

PERENCANAAN PENGKONDISIAN UDARA PADA RUANG SHELTER TOWER TELKOMSEL DI SUNGAI AMBAWANG

Hendra

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak

Email: hendra.ubai@gmail.com

INTISARI

Dengan berkembangnya dunia teknologi komunikasi serta kebutuhan masyarakat akan teknologi tersebut sehingga manusia membutuhkan alat komunikasi yang dapat digunakan kapanpun dan dimanapun mereka berada, salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang ini adalah PT.TELKOMSEL, untuk menjaga sistem komunikasi ini tetap berjalan dengan baik maka salah satu faktor terpenting dalam sistem komunikasi ini adalah pada perangkat transmisinya maka dengan itu kondisi perangkat ini harus berada pada kondisi kerja yang baik terutama suhu pada perangkat ini dimana perangkat ini biasanya ditempatkan pada sebuah ruangan berbentuk kubus yang terletak disamping tower yang disebut shelter.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka hal ini menunjukkan bahwa sistem pengkondisian udara (AC) sangat dibutuhkan dalam rangka menjaga kondisi perangkat tetap bekerja dengan baik serta meningkatkan efisiensi kerja teknisi yang bekerja diruang tersebut. Didalam tesis ini penulis membahas tentang analisis beban pendingin pada ruang shelter tower telkomsel di sungai ambawang dengan hasil total beban pendingin keseluruhan (GTH): 53433,97 Btu/jam atau sama dengan 5,94 PK dan dibulatkan menjadi 6 PK dimana terdiri dari 2 unit AC split yang masing-masing berkapasitas 3 PK per AC yang dipasang pada dinding yang berhadapan yaitu pada dinding utara dan selatan.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan berkembangnya dunia teknologi komunikasi serta kebutuhan masyarakat akan teknologi tersebut sehingga manusia membutuhkan alat komunikasi yang dapat digunakan kapanpun dan dimanapun mereka berada. Salah satu sistem komunikasi yang merupakan andalan bagi terselenggaranya integrasi sistem telekomunikasi secara global adalah system komunikasi nirkabel (wireless) dimana propagasi gelombang elektromagnetik (microwave) sebagai media transmisinya. Semakin bertambahnya popularitas sistem nirkabel, pengembangan antena dan perangkat untuk sistem ini menjadi lebih penting.

Salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang ini adalah PT.TELKOMSEL, untuk menjaga sistem komunikasi ini tetap berjalan dengan baik maka salah satu faktor

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka hal ini menunjukkan bahwa sistem pengkondisian udara sangat dibutuhkan dalam rangka menjaga kondisi perangkat tetap bekerja dengan baik serta meningkatkan efisiensi kerja teknisi yang melakukan kegiatannya diruang shelter tersebut.

1.2. Permasalahan

Untuk menjaga kondisi perangkat dapat tetap bekerja dengan baik serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi kerja dari teknisi yang melakukan pekerjaan didalam ruang shelter tower Telkomsel di Sungai Ambawang, kondisi kerja yang nyaman sangatlah diperlukan. Untuk mendukung hal tersebut ternyata mesin pengkondisian udara sangat membantu untuk

dapat memberikan kondisi yang aman pada perangkat serta kenyamanan dan kesegaran seseorang dalam melakukan kegiatannya. Untuk memperoleh sistem pengkondisian udara yang baik perlu dilakukan perencanaan sistemnya agar dapat beroperasi secara efisien dan ekonomis.

Tetapi pada kenyataannya dilapangan suhu ruangan shelter berada lebih dari ambang batas suhu maksimal perangkat yaitu lebih dari 30°C, dimana selama ini AC yang terpasang diruangan ini hanya ada 1 buah AC split dengan kapasitas 1,5 PK sehingga AC yang ada tidak mampu untuk mengkondisikan suhu ruangan yang disyaratkan untuk perangkat diruang shelter, Karena tiap perangkat didalam shelter memiliki ambang batas atas dan bawah suhu operasi, sehingga suhu normal untuk ruang transmisi agar perangkat-perangkatnya terhindar dari bahaya konsleting adalah 15°C sampai 30°C. Sedangkan suhu ruangan perangkat yang diisyaratkan yaitu sebesar 22°C dengan kelembaban relative 50%±10%. (*ruang-transmisi STO Telkom, 2012*)

1.3. Pemecahan Masalah

Kegiatan yang paling penting dalam proses perencanaan pengkondisian udara adalah memahami seluruh informasi dan data tentang pengkondisian udara sehingga kita dapat menganalisis masalah serta memutuskan tindakan apa yang harus segera dilakukan untuk memecahkan masalah. Salah satunya adalah mengkondisikan perangkat yang ada di ruang shelter dimana kita ketahui perangkat ini dapat bekerja dengan baik pada suhu tertentu sehingga kita mengetahui temperature, kelembaban dan distribusi udara dalam ruangan yang dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diinginkan.

Untuk mendapatkan sistem pengkondisian udara yang efektif , efisien dan

ekonomis serta sesuai dengan suhu yang dibutuhkan perangkat, maka diperlukan analisis kalor yang terjadi didalam maupun diluar ruangan sehingga nantinya akan didapat kesimpulan berapa kapasitas (daya) mesin penyejara udara yang diperlukan serta berapa unit kebutuhan AC yang diperlukan untuk ruangan shelter tersebut.

1.4. Batasan Masalah

Dalam perencanaan pengkondisian udara yang dimaksud, ruang lingkup pembahasan akan dibatasi pada :

1. Beban kalor sensible (Hs)

Kalor dari luar ruangan yang masuk melalui pintu, dinding, atap serta ventilasi dan infiltrasi.

2. Beban kalor laten (Hl)

Beban yang bersumber dari dalam ruangan itu sendiri, misalnya: jumlah orang, peralatan elektronik dan listrik.

3. Beban kalor alat penyejara udara itu sendiri.

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

1.5. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini terbagi atas dua, yaitu :

1.5.1 Tujuan Umum

- Sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana (S1) di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Untuk mengaplikasikan dari ilmu yang sudah didapat dari bangku kuliah serta mengaktulisasikannya menjadi sebuah kenyataan dilapangan.

1.5.2 Tujuan Khusus

- Untuk dapat menentukan jenis peralatan atau perlengkapan yang sesuai digunakan pada ruangan Shelter Tower Telkomsel di Sungai Ambawang.
- Untuk menjaga kondisi perangkat yang ada didalam ruang Shelter Tower Telkomsel di Sungai Ambawang agar dapat bekerja dengan baik.
- Untuk meningkatkan efektifitas dan kenyamanan para pekerja pada saat melakukan kegiatannya diruangan tersebut.

1.6. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1.6.1. Manfaat Bagi Pribadi

- Dapat menerapkan ilmu secara nyata dilapangan.
- Bisa mengetahui lebih jauh tentang proses serta langkah-langkah pengkondisian udara.
- Sedikit banyaknya dapat mengetahui untuk perencanaan pengkondisian udara pada sebuah ruang shelter tower Telkomsel.

