

BAGIAN III

PRINSIP-PRINSIP ESTIMASI BEBAN PENDINGIN TATA UDARA

UNIT 9

SUMBER-SUMBER PANAS

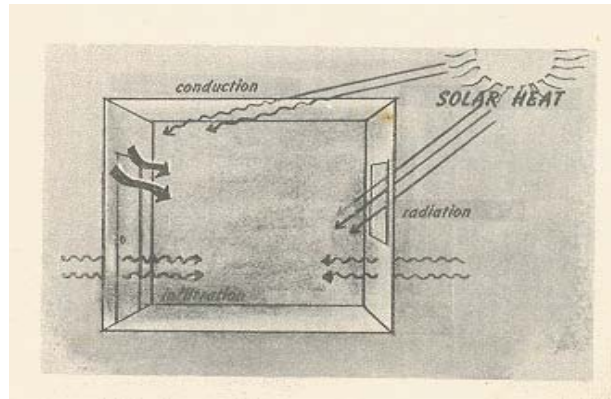
Delapan unit sebelumnya telah dibahas dasar-dasar tata udara dan pengaruhnya terhadap kenyamanan manusia. Juga telah dibahas grafik psychrometrics dan penggunaannya untuk memprediksi karakteristik dari kondisi udara tertentu. Semua informasi ini mengarahkan kita ke tahapan yang lebih praktis mengenai tata udara seperti beban pendingin, estimasi beban pendingin dan pemanasan.

Sumber-Sumber Panas Beban Pendingin

Sumber panas yang akan dijelaskan disini secara prinsip diterapkan untuk beban pendingin di musim panas. Beberapa sumber seperti dari manusia, lampu dan peralatan kecil rumah tangga yang merupakan bagian yang biasanya diabaikan ketika menghitung beban panas di musim dingin untuk perumahan kecil. Untuk instalasi komersial yang lebih besar, panas dari manusia, lampu dan peralatan rumah tangga menjadi signifikan dan dianggap sebagai faktor yang menambah beban panas.

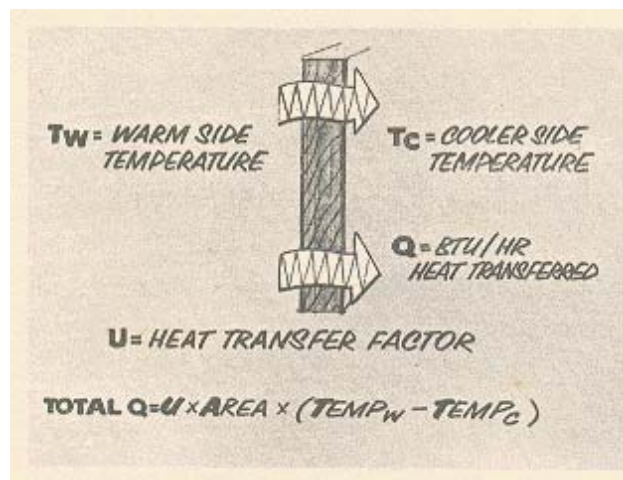
Sumber Panas dari Luar

Sumber panas yang membuat beban pendingin di musim panas membesar adalah dari struktur luar. Sumber panas yang paling besar adalah dari matahari, yang sering disebut sebagai panas solar. Panas matahari masuk ke struktur bangunan dengan dua cara: secara langsung melalui kaca, dan melalui konduksi dari material bangunan. Panas matahari masuk melalui kaca segera diserap di dalam ruangan. Pengaruhnya dapat segera terasa. Panas matahari yang masuk melalui konduksi dari dinding dan atap tidak segera diserap dalam ruangan. Tergantung dari konstruksi yang digunakan, pengaruh panas matahari tidak terasa dalam beberapa jam. Dalam beberapa contoh panas dari matahari mungkin tidak mencapai daerah bagian dalam ruangan sampai matahari terbenam. Jumlah panas yang masuk melalui struktur bangunan tergantung dari jenis material yang digunakan dan diukur dalam term faktor 'U'. Faktor U ini merupakan jumlah panas yang mengalir melalui luas 1 ft² permukaan bangunan. Nilai U bervariasi tergantung material yang digunakan dan akan dibahas pada unit 10.



Gambar 71 Sumber Panas dari Luar

Panas konduksi terjadi dalam bagian bangunan sebagai akibat dari adanya perbedaan temperatur udara luar dan dalam, semakin besar perbedaan itu semakin cepat laju perpindahan panasnya. Jumlah panas konduksi sebagai akibat adanya perbedaan temperatur, tergantung dari ukuran luas dinding atau atap dan tergantung pada resistansi terhadap aliran panas dari material yang digunakan. Aliran panas konduksi diukur dalam term faktor U.



Gambar 72 Panas Konduksi

Untuk mendapatkan panas konduksi yang mengalir melalui permukaan bangunan faktor U harus dikalikan dengan luas permukaan, kemudian dikalikan lagi dengan besarnya perbedaan temperatur udara luar dan dalam. Total panas yang mengalir itu disebut Q. Q diukur dalam term BTU/jam.

