

BAB II

SISTEM TATA UDARA

2.1. Pengertian Sistem Tata Udara

Sistem tata udara atau penyegaran udara adalah suatu proses untuk mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan ketentuan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu (A. Wiranto, 1995).

Pengkondisian udara nyaman adalah proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada di dalamnya (Jones at all, 1994).

Sistem penyegaran udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama yaitu :

- a. Penyegaran udara untuk kenyamanan Menyegarkan udara ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
- b. Penyegaran udara untuk industri Menyegarkan udara ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya.

2.2. Fungsi Sistem Tata Udara

Fungsi sistem tata udara adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur suhu udara
- b. Mengatur sirkulasi udara
- c. Mengatur Kelembaban udara
- d. Mengatur Kebersihan Udara

2.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sistem Tata Udara

Sebelum merencanakan atau memasang AC, maka perlu mempertimbangkan beberapa hal berikut agar AC tersebut bisa berfungsi maksimal dan efisien :

a. Penggunaan atau Fungsi Ruang

Penggunaan ruang berpengaruh terhadap suhu ruangan karena pada dasarnya manusia yang mengisi suatu ruangan mengeluarkan kalori yang cukup tinggi. Kamar tidur yang hanya diisi dua orang berbeda dengan ruang keluarga yang frekuensi keluar masuk penghuninya cukup tinggi. Semakin banyak pengguna maka semakin besar daya AC yang dibutuhkan.

b. Ukuran Ruangan

Ukuran ruangan menentukan berapa banyak Btu/h (british thermal unit per hour) atau kecepatan pendinginan. Btu/h adalah kecepatan pendinginan untuk ruangan satu meter persegi dengan tinggi standar (umumnya tiga meter). Semakin besar satu ruangan tentunya akan semakin besar pula Btu/h yang dibutuhkan.

c. Beban Pendinginan

Beban pendinginan berasal dari dalam ruangan (internal heat gain). Misalnya dari jumlah penghuni, dan penggunaan penerangan, seperti lampu. Beberapa jenis lampu mengeluarkan panas yang tinggi, yang berarti juga harus memilih AC dengan daya yang lebih tinggi. Selain dari dalam, beban pendinginan juga berasal dari luar. Seperti cahaya matahari yang mengeluarkan energi panas melalui dinding, atap atau jendela.

d. Banyaknya Jendela Kaca

Saat ini banyak rumah yang mempunyai jendela kaca atau menggunakan blok kaca (glass block). Untuk ruangan yang menggunakan kaca sebanyak 70% 14 atau lebih, sebaiknya gunakan kaca film yang dapat menahan sinar ultraviolet untuk mengurangi beban pendinginan.

2.4. Pengertian AC (*Air Conditioning*)

Air Conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman.

Di lingkungan tempat kerja, AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja. Karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat bekerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruang juga ditentukan oleh temperatur, kelembapan, sirkulasi dan tingkat kebersihan udara.

Untuk dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang dipasang harus mempunyai kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki ruangan tersebut.

2.5. Jenis-Jenis AC (*Air Conditioning*)

Berdasarkan jenis dan nama peralatan yang terpasang, AC dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

a. AC Split

Mesin tata udara jenis ini, terbagi atas dua unit, satu di bagian luar ruangan (Outdoor Unit) yang berisi kondensor dan kompresor, dan satu di dalam ruangan (Indoor Unit) berisi evaporator dan kipas udara.

b. AC Window

AC jenis ini merupakan pendingin yang relatif murah untuk kapasitas kecil mudah digunakan dan mudah pemasangannya. Kelemahan dari AC ini adalah penggunaannya yang cenderung menimbulkan kebisingan di dalam ruangan, karena letak kompresor AC dari ruangan berdekatan.

c. AC Sentral

Pada AC jenis ini udara dari ruangan didinginkan pada cooling plant di luar ruangan tersebut, kemudian udara yang telah dingin dialirkan kembali kedalam ruangan tersebut. AC central ini biasa digunakan di hotel, mall atau gedunggedung dengan ruangan yang banyak.

d. Standing AC

Jenis AC ini cocok dipergunakan untuk kegiatan- kegiatan situasional dan mobil karena fungsinya yang mudah dipindahkan, seperti seminar, pengajian outdoor dsb.