1.6.2. Manfaat Bagi Masyarakat

- Memperoleh data-data dan karakteristik pada ruang shelter tower Telkomsel
- Memperoleh informasi tentang penggunaan equipmen yang sesuai digunakan pada ruang shelter telkomsel.
- Memberikan informasi dan masukan kepada pembaca dan penulis sebagai pengetahuan dan perkembangan terhadap teknologi pengkondisian udara.

1.7. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah:

- a. Melaksanakan pengumpulan data dan observasi di lapangan.
- b. Melakukan perencanaan dan desain day.
- c. Studi literature sebagai pengembangan dan pengetahuan untuk mendukung hasil penelitian dan pengujian.
- d. Menyusun data-data dari hasil penelitian.
- e. Menyusun laporan dalam bentuk tulisan ilmiah.

1.8. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I : PENDAHULUAN

Yang berisi : Latar Belakang, Permasalahan, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, Metode Penulisan dan Sistematika Penulisan

BAB II : LANDASAN TEORI

Yang berisi : tinjauan pustaka, defenisi dari pengkondisian udara, proses pengkondisian udara, sistem

pengkondisian udara, pengertian tentang design day, serta pengertian tentang beban pendingin

BAB III : METODE PENELITIAN

Yang berisi : Persiapan data perencanaan seperti data-data umum, data ruangan, konstruksi dan konduktivitas struktur bangunan serta pengambilan data dari hasil penelitian

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Yang berisi : analisa data-data yang didapat dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisa yang telah dilakukan serta perlengkapan dan peralatan pendukung pada pengkondisian udara

BAB V : PENUTUP

Yang berisi : Kesimpulan dan Saran yang dapat diambil dari teori-teori yang ada dan dari hasil perhitungan

II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Seperti yang kita ketahui bahwa teknik refrigerasi telah lama dikenal dan berkembang dengan pesat, dan orang pertama yang memperkenalkan teknik refrigerasi adalah St. Pierre pada tahun 1806, dengan menggunakan es alam untuk proses pengawetan. Pada tahun 1834 British patent menerbitkan patent pertama dalam bidang mesin refrigerasi oleh Jacob Perkins. Sedangkan teknik pengkondisian udara modern dikembangkan oleh SW.Cramer pada tahun 1907, dalam tulisannya yang berjudul "Pengaturan Kelembaban Udara Untuk Pabrik Tekstil".

Teknik pengkondisian udara tidak hanya berfungsi mengatur pendinginan dan

kelembaban, tetapi lebih dari pada itu refrigerasi dan pengkondisian udara yang baik (*comfort air conditioning*) adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu pendinginan, kelembaban, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi yang diinginkan.

Kenyamanan adalah alasan utama dari pengkondisian udara dalam suatu gedung atau ruang yang digunakan sehingga manusia dapat bekerja secara optimal dan baik serta dapat menjaga kondisi perangkat yang ada didalam ruangan tersebut.

Sistem pengkondisian udara ini juga telah banyak dibahas dan diangkat pada studi kajian ilmiah serta jurnal-jurnal tugas akhir salah satunya adalah tugas akhir dari Madi Margoyungan, 2008 dari Universitas Sumatera Utara Medan dengan judul "Perencanaan Unit Mesin Pendingin Untuk Kebutuhan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Kantor ADPEL di Medan" maka dari hasil perencanaan tersebut didapat total beban pendingin sebesar 1842942 Btu/hr (542 kW), refrigeran yang digunakan adalah *R-134a* direncanakan 3 buah mesin pendingin dengan daya kipas 5 HP dan daya pompa 2,1 HP (5,1 kW)

2.2 Definisi Dari Pengkondisian Udara

Pengkondisian udara adalah suatu proses pengkondisian udara sehingga di dapat temperatur, kelembaban, dan kebersihan yang sesuai dengan persyaratan kondisi udara untuk melakukan suatu aktifitas atau proses dalam suatu ruangan.

Sistem pengkondisian udara dibagi menjadi dua (2) golongan yaitu :

1. Pengkondisian udara untuk kenyamanan.

Yang dimaksud dengan pengkondisian udara untuk kenyamanan adalah:

mengkondisikan udara dari ruangan untuk memberikan kenyamanan bagi orang atau occupant yang melakukan aktifitas tertentu.

2. Pengkondisian udara untuk industri.

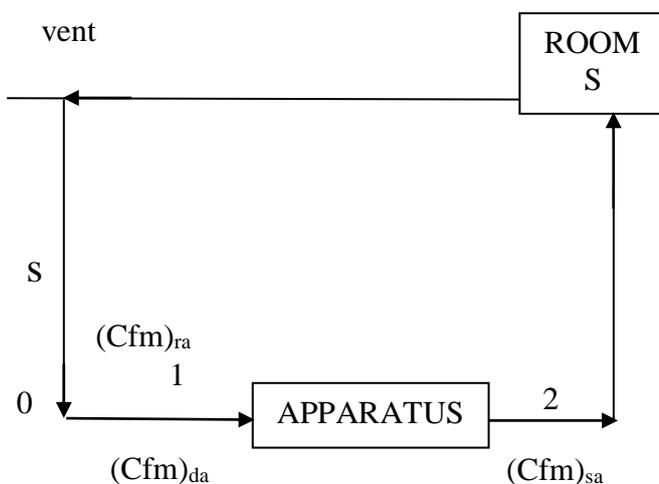
Yang dimaksud dengan pengkondisian udara untuk industry adalah: mengkondisikan udara dari ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan, peralatan produksi atau barang-barang yang ada dalam ruangan tersebut

Untuk melakukan fungsi tersebut equipment harus diinstalasi dan dikontrol sepanjang tahun. Kapasitas dari equipment di hitung pada beban pendinginan puncak sesaat.

Sedangkan jenis alat kontrolnya dapat ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi tertentu pada saat beban puncak dan pada saat beban persial.

2.3 Proses Pengkondisian Udara

Proses pengkondisian udara secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Proses Pengkondisian Udara

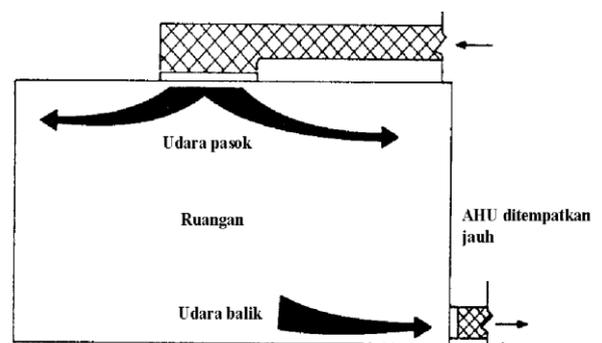
Keterangan gambar:

Udara luar sebanyak cfm_{oa} Pada kondisi 0 dicampur dengan return air sebanyak cfm_{ra} pada kondisi s yang berasal dari ruang s dan memasuki apparatus sebanyak cfm_{da} yaitu jumlah dari cfm_{oa} dan cfm_{ra} udara mengalir melewati kondisi apparatus dan disuplai keruangan s sebanyak cfm_{vsa} , Dalam hal ini cfm_{vsa} sama dengan cfm_{da} . Udara yang disuplai keruangan bergerak sepanjang garis yang melalui 2 – s saat memindahkan beban pendinginan, dan siklus dapat di ulangi lagi.