Contoh:

Jumlah panas sensibel akibat konduksi (Q) dari dinding

Diketahui: Luas dinding $8 \times 20 \text{ ft}^2$

Faktor $U = 0,25$

Temperatur luar 90F

Temperatur bagian dalam 78F

Carilah: Total panas konduksi (Q)

Jawaban: $Q = \text{luas permukaan} \times \text{factor } U \times \text{perbedaan temperatur luar dan dalam}$

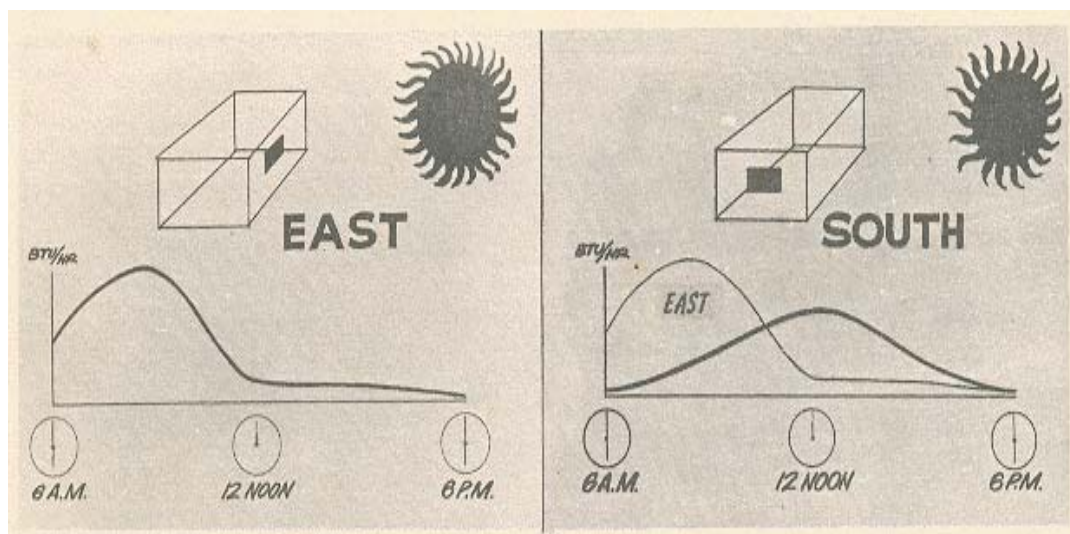
$$Q = (8 \times 20) \times 0,25 \times (90 - 78)$$

$$Q = 10 \times 0,5 \times 12$$

$$Q = 489 \text{ BTU/Jam (panas sensibel)}$$

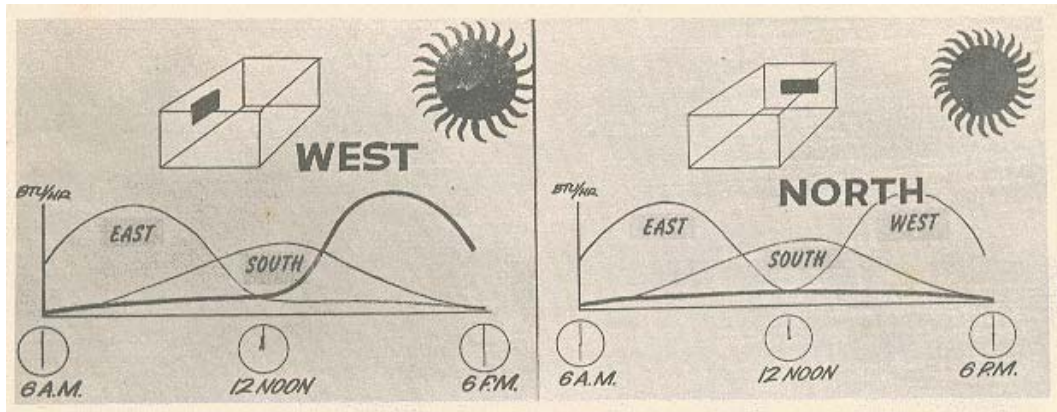
Orientasi Bangunan

Karakteristik lain tidak mengubah jumlah total beban panas, tetapi dapat digunakan secara praktis adalah posisi bangunan dihubungkan dengan matahari. Pengaruh panas matahari secara langsung terlibat dan melalui kaca yang ada di dinding. Hal ini dianggap terjadi pada gedung yang memiliki luas kaca yang sama dan terjadi ditengah musim panas. Berikut ini beban panas matahari dan waktu terjadinya. Karena matahari terbit di timur, maka beban panas matahari melalui kaca di dinding timur merupakan jumlah terbesar pada pagi hari. Di tengah hari, beban panas matahari berkurang dan pengaruhnya terasa melalui kaca di dinding selatan.



Gambar 73a Orientasi Bangunan

Biasanya sebelum tengah hari, beban akan mencapai intensitas terbesarnya. Saat itu terasa melalui kaca di dinding barat. Dinding utara, disinari pada sore hari dengan intensitas yang kurang dan beban melalui kaca sekitar 10% dari beban sebelah timur atau barat.