2.6. Komponen Utama Sistem Pendingin

Komponen utama dalam sebuah AC adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur suhu udara, terdiri dari kondensator, kompresor, evaporator, dan pipa kapiler. Berikut ini penjelasan mengenai pengertian dan fungsi keempat komponen utama sebagai berikut:

a. Kompresor

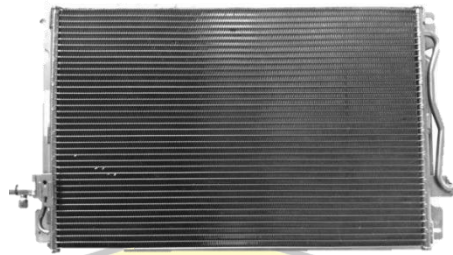
Kompresor berfungsi untuk mengedarkan dan memompakan refrigeran ke seluruh bagian AC yang cara kerjanya mirip dengan jantung pada manusia. Kompresor dilengkapi dua buah pipa, yaitu pipa hisap dan pipa tekan serta memiliki dua tekanan, yaitu tekanan rendah dan tinggi.



Gambar 2.1. Kompresor

b. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk menukar kalor, mengubah wujud refrigeran dari gas menjadi cair, dan menurunkan suhu refrigeran. Pipa kondensator dibuat berliku-liku dan dilengkapi sirip. Kondensator diletakkan di luar ruangan agar dapat melepaskan panas pada refrigeran ke udara bebas.



Gambar 2.2. Kondensor

c. Evaporator

Evaporator berfungsi menyerap dan mengalirkan panas dari udara ke refrigeran sehingga refrigeran berubah dari cair menjadi gas setelah melalui pipa kapiler. Evaporator mengambil udara panas dari ruangan yang kemudian melewati sirip-sirip pipa sehingga suhunya turun.



Gambar 2.3. Evaporator

d. **Pipa Kapiler**

Pipa kapiler juga merupakan komponen yang sangat penting di dalam AC karena berfungsi menurunkan tekanan dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator. Penurunan tekanan refrigeran menyebabkan suhunya juga ikut turun dan inilah yang menyebabkan udara yang keluar dari AC bersuhu rendah.



Gambar 2.4. Pipa Kapiler

2.7. **Prinsip Kerja Air Conditioning (AC)**

Kompresor AC yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigerant), jadi refrigerant yang masuk ke dalam kompresor AC dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor. Di bagian kondensor ini refrigerant yang dimampatkan akan berubah fase dari refrigeran fase uap menjadi refrigeran fase cair, maka refrigerant mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam refrigeran. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondensor adalah jumlah dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan. Pada kondensor tekanan refrigerant yang berada dalam pipa-pipa kondensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigeran yang berada pada pipa-pipa evaporator.

Prinsip pendinginan udara pada AC melibatkan siklus refrigerasi, yakni udara didinginkan oleh refrigerant / pendingin (freon), lalu freon ditekan menggunakan kompresor sampai tekanan tertentu dan suhunya naik, kemudian didinginkan oleh udara lingkungan sehingga mencair. Proses tersebut diatas berjalan berulang-ulang sehingga menjadi suatu siklus yang disebut siklus pendinginan pada udara yang berfungsi mengambil kalor dari udara dan membebaskan kalor ini ke luar ruangan.

2.8. Beban Pendingin

Energi dalam suatu gedung diperlukan antara lain untuk penerangan ruangan, peralatan kerja, kenyamanan penghuni dan lain-lain. Kebutuhan energi tersebut dapat dipenuhi dengan memanfaatkan energi surya dan energi listrik. Perencanaan atau perancangan bentuk arsitektur gedung sangat mempengaruhi efektifitas pemanfaatan energi surya dan penghematan penggunaan energi listrik. Untuk memprediksi jumlah kebutuhan energi yang mengakibatkan terjadinya perpindahan panas didalam gedung. Jumlah energi yang harus dipindahkan kedalam atau keluar gedung ditentukan oleh perbedaan temperatur luar gedung. Untuk memperoleh dan mempertahankan keadaan yang diinginkan tersebut diperlukan perpindahan energi dari temperatur rendah ke temperatur yang lebih tinggi(Nasution, 2010).

Beban pendingin sebagian besar berasal dari sumber panas yang bervariasi terhadap waktu. Jika sumber-sumber panas ini dapat dinyatakan sebagai fungsi waktu atau dikalikan dengan faktor yang fungsi waktu maka variasi beban pendingin tiap jam data dihitung sehingga dapat diketahui saat dan besarnya beban maksimum tiap hari. Program komputer yang dihasilkan diharapkan juga dapat digunakan untuk memprediksi variasi beban pendingin dalam waktu satu tahun. Beberapa data yang digunakan dalam perhitungan diubah dalam persamaan matematik dengan metode regresi dan diharapkan memberikan penyimpangan yang cukup besar.