2.4 Sistem-sistem Pengkondisian Udara

2.4.1 Sistem Udara Penuh

Pada sistem udara penuh ini campuran udara luar dan udara ruangan didinginkan dan dikurangi kadar uap airnya, kemudian dialirkan kembali kedalam ruangan melalui saluran udara. Dalam keadaan dimana beban kalor dari beberapa ruangan yang akan dilayani berbeda, tidak mungkin mempertahankan udara ruangan pada suatu temperature tertentu. Masalah tersebut dapat dipecahkan dengan melayani ruangan dengan kondisi yang sama oleh satu alat pengkondisian udara.



Gambar.2.2. Sistem Udara Penuh

(SNI 03-6572-2001)

2.4.2 Sistem Air Udara

Sistem air udara ini 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 disalah satu ruangan beban yang harus diatasi cukup besar, maka pada ruangan tersebut dipasang unit koil kipas udara.

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.

2.4.4 Sistem Pengkondisian Udara Tunggal

Sistem ini terdiri dari kipas udara, koil udara pendingin dan mesin refrigerasi yang berada dalam suatu kotak. Ada tiga sistem pengkondisian udara tunggal yaitu :

- Sebuah pengkondisian udara untuk setiap ruangan.
- Beberapa pengkondisian udara untuk satu ruangan.
 - Sebuah pengkondisian udara melayani beberapa ruangan.

Dengan menggunakan saluran tunggal. Sistem pengkondisian udara tunggal umumnya digunakan untuk rumah, gudang dan gedung-gedung yang tidak memerlukan pengaturan temperatur dan kelembaban udara.

2.5 Design Day

Beban panas yang timbul pada suatu ruangan secara umum dibedakan menjadi beban panas yang berasal dari luar ruangan dan beban panas yang berasal dari dalam ruangan itu sendiri.

Untuk menentukan beban panas maksimum yang masuk ke bangunan langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan design day. Design day adalah : suatu keadaan dimana beban panas yang masuk ke bangunan adalah maksimum. Penentuan design day dalam perencanaan pengkondisian udara adalah hal yang sangat penting, karena pada kondisi tersebutlah perhitungan beban pendinginan dapat dipergunakan untuk menentukan kapasitas dari peralatan yang akan dipakai.

2.6 Cara – Cara Perpindahan Panas

Menurut hukum termodinamika ke II bahwa perpindahan panas akan terjadi dari temperature yang lebih tinggi ke temperature yang lebih rendah. Perpindahan panas ini akan terjadi dengan cara :

1. Konduksi (hantaran)
2. Konveksi (aliran)
3. Radiasi (pancaran)

2.6.1 Konduksi

Konduksi digambarkan sebagai perpindahan panas diantara molekul – molekul dari suatu benda, atau antara benda yang saling bersinggungan. Jika perpindahan panas ini terjadi hanya dalam satu benda maka hal itu hanya akan terjadi selama belum dicapai keseimbangan dalam temperatur.

2.6.2 Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas melalui media gas atau cairan (Liquid) sebagai contoh udara dalam lemari es dan air yang dipanaskan didalam cerek.

2.6.3 Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas melalui sinar atau gelombang suara. Cahaya matahari sampai ke bumi melalui gelombang sinarnya tanpa melalui perantara atau lainnya.

2.7 Beban Pendinginan

Perhitungan beban pendinginan pada dasarnya adalah bertujuan untuk menentukan besarnya kapasitas equipment yang akan di instalasi. Beban pendinginan diukur dalam satuan Btu/hr atau ton refrigerant.

Ada beberapa istilah dalam perhitungan beban pendinginan seperti berikut ini :

a. Heat Gain (Beban Panas)

Heat gain didefinisikan sebagai banyaknya panas yang masuk atau yang timbul dalam suatu ruangan yang akan dikondisikan. Beban panas ini berasal dari pancaran radiasi sinar matahari, lampu, orang, perpindahan panas transmisi

melalui dinding, atap dan ditambah dengan adanya infiltrasi serta peralatan lain yang terdapat pada ruangan yang berfungsi sebagai penyumbang panas.

b. Cooling Load

Cooling load didefinisikan sebagai banyaknya panas yang harus dikeluarkan dari dalam ruangan untuk mempertahankan kondisi udara dalam ruangan pada harga tertentu.

Cooling load sesaat tidak sama dengan beban panas, hal ini disebabkan karena panas radiasi yang tembul diserap oleh permukaan material yang melingkupi ruangan (dinding, lantai, langit – langit). Setelah beberapa saat material tersebut akan lebih panas dari udara dalam ruangan sehingga akan terjadi perpindahan panas konveksi dari permukaan material ke udara dalam ruangan, panas inilah yang menjadi Cooling load.

Dalam perhitungan beban pendinginan dapat diklasifikasikan seperti berikut ini :

2.7.1 Beban Panas Konduksi

Beban panas konduksi adalah jumlah panas yang merambat akibat adanya perbedaan temperature ruangan yang didinginkan dengan sekelilingnya, beban panas ini biasanya terjadi melalui dinding permukaan ruangan pendingin. Besarnya beban panas konduksi dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_k = U \times A \times \Delta t$$

(Btu/hr).....(Lit.5. Hal 6.26)

Dimana :

Q_k = Jumlah beban panas konduksi (Btu/hr)

U = Koefisien perpindahan panas (Btu/hr.ft²)

A = Luas dinding (ft²)

Δt = Perbedaan panas antara kedua sisi dinding (Btu/hr.ft²)

Jumlah beban panas ini sangat tergantung pada konstruksi ruangan pendingin yang direncanakan.

2.7.2 Beban Panas Infiltrasi

Beban panas infiltrasi terjadi akibat udara yang menyusup masuk kedalam ruangan pendinginan melalui pintu dan sejenisnya, beban panas infiltrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_s = 1,08 \times Cfm \times (t_o - t_{rm}) \text{ Btu/hr} \dots\dots\dots(\text{Lit.2. Hal 64})$$

Dimana :

t_o = Temperatur udara luar ruangan °F

t_{rm} = Temperatur udara dalam ruangan °F

$$Q_L = 0,68 \times Cfm \times (W_d - W_{rm}) \text{ Btu/hr} \dots\dots\dots(\text{Lit.2. Hal 64})$$

Dimana :

W_d = Kandungan uap air udara luar °F gram/lb dry air.