Gambar 73b Orientasi Bangunan

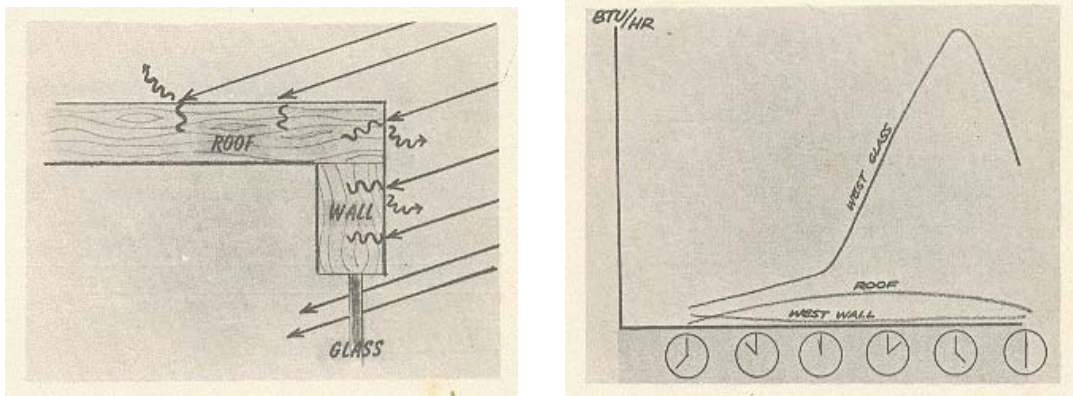
Walaupun informasi ini cukup mendasar, perlu diterapkan secara praktis pada pengaruh yang menyeluruh (*overall effect*) beban matahari. Sebagai contoh. Jika sebuah gedung yang digunakan untuk urusan dagang eceran (*retail*) mempunyai permukaan kaca besar menghadap ke timur, dan dinding sisanya hanya mempunyai luas kaca yang kecil dapat menghemat biaya awal instalasi tata udara sampai 25%.

Ini digunakan untuk menghemat biaya awal. Pemilihan alat yang digunakan untuk mengatasi beban terbesar gedung, dalam contoh ini beban panas matahari melalui kaca dipermukaan sebelah timur. Beban berikutnya adalah mungkin dari dinding barat. Walaupun panas matahari di sore hari tidak sebesar beban panas matahari pada pagi hari, tetapi harus tetap dihitung pada luas kaca minimum. Alat yang dipilih akan kecil karena beban yang harus ditanggulangi juga lebih kecil. Temperatur di pagi hari yang lebih hangat, tentunya harus dipilih alat yang dapat mengatasi beban panas pada pagi hari. Sedangkan pada sore harinya beban menjadi lebih kecil sehingga cenderung akan lebih dingin. Apabila memilih alat hanya untuk menanggulangi beban pada sore hari yang relatif lebih kecil, maka beban pada pagi hari akan tidak teratasi.

Dinding dan Atap

Panas dari sinar matahari masuk ke bangunan melalui dinding dan atap lebih lambat disbanding ketika masuk melalui kaca. Saat kontak pertama, sinar matahari menembus 'kulit' gedung. Sejumlah panas masuk ke material bangunan dan sebagian dipantulkan kembali ke atmosfer. Panas masuk terus menerus ke material bangunan semakain dalam, sampai akhirnya tembus mencapai permukaan bagian dalam. Jika matahari bersinar terus menerus tanpa berubah posisi dan dengan intensitas yang sama akan berlangsung kira-kira 7 jam, maka panas akan mencapai sisi dalam dari dinding batu setebal 12 inchi. Gambar menjelaskan suatu perbandingan relatif, perolehan panas melalui atap, dinding dan kaca. Gambar tersebut

menunjukkan bahwa panas menembus kaca jauh lebih mudah dibanding dengan material non transparan, apalagi sedemikian tebal.



Gambar 74 Dinding dan Atap

Infiltrasi

Sumber panas lain yang harus dipertimbangkan ketika membuat estimasi beban adalah infiltrasi. Beban panas ini adalah ketika udara masuk menyelinap ke dalam bangunan melalui celah atau retakan sekitar pintu dan jendela dan melalui pintu yang terbuka. Beban ini secara langsung berhubungan dengan kualitas gedung dan ada tidaknya penahan angin (weather stripping). Jika dikerjakan dengan teliti, maka jumlah celah jadi sedikit dan tentunya estimasi beban pendingin jadi kecil. Derajat infiltrasi juga dipengaruhi oleh kecepatan angin dan kuatnya angin, jika semakin besar maka akan besarnya pula infiltrasinya.

Beban infiltrasi ke dua adalah panas yang masuk ke bangunan melalui saluran yang menyuplai udara luar sebagai ventilasi. Standar ventilasi telah dibuat oleh Asosiasi Refrigerasi dan Tata Udara. Standar ini menetapkan besarnya jumlah udara yang diperlukan untuk membuang bau yang tidak diinginkan, misalnya asap rokok, sehingga beban infiltrasi menjadi faktor ketika kita menghitung beban pendingin.

Untuk mencari beban udara ventilasi, kalikanlah ft^3 udara ventilasi dengan factor 1,08, kemudian kali lagi dengan perbedaan temperatur luar dan dalam. Faktor 1,08 diterapkan hanya untuk panas sensibel saja.

Contoh:

Beban Ventilasi Udara Sensibel (Musim Panas)

Diketahui : Udara ventilasi 500 ft^3
 Temperatur luar 90F
 Temperatur bagian dalam 78F
 Faktor pengali 1,08

Carilah : Panas yang harus ditambahkan (Q)

Jawab : $Q = (ft^3 \times 1,08) \times (\text{temperatur luar} - \text{temperatur dalam})$
 $Q = (500 \times 1,08) \times (90 - 78)$
 $Q = 6480 \text{ BTU/jam (panas sensibel)}$

Contoh berikut menjelaskan cara mencari beban panas laten (uap air) yang ada di udara ventilasi. Dalam contoh ini perbedaan kandungan uap air menggantikan perbedaan temperatur dan faktor pengalinya yaitu 0,68.