2.9. Menentukan Beban Pendingin

Tujuan utama sistem pengkondisian udara adalah mempertahankan keadaan udara didalam ruangan dan meliputi pengaturan temperatur, kelembaban relatif, kecepatan sirkulasi udara maupun kualitas udara. Sistem pengkondisian udara yang dipasang harus mempunyai kapasitas pendinginan yang tepat dan dapat dikendalikan sepanjang tahun. Kapasitas peralatan yang dapat diperhitungkan berdasarkan beban pendinginan setiap saat yang sebenarnya.

Alat pengatur ditentukan berdasarkan kondisi yang diinginkan untuk mempertahankan selama beban puncak maupun sebagian. Beban puncak maupun sebagian tidak mungkin dapat diukur sehingga diperlukan prediksi melalui perhitungan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Beban pendinginan sebenarnya adalah jumlah panas yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara setiap hari. Beban pendinginan terdiri atas panas yang berasal dari ruang dan tambahan panas. Tambahan panas adalah jumlah panas setiap saat yang masuk kedalam ruang melalui kaca secara radiasi maupun melalui dinding akibat perbedaan temperatur. Pengaruh penyimpanan energi pada struktur bangunan perlu dipertimbangkan dalam perhitungan tambahan panas (Nasution, 2010).

Aspek-aspek fisik yang harus diperhatikan dalam perhitungan beban pendingin antara lain :

- a. Orientasi gedung dengan mempertimbangkan pencahayaan dan pengaruh angin
- b. Pengaruh emperan atau tirai jendela dan pantulan oleh tanah
- c. Penggunaan ruang
- d. Jumlah dan ukuran ruang
- e. Beban dan ukuran semua bagian pembatas dinding
- f. Jumlah dan aktivitas penghuni
- g. Jumlah dan jenis lampu
- h. Jumlah dan spesifikasi peralatan kerja
- i. Udara infiltrasi dan ventilasi

Beban pendinginan suatu ruang berasal dari dua sumber, yaitu melalui sumber eksternal dan sumber internal.

1. Sumber panas eksternal antara lain :
 - a. Radiasi surya yang ditransmisikan melalui kaca
 - b. Radiasi surya yang mengenai dinding dan atap, dikonduksikan kedalam ruang dengan memperhitungkan efek penyimpanan melalui dinding.
 - c. Panas Konduksi dan konveksi melalui pintu dan kaca jendela akibat perbedaan temperatur.

- d. Panas karena infiltrasi oleh udara akibat pembukaan pintu dan melalui celah-celah jendela.
 - e. Panas karena ventilasi.
2. Sumber panas internal antara lain :
- a. Panas karena penghuni
 - b. Panas karena lampu dan peralatan listrik
 - c. Panas yang ditimbulkan oleh peralatan lain

2.10. Perhitungan Kebutuhan AC (*Air Conditioning*)

Satuan tenaga kuda atau yang sering di kenal dengan istilah PK (Paard Krcht) atau HP (horse power) yang dipergunakan dalam sistem AC merujuk pada kapasitas daya kompressor AC, bukan menunjukan pada kapasitas pendinginan AC. Untuk kapasitas pendinginan AC satuannya adalah BTU/h (British Thermal Unit).

1 BTU/hour adalah energi yang digunakan untuk memanaskan atau mendinginkan air sebanyak 1 galon air (1 pound – sekitar 454 gram) supaya temperatur naik maupun turun sebesar 1 derajat fahrenheit selama satu jam. Pada AC, BTU merupakan kemampuan mengurangi energy panas / mendinginkan sebuah ruangan dengan luas dan kondisi tertentu selama satu jam.

Untuk mencari suatu daya kebutuhan AC yang akan dibutuhkan dalam suatu gedung atau ruangan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Refrigeration = \frac{Btu/hr}{P \times L} \dots\dots\dots (2.1)$$

(ISBN 978-602-1124-88-8)

Dimana :

P = Panjang Ruangan (m)

L = Lebar Ruangan (m)

BTU/hr = Kapasitas AC

Tabel 2.1 Standar beban pendingin pada ruangan

No	Application office	Refrigeration (Btuh/m ²)		
		Low	Avg	High
1	Private	430	738	956
2	General – Perimeter	330	520	860
3	General – Interior	275	330	430
4	Conference Room	650	860	1300