W_{rm} = Kandungan uap air udara dalam ruangan °F gram/lb dry air.

2.7.3 Beban Panas Dari Luar Ruangan

Beban panas yang berasal dari luar ruangan adalah beban panas yang sumber panasnya berasal dari luar ruangan itu sendiri, beban panas ini terdiri dari beberapa komponen antara lain :

2.7.3.1 Beban Panas Karena Radiasi Matahari Melalui Dinding

Beberapa beban panas karena radiasi dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_w = U \cdot A \cdot \Delta t \text{ (Btu/hr)}$$

.....(Lit.5. Hal 6.32)

Dimana :

Q_w = Beban panas akibat radiasi matahari melalui dinding (Btu/hr)

U = Koefisien perpindahan panas total melalui dinding (Btu/hr.sq.ft)

A = Luas dinding (sq.ft)

Δt = Equivalen temperature differen yang mana perbedaan temperature yang menghasilkan total panas yang menembus dinding luar yang disebabkan oleh banyaknya radiasi sinar matahari dan temperature luar. Besarnya beban panas untuk atap dan pintu dapat dicari dengan persamaan seperti diatas.

2.7.4 Beban Panas Yang Berasal Dari Dalam Ruangan

Beban panas yang berasal dari dalam ruangan adalah beban panas yang sumber panasnya berasal dari dalam ruangan itu sendiri, beban panas ini terdiri dari beberapa komponen antara lain :

2.7.4.1 Beban Panas Yang Berasal Dari Manusia

Untuk menentukan beban panas yang berasal dari manusia maka terlebih dahulu harus ditentukan jumlah manusia yang ada pada suatu ruangan yang dikondisikan pada jam perencanaan. Besarnya beban panas sensible dan beban panas laten yang dilepas oleh manusia tergantung dari jenis aktifitas yang dilakukan serta suhu ruangan yang dikondisikan.

2.7.4.2 Beban Panas Yang Berasal Dari Peralatan Listrik

Jumlah perolehan kalor dari dalam ruangan yang disebabkan oleh peralatan listrik seperti penerangan dan perangkat lainnya tergantung pada daya/wattase lampu – lampu dan jenis lampu. Bila digunakan lampu pelepas harus electron (fluorescent) energy yang dipancarkan oleh balas harus dihitung juga, dimasukkan sebagai beban internal. Besarnya panas yang berasal dari lampu dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$q = \text{Total light, watt} \times 1,25 \times 3,4$$

.....(Lit.2. Hal 67)

q = Perolehan kalor dari lampu (Btu/hr)

= Faktor pengguna atau fraksi penggunaan lampu yang terpasang

= Faktor balast untuk lampu – lampu fluorescent = 1,2 untuk fluorescent biasa.

2.7.4.3 Beban Panas Produk

Beban panas yang terjadi akibat proses panas yang berlangsung dalam ruangan panas merupakan beban panas yang secara langsung mempengaruhi temperature ruagan yang didinginkan. Rumus umum yang digunakan untuk menghitung beban panas ini adalah :

$$Q_p = m \cdot C \cdot (t_1 - t_2) \text{ (Btu/hr)}$$

.....(Lit.2. Hal 67)

Dimana:

Q_p = Beban panas dari produk (Btu/hr)

m = Berat produk (lb)

c = Panas jenis produk (Btu/lb °F)

t1 =Temperatur produk pada saat dimasukkan kedalam ruangan pendinginan, °F

t2 = Temperatur akhir produk

III. METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan perencanaan sistem pengkondisian udara dalam suatu bangunan, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data-data. Data-data ini meliputi semua aspek fisik, fasilitas dan bangunan ruangan yang akan dikondisikan.

3.1. Data-Data Umum

- Obyek : Ruang Shelter Tower
Telkomsel
- Lokasi : Jl.Trans Kalimantan
kec.Sungai Ambawang
- Arah bangunan : Timur Laut
- Letak Geografis : 109⁰ 24'49.2" Bujur
Timur
00⁰ 02'20.8" Lintang
Selatan

Kondisi bangunan dengan rincian sebagai berikut :

- Kondisi disekeliling tower ini adalah hutan dan semak tidak ada bangunan yang lebih tinggi, sehingga sinar mata hari akan langsung mengenai bangunan.
- Posisi ruang shelter ini berada disamping bangunan tower, sehingga sinar mata hari langsung mengenai ruangan shelter.

3.2. Data-Data Ruangan

Adapun ruangan yang direncanakan untuk dikondisikan adalah ruangan kamar Shelter, yang berada disamping bangunan tower yang berbentuk kubus. Disini ruangan shelter yang ada hanya satu ruangan saja dengan dinding dan atap menggunakan bahan yang sama. Adapun dimensi ruangan shelter adalah sebagai berikut :

Panjang = 8 m

Lebar = 8 m

Tinggi = 3,10 m

a. Luas Ruangan = Panjang x Lebar

$$= 8 \text{ m} \times 8 \text{ m}$$

$$= 64 \text{ m}^2$$

b. Volume Ruangan = Panjang x Lebar
x tinggi = m x 8 m x 3,1 m

$$= 198,4 \text{ m}^3$$

c. Pintu

➤ Panjang = 210 cm

➤ Lebar = 80 cm

➤ Luas = 210 cm x 90 cm

$$= 16800 \text{ cm}^2$$

$$= 1,68 \text{ m}^2$$

Tabel 3.2.1 Luas Pintu serta Bahan yang Digunakan

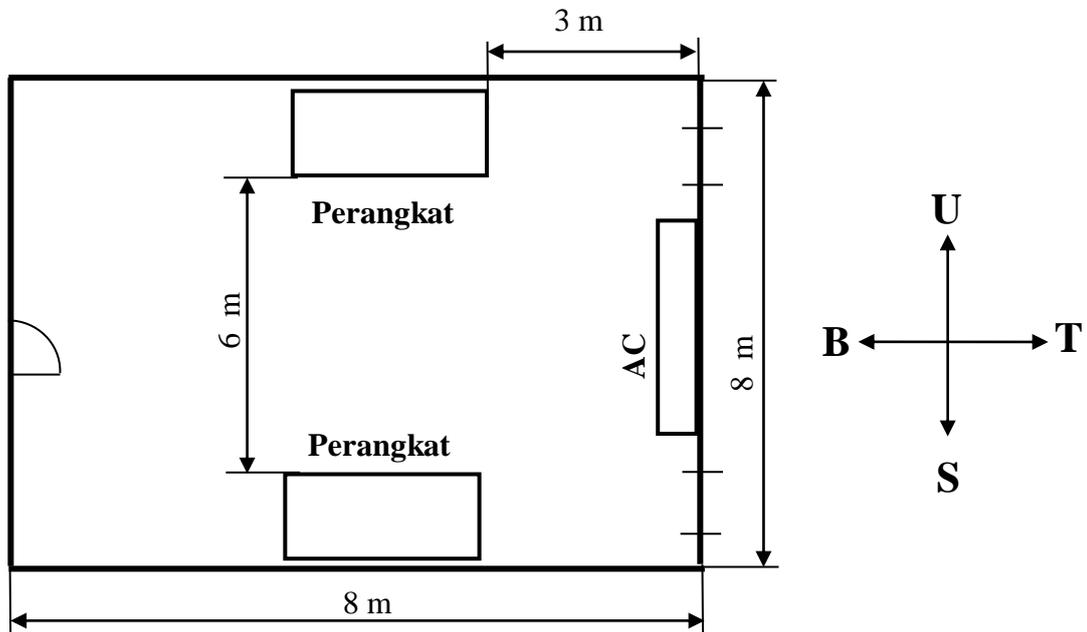
Komponen	Bahan	Luas (m ²)	Jumlah	Luas total (m ²)
Pintu Barat	Kayu	1,68	1	1,68