Beban Ventilasi Udara Laten (Musim Panas)

Diketahui : Udara ventilasi 500 ft^3
 Temperatur luar 90F dan RH 50%
 Temperatur bagian dalam 78F dan RH 45%
 Factor pengali $0,68$

Carilah : Panas yang dibutuhkan (Q)

Jawab : $Q = (ft^3 \times 0,68) \times (\text{kandungan uap air di udara dalam} - \text{luar})$
 $Q = (500 \times 0,68) \times (107 - 62)$
 $Q = 340 \times 45$
 $Q = 15.300 \text{ BTU/jam (panas laten)}$

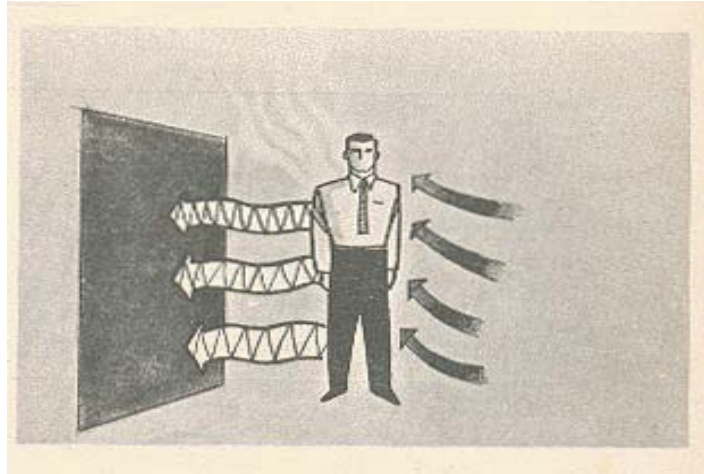
Jumlah total panas yang ditambahkan, terdiri atas panas sensibel dan panas laten, yaitu:

$$Q = 6480 + 15.300 = 21.780 \text{ BTU/jam}$$

Sumber panas luar yang lain yaitu uap air. Uap air masuk ke ruangan dengan cara infiltrasi dan disebut panas laten. Udara masuk melalui celah dan menjadi bagian dari beban ruangan, terjadi sepanjang adanya udara ventilasi dan jadi bagian beban suplai udara luar.

Sumber-Sumber Panas dalam Ruangan

Sumber-sumber panas dari dalam ruangan antara lain: penghuni, lampu, perabotan dan motor listrik. Penghuni merupakan sumber panas sensibel dan panas laten. Panas yang dihasilkan oleh seseorang tergantung dari energi yang dikeluarkannya. Dalam keadaan diam menghasilkan energi yang sedikit, tetapi apabila beraktivitas (aktif) akan lebih banyak energi yang dibutuhkan. Sebagai contoh: seseorang duduk diam menghasilkan kira-kira $1/7$ x jumlah panas yang dihasilkan oleh orang yang bermain bowling.



Gambar 75 Sumber Panas dari dalam Ruang

Semua jenis lampu mengeluarkan panas. Panas yang dihasilkan oleh lampu pijar setara dengan watt-nya (daya lampu), sedangkan lampu neon (TL) kira-kira 25% lebih besar dari daya rata-ratanya. Kenaikan jumlah panas itu karena adanya trafo (ballast). Beban panas dari lampu bervariasi tergantung pemakaian dan dayanya.

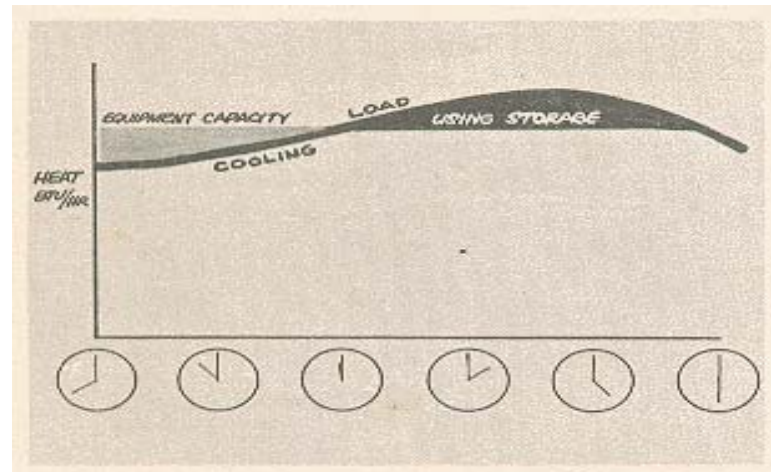
Motor listrik, peralatan dan mesin kantor merupakan penambah panas dari dalam ruangan. Seperti halnya lampu, beban panas berhubungan langsung dengan besarnya energi yang digunakan. Panas dari motor biasanya didasarkan kepada jumlah daya kudanya (HP), tetapi juga bergantung dari variasi pemakaian, cara start dan menghentikannya. Panas dari peralatan mesin kantor berhubungan dengan banyaknya bahan bakar atau daya yang dikonsumsi. Beban sebenarnya dari sumber-sumber panas tersebut juga dipengaruhi oleh cara pemakaian.

Penyimpanan (Storage)

Setiap struktur mempunyai kemampuan untuk mengambil panas dan menahannya. Seperti dijelaskan di depan, hal tersebut dapat memakan waktu lama panas menembus sampai ke sisi lain dinding atau atap. Dalam beberapa contoh, bahkan pengaruh tersebut tidak terasa sampai matahari tenggelam. Artinya bagian luar, juga bagian dalam permukaan dinding atau atap mengandung panas. Semua benda yang ada di dalam ruangan seperti : furniture, dan lantai mengandung panas. Jika panasnya masih ada saat peralatan tata udara dimatikan pada malam hari, sebagian kecil akan tertahan dan akan menjadi bagian dari beban panas saat peralatan itu dioperasikan lagi pada pagi harinya.