Sumber : ISBN 978-602-1124-88-8

2.11. Konversi Daya Listrik

Daya listrik dalam bahasa inggris disebut Electrical Power. Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang mengalir atau diserap dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik disetiap detik. Daya juga dapat didefinisikan sebagai laju aliran energi listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

Hubungan Daya Listrik ke PK dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$1 \text{ BTU/hr} = 0,29307107 \text{ watt} \dots\dots\dots (2.2)$$

Tabel 2.2 Konversi Daya (Watt) ke BTU/hr

Daya (Watt)	BTU/hr (British Thermal Unit per Hour)
1465	± 5000
2051	± 7000
2637	± 9000
3517	± 12000

Tabel 2.2 Konversi Daya PK ke BTU/hr

Daya (watt)	BTU/hr (British Thermal Unit per Hour)
5275	± 18000
10257	± 35000
13188	± 45000

Sumber : SNI 03-6572-2001

2.12. Audit Energi

Proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi (SNI 6196:2011).

Pelaksanaan audit energi dapat diklasifikasikan dalam beberapa metode yang terdiri dari:

1. Survei Energi

Audit ini dilakukan secara sederhana tanpa perhitungan yang rinci hanya melakukan analisa sederhana. Umumnya fokus dari audit ini adalah pada bidang perawatan dan penghematan yang tidak memerlukan biaya investasi besar.

2. Audit Energi Awal

Audit energi awal bertujuan untuk mengukur produktivitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi.

3. Audit Energi Rinci

Audit energi rinci dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi dan biasanya dilakukan lembaga auditor profesional dalam jangka waktu tertentu (EnergyPlus, 2011).

2.13. Pengertian Suhu dan Kelembaban

a. Pengertian Suhu

Suhu adalah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan panas kebenda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain.

Kondisi lingkungan termal dalam gedung menurut standar SNI 03-6390-2011 untuk temperatur efektif (Teff) kenyamanan termal untuk daerah tropis ditetapkan :

- Ruang kerja : $24^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ atau $25,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$
- Ruang transit (koridor, lobi) : $27^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ atau $28,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$

b. Pengertian Kelembaban

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentasi ini dapat diekspresikan dalam kelembapan absolut, kelembapan spesifik atau kelembapan relatif. Alat untuk mengukur kelembapan disebut higrometer. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Konsentrasi air di udara pada tingkat permukaan laut dapat mencapai 3% pada 30°C (86°F), dan tidak melebihi 0,5% pada 0°C (32°F).

Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa factor sebagai berikut:

a. Suhu

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata – rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas ke benda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain tersebut.

b. Kuantitas dan kualitas penyinaran Kualitas intensitas

Lamanya radiasi yang mengenai tumbuhan mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya mempengaruhi pembentukan klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme.

c. Pergerakan angin

Semakin tinggi kecepatan pergerakan angin akan lebih mempercepat pegangkatan uap air menggempul diudara.

d. Tekanan udara

Tekanan udara erat kaitannya dengan pergerakan angin.

e. Vegetasi

Semakin banyak vegetasi suatu daerah semakin mempengaruhi tingkat kelembaban suatu daerah, mengingat tanaman termasuk salah satu penghasil uap air melaui proses transpirasi.

f. Ketersediaan air di suatu tempat (air tanah)

2.14 Alat Pendeteksi Suhu dan Kelembaban

2.14.1 *Thermo Hygrometer*



Gambar 2.6. *Thermo Hygrometer*

Thermo hygro adalah sebuah alat yang menggabungkan antara fungsi termometer dengan hygrometer yaitu alat untuk mengukur suhu udara dan kelembaban, baik di ruang tertutup ataupun di luar ruangan..Ukurannya beragam, ada yang sedikit lebih besar dari korek gas, ada pula yang seukuran telepon genggam.Pada umumnya kita lebih mengenal termometer daripada hygrometer, karena fungsinya sebagai pengukur suhu sering dipakai dalam dalam kehidupan sehari-hari.

Sedangkan hygrometer relatif jarang terdengar bagi orang awam karena ia hanya berguna untuk mengukur kelembaban udara baik di dalam maupun di luar ruangan. Alat thermohygrometer ini dapat dipakai untuk mengukur suhu udara dan kelembaban baik di ruang tertutup maupun diluar ruangan.

2.15. **Standar *Relative Humidity***

Kelembaban udara relatif 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.

Kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% ~ 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, ruang kelas, dan laboratorium kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% ~ 65% (SNI 03-6390-2011).