d. Luas dinding bahan bangunan

Luas dinding beton yang diperhitungkan ialah luasan yang berhubungan dengan permukaan udara luas. Luas masing-masing dinding tersebut akan dimasukkan pada tabel sbb :

Tabel 3.2.2 Luas Dinding Beton

Komponen dinding	Luas total (m ²)	Luas Pintu (m ²)	Luas Dinding
Timur	24,8	-	24,80
Barat	24,8	1,68	23,12
Utara	24,8	-	24,80
Selatan	24,8	-	24,80
Luas Total			97,52
Luas langit-langit			64



Gambar. 3.2.1 Denah ruang shelter serta posisi perangkat dan AC

Tabel 3.2.3 Bahan Bangunan dan Tahanan Kondiktivitas Kalor (r)

Komponen Bangunan	Bahan	Tebal (m)	Tahanan Konduktivitas Kalor (r) (m.jam °C/kkal)
Lantai	Beton	0,15	0,714
	Plester	0	1,9
	Marmer	0,01	0,741
	Permukaan lantai	5	0,125
		0,01	
		5	
		-	

Atap	Permukaan luar	-	0,05
	Beton	0,150	0,714
	Permukaan dalam	-	0,125
Dinding	Permukaan luar	-	0,05
	Plester semen	0,015	1,9
	Batu bata	0,210	-
	Plester semen dalam	0,015	1,9
	Permukaan dalam	-	0,125
Pintu	Kayu	0,040	7,35

Tahanan konduksi kalor adalah hasil antara tahanan konduktivitas kalor (r) dan ketebalan bahan (b)

$$R = r \times b \dots\dots\dots(\text{Lit.1.Hal 48})$$

Dimana : R = tahanan konduksi kalor (m²jam °C/kkal)

r = tahanan konduktivitas kalor (m jam °C/kkal)

b = ketebalan bahan bangunan (m)

perhitungan perpindahan kalor (R) untuk beton

$$R_{\text{beton}} = 0,714 \text{ m} \cdot \text{jam} \text{ } ^\circ\text{C/kkal} \times 0,15 \text{ m}$$

$$= 0,1071 \text{ m}^2 \text{ jam} \text{ } ^\circ\text{C/kkal}$$

Dengan cara yang sama semua hasil perhitungan tahanan perpindahan kalor (R) untuk bahan bangunan yang lain di masukan ke dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3.2.4 Tahanan Peprindahan

Kalor (R)

Komponen Bangunan	Bahan	Tebal (m)	Tahanan Konduktifitas kalor (R) (m ² .jam °C/kkal)
Lantai	Beton	0,150	0,1071
	Plester semen	0,015	0,0285
	Marmar	0,015	0,011115
	Permukaan lantai	-	0,125
Atap	Permukaan luar	-	0,05
	Beton	0,150	0,1071
	Permukaan dalam	-	0,125
Dinding	Permukaan luar	-	0,05
	Plester semen	0,015	0,0285
	Batu bata	0,210	0,4
	Plester semen dalam	0,015	0,0285
	Permukaan dalam	-	0,125
Pintu	Permukaan luar	-	0,05
	Kayu	0,040	0,294

	Permukaan dalam	-	0,125
--	-----------------	---	-------

Koefisien perpindahan kalor (K) dapat dinyatakan sebagai laju perpindahan kalor setiap jam (kkal/jam) per m² luas dinding, apabila perbedaan temperatur dalam dan luar dinding dapat dipertahankan seharga 1 °C untuk jangka waktu yang cukup lama, sesuai dengan kapasitas kalor dari dinding tahanan perpindahan kalor (R_T) dari dinding dapat dihitung dengan menjumlahkan tahanan perpindahan kalor dari sisi yang satu dan sisi yang lain dari dinding tersebut.

Maka untuk mendapatkan harga tahanan perpindahan perpindahan kalor total (R_T) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$R_T = R_{si} + R_l + R_n + R_{so} \dots \dots \dots (\text{Lit1. Hal 46})$$

Dimana : R_T = Tahanan peprindahan kalor (m². Jam °C/kkal)

R_{si} = Tahanan peprindahan kalor dari lapisan permukaan

Dalam dinding = 0,125 m² jam °C/kkal

R_{so} = Tahanan peprindahan kalor dari lapisan permukaan luar dinding = 0,05m² jam °C/kkal

R_n = Tahanan peprindahan kalor dari setiap bahan bangunan (m² jam °C/kkal)

perhitungan tahanan perpindahan kalor total (R_T) untuk lantai : R_T = 0,125 + 0,1071 + 0,0285 + 0,011115 = 0,271715 m² jam °C/kkal

Dengan cara yang sama semua hasil perhitungan tahanan peprindahan kalor (R_T) untuk bahan bangunan yang lain di masukan ke dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.2.5 Tahanan Perpindahan

kalor Total (R_T)

Komponen Bangunan	Tahanan Perpindahan kalor Total (R _T) (m ² jam °C/kkal)
Lantai	0,271715
Atap	0,2821
Dinding	0,6315
Pintu	0,469

Dengan demikian koefisien perpindahan kalor (K) dari bahan bangunan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$K = \frac{1}{R_r} \dots \dots \dots (\text{Lit.1.Hal 46})$$

Dimana : K = Koefisien perpindahan kalor (kcal/jam m² °C)
 R_r = tahanan perpindahan kalor (m².jam °C/kcal)

Perhitungan koefisien perpindahan kalor (K) untuk Lantai :

$$K = \frac{1}{R_{r_lantai}} = \frac{1}{0,271715} = 3,680 \text{ kkal/jam m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dengan cara yang sama semua hasil perhitungan koefisien perpindahan kaor (K) untuk bahan bangunan yang lain dimasukkan kedalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.2.6 Koefisien Perpindahan Kalor (K)