Pada bagian ini dibicarakan mengenai penurunan kemampuan operasi tata udara selama malam hari atau saat pagi hari sebelum gedung itu dihuni lagi. Karena panas matahari tidak ada pada periode itu, maka beban panas bangunan dianggap berada dibawah

kemampuan tata udara. Oleh karena itu, sangat mungkin untuk menurunkan temperatur dinding, atap atau benda lain di dalam gedung ke titik di mana tidak ada lagi beban panas tersisa, agar beban yang terjadi benar-benar beban actual pada saat itu. Kapasitas tersimpan dapat digunakan untuk mengurangi sebagian panas matahari di pagi hari dan beban panas merupakan beban ruang karena berpenghuni.

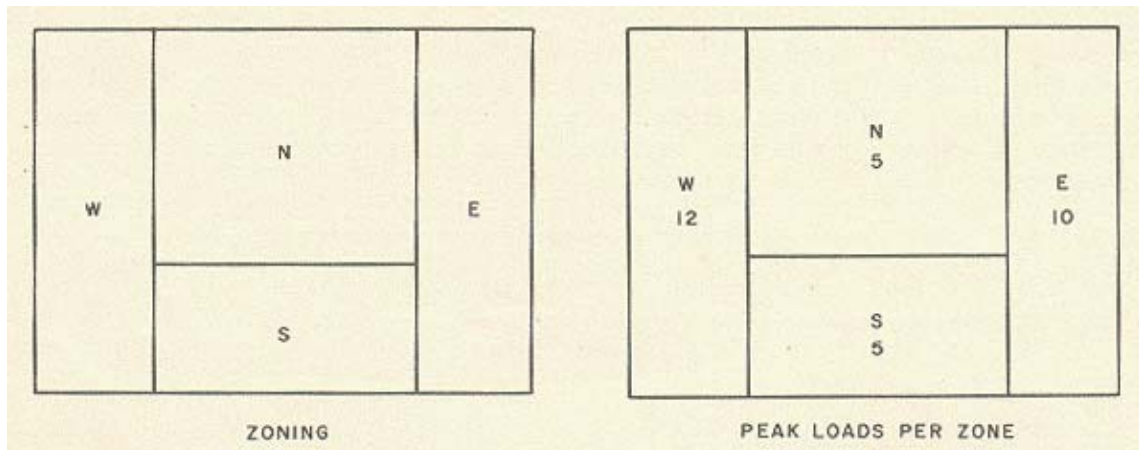


Gambar 76 Storage

Prinsip ini dapat diterapkan pada unit komersial kecil dan instalasi rumah tangga, agar beban panas yang terjadi berada di bawah kapasitas maksimum peralatan tata udara. Hendaknya selalu diusahakan agar temperatur tidak terlalu dingin pada saat di huni. Kapasitas pendinginan yang tersimpan dapat digunakan mengurangi ukuran atau kemampuan peralatan tata udara. Gambar berikut memperlihatkan bahwa perlengkapan dapat jadi lebih kecil daripada yang semestinya digunakan untuk menanggulangi beban maksimum. Prinsipnya, simpanan tadi dapat digunakan untuk setiap instalasi untuk kenyamanan, dimana beban maksimum terjadi hanya dalam 2 atau 3 jam saja. Tidak direkomendasikan apabila terjadi perubahan yang kritis.

Zoning/Kapling

Pengkaplingan di dalam tata udara merupakan luas daerah di dalam ruangan yang dipisahkan dari bagian lainnya, biasanya menggunakan partisi. Pengkaplingan itu memungkinkan untuk mengatasi beban dalam daerah berlainan secara individu. Pengkaplingan biasanya menghasilkan biaya operasi yang lebih rendah, sebaliknya jika tidak menggunakan pengkaplingan menghasilkan biaya awal/peralatan yang lebih tinggi.

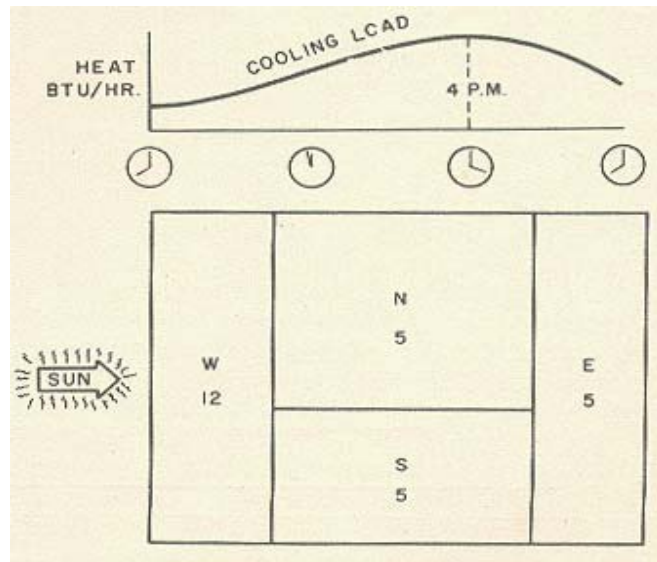


Gambar 77

Jika beban yang terjadi berbeda di dalam bagian lain dari gedung atau temperatur berbeda diperlukan dalam bagian ruangan tertentu, kondisi ini harus dilakukan pengkaplingan (zoning). Jika pengkaplingan diperlukan, estimasi beban biasanya jadi dasar penggunaan satu peralatan sentral dibanding menggunakan beberapa peralatan untuk tiap kapling. Hal ini digambarkan dengan cara membagi sebuah gedung (ruangan) menjadi 4 kapling, utara, selatan, timur dan barat

Jika beban maksimum dikapling utara 5 ton, kapling selatan 5 ton, kapling timur 10 ton dan barat 12 ton, maka jumlah kapasitas pendinginan adalah 32 ton apabila dikerjakan secara terpisah. Untuk kapling yang sama ditanggulangi secara sentral sehingga kapasitas maksimum itulah yang harus ditanggulangi setiap jam setiap hari. Karena semua kapling tidak terkena panas matahari secara terus menerus, maka beban maksimum itu tidak akan terjadi secara terus menerus. Oleh karena itu, diperlukan suplai sebesar beban yang diperlukan tiap waktu untuk mengatasi beban kapling tertentu secara maksimum, ditambah kapling lainnya.

