan Perhitungan

1. Menganalisis pengaruh faktor internal terhadap beban pendingin ruangan.

Faktor internal beban pendingin ruangan bersumber dari kalor yang dihasilkan oleh penghuni, pencahayaan, peralatan yang digunakan di dalam ruangan. Beban pendingin ini terjadi karena dilepaskannya kalor sensible maupun kalor laten dari sumber yang ada di dalam ruangan yang dikondisikan.

2. Menganalisis pengaruh faktor eksternal terhadap beban pendingin ruangan.

Beban pendingin ini terjadi akibat penambahan panas di dalam ruangan yang dikondisikan karena sumber kalor dari luar yang masuk melalui selubung bangunan atau kerangka bangunan dan dinding partisi.

3. Menganalisis beban pendinginan total dengan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*.

Dari total beban pendingin internal dan beban pendingin eksternal dapat diketahui total beban pendingin yang dibutuhkan setiap ruangan yang dapat digunakan dalam perancangan sistem pengkondisian udara berdasarkan SNI 03-6572-2001. Berikut adalah rincian total beban pendinginan yang berasal dari beban pendingin internal dan beban pendingin eksternal ruangan.

Tabel Rincian Total Beban Pendinginan

| Komponen Beban      | Arah | Beban Pendinginan (Watts) |          |           |
|---------------------|------|---------------------------|----------|-----------|
|                     |      | Jam                       |          |           |
|                     |      | 08.00                     | 12.00    | 16.00     |
| Dinding             | N    | 207,79                    | 242,74   | 450,53    |
|                     | E    | -                         | -        | -         |
|                     | S    | 242,74                    | 312      | 831,79    |
|                     | W    | -                         | -        | -         |
| Kaca Konveksi       | N    | -                         | -        | -         |
|                     | S    | -                         | -        | -         |
|                     | E    | -                         | -        | -         |
|                     | W    | 0                         | 2421,36  | 3767,64   |
| Kaca Radiasi        | N    | -                         | -        | -         |
|                     | S    | -                         | -        | -         |
|                     | E    | -                         | -        | -         |
|                     | W    | 905,33                    | 1584,33  | 6450,49   |
| Atap                |      | -                         |          |           |
| Ventilasi, Sensibel |      | 12,3                      |          |           |
| Ventilasi, Laten    |      | 41,39                     |          |           |
| Orang, Sensibel     |      | 381,6                     |          |           |
| Orang, Laten        |      | 450                       |          |           |
| Pencahayaan         |      | 744,8                     |          |           |
| Peralatan Lain      |      | 460                       |          |           |
| <b>Total</b>        |      | 3.445,95                  | 6.650,52 | 13.590,54 |

Beban pendingin total merupakan total jumlah beban eksternal dan internal. Dalam analisa ini penulis menggunakan beban pendinginan total maksimal pada pukul 16.00 sebagai standar dalam perancangan pengkondisian udara. Beban pendinginan total dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

## Analisis Kebutuhan Beban Pendingin dengan.... (Arief Susanto)

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{eksternal}} + Q_{\text{internal}} \\ &= (Q_{\text{dinding}} + Q_{\text{kaca}} + Q_{\text{atap}}) + (Q_{\text{ventilasi}} + Q_{\text{orang}} + \\ &Q_{\text{pancahayaan}} + Q_{\text{alat}}) \\ &= (1282,32 + (3767,64 + 6450,49) + 0) + \\ &((12,3 + 41,39) + \\ &(381,6 + 450) + 744,8 + 460) \\ &= 13.590,54 \text{ Watt} \\ &= 46.372,85 \text{ Btu/hr (9000 Btu/hr = 1 PK)} \\ &= 5,15 \text{ PK} \end{aligned}$$

Nilai yang direkomendasikan pada *safety factor* yaitu 0 – 5%. Pada perancangan diambil *safety factor* yang paling besar yaitu 5% dari beban total ruangan. Nilai beban total menjadi :

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= (5\% \times 13.590,54\text{W}) + 13.590,54\text{W} \\ &= 14.270,07 \text{ Watt} \\ &= 48.691,5 \text{ Btu/hr (9000 Btu/hr = 1 PK)} \\ &= 5,41 \text{ PK} \rightarrow 6 \text{ PK} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis dengan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* dapat ditentukan total beban pendinginan untuk ruang *lobby* gedung simulator yakni 48.691,5 Btu/hr.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis dan perhitungan beban pendingin menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Faktor internal beban pendingin ruangan bersumber dari kalor yang dihasilkan oleh penghuni, pencahayaan, peralatan yang digunakan di dalam ruangan. Hasil perhitungan beban pendingin internal adalah sebesar 2.090,09 Watt.
2. Faktor eksternal beban pendingin ruangan terjadi akibat penambahan panas di dalam ruangan yang dikondisikan karena sumber kalor dari luar ruangan yang masuk melalui selubung bangunan atau kerangka

bangunan dan dinding partisi. Hasil perhitungan beban pendingin eksternal adalah sebesar 11.500,45 Watt.

3. Beban pendingin total merupakan total jumlah beban eksternal dan internal dengan nilai maksimum yang digunakan untuk perancangan pemasangan alat pengkondisi udara. Total beban pendingin ruang *lobby* gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia yang diketahui dari metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)* adalah 13.590,54 Watt atau 47.467,63 Btu/hr ditambah dengan *safety factor* sebesar 5% sehingga menjadi 13.590,54 + (13.590,54 x 5%) = 14.270,07 Watt atau 48.691,5 Btu/h.

Adapun saran dari kesimpulan tersebut antara lain :

1. Penambahan alat pengkondisian udara agar kenyamanan di ruang *lobby* gedung simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.
2. Kapasitas pendinginan alat pengkondisi udara disesuaikan dengan hasil analisis beban pendingin.
3. Tipe alat pengkondisian udara yang akan dipilih disesuaikan dengan kebutuhan beban pendingin dan konstruksi bangunan gedung simulator STPI tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) *Fudamental Handbook (SI)*, New York, 1997.
2. Arismunandar, Wiranto dan Saito, Heizo, **Penyegaran Udara**, Jakarta : PT. Pradya Paramitha, 1995.
3. Badan Standar Nasional, **Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Pada Gedung**, (SNI) 03-6572-2001 Standar Nasional Indonesia, 2000.
4. McQuiston, F, C. Parker, J, D, **Heating Ventilating, and Air Conditiong Analysis and Design**, USA : John Wiley and Sons, Inc, 1982.