Komponen Bangunan	Koefisien Perpindahan Kalor (K) kkal/jam m ² °C
Lantai	3,68
Atap	3,55
Dinding	1,58
Pintu	2,13

3.3 Kondisi Udara di Luar Ruangan

Data kondisi udara luar pada perencanaan ini didapat dari Stasiun Klimatologi Siantan Pontianak. Kondisi rancangan diambil pada tanggal 1 sampai dengan 31 Agustus 2014 adalah sebagai berikut :

- Temperatur udara maksimum = 34,6 °C
- Temperatur udara minimum = 23,9 °C
- Perubahan temperatur harian = t_{maksimum} - t_{minimum} °C

- Kelembaban udara = 72 %

Temperatur udara luar sebagai perencanaan (rancangan) diambil sebagai berikut :

- t_{o rancangan} °C = 34,6
- Δt °C = 10,7

Temperatur udara luar pada saat tertentu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t_o = t_{rancangan} - \frac{\Delta t}{2} + \frac{\Delta t}{2} \cos 15(\tau - \gamma)$$

.....(Lit.1.Hal 34)

dimana :

- t_o = temperatur udara luar untuk rancangan = 34,6 °C
- Δt = perubahan temperatur harian = 10,7 °C
- 15 = perubahan sudut waktu = 360° /24 jam
- τ = waktu penyinaran matahari, jam 12 siang adalah 0 dan pagi hari negatif dan siang hari positif, besarnya dinyatakan sampai satu angka desimal
- γ = saat terjadi temperatur maksimum (2 diambil)

Perhitungan temperatur udara luar sesaat pada jam 6 pagi adalah :

$$t_o = 34,6 \text{ } ^\circ\text{C} - \frac{10,7^\circ\text{C}}{2} + \frac{10,7^\circ\text{C}}{2} \cos[15(-6 - 2)] = (34,6 \text{ } ^\circ\text{C} - 5,35 \text{ } ^\circ\text{C}) + 5,35 \text{ } ^\circ\text{C} \cos[15(-8)] = 29,25 \text{ } ^\circ\text{C} + 5,35 \text{ } ^\circ\text{C} \cos (-120) = 29,25 \text{ } ^\circ\text{C} + [5,35 \text{ } ^\circ\text{C} (-0,5)] = 29,25 \text{ } ^\circ\text{C} - 2,67 \text{ } ^\circ\text{C} = 26,58 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dengan cara yang sama semua hasil perhitungan temperatur udara luar sesaat di masukkan ke dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3.3.1 Temperatur Udara Luar

Sesaat dan Radiasi Matahari Total

Pukul	Temp eratur udara luar sesaat (to) (°C)	Radiasi matahari total (kkal/m ² jam)				
		U	T	S	B	N
06.00	26,58	0	0	0	0	0
07.00	27,37	37	194	37	37	161
08.00	28,55	54	417	54	54	419
09.00	30,32	61	461	61	61	565
10.00	31,39	65	388	65	65	645
11.00	32,85	67	244	67	67	685
12.00	33,75	67	67	67	67	698
13.00	34,30	67	67	67	244	685
14.00	35,15	65	65	65	388	645
15.00	34,30	61	61	61	461	565
16.00	33,75	54	54	54	417	419
17.00	32,85	37	37	37	191	161
18.00	31,39	0	0	0	0	0

Radiasi total diambil dari tabel 3.5.1.b.....(Lit.1. Hal 36)

Dalam perhitungan hanya dipergunakan harga pada waktu dalam ruangan terjadi beban maksimum. Dalam hal ini biasanya dipakai harga tersebut dibawah ini :

- Bagian Timur : 9 sampai 11
- Bagian Barat : 15 sampai 18
- Bagian Utara dan Selatan : 12 sampai 14

Dinding bagian Barat dan Selatan tidak mengalami radiasi matahari langsung diakibatkan dinding Barat dan Selatan tertutupi oleh dinding ruangan lain, dan untuk mencari Beban Transmisi dinding Barat dan Selatan hanya menggunakan Δt atau selisih temperatur diluar dan didalam ruang yang direncanakan.

Dengan demikian $T_{e \text{ matahari}}$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$T_{e \text{ matahari}} = \varepsilon \times R_{so} \times J \dots\dots (\text{Lit.1. Hal 58})$$

Dimana :

$$\varepsilon = 0,5 \dots\dots\dots(\text{Lit.1. tabel 3.14 Hal 58})$$

$$R_{so} = 0,05 \text{ kkal/m}^2 \text{ jam}^\circ\text{C}$$

.....(Lit.1. tabel 3.10 Hal 48)

J = radiasi matahari total ..(Bab III tabel 3.3.1)

IV. HASIL PERHITUNGAN

4.1 Hasil Perhitungan

Dari keseluruhan perhitungan baik beban kalor sensibel maupun beban kalor laten dapat dilihat pada tabel – tabel dibawah ini :

Tabel 4.1.1 Hasil Perhitungan Beban Kalor

Beban Kalor Ruangan	kkal/jam
A. Beban Kalor Sensibel Ruangan	
- Beban transmisi kalor melalui pintu	45,08
- Beban transmisi kalor melalui atap	2862,72
- Beban transmisi kalor melalui lantai	2967,55
- Beban transmisi kalor melalui dinding ruangan	2152,64
- Beban transmisi kalor akibat infiltrasi	630,67
- Beban kalor sensibel manusia	986,7
- Beban kalor sensibel penerangan lampu	0,82
- Beban kalor sensibel peralatan elektronik	12,44
- Bban kalor sensibel ruangan total	9658,62
- Faktor keamanan kalor sensibel	482,93
- RSH (Room Sensible Head)	10141,55
- ERSH (Effective Room Sensible Head)	10772,22
B. Beban Kalor Laten Ruangan	
- Kalor laten manusia	552,552
- Faktor keamanan kalor laten	27,63

- Kalor udara yang kontak dengan bidang evaporator	560,69
- RLH (Room Laten Head) dan ERLH (Effective Room Laten Head)	580,182
C. Beban Kalor Total	
- ERTH (Effective Room Total Head)	11352,40
- GTH (Grand Total Head)	11706,89

4.2 Analisa Hasil Perhitungan

Ruangan yang akan dikondisikan udaranya adalah Ruang Shelter tower Telkomsel. Dengan ukuran 8m x 8m x 3,1m atau dengan ukuran volume 198,4 m³ dengan spesifikasi ruangan sebagai berikut:

Tabel 4.2.1 Luas Pintu dan Jendela Serta Bahan yang Digunakan

Komponen	Bahan	Luas (m ²)	Jumlah	Luas total (m ²)
Pintu Barat	Kayu	1,68	1	1,68

Tabel 4.2.2 Luas Dinding Beton

Komponen Dinding	Luas Total (m ²)	Luas Pintu (m ²)	Luas Dinding (m ²)
Timur	24,8	-	21,92
Barat	24,8	1,68	23,12
Utara	24,8	-	21,92
Selatan	24,8	-	24,80
Luas Total			91,76
Luas Langit-langit			64