Beban kapling barat mempunyai beban lebih besar dari area lainnya, sehingga beban maksimum terjadi kira-kira jam 4 sore. Matahari menyinari dinding barat, beban terbaca sebagai berikut: utara 5 ton, selatan 5 ton, timur 5 ton dan barat 12 ton. Kapasitas beban pendinginan ruangan itu adalah $5+5+5+5+12 = 27$ ton. Berarti berkurang 5 ton jika dibandingkan dengan jumlah total perkapling, 5 ton itu merupakan pengurangan di kapling timur pada pukul 4 sore.

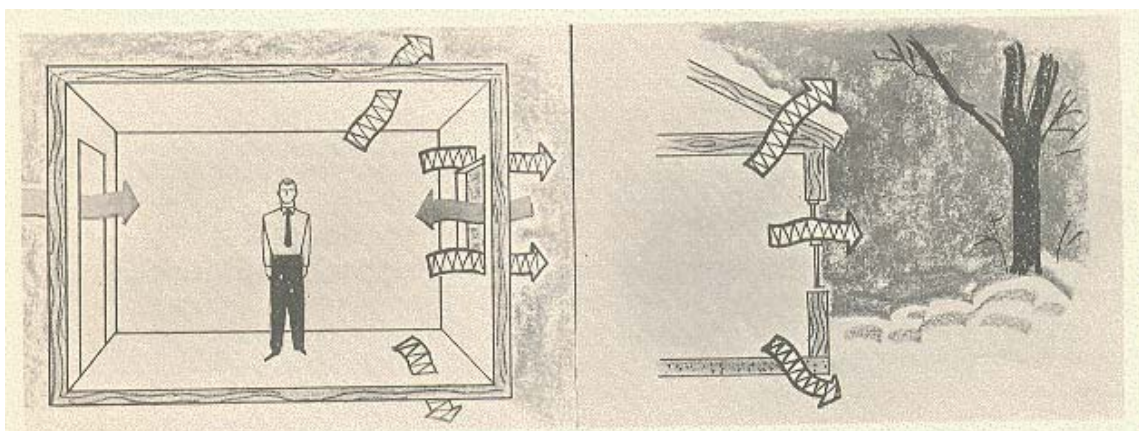


Gambar 78 Beban Pendinginan

Beban maksimum yang digunakan disini menggambarkan beban maksimum yang diperlukan tiap hari dalam setahun. Kehilangan panas adalah panas yang keluar dari sebuah ruangan. Panas dapat hilang melalui cara konduksi dan juga filtrasi melalui celah disekitar jendela dan pintu, juga melalui pintu yang terbuka.

Konduksi

Perolehan panas di musim panas secara konduksi melalui konduksi melalui dinding dan atap. Panas juga hilang melalui konduksi di kaca dan melalui lantai dan pondasi. Oleh karena itu, beban panas terdiri dari panas yang hilang melalui konduksi lewat bahan atau material dan melalui infiltrasi melalui celah dan pintu terbuka.



Gambar 79 Beban Panas yang Hilang

Jumlah panas yang hilang dipengaruhi oleh bahan atau material, konstruksi bangunan dan perbedaan temperatur antara luar dan dalam. Faktor U adalah jumlah panas yang mengalir yang tetap digunakan untuk membantu menghitung Q jumlah panas yang hilang melalui material. Dalam sistem pemanas, perbedaan temperatur biasanya lebih besar. Oleh karena itu, perpindahan panas dengan cara konduksi biasanya lebih besar dibanding pada saat pendinginan. Sebagai contoh, perbedaan temperatur rata-rata untuk pendingin mungkin antara 10 sampai 20F, tetapi untuk pemanasan antara 30 sampai 70F. Contoh berikut ini menunjukkan nilai yang sama yang digunakan untuk menjelaskan beban pendinginan total untuk luas dinding tertentu, perbedaan temperatur:

Contoh:

Total panas yang hilang karena konduksi (Q) pada bingkai dinding

Diketahui: Permukaan dinding 8 ft x 20 ft

Temperatur luar 20F

Temperatur dalam ruangan 75F

Faktor U = 0,25

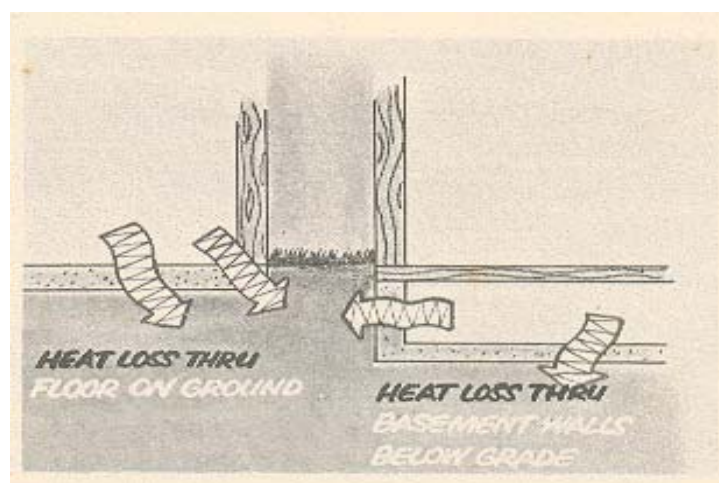
Carilah: Total beban panas yang hilang melalui dinding (Q)

Jawab: $Q = \text{luas permukaan} \times \text{factor } u \times \text{perbedaan temperatur}$

$$Q = (8 \times 20) \times 0,25 \times (75 - 20)$$

$$Q = 160 \times 0,25 \times 55$$

$$Q = 2200 \text{ BTU/jam}$$



Gambar 80 Panas yang Hilang

Panas juga hilang melalui tanah dibawah lantai dan melalui dinding di bawah tanah. Biasanya kehilangan panas lebih besar terjadi dari alas lantai ke tanah. Secara prinsip, terdapat perbedaan antara temperatur permukaan tanah dan tanah bagian dalam. Perbedaan itu tergantung juga dari temperatur udara, tetapi perbedaan itu tidak terjadi apabila kedalaman 8 ft di bawah tanah dimana temperatur tanah tetap sama, tidak dipengaruhi oleh temperatur permukaan. Temperatur minimum adalah 45F. Faktor U yang hilang melalui lantai ke tanah akan dijelaskan di unit 10 dan 11.

Ventilasi

Sumber panas terakhir yaitu panas yang diperlukan untuk meningkatkan temperatur udara yang digunakan untuk ventilasi. Dapat dikatakan sebagai 'sumber beban panas'dibanding sebagai 'panas yang hilang'. Panas yang digunakan untuk menaikkan temperatur udara ventilasi tidak benar-benar hilang, karena udara itu sudah masuk ke ruang pemanas. Hal ini merupakan beban tambahan, karena udara ventilasi harus dipanaskan.

Panas udara ventilasi dicari dengan cara yang sama seperti untuk beban pendinginan. Kalikan factor 1,08 dengan ft^3 udara kalikan lagi dengan perbedaan temperatur. Faktor 1,08 hanya untuk panas sensibel.

Contoh:

Beban Panas Sensibel Udara Ventilasi (Musim Dingin)

Diketahui: Udara ventilasi 500 ft^3

Temperatur luar 20F

Temperatur dalam 75F

Faktor pengali 1,08

Carilah: Jumlah panas yang ditambahkan (Q)

Jawab: $Q = \text{ft}^3 \times 1,08 \times \text{beda temperatur dalam dan luar}$

$$Q = 500 \times 1,08 \times (75 - 20)$$

$$Q = 540 \times 55$$

$$Q = 29.700 \text{ Btu/jam Panas sensibel}$$

Jika kondisi kelembaban menunjukkan bahwa beban panas laten ditambahkan, maka panas yang diperlukan dicari, sebagai berikut:

$$Q = \text{ft}^3 \times 0,68 \times \text{beda temperatur dalam dan luar, dalam tetes air/lb udara}$$

Contoh:

Beban Panas Laten Udara Ventilasi (Musim Dingin)

Diketahui: Udara ventilasi 500 ft³

Kondisi udara di dalam 75F dan RH 35%

Kondisi udara di luar 20F dan RH 25%

Faktor pengali 0,68

Carilah: Jumlah panas yang ditambahkan (Q)

Jawab: $Q = \text{ft}^3 \times 0,68 \times \text{beda kondisi di dalam dan luar, tetes air/lb udara}$

$Q = 500 \times 0,68 \times (46 - 4) \text{ tetes air}$

$Q = 340 \times 42 \text{ tetes air}$

$Q = 14.280 \text{ Btu/jam Panas laten}$

Pengurangan Beban Panas

Ada beberapa cara untuk mengurangi beban panas. Dinding, atap, langit-langit dan lantai dapat diinsulasi dengan memasang penyekat angin atau memasang kaca dua rangkap untuk jendela dan pintu.

Tebal insulasi yang dianjurkan antara 2 sampai 4 inchi. Sebenarnya 1 inchi pertama yang paling efektif. Tebal insulasi inchi ke dua masih signifikan untuk menahan laju aliran panas. Tebal insulasi inchi ke tiga dan keempat kurang efektif lagi. Lebih dari empat inchi sudah tidak efektif lagi.

Penambahan penyekat angin sekitar jendela atau kaca ganda mengurangi aliran udara panas konduksi melalui kaca sekitar 40% sampai 60%.

Kesimpulan

Deskripsi Beban:

- Beban tata udara (AC) adalah jumlah panas yang harus ditambahkan atau dihilangkan dari ruang/bangunan untuk mempertahankan kondisi yang diinginkan.
- Menentukan jumlah panas yang ditangani untuk mengatasi dan memelihara kondisi nyaman yang dikehendaki disebut Estimasi Beban .
- Pengetahuan, pengalaman dan kepantasan merupakan factor yang perlu untuk diketahui untuk menghasilkan estimasi beban yang tepat.