Tabel 4.2.3 Tahanan Perpindahan Kalor (R)

Komponen Bangunan	Bahan	Tebal (m)	Tahanan Konduktifitas Kalor (R) (m ² .jam °C/kkal)
Lantai	Beton	0,150	0,1071
	Plester semen	0,015	0,0285
	Marmer	0,015	0,011115
	Permukaan lantai	-	0,125
Atap	Permukaan luar	-	0,05
	Beton	0,150	0,1071
	Permukaan dalam	-	0,125
Dinding	Permukaan luar	-	0,05
	Plester semen	0,015	0,0285
	Batu bata	0,210	0,4
	Plester semen dalam	0,015	0,0285
	Permukaan dalam	-	0,125
Pintu	Permukaan luar	-	0,05
	Kayu	0,040	0,294
	Permukaan dalam	-	0,125

Tabel 4.2.4 Hasil Tahanan Perpindahan Kalor Total (R_T)

Komponen Bangunan	Tahanan Perpindahan Kalor Total (R _T) (m ² .jam °C/kkal)
Lantai	0,271715
Atap	0,2821
Dinding	0,6315
Pintu	0,469

Tabel 4.2.5 Hasil Koefisien Perpindahan Kalor (K)

Komponen Bangunan	Koefisien Perpindahan Kalor (K) (kkal/jam m ² °C)
Lantai	3,68
Atap	3,55
Dinding	1,58

Pintu	2,13
-------	------

NO	Dinding	SAT maksimum
1	Timur	41,84 °C
2	Utara	36,77 °C

4.3 Kondisi Udara Luar

Sebagai acuan perencanaan data cuaca diambil di stasiun Klimatologi Siantan Pontianak. Berdasarkan keadaan cuaca dari tanggal 1 sampai dengan 31 Mei 2010 adalah sebagai berikut :

- Temperatur udara maksimum = 34,6 °C
- Temperaur udara minimum = 23,9 °C
- Perubahan temperatur harian = 10,7 °C
- Kelembaban = 72 %

Tabel 4.3.1 Temperatur Udara Luar Sesaat dan Radiasi Matahari Total

Pukul	Temperatur Udara Luar Sesaat (t _o) (°C)	Radiasi Matahari Total (kkal/m ² jam)				
		U	T	S	B	N
06.00	26,58	0	0	0	0	0
07.00	27,37	37	194	37	37	161
08.00	28,88	54	417	54	54	419
09.00	30,32	61	461	61	61	565
10.00	31,39	65	388	65	65	645
11.00	32,85	67	244	67	67	685
12.00	33,75	67	67	67	67	698
13.00	34,30	67	67	67	244	685
14.00	35,15	65	65	65	388	645
15.00	34,30	61	61	61	461	565
16.00	33,75	54	54	54	417	419
17.00	32,85	37	37	37	191	161
18.00	31,39	0	0	0	0	0

Dari data hasil perhitungan yang didapat bahwa temperatur udara luar sesaat yang tertinggi adalah pada pukul 14.00 yaitu mencapai 35,15 °C. Karena pada saat itu waktu penyinaran matahari mencapai temperatur udara maksimum.

Tabel 4.3.2 Hasil Harga SAT Maksimal Masing-masing

Tabel 4.3.3 Hasil Perhitungan Beban Kalor

Sensibel

Q _s pintu total (Beban tranmisi kalor melalui pintu)	45,08 kkal/jam
Q _s atap (Beban tranmisi kalor melalui atap)	2862,72 kkal/jam
Q _s lantai (Beban tranmisi kalor melalui lantai)	2967,55 kkal/jam
Q _s dinding total (Beban tranmisi kalor melalui dinding)	2152,64 kkal/jam
Q _s infiltrasi (Beban tranmisi kalor akibat infiltrasi)	630,67 kkal/jam
Q _s manusia (Beban tranmisi kalor melalui manusia)	986,7 kkal/jam
Q _s lampu (Beban tranmisi kalor melalui lampu)	0,82 kkal/jam
Q _s elektronik (Beban tranmisi kalor melalui elektronik)	12,44 kkal/jam
Q _s total (Beban kalor sensibel total)	9658,62 kkal/jam
Q _s faktor keamanan	482,93 kkal/jam
RSH (Room Sensible Heat)	10141,55 kkal/jam
ERSH = TSH (Effective Room Sensible Heat)	10772,22 kkal/jam

Tabel 4.3.4 Hasil Perhitungan Beban Kalor

Laten

Q _L manusia	552,552 kkal/jam
Q _L faktor keamanan	27,63 kkal/jam
RLH = ERLH	580,182 kkal/jam

Tabel 4.3.5 Hasil Perhitungan Beban Kalor

Total

ERSH (Efektive Room Sensible Heart)	10772,22 kkal/jam
ERLH (Efektive Room Laten Heart)	580,182 kkal/jam
ERTH (Efektive Room Total Heart)	11352,40 kkal/jam

Tabel 4.3.6 Hasil Perhitungan Faktor Panas

Sensibel Ruangan (RSHF)

RSH (Room Sensible Heart)	10141,55 kkal/jam
RLH (Room Laten Heart)	580,182 kkal/jam
RSHF (room Sensible Heart Factor)	0,94 kkal/jam

4.4 Faktor Panas Sensibel Keseluruhan

(GSHF)

Tabel 4.4.1 Hasil Perhitungan Faktor Panas

Sensibel Keseluruhan (GSHF)

ERSH (Efektive Room Sensible Heart)	10772,22 kkal/jam
GTH (Grand Total Heart)	11706,89 kkal/jam
GSHF (Grang Sensible Heart Factor)	0,92 kkal/jam

Jadi kapasitas pendingin adalah jumlah kalor yang dibuang keluar ruangan (udara bebas) oleh mesin pengkodisian udara sehingga suhu udara didalam ruangan tidak meningkat dan tetap dalam batas yang di isyaratkan.