Beban Pendingin (Sumber panas dari luar)

- Sumber panas luar misalnya panas matahari yang langsung melalui kaca, panas konduksi, panas udara ventilasi dan panas udara infiltrasi merupakan sumber utama beban pendingin di musim panas.
- Panas matahari masuk ke bangunan langsung melalui kaca dengan radiasi dan dengan konduksi melalui material bangunan.
- Pengaruh panas matahari langsung terasa, panas konduksi mungkin tidak terasa dalam beberapa jam.
- Jumlah panas matahari melalui konduksi yang masuk ke ruangan tergantung dari material bangunan.
- Faktor 'U' merupakan nilai yang digunakan untuk mencari jumlah panas yang mengalir melalui luas permukaan tiap 1ft persegi.
- Panas konduksi melalui material konstruksi bangunan terjadi sebagai hasil dari adanya perbedaan temperatur udara luar dan udara dalam.
- Jumlah panas konduksi yang masuk ke dalam ruangan tergantung dari ukuran permukaan dan dari besarnya resistansi aliran panas terhadap bahan yang digunakan.
- Q adalah total beban panas dan dinyatakan dalam Btu/jam.
- Orientasi bangunan dapat mengurangi biaya peralatan AC sampai dengan 25%.
- Kira-kira akan memerlukan waktu tujuh jam untuk sinar matahari masuk sampai ke bagian dalam tembok batu setebal 12 inchi.
- Panas matahari menembus kaca jauh lebih cepat dibanding menembus material lain seperti kayu atau batu.
- Beban panas infiltrasi masuk ke ruang melalui celah disekitar jendela atau pintu atau pintu yang terbuka.
- Udara ventilasi merupakan salah satu sumber panas.
- Uap air yang masuk melalui infiltrasi dan ventilasi juga merupakan beban panas.
- Beban panas sensibel berasal dari infiltrasi atau dari udara ventilasi dari cari dengan rumus: $Q = ft^3 \times 1,08 \times \text{beda temperatur dalam dan luar}$.
- Beban panas laten berasal dari udara infiltrasi atau ventilasi dapat dicari dengan rumus: $Q = ft^3 \times 0,68 \times \text{beda kandungan uap air di dalam dan luar}$.
- Total panas (Q) dicari dengan cara menjumlahkan panas sensibel dan laten

Beban Pendingin (Sumber panas dari dalam)

- Sumber panas dari dalam adalah penghuni (manusia), lampu, perabotan, motor dan mesin.
- Orang yang aktif menghasilkan panas lebih banyak dibandingkan dengan orang yang tidak aktif.
- Lampu menghasilkan panas tergantung dari berapa besar dayanya (watt).
- Motor, perabotan dan mesin menghasilkan panas tergantung dari daya atau konsumsi bahan bakar.

Simpanan (Storage)

- Setiap struktur (benda) menyerap panas dan menambah panas dirinya.
- Panas tersimpan dapat menjadi sumber panas tambahan pada saat start dipagi hari.
- Kapasitas pendinginan tersimpan dapat digunakan untuk mengatasi sebagian panas pada saat maksimum.
- Menggunakan panas simpanan dapat mengurangi peralatan.

Kapling (Zoning)

- Kapling adalah area di dalam ruangan (gedung) dapat dipisahkan seperti layaknya ruangan, biasanya menggunakan partisi. Kapling memungkinkan mempertahankan temperatur tetap tinggi atau tetap rendah disuatu area di dalam gedung (ruangan).
- Kapling atau zoning dapat menurunkan biaya.
- Jika pengkaplingan dilakukan, maka estimasi beban harus didasarkan pada penggunaan suatu AC sentral.
- Estimasi dengan cara kapling harus didasarkan pada kapling berbeban maksimum ditambah beban dari kapling lainnya.
- Beban maksimum menggambarkan pendinginan maksimum yang diperlukan sepanjang hari sepanjang tahun.

Kehilangan Panas Beban Pemanasan

- Beban pemanasan terdiri atas panas yang keluar dari ruangan melalui konduksi dan infiltrasi melalui celah sekeliling jendela atau pintu.
- Jumlah aliran panas konduksi tergantung dari jenis bahan dan perbedaan temperatur antara udara di dalam dan di luar.

- Jumlah panas yang hilang melalui celah tergantung pada kualitas konstruksi ruangan dan kecepatan angin.
- Panas yang hilang melalui konduksi dapat dicari dengan rumus berikut:

$$Q = \text{luas permukaan} \times \text{factor 'U'} \times \text{perbedaan temperatur dalam dan luar}$$
- Udara ventilasi yang dingin merupakan sumber panas. Beban panas sensibel udara ventilasi dapat dicari dengan rumus:

$$Q = \text{ft}^3 \times 1,08 \times \text{beda temperatur dalam dan luar}$$
- Beban laten udara ventilasi dapat dicari dengan rumus:

$$Q = \text{ft}^3 \times 0,68 \times \text{beda kandungan uap air dalam dan luar, dalam tetes air/lb udara}$$

Pengurangan Beban Panas

- Beban panas dapat dikurangi dengan cara menggunakan insulasi, penyekat angin dan menggunakan kaca rangkap (double).
- Insulasi dianjurkan satu atau dua inchi untuk dinding, dua sampai empat inchi dianjurkan agar efektif untuk atap.

Tugas

Jawablah pertanyaan berikut secara singkat dan jelas!

1. Sebutkan sumber utama panas luar yang membuat beban pendingin dimusim panas jadi besar.
2. Apakah factor “U” itu?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Q?
4. Tuliskan persamaan untuk mencari beban panas sensibel udara ventilasi?
5. Tuliskan persamaan untuk mencari beban panas sensibel udara ventilasi?
6. Sebutkan sumber beban utama udara dalam?
7. Bagaimana cara mencari beban lampu dan motor?
8. Definisikan beban tata udara (AC)?
9. Total panas terdiri atas dua jenis panas. Jelaskan masing-masing?
10. Apakah yang dimaksud dengan Estimasi Beban?