Dimana:

TR : Kapasitas mesin pengkodisian udara

GTH : Total kalor keseluruhan

$$: 11706,89 \text{ kkal/jam} \times \frac{3,968 \text{ Btu}}{1 \text{ kkal}}$$

$$= 53433,97 \text{ Btu/jam}$$

$$: 53433,97 \text{ Btu/jam}$$

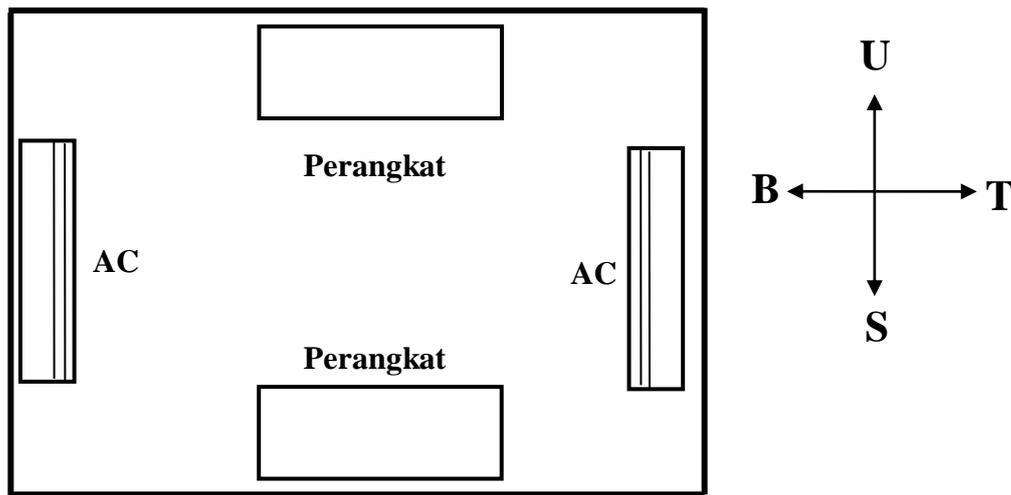
$$1 \text{ TR} : 12000 \text{ Btu/jam (Lit.12 Hal 68)}$$

$$\text{Sehingga TR} =$$

$$\frac{53433,97 \text{ Btu/jam}}{12000 \text{ Btu/jam}} = 4,45 \text{ ton refrigerasi}$$

$$: 4,45 \text{ ton refrigerasi}$$

Jadi, setelah dilakukan Perhitungan pada beban kalor, faktor panas sensibel ruangan, faktor panas sensibel keseluruhan dan faktor panas sensibel efektif maka rancangan pengkondisian udara yang dilakukan dapat layak dipakai untuk perangkat transmisi dan modulasi di dalam ruangan 8 m x 8 m x 3,1 m dengan Volume 198,4 m³ pada Ruang Shelter Tower Telkomsel dan di dapat kapasitas pendinginan yang digunakan sebesar 4,45 TR.



Gambar 4.11.1 Posisi Pemasangan AC

Dalam Ruang Shelter

Dari hasil perhitungan beban pendingin ruangan yang direncanakan di Ruang Shelter tower Telkomsel didapat jenis unit AC berkapasitas 4,45 TR atau sama dengan 5,94 PK dan dibulatkan menjadi 6 PK dimana terdiri dari 2 buah AC split yang masing masing berkapasitas 3 PK per AC. Letak AC disarankan dipasang pada dinding yang berhadapan yaitu pada dinding barat dan timur.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian pada bab-bab terdahulu maka perencanaan sistem pengkondisian udara pada ruang shelter tower telkomsel ini didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban puncak pendinginan terjadi pada pukul 15:00WIB dengan temperatur 34,6 °C.
2. Kalor yang didapat dari hasil perhitungan sebesar 11706,89 kkal/jam.
3. Ruang pengkondisian udara yang direncanakan tersebut

4. mendapatkan hasil dengan kapasitas 5,94 PK (4,45 TR) dan dibulatkan menjadi 6 PK.
5. Jumlah AC yang digunakan terdiri dari 2 unit yang masing-masing berkapasitas 3 PK per AC.

5.2 Saran

Setelah melihat dari hasil perhitungan serta kesimpulan diatas untuk perencanaan pengkondisian udara ruang shelter ini masih ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan diantaranya, yaitu :

1. Diharapkan untuk pengambilan data-data bangunan dan lainnya yang akan dikondisikan harus secara spesifik dan tepat sehingga terhindar dari kesalahan pada saat perhitungan.
2. Untuk pengambilan data temperatur suhu diambil pada saat kemarau (bulan maret – September) atau pada saat suhu maksimal yang bersumber dari Badan Metrologi Kimatologi dan Geofisika (BMKG).
3. Diharapkan dalam pengoperasiannya temperatur suhu ruangan shelter harus

- sesuai dengan suhu yang disyaratkan untuk ruang shelter/perangkat yaitu 22°C.
4. Diharapkan adanya alat pengatur temperatur/Temperatur manager, karena tiap perangkat didalam shelter memiliki ambang batas atas dan bawah suhu operasi, maka dibutuhkan perangkat untuk mengatur temperatur tersebut agar perangkat didalam shelter terhindar dari kerusakan. Temperatur manager ini biasanya terdiri dari:
 - Air conditioner/alat pendingin udara itu sendiri.
 - Exhaust controler/katup pengontrol.
 - Digital Diagnostic Monitoring (DDM)/alat pengontrol temperatur jarak jauh.
 5. Jenis AC yang digunakan pada ruang shelter adalah jenis AC split karenan cocok untuk ruangan yang membutuhkan ketenangan seperti ruang tidur, ruang pekerjaan dan perpustakaan. Adapun kelebihan AC split ini adalah bisa dipasang pada ruang yang tidak terhubung dengan udara luar/terisolasi dan suara.
 6. Diusahakan untuk pemasangn AC diletakkan pada dinding yang berhadapan dan terhindar dari penyinaran langsung sinar matahari seperti dinding barat dan timur.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto dan Heizo Saito, "Penyegar Udara", Penerbit Pradya Paramita; Bandung; 1980

Wilbert F.Stocker, Jerold W.Jones, Supratman Hara, "Refrigerasi dan Pengkondisian Udara", Edisi kedua,Penerbit Erlangga; Jakarata; 1989

Drs.Sumanto,MA; Dasar – dasar Mesin Pendingin; ANDI; Yogyakarta; 2004

J.P.Holman, "Perpindahan Kalor", diterjemahkan oleh E.Jasfi, Penerbit Erlangga; Jakarta; 1997

Shan K.Wang Air Conditioning Company : "Hand Book of Air Conditioning and Refrigeration", Mc Graw – Hill Book Company, New York 1965.

S.K. Kulsherestha, "Termo Dinamika Terpakai, Teknik Uap dan Panas".

Inti Pratama Teknik, Pengertian AC.

<http://iptech.wordpress.com/2010/05/11/pengertian-ac/>.

Mengenal Komponen-Komponen Utama Sebuah Sistem Refrigerasi Mekanik

<http://iptech.wordpress.com/mengenal-komponen-komponen-utama-sebuah-sistem-refrigerasi-mekanik/>.

Teknik Pendingin Pengkondisian Udara

<http://teknik-pendingin.blogspot.com/2008/08/pengkondisian-udara-ac-3.html>

Sudar Minto,"Refrigerator freezer Air Conditioner".

ASHRAE Handbook : Fundamentals, 1997, ASHRAE, Inc.

Sahat Pakpahan; Tabel Konversi dan Satuan Untuk Sains dan Teknik; Erlangga; Jakarta; 2